

(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
2010 年 1 月 14 日(14.01.2010)

(10) 国際公開番号
WO 2010/005002 A1

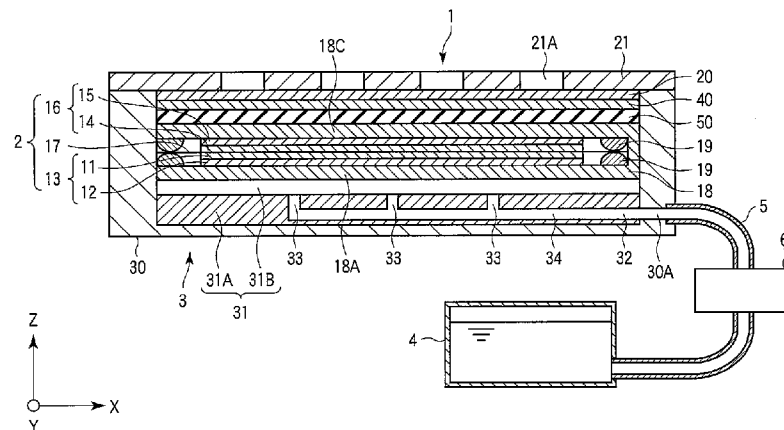
- (51) 国際特許分類:
H01M 8/02 (2006.01) H01M 8/10 (2006.01)
H01M 8/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2009/062386
- (22) 国際出願日: 2009 年 7 月 7 日(07.07.2009)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2008-180596 2008 年 7 月 10 日(10.07.2008) JP
特願 2008-236968 2008 年 9 月 16 日(16.09.2008) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社 東芝 (KABUSHIKI KAISHA TOSHIBA) [JP/JP]; 〒1058001 東京都港区芝浦一丁目 1 番 1 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 吉田 勇一 (YOSHIDA, Yuichi) [JP/JP]. 矢嶋 亨 (YAJIMA, Akira) [JP/JP]. 菅 博史 (KAN, Hirofumi) [JP/JP]. 大道 元太 (OOMICHI, Genta) [JP/JP]. 佐藤 雄一 (SATO, Yuuichi) [JP/JP]. 渡邊 大介 (WATANABE, Daisuke) [JP/JP]. 門馬 旬 (MOMMA, Jun) [JP/JP].
- (74) 代理人: 鈴江 武彦, 外 (SUZUYE, Takehiko et al.); 〒1050001 東京都港区虎ノ門 1 丁目 1 2 番 9 号 鈴栄特許総合事務所内 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, 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, 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, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) Title: FUEL CELL

(54) 発明の名称: 燃料電池

[図1]



(57) Abstract: A fuel cell is provided with: a membrane electrode assembly (2) having an electrolyte membrane (17), a plurality of fuel electrodes (13) which are arranged at intervals on one surface of the electrolyte membrane, and a plurality of air electrodes (16) which are arranged at intervals on the other surface of the electrolyte membrane so as to face each of the fuel electrodes; and a heat conductor (40) which is arranged on the surface of the plurality of air electrodes (16) of the membrane electrode assembly (2) on the opposite side of the fuel cell to the electrode membrane side (17) and/or the surface of the plurality of fuel electrodes (13) on the opposite side of the fuel cell to the electrode membrane side (17).

(57) 要約: 電解質膜 17 と、電解質膜の一方の面に間隔をおいて配置された複数の燃料極 13 と、電解質膜の他方の面に燃料極のそれぞれと対向するように間隔をおいて配置された複数の空気極 16 と、を有する膜電極接合体 2 と、膜電極接合体 2 の複数の空気極 16 の電解質膜 17 側とは反対の面側及び複数の燃料極 13 の電解質膜 17 側とは反対の面側の少なくとも一方に配置された熱伝導体 40 と、を具備することを特徴とする燃料電池。



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称： 燃料電池

技術分野

[0001] この発明は、液体燃料を用いた燃料電池の技術に関する。

背景技術

[0002] 近年、ノートパソコンや携帯電話等の各種携帯用電子機器を長時間充電なしで使用可能とするために、これら携帯用電子機器の電源に燃料電池を用いる試みがなされている。燃料電池は燃料と空気を供給するだけで発電することができ、燃料を補給すれば連続して長時間発電することが可能であるという特徴を有している。このため、燃料電池を小型化できれば、携帯用電子機器の電源として極めて有利なシステムといえる。

[0003] 高温で作動する燃料電池において、燃料電池を収納する機器の筐体が高温になることを防止する目的で、燃料電池を覆う断熱体の外表面を伝熱体で覆う技術が開示されている（例えば、特許文献1参照）。

[0004] 一方で、燃料電池セパレータなどの用途に好適な高い熱伝導性を有する熱伝導性成形体が開示されている（例えば、特許文献2参照）。特に、この熱伝導性成形体によれば、熱伝導率の異方性により電気・電子機器用の筐体、部材とした場合に、筐体の放熱設計などにおいて有用であることが開示されている。

[0005] 単位電池を複数個積層して積層体を形成してなる燃料電池において、温度分布を均一化する目的で、平面方向の熱伝導率が積層方向の熱伝導率よりも大きいガス分離板と単位電池とを交互に積層して、上下端部に冷却板を配置した構成が開示されている（例えば、特許文献3参照）。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2006-202611号公報

特許文献2：特開2006-49878号公報

特許文献3：特開平9－289026号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0007] 燃料電池として、例えば、メタノールを燃料として用いた直接メタノール型燃料電池（Direct Methanol Fuel Cell：DMFC）は小型化が可能であり、さらに燃料の取り扱いも容易であるため、携帯用電子機器の電源として有望視されている。
- [0008] DMFCにおける液体燃料の供給方式としては、気体供給型や液体供給型等のアクティブ方式、また燃料収容部内の液体燃料を電池内部で気化させて燃料極に供給する内部気化型等のパッシブ方式が知られている。これらのうち、内部気化型等のパッシブ方式はDMFCの小型化に対して有利である。パッシブ型DMFCは、例えば燃料極、電解質膜および空気極を有する膜電極接合体（Membrane Electrode Assembly：MEA）を備えて構成されている。
- [0009] このような膜電極接合体の面内において、意図しない温度ばらつきが生じることがある。特に、膜電極接合体の周辺部では比較的放熱が促進されるのに対して、中央部では熱が逃げにくく、周辺部と中央部とで大きな温度差が生じやすくなる。また、このような温度差に伴って飽和水蒸気圧差も生じ、膜電極接合体において発電反応に必要な物質の授受が阻害され、結果として、出力の低下や不安定化を招くおそれがある。
- [0010] この発明の目的は、安定して高い出力を得ることが可能な燃料電池を提供することにある。

課題を解決するための手段

- [0011] この発明の態様による燃料電池は、
- 電解質膜と、前記電解質膜の一方の面に間隔をおいて配置された複数の燃料極と、前記電解質膜の他方の面に前記燃料極のそれぞれと対向するように間隔をおいて配置された複数の空気極と、を有する膜電極接合体と、
- 前記膜電極接合体の前記複数の空気極の前記電解質膜側とは反対の面側及

び前記複数の燃料極の前記電解質膜側とは反対の面側の少なくとも一方に配置された熱伝導体と、

を具備することを特徴とする。

発明の効果

[0012] この発明によれば、安定して高い出力を得ることが可能な燃料電池を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0013] [図1] 図1は、この発明の一実施の形態に係る燃料電池の構造を概略的に示す断面図である。

[図2] 図2は、図1に示した燃料電池における膜電極接合体の構造の一部の断面を概略的に示す斜視図である。

[図3] 図3は、図2に示した膜電極接合体の平面図である。

[図4] 図4は、図1に示した燃料電池に適用可能な膜電極接合体及び熱伝導体の構造を概略的に示す断面図である。

[図5] 図5は、図1に示した燃料電池に適用可能な膜電極接合体及び熱伝導体の他の構造を概略的に示す断面図である。

[図6] 図6は、図1に示した燃料電池に適用可能な膜電極接合体及び熱伝導体の他の構造を概略的に示す断面図である。

[図7] 図7は、図1に示した燃料電池に適用可能な膜電極接合体及び熱伝導体の他の構造を概略的に示す断面図である。

[図8] 図8は、膜電極接合体における面内の温度分布の一例を説明するための図である。

[図9] 図9は、熱伝導体の熱伝導率比に対する膜電極接合体の面内の温度分布を測定した結果を示す図である。

[図10] 図10は、熱伝導体の厚みに対する膜電極接合体の面内の温度分布を測定した結果を示す図である。

[図11] 図11は、実施例5に係る燃料電池の構成を概略的に示す図である。

[図12] 図12は、実施例1乃至5及び比較例1における性能評価の測定結果

（平均出力及び平均温度）を示す図である。

[図13] 図 1 3 は、本実施形態の燃料電池において膜電極接合体に組み合わせられる熱伝導体のバリエーションを説明するための図である。

[図14] 図 1 4 は、本実施形態の燃料電池において膜電極接合体に組み合わせられる熱伝導体のバリエーションを説明するための図である。

[図15] 図 1 5 は、本実施形態の燃料電池において膜電極接合体に組み合わせられる熱伝導体のバリエーションを説明するための図である。

[図16] 図 1 6 は、本実施形態の燃料電池において膜電極接合体に組み合わせられる熱伝導体のバリエーションを説明するための図である。

[図17] 図 1 7 は、本実施形態の燃料電池において膜電極接合体に組み合わせられる熱伝導体のバリエーションを説明するための図である。

[図18] 図 1 8 は、本実施形態の燃料電池において膜電極接合体に組み合わせられる熱伝導体のバリエーションを説明するための図である。

[図19] 図 1 9 は、本実施形態の燃料電池において膜電極接合体に組み合わせられる熱伝導体のバリエーションを説明するための図である。

[図20] 図 2 0 は、本実施形態の燃料電池において膜電極接合体に組み合わせられる熱伝導体のバリエーションを説明するための図である。

[図21] 図 2 1 は、膜電極接合体の形状と熱伝導体の熱伝導性との関係を説明するための図である。

[図22] 図 2 2 は、実施例 6 乃至 8 及び比較例 2 における性能評価の測定結果（出力密度及び温度差）を示す図である。

発明を実施するための形態

[0014] 以下、この発明の一実施の形態に係る燃料電池に関する技術について図面を参照して説明する。

[0015] 図 1 は、この実施の形態に係る燃料電池 1 の構造を概略的に示す断面図である。

[0016] 燃料電池 1 は、起電部を構成する膜電極接合体（MEA）2 と、膜電極接合体 2 に燃料を供給する燃料供給機構 3 と、から主として構成されている。

- [0017] すなわち、燃料電池 1 において、膜電極接合体 2 は、アノード触媒層 1 1 とアノードガス拡散層 1 2 とを有するアノード（燃料極） 1 3 と、カソード触媒層 1 4 とカソードガス拡散層 1 5 とを有するカソード（空気極／酸化剤極） 1 6 と、アノード触媒層 1 1 とカソード触媒層 1 4 とで挟持されたプロトン（水素イオン）伝導性の電解質膜 1 7 とを備えて構成されている。
- [0018] アノード触媒層 1 1 やカソード触媒層 1 4 に含有される触媒としては、例えば白金（Pt）、ルテニウム（Ru）、ロジウム（Rh）、イリジウム（Ir）、オスミウム（Os）、パラジウム（Pd）等の白金族元素の単体、白金族元素を含有する合金等が挙げられる。アノード触媒層 1 1 には、メタノールや一酸化炭素等に対して強い耐性を有する Pt-Ru や Pt-Mo 等を用いることが好ましい。カソード触媒層 1 4 には、Pt や Pt-Ni 等を用いることが好ましい。ただし、触媒は、これらに限定されるものではなく、触媒活性を有する各種の物質を使用することができる。また、触媒は、炭素材料のような導電性担持体を使用した担持触媒、あるいは無担持触媒のいずれであってもよい。
- [0019] 電解質膜 1 7 を構成するプロトン伝導性材料としては、例えばスルホン酸基を有するパーフルオロスルホン酸重合体のようなフッ素系樹脂（ナフィオン（商品名、デュポン社製）やフレミオン（商品名、旭硝子社製）等）、スルホン酸基を有する炭化水素系樹脂等の有機系材料、あるいはタングステン酸やリンタングステン酸等の無機系材料が挙げられる。ただし、プロトン伝導性の電解質膜 1 7 は、これらに限られるものではない。
- [0020] アノード触媒層 1 1 に積層されるアノードガス拡散層 1 2 は、アノード触媒層 1 1 に燃料を均一に供給する役割を果たすと同時に、アノード触媒層 1 1 の集電機能を有するものである。カソード触媒層 1 4 に積層されるカソードガス拡散層 1 5 は、カソード触媒層 1 4 に酸化剤を均一に供給する役割を果たすと同時に、カソード触媒層 1 4 の集電機能を有するものである。アノードガス拡散層 1 2 及びカソードガス拡散層 1 5 は、例えばカーボンペーパーなどの導電性を有する多孔質基材によって構成されている。

- [0021] このような膜電極接合体 2 は、集電体 18 によって挟持されている。すなわち、集電体 18 は、膜電極接合体 2 のアノード 13 の側に配置されたアノード集電体 18 A 及び膜電極接合体 2 のカソード 16 の側に配置されたカソード集電体 18 C を有している。アノード集電体 18 A は、アノードガス拡散層 12 に重なっている。カソード集電体 18 C は、カソードガス拡散層 15 に重なっている。これらのアノード集電体 18 A 及びカソード集電体 18 C は、図示しない開口を有している。
- [0022] アノード集電体 18 A 及びカソード集電体 18 C としては、例えば金（Au）、ニッケル（Ni）などの金属材料からなる多孔質層（例えばメッシュ）または箔体、あるいは、ステンレス鋼（SUS）などの導電性金属材料に金などの良導電性金属を被覆した複合材、さらには、グラファイト（黒鉛）等の炭素質材料などをそれぞれ使用することができる。
- [0023] 膜電極接合体 2 は、電解質膜 17 のアノード側及びカソード側にそれぞれ配置されたゴム製のオリング等のシール部材 19 によってシールされている。すなわち、シール部材 19 は、電解質膜 17 とアノード集電体 18 A との間、及び、電解質膜 17 とカソード集電体 18 C との間にそれぞれ配置されており、これにより、膜電極接合体 2 からの燃料漏れや酸化剤漏れが防止されている。なお、膜電極接合体 2 において、電解質膜 17 のうち、アノード触媒層 11 及びカソード触媒層 14 にともに接しておらず、かつシール部材 19 によって囲まれた内側に相当する位置に、1 個乃至複数個のガス排出孔（図示せず）を設けても良い。
- [0024] 膜電極接合体 2 のカソード 16 の側において、集電体 18 とカバープレート 21 との間には、通気性を有する絶縁材料によって形成された板状体 20 が配置されている。この板状体 20 は、主に保湿層として機能する。すなわち、この板状体 20 は、カソード集電体 18 C の上に配置され、カソード触媒層 14 で生成された水の一部が含浸されて水の蒸散を抑制するとともに、カソード触媒層 14 への空気の入入れ量を調整し且つ空気の均一拡散を促進するものである。この板状体 20 は、例えば多孔質構造の部材で構成され、

具体的な構成材料としては、ポリエチレンやポリプロピレンの多孔質体などが挙げられる。

[0025] 上述した膜電極接合体 2 は、燃料供給機構 3 とカバープレート 21 との間に配置されている。カバープレート 21 は、板状体 20 の上に配置されている。このカバープレート 21 は、外観が略矩形状のものであり、例えばステンレス鋼（SUS）によって形成されている。また、カバープレート 21 は、酸化剤である空気を取り入れるための複数の開口部（空気導入孔）21A を有している。

[0026] カソード集電体 18C と板状体 20 との間には、後述する熱伝導体 40 が配置されている。また、図 1 に示したように、熱伝導体 40 とカソード集電体 18C との間には、絶縁体 50 が配置されることが望ましい。

[0027] 燃料供給機構 3 は、膜電極接合体 2 のアノード 13 に対して燃料を供給するように構成されているが、特に、特定の構成に限定されるものではない。以下に、燃料供給機構 3 の一例について説明する。

[0028] 燃料供給機構 3 は、例えば、箱状に形成された容器 30 を備えている。この燃料供給機構 3 は、液体燃料を収容する燃料収容部 4 と流路 5 を介して接続されている。容器 30 は、燃料導入口 30A を有しており、この燃料導入口 30A と流路 5 とが接続されている。この容器 30 は、例えば樹脂製容器によって構成される。容器 30 を形成する材料としては、液体燃料に対する耐性を有している材料が選択される。

[0029] 燃料供給機構 3 は、膜電極接合体 2 のアノード 13 の面方向に燃料を分散並びに拡散させつつ供給する燃料供給部 31 を備えている。ここでは、特に、燃料供給部 31 が燃料分配板 31A を備えた構成について説明するが、燃料供給部 31 は他の構成であっても良い。

