

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2011年9月9日(09.09.2011)

PCT

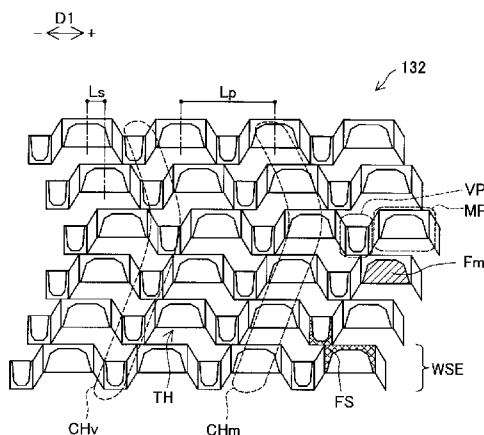
(10) 国際公開番号
WO 2011/108022 A1

- (51) 国際特許分類:
H01M 8/02 (2006.01) H01M 8/10 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2010/001399
- (22) 国際出願日: 2010年3月2日(02.03.2010)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): トヨタ自動車株式会社 (TOYOTA JIDOSHA KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 林友和 (HAYASHI, Tomokazu) [JP/JP]; 〒4718571 愛知県豊田市トヨタ町1番地トヨタ自動車株式会社内 Aichi (JP).
- (74) 代理人: 特許業務法人 明成国際特許事務所 (TOKKYO GYOMUHOJIN MEISEI INTERNATIONAL PATENT FIRM); 〒4600003 愛知県名古屋市中区錦二丁目18番19号三井住友銀行名古屋ビル7階 Aichi (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ,

[続葉有]

- (54) Title: FUEL CELL
- (54) 発明の名称: 燃料電池

[図4]



(57) **Abstract:** A fuel cell is equipped with: a power generation layer, which includes an electrolyte film, an anode and a cathode; a separator; and a gas distribution layer, which is arranged between the power generation layer and the separator. The gas distribution layer has a structure where a plurality of wave elements having a wave-shaped cross section consisting of a first protrusion that protrudes towards the separator side and a second protrusion that protrudes towards the power generation layer side aligned in an alternating manner. The elements are aligned in a manner such that the apex of the first protrusion of a wave element forms an integrated surface with the bottom surface of the second protrusion of an adjacent wave element. In addition, a plurality of through-holes are formed between the wave elements. The plurality of wave elements include wave elements positioned so that the first and second protrusions are offset towards the positive side along a first direction relative to the adjacent element and wave elements that are positioned so that the first and second protrusions are offset towards the negative side along the first direction. The volume of the first reaction gas flow path formed on the separator side of the gas distribution layer along the second protrusion is less than the volume of the second reaction gas flow path formed on the power generation layer side of the gas distribution layer along the first protrusion.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2011/108022 A1



CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, 添付公開書類:
TD, TG).

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

燃料電池は、電解質膜とアノードおよびカソードとを含む発電体層と、セパレータと、発電体層とセパレータとの間に配置されたガス流路層と、を備える。ガス流路層は、セパレータ側に凸な第 1 の凸部と発電体層側に凸な第 2 の凸部とが交互に並んだ波形断面の複数の波形要素が、一の波形要素の第 1 の凸部の頂面が隣接する波形要素の第 2 の凸部の底面と一体的な面を形成するように、かつ、波形要素間に複数の貫通孔が形成されるように、並んだ構成を有する。複数の波形要素は、隣接する波形要素と比べて第 1 の凸部および第 2 の凸部の位置が第 1 の方向の正側にずれるように配置された波形要素と、第 1 の方向の負側にずれるように配置された波形要素と、を含む。第 2 の凸部の位置に沿ってガス流路層のセパレータ側に形成される第 1 の反応ガス流路の体積は、第 1 の凸部の位置に沿ってガス流路層の発電体層側に形成される第 2 の反応ガス流路の体積より小さい。

明 細 書

発明の名称：燃料電池

技術分野

[0001] 本発明は、燃料電池に関し、特に、発電体層とセパレータとの間にガス流路層を備える燃料電池に関する。

背景技術

[0002] 燃料電池、例えば、固体高分子型燃料電池は、電解質膜を挟んで配置される一対の電極（アノードおよびカソード）にそれぞれ反応ガス（燃料ガスおよび酸化ガス）を供給して電気化学反応を引き起こすことにより、物質の持つ化学エネルギーを直接電気エネルギーに変換する。

[0003] 従来、燃料電池において、電解質膜と一対の電極とを含む発電体層とセパレータとの間にエキスパンドメタル（メタルラス）を用いて形成されたガス流路層を設けることにより、反応ガスの拡散性を向上させ、燃料電池の発電効率を向上させる技術が知られている。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、上記従来の技術では、発電に伴って生成される生成水による燃料電池の性能への影響について十分に考慮されておらず、燃料電池の性能に向上の余地があった。

[0005] なお、このような課題は、エキスパンドメタルを用いて形成されたガス流路層を備える固体高分子型燃料電池に限らず、発電体層とセパレータとの間に反応ガス流路を有するガス流路層を備える燃料電池一般に共通の課題であった。

[0006] 本発明は、上記の課題を解決するためになされたものであり、発電体層とセパレータとの間にガス流路層を備える燃料電池の性能を向上させることを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 上記課題の少なくとも一部を解決するために、本発明は、以下の形態または適用例として実現することが可能である。

[0008] [適用例 1] 燃料電池であって、

電解質膜と前記電解質膜の一方の側に配置されたアノードと前記電解質膜の他方の側に配置されたカソードとを含む発電体層と、

前記発電体層を間に挟んで配置された一对のセパレータと、

前記発電体層と前記一对のセパレータの少なくとも一方との間に配置されたガス流路層と、を備え、

前記ガス流路層は、前記セパレータ側に凸な第 1 の凸部と前記発電体層側に凸な第 2 の凸部とが第 1 の方向に沿って交互に並んだ波形断面の複数の波形要素が、一の前記波形要素における前記第 1 の凸部の頂面の少なくとも一部が隣接する前記波形要素における前記第 2 の凸部の底面の少なくとも一部と一体的な面を形成するように、かつ、前記波形要素間に複数の貫通孔が形成されるように、前記積層方向と前記第 1 の方向とに略直交する第 2 の方向に沿って並んだ構成を有し、

前記ガス流路層を構成する複数の前記波形要素は、隣接する前記波形要素と比べて前記第 1 の凸部および前記第 2 の凸部の位置が前記第 1 の方向の正側にずれるように配置された前記波形要素と、隣接する前記波形要素と比べて前記第 1 の凸部および前記第 2 の凸部の位置が前記第 1 の方向の負側にずれるように配置された前記波形要素と、を含み、

