

(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  
2012年8月30日(30.08.2012)



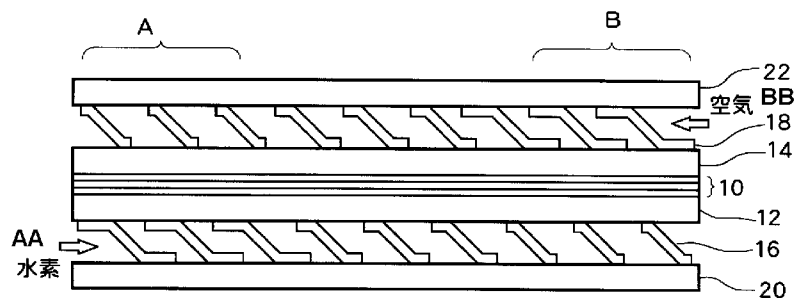
(10) 国際公開番号  
WO 2012/114432 A1

- (51) 国際特許分類:  
H01M 8/02 (2006.01) H01M 8/10 (2006.01)  
H01M 8/04 (2006.01)
  - (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/053694
  - (22) 国際出願日: 2011年2月21日(21.02.2011)
  - (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): 石川 裕司 (ISHIKAWA Yuji) [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 Y K I 国際特許事務所 (YKI Patent Attorneys); 〒1800004 東京都武蔵野市吉祥寺本町一丁目3 4 番 1 2 号 Tokyo (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, LR, 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 (AL, 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, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類:  
— 国際調査報告(条約第21条(3))

(54) Title: FUEL CELL

(54) 発明の名称: 燃料電池

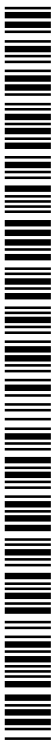
[図1]



AA HYDROGEN  
BB AIR

(57) Abstract: A fuel cell is provided with an MEA (10), an anode-side gas diffusion layer (12), a cathode-side gas diffusion layer (14), an anode-side gas flow path (16), a cathode-side gas flow path (18) and separators (20, 22). The anode-side gas flow path (16) and cathode-side gas flow path (18) are configured from a porous metal body such as expanded metal and are counter-current flow paths, and the contact surface area or contact ratio of the porous metal bodies with the gas diffusion layers decreases from upstream to downstream of the gas flow paths. This difference in said contact surface area or contact ratio causes movement of the generated water between the anode-side gas flow path (16) and cathode-side gas flow path (18).

(57) 要約: 燃料電池セルは、MEA (10) と、アノード側ガス拡散層 (12) と、カソード側ガス拡散層 (14) と、アノード側ガス流路 (16) と、カソード側ガス流路 (18) と、セパレータ (20)、(22) を備える。アノード側ガス流路 (16) とカソード側ガス流路 (18) は対向流路であり、ともにガス流路の上流から下流に向けてガス流路を構成するエキスパンドメタル等の金属多孔体のガス拡散層との接触面積又は接触率が小さくなるように設定される。接触面積又は接触率の相違によりアノード側ガス流路 (16) とカソード側ガス流路 (18) との間で生成水の移動が生じる。



WO 2012/114432 A1

## 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、特にガス流路の構成に関する。

**背景技術**

[0002] 固体高分子型燃料電池は、固体高分子膜からなる電解質膜を燃料極と空気極との2枚の電極で挟んだ膜電極接合体（MEA：Membrane Electrode Assembly）を、さらに2枚のセパレータで挟持してなるセルを最小単位とし、このセルを複数積み重ねて燃料電池スタックとして高出力を得ている。

[0003] 固体高分子型燃料電池の発電の仕組みは周知であるが、簡単に説明すると、燃料極（アノード側電極）に燃料ガスとして例えば水素ガスが、空気極（カソード側電極）に酸化剤ガスとして例えば空気が供給される。水素ガスは、燃料ガス流路を通過してアノード側電極に供給され、電極の触媒の作用により電子と水素イオンに分解される。電子は外部回路を通過してカソード側電極に移動する。一方、水素イオンは電解質膜を通過してカソード電極に達し、酸素および外部回路を通過してきた電子と結合し、反応水になる。水素と酸素及び電子の結合反応により発生する熱は、冷却水によって回収される。カソード電極側に生成した水（以下「生成水」という）は、カソード側から排出される。

[0004] 上述した燃料電池のアノード電極及びカソード電極は、それぞれ触媒層からなり、この触媒層にはそれぞれ燃料ガス、酸化剤ガスを拡散するためのガス拡散層が積層されている。

[0005] ところで、上述の反応により生じた生成水の排出がカソード側で滞った場合、カソード電極に閉塞現象（フラッディング）が生じる場合がある。

[0006] そこで、ガス拡散層を、炭素繊維からなる層と撥水層から構成し、撥水層により生成水の排水を促進している。膜電極接合体（MEA）とガス拡散層

とが一体となった構成を、膜電極ガス拡散層接合体（MEGA）と称することもある。

[0007] 特許文献1には、燃料電池セルを発電部とセパレータとで構成し、セパレータの表面にガス流路を形成し、反応ガスを燃料極と酸素極とに供給する構成において、セパレータの背面に液体通路を形成し、液体通路を流れる温度調整水により発電部の熱を奪い取る構成が開示されている。そして、流体通路の溝幅をガス流路の下流側ほど狭く上流側ほど広く設定し、発電部の熱をガス下流側ほど少なく上流側ほど多く奪い取る構成として、ガス下流側の温度を相対的に高くして発電部のフラッシングを抑制し、ガス上流側の温度を相対的に低くして発電部のドライアップ（低湿度状態）を抑制するとしている。

## 先行技術文献

### 特許文献

[0008] 特許文献1：特開2008-140640号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0009] ドライアップが生じると、電解質膜のプロトン伝導性が低下して発電効率が低下するため、ガス上流側におけるドライアップを抑制する必要がある。しかしながら、液体通路の溝幅をガス流路の上流側において相対的に広くした場合、セパレータ表面のガス流路とセパレータ裏面の溝とは表裏の関係にあるため、生成水を排水するための流路は逆に狭くなって排水性が低下するおそれがある。

[0010] したがって、燃料電池において、排水性を確保してフラッシングを抑制すると同時に、ガス上流側におけるドライアップを確実に防止できる構造が望まれている。

#### 課題を解決するための手段

[0011] 本発明は、燃料電池であって、アノード側ガス拡散層に接し、前記アノード

側ガス拡散層に燃料ガスを供給するアノード側ガス流路と、カソード側ガス拡散層に接し、前記カソード側ガス拡散層に酸化剤ガスを供給するカソード側ガス流路とを備え、前記アノード側ガス流路と前記カソード側ガス流路は、ガスの流れる向きが互いに逆向きの対向流路であり、前記アノード側ガス流路を構成する金属部材の前記アノード側ガス拡散層との接触面積又は接触率は、前記アノード側ガス流路の上流から下流に向けて小さく設定され、前記カソード側ガス流路を構成する金属部材の前記カソード側ガス拡散層との接触面積又は接触率は、前記カソード側ガス流路の上流から下流に向けて小さく設定され、前記カソード側ガス流路の下流において、前記カソード側ガス流路を構成する金属部材の接触面積又は接触率は、前記アノード側ガス流路を構成する金属部材の接触面積又は接触率よりも相対的に小さく設定され、前記カソード側ガス流路の上流において、前記アノード側ガス流路を構成する金属部材の接触面積又は接触率は、前記カソード側ガス流路を構成する金属部材の接触面積又は接触率よりも相対的に小さく設定されることを特徴とする。

[0012] 本発明の1つの実施形態では、少なくとも前記カソード側ガス流路を構成する金属部材は、金属多孔体である。

[0013] また、本発明の他の実施形態では、前記カソード側ガス流路を構成する金属部材及び前記アノード側ガス流路を構成する金属部材は、金属多孔体である。

また、本発明の他の実施形態では、前記カソード側ガス流路を構成する金属部材は、金属多孔体であり、前記アノード側ガス流路を構成する金属部材は、リブである。

[0014] また、本発明の他の実施形態では、前記金属多孔体は、エキスパンドメタルである。

[0015] また、本発明の他の実施形態では、前記カソード側ガス流路を構成する金属多孔体の接触面積又は接触率は、前記カソード側ガス流路の上流、中流、下流の3つの部分のそれぞれにおいて一定であるとともに、下流は中流より

