

(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7月1日(01.07.2010)

PCT

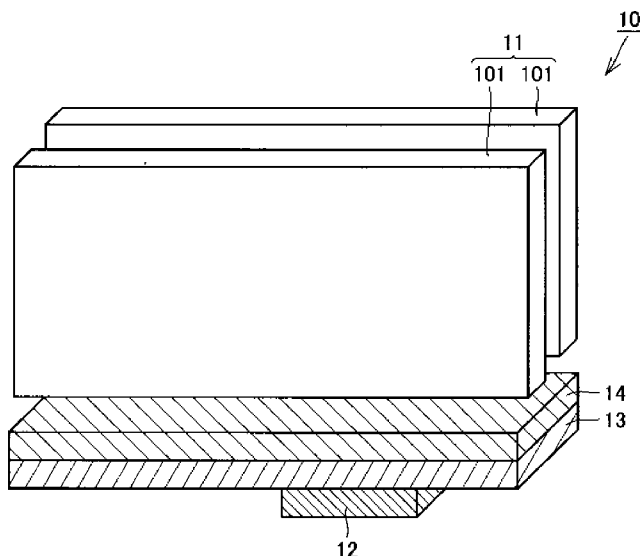
(10) 国際公開番号
WO 2010/073849 A1

- (51) 国際特許分類:
H01M 8/06 (2006.01) H01M 8/04 (2006.01)
H01M 8/02 (2006.01) H01M 8/10 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2009/069344
- (22) 国際出願日: 2009年11月13日(13.11.2009)
- (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 2008-326350 2008年12月22日(22.12.2008) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について):
シャープ株式会社(SHARP KABUSHIKI KAISHA)
[JP/JP]; 〒5458522 大阪府大阪市阿倍野区長池町
2番22号 Osaka (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 齋藤 功太
郎(SAITOH, Kohtaroh). 蒔田 睦子(KOMODA,
Mutsuko). 水畑 宏隆(MIZUHATA, Hirotaka). 大
西 武範(ONISHI, Takenori).
- (74) 代理人: 深見 久郎, 外(FUKAMI, Hisao et al.); 〒
5300005 大阪府大阪市北区中之島二丁目2番7
号 中之島セントラルタワー22階 深見特
許事務所 Osaka (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).
- 添付公開書類:
— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: FUEL CELL SYSTEM COMPRISING HEAT GENERATING SOURCE FOR HEATING WATER ABSORBING MEMBER, AND ELECTRONIC DEVICE COMPRISING SAME

(54) 発明の名称: 吸水部材を加熱する発熱源を含む燃料電池システムおよびそれを備えた電子機器

[図1]



(57) 要約:

(57) Abstract: A fuel cell system (10) which comprises a fuel cell stack (11) comprising two or more unit cells (101) each containing a cathode electrode, an electrolyte membrane and an anode electrode in this order, and also an electronic device comprising the fuel cell system (10). Fuel cell systems recently have become the focus of increased attention as small-sized power supplies for portable electronic devices and the like. Fuel cell systems, however, have a problem in that when much water is generated and condensed at the cathode electrode, the water leaks out of the system, and even if a water-absorbing member for preventing leakage is arranged, leakage occurs if the water absorption ability of the water-absorbing member becomes saturated. The above-described problem has been solved by providing the fuel cell system (10) with a water-absorbing member (14) arranged on the outer surface of the fuel cell stack in such a manner that the water-absorbing member (14) spatially communicates with the cathode electrode and absorbs the water generated at the cathode electrode, and a heat generating source (12) for heating the water-absorbing member.