前記第 2 の凸部の位置に沿って前記ガス流路層の前記セパレータ側に形成される第 1 の反応ガス流路の体積は、前記第 1 の凸部の位置に沿って前記ガス流路層の前記発電体層側に形成され前記貫通孔により前記第 1 の反応ガス流路と連通する第 2 の反応ガス流路の体積より小さい、燃料電池。

[0009] この燃料電池では、第 2 の凸部の位置に沿ってガス流路層のセパレータ側に形成される第 1 の反応ガス流路の体積が、第 1 の凸部の位置に沿ってガス流路層の発電体層側に形成される第 2 の反応ガス流路の体積より小さいため、発電体層からガス流路層の第 2 の反応ガス流路に流入した生成水は貫通孔

を介して第1の反応ガス流路内に引き込まれ、第1の反応ガス流路を通して効率的に排出される。そのため、この燃料電池では、発電体層からの生成水の排水を促進することができ、生成水による濃度過電圧の増加を抑制して出力を向上させることができる。また、この燃料電池では、ガス流路層において水と反応ガスとの分離が促進されることから、生成水の存在によるガス流路層の圧力損失の増加を抑制することができるため、セル間の反応ガスの分配ばらつきを抑制してセル間のセル電圧ばらつきを抑制することができる。また、この燃料電池では、ガス流路層を構成する複数の波形要素が、隣接する波形要素と比べて第1の凸部および第2の凸部の位置が第1の方向の正側にずれるように配置された波形要素と第1の方向の負側にずれるように配置された波形要素との両方を含むことから、第1および第2の反応ガス流路が左右に蛇行した形状となるため、反応ガスの拡散性を向上させて発電効率を向上させることができる。従って、この燃料電池では、発電体層とセパレータとの間にガス流路層を備える燃料電池の性能を向上させることができる。

[0010] [適用例2] 適用例1に記載の燃料電池であって、

前記複数の波形要素において、前記第2の凸部の前記第1の方向に沿った幅は、前記第1の凸部の前記第1の方向に沿った幅より小さい、燃料電池。

[0011] この燃料電池では、第2の凸部の位置に沿ってガス流路層のセパレータ側に形成される第1の反応ガス流路の体積を、第1の凸部の位置に沿ってガス流路層の発電体層側に形成される第2の反応ガス流路の体積より小さくすることができる。

[0012] [適用例3] 適用例1または適用例2に記載の燃料電池であって、

前記複数の波形要素において、前記第2の凸部の前記発電体層の表面に接する部分に前記発電体層の表面に平行な平坦部が形成されている、燃料電池。

[0013] この燃料電池では、発電体層からの生成水の排水の促進およびガス流路層における水と反応ガスとの分離の促進を確保しつつ、発電体層表面やセパレータ表面へのガス流路層の食い込みを抑制することができ、燃料電池の出力

性能や耐久性の低下を抑制することができると共に、ガス流路層の食い込みによってガス流路層における反応ガス流路の体積が低下することによる燃料電池の性能低下を抑制することができる。

[0014] [適用例 4] 適用例 3 に記載の燃料電池であって、

前記複数の波形要素において、前記第 1 の凸部の前記セパレータの表面との接触面積は、前記第 2 の凸部の前記発電体層の表面との接触面積より大きい、燃料電池。

[0015] この燃料電池では、発電体層からの生成水の排水の促進およびガス流路層における水と反応ガスとの分離の促進を確保しつつ、層間の電気抵抗の増大を抑制することができ、燃料電池の性能低下を抑制することができる。

[0016] なお、本発明は、種々の態様で実現することが可能であり、例えば、燃料電池、燃料電池を備える燃料電池システム、燃料電池システムを備える自動車等の移動体等の形態で実現することができる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1] 本実施例の燃料電池の構成を概略的に示す説明図である。

[図2] ガス流路層の構成を示す説明図である。

[図3] ガス流路層の構成を示す説明図である。

[図4] ガス流路層の構成を示す説明図である。

[図5] ガス流路層の構成を示す説明図である。

[図6] ガス流路層の構成を示す説明図である。

[図7] カソード側ガス流路層 1 3 2 における生成水の様子を模式的に示す説明図である。

[図8] ガス流路層の製造方法を示す説明図である。

[図9] ガス流路層の製造方法を示す説明図である。

[図10] ガス流路層の製造方法を示す説明図である。

発明を実施するための形態

[0018] 次に、本発明の実施の形態を実施例に基づいて説明する。

[0019] A. 実施例：

A-1. 燃料電池の構成：

図1は、本実施例の燃料電池の構成を概略的に示す説明図である。本実施例の燃料電池100は、比較的小型で発電効率に優れる固体高分子型燃料電池である。燃料電池100は、複数の発電体層120と複数のセパレータ140とが交互に積層されたスタック構造を有している。燃料電池100は、また、発電体層120とセパレータ140との間に配置されたアノード側ガス流路層134およびカソード側ガス流路層132（以下、まとめて「ガス流路層」とも呼ぶ）を備えている。なお、図1には、燃料電池100の構成をわかりやすく示すために、発電体層120とガス流路層132、134とセパレータ140とで構成される1つのセルのみを示し、他のセルの図示を省略している。

[0020] 発電体層120は、電解質膜112と、電解質膜112の一方の側に配置されたアノード116と、電解質膜112の他方の側に配置されたカソード114と、を有している。電解質膜112とアノード116およびカソード114（以下、まとめて「触媒層」とも呼ぶ）とで構成される積層体は、MEA（Membrane Electrode Assembly（膜・電極接合体））とも呼ばれる。発電体層120は、また、アノード116の電解質膜112と接する側とは反対側に配置されたアノード側拡散層124と、カソード114の電解質膜112と接する側とは反対側に配置されたカソード側拡散層122と、を有している。

[0021] 電解質膜112は、フッ素系樹脂材料あるいは炭化水素系樹脂材料により形成されたイオン交換膜であり、湿潤状態において良好なプロトン伝導性を有する。触媒層114、116は、電極反応を促進する触媒を提供する層であり、例えば白金を担持したカーボンと電解質とを含む材料により形成されている。アノード側拡散層124およびカソード側拡散層122（以下、まとめて「拡散層」とも呼ぶ）は、電極反応に用いられる反応ガス（酸化ガスおよび燃料ガス）を面方向（燃料電池100の積層方向（図1参照）に略直交する方向）に拡散させる層であり、例えばカーボンクロスやカーボンペー