[0030] すなわち、燃料分配板 31A は、1つの燃料注入口 32 と、複数の燃料排出口 33 とを有しており、細管 34 のような燃料通路を介して燃料注入口 32 と燃料排出口 33 とを接続した構成である。燃料通路は、燃料分配板 31A 内に形成した細管 34 に代えて燃料流通溝等で構成してもよい。この場合

、燃料流通溝を有する流路板を複数の燃料排出口を有する拡散板で覆うことによって、燃料分配板 3 1 A を構成することも可能である。

[0031] 細管 3 4 の一端（始端部）には、燃料注入口 3 2 が設けられている。細管 3 4 は、途中で複数に分岐しており、これらの分岐した細管 3 4 の各終端部に燃料排出口 3 3 がそれぞれ設けられている。燃料注入口 3 2 は、容器 3 0 の燃料導入口 3 0 A と連通している。これにより、燃料分配板 3 1 A の燃料注入口 3 2 が流路 5 を介して燃料収容部 4 に接続される。燃料排出口 3 3 は、複数、例えば 1 2 8 箇所があり、液体燃料もしくはその気化成分を排出する。

[0032] 燃料注入口 3 2 から注入された液体燃料は、複数に分岐した細管 3 4 を介して複数の燃料排出口 3 3 にそれぞれ導かれる。このような燃料分配板 3 1 A を使用することによって、燃料注入口 3 2 から注入された液体燃料を方向や位置に係わりなく、複数の燃料排出口 3 3 に均等に分配することができる。従って、膜電極接合体 2 の面内における発電反応の均一性をより一層高めることが可能となる。

[0033] さらに、細管 3 4 で燃料注入口 3 2 と複数の燃料排出口 3 3 とを接続することによって、燃料電池の特定箇所により多くの燃料を供給するような設計も可能となる。これは、膜電極接合体 2 の発電度合いの均一性の向上等に寄与する。

[0034] このような燃料分配板 3 1 A は、液体燃料の気化成分や液体燃料を透過させない材料で形成され、具体的には、例えば、ポリエチレンテレフタレート（PET）樹脂、ポリエチレンナフタレート（PEN）樹脂、ポリイミド系樹脂等で形成される。また、燃料分配板 3 1 A は、例えば、液体燃料の気化成分と液体燃料とを分離し、その気化成分を膜電極接合体 2 の側へ透過させる気液分離膜で構成されてもよい。気液分離膜には、例えば、シリコーンゴム、低密度ポリエチレン（LDPE）薄膜、ポリ塩化ビニル（PVC）薄膜、ポリエチレンテレフタレート（PET）薄膜、フッ素樹脂（たとえばポリテトラフルオロエチレン（PTFE）、テトラフルオロエチレン・パーフル

オロアルキルビニルエーテル共重合体（PFA）など）微多孔膜などが適用可能である。

[0035] 膜電極接合体 2 は、そのアノード 13 が上述したような燃料分配板 31A の燃料排出口 33 に対向するように配置されている。カバープレート 21 は、燃料供給機構 3 との間に膜電極接合体 2 を保持した状態で容器 30 に対してカシメ、ネジ止め、リベット継手などの手法により固定されている。これにより、燃料電池（DMFC）1 の発電ユニットが構成されている。

[0036] 燃料供給部 31 は、燃料分配板 31A と膜電極接合体 2 との間に燃料拡散室 31B として機能する空間を形成するような構成であることが望ましい。この燃料拡散室 31B は、燃料排出口 33 から液体燃料が排出されたとしても気化を促進するとともに、面方向への拡散を促進する機能を有している。

[0037] 膜電極接合体 2 と燃料供給部 31 との間には、膜電極接合体 2 をアノード 13 側から支持する支持部材を配置しても良い。

[0038] また、膜電極接合体 2 と燃料供給部 31 との間には、少なくとも 1 つの多孔体を配置しても良い。

[0039] 燃料収容部 4 には、膜電極接合体 2 に応じた液体燃料が収容されている。液体燃料としては、各種濃度のメタノール水溶液や純メタノール等のメタノール燃料が挙げられる。なお、液体燃料は、必ずしもメタノール燃料に限られるものではない。液体燃料は、例えば、エタノール水溶液や純エタノール等のエタノール燃料、プロパノール水溶液や純プロパノール等のプロパノール燃料、グリコール水溶液や純グリコール等のグリコール燃料、ジメチルエーテル、ギ酸、その他の液体燃料であってもよい。いずれにしても、燃料収容部 4 には、膜電極接合体 2 に応じた液体燃料が収容される。

[0040] 燃料収容部 4 に収容された液体燃料は、重力を利用して流路 5 を介して燃料供給部 31 で落下させて送液することができる。また、流路 5 に多孔体等を充填して、毛細管現象により燃料収容部 4 に収容された液体燃料を燃料供給部 31 まで送液してもよい。

[0041] 流路 5 は、配管などで構成されているが、燃料供給部 31 や燃料収容部 4

と独立した配管に限られるものではない。例えば、流路5は、燃料供給部31や燃料収容部4を積層して一体化する場合、これらを繋ぐ液体燃料の燃料流路であってもよい。すなわち、燃料供給部31は、種々の形態の燃料流路等を介して燃料収容部4と連通されていればよい。

[0042] さらに、流路5には、ポンプ6が介在していても良い。ポンプ6は、燃料を循環させる循環ポンプではなく、あくまでも燃料収容部4から燃料供給部31に液体燃料を送液する燃料供給ポンプである。燃料供給部31から膜電極接合体2に供給された燃料は、発電反応に使用され、その後に循環して燃料収容部4に戻されることはない。

[0043] この実施の形態の燃料電池1は、燃料を循環しないことから、従来のアクティブ方式とは異なるものであり、装置の小型化等を損なうものではない。また、液体燃料の供給にポンプ6を使用しており、従来の内部気化型のような純パッシブ方式とも異なる。図1に示す燃料電池1は、例えばセミパッシブ型と呼称される方式を適用したものである。

[0044] ポンプ6の種類は、特に限定されるものではないが、少量の液体燃料を制御性よく送液することができ、さらに小型軽量化が可能という観点から、ロータリーベーンポンプ、電気浸透流ポンプ、ダイヤフラムポンプ、しごきポンプ等を使用することが好ましい。

[0045] ロータリーベーンポンプは、モータで羽を回転させて送液するものである。電気浸透流ポンプは、電気浸透流現象を起こすシリカ等の焼結多孔体を用いたものである。ダイヤフラムポンプは、電磁石や圧電セラミックスによりダイヤフラムを駆動して送液するものである。しごきポンプは、柔軟性を有する燃料流路の一部を圧迫し、燃料をしごき送るものである。これらのうち、駆動電力や大きさ等の観点から、電気浸透流ポンプや圧電セラミックスを有するダイヤフラムポンプを使用することがより好ましい。

[0046] なお、ポンプ6と燃料供給部31との間にリザーバを設けてもよい。

[0047] また、燃料電池1の安定性や信頼性を高めるために、ポンプ6と直列に燃料遮断バルブを配置してもよい。燃料遮断バルブには、電磁石、モータ、形

状記憶合金、圧電セラミックス、バイメタル等をアクチュエータとして、開閉動作を電気信号で制御することが可能な電気駆動バルブが適用される。燃料遮断バルブは、状態保持機能を有するラッチタイプのバルブであることが好ましい。

[0048] また、燃料収容部 4 や流路 5 には、燃料収容部 4 内の圧力を外気とバランスさせるバランスバルブを装着してもよい。燃料収容部 4 から燃料供給機構 3 で膜電極接合体 2 に燃料を供給する場合、ポンプ 6 に代えて燃料遮断バルブのみを配置した構成とすることも可能である。この際の燃料遮断バルブは、流路 5 による液体燃料の供給を制御するために設けられるものである。

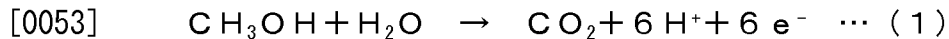
[0049] この実施の形態の燃料電池 1 においては、ポンプ 6 を用いて燃料収容部 4 から燃料供給部 3 1 に液体燃料が間欠的に送液される。ポンプ 6 で送液された液体燃料は、燃料供給部 3 1 を経て膜電極接合体 2 のアノード 1 3 の全面に対して均一に供給される。

[0050] すなわち、複数の単セル C の各アノード 1 3 の平面方向に対して均一に燃料が供給され、これにより発電反応が生起される。燃料供給用（送液用）のポンプ 6 の運転動作は、燃料電池 1 の出力、温度情報、電力供給先である電子機器の運転情報等に基づいて制御することが好ましい。

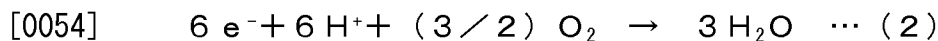
[0051] 上述した燃料電池 1 においては、燃料収容部 4 から流路 5 を介して燃料供給部 3 1 に導入された液体燃料は、液体燃料のまま、もしくは液体燃料と液体燃料が気化した気化成分とが混在する状態で、燃料供給部 3 1 の燃料排出口 3 3 から集電体 1 8 のアノード集電体 1 8 A を介して膜電極接合体 2 のアノード 1 3 に供給される。

[0052] アノード 1 3 に供給された燃料は、アノードガス拡散層 1 2 を拡散してアノード触媒層 1 1 に供給される。液体燃料としてメタノール燃料を用いた場合、アノード触媒層 1 1 で下記の（１）式に示すメタノールの内部改質反応が生じる。なお、メタノール燃料として純メタノールを使用した場合には、カソード触媒層 1 4 で生成した水や電解質膜 1 7 中の水をメタノールと反応させて（１）式の内部改質反応を生起させる、あるいは、水を必要としない

他の反応機構により内部改質反応を生じさせる。



この反応で生成した電子 (e^-) は、集電体 18 を経由して外部に導かれ、いわゆる電気として携帯用電子機器等を動作させた後、集電体 18 を経由してカソード 16 に導かれる。(1) 式の内部改質反応で生成したプロトン (H^+) は、電解質膜 17 を経てカソード 16 に導かれる。カソード 16 には、酸化剤として空気が供給される。カソード 16 に到達した電子 (e^-) とプロトン (H^+) は、カソード触媒層 14 で空気中の酸素と下記の (2) 式にしたがって反応し、この反応に伴って水が生成する。



上述した燃料電池 1 の発電反応において、発電する電力を増大させるためには触媒反応を円滑に行わせるとともに、膜電極接合体 2 の電極全体に均一に燃料を供給し、電極全体をより有効に発電に寄与させることが重要となる。

[0055] ところで、この実施の形態においては、図 2 及び図 3 に示すように、膜電極接合体 2 は、単一の電解質膜 17 の一方の面 17A において間隔をおいて配置された複数のアノード 13 と、電解質膜 17 の他方の面 17C においてアノード 13 のそれぞれと対向するように間隔をおいて配置された複数のカソード 16 と、を備えている。ここでは、アノード 13 及びカソード 16 がそれぞれ 4 個である場合を示している。

[0056] これらのアノード 13 とカソード 16 との各組み合わせは、それぞれ電解質膜 17 を挟持し、単セル C をなしている。複数の単セル C は、略同等のサイズであるとともに略同一の形状である。つまり、単セル C を構成するアノード 13 の各々も略同等のサイズであるとともに略同一の形状であり、しかも、単セル C を構成するカソード 16 の各々も略同等のサイズであるとともに略同一の形状である。ここでは、単セル C の各々は、同一平面上において、その長手方向と直交する方向に間隔をおいて並んで配置されている。なお、膜電極接合体 2 の構造は、ここに示した例に限らず他の構造であっても良

い。

[0057] ここで示した各単セルCは、第1方向Xに平行な長辺を有するとともに第1方向Xに直交する第2方向Yに平行な短辺を有する略長形状に形成されている。つまり、単セルCの長手方向は、第1方向Xに相当する。また、各単セルCを構成するアノード13及びカソード16についても、第1方向Xに平行な長辺を有するとともに第2方向Yに平行な短辺を有する略長形状に形成されている。

[0058] 複数の単セルCの並び方向は、それぞれの単セルCの長手方向すなわち第1方向Xに直交する第2方向Yと平行である。つまり、複数のアノード13の並び方向は第2方向Yであり、また、複数のカソード16の並び方向は第2方向Yである。

[0059] 膜電極接合体2の外形については、略長形状に形成されていても良いし、略正方形に形成されていても良い。

[0060] 図2及び図3に示したような複数の単セルCを有する膜電極接合体2においては、各単セルCは、図示しない集電体によって電氣的に直列に接続されている。すなわち、図2などに示した膜電極接合体2に対応するために、集電体は、それぞれ4個のアノード集電体及びカソード集電体を有している。アノード集電体のそれぞれは、各単セルCにおいてアノードガス拡散層12に積層されている。また、カソード集電体のそれぞれは、各単セルCにおいてカソードガス拡散層15に積層されている。

[0061] 次に、熱伝導体40についてより詳細に説明する。

[0062] 図4は、膜電極接合体2及び熱伝導体40の構造を概略的に示す断面図である。なお、図4においては、説明に必要な主要部のみを模式的に図示しており、熱伝導体40とカソード集電体18Cとの間の絶縁体50は省略している。

[0063] より具体的には、熱伝導体40は、膜電極接合体2のサイズ（例えば、電解質膜17の外形寸法に対応）と同等に形成され、各単セルCのカソード16と対向するように配置されている。つまり、単一の熱伝導体40は、各カ

ソード１６と対向するとともに隣り合うカソード１６の間の空間部ＳＰの直上にも位置している。換言すると、熱伝導体４０は、隣り合う複数のカソード１６に跨って配置されている。

[0064] このような熱伝導体４０と膜電極接合体２との間、より具体的には、熱伝導体４０とカソード１６のカソードガス拡散層１５との間には、カソード集電体１８Ｃが配置されている。換言すると、ここに示した熱伝導体４０は、カソード集電体１８Ｃと図示しないカバープレート２１との間に配置されている。

[0065] このような熱伝導体４０やカソード集電体１８Ｃは、膜電極接合体２に対してカソード側に配置されるが、これらが通気性を有しているため、発電反応に必要な各カソード１６への空気あるいは酸素の導入、さらには、各カソード１６から外部への水蒸気などの気体の排出を阻害することはない。

[0066] このような構成の熱伝導体４０は、熱移動を可能とするバイパスとして機能する。このため、熱伝導体４０は、膜電極接合体２のカソード１６の側において高温部から低温部への熱の移動を促進することが可能となる。すなわち、ある一つの単セルＣを構成するカソード１６の高温部の熱は、熱伝導体４０を介して、同一の単セルＣにおけるカソード１６における低温部へと移動可能となるとともに、隣り合う他の単セルＣを構成する比較的低温のカソード１６へと移動可能となる。当然のことながら、比較的高温の空間部ＳＰの熱も熱伝導体４０を介して低温部へと移動可能となる。

[0067] したがって、膜電極接合体２の面内における温度差を低減することができ、温度分布の均一化を図ることが可能となる。また、間隔において並列配置された単セルＣの間（より具体的には、隣り合うカソード１６の間）が空気などによって電氣的に絶縁されるとともに熱的にも断熱されたとしても、複数の単セルＣに跨って配置された熱伝導体４０による熱移動の促進作用により、膜電極接合体２の面内における温度差を低減することができる。

[0068] 図１及び図４に示した例では、熱伝導体４０が膜電極接合体２のカソード１６の側に配置された場合について説明したが、熱伝導体４０が膜電極接合

体 2 のアノード 1 3 の側に配置されても良い。

[0069] 図 5 は、膜電極接合体及び熱伝導体の他の構造を概略的に示す断面図である。なお、図 5 においては、説明に必要な主要部のみを模式的に図示しており、熱伝導体 4 0 とアノード集電体 1 8 A との間の絶縁体 5 0 は省略している。

[0070] より具体的には、熱伝導体 4 0 は、膜電極接合体 2 のサイズ（例えば、電解質膜 1 7 の外形寸法に対応）と同等に形成され、各単セル C のアノード 1 3 と対向するように配置されている。つまり、単一の熱伝導体 4 0 は、各アノード 1 3 と対向するとともに隣り合うアノード 1 3 の間の空間部 S P の直上にも位置している。換言すると、熱伝導体 4 0 は、隣り合う複数のアノード 1 3 に跨って配置されている。

[0071] このような熱伝導体 4 0 と膜電極接合体 2 との間、より具体的には、熱伝導体 4 0 とアノード 1 3 のアノードガス拡散層 1 2 との間には、アノード集電体 1 8 A が配置されている。換言すると、ここに示した熱伝導体 4 0 は、アノード集電体 1 8 A と図示しない燃料供給機構 3 との間に配置されている。このような熱伝導体 4 0 やアノード集電体 1 8 A は、膜電極接合体 2 に対してアノード側に配置されるが、これらが通気性を有しているため、発電反応に必要な各アノード 1 3 への燃料ガスの導入を阻害することはない。