も小さく設定され、かつ、中流は上流よりも小さく設定される。

[0016] また、本発明の他の実施形態では、カソード側で生成された水は、前記カソード側ガス流路の下流において前記カソード側ガス流路から前記アノード側ガス流路に移動し、かつ、前記アノード側ガス流路の下流において前記アノード側ガス流路から前記カソード側ガス流路に移動し、外部からの加湿がない無加湿状態で運転される。

### 発明の効果

[0017] 本発明によれば、燃料電池において、排水性を確保してフラッシングが抑制されると同時にドライアップが抑制される。この結果、燃料電池の発電効率が向上する。

### 図面の簡単な説明

- [0018] [図1] 第1実施形態の燃料電池セルの断面構成図である。
- [図2] 第1実施形態におけるアノード側ガス流路とカソード側ガス流路の接触面積の変化を示すグラフである。
- [図3] エキスパンドメタルの外観斜視図である。
- [図4] 第1実施形態における生成水の循環を示す説明図である。
- [図5] 第1実施形態におけるエキスパンドメタルの流路説明図である。
- [図6] セル面内方向の水分量分布を示すグラフである。
- [図7] 温度とセル電圧との関係を示すグラフである。
- [図8] 第2実施形態におけるアノード側ガス流路とカソード側ガス流路の接触面積の変化を示すグラフである。
- [図9] 第3実施形態の燃料電池セルの断面構成図である。
- [図10] 第3実施形態における生成水の循環を示す説明図である。

### 発明を実施するための形態

[0019] 以下、図面に基づき本発明の実施形態について説明する。なお、以下の実施形態は単なる例示であり、本発明は以下の実施形態に限定されるものではない。

[0020] 1. 基本原理

まず、本実施形態の基本原理について説明する。

- [0021] 燃料電池においては、発電に伴って熱と生成水が発生し、カソード側において生じた生成水カソード側ガス流路内で空気等の酸化剤ガスに押し出され、ガス流路の上流側から下流側に流れる。したがって、ガス上流側ではドライアップとなり易く、ガス下流側ではフラッディングとなり易い。
- [0022] ガス上流側でのドライアップを防止するためには、酸化剤ガスを加湿器等で外部から加湿した上で燃料電池セルに供給することも考えられるが、別途、加湿器が必要となるのでコスト増加を招く。したがって、加湿することなくドライアップを抑制でき、かつフラッディングを抑制できるのが望ましい。
- [0023] そこで、本実施形態では、アノード側ガス流路とカソード側ガス流路を、互いに流れの方向が逆向きとなるような対向流路に設定し、MEAを介してアノード側ガス流路の上流側とカソード側ガス流路の下流側とが対向し、かつ、アノード側ガス流路の下流側とカソード側ガス流路の上流側とが対向するように設定する。
- [0024] そして、アノード側ガス流路の上流側とカソード側ガス流路の下流側がMEAを介して対向する領域において、カソード側ガス流路の下流側の温度を、アノード側ガス流路の上流側の温度よりも相対的に高くする。また、アノード側ガス流路の下流側とカソード側ガス流路の上流側がMEAを介して対向する領域において、アノード側ガス流路の下流側の温度を、カソード側ガス流路の上流側の温度よりも相対的に高くする。
- [0025] カソード側ガス流路において、生成水は空気等の酸化剤ガスに押し出されて下流側に流れるが、カソード側ガス流路の下流側の温度は、アノード側ガス流路の上流側の温度よりも高いため、カソード側ガス流路の下流側に流された生成水は、相対的に温度が低いカソード側ガス流路の上流側にMEAを介して移動する。そして、アノード側ガス流路の上流側に移動した生成水は、アノード側ガス流路において水素ガス等の燃料ガスに押し出されてアノード側ガス流路の下流側に流れる。

- [0026] アノード側ガス流路の下流側の温度は、カソード側ガス流路の上流側よりも高いため、アノード側ガス流路の下流側に流された生成水は、相対的に温度が低いカソード側ガス流路の上流側にMEAを介して移動する。
- [0027] 結果として、カソード側で生じた生成水は、  
カソード側ガス流路の上流側→カソード側ガス流路の下流側→アノード側ガス流路の上流側→アノード側ガス流路の下流側→カソード側ガス流路の上流側  
と移動し、カソード側ガス流路内とアノード側ガス流路内を循環することになるので、カソード側ガス流路の下流側におけるフラッシングが抑制されるとともに、カソード側ガス流路の上流側におけるドライアップが抑制される。
- [0028] アノード側ガス流路の上流側とカソード側ガス流路の下流側が対向する領域において、カソード側ガス流路の下流側の温度をアノード側ガス流路の上流側の温度よりも相対的に高くするためには、アノード側ガス流路の上流側の冷却性能（あるいは放熱特性）をカソード側ガス流路の下流側よりも相対的に大きくすればよく、具体的には、冷却はガス流路を構成する金属部材とMEAとの接触による熱伝導で生じるから、アノード側ガス流路の上流側における金属部材とMEAとの接触面積（より特定的には、金属部材とガス拡散層との接触面積）を、カソード側ガス流路の下流側よりも相対的に大きくすればよい。
- [0029] これにより、アノード側ガス流路の上流側においては、より多くの熱が金属部材により奪われるため、カソード側ガス流路の下流側よりも相対的に温度が低くなる。
- [0030] また、アノード側ガス流路の下流側とカソード側ガス流路の上流側が対向する領域において、アノード側ガス流路の下流側の温度をカソード側ガス流路の上流側の温度よりも相対的に高くするためには、カソード側ガス流路の上流側の冷却性能（放熱特性）をアノード側ガス流路の下流側よりも相対的に大きくすればよく、具体的には、カソード側ガス流路の上流側における金

属部材とMEAとの接触面積を、アノード側ガス流路の下流側よりも相対的に大きくすればよい。

[0031] これにより、カソード側ガス流路の上流側においては、より多くの熱が金属部材により奪われるため、アノード側ガス流路の下流側よりも相対的に温度が低くなる。

[0032] カソード側ガス流路に着目すると、カソード側ガス流路の上流側においては冷却性能を大きくし、カソード側ガス流路の下流側において冷却性能を小さくするので、カソード側ガス流路において、上流から下流に向けて冷却性能は小さくなる。言い換えれば、カソード側ガス流路において、上流から下流に向けてカソード側ガス流路を構成する金属部材のカソード側ガス拡散層との接触面積は小さくなる。

[0033] また、アノード側ガス流路に着目すると、アノード側ガス流路の上流側においては冷却性能を大きく、アノード側ガス流路の下流側において冷却性能を小さくするので、アノード側ガス流路において、上流から下流に向けて冷却性能は小さくなる。言い換えれば、アノード側ガス流路において、上流から下流に向けてアノード側ガス流路を構成する金属部材のアノード側ガス拡散層との接触面積は小さくなる。

[0034] 以上のような原理により、生成水を反応ガス流路内で循環させ、フラッディング及びドライアップが同時に抑制される。また、本実施形態では、生成水を循環させてドライアップを抑制するので、反応ガスの加湿が不要となり、コスト低減が図られる。

[0035] 次に、本実施形態について、より具体的に説明する。

[0036] 2. 第1実施形態

図1に、本実施形態における燃料電池セルの断面構成図を示す。燃料電池セルは、固体高分子膜からなる電解質膜を燃料極と空気極との2枚の電極で挟んだ膜電極接合体(MEA)10と、アノード側ガス拡散層12と、カソード側ガス拡散層14と、アノード側ガス拡散層12に接して形成されるアノード側ガス流路16と、カソード側ガス拡散層14に接して形成されるカ