[続葉有]

WO 2010/073849 A1



本発明は、カソード極と電解質膜とアノード極とをこの順で含む単位電池(101)を2以上備える燃料電池スタック(11)を備える、燃料電池システム(10)、及び、それを備えた電子機器に関する。前記燃料電池システムに対しては、近年、携帯電子機器等の小型電源としての期待が高まっているが、前記燃料電池システムは、カソード極で生成し、結露した水が多くなると、この水がシステムの外に液漏れし、そして、この液漏れを防止するための吸水部材を配置しても、その吸水部材の吸水能が飽和すると、液漏れが生ずる等の問題があった。本発明は、前記燃料電池システムに、カソード極と空間的に連通するように、燃料電池スタックの外表面に配置され、前記カソード極から発生する水を吸収する吸水部材(14)と、前記吸水部材を加熱する発熱源(12)とを備えさせること等によって、上記問題の解決を図ったものである。

明 細 書

発明の名称：

吸水部材を加熱する発熱源を含む燃料電池システムおよびそれを備えた電子機器

技術分野

[0001] 本発明は、燃料電池システムおよびそれを備えた電子機器に関し、特に小型で出力が高く、かつ液漏れを防止することができる燃料電池システムおよびそれを備えた電子機器に関する。

背景技術

[0002] 近年、情報化社会を支える携帯電子機器等に用いられる小型電源として、燃料電池に対する期待が高まっている。燃料電池は、アノード極で燃料（たとえば水素、メタノール、エタノール、ヒドラジン、ホルマリン、ギ酸等）を酸化し、カソード極で空気中の酸素を還元するという電気化学反応を利用するものである。このような燃料電池は、携帯電子機器等に電子を供給する化学電池であり、単独の発電装置で高い発電効率を得ることができる。

[0003] 多種ある燃料電池の中でも、電解質膜としてプロトン交換したイオン交換膜を用いる固体高分子型燃料電池（PEMFC：Polymer Electrolyte Membrane Fuel Cell）は、100℃以下の低温動作においても高い発電効率を得られる。このことから、リン酸型燃料電池や固体酸化物型燃料電池等の高温で動作させる燃料電池に比べて、外部から熱を与える必要がない点、および大掛かりな補機類を必要としない点等から、小型電源として実用化されることが期待されている。

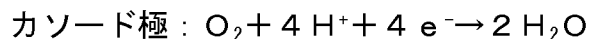
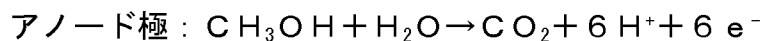
[0004] このようなPEMFCに用いられる燃料は、高圧ガスポンペを用いた水素ガス、有機液体燃料を改質器により分解して得られる水素ガスと二酸化炭素ガスとの混合ガス等を用いることが一般的である。

[0005] 一方、直接メタノール型燃料電池（DMFC：Direct Methanol Fuel Cell）は、アノード極にメタノール水溶液を供給し、メタノール水溶液から直

接プロトンと電子とを取り出すことにより発電を行なうため、改質器を備える必要がない。このためDMFCは、PEMFC以上に小型化することができる。よって、DMFCは、小型電源として実用化する上では特に有効な燃料電池とも言われている。

[0006] さらに、DMFCは大気圧下で液体であるメタノール水溶液を燃料として用いる。このことから、高圧ガスポンプを用いることなく、高い体積エネルギー密度を有した燃料を小型の簡易容器で取り扱うことができ、小型電源として用いた場合の安全性の面でも優れている。そのため、DMFCは携帯電子機器のような小型電源への応用、特に携帯電子機器用の2次電池代替用途として注目が集まっている。

[0007] DMFCではアノード極およびカソード極でそれぞれ以下のような反応が起きる。



このようにDMFCは、アノード極側では二酸化炭素が気体として生成し、カソード極側では水が生成する。通常、カソード極の反応で生成した生成水は水蒸気としてカソード極の空气中へ拡散により放出される。しかし、水蒸気量が飽和蒸気圧に達すると、蒸発できない結露水が液滴としてカソード極に留まる。この結露水が空気の供給経路を阻害してしまい、DMFCの出力を低下させる。さらに、カソード極で発生した結露水が多くなると、この結露水が燃料電池の外に漏洩するという問題もある。

[0008] この課題に対して、特開2002-15763号公報（以下、「特許文献1」と記する）では、DMFCを構成する燃料電池（以下においては「単位電池」とも記する）のうち、隣接する2つの単位電池の間に生成水を吸水するための多孔質体を設ける構造が開示されている。

[0009] このような構造にすることにより、多孔質体が単位電池で生成した水を吸水し、多孔質体から水が蒸発して電子機器の外部へ放出する。このため、単位電池で生成した水の液漏れを防止することができる。しかし、この構造の