[0072] このような構成の熱伝導体 4 0 は、熱移動を可能とするバイパスとして機能する。このため、熱伝導体 4 0 は、膜電極接合体 2 のアノード 1 3 の側において高温部から低温部への熱の移動を促進することが可能となる。すなわち、ある一つの単セル C を構成するアノード 1 3 の高温部の熱は、熱伝導体 4 0 を介して、同一の単セル C におけるアノード 1 3 における低温部へと移動可能となるとともに、隣り合う他の単セル C を構成する比較的低温のアノード 1 3 へと移動可能となる。当然のことながら、比較的高温の空間部 S P の熱も熱伝導体 4 0 を介して低温部へと移動可能となる。

[0073] したがって、膜電極接合体 2 の面内における温度差を低減することができ、温度分布の均一化を図ることが可能となる。また、間隔において並列配置

された単セルCの間（より具体的には、隣り合うアノード13の間）が空気などによって電氣的に絶縁されるとともに熱的にも断熱されたとしても、複数の単セルCに跨って配置された熱伝導体40による熱移動の促進作用により、膜電極接合体2の面内における温度差を低減することができる。

[0074] 上述した例では、熱伝導体40が膜電極接合体2のカソード16の側のみに配置された場合、及び、熱伝導体40が膜電極接合体2のアノード13の側のみに配置された場合について説明したが、熱伝導体40は、膜電極接合体2のアノード13の側及びカソード16の側の両方に配置されても良い。

[0075] 図6は、膜電極接合体及び熱伝導体の他の構造を概略的に示す断面図である。なお、図6においては、説明に必要な主要部のみを模式的に図示しており、熱伝導体40とアノード集電体18Aとの間の絶縁体50、及び、熱伝導体40とカソード集電体18Cとの間の絶縁体50は省略している。

[0076] より具体的には、熱伝導体40は、膜電極接合体2のサイズ（例えば、電解質膜17の外形寸法に対応）と同等に形成され、各単セルCのアノード13及びカソード16とそれぞれ対向するように配置されている。つまり、単一の熱伝導体40は、各アノード13と対向するとともに隣り合うアノード13の間の空間部SPの直上にも位置している。また、単一の熱伝導体40は、各カソード16と対向するとともに隣り合うカソード16の間の空間部SPの直上にも位置している。

[0077] このような構成においては、図4に示した例及び図5に示した例の両方の効果が同時に得られる。

[0078] このように、熱伝導体40は、膜電極接合体2の複数のカソード16の電解質膜17側とは反対の面側及び複数のアノード13の電解質膜17側とは反対の面側の少なくとも一方に配置されていれば良い。

[0079] なお、熱伝導体40は、必ずしも全てのアノード13またはカソード16と対向していなくてもよい。例えば、図7に示すように、熱伝導体40は、膜電極接合体2のサイズよりも小さく形成され、複数のアノード13及び複数のカソード16のうち、一部を露出していてもよい。つまり、両端の単セ

ルCを構成するアノード13及びカソード16の一部は、熱伝導体40と対向することなく、熱伝導体40から露出している。

[0080] このような場合であっても、膜電極接合体2に形成された全ての単セルCを含む発電部（つまり、図示しないシール部材によって囲まれた全ての単セルCが占める領域及び隣接する単セルCの間の間隔を含めた領域）の外形寸法Dの80%以上の面積が熱伝導体40によって覆われていれば、熱伝導体40を介した十分な熱移動が可能となり、膜電極接合体2の面内における温度分布の均一化を図ることが可能である。

[0081] 図7に示した例では、アノード13に対向する熱伝導体40及びカソード16に対向する熱伝導体40の両方の外形寸法がそれぞれ発電部の外形寸法Dの80%の面積を有している。なお、図4に示した例のように、熱伝導体40がカソード16のみに対向する場合や、図5に示した例のように、熱伝導体40がアノード13のみに対向する場合であっても、それぞれの熱伝導体40の外形寸法が膜電極接合体2における発電部の外形寸法Dの80%以上の面積を有していれば、温度分布の均一化の効果は得られる。

[0082] 上述した例のように複数の単セルCを備えた膜電極接合体2の面内においては、図8に示すように、中央部2Cは比較的放熱されにくく高温となりやすく、逆に、周辺部2Pは中央部と比較して低温となりやすい。この場合、熱伝導体40を配置したことにより、膜電極接合体2の中央部2Cから周辺部2Pへの熱移動が促進され、膜電極接合体2の中央部2Cと周辺部2Pとの温度差を低減することが可能となる。つまり、膜電極接合体2の面内における温度分布を均一化することが可能となる。

[0083] このため、温度差に起因した飽和水蒸気圧差も低減され、膜電極接合体2の面内において、中央部2C及び周辺部2Pのいずれにおいても、発電反応に必要な物質の授受を促進することが可能となる。例えば、周辺部2Pが極端に低温となることなく、適度に高温部からの熱により加温されることにより、発電反応で生成した水の凝集を抑制して空気の取り込み不足を解消できるとともに、アノード側での液体燃料の気化が促進され、安定して高い発電

効率を維持することが可能となる。一方で、中央部 2 C が極端に高温となることがなくなり、適度に放熱することにより、発電反応に必要な水が蒸散するのを抑制して、安定して高い発電効率を維持することが可能となる。

[0084] これにより、安定して高い出力を得ることが可能となる。

[0085] 上述した熱伝導体 40 としては、液体燃料や水、酸素等によって溶解や腐食、酸化等を生じることがなく、かつ熱伝導率の高い材料によって形成されることが望ましい。また、熱伝導体 40 は、通気性を確保する必要があり、多孔質性あるいは貫通孔を有している。このうち、多孔質性の熱伝導体 40 としては、炭素繊維素材が好適であり、例えば、東レ社製のカーボンペーパー（TGPH シリーズ）や、SGL カーボンジャパン社製のカーボンペーパー（GDL シリーズ）などが適用可能である。また、貫通孔を有する熱伝導体 40 としては、黒鉛（グラファイト）などの炭素質の材料をシート状に加工したグラファイトシート（例えば、グラフテック社製のグラファイトシート（eGr a f シリーズ））に貫通孔を形成したものなどが適用可能である。さらに、熱伝導体 40 としては、熱伝導性に優れた金、アルミニウム、銅、タングステン、モリブデン等の金属、または、ステンレスなどのこれらの金属の合金に貫通孔を形成したものなどが適用可能である。

[0086] 熱伝導体 40 として金属材料を用いた場合、カソード 16 で生成した水や、大気中に含まれる酸素や水蒸気等によって酸化、腐食を生じる可能性がある。それを防ぐために、熱伝導体 40 としては、ステンレス等の腐食しにくい材料を用いるか、または、熱伝導体 40 の表面に、金などの酸化しにくい金属をメッキしたり、炭素質の物質や、樹脂もしくはゴムでコーティングを施したり、液体燃料の蒸気に溶解しない塗料で塗装する等しても良い。

[0087] 上記のようにコーティングを施すための樹脂もしくはゴムとしては、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリスチレン、ポリエチレンテレフタレート、ナイロン、ポリエーテルエーテルケトン（PEEK）、ポリテトラフルオロエチレン（PTFE）、テトラフルオロエチレン・パーフルオロアルキルビニルエーテル共重合体（PFA）、ポリ塩化ビニル、ポリイミド、シリコー

ン樹脂等の樹脂、エチレン・プロピレンゴム（EPDM）、フッ素ゴム等のゴムが使用可能である。これら樹脂やゴムは金属に比べて熱伝導率が低いいため、コーティングを施す場合には、コーティングする樹脂もしくはゴムはできるだけ薄くするのが望ましい。

[0088] 上述した熱伝導体40とカソード集電体18Cとの間、及び、熱伝導体40とアノード集電体18Aとの間には、必要に応じて、熱伝導体40と集電体18との間を電氣的に絶縁するために、絶縁体50が配置される。また、導電性を有する材料で形成された熱伝導体40が複数の単セルCに対して共通に配置される場合には、隣り合う単セルCの間を絶縁するためにも、熱伝導体40と集電体18の間には、絶縁体50を配置することが望ましい。

[0089] また、絶縁体50は、熱伝導体40と同様に通気性を確保する必要がある、多孔質性あるいは貫通孔を有している。このため、絶縁体50が膜電極接合体2のカソード16の側に配置された場合に、各カソード16への発電反応に必要な空気あるいは酸素の導入、さらには、各カソード16から外部への水蒸気などの気体の排出を阻害することはない。同様に、絶縁体50が膜電極接合体2のアノード13の側に配置された場合にも、各アノード13への発電反応に必要な燃料ガスの導入を阻害することはない。

[0090] この絶縁体50は、フィルム状あるいは板状に形成されており、その厚みとしては、絶縁性を確保できれば特に制限はないが、モジュールの薄型化の要求に対応するためには100 μ m以下であることが望ましく、ここではたとえば20 μ mである。

[0091] このような絶縁体50を構成する材料としては、上述したのと同様の樹脂やゴム等の材料が使用可能であり、例えば、ポリテトラフルオロエチレン（PTFE）などが好適である。また、熱伝導体40の腐食を防止するための上記したコーティングや塗装が、絶縁体50を兼ねていても良い。

[0092] 上述した熱伝導体40は、その平面方向の熱伝導率 λ_p が厚み方向の熱伝導率 λ_t よりも大きい熱伝導異方性を有していることが望ましい。つまり、熱伝導体40に求められる特性は、面内の熱分布の均一化であり、厚み方

向の熱伝導率 λ_t の方が大きい場合には厚み方向への熱の移動が促進され、面内つまり膜電極接合体の高温部から低温部への熱の移動が阻害されてしまうおそれがある。

[0093] このような熱伝導体40において、平面方向の熱伝導率 λ_p と厚み方向の熱伝導率 λ_t との比 $\lambda = \lambda_p / \lambda_t$ は、10以上であることが望ましく、20以上であることがより望ましい。なお、ここで説明した熱伝導率 λ_p 及び λ_t は、レーザーフラッシュ法によって測定したものである。

[0094] ここで、熱伝導率比 λ によって変化する膜電極接合体2の面内の温度分布を測定した。このとき、温度（すなわち、膜電極接合体の表面温度）は、各単セルCにおけるカソードガス拡散層15と絶縁体50との間に挟み込んだ熱電対によって測定した。なお、熱電対は、各単セルCの長手方向の中心部において複数箇所設置した。測定結果を図9に示す。この図9においては、面内の最高温度に対する温度差 ΔT （℃）を縦軸とした。

[0095] 図9に示したように、比 $\lambda = 1$ の場合には、熱伝導体40を配置しなかった場合と大差はなかった。これに対して、熱伝導異方性を有する（つまり、 $\lambda_p > \lambda_t$ ）熱伝導体40を適用した場合には、膜電極接合体2の中央部2Cと周辺部2Pとでの温度差が低減される傾向が確認された。

[0096] 比 λ が10以上の熱伝導体40を適用した場合には、全ての単セルCの中心部での温度差を3℃程度に緩和することができた。

[0097] さらに、比 λ が20以上の熱伝導体40を適用した場合には、膜電極接合体2の全域にわたって温度差を3℃以内に緩和することができた。このとき、カソードガス拡散層15における面内の飽和水蒸気圧差が±10%以下となることが確認された。

[0098] 上述した熱伝導体40は、膜電極接合体2の面内の温度分布の均一化を図る上で十分な厚みであることが望ましく、その厚みは100 μm 以上であることが望ましいが、モジュールの薄型化の要求に対応するためにはより薄いほうが望ましい。

[0099] ここで、熱伝導体40の厚み t によって変化する膜電極接合体2の面内の

温度分布を測定した。このときの温度測定条件は上記の通りである。測定結果を図 10 に示す。この図 10 においては、面内の最高温度に対する温度差 ΔT (°C) を縦軸とした。

[0100] 図 10 に示したように、熱伝導体 40 の厚み t が厚いほど、膜電極接合体 2 の中央部 2C と周辺部 2P とでの温度差が低減される傾向が確認された。厚み t が $100\ \mu\text{m}$ 以上の熱伝導体 40 を適用した場合には、全ての単セル C の中心部での温度差を 3°C 程度に緩和することができた。さらに、厚み t が $250\ \mu\text{m}$ 以上の熱伝導体 40 を適用した場合には、膜電極接合体 2 の全域にわたって温度差を 3°C 以内に緩和することができた。

[0101] ここで、この熱伝導体 40 の厚み t については、例えばその熱伝導体の熱伝導率 λ との関係から、 $\lambda \times t$ が 1000 以上であることが好ましい。

[0102] 熱伝導体 40 の気孔率は、板状体 20 の気孔率より高く設定することが望ましい。すなわち、膜電極接合体 2 のカソード側に配置される熱伝導体 40 及び板状体 20 は、ともにカソード 16 への空気の導入を阻害しないように通気性を有している。一方で、板状体 20 は保温層としての機能を有することから、十分な保温力を確保するためには板状体 20 の気孔率は 25% 程度である。これに対して、熱伝導体 40 は、板状体 20 よりもカソード側に位置しており、カソード 16 への空気の導入を阻害しないように、板状体 20 よりも高い気孔率に設定されている。

[0103] また、熱伝導体 40 の気孔率は、その熱伝導率をコントロールするファクターの 1 つである。すなわち、気孔率が高いほど熱伝導体 40 の内部が気体成分で満たされ、放熱性能の低下を招く。つまり、気孔率が高いほど熱伝導率は低下する。このように、熱伝導体 40 には、熱伝導性を確保しつつ、通気性を確保することが要求され、両者を考慮すると、熱伝導体 40 の気孔率は 50% 以上であることが望ましい。

[0104] なお、膜電極接合体 2 の面内の温度分布は、中央部 2C で高く、周辺部 2P で低い場合が多い。これに対応するため、熱伝導体 40 においては、その中央部での気孔率が周辺部より小さいことが望ましい。つまり、熱伝導体 4

0において、膜電極接合体2の中央部2Cに対向する部分では比較的熱伝導率が高く、熱の移動を促進するとともに、周辺部2Pに対向する部分では比較的熱伝導率が低い半面、通気性が高く発電反応を促進することが可能となる。

[0105] このとき、熱伝導体40は、その気孔率が中央部から周辺部に向かって連続的に大きくなるように構成しても良い。この場合、熱伝導体40の面内の熱伝導率が一定ではなく、中央部から周辺部にかけて連続的に大きくなる。

[0106] <<第1実施例>>

以下に説明する各実施例及び比較例に係る燃料電池の膜電極接合体2は、図2などに示したように、4つの単セルCを備えた構成であり、各単セルCが集電体18によって電氣的に直列に接続されている。

[0107] (実施例1)

図4などに示したように、実施例1に係る燃料電池においては、熱伝導体40は、膜電極接合体2のカソード16側のみに配置されている。この熱伝導体40としては、カーボンペーパーを適用した。すなわち、膜電極接合体2の各単セルCのカソード16には、集電体18のカソード集電体18Cが重なる。カソード集電体18Cの上には、絶縁体50を介して熱伝導体40が配置されている。熱伝導体40の上には、板状体20を介してカバープレート21が配置されている。このため、カソード16で発生した熱は、カソード集電体18Cを介して熱伝導体40に伝わり、面内に拡散する。

[0108] (実施例2)

図5などに示したように、実施例2に係る燃料電池においては、熱伝導体40は、膜電極接合体2のアノード13側のみに配置されている。この熱伝導体40としては、カーボンペーパーを適用した。すなわち、膜電極接合体2の各単セルCのアノード13には、集電体18のアノード集電体18Aが重なる。アノード集電体18Aの上には、絶縁体50を介して熱伝導体40が配置されている。このため、アノード13で発生した熱は、アノード集電

体 1 8 A を介して熱伝導体 4 0 に伝わり、面内に拡散する。

[0109] (実施例 3)

図 6 などに示したように、実施例 3 に係る燃料電池においては、熱伝導体 4 0 は、膜電極接合体 2 のアノード 1 3 側及びカソード 1 6 側の両方に配置されている。この熱伝導体 4 0 としては、カーボンペーパーを適用した。アノード 1 3 側およびカソード 1 6 側のそれぞれの構成は実施例 1 及び実施例 2 と同様である。

[0110] (実施例 4)

図 7 などに示したように、実施例 4 に係る燃料電池においては、熱伝導体 4 0 は、実施例 3 と同様に、膜電極接合体 2 のアノード 1 3 側及びカソード 1 6 側の両方に配置されている。この熱伝導体 4 0 としては、カーボンペーパーを適用した。なお、実施例 1 乃至 3 では、熱伝導体 4 0 は、全てのアノード 1 3 あるいは全てのカソード 1 6 の全面に対向するように配置されたが、実施例 4 では、熱伝導体 4 0 は、外形寸法 D の 8 0 % に相当する面積を有しており、一部のアノード 1 3 及び一部のカソードには対向していない。

[0111] (実施例 5)