ソード側ガス流路 18 と、セパレータ 20、22 とを含んで構成される。

[0037] アノード側ガス流路 16 及びカソード側ガス流路 18 は、ともに金属部材としてのエキスパンドメタルで構成され、アノード側ガス流路 16 には燃料ガスとして水素ガスが供給され、カソード側ガス流路 18 には酸化剤ガスとして空気が供給される。

[0038] アノード側ガス流路 16 とカソード側ガス流路 18 は、互いに対向する流路である。すなわち、アノード側ガス流路 16 における水素ガスの流路と、カソード側ガス流路 18 における空気の流路は、互いに逆向きである。例えば、図に示すように、アノード側ガス流路 16 において水素ガスは図中左から右に向けて流れる一方、カソード側ガス流路 18 において空気は図中右から左に向けて流れる。2つの流路が互いに対向するため、アノードガス流路 16 の上流は、MEA 10 を挟んでカソード側ガス流路 18 の下流に対向し、アノード側ガス流路 16 の下流は、MEA 10 を挟んでカソード側ガス流路 18 の上流に対向する。図に即して説明すると、図中 A 領域はアノード側ガス流路 16 の上流であるとともにカソード側ガス流路 18 の下流に相当し、図中 B 領域はアノード側ガス流路 16 の下流であるとともにカソード側ガス流路 18 の上流に相当する。

[0039] 既述したように、水素ガスは、アノード側ガス流路 16 を通ってアノード側電極に供給され、電極の触媒作用により電子と水素イオンに分解される。電子は外部回路を通過してカソード側電極に移動する。一方、水素イオンは MEA 10 を通過してカソード電極に達し、空気に含まれる酸素および外部回路を通過してきた電子と結合し、反応水になる。生成水は空気流路によって押し出され、空気流路の上流側から下流側に流れる。したがって、カソード側流路 18 の上流側ではドライアップとなり易く、カソード側ガス流路 18 の下流側でフラッシングとなり易い。

[0040] そこで、本実施形態では、カソード側ガス流路 18 を構成するエキスパンドメタルの、カソード側ガス拡散層 14 と接する接触面積に着目し、カソード側ガス流路 18 の下流側の接触面積を、上流側の接触面積よりも相対的に

小さくする。

[0041] また、同時に、アノード側ガス流路 16 を構成するエキスパンドメタルの、アノード側ガス拡散層 12 と接する接触面積に着目し、アノード側ガス流路 16 の下流側の接触面積を、上流側の接触面積よりも相対的に小さくする。

[0042] 図 2 に、本実施形態における、カソード側ガス流路 18 を構成するエキスパンドメタルのカソード側ガス拡散層 14 との接触面積のセル面内方向の変化、及びアノード側ガス流路 16 を構成するエキスパンドメタルのアノード側ガス拡散層 12 との接触面積のセル面内方向の変化を示す。図において、カソード側ガス流路 18 を構成するエキスパンドメタルの接触面積の変化を実線 100 で、アノード側ガス流路 16 を構成するエキスパンドメタルの接触面積の変化を一点鎖線 200 で示す。

[0043] カソード側ガス流路 18 を構成するエキスパンドメタルの接触面積は、セル面内方向に対し、カソード側ガス流路 18 の上流から下流に向けて連続的に小さくなるように変化する。図において、カソード側ガス流路 18 を構成するエキスパンドメタルの接触面積は、図中右（上流）から左（下流）に向けてリニアに減少している。

[0044] また、アノード側ガス流路 16 を構成するエキスパンドメタルの接触面積は、アノード側ガス流路 16 の上流から下流に向けて連続的に小さくなるように変化する。図において、アノード側ガス流路 16 を構成するエキスパンドメタルの接触面積は、図中左（上流）から右（下流）に向けてリニアに減少している。

[0045] このように、カソード側ガス流路 18 を構成するエキスパンドメタルの接触面積は、カソード側ガス流路 18 の下流側において相対的に小さく、その一方で、アノード側ガス流路 16 を構成するエキスパンドメタルの接触面積は、アノード側流路 16 の上流側において相対的に大きいため、カソード側ガス流路 18 を構成するエキスパンドメタルの接触面積は、アノード側ガス流路 16 を構成するエキスパンドメタルの接触面積よりも相対的に小さくな

る。

[0046] 同様に、カソード側ガス流路 18 を構成するエキスパンドメタルの接触面積は、カソード側ガス流路 16 の上流側において相対的に大きく、その一方で、アノード側ガス流路 16 を構成するエキスパンドメタルの接触面積は、アノード側ガス流路 16 の下流側において相対的に小さいため、アノード側ガス流路 16 を構成するエキスパンドメタルの接触面積は、カソード側ガス流路 18 を構成するエキスパンドメタルの接触面積よりも相対的に小さくなる。

[0047] 図 3 に、カソード側ガス流路 18 及びアノード側ガス流路 16 を構成するエキスパンドメタルの斜視図を示す。エキスパンドメタルは、燃料電池セルのガス流路を構成する部材として一般的に用いられており、平板状の薄肉金属板に対して、順次、千鳥配置の切れ目を加工するとともに、加工した切れ目を押し曲げることにより網目状の小径の貫通孔を形成し、さらに圧延加工して略平板状としたものである。

[0048] エキスパンドメタルの製造方法は公知であるが、簡単に説明すると、平板材料を下刃及び上刃を備えた金型に所定の刻み幅で送り込み、上刃の台形状の凸部と下刃の台形状の凹部とによって、平板材料を一定間隔に部分的にせん断する。そして、上刃の上昇の都度、上刃及び下刃を所定の送り方向にシフトさせることで台形状の切起こしが千鳥状に一段ずつ形成され、階段状のメッシュを有するラスカットメタルが形成される。さらに、階段状のメッシュを有するラスカットメタルを圧延ローラによって圧延することで、略平板のエキスパンドメタルが製造される。

[0049] エキスパンドメタルは、ボンド部 B O、及びボンド部 B O を相互につなぐストランド部 S T を有し、さらにガス拡散層 12 (あるいは 14) との接触面 C s が形成される。本実施形態において、エキスパンドメタルにおける接触面 C s が同一ではなく、ガス流路の上流と下流とで相対的に変化する。

[0050] 再び図 2 に戻り、このようにエキスパンドメタルの接触面積が変化すると、それに伴ってガス流路の冷却性能に相対的な差が生じることになる。すな

わち、カソード側ガス流路 18 及びアノード側ガス流路 16 を構成するエキスパンドメタルは、発電により生成した熱を奪い取る機能を有しているから、エキスパンドメタルの接触面積は、その冷却機能に直接影響を与え、エキスパンドメタルの接触面積が相対的に大きいと、その冷却性能も相対的に大きくなる。カソード側ガス流路の下流側（図 1, 2 の A 領域）においては、カソード側ガス流路 18 を構成するエキスパンドメタルの接触面積は、アノード側ガス流路 16 を構成するエキスパンドメタルの接触面積よりも相対的に小さいため、カソード側ガス流路 18 の下流は、アノード側ガス流路 16 の上流よりも相対的に冷却性能が小さい。したがって、カソード側ガス流路 18 の下流においては、カソード側ガス流路 18 の下流の方がアノード側ガス流路 16 の上流よりも相対的に温度が高くなる。

[0051] 一方、カソード側ガス流路の上流（図 1, 2 の B 領域）においては、カソード側ガス流路 18 を構成するエキスパンドメタルの接触面積は、アノード側ガス流路 16 を構成するエキスパンドメタルの接触面積よりも相対的に大きいため冷却性能が大きい。したがって、アノード側ガス流路 16 の下流の方がカソード側ガス流路 18 の下流よりも相対的に温度が高くなる。このような相対的な温度差、すなわち温度勾配が生じると、生成水の循環が生じる。