パーにより形成されている。本実施例では、拡散層には、例えばPTFE樹脂によって撥水処理が施されている。

[0022] セパレータ140は、ガスを透過しない緻密質であると共に導電性を有する材料、例えば圧縮成型された緻密質カーボン、金属、導電性樹脂により形成されている。ガス流路層132, 134は、反応ガスを面方向に拡散させつつ流動させるガス流路として機能する層であり、エキスパンドメタル（メタルラス）を用いて形成されている。本実施例では、ガス流路層132, 134の表面には、親水処理が施されている。ガス流路層132, 134の詳細構成は、後述する。

[0023] 図1では図示を省略しているが、燃料電池100は、いずれも燃料電池100を積層方向に貫通する燃料ガス供給マニホールドと、燃料ガス排出マニホールドと、酸化ガス供給マニホールドと、酸化ガス排出マニホールドと、を有している。燃料電池100に対して供給された燃料ガスは、燃料ガス供給マニホールドを介して各セルのアノード側ガス流路層134に分配され、さらに発電体層120のアノード側に供給されて発電体層120における電気化学反応に利用される。反応に利用されなかった燃料ガスは、燃料ガス排出マニホールドを介して外部に排出される。また、燃料電池100に対して供給された酸化ガスは、酸化ガス供給マニホールドを介して各セルのカソード側ガス流路層132に分配され、さらに発電体層120のカソード側に供給されて発電体層120における電気化学反応に利用される。反応に利用されなかった酸化ガスは、酸化ガス排出マニホールドを介して外部に排出される。燃料ガスとしては、例えば水素ガスが用いられ、酸化ガスとしては、例えば空気が用いられる。

[0024] 燃料電池100は、さらに、冷却媒体が供給される冷却媒体供給マニホールドと、冷却媒体が排出される冷却媒体排出マニホールドと、を有していてもよい。冷却媒体としては、例えば水、エチレングリコール等の不凍水、空気などが用いられる。

[0025] 図2～6は、ガス流路層の構成を示す説明図である。図2には、カソード

側ガス流路層 132 の発電体層 120 側（すなわちカソード側拡散層 122 側）の平面構成の一部を示している。図 3 には、カソード側ガス流路層 132 の反対側の平面構成、すなわちセパレータ 140 側の平面構成の一部を示している。図 4 は、カソード側ガス流路層 132 をセパレータ 140 側から見た斜視図である。図 5 には、カソード側ガス流路層 132 の図 3 における A-A 断面の断面構成を示している。図 6 には、カソード側ガス流路層 132 の図 3 における B-B 断面の断面構成を示している。

[0026] 図 2～4 に示すように、カソード側ガス流路層 132 は、燃料電池 100 の積層方向に略直交する第 2 の方向 D2 に沿って複数の波形要素 WSE が並んだ構成を有している。各波形要素 WSE は、図 4 および図 5 に示すように、セパレータ 140 側に凸な山部 MP と発電体層 120 側に凸な谷部 VP とが積層方向と第 2 の方向 D2 との双方に略直交する第 1 の方向 D1 に沿って交互に並んだ波形断面を有している。図 5 に示すように、カソード側ガス流路層 132 の波形要素 WSE は、頂面部 TS と底面部 BS と頂面部 TS および底面部 BS を連結する勾配部 SP とを有しており、山部 MP は頂面部 TS と勾配部 SP の頂面部 TS 側の部分とから構成され、谷部 VP は底面部 BS と勾配部 SP の底面部 BS 側の部分とから構成される。図 2, 3, 5 に示すように、各波形要素 WSE において、谷部 VP を構成する底面部 BS の第 1 の方向 D1 に沿った幅 W_v は、山部 MP を構成する頂面部 TS の第 1 の方向 D1 に沿った幅 W_m より小さい。そのため、谷部 VP の第 1 の方向 D1 に沿った幅は、山部 MP の第 1 の方向 D1 に沿った幅 W_m より小さい。

[0027] なお、カソード側ガス流路層 132 は、セパレータ 140 側から見るとときと発電体層 120 側から見るとときとは、波形要素 WSE における凹凸形状が逆になる。本明細書では、単に波形要素 WSE のセパレータ 140 側に凸な部分と発電体層 120 側に凸な部分とを区別するために、便宜上、「山部 MP」および「谷部 VP」との名称を用いているのであり、その名称は山部 MP および谷部 VP の位置関係を表すものではない。山部 MP は本発明における第 1 の凸部に相当し、谷部 VP は本発明における第 2 の凸部に相当する

。

[0028] 図2～4に示すように、複数の波形要素WSEは、一の波形要素WSEにおける山部MPの頂面部TSの一部が、隣接する波形要素WSEにおける谷部VPの底面部BSの一部と一体的な面FSを形成するような関係で、第2の方向D2に沿って並んで配置されている。従って、図6に示すように、カソード側ガス流路層132の第2の方向D2に沿った断面は略階段形状となる。カソード側ガス流路層132をこのような構成とすることにより、カソード側ガス流路層132は、波形要素WSE間に、網目状に配置された複数の貫通孔THを有することとなる（図4、6参照）。

[0029] 図2～4に示すように、第1の方向D1に沿った一方の側を「正側」（「+側」）と呼び第1の方向D1に沿った他方の側を「負側」（「-側」）と呼ぶものとする、カソード側ガス流路層132を構成する複数の各波形要素WSEは、第2の方向D2の方向に沿って隣接する波形要素WSEと比べて対応する山部MPおよび谷部VPの位置が第1の方向D1の正側にずれるように配置された波形要素WSEを含むと共に、隣接する波形要素WSEと比べて対応する山部MPおよび谷部VPの位置が第1の方向D1の負側にずれるように配置された波形要素WSEを含んでいる。すなわち、波形要素WSE間における対応する山部MPおよび谷部VPの位置のずれの方向が片方向のみではなく、両方向となっている。例えば、図2では、図示範囲の最下部から中央付近までは、山部MPおよび谷部VPの位置が第1の方向D1の正側に少しずつずれており、図示範囲の中央付近から最上部までは、反対に、山部MPおよび谷部VPの位置が第1の方向D1の負側に少しずつずれている。

[0030] 本実施例では、一の波形要素WSEとそれに隣接する波形要素WSEとの間の対応する山部MPおよび谷部VPの位置のずれ量 L_s の絶対値（図4参照）は、以下の式（1）を満たす範囲に設定されている。なお、ずれ量 L_s の絶対値とは、ずれの方向が第1の方向D1の正側か負側かを問わないずれの量を意味している。また、式（1）において、 L_p は、波形要素WSEに