DMFCを長期間使用した場合、多孔質体の吸水能が飽和状態に達した後に、再び生成水の液漏れが生じるという問題があった。

[0010] そこで、特開2003-331900号公報（以下においては「特許文献2」とも記する）では、単位電池を構成する層のうちの1層に吸水層を設ける技術が開示されている。このように吸水層がカソード極で生成する水を吸水することにより、生成水の液漏れを防止することができる。この方法によれば、燃料電池の出力が低下しにくくなるし、液漏れも生じにくくなる。しかしながら、特許文献1と同様吸水層の吸水能が限界に達すると、やはり液漏れが生じるという問題は残されていた。

[0011] 上記の液漏れの問題を解決すべく、特開2006-179470号公報（以下においては「特許文献3」とも記する）では、燃料電池を構成する壁面の一面にシート状の吸水部材を設ける構造の燃料電池が開示されている。この燃料電池は、シート状の吸水部材の一方の面では単位電池で生成した水を毛細管作用により吸水する。一方、シート状の吸水部材の他方の面では吸水した水を蒸発する構造となっている。かかる構造によれば、燃料電池からの生成水の液漏れをさらに防止することはできるものの、特に燃料電池を長時間使用したときには、高い確率で液漏れが生じていた。

先行技術文献

特許文献

[0012] 特許文献1：特開2002-15763号公報

特許文献2：特開2003-331900号公報

特許文献3：特開2006-179470号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0013] 上記の特許文献1～3を集約すると、単位電池の内部もしくは外部に吸水部材を設けることにより、一時的には生成水の液漏れを防止することができる。しかし、吸水部材の単位時間あたりに吸水する量が、単位時間あたりに

放出できる水の量を上回ると、一定時間経過後に吸水部材の吸水能が飽和に達する。そして、その後の使用により液漏れが生じるという課題を有していた。

[0014] このような液漏れを防止する手法として、吸水部材そのものの体積を増やすことにより、吸水部材の飽和吸水能を向上させることを以って、液漏れを防止することも考えられる。しかし、この手法では燃料電池システム自体が大型化してしまうため、小型の携帯用電子機器に用いる上では適した構造とはいえない。

[0015] 本発明は、上記課題を解決するためになされたものであり、その目的とするところは、吸水部材の単位時間あたりに放出できる水の量を増加させることにより、小型であって出力が高く、しかも液漏れが起こりにくい燃料電池システムおよびそれを搭載した電子機器を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0016] 本発明の燃料電池システムは、カソード極と電解質膜とアノード極とをこの順で含む単位電池を2以上備える燃料電池スタックと、上記のカソード極と空間的に連通するように燃料電池スタックの外表面に配置され、カソード極から発生する水を吸収する吸水部材と、吸水部材を加熱する発熱源とを備えることを特徴とする。

[0017] 吸水部材および発熱源に接するように配置され、発熱源からの熱を吸水部材に伝導する熱伝導部材をさらに備えることが好ましい。

[0018] シート状の熱伝導部材と、熱伝導部材上に積層されたシート状の吸水部材と、吸水部材上に配置された燃料電池スタックとを備えることが好ましい。

[0019] 燃料電池スタックは、2以上の単位電池を、同一平面内に隙間を設けて配置してなる燃料電池層と、単位電池と交差するように配置される2以上のスペーサからなるスペーサ層とを交互に積層されてなることが好ましい。

[0020] 単位電池は、カソード極と電解質膜とアノード極とアノード集電層とをこの順に含むことが好ましい。

[0021] スペーサの表面の一部を被覆し、かつ吸水部材と接するように形成された

、吸水性材料からなる層を有することが好ましい。

[0022] 吸水性材料からなる層の毛管力は、吸水部材の毛管力よりも小さいことが好ましい。

本発明は、上記の燃料電池システムを有する電子機器であって、燃料電池システムの発熱源は、電子機器を構成する電子部品である。

発明の効果

[0023] 本発明によれば、小型であって出力が高く、しかも長時間使用しても液漏れが生じにくい燃料電池システムを提供することができる。また、電子機器の発熱源の過昇温による電子機器の損傷を防止することができ、信頼性の高い燃料電池システムを搭載した電子機器を提供することもできる。