[0052] 図 4 に、本実施形態における生成水の流れを模式的に示す。発電反応に伴ってカソード側で生じた生成水は、カソード側ガス流路 18 を流れる空気により押し出されてカソード側ガス流路 18 の下流側（図における A 領域）に流れる。カソード側ガス流路 18 の下流側は、アノード側ガス流路 16 の上流側よりも相対的に温度が高いため、この温度勾配によって生成水は MEA 10 を介してカソード側からアノード側に移動する。図において、矢印 50 は生成水のカソード側からアノード側への移動を示す。アノード側に移動した生成水は、アノード側ガス流路 16 を流れる水素ガスに押し出されてアノード側ガス流路の下流側、すなわちカソード側ガス流路の上流側（図における B 領域）に流れる。カソード側ガス流路 18 の上流側は、アノード側ガス

流路 16 の下流側よりも相対的に温度が低いため、この温度勾配によって生成水はMEA10を介してアノード側からカソード側に移動する。図において、矢印60は生成水のアノード側からカソード側への移動を示す。

[0053] 以上のようにして、生成水は、  
カソード側ガス流路18の上流側→カソード側ガス流路18の下流側→アノード側ガス流路16の上流側→アノード側ガス流路16の下流側→カソード側ガス流路18の上流側  
と移動し、カソード側ガス流路18に生成水が循環供給されることになるので、カソード側ガス流路18の下流側におけるフラッシングが抑制されるとともに、カソード側ガス流路18の上流におけるドライアップが抑制される。なお、生成水の全てが循環されるわけではなく、その一部はカソード側から外部に排出される。

[0054] 本実施形態では、エキスパンドメタルの接触面積を変化させることでカソード側とアノード側との間で相対的な温度勾配を生成し、これにより生成水を移動させているが、エキスパンドメタルではガス流路と排水用の流路とが互いに分離されており、エキスパンドメタルとセパレータ20、22との界面において水が流れる構成であるから、本実施形態のようにエキスパンドメタルとガス拡散層12、14との接触面積を大きくしても、ガス流路及び水の流路は確保されるため、ガス流路や排水流路の狭窄による発電性能の低下は生じない。

[0055] 図5に、エキスパンドメタルの接触面積の変化に伴うガス流路と排水流路の変化を模式的に示す。図5(A)に、カソード側ガス流路18及びアノード側ガス流路16のエキスパンドメタルの接触面積がある値の場合を示し、図5(B)に、カソード側ガス流路18のエキスパンドメタルの接触面積を増大させた場合を示す。エキスパンドメタルによりガス流路70と排水流路80が分離して形成され、エキスパンドメタルとセパレータ20、22との親水／親水界面に水が溜まり排水流路80が形成される。エキスパンドメタルの接触面積を増大させて冷却性能を向上させても、ガス流路70、排水流

路 80 のいずれも狭窄せずに確保されることが理解される。

[0056] 図 6 に、本実施形態におけるセル面内方向の水分量分布を示す。図において、実線 300 は本実施形態における水分量分布を示す。破線 400 は、比較のため、カソード側ガス流路 18 及びアノード側ガス流路 16 を構成するエキスパンドメタルの接触面積が一定の場合の水分量分布を示す。接触面積が一定の場合、カソード側ガス流路 18 の上流側（図における B 領域）において水分量が急激に減少しており、ドライアップが生じている。また、相対的にカソード側ガス流路の下流側が上流側よりも相対的に水分量が多くなっている。

[0057] これに対し、本実施形態では、カソード側ガス流路 18 の下流側においてカソード側からアノード側に水分が移動するため、比較例よりも相対的に水分量は低下する。また、カソード側ガス流路 18 の上流側においてアノード側からカソード側に水分が移動するため、比較例よりも相対的に水分量が増大する。したがって、本実施形態では、カソード側ガス流路 18 の上流側と下流側の水分量のばらつきが少なくなる。この図 6 から、本実施形態ではカソード側ガス流路 18 の下流側におけるフラッシングと上流側におけるドライアップがともに抑制されることが理解されよう。

[0058] 図 7 に、本実施形態におけるセル温度とセル電圧（出力電圧）との関係を示す。図において、実線 500 は本実施形態におけるセル電圧の変化を示す。破線 600 は、比較のため、カソード側ガス流路 18 及びアノード側ガス流路 16 を構成するエキスパンドメタルの接触面積が一定の場合のセル電圧の変化を示す。接触面積が一定の場合、温度が 90 度近くまで増大すると、ドライアップの影響により電解質膜のプロトン伝導性が低下して発電効率が低下するのでセル電圧も低下してしまう。

[0059] これに対し、本実施形態では、ドライアップが抑制されるため、セル温度が高くなっても発電効率の低下が抑制され、セル電圧はほぼ一定に維持される。

[0060] 3. 第 2 実施形態

第1実施形態では、図2に示すように、カソード側ガス流路18及びアノード側ガス流路16を構成するエキスパンドメタルの接触面積をリニアに変化させているが、エキスパンドメタルの積極面積は非リニアに変化してもよく、あるいは階段状（ステップ状）に変化してもよい。

[0061] 図8に、本実施形態における、セル面内方向のエキスパンドメタルの接触面積変化を示す。実線100はカソード側ガス流路18を構成するエキスパンドメタルの接触面積変化であり、カソード側ガス流路18の下流側から上流側に向けて階段状に接触面積が増大する。すなわち、カソード側ガス流路18を、下流域、中流域、上流域の3つに分割し、分割したそれぞれの領域においては接触面積を一定値としつつ、  
下流域の接触面積100a < 中流域の接触面積100b < 上流域の接触面積100c  
となるように設定する。

[0062] また、破線200はアノード側ガス流路16を構成するエキスパンドメタルの接触面積変化であり、カソード側ガス流路18の下流側から上流側に向けて（つまり、アノード側流路16の上流側から下流側に向けて）階段状に接触面積が減少する。すなわち、アノード側ガス流路を、下流域、中流域、上流域の3つの分割し、分割したそれぞれの領域においては接触面積を一定値としつつ、  
下流域の接触面積200a > 中流域の接触面積200b > 上流域の接触面積200c  
となるように設定する。

[0063] 本実施形態においても、カソード側ガス流路18の下流において、アノード側ガス流路16の方がカソード側ガス流路18よりもエキスパンドメタルの接触面積が相対的に大きくなり、この接触面積の相対的な大小関係に起因して、カソード側ガス流路18の方がアノード側ガス流路16より相対的に温度が高くなる。したがって、カソード側ガス流路18の下流側に押し出された生成水は、この温度勾配によりMEA10を介してアノード側に移動す

る。

[0064] また、カソード側ガス流路 18 の上流において、カソード側ガス流路 18 の方がアノード側ガス流路 16 よりもエキスパンドメタルの接触面積が相対的に大きくなり、この接触面積の相対的な大小関係に起因して、アノード側ガス流路 16 の方がカソード側ガス流路 18 より相対的に温度が高くなる。したがって、アノード側ガス流路 16 の下流側に押し出された生成水は、この温度勾配によりMEA 10 を介してカソード側に移動する。

[0065] 以上のようにして、生成水はカソード側ガス流路 18 の上流に循環し、カソード側ガス流路 18 の下流におけるフラッシングが抑制されるとともに、カソード側ガス流路 16 の上流におけるドライアップが抑制される。

[0066] 4. 第 3 実施形態

上記の第 1 実施形態では、カソード側ガス流路 18 及びアノード側ガス流路 16 をともにエキスパンドメタルで構成しているが、排水性が問題となるのはカソード側であることを考慮し、カソード側ガス流路 18 をエキスパンドメタルで構成する一方、アノード側をエキスパンドメタル以外、例えばセパレータ 20 の表面に形成された凹凸または溝で構成してもよい。

[0067] 図 9 に、本実施形態における燃料電池セルの断面構成を示す。燃料電池セルは、固体高分子膜からなる電解質膜を燃料極と空気極との 2 枚の電極で挟んだ膜電極接合体 (MEA) 10 と、アノード側ガス拡散層 12 と、カソード側ガス拡散層 14 と、アノード側ガス流路 17 と、カソード側ガス流路 18 と、セパレータ 20、22 とを含んで構成される。