おける山部MPのピッチ（すなわち隣接する山部MP間の距離であり、谷部VPのピッチに等しい）である。

$$0 \leq L_s \leq L_p / 2 \cdots (1)$$

[0031] 図2, 6に示すように、各波形要素WSEにおいて、谷部VPにおける発電体層120に接する部分には、発電体層120の表面に平行な形状の平坦部Fvが形成されている。同様に、図3, 4, 6に示すように、各波形要素WSEにおいて、山部MPにおけるセパレータ140に接する部分には、セパレータ140の表面に平行な形状の平坦部Fmが形成されている。山部MPにおけるセパレータ140表面との接触部分（平坦部Fm）の面積は、谷部VPにおける発電体層120表面との接触部分（平坦部Fv）の面積より大きい。

[0032] このような構成を有するカソード側ガス流路層132では、図2~4に示すように、山部MPの位置に沿って発電体層120との間に発電体層側反応ガス流路CHmが形成されると共に、谷部VPの位置に沿ってセパレータ140との間にセパレータ側反応ガス流路CHvが形成される。発電体層側反応ガス流路CHmとセパレータ側反応ガス流路CHvとは、貫通孔THにより連通している（図4参照）。なお、セパレータ側反応ガス流路CHvは本発明における第1の反応ガス流路に相当し、発電体層側反応ガス流路CHmは本発明における第2の反応ガス流路に相当する。

[0033] 上述したように、本実施例の燃料電池100では、波形要素WSE間における対応する山部MPおよび谷部VPの位置のずれの方向が片方向のみではなく両方向となっているため、発電体層側反応ガス流路CHmおよびセパレータ側反応ガス流路CHvは、第2の方向D2に平行な形状でも第2の方向D2に対して右または左に一方向的に曲がった形状でもなく、第2の方向D2に対して左右に曲がった（左右に蛇行した）形状となる（図2~4参照）。

[0034] また、上述したように、各波形要素WSEにおいて、谷部VPの第1の方向D1に沿った幅は山部MPの第1の方向D1に沿った幅Wmより小さいため、谷部VPの位置に沿ったセパレータ側反応ガス流路CHvの体積は、山

部MPの位置に沿った発電体層側反応ガス流路CH_mの体積より小さい。

[0035] 図7は、カソード側ガス流路層132における生成水の様子を模式的に示す説明図である。燃料電池100の発電（電気化学反応）に伴い生成された生成水GWは、発電体層120（のカソード側拡散層122）からカソード側ガス流路層132の発電体層側反応ガス流路CH_mに流入する。ここで、セパレータ側反応ガス流路CH_vは、発電体層側反応ガス流路CH_mより体積が小さい。また、カソード側ガス流路層132には親水処理が施されている一方、カソード側拡散層122には撥水処理を施されているため、セパレータ側反応ガス流路CH_vは、発電体層側反応ガス流路CH_mより表面エネルギーの総和が小さい。そのため、発電体層側反応ガス流路CH_mに流入した生成水GWは、貫通孔THを介してセパレータ側反応ガス流路CH_v内に引き込まれる（図7の矢印参照）。このような生成水GWの移動により、発電体層120から発電体層側反応ガス流路CH_mへのさらなる生成水GWの流入が促進される。セパレータ側反応ガス流路CH_v内に流入した生成水GWは、連続した流路であるセパレータ側反応ガス流路CH_v内を流動して効率的に排出される。このように、本実施例の燃料電池100では、発電体層120（のカソード側拡散層122）からの生成水GWの排水が促進されるため、生成水GWによる濃度過電圧の増加が抑制され、出力が向上する。

[0036] さらに、本実施例の燃料電池100では、上述したように、カソード側ガス流路層132の発電体層側反応ガス流路CH_mに流入した生成水GWは、セパレータ側反応ガス流路CH_vに引き込まれ、セパレータ側反応ガス流路CH_v内を流れて排出される。そのため、カソード側ガス流路層132における水と反応ガス（酸化ガス）との分離が促進され、生成水GWの存在によるカソード側ガス流路層132の圧力損失の増加が抑制される。従って、本実施例の燃料電池100では、セル間の反応ガスの分配ばらつきが抑制され、セル間のセル電圧ばらつきが抑制される。

[0037] また、本実施例の燃料電池100では、発電体層側反応ガス流路CH_mおよびセパレータ側反応ガス流路CH_vが第2の方向D₂に対して左右に蛇行

した形状となっているため、カソード側ガス流路層 132 を流動する反応ガス（酸化ガス）の拡散性が向上し、燃料電池 100 の発電効率が向上する。

[0038] さらに、本実施例の燃料電池 100 では、カソード側ガス流路層 132 の谷部 VP における発電体層 120 に接する部分に発電体層 120 の表面に平行な形状の平坦部 Fv が形成されており、山部 MP におけるセパレータ 140 に接する部分にセパレータ 140 の表面に平行な形状の平坦部 Fm が形成されているため、カソード側ガス流路層 132 が発電体層 120 やセパレータ 140 の表面に食い込むことが抑制され、燃料電池 100 の出力性能や耐久性の低下が抑制されると共に、食い込みによってカソード側ガス流路層 132 における反応ガス流路 CHm, CMv の体積が低下することによる燃料電池 100 の性能低下が抑制される。

[0039] また、本実施例の燃料電池 100 では、山部 MP におけるセパレータ 140 表面との接触部分（平坦部 Fm）の面積が谷部 VP における発電体層 120 表面との接触部分（平坦部 Fv）の面積より大きいいため、燃料電池 100 の層間の電気抵抗の増大が抑制され、燃料電池 100 の性能低下が抑制される。

[0040] なお、燃料電池 100 において、アノード側ガス流路層 134 の構成もカソード側ガス流路層 132 の構成と同様である。そのため、本実施例の燃料電池 100 では、アノード側ガス流路層 134 を流動する反応ガス（燃料ガス）の拡散性が向上されて燃料電池 100 の発電効率が向上すると共に、燃料電池 100 の耐久性低下が抑制される。

[0041] A-2. ガス流路層の製造方法：

図 8 ~ 10 は、ガス流路層の製造方法を示す説明図である。ガス流路層（カソード側ガス流路層 132 およびアノード側ガス流路層 134）の製造方法は、主成型工程と平坦部形成工程とを含む。主成型工程は、図 8 に示す成型機構 MA1 を用いて行われる。成型機構 MA1 は、上下一対のローラー R とダイ D と上刃 UC と下受刃 LC とを有している。上刃 UC および下受刃 LC は、図 9 に示すように、ガス流路層の山部 MP の幅 Wm に対応する幅 W1