実施例 5 に係る燃料電池においては、熱伝導体 4 0 は、実施例 3 と同様に、膜電極接合体 2 のアノード 1 3 側及びカソード 1 6 側の両方に配置されている。特に、この実施例 5 においては、熱伝導体 4 0 は、カーボンペーパーに代えて、金 (Au) によって形成されている。

[0112] より具体的には、図 1 1 に示すように、膜電極接合体 2 の各単セル C のカソード 1 6 には、集電体 1 8 のカソード集電体 1 8 C が重なる。この場合、カソード集電体 1 8 C は、格子状に形成され、カソード 1 6 の周縁部などと接触している。カソード集電体 1 8 C の上には、図示しない P T F E によって形成された絶縁体を介して熱伝導体 4 0 が配置されている。この熱伝導体 4 0 は、カソード集電体 1 8 C と同様の形状を有しており、貫通孔 4 0 A が形成されている。熱伝導体 4 0 の上には、図示しない板状体を介してカバープレート 2 1 が配置されている。

[0113] このような構成により、開口部 21A から導入された空気は、熱伝導体 40 の貫通孔 40A を通り、カソード集電体 18C を介してカソード 16 に取り込まれ、発電反応に利用される。

[0114] 一方で、膜電極接合体 2 の各単セル C のアノード 13 には、集電体 18 のアノード集電体 18A が重なる。この場合、アノード集電体 18A は、カソード集電体 18C と同様の格子状に形成され、アノード 13 の周縁部などと接触している。アノード集電体 18A の上には、図示しない PTFE によって形成された絶縁体を介して熱伝導体 40 が配置されている。この熱伝導体 40 にも、図 11 に示した例と同様に、貫通孔 40A が形成されている。

[0115] このような構成により、燃料供給機構 3 から供給された燃料ガスは、熱伝導体 40 の貫通孔 40A を通り、アノード集電体 18A を介してアノード 13 に取り込まれ、発電反応に利用される。

[0116] (比較例 1)

比較例に係る燃料電池は、熱伝導体を備えていない。

[0117] 《性能評価》

上述した燃料電池について、性能評価を行った。この性能評価は、温度 25℃、相対湿度 50% の環境で行った。燃料収容部には純メタノールを注入し、一定電圧で発電を行い、出力電圧及び発電中のカソード側の表面温度をそれぞれ測定した。出力については、10 時間での平均出力を算出した。また、表面温度については、図 11 に示したように、中央部、中間部、及び、端部の 3 箇所それぞれ測定し、10 時間での平均温度を算出した。

[0118] 結果を図 12 に示す。すなわち、比較例 1 の平均出力を 100 としたとき、いずれの実施例においても、比較例 1 よりも高い出力が得られることが確認された。また、比較例 1 の中央部における平均温度を 100 としたとき、比較例 1 においては、中央部から端部にかけて大きな温度差 (15%) が生じているのに対して、いずれの実施例においても中央部と端部との温度差は 10% 以下であり、比較例 1 よりも面内の温度分布が均一化できていることが確認された。

- [0119] 次に、膜電極接合体 2 に組み合わせられる熱伝導体 40 のバリエーションについて説明する。
- [0120] 図 13 に示すように、膜電極接合体 2 は、略長方形状に形成され、第 1 方向 X に平行な長辺 2 L を有するとともに第 2 方向 Y に平行な短辺 2 S を有している。この膜電極接合体 2 は、4 つの単セル C を備えている。各単セル C は、略長方形状に形成され、第 1 方向 X に平行な長辺 C L を有するとともに第 2 方向 Y に平行な短辺 C S を有している。
- [0121] 熱伝導体 40 は、膜電極接合体 2 のアノード 13 の側及びカソード 16 の側の少なくとも一方に配置されている。図 13 では、膜電極接合体 2 の上に熱伝導体 40 が重なった状態を図示している。すなわち、熱伝導体 40 は、単一の平板状に形成され、4 つの開口部 41 を有している。各開口部 41 は、各単セル C の一部を露出するように形成されている。つまり、各開口部 41 は、単セル C の外形寸法よりも小さい略長方形状に形成され、単セル C の長辺 C L と平行でありながら単セル C の長辺 C L よりも短い長辺 41 L を有するとともに、単セル C の短辺 C S と平行でありながら単セル C の短辺 C S よりも短い短辺 41 S を有している。
- [0122] このような熱伝導体 40 は、各単セル C の周縁に沿った額縁状に形成されている。つまり、熱伝導体 40 は、単セル C を構成するアノード 13 の各々の周縁及びカソード 16 の各々の周縁の少なくとも一方に沿った額縁状に形成されている。
- [0123] また、この熱伝導体 40 においては、隣り合う単セル C の間の直上にスリット 42 が形成されている。つまり、熱伝導体 40 において、隣り合うアノード 13 の間及び隣り合うカソード 16 の間の少なくとも一方の直上には、スリット 42 が形成されている。このため、熱伝導体 40 は、複数の単セル C に跨ることがなく、各単セル C に独立に配置されている。但し、熱伝導体 40 の周縁では繋がっており、単一の熱伝導体 40 を構成している。
- [0124] 図 14 に示した例の熱伝導体 40 は、図 13 に示した熱伝導体 40 と比較して、さらに、各単セル C の長辺 C L に平行な第 1 方向 X に沿って直線状に

形成された1本の第1延出部43が追加された点で相違している。この第1延出部43は、各単セルCの上に配置されている。換言すると、各単セルCの上の開口部41は、1本の第1延出部43により分割された2個のセグメントからなる。なお、第1延出部43が各単セルCの上に2本以上配置されても良い。

[0125] 図15に示した例の熱伝導体40は、図14に示した熱伝導体40と比較して、さらに、各単セルCの短辺CSに平行な第2方向Yに沿って直線状に形成された3本の第2延出部44が追加された点で相違している。これらの第2延出部44は、各単セルCの上に略等間隔に配置されている。換言すると、各単セルCの上の開口部41は、1本の第1延出部43及び3本の第2延出部44により分割された8個のセグメントからなる。つまり、熱伝導体40は、各単セルCの上において第1方向Xと第2方向Yとに交差する格子状に形成されている。なお、第2延出部44が各単セルCの上に1乃至2本配置されても良いし、4本以上配置されても良い。

[0126] 図16に示した例の熱伝導体40は、図15に示した熱伝導体40と比較して、さらにより多くの第2延出部44が追加された点で相違している。ここでは、15本の第2延出部44が各単セルCの上に略等間隔に配置されている。換言すると、各単セルCの上の開口部41は、1本の第1延出部43及び15本の第2延出部44により分割された略正形状の32個のセグメントからなる。つまり、熱伝導体40は、各単セルCの上において第1方向Xと第2方向Yとに交差する格子状に形成されている。

[0127] 図17に示す例の膜電極接合体2は、略正形状に形成され、第1方向X及び第2方向Yに平行な各辺の長さが略等しい。この膜電極接合体2は、4つの単セルCを備えている。これらの4つの単セルCは、第1方向X及び第2方向Yにそれぞれ2個ずつ並べた2×2のマトリクス状に配置されている。つまり、単セルCを構成するアノード13及びカソード16は、2×2のマトリクス状に配置されている。

[0128] このような膜電極接合体2に適用される熱伝導体40は、略正形状に形

成され、膜電極接合体 2 のアノード 13 の側及びカソード 16 の側の少なくとも一方に配置されている。図 17 では、膜電極接合体 2 の上に熱伝導体 40 が重なった状態を図示している。すなわち、熱伝導体 40 は、単一の平板状に形成され、各単セル C の一部を露出する開口部 41 を有している。各単セル C の上の開口部 41 は、略正形状の複数のセグメントからなる。つまり、熱伝導体 40 は、各単セル C の上において格子状に形成されている。

[0129] なお、図 16 や図 17 に示したような熱伝導体 40 は、 m 及び n を 1 以上の整数としたとき $m \times n$ のマトリクス状に配置された単セル C を備えた膜電極接合体 2 に対して適用可能である。

[0130] 図 18 に示した例の熱伝導体 40 は、図 17 に示した熱伝導体 40 と比較して、中央部から周辺部に向かって放射状に形成された点で相違している。すなわち、熱伝導体 40 は、各単セル C の一部を露出するとともに放射状に形成された開口部 41 を有している。

[0131] なお、図 18 に示したような熱伝導体 40 は、 m 及び n を 1 以上の整数としたとき $m \times n$ のマトリクス状に配置された単セル C を備えた膜電極接合体 2 に対して適用可能である。

[0132] 図 19 に示す例の膜電極接合体 2 は、略円形状に形成されている。この膜電極接合体 2 は、4 つの単セル C を備えている。これらの 4 個の単セル C は、膜電極接合体 2 の中心から円周に向かって放射状に配置されている。つまり、各単セル C、あるいは、単セル C を構成するアノード 13 及びカソード 16 は、扇形状に形成されている。

[0133] このような膜電極接合体 2 に適用される熱伝導体 40 は、略円形状に形成され、膜電極接合体 2 のアノード 13 の側及びカソード 16 の側の少なくとも一方に配置されている。図 19 では、膜電極接合体 2 の上に熱伝導体 40 が重なった状態を図示している。すなわち、熱伝導体 40 は、単一の平板状に形成され、各単セル C の一部を露出する開口部 41 を有している。各単セル C の上の開口部 41 は、放射状に形成されている。つまり、熱伝導体 40 は、各単セル C の上において放射状に形成されている。

- [0134] なお、図 19 に示したような熱伝導体 40 は、3 個以下の単セル C を備えた膜電極接合体 2 や、5 個以上の単セル C を備えた膜電極接合体 2 などに対して適用可能である。
- [0135] 図 20 に示す例の膜電極接合体 2 は、略六角形状に形成されている。この膜電極接合体 2 は、6 つの単セル C を備えている。これらの 6 個の単セル C は、膜電極接合体 2 の中央部から周辺部に向かって放射状に配置されている。つまり、各単セル C、あるいは、単セル C を構成するアノード 13 及びカソード 16 は、三角形形状に形成されている。
- [0136] このような膜電極接合体 2 に適用される熱伝導体 40 は、略六角形状に形成され、膜電極接合体 2 のアノード 13 の側及びカソード 16 の側の少なくとも一方に配置されている。図 20 では、膜電極接合体 2 の上に熱伝導体 40 が重なった状態を図示している。すなわち、熱伝導体 40 は、単一の平板状に形成され、各単セル C の一部を露出する開口部 41 を有している。各単セル C の上の開口部 41 は、放射状に形成されている。つまり、熱伝導体 40 は、各単セル C の上において放射状に形成されている。
- [0137] なお、図 20 に示したような熱伝導体 40 は、外形が六角形状の膜電極接合体に限らず、N を 3 以上の整数としたとき N 角形状の膜電極接合体 2 に対して適用可能である。
- [0138] ところで、本実施形態を別の観点から規定すると、以下の通りとなる。
- [0139] 図 21 には、燃料電池 1 を構成する膜電極接合体 2 及び熱伝導体 40 の分解図が模式的に示されている。
- [0140] 膜電極接合体 2 が略長方形形状に形成されている場合、膜電極接合体 2 の長辺 2 L に平行な第 1 方向 X の長さを L_x とし、膜電極接合体 2 の短辺 2 S に平行な第 2 方向 Y の長さを L_y とする。ここでは、単セル C の個数や配置にかかわらず、膜電極接合体 2 に形成された全ての単セル C を含む発電部 2 X の第 1 方向 X に沿った長さを L_x とし、発電部 2 X の第 2 方向 Y に沿った長さを L_y としている。
- [0141] このような膜電極接合体 2 に適用される熱伝導体 40 については、第 1 方

向Xの熱伝導体40の熱伝導率 λ_x と第1方向Xの熱伝導体40の断面積 S_x との積($\lambda_x \times S_x$)を熱伝導性 Λ_x とし、第2方向Yの熱伝導体40の熱伝導率 λ_y と第2方向Yの熱伝導体40の断面積 S_y との積($\lambda_y \times S_y$)を熱伝導性 Λ_y とする。

[0142] この場合、膜電極接合体2と熱伝導体40とを組み合わせた燃料電池1においては、以下の関係を満たすように構成されている。

[0143] $(\Lambda_x \times L_x) / (\Lambda_y \times L_y) > 1$

この関係を満たす燃料電池1によれば、上述した本実施形態の効果が得られる。

[0144] また、本実施形態をさらに別の観点から規定すると、以下の通りとなる。

[0145] 膜電極接合体2が略正形状または略長形状に形成され、この膜電極接合体2に形成された各単セルCの長手方向つまりアノード13の各々及びカソード16の各々の長手方向が第1方向Xに平行であり、複数の単セルCの並び方向つまり複数のアノード13の並び方向及び複数のカソード16の並び方向が第1方向Xに直交する第2方向Yに平行である場合、膜電極接合体2の第1方向Xの長さを L_x とし、膜電極接合体2の第2方向Yの長さを L_y とする。ここでも、膜電極接合体2に形成された全ての単セルCを含む発電部2Xの第1方向Xに沿った長さを L_x とし、発電部2Xの第2方向Yに沿った長さを L_y としている。

[0146] このような膜電極接合体2に適用される熱伝導体40については、第1方向Xの熱伝導体40の熱伝導率 λ_x と第1方向Xの熱伝導体40の断面積 S_x との積($\lambda_x \times S_x$)を熱伝導性 Λ_x とし、第2方向Yの熱伝導体40の熱伝導率 λ_y と第2方向Yの熱伝導体40の断面積 S_y との積($\lambda_y \times S_y$)を熱伝導性 Λ_y とする。

[0147] この場合、膜電極接合体2と熱伝導体40とを組み合わせた燃料電池1においては、以下の関係を満たすように構成されている。

[0148] $(\Lambda_x \times L_x) / (\Lambda_y \times L_y) > 1$

この関係を満たす燃料電池1によれば、上述した本実施形態の効果が得ら

れる。

[0149] 以下に、第2実施例について説明する。

[0150] <<第2実施例>>

(実施例6)

アノード用触媒粒子 ($Pt : Ru = 1 : 1$) を担持したカーボンブラックに、プロトン伝導性樹脂としてパーフルオロカーボンスルホン酸溶液と、分散媒として水およびメトキシプロパノールを添加し、アノード用触媒粒子を担持したカーボンブラックを分散させてペーストを調製した。得られたペーストをアノードガス拡散層12としての多孔質カーボンペーパー (81 mm × 9.7 mm の長方形) に塗布することにより、厚さが100 μm のアノード触媒層11を得た。

[0151] カソード用触媒粒子 (Pt) を担持したカーボンブラックに、プロトン伝導性樹脂としてパーフルオロカーボンスルホン酸溶液と、分散媒として水およびメトキシプロパノールを添加し、カソード用触媒粒子を担持したカーボンブラックを分散させてペーストを調製した。得られたペーストをカソードガス拡散層15としての多孔質カーボンペーパーに塗布することにより、厚さが100 μm のカソード触媒層14を得た。

[0152] なお、アノードガス拡散層12及びカソードガス拡散層15は、同一形状かつ同一の大きさであり、厚さも等しく、それぞれのガス拡散層に塗布されたアノード触媒層11及びカソード触媒層14も同一形状かつ同一の大きさである。

[0153] 上記したように作製したアノード触媒層11とカソード触媒層14との間に、電解質膜17として厚さが30 μm で、含水率が10～20重量%のパーフルオロカーボンスルホン酸膜 (商品名: nafion 膜、デュポン社製) を、4つのアノードガス拡散層12および4つのカソードガス拡散層15が、それぞれの長手方向が略平行で、その間隔が1.2 mm となるように並んで配置し、アノード触媒層11とカソード触媒層14とが対向するように位置を合わせた状態で、ホットプレスを施すことにより、膜電極接合体2を