[0068] カソード側ガス流路 18 は、エキスパンドメタルで構成される。また、アノード側ガス流路 17 は、セパレータ 20 の表面に形成された凹凸または溝で構成される。溝の凸部は、アノード側ガス拡散層 12 に当接し、MEA 10 あるいはアノード側ガス拡散層 12 にとってリブとして機能する。したがって、以下では適宜、アノード側ガス流路 17 を構成する部材をリブと称する。

[0069] カソード側ガス流路 18 には酸化剤ガスとして空気が供給される。また、

アノード側ガス流路 17 には燃料ガスとして水素ガスが供給される。カソード側ガス流路 18 (空気流路) とアノード側ガス流路 17 (水素ガス流路) は互いに対向する。すなわち、空気流路と水素ガス流路は互いに逆向きであり、空気流路の上流は水素ガス流路の下流に対応し、空気流路の下流は水素ガス流路の上流に対応する。

[0070] カソード側ガス流路 18 を構成するエキスパンドメタルの、カソード側ガス拡散層 14 との接触面積は、上流側の方が下流側よりも相対的に大きい。一方、アノード側ガス流路 17 を構成するリブの接触面積も、上流側の方が下流側よりも相対的に大きい。アノード側ガス流路 17 の上流はカソード側ガス流路 18 の下流に対応し、アノード側ガス流路 17 の下流はカソード側ガス流路 18 の上流に対応するから、カソード側ガス流路 18 の流れを基準とすると、リブの接触面積は下流側の方が上流側よりも相対的に大きい。

[0071] アノード側ガス流路 17 を構成するリブは、冷却面として機能するから、その接触面積が大きいほど冷却性能が大きくなる。したがって、図中 A 領域で示すカソード側ガス流路 18 の下流側では、アノード側ガス流路 17 のリブの接触面積がカソード側ガス流路 18 のエキスパンドメタルの接触面積よりも相対的に大きくなり、カソード側ガス流路 18 がアノード側ガス流路 17 よりも相対的に温度が高くなる。また、図中 B 領域で示すカソード側ガス流路 17 の上流側では、カソード側ガス流路 18 のエキスパンドメタルの接触面積の方がアノード側ガス流路 17 のリブの接触面積よりも相対的に大きくなり、アノード側ガス流路 17 の方がカソード側ガス流路 18 よりも相対的に温度が高くなる。

[0072] このように、カソード側ガス流路 18 とアノード側ガス流路 17 との間に温度勾配が生じるため、図 10 に示すように、図中 A 領域で示すカソード側ガス流路 18 の下流側では、カソード側ガス流路 18 の下流側から MEA 10 を介してアノード側ガス流路 17 の上流側に生成水が移動する (矢印 50)。また、図中 B 領域で示すカソード側ガス流路 18 の上流側では、アノード側ガス流路 17 の下流側から MEA 10 を介してカソード側ガス流路 18

の上流側に生成水が移動する（矢印60）。

[0073] したがって、本実施形態によっても、発電反応に伴いカソード側で生じた生成水は、

カソード側ガス流路18の上流側→カソード側ガス流路18の下流側→アノード側ガス流路17の上流側→アノード側ガス流路17の下流側→カソード側ガス流路18の上流側

と移動し、カソード側ガス流路18に生成水が循環供給されることになるので、カソード側ガス流路18の下流側におけるフラッシングが抑制されるとともに、カソード側ガス流路18の上流におけるドライアップが抑制される。

[0074] なお、アノード側ガス流路17を構成するリブの接触面積を大きくすると、その分だけリブ幅が広くなり、排水性能が低下するおそれがあるが、アノード側であるため問題とならない。

[0075] 5. 変形例

以上、本発明の実施形態について説明したが、本発明はこれら以外にも種々の変形が可能である。

[0076] 例えば、第1及び第2実施形態では、カソード側ガス流路18とアノード側ガス流路16をともにエキスパンドメタルで構成し、第3実施形態ではカソード側ガス流路18をエキスパンドメタルで構成し、アノード側ガス流路17を凹凸あるいは溝で構成しているが、カソード側ガス流路とアノード側ガス流路を対向流路とするとともに、カソード側ガス流路とアノード側ガス流路をともに凹凸または溝で構成することもできる。この場合においても、それぞれの流路におけるリブの接触面積を変化させて温度勾配を形成することはいうまでもない。

[0077] また、本実施形態では、エキスパンドメタルの接触面積あるいはリブの接触面積を変化させているが、接触面積ではなく接触率（コンタクト率）を変化させてもよい。ここで、接触率とは、ガス流路を構成するエキスパンドメタルまたは凹凸のガス拡散層との界面における表面積のうち、ガス拡散層に

接触している面積の割合である。本実施形態では、カソード側ガス流路 18 とアノード側ガス流路 16（あるいは 17）との間の接触率の差を用いて温度勾配を形成し、生成水を移動させるものといえる。カソード側ガス流路 18 とアノード側ガス流路 16（あるいは 17）との間の接触率は、例えば図 1 の A 領域において、

カソード側ガス流路 18 : 8 - 10%

アノード側ガス流路 16 : 15 - 20%

程度あればよい。接触率の差は 7%以上あるのが好適であるが、必ずしもこれに限定されるわけではない。本願出願人は、アノード側ガス流路 18 とカソード側ガス流路 16（あるいは 17）との間に少なくとも 1%の接触率の差があれば、生成水が MEA 10 を介して対向流路に移動することを確認している。

[0078] また、本実施形態において、カソード側ガス流路 18 を構成する部材としてエキスパンドメタルを例示したが、これに限定されるものではなく、エキスパンドメタルその他の金属部材、より特定的には金属多孔体を用いることができる。

[0079] また、本実施形態では、生成水を対向流路内で循環させてカソード側ガス流路の上流に供給するので高温無加湿運転が可能であるが、必要に応じて加湿運転を行ってもよいのはいうまでもなく、加湿運転を排除するものではない。但し、無加湿運転することで加湿設備が不要となるので、その分だけコストが低減され、量産化に特に好適である。

[0080] さらに、本実施形態の燃料電池は、電気自動車や燃料電池自動車等の車両に搭載することが可能であるが、必ずしも車両用に限定されるものではない。

### 符号の説明

[0081] 10 MEA、12 アノード側ガス拡散層、14 カソード側ガス拡散層、16、17 アノード側ガス流路、18 カソード側ガス流路、20、22 セパレータ。

## 請求の範囲

[請求項1]

燃料電池であって、

アノード側ガス拡散層に接し、前記アノード側ガス拡散層に燃料ガスを供給するアノード側ガス流路と、

カソード側ガス拡散層に接し、前記カソード側ガス拡散層に酸化剤ガスを供給するカソード側ガス流路と、

を備え、

前記アノード側ガス流路と前記カソード側ガス流路は、ガスの流れる向きが互いに逆向きの対向流路であり、

前記アノード側ガス流路を構成する金属部材の前記アノード側ガス拡散層との接触面積又は接触率は、前記アノード側ガス流路の上流から下流に向けて小さく設定され、

前記カソード側ガス流路を構成する金属部材の前記カソード側ガス拡散層との接触面積又は接触率は、前記カソード側ガス流路の上流から下流に向けて小さく設定され、

前記カソード側ガス流路の下流において、前記カソード側ガス流路を構成する金属部材の接触面積又は接触率は、前記アノード側ガス流路を構成する金属部材の接触面積又は接触率よりも相対的に小さく設定され、

前記カソード側ガス流路の上流において、前記アノード側ガス流路を構成する金属部材の接触面積又は接触率は、前記カソード側ガス流路を構成する金属部材の接触面積又は接触率よりも相対的に小さく設定される

ことを特徴とする燃料電池。

[請求項2]