の刃と、谷部VPの幅 W_v に対応する幅 W_2 の刃と、を有している。上刃UCおよび下受刃LCは、同時に、上下左右の同一方向に揺動可能となっている。

[0042] 主成型工程では、図8に示すように、ローラーRによって、金属（例えばチタンやステンレス）の薄板TMが1つの波形要素WSEの第2の方向D2に沿った幅の分だけ、ダイDの先の上刃UCおよび下受刃LCの位置に送られ、上刃UCおよび下受刃LCによってせん断されつつ上下方向に引き延ばされる。これにより、山部MPと谷部VPとが交互に並んで配置された1つの波形要素WSEが形成される。次に、ローラーRによって、さらに1つの波形要素WSEの幅の分だけ薄板TMが送られると共に、上刃UCおよび下受刃LCがずれ量 L_s （図4参照）分だけ左または右に移動する。この状態で、同様に、薄板TMがせん断されつつ上下方向に引き延ばされ、先に形成された波形要素WSEに隣接する波形要素WSEが形成される。このように、薄板TMの送りと上刃UCおよび下受刃LCの左右への移動および上刃UCおよび下受刃LCによるせん断および引き延ばしとが繰り返し実行されることにより、複数の波形要素WSEが並んで配置されたガス流路層が成型される。

[0043] 次に、図10に示す成型機構MA2を用いた平坦部形成工程が行われる。成型機構MA2は、ベッドBEに設置された2つのテーブルTAと、テーブルTA間に設置されたコラムCOと、コラムCOに設置された上下一対のローラーRと、を有している。上下一対のローラーR間の間隔は、平坦部 F_m 、 F_v が形成された後のガス流路層の厚さに相当する値に設定されている。平坦部形成工程では、主成型工程で成型されたガス流路層が上下一対のローラーR間に送られ、ローラーRによってガス流路層の角部がプレスされ、ガス流路層に平坦部 F_m 、 F_v が形成される。以上の工程により、上述した構成のガス流路層が製造される。

[0044] B. 変形例：

なお、この発明は上記の実施例や実施形態に限られるものではなく、その

要旨を逸脱しない範囲において種々の態様において実施することが可能であり、例えば次のような変形も可能である。

[0045] B 1. 変形例 1 :

[0046] 上記実施例では、燃料電池 100 はカソード側ガス流路層 132 とアノード側ガス流路層 134 とを有するとしているが、燃料電池 100 がカソード側ガス流路層 132 のみを有しアノード側ガス流路層 134 を有しないとしてもよいし、反対に、燃料電池 100 がアノード側ガス流路層 134 のみを有しカソード側ガス流路層 132 を有しないとしてもよい。

[0047] また、上記実施例におけるガス流路層 132, 134 の構成は、あくまで一例であり、種々変形可能である。例えば、山部 MP は、断面がセパレータ 140 側に凸な形状であればよく、必ずしも頂面部 TS と勾配部 SP とにより構成される必要はなく、同様に、谷部 VP は、断面が発電体層 120 側に凸な形状であればよく、必ずしも底面部 BS と勾配部 SP とにより構成される必要はない。また、山部 MP はすべて同一形状である必要はなく、谷部 VP もすべて同一形状である必要はない。

[0048] また、上記実施例では、一の波形要素 WSE とそれに隣接する波形要素 WSE との間の対応する山部 MP および谷部 VP の位置のずれ量 L_s の絶対値が上記式 (1) を満たす範囲に設定されているとしているが、ずれ量 L_s の絶対値は必ずしも上記式 (1) を満たす範囲に設定される必要はない。

[0049] また、上記実施例では、各波形要素 WSE の谷部 VP および山部 MP には平坦部 F_v , F_m が形成されるとしているが、谷部 VP および山部 MP には平坦部 F_v , F_m が形成されない、すなわち、ガス流路層 132, 134 の製造工程において平坦部形成工程が行われなくてもよい。あるいは、谷部 VP には平坦部 F_v が形成されるが、山部 MP には F_m が形成されなくてもよい。

[0050] また、上記実施例では、ガス流路層 132, 134 がエキスパンドメタルにより形成されるとしているが、ガス流路層 132, 134 は他の導電性材料 (例えばカーボン) を同様の形状に成型することにより形成されるとして

もよい。

[0051] B 2. 変形例 2 :

上記実施例では、燃料電池 100 はアノード側拡散層 124 およびカソード側拡散層 122 を有するとしているが、燃料電池 100 は拡散層 122, 124 を有しないとしてもよい。すなわち、発電体層 120 が、電解質膜 112 とアノード 116 とカソード 114 とのみにより構成されるとしてもよい。また、上記実施例では、拡散層 122, 124 には撥水処理が施されているとしているが、拡散層 122, 124 には必ずしも撥水処理が施されている必要はない。また、上記実施例では、ガス流路層 132, 134 には親水処理が施されているとしているが、拡散層 122, 124 には必ずしも親水処理が施されている必要はない。

[0052] B 3. 変形例 3 :

上記実施例では、燃料電池 100 の各層の材料を特定しているが、これらの材料に限定されるものではなく、適正な種々の材料を用いることができる。また、上記実施例では、燃料電池 100 は固体高分子型燃料電池であるとしているが、本発明は他の種類の燃料電池（例えば、ダイレクトメタノール形燃料電池やリン酸形燃料電池）にも適用可能である。

符号の説明

- [0053] 100…燃料電池
 112…電解質膜
 114…カソード
 116…アノード
 120…発電体層
 122…カソード側拡散層
 124…アノード側拡散層
 132…カソード側ガス流路層
 134…アノード側ガス流路層
 140…セパレータ

請求の範囲

[請求項1]

燃料電池であって、

電解質膜と前記電解質膜の一方の側に配置されたアノードと前記電解質膜の他方の側に配置されたカソードとを含む発電体層と、

前記発電体層を間に挟んで配置された一対のセパレータと、

前記発電体層と前記一対のセパレータの少なくとも一方との間に配置されたガス流路層と、を備え、

前記ガス流路層は、前記セパレータ側に凸な第1の凸部と前記発電体層側に凸な第2の凸部とが第1の方向に沿って交互に並んだ波形断面の複数の波形要素が、一の前記波形要素における前記第1の凸部の頂面の少なくとも一部が隣接する前記波形要素における前記第2の凸部の底面の少なくとも一部と一体的な面を形成するように、かつ、前記波形要素間に複数の貫通孔が形成されるように、前記積層方向と前記第1の方向とに略直交する第2の方向に沿って並んだ構成を有し、