図面の簡単な説明

[0024] [図1]本発明の燃料電池システムの好ましい一例を模式的に示す図である。

[図2]本発明の燃料電池システムの好ましい一例を模式的に示す図である。

[図3]本発明の燃料電池システムの燃料電池スタックを構成する単位電池の構造を模式的に示す断面図である。

[図4]本発明の燃料電池システムの好ましい一例を模式的に示す図である。

[図5] (a) は、本発明の燃料電池システムが搭載された電子機器の一例を模式的に示す図であり、(b) は、(a) の電子機器を別の一面から見たときの模式的な図である。

[図6]本発明の燃料電池システムが搭載された電子機器の一例を模式的に示す図である。

[図7]本発明の燃料電池システムの一部を筐体で覆ったときの一例を模式的に示す図である。

発明を実施するための形態

[0025] 以下、本発明の実施の形態について説明する。なお、本発明の図面において、同一の参照符号は、同一部分または相当部分を表わすものとする。

[0026] (第一の実施の形態)

<燃料電池システム>

図 1 は、本発明の燃料電池システムの好ましい一例を模式的に示す図である。本発明の燃料電池システム 10 は、図 1 に示されるように、カソード極と電解質膜とアノード極とをこの順で含む単位電池 101 を 2 以上備える燃料電池スタック 11 と、燃料電池スタック 11 の外表面に上記のカソード極と空間的に連通するように配置され、カソード極で発生する水を吸収する吸水部材 14 と、吸水部材 14 を加熱する発熱源 12 とを備えることを特徴とする。

[0027] ここで、「空間的に連通する」とは、カソード極と吸水部材とが当接していてもよいし、カソード極と吸水部材とが当接していなくてもよい。カソード極と吸水部材とが当接していない場合、カソード極と吸水部材との間が空間で満たされており（すなわち、これらの間になんらの部材も存在せず）、上記のカソード極で発生した水が重力により落下したときに、当該水が吸水部材以外の部材に接触することなく、吸水部材に直接落下する位置関係に吸水部材が存在することを意味する。ただし、カソード極と吸水部材とが当接していない場合、カソード極で発生した水が吸水部材により吸収できる程度の距離の範囲内に吸水部材が設けられているものとする。

[0028] 本発明の燃料電池システム 10 は、発熱源 12 が吸水部材 14 を昇温することにより、吸水部材 14 に含まれる水の蒸発速度が高められる。これにより吸水部材 14 の吸水能が高められ、燃料電池スタックの液漏れを防止することができる。

[0029] なお、図 1 においては、2 つの単位電池 101 を備えた燃料電池スタック 11 の例を示しているが、3 つ以上の単位電池 101 を備える燃料電池スタック 11 の場合であっても本発明の効果が示されることは言うまでもない。

[0030] そして、図 1 に示されるように、吸水部材 14 および発熱源 12 に接するように配置され、発熱源 12 からの熱を吸水部材 14 に伝導する熱伝導部材 13 をさらに備えることが好ましい。このように熱伝導部材 13 を設けることにより、発熱源 12 から発せられた熱を吸水部材 14 に効率的に伝導させることができる。これにより吸水部材 14 に含まれる水の蒸発速度を高める

ことができ、さらに燃料電池スタック 11 からの液漏れを防止することができる。

[0031] また、本発明の燃料電池システムは、図 1 に示されるように、シート状の熱伝導部材 13 と、熱伝導部材 13 上に積層されたシート状の吸水部材 14 と、吸水部材 14 上に配置された燃料電池スタック 11 とを備えることが好ましい。このような形態の燃料電池スタック 11 は、発熱源 12 の熱を熱伝導部材 13 を介して吸水部材 14 に伝導させることができる。これにより吸水部材 14 に含まれる水がさらに蒸発しやすくなり、吸水部材 14 の吸水能を高めることができる。

[0032] なお、ここでの「シート状」とは、長尺状のもののことを意味し、その表裏の面積に対して、厚みが十分に小さいものであればいかなる形状のものをも含み得るものとする。