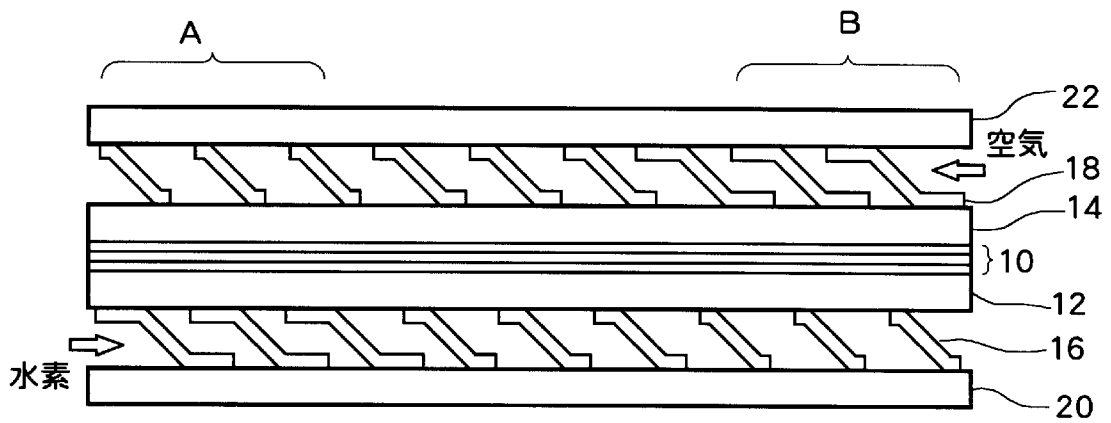
請求項1記載の燃料電池において、

少なくとも前記カソード側ガス流路を構成する金属部材は、金属多孔体である

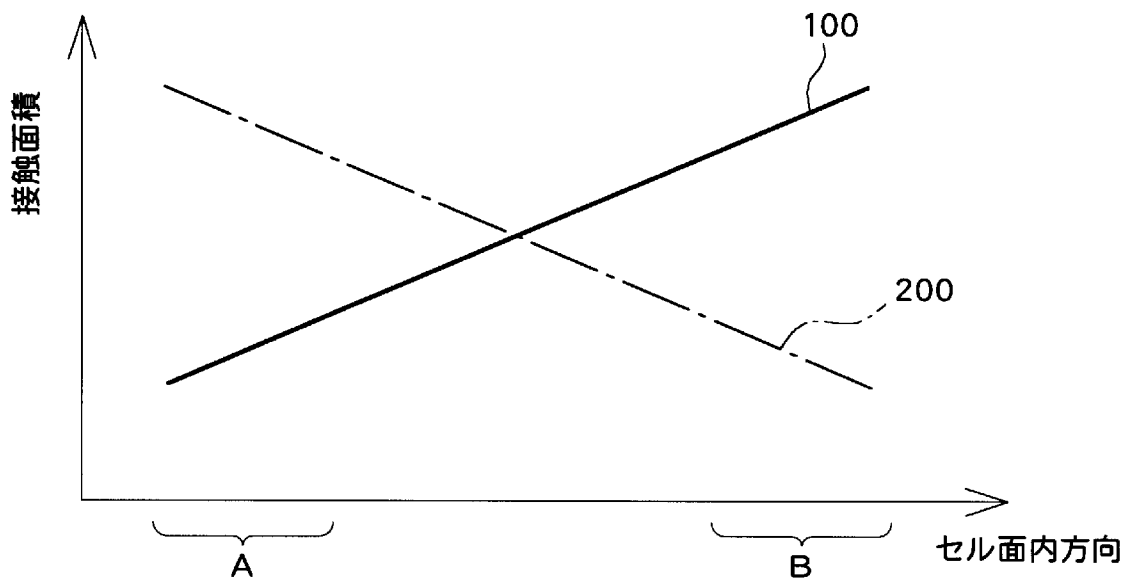
ことを特徴とする燃料電池。

- [請求項3] 請求項2記載の燃料電池において、  
前記カソード側ガス流路を構成する金属部材及び前記アノード側ガス流路を構成する金属部材は、金属多孔体であることを特徴とする燃料電池。
- [請求項4] 請求項2記載の燃料電池において、  
前記カソード側ガス流路を構成する金属部材は、金属多孔体であり、  
前記アノード側ガス流路を構成する金属部材は、リブであることを特徴とする燃料電池。
- [請求項5] 請求項2記載の燃料電池において、  
前記金属多孔体は、エキスパンドメタルであることを特徴とする燃料電池。
- [請求項6] 請求項2記載の燃料電池において、  
前記カソード側ガス流路を構成する金属多孔体の接触面積又は接触率は、前記カソード側ガス流路の上流、中流、下流の3つの部分のそれぞれにおいて一定であるとともに、下流は中流よりも小さく設定され、かつ、中流は上流よりも小さく設定されることを特徴とする燃料電池。
- [請求項7] 請求項1～6のいずれかに記載の燃料電池において、  
カソード側で生成された水は、前記カソード側ガス流路の下流において前記カソード側ガス流路から前記アノード側ガス流路に移動し、かつ、前記アノード側ガス流路の下流において前記アノード側ガス流路から前記カソード側ガス流路に移動し、外部からの加湿がない無加湿状態で運転されることを特徴とする燃料電池。

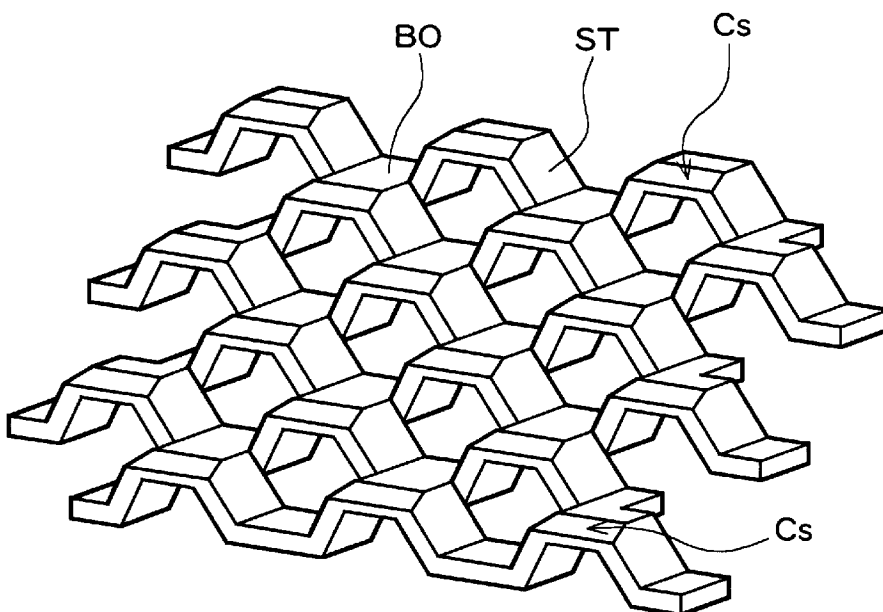
[図1]



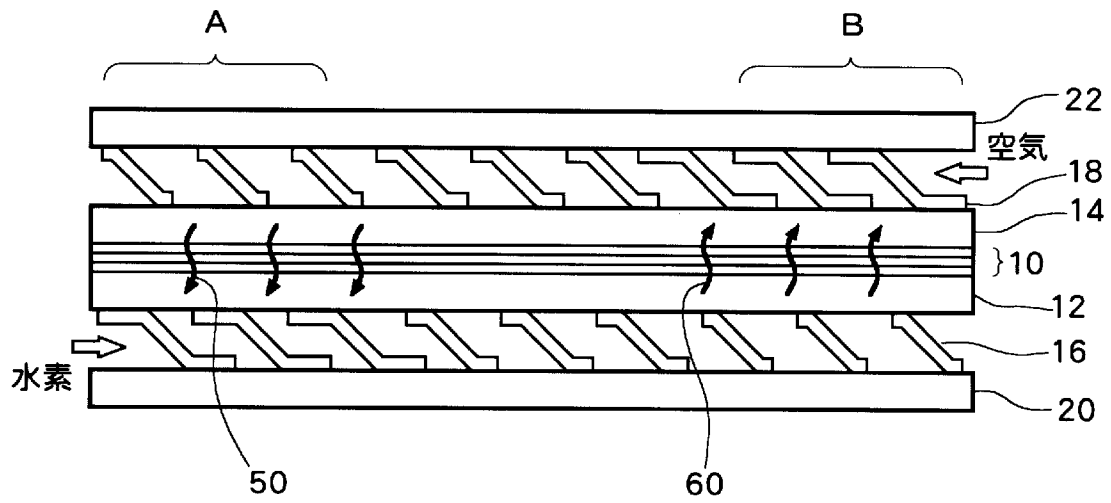
[図2]