前記ガス流路層を構成する複数の前記波形要素は、隣接する前記波形要素と比べて前記第1の凸部および前記第2の凸部の位置が前記第1の方向の正側にずれるように配置された前記波形要素と、隣接する前記波形要素と比べて前記第1の凸部および前記第2の凸部の位置が前記第1の方向の負側にずれるように配置された前記波形要素と、を含み、

前記第2の凸部の位置に沿って前記ガス流路層の前記セパレータ側に形成される第1の反応ガス流路の体積は、前記第1の凸部の位置に沿って前記ガス流路層の前記発電体層側に形成され前記貫通孔により前記第1の反応ガス流路と連通する第2の反応ガス流路の体積より小さい、燃料電池。

[請求項2]

請求項1に記載の燃料電池であって、

前記複数の波形要素において、前記第2の凸部の前記第1の方向に沿った幅は、前記第1の凸部の前記第1の方向に沿った幅より小さい

、燃料電池。

[請求項3]

請求項 1 または請求項 2 に記載の燃料電池であって、

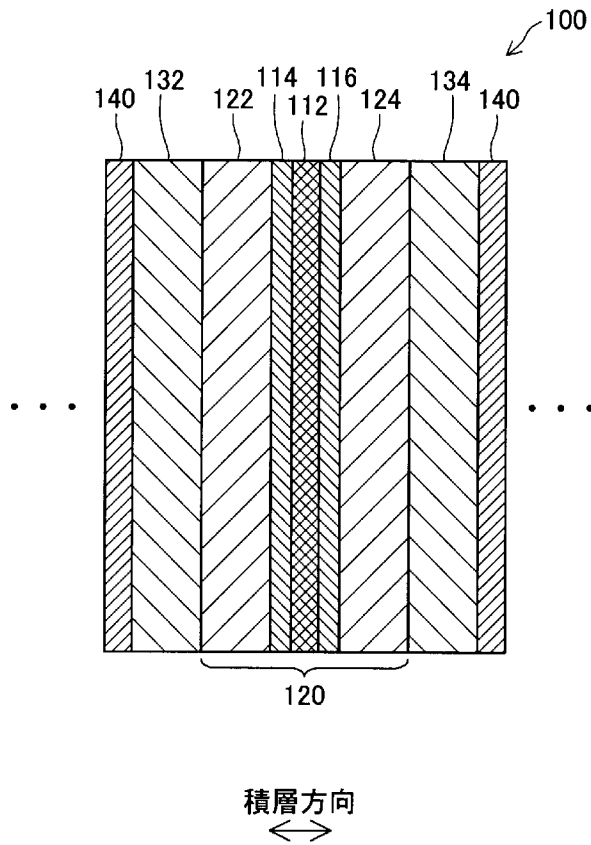
前記複数の波形要素において、前記第 2 の凸部の前記発電体層の表面に接する部分に前記発電体層の表面に平行な平坦部が形成されている、燃料電池。

[請求項4]

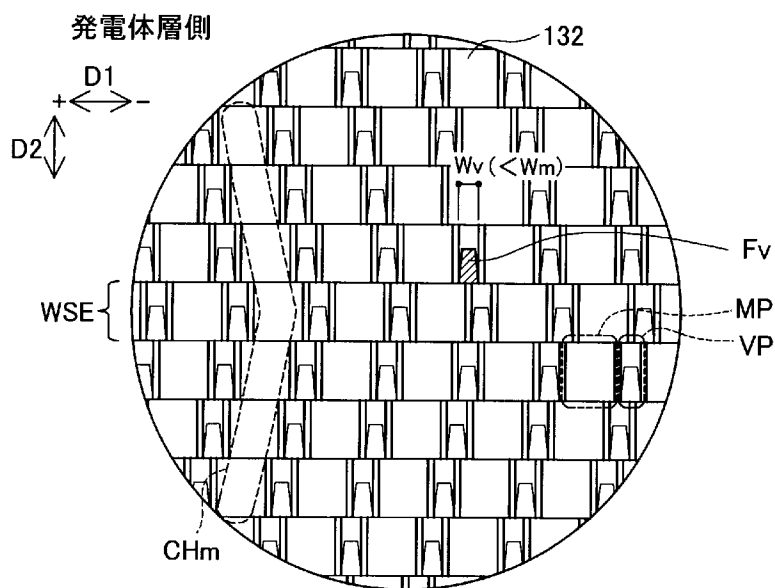
請求項 3 に記載の燃料電池であって、

前記複数の波形要素において、前記第 1 の凸部の前記セパレータの表面との接触面積は、前記第 2 の凸部の前記発電体層の表面との接触面積より大きい、燃料電池。

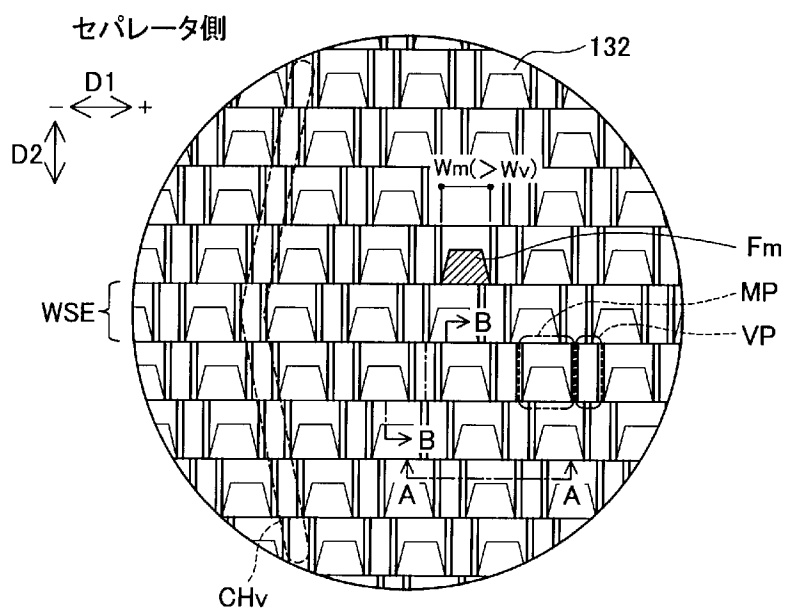
[図1]