得た。

- [0154] このように作成した膜電極接合体 2 は、集電体 18 によって挟持され、アノードガス拡散層 12 とアノード集電体 18 A とが対向するとともに、カソードガス拡散層 15 とカソード集電体 18 C とが対向している。すなわち、カソード集電体 18 C として、カソードガス拡散層 15 の上に金箔を積層した。また、アノード集電体 18 A として、アノードガス拡散層 12 の上に金箔を積層した。これらのアノード集電体 18 A 及びカソード集電体 18 C は、上記した 4 対のアノード触媒層 11 とカソード触媒層 14 とが電氣的に直列に接続されるように形成されている。
- [0155] 膜電極接合体 2 の電解質膜 17 と集電体 18 との間には、アノード側及びカソード側の双方について、シール部材 19 として、それぞれ幅が 2 mm のゴム製のリングを挟持してシールを施した。
- [0156] カソード集電体 18 C の上には、絶縁体 50 として、厚さが $20\ \mu\text{m}$ で気孔率 68% のポリテトラフルオロエチレン (PTFE) 製微多孔膜を積層した。更に、この絶縁体 50 の上には、熱伝導体 40 として、厚さが $50\ \mu\text{m}$ のグラファイトシート (グラフテック社製; 型番 SS400-0.05) を図 13 に示したような形状に切り抜き、積層した。この熱伝導体 40 であるグラファイトシートは、平面方向 (図 13 に示した第 1 方向 X および第 2 方向 Y) の熱伝導率 λ_{pl} が 400 W/mK であり、その厚み方向 (図 13 の第 1 方向 X 及び第 2 方向 Y に直交する Z 方向) の熱伝導率 λ_t が 3.5 W/mK である。
- [0157] この実施例 6 においては、図 13 に示した熱伝導体 40 の第 1 方向 X の熱伝導性 Λ_x 及び第 2 方向 Y の熱伝導性 Λ_y と、膜電極接合体 2 の第 1 方向 X の長さ L_x 及び膜電極接合体 2 の第 2 方向 Y の長さ L_y とから求められる ($\Lambda_x \times L_x$) / ($\Lambda_y \times L_y$) の値は、4.47 である。
- [0158] 熱伝導体 40 の上には、板状体 20 として、厚さが 0.75 mm であり、透気度が $3.0\text{ 秒}/100\text{ cm}^3$ (JIS P 8117:2009 に規定の測定方法による) であり、透湿度が $3000\text{ g}/(\text{m}^2 \cdot 24\text{ h})$ (JIS

L 1099:2006 A-1に規定の測定方法による)のポリエチレン製多孔質フィルムを、長さ85mm、幅46.6mmの長方形に切り、積層した。外気からカソード16に供給される空気は、この板状体20を透過することとなる。

[0159] この板状体20の上には、カバープレート21として、外形が90mm×48mmの長方形であり、厚さが0.3mmのステンレス板(SUS304)を積層した。このカバープレート21には、一辺の長さが3.5mmの正方形の120個の開口部21Aが形成されている。

[0160] 温度が25℃、相対湿度が50%の環境の下、上記したように作成した燃料電池1に、純度99.9重量%の純メタノールを供給した。また、定電圧電源を接続して、燃料電池1の出力電圧が直列に接続した4対の単セルの中の1対あたり0.35Vで一定になるように、燃料電池1に流れる電流を制御し、このとき、燃料電池1から得られる出力密度を計測した。

[0161] ここで、燃料電池1の出力密度(mW/cm^2)とは、燃料電池1に流れる電流密度(発電部の面積 1cm^2 当りの電流値(mA/cm^2))に燃料電池1の出力電圧を乗じたものである。また、発電部の面積とは、アノード触媒層11とカソード触媒層14とが対向している部分の面積である。本実施例では、アノード触媒層11とカソード触媒層14の面積が等しく、かつ完全に対向しているので、発電部の面積はこれらの触媒層の面積に等しい。

[0162] また、図11に示したように、カバープレート21の中央部と端部の表面にそれぞれ熱電対を取り付け、この2点間の温度差を測定した。

[0163] (実施例7)

熱伝導体40の形状を図15のようにした以外は、実施例6と同様である。この実施例7では、 $(\Lambda_x \times L_x) / (\Lambda_y \times L_y)$ の値は6.21である。

[0164] (実施例8)

熱伝導体40の形状を図16のようにした以外は、実施例6と同様である。この実施例7では、 $(\Lambda_x \times L_x) / (\Lambda_y \times L_y)$ の値は1.53であ

る。

[0165] (比較例 2)

いずれの形状の熱伝導体 40 も設けない以外は、実施例 6 と同様である。

[0166] 図 22 には、以上の結果をまとめて示したものである。なお、燃料電池 1 の出力密度を計測した結果と、カバープレート 21 の表面における中央部と端部との温度差を計測した結果は、それぞれ比較例 2 の値を 100 とした相対値で示してある。実施例 6 乃至 8 のいずれにおいても、比較例 2 より温度分布が均一化され、しかも、比較例 2 よりも高い出力密度が得られることが確認された。

[0167] 以上説明したように、この実施の形態によれば、膜電極接合体の面内での温度の分布のばらつきを緩和し、発電反応に必要な物質の授受の阻害因子を取り除き、安定して高い出力を得ることが可能であるとともに長寿命化が可能な燃料電池を提供することができ、さらには、その応用機器を提供することもできる。

[0168] 上述した各実施形態の燃料電池 1 は、各種の液体燃料を使用した場合に効果を発揮し、液体燃料の種類や濃度は限定されるものではない。ただし、燃料を面方向に分散させつつ供給する燃料供給部 31 は、特に燃料濃度が濃い場合に有効である。このため、各実施形態の燃料電池 1 は、濃度が 80 wt % 以上のメタノールを液体燃料として用いた場合に、その性能や効果を特に発揮することができる。したがって、各実施形態は、メタノール濃度が 80 wt % 以上のメタノール水溶液や純メタノールを液体燃料として用いた燃料電池 1 に好適である。

[0169] さらに、上述した各実施形態は、本発明をセミパッシブ型の燃料電池 1 に適用した場合について説明したが、本発明はこれに限られるものではなく、内部気化型の純パッシブ型の燃料電池に対しても適用可能である。

[0170] なお、本発明は液体燃料を使用した各種の燃料電池に適用することができる。また、燃料電池の具体的な構成や燃料の供給状態等も特に限定されるものではなく、MEA に供給される燃料の全てが液体燃料の蒸気、全てが液体

燃料、または一部が液体状態で供給される液体燃料の蒸気等、種々形態に本発明を適用することができる。実施段階では本発明の技術的思想を逸脱しない範囲で構成要素を変形して具体化することができる。さらに、上記実施形態に示される複数の構成要素を適宜に組み合わせたり、また実施形態に示される全構成要素から幾つかの構成要素を削除したりする等、種々の変形が可能である。本発明の実施形態は本発明の技術的思想の範囲内で拡張もしくは変更することができ、この拡張、変更した実施形態も本発明の技術的範囲に含まれるものである。

符号の説明

- [0171] 1…燃料電池 2…膜電極接合体 3…燃料供給機構
- 1 1…アノード触媒層 1 2…アノードガス拡散層 1 3…アノード（燃料極）
- 1 4…カソード触媒層 1 5…カソードガス拡散層 1 6…カソード（空気極）
- 1 7…電解質膜 1 8…集電体
- 2 0…板状体（保湿層）
- 2 1…カバープレート
- 4 0…熱伝導体
- 5 0…絶縁体

請求の範囲

- [請求項1] 電解質膜と、前記電解質膜の一方の面に間隔をおいて配置された複数の燃料極と、前記電解質膜の他方の面に前記燃料極のそれぞれと対向するように間隔をおいて配置された複数の空気極と、を有する膜電極接合体と、
- 前記膜電極接合体の前記複数の空気極の前記電解質膜側とは反対の面側及び前記複数の燃料極の前記電解質膜側とは反対の面側の少なくとも一方に配置された熱伝導体と、
- を具備することを特徴とする燃料電池。
- [請求項2] さらに、前記熱伝導体と前記膜電極接合体との間に集電体を備えたことを特徴とする請求項1に記載の燃料電池。
- [請求項3] さらに、前記熱伝導体と前記集電体との間に配置され通気性を有する絶縁体を備えたことを特徴とする請求項2に記載の燃料電池。
- [請求項4] 前記熱伝導体は、多孔質性あるいは貫通孔を有することを特徴とする請求項1に記載の燃料電池。
- [請求項5] 前記熱伝導体は、その平面方向の熱伝導率 λ_p が厚み方向の熱伝導率 λ_t よりも大きいことを特徴とする請求項1に記載の燃料電池。
- [請求項6] 前記熱伝導体において、熱伝導率 λ_p と熱伝導率 λ_t との比 λ_p/λ_t が10以上であることを特徴とする請求項4に記載の燃料電池。
- [請求項7] 前記熱伝導体の気孔率は、50%以上であることを特徴とする請求項1に記載の燃料電池。
- [請求項8] 前記熱伝導体において、その中央部での気孔率が周辺部より小さいことを特徴とする請求項1に記載の燃料電池。
- [請求項9] 前記熱伝導体は、隣り合う前記燃料極及び隣り合う前記空気極の少なくとも一方に跨って配置されたことを特徴とする請求項1に記載の燃料電池。
- [請求項10] 前記熱伝導体において、隣り合う前記燃料極の間及び隣り合う前記

空気極の間の少なくとも一方の直上にスリットが形成されたことを特徴とする請求項 1 に記載の燃料電池。

[請求項11] 前記熱伝導体は、前記燃料極の各々の周縁及び前記空気極の各々の周縁の少なくとも一方に沿った額縁状に形成されたことを特徴とする請求項 1 に記載の燃料電池。

[請求項12] 前記燃料極及び前記空気極は略長方形状に形成され、
前記熱伝導体は、前記燃料極の各々の長辺に平行な方向及び前記空気極の各々の長辺に平行な方向の少なくとも一方に沿って形成されたことを特徴とする請求項 1 に記載の燃料電池。

[請求項13] 前記熱伝導体は、格子状に形成されたことを特徴とする請求項 1 に記載の燃料電池。

[請求項14] 前記燃料極及び前記空気極は、 m 及び n を 1 以上の整数としたとき $m \times n$ のマトリクス状に配置されたことを特徴とする請求項 1 3 に記載の燃料電池。

[請求項15] 前記熱伝導体は、中央部から周辺部に向かって放射状に形成されたことを特徴とする請求項 1 に記載の燃料電池。

[請求項16] 前記燃料極及び前記空気極は、放射状、または、 m 及び n を 1 以上の整数としたとき $m \times n$ のマトリクス状に配置されたことを特徴とする請求項 1 5 に記載の燃料電池。

[請求項17] 前記膜電極接合体は略長方形状に形成され、前記膜電極接合体の長辺に平行な第 1 方向の長さを L_x 、前記膜電極接合体の短辺に平行な第 2 方向の長さを L_y 、前記第 1 方向の前記熱伝導体の熱伝導率 λ_x と前記第 1 方向の前記熱伝導体の断面積 S_x との積 ($\lambda_x \times S_x$) を熱伝導性 Λ_x とし、前記第 2 方向の前記熱伝導体の熱伝導率 λ_y と前記第 2 方向の前記熱伝導体の断面積 S_y との積 ($\lambda_y \times S_y$) を熱伝導性 Λ_y としたとき、

$$(\Lambda_x \times L_x) / (\Lambda_y \times L_y) > 1$$

の関係を満たすことを特徴とする請求項 1 に記載の燃料電池。

[請求項18] 前記燃料極の各々及び前記空気極の各々の長手方向が第1方向に平行であり、前記複数の燃料極の並び方向及び前記複数の空気極の並び方向が第1方向に直交する第2方向に平行である前記膜電極接合体は、略正形状または略長形状に形成され、

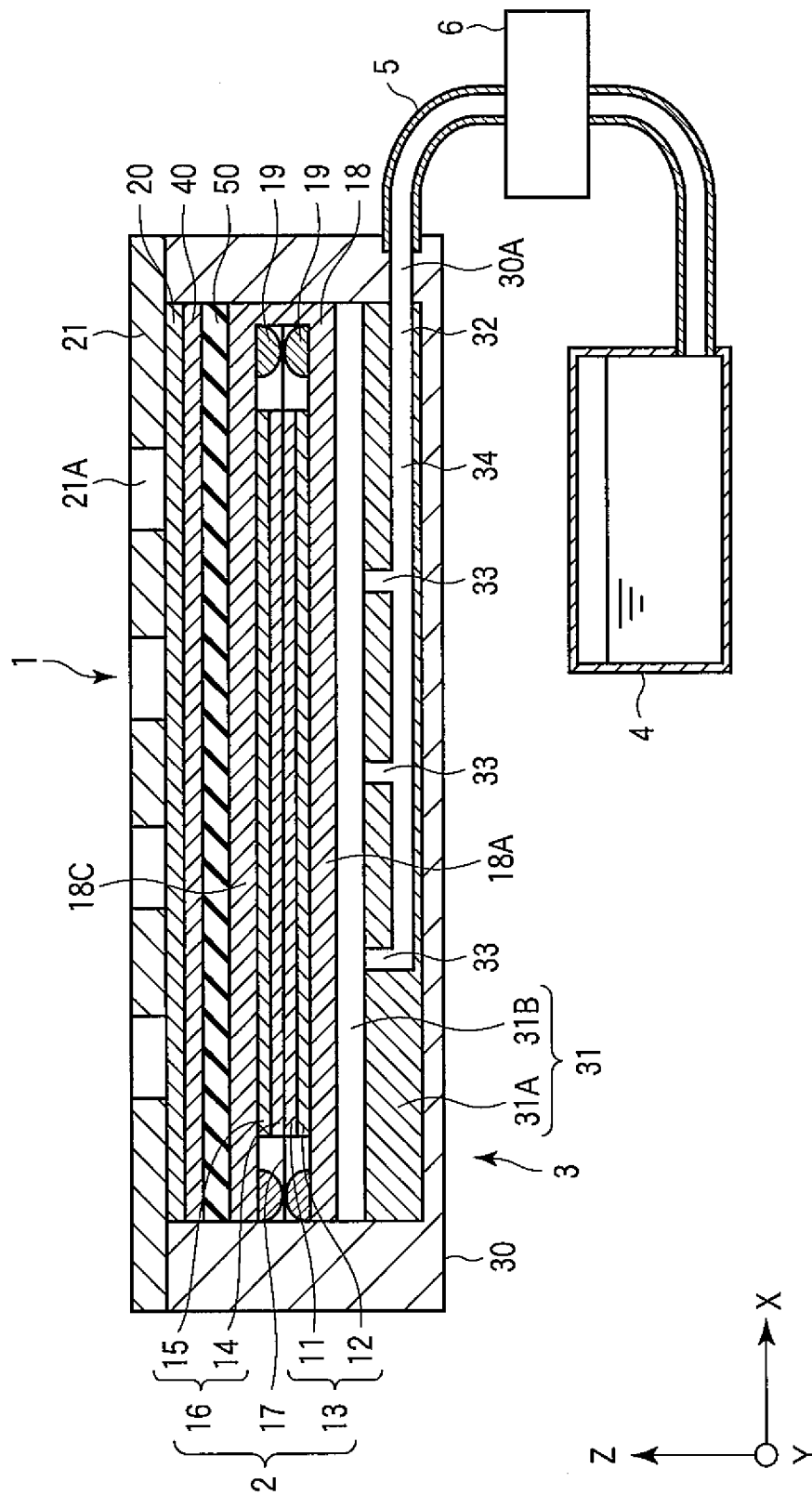
前記膜電極接合体の第1方向の長さを L_x 、前記膜電極接合体の第2方向の長さを L_y 、前記第1方向の前記熱伝導体の熱伝導率 λ_x と前記第1方向の前記熱伝導体の断面積 S_x との積($\lambda_x \times S_x$)を熱伝導性 Λ_x とし、前記第2方向の前記熱伝導体の熱伝導率 λ_y と前記第2方向の前記熱伝導体の断面積 S_y との積($\lambda_y \times S_y$)を熱伝導性 Λ_y としたとき、