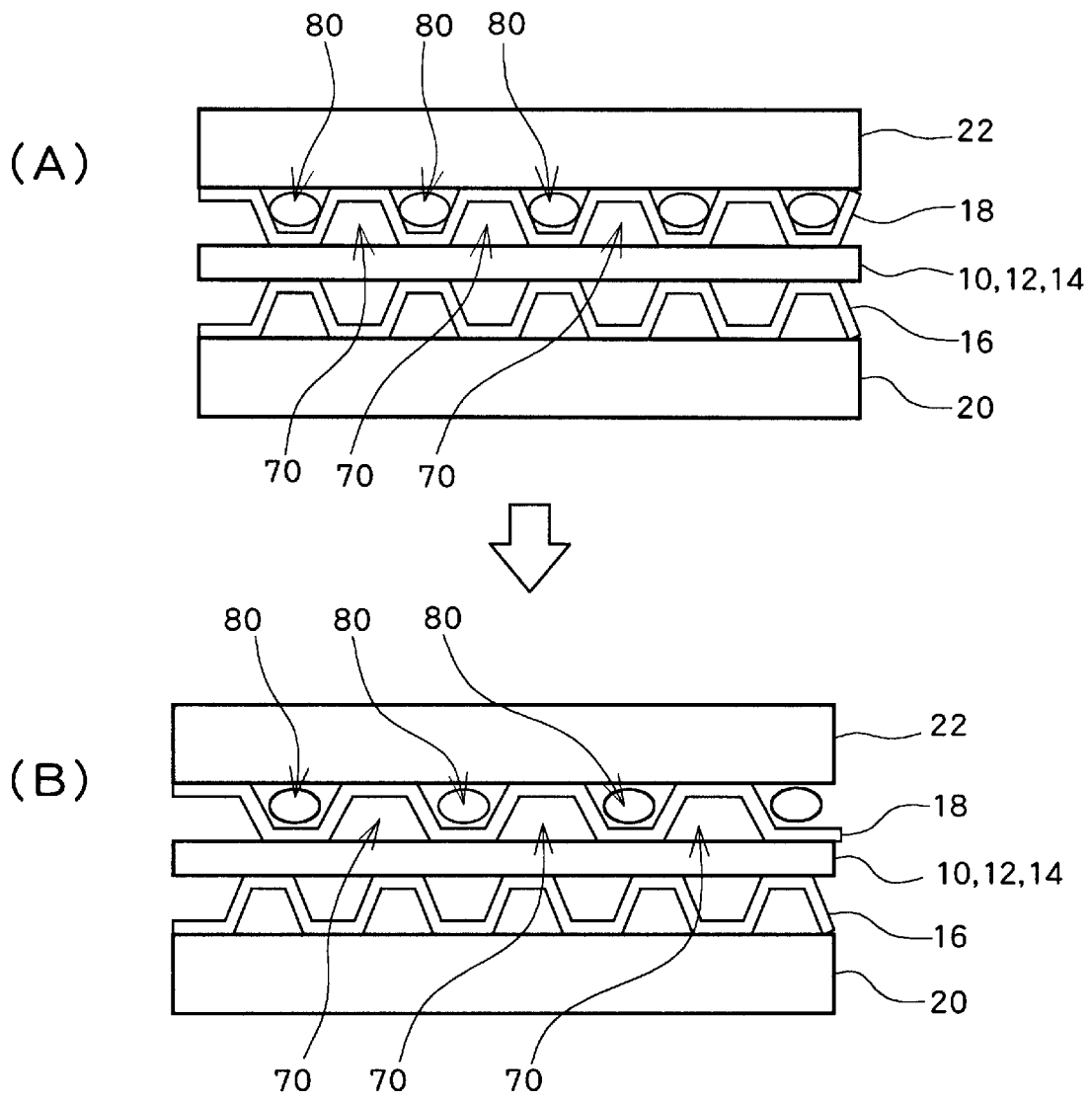
[図3]



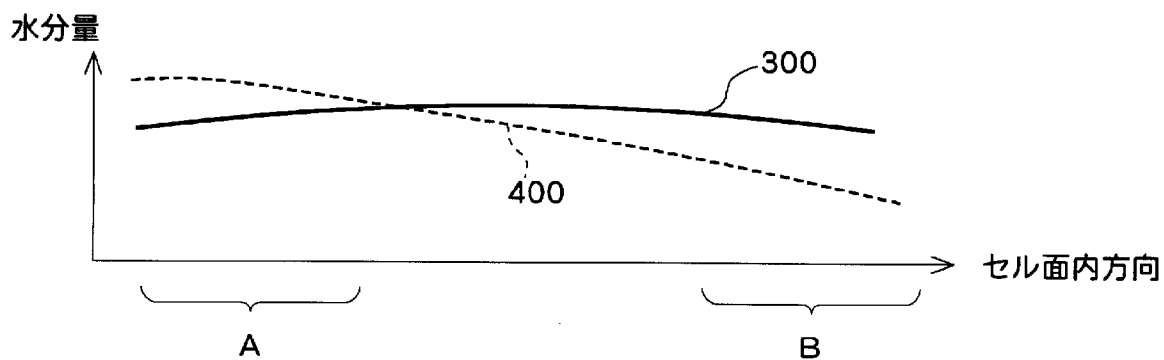
[図4]



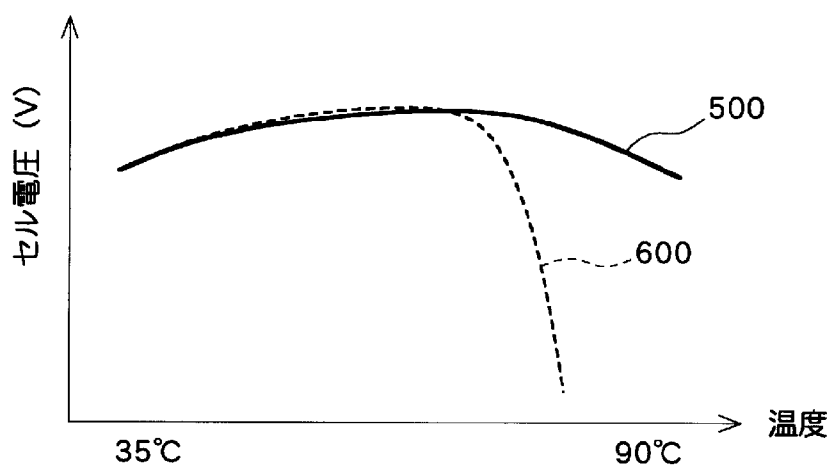
[図5]



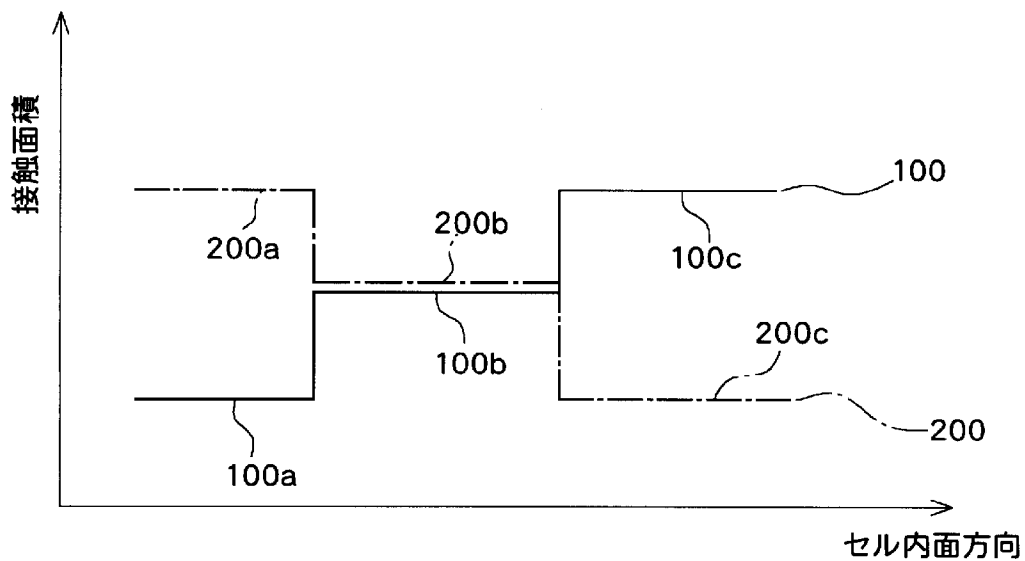
[図6]