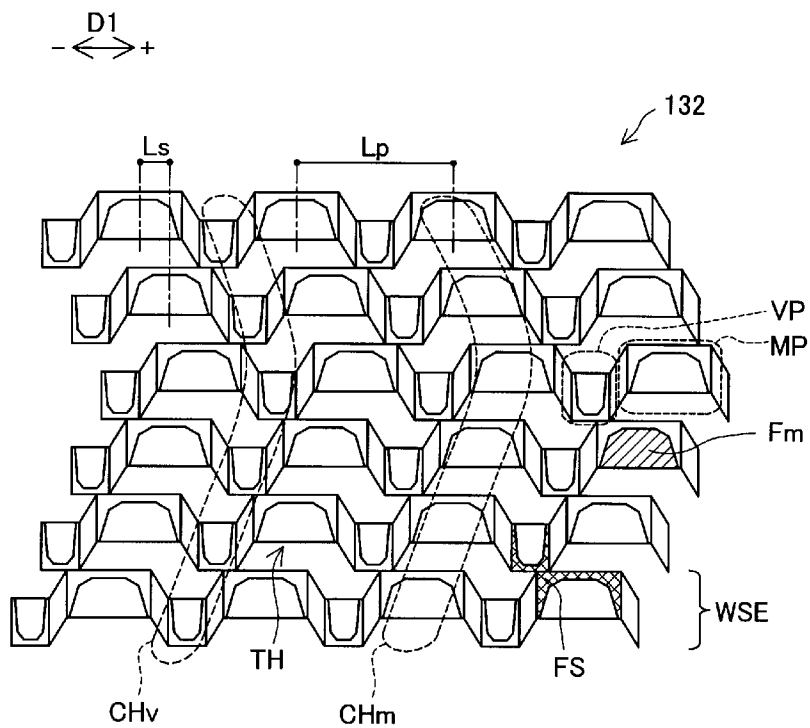
[図2]



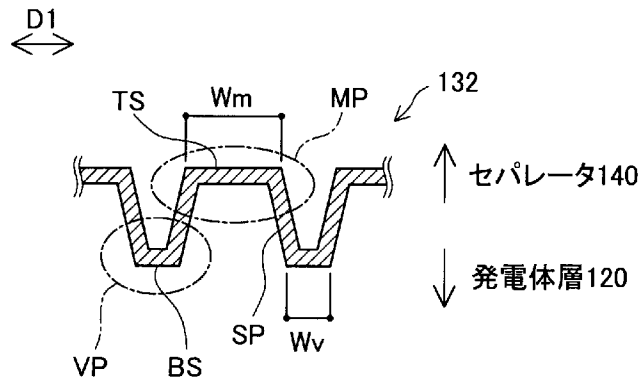
[図3]



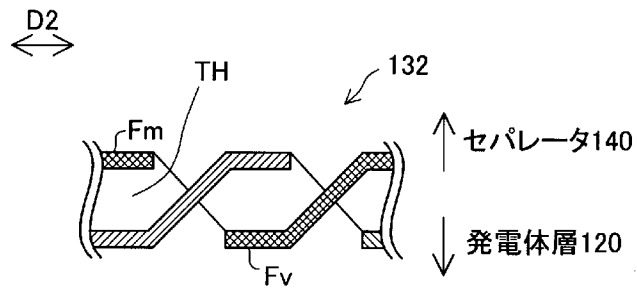
[図4]



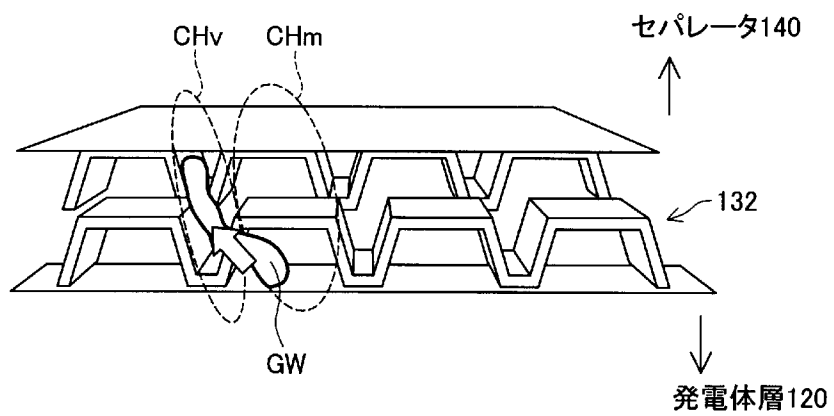
[図5]



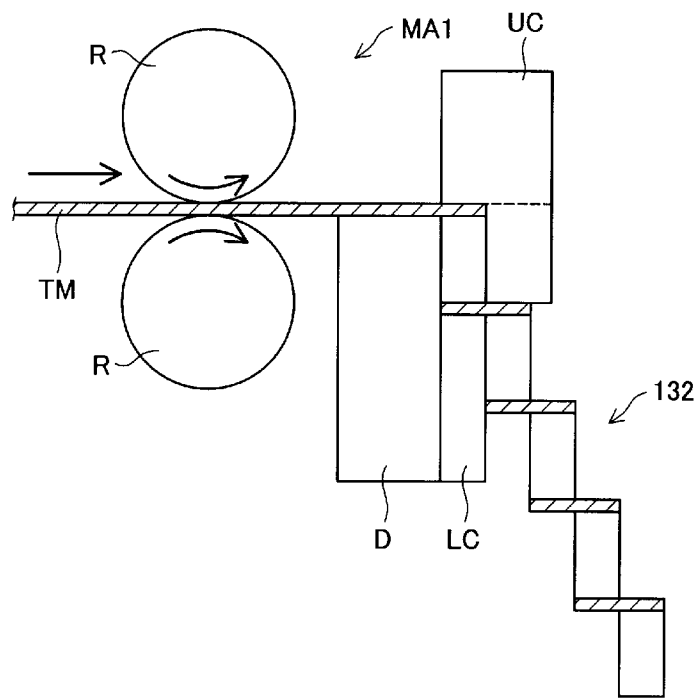
[図6]