$$(\Lambda_x \times L_x) / (\Lambda_y \times L_y) > 1$$

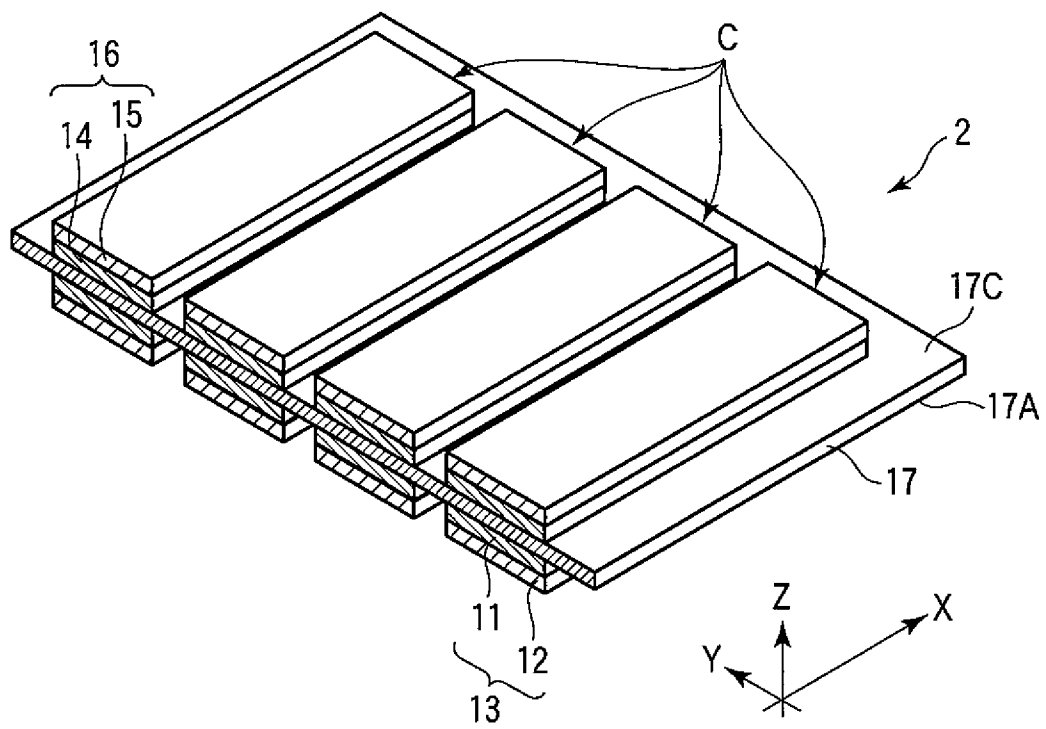
の関係を満たすことを特徴とする請求項1に記載の燃料電池。

[請求項19] 前記熱伝導体は、グラファイトシートであることを特徴とする請求項1に記載の燃料電池。

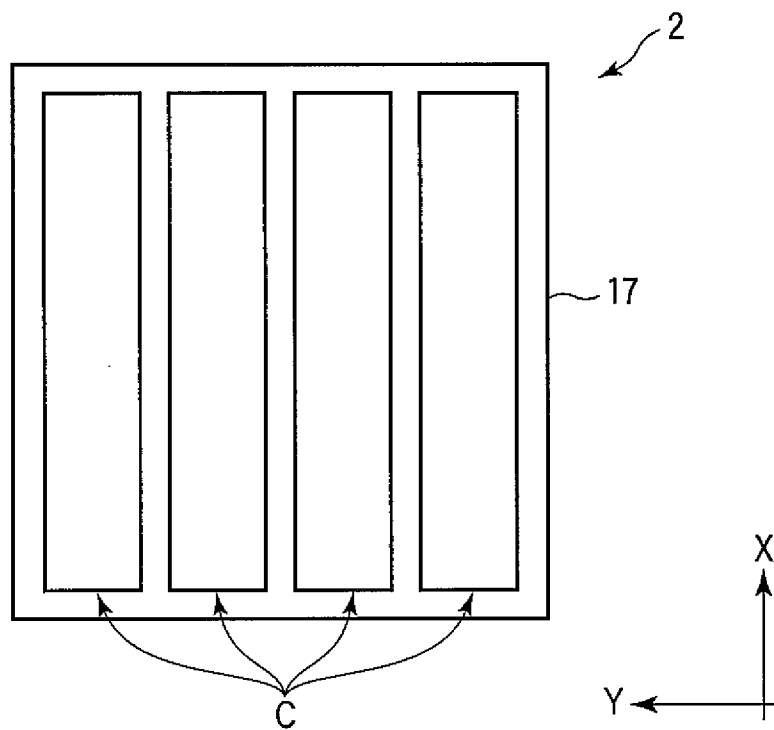
[図1]



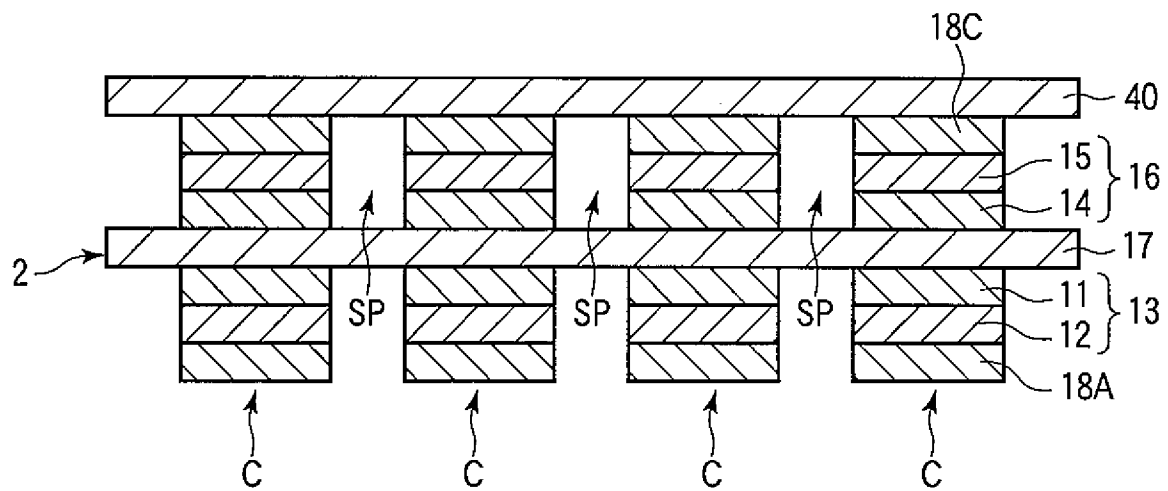
[図2]



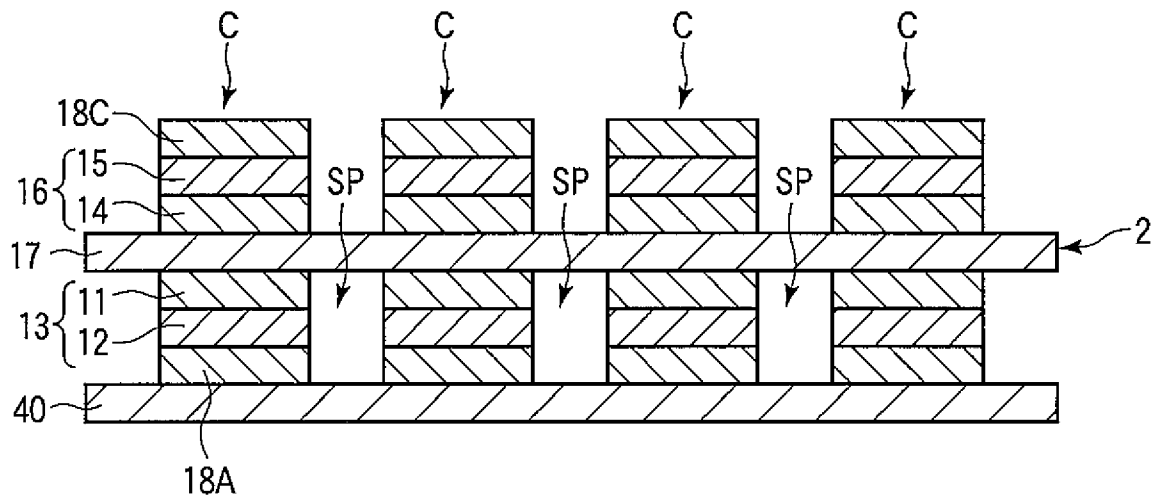
[図3]



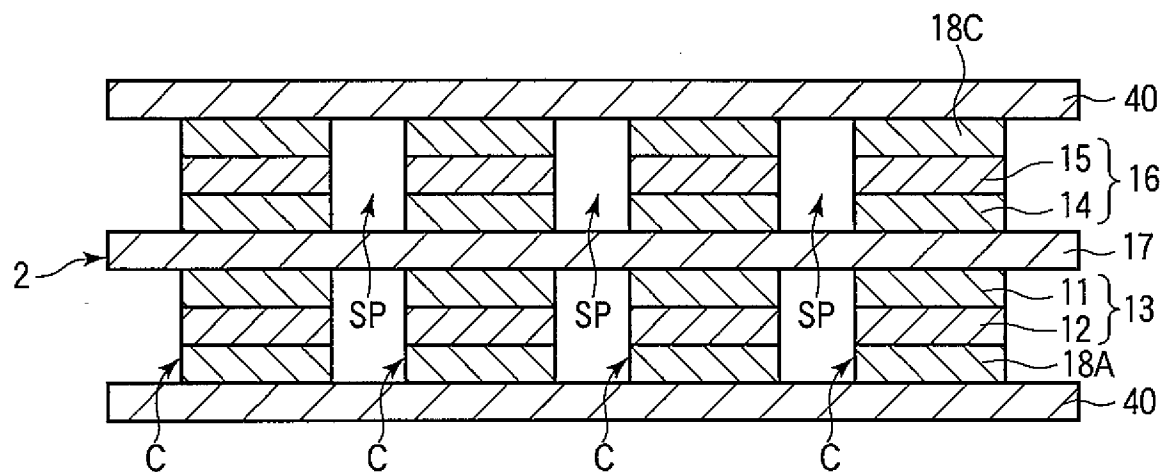
[図4]



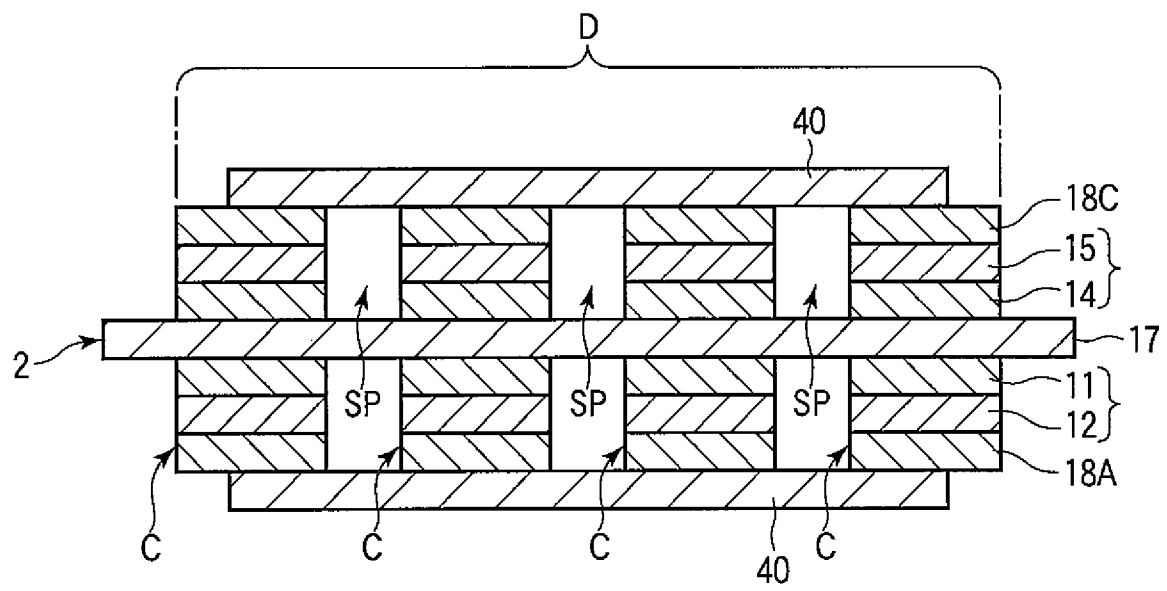
[図5]



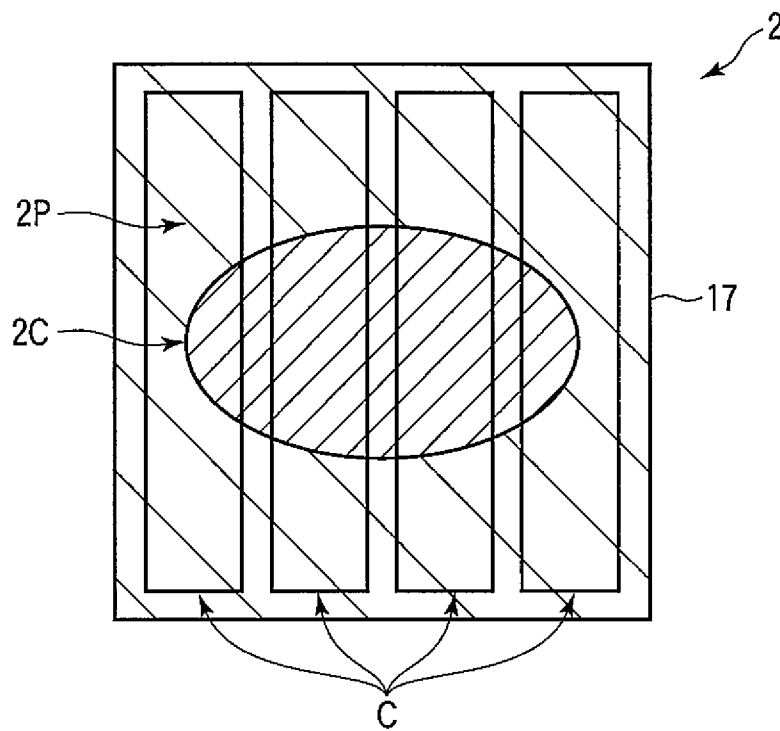
[図6]



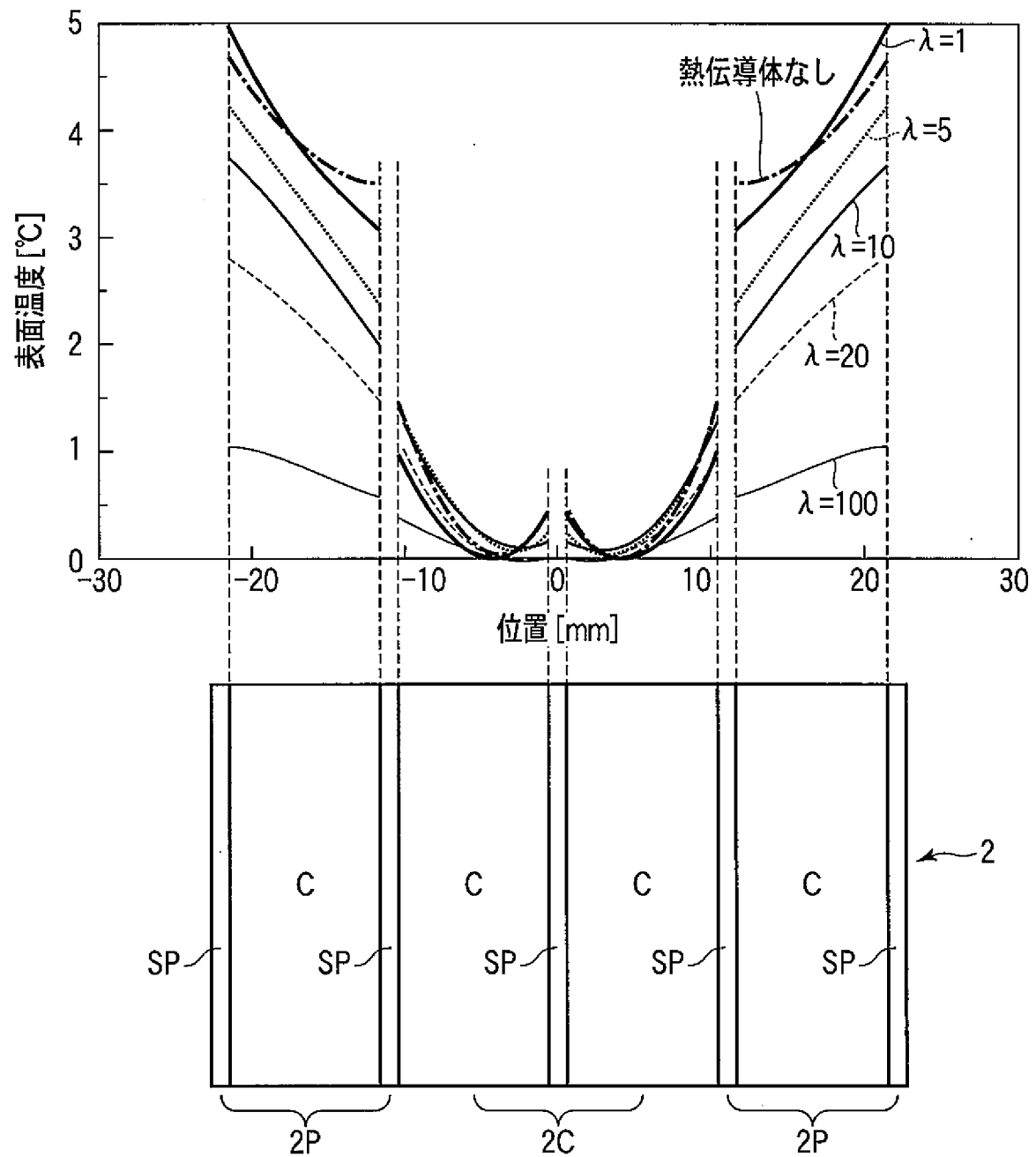
[図7]