[0033] <燃料電池スタック>

本発明の燃料電池システム 10 に用いられる燃料電池スタック 11 は、カソード極と電解質膜とアノード極とをこの順で含む単位電池 101 を 2 以上備えることを特徴とする。

[0034] <吸水部材>

本発明の燃料電池システムに用いられる吸水部材 14 は、図 1 に示されるように単位電池 101 のカソード極で発生した水を外部に漏洩しないように吸水するために設けられる。このため、本発明の燃料電池システム 10 において、上記のカソード極と空間的に連通するように、燃料電池スタック 11 の外表面に吸水部材 14 を配置することが好ましい。さらに、単位電池 101 で生成した水を効率よく吸水部材 14 に吸収するという観点から、吸水部材 14 は燃料電池スタック 11 が配置された位置の重力方向の下向きに設けられていることが好ましい。

[0035] このような位置関係に吸水部材 14 を配置することにより、単位電池 101 のカソード極で生成した水のうち、水蒸気として大気中に放出されなかった結露水が重力で下方へ移動し吸水部材 14 に吸水される。

[0036] ここで、吸水部材 14 に用いられる材料としては、水および液体燃料に溶解しないものであれば特に限定されることがなくいかなるものを用いることもできるが、金属等の無機物質または高分子材料等の有機物質からなる多孔質体を用いることが好ましい。このような多孔質体としては、発泡体、繊維束、織繊維、不織繊維、多孔質焼結体、あるいはこれらの材料を組み合わせたものを挙げることができる。このような材料の多孔質体を用いることにより、多孔質体の細孔内に水が吸水されて保持される。そして、水を保持した多孔質体が発熱源で加熱されることにより、多孔質体の細孔内から水分を大気に気化させる効率を高めることができ、以って燃料電池スタックからの液漏れを防止することができる。

[0037] 吸水部材 14 として金属等の無機物質からなる多孔質体を用いる場合、金属等の無機物質からなる多孔質体の導電性を遮断するように絶縁性の材料を組み合わせることが好ましい。このような絶縁性の材料を用いることにより単位電池 101 のカソード極およびアノード極が短絡することを防止することができる。ここで、吸水部材 14 に組み合わせる絶縁性の材料としては、親水性であるとともに耐薬品性をも有するという観点から、ポリエステル、ポリカーボネート、ポリエチレン、アクリル等を用いることが好ましい。

[0038] また、吸水部材 14 として高分子材料等の有機物質からなる多孔質体を用いる場合、多孔質体としては、たとえば、天然繊維、ポリエステル、ポリエチレン、ポリウレタン、アクリル、ポリアミド、ポリオレフィン、ポリアセタール、ポリビニル、ポリカーボネート、ポリエーテル、およびポリフェニレンからなる群より選択される 1 種または 2 種以上の組み合わせからなる繊維束、織繊維、不織繊維を用いることがより好ましい。

[0039] <発熱源>

本発明の燃料電池システムに用いられる発熱源 12 は、吸水部材 14 が吸水した水分を大気に気化させるために、吸水部材 14 と直接もしくは後述する熱伝導部材 13 を介して設けられるものであり、発熱源 12 自体が高温となるものである。

[0040] このような発熱源 1 2 は、それ自体が高温となるものであればどのようなものでもよく、いかなる形態で燃料電池システム内に含まれていてもよい。本発明の燃料電池システムを電子機器に搭載する場合、発熱源 1 2 は電子機器の筐体内部に設けられている電子部品であることが好ましい。ここでの電子部品とは、電子機器の使用により高温となるものであればいかなるものでもよく、たとえば電子機器用の中央処理装置（CPU：Central Processing Unit）や、パワーアンプ、無線回路等が挙げられる。

[0041] 電子機器の電子部品を発熱源として用いることにより、燃料電池システムの発熱源 1 2 を別個に設ける必要もなく、しかも発熱源 1 2 を駆動するのに使用する電力を省くことができる。このため、燃料電池システムを小型化することができる。しかも、電子機器の電子部品（燃料電池システム 1 0 の「発熱源 1 2」を意味する）の熱は吸水部材 1 4 の気化熱として大気に放熱されるため、電子機器に備えられる電子部品の過昇温により電子機器の動作が不安定になるのを抑制する効果もある。