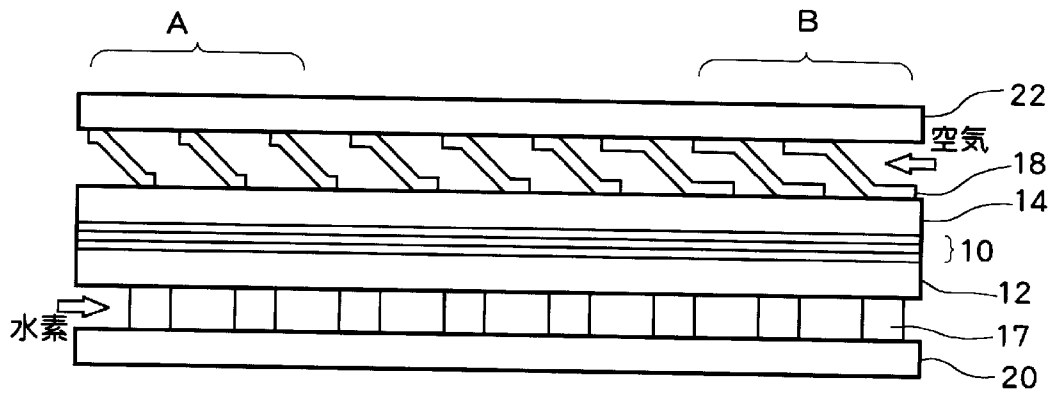
[図7]



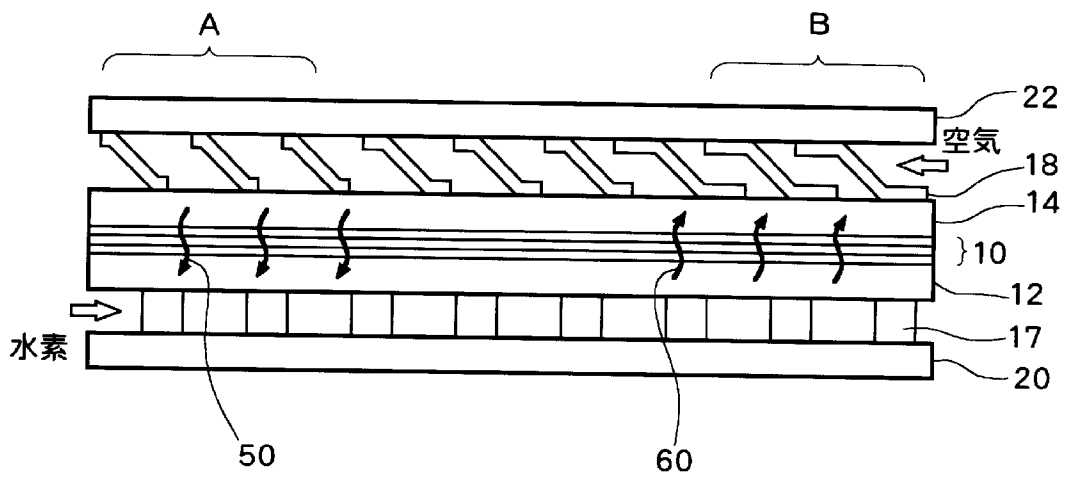
[図8]



[図9]



[図10]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2011/053694

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

H01M8/02(2006.01) i, H01M8/04(2006.01) i, H01M8/10(2006.01) n

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, H01M8/04, 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	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

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.
X A	JP 2004-79245 A (Honda Motor Co., Ltd.), 11 March 2004 (11.03.2004), claims; paragraphs [0015] to [0037]; fig. 1, 3, 4, 7 (Family: none)	1 2-7
Y A	JP 2007-305532 A (Canon Inc.), 22 November 2007 (22.11.2007), paragraphs [0033], [0043] to [0046]; fig. 5 (Family: none)	1-3, 5, 6 4, 7
Y A	JP 2007-35527 A (Equos Research Co., Ltd.), 08 February 2007 (08.02.2007), paragraphs [0052], [0053] (Family: none)	1-3, 5, 6 4, 7

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  
25 April, 2011 (25.04.11)

Date of mailing of the international search report  
10 May, 2011 (10.05.11)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/053694

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2009-26476 A (Toyota Motor Corp.), 05 February 2009 (05.02.2009), paragraph [0062] (Family: none)	1-3, 5, 6 4, 7
A	JP 2001-6698 A (Fuji Electric Co., Ltd.), 12 January 2001 (12.01.2001), claims; paragraphs [0015] to [0018] (Family: none)	1-7
A	JP 5-251097 A (Fuji Electric Co., Ltd.), 28 September 1993 (28.09.1993), claims 1, 3; paragraphs [0002], [0014] to [0017]; fig. 1 (Family: none)	1-7
A	JP 2008-140640 A (Kawamura Electric Inc.), 19 June 2008 (19.06.2008), entire text (Family: none)	1-7
A	JP 2006-253038 A (Equos Research Co., Ltd.), 21 September 2006 (21.09.2006), paragraphs [0042] to [0045]; fig. 1 & US 2006/0204806 A1 & DE 102006000113 A	1-7
A	JP 2011-18525 A (Toyota Motor Corp.), 27 January 2011 (27.01.2011), claims; paragraphs [0055], [0082], [0083]; fig. 12 (Family: none)	1-7

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, H01M8/04(2006.01)i, H01M8/10(2006.01)n

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, H01M8/04, 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 1971-2011年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2011年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2011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
X A	JP 2004-79245 A (本田技研工業株式会社) 2004.03.11, 【特許請求の範囲】、【0015】 - 【0037】、【図1】、【図3】、【図4】、【図7】 (ファミリーなし)	1 2-7
Y A	JP 2007-305532 A (キヤノン株式会社) 2007.11.22, 【0033】、【0043】 - 【0046】、【図5】 (ファミリーなし)	1-3, 5, 6 4, 7
Y A	JP 2007-35527 A (株式会社エクス・リサーチ) 2007.02.08, 【0052】、【0053】 (ファミリーなし)	1-3, 5, 6 4, 7

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。

<p>* 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</p>	<p>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                  「&amp;」同一パテントファミリー文献</p>
---	---

国際調査を完了した日 25.04.2011	国際調査報告の発送日 10.05.2011
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA/J P) 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) 山内 達人 電話番号 03-3581-1101 内線 3477

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
Y A	JP 2009-26476 A (トヨタ自動車株式会社) 2009. 02. 05, 【0062】 (ファミリーなし)	1-3, 5, 6 4, 7
A	JP 2001-6698 A (富士電機株式会社) 2001. 01. 12, 【特許請求の範囲】、【0015】 - 【0018】 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 5-251097 A (富士電機株式会社) 1993. 09. 28, 【請求項 1】、【請求項 3】、【0002】、【0014】 - 【0017】、【図 1】 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 2008-140640 A (河村電器産業株式会社) 2008. 06. 19, 全文 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 2006-253038 A (株式会社エクス・リサーチ) 2006. 09. 21, 【0042】 - 【0045】、【図 1】 & US 2006/0204806 A1 & DE 102006000113 A	1-7
A	JP 2011-18525 A (トヨタ自動車株式会社) 2011. 01. 27, 【特許請求の範囲】、【0055】、【0082】、【0083】、【図 12】 (ファミリーなし)	1-7