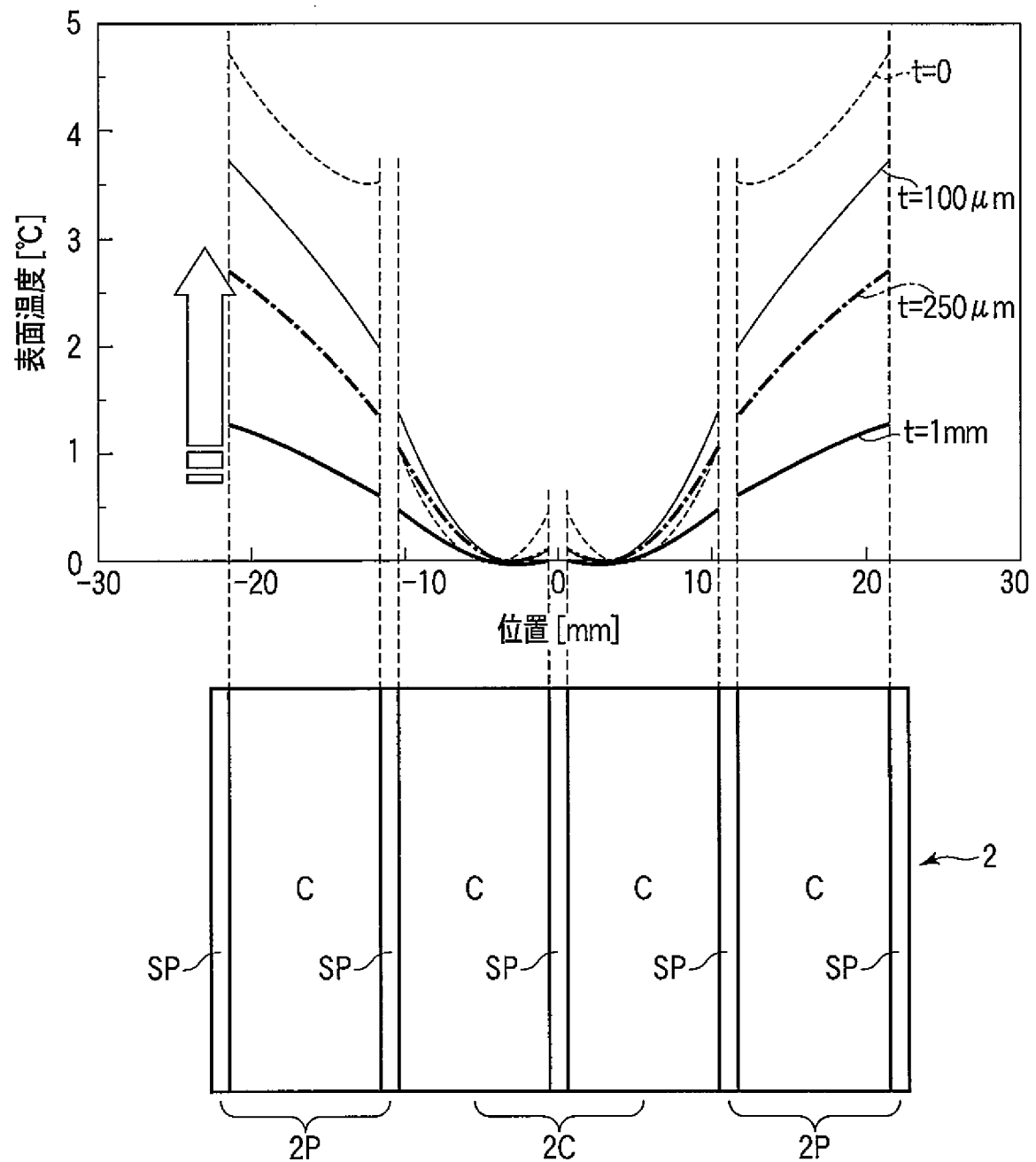
[図8]



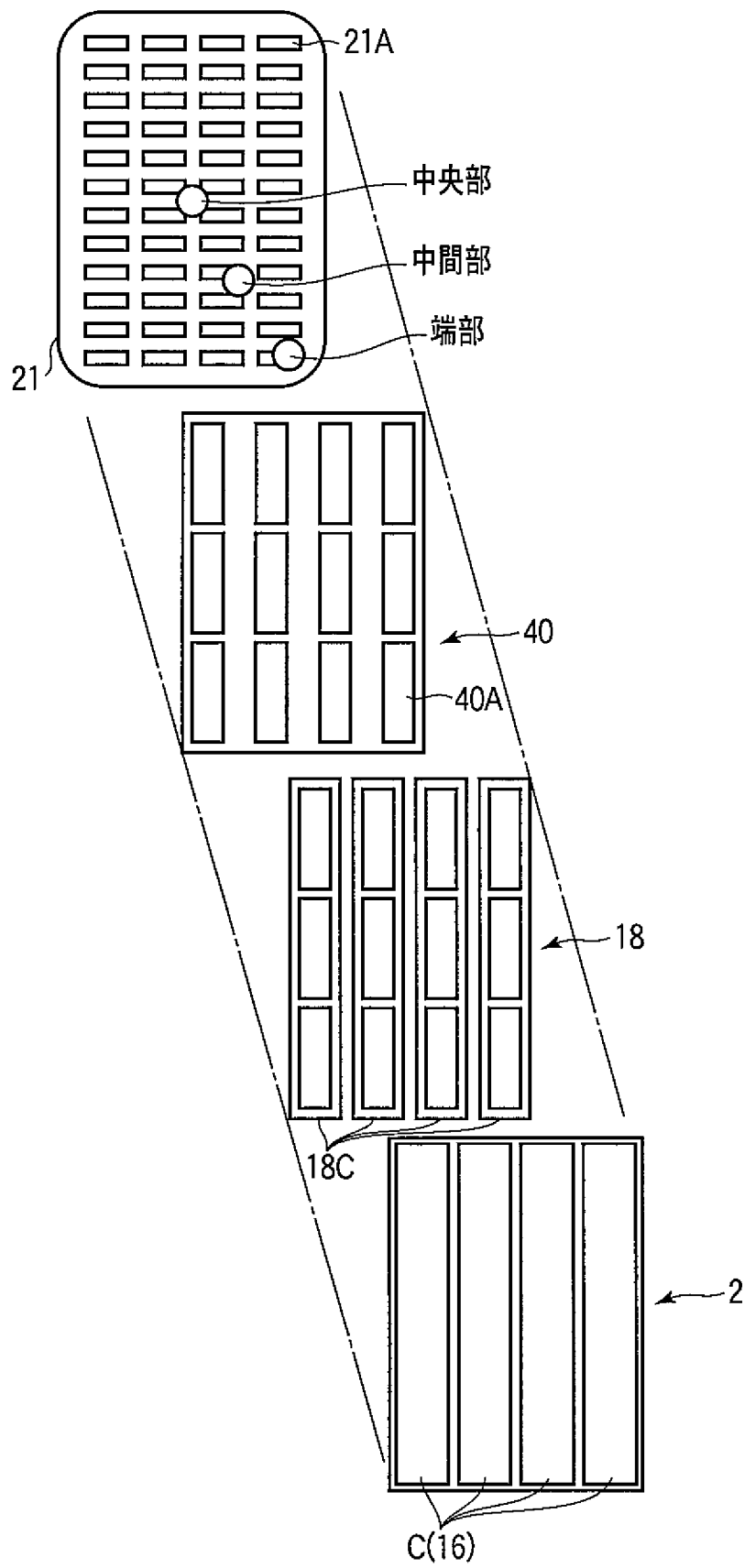
[図9]



[図10]



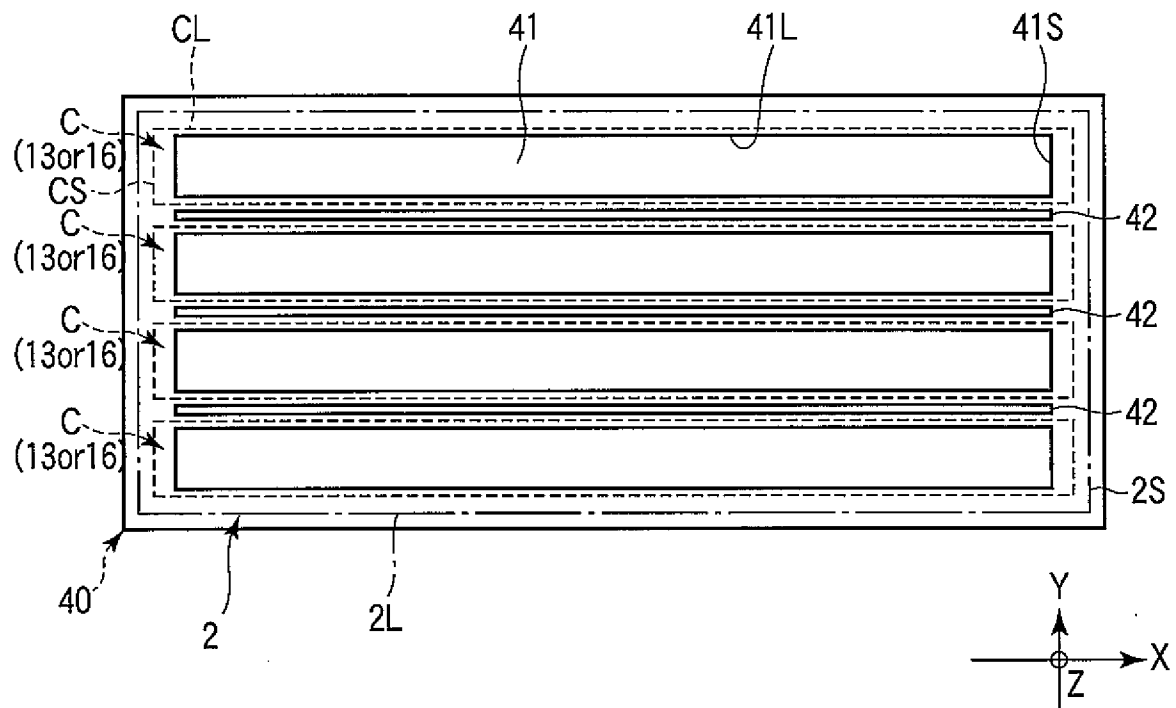
[図11]



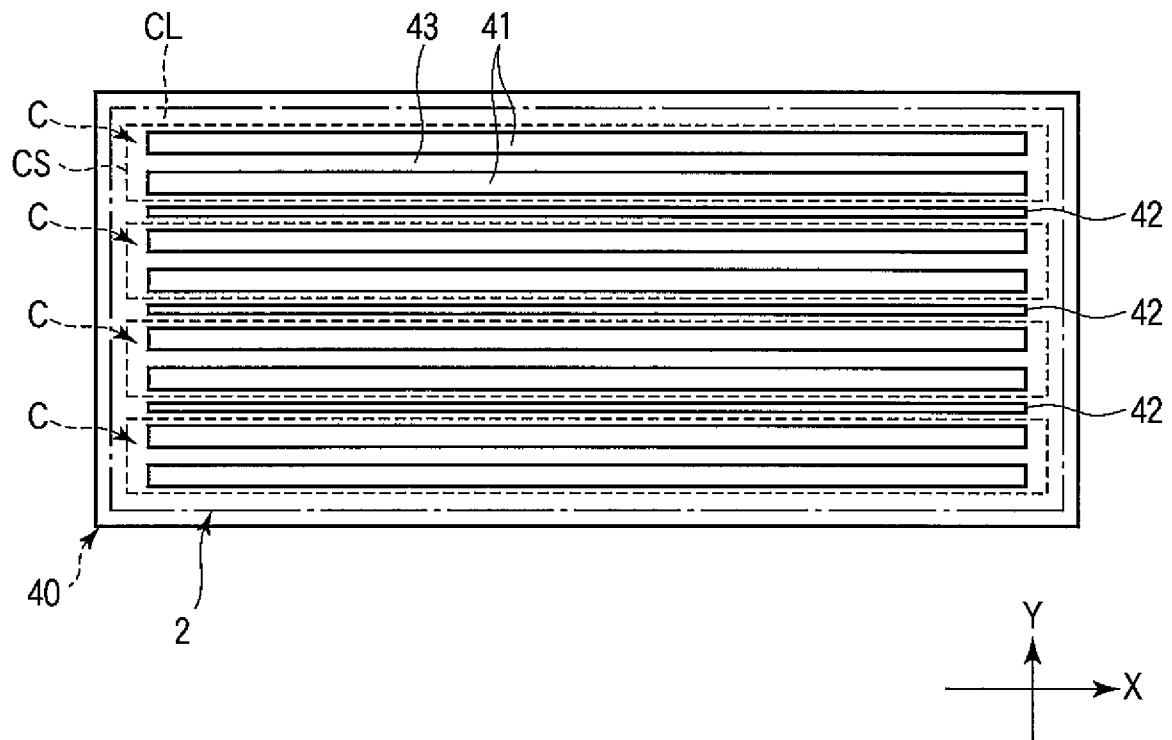
[図12]

	相対値(%)			
	平均出力	中央部平均温度	中間部平均温度	端部平均温度
比較例	100	100	92	85
実施例1	106	101	95	92
実施例2	108	99	97	93
実施例3	112	100	98	97
実施例4	106	101	95	93
実施例5	115	100	99	98

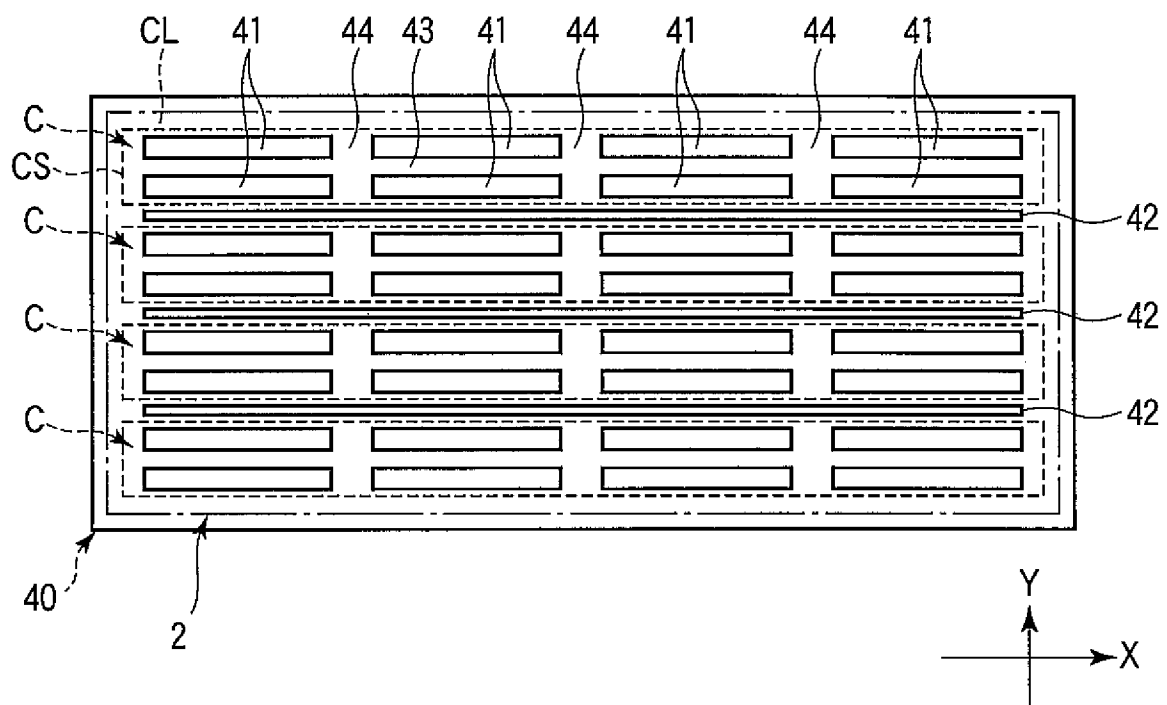
[図13]