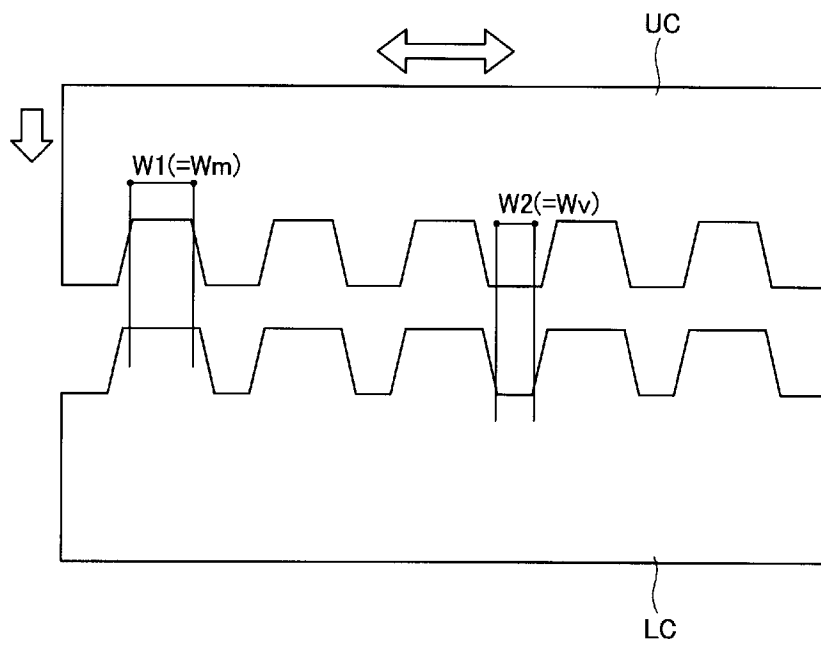
[図7]



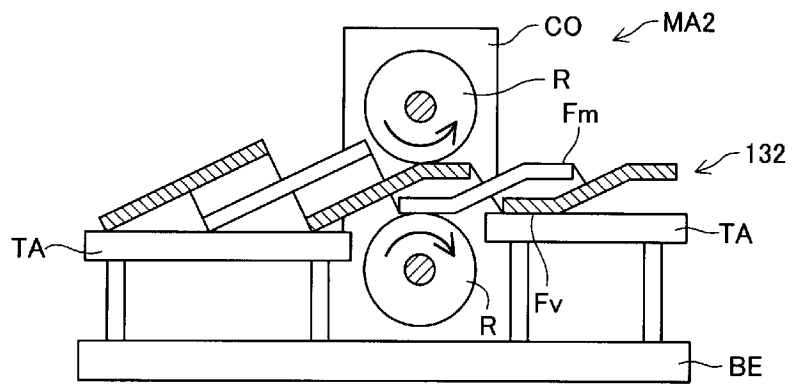
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/001399

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01M8/02(2006.01) i, H01M8/10(2006.01) i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

H01M8/02, H01M8/10

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2010
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2010	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2010

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2007-087768 A (Toyota Auto Body Co., Ltd.), 05 April 2007 (05.04.2007), claims 1 to 2; paragraphs [0020], [0026], [0034] to [0039], [0074]; fig. 1, 10 & US 2009/0155665 A1 & WO 2007/034617 A1 & DE 112006002324 T	1-4
Y	JP 2008-287955 A (Toyota Auto Body Co., Ltd.), 27 November 2008 (27.11.2008), claim 1; paragraphs [0012] to [0013], [0046], [0063] to [0064], [0067] to [0068]; fig. 3 (Family: none)	1-4
A	WO 2009/154203 A1 (Toyota Auto Body Co., Ltd.), 23 December 2009 (23.12.2009), entire text & WO 2010/047142 A1 & WO 2010/047143 A1	1-4

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
17 September, 2010 (17.09.10)Date of mailing of the international search report
28 September, 2010 (28.09.10)Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2010/001399

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2009-021022 A (Toyota Auto Body Co., Ltd.), 29 January 2009 (29.01.2009), entire text & WO 2009/008534 A1	1-4
A	JP 2008-305755 A (Toyota Motor Corp.), 18 December 2008 (18.12.2008), entire text (Family: none)	1-4
A	JP 2008-287944 A (Toyota Motor Corp.), 27 November 2008 (27.11.2008), entire text (Family: none)	1-4
A	JP 2008-287943 A (Toyota Motor Corp.), 27 November 2008 (27.11.2008), entire text (Family: none)	1-4
A	JP 2008-243394 A (Toyota Motor Corp.), 09 October 2008 (09.10.2008), entire text (Family: none)	1-4
A	JP 2008-146947 A (Toyota Motor Corp.), 26 June 2008 (26.06.2008), entire text (Family: none)	1-4
A	JP 2007-214020 A (Toyota Auto Body Co., Ltd.), 14 February 2007 (14.02.2007), entire text & US 2009/0089989 A1 & WO 2007/091718 A1 & DE 112007000017 T	1-4
A	JP 08-138701 A (Toshiba Corp.), 31 May 1996 (31.05.1996), entire text (Family: none)	1-4

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H01M8/02(2006.01)i, H01M8/10(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H01M8/02, H01M8/10

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2010年
日本国実用新案登録公報	1996-2010年
日本国登録実用新案公報	1994-2010年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2007-087768 A (トヨタ車体株式会社) 2007.04.05, 請求項1-2、段落番号0020、0026、0034-0039、0074の欄、図1、10 & US 2009/0155665 A1 & WO 2007/034617 A1 & DE 112006002324 T	1-4
Y	JP 2008-287955 A (トヨタ車体株式会社) 2008.11.27, 請求項1、段落番号0012-0013、0046、0063-0064、0067-0068の欄、図3 (ファミリーなし)	1-4

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

17.09.2010

国際調査報告の発送日

28.09.2010

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

國島 明弘

電話番号 03-3581-1101 内線 3477

4X

8932

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	WO 2009/154203 A1 (トヨタ車体株式会社) 2009. 12. 23, 全文参照 & WO 2010/047142 A1 & WO 2010/047143 A1	1 - 4
A	JP 2009-021022 A (トヨタ車体株式会社) 2009. 01. 29, 全文参照 & WO 2009/008534 A1	1 - 4
A	JP 2008-305755 A (トヨタ自動車株式会社) 2008. 12. 18, 全文参照 (ファミリーなし)	1 - 4
A	JP 2008-287944 A (トヨタ自動車株式会社) 2008. 11. 27, 全文参照 (ファミリーなし)	1 - 4
A	JP 2008-287943 A (トヨタ自動車株式会社) 2008. 11. 27, 全文参照 (ファミリーなし)	1 - 4
A	JP 2008-243394 A (トヨタ自動車株式会社) 2008. 10. 09, 全文参照 (ファミリーなし)	1 - 4
A	JP 2008-146947 A (トヨタ自動車株式会社) 2008. 06. 26, 全文参照 (ファミリーなし)	1 - 4
A	JP 2007-214020 A (トヨタ車体株式会社) 2007. 02. 14, 全文参照 & US 2009/0089989 A1 & WO 2007/091718 A1 & DE 112007000017 T	1 - 4
A	JP 08-138701 A (株式会社東芝) 1996. 05. 31, 全文参照 (ファミリーなし)	1 - 4