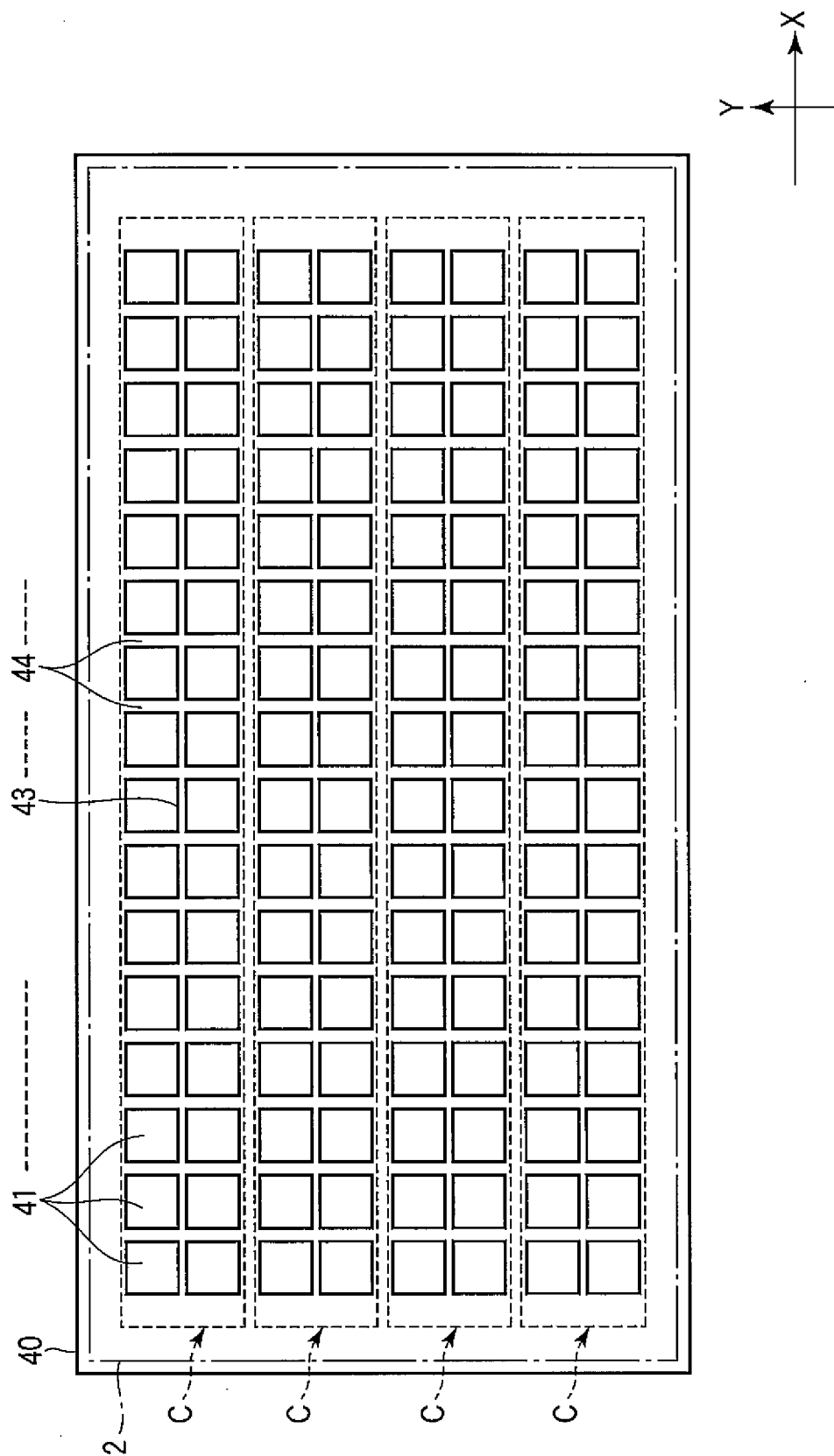
[図14]



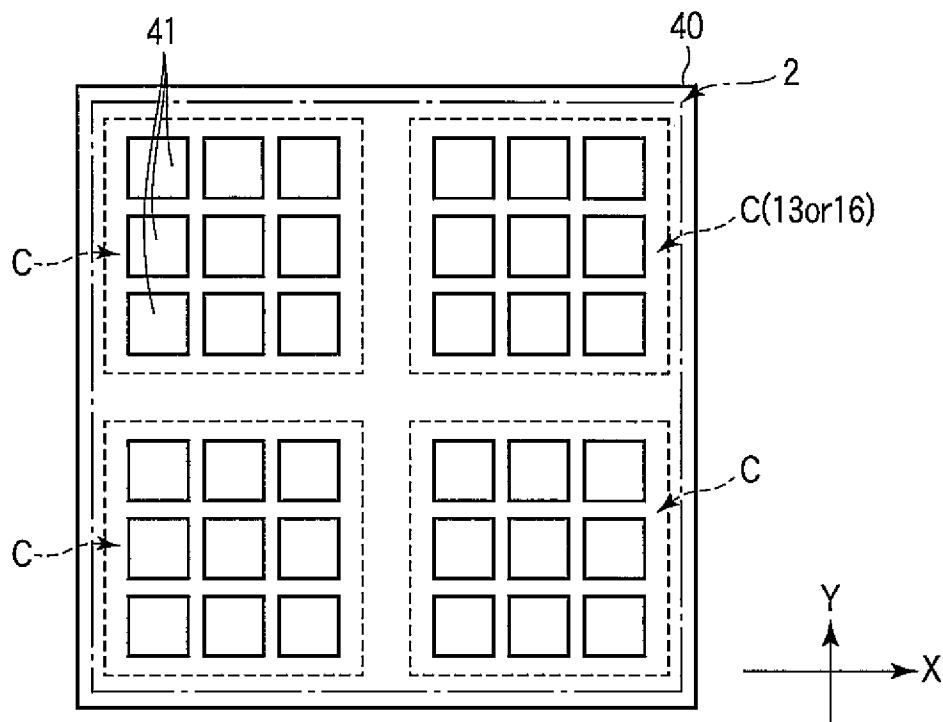
[図15]



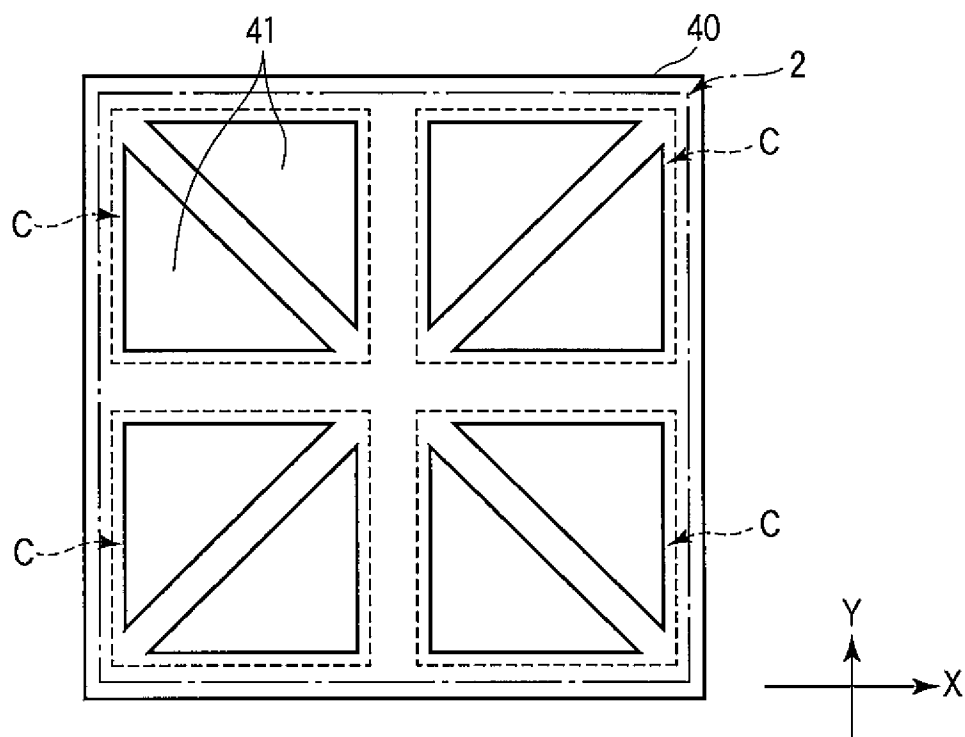
[図16]



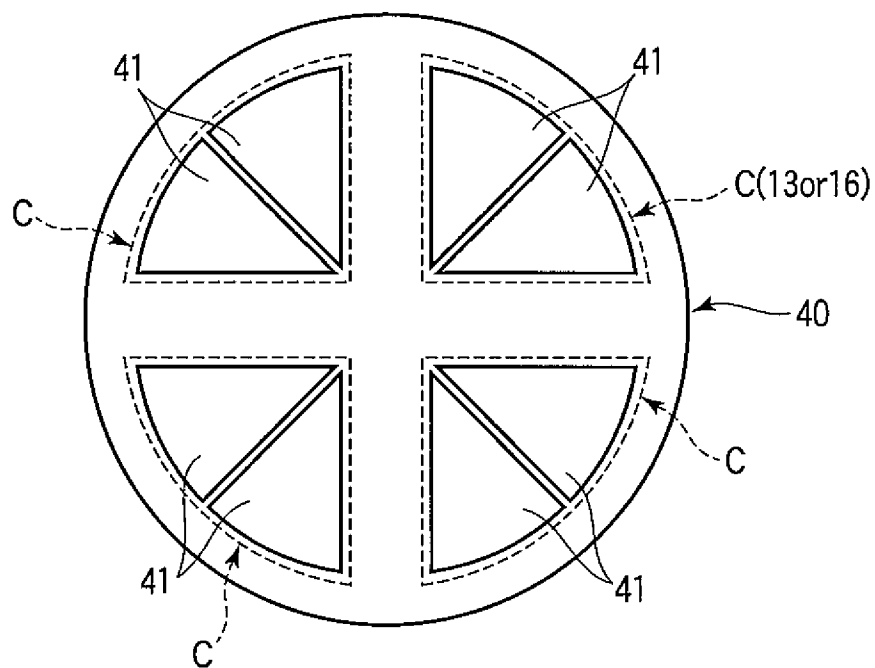
[図17]



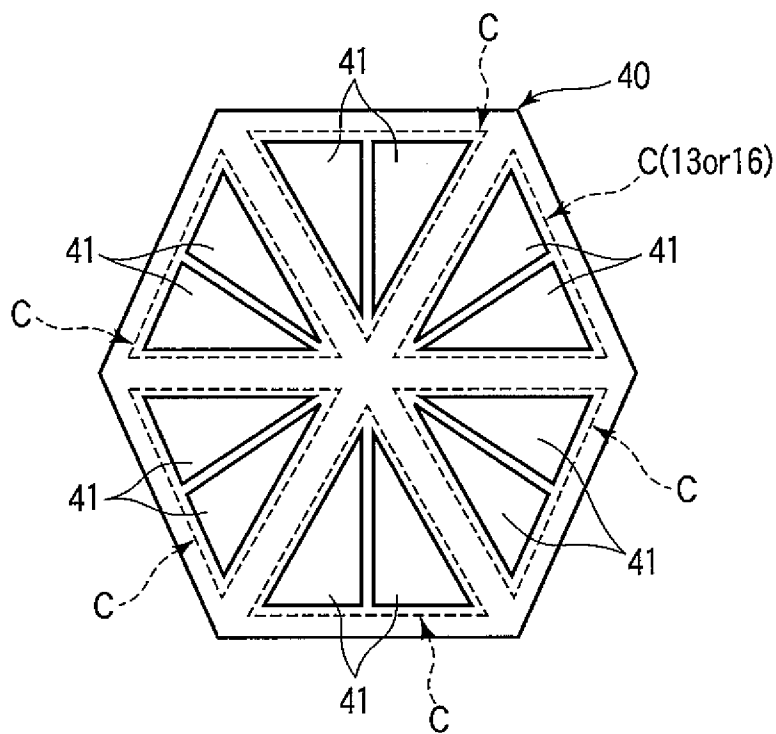
[図18]



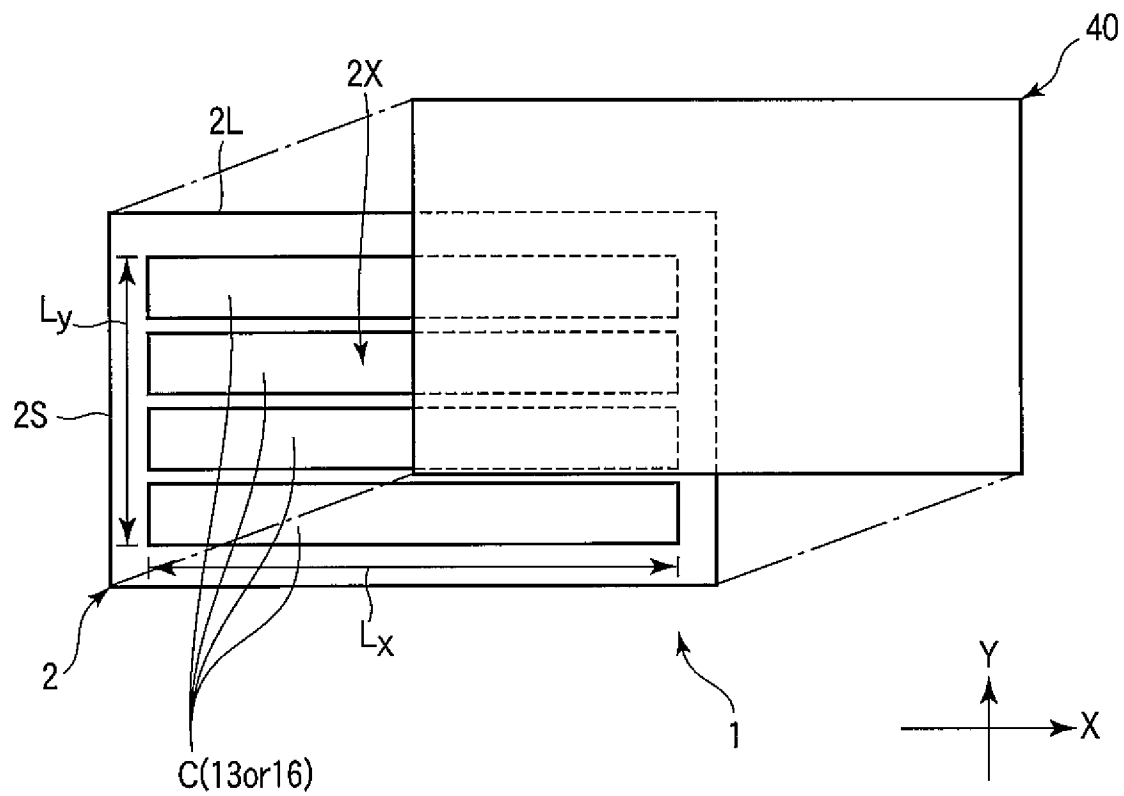
[図19]



[図20]



[図21]



[図22]

	$(\Lambda_x \times L_x) / (\Lambda_y \times L_y)$ の値	燃料電池の出力密度 (比較例2の値を100 とした比率(%))	カバープレート中央部と 端部の温度差(比較例2 の値を100とした比率(%))
実施例6	4.47	102	53
実施例7	6.21	105	43
実施例8	1.53	103	56
比較例2	なし	100	100

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/062386

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01M8/02(2006.01)i, H01M8/04(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, H01M8/04, 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	1996-2009
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2009	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2009

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.
A	JP 2008-027747 A (Fujitsu Ltd.), 07 February 2008 (07.02.2008), entire text (Family: none)	1-19
A	WO 2007/086432 A1 (Toshiba Corp.), 02 August 2007 (02.08.2007), entire text & US 2009/0017353 A1 & EP 1981111 A1	1-19
A	JP 2006-049878 A (Toray Industries, Inc.), 16 February 2006 (16.02.2006), entire text (Family: none)	1-19

☒ 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
06 October, 2009 (06.10.09)

Date of mailing of the international search report
20 October, 2009 (20.10.09)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/062386

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 2004-296348 A (Kyocera Corp.), 21 October 2004 (21.10.2004), entire text & US 2004/0146772 A1 & DE 10348785 A & DE 10348785 A1	1-19
A	JP 2003-323902 A (Hitachi, Ltd.), 14 November 2003 (14.11.2003), entire text (Family: none)	1-19
A	JP 2001-283888 A (Toshiba Corp.), 12 October 2001 (12.10.2001), entire text (Family: none)	1-19
A	JP 09-289026 A (Toshiba Corp.), 04 November 1997 (04.11.1997), entire text (Family: none)	1-19
A	JP 62-082654 A (Hitachi, Ltd.), 16 April 1987 (16.04.1987), entire text (Family: none)	1-19
P, A	JP 2009-094062 A (Toshiba Corp.), 30 April 2009 (30.04.2009), entire text (Family: none)	1-19

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01M8/02(2006.01)i, H01M8/04(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（I P C））

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 0 9 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 0 9 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 0 9 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
A	JP 2008-027747 A（富士通株式会社）2008.02.07, 全文参照（ファミリーなし）	1 - 1 9
A	WO 2007/086432 A1（株式会社東芝）2007.08.02, 全文参照 & US 2009/0017353 A1 & EP 1981111 A1	1 - 1 9
A	JP 2006-049878 A（東レ株式会社）2006.02.16, 全文参照（ファミリーなし）	1 - 1 9

☒ 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

0 6 . 1 0 . 2 0 0 9

国際調査報告の発送日

2 0 . 1 0 . 2 0 0 9

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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

4 X

8 9 3 2

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 7 7

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	JP 2004-296348 A (京セラ株式会社) 2004. 10. 21, 全文参照 & US 2004/0146772 A1 & DE 10348785 A & DE 10348785 A1	1 - 1 9
A	JP 2003-323902 A (株式会社日立製作所) 2003. 11. 14, 全文参照 (ファミリーなし)	1 - 1 9
A	JP 2001-283888 A (株式会社東芝) 2001. 10. 12, 全文参照 (ファミリーなし)	1 - 1 9
A	JP 09-289026 A (株式会社東芝) 1997. 11. 04, 全文参照 (ファミリーなし)	1 - 1 9
A	JP 62-082654 A (株式会社日立製作所) 1987. 04. 16, 全文参照 (ファミリーなし)	1 - 1 9
P, A	JP 2009-094062 A (株式会社東芝) 2009. 04. 30, 全文参照 (ファミリーなし)	1 - 1 9