[0042] <熱伝導部材>

本発明の燃料電池システムにおいては、図 1 に示されるように吸水部材 1 4 および発熱源 1 2 に接するように配置され、発熱源 1 2 からの熱を吸水部材 1 4 に伝導する熱伝導部材 1 3 をさらに備えることが好ましい。このような熱伝導部材 1 3 を設けることにより、発熱源 1 2 からの熱を効率よく吸水部材 1 4 に伝導することができ、吸水部材 1 4 に含まれる水分を効率的に気化させることができ、吸水部材 1 4 の吸水能を高めることができる。

[0043] ここで、熱伝導部材 1 3 は、熱伝導性を有するものであれば特に材質および形状は限定されないが、高効率に吸水部材 1 4 に熱を導電させるという観点からシート状であることが好ましい。また、熱伝導部材 1 3 は、熱伝導性の高いカーボンブラック、金属、金属酸化物、金属窒化物、および金属炭化物からなる群より選択される 1 種以上を含む複合シートであることが好ましい。熱伝導部材 1 3 は、たとえばアルミニウム、銅等を主成分として含有する合金に、カーボンナノチューブや気相成長法炭素繊維（VGCF：Vapor

Grown Carbon Fiber) 等から選択させる充填フィラーを含有してなる複合シート、またはシリコン樹脂、高密度ポリエチレン、低密度ポリエチレン、およびポリプロピレンからなる群より選択される１種以上からなるマトリクス材料に、熱伝導性が高い材料からなる充填フィラーを充填してなる複合シートを用いることがより好ましい。

[0044] 吸水部材１４と熱伝導部材１３との接合面は、燃料電池スタック１１の重力方向下部に位置することが好ましい。当該接合面を燃料電池スタック１１の重力方向下部の位置に設けることにより、吸水部材１４と熱伝導部材１３との接合面で気化した温かい空気が、燃料電池スタック１１の下部から積層した単位電池１０１の間に流れ込み、煙突効果による上昇気流が生じる。このように上昇気流が発生することにより、動力を使わずに燃料電池スタック１１の下部から空気を取り込むことができる。

[0045] このような構造とすることにより、パッシブセルのようにカソード極への空気供給に動力を用いない場合でも、燃料電池スタックへの空気供給を効率的に行なうことができ、安定して高出力を得ることができる。また、外部から燃料電池スタック１１内に低温で乾いた空気を取り込みやすくなる。このため、吸水部材１４とその周囲の空気との間で、燃料電池スタック内の熱交換が活発になり、吸水部材１４に含まれる水の気化も促進される。以下、燃料電池スタックを構成する単位電池を説明する。

[0046] <単位電池>

図３は、図１の単位電池１０１の好ましい一例を示す模式的な断面図である。本発明において単位電池１０１とは、燃料電池スタックを構成する１ユニットであって、図３に示されるように、アノード極１０３と電解質膜１０２とカソード極１０４とをこの順に含む膜電極複合体１０６（MEA：Membrane Electrode Assembly）を含むものである。この単位電池１０１は、発電機能の付与またはその他の目的のために、必要に応じて膜電極複合体１０６以外に他の構成部材を備えてもよく、たとえば、アノード集電層１０５、カソード集電層（図示せず）、セパレータ（図示せず）等を備えていてもよ

い。

[0047] すなわち、本発明の燃料電池スタック 11 の燃料電池層を構成する単位電池 101 がアノード集電層 105 を含む場合、図 3 に示されるように、単位電池 101 は、カソード極 104 と電解質膜 102 とアノード極 103 とアノード集電層 105 とをこの順に含むことが好ましい。このようにアノード集電層 105 を含むことにより、アノード極 103 で発生した電子の授受を効率的に行なうことができる。

[0048] ここで、単位電池 101 にアノード集電層 105 を設ける場合、図 3 に示されるようにアノード集電層は燃料輸送用の空間である燃料流路 107 を備えることが好ましい。図 3 の単位電池 101 において、燃料としてメタノール水溶液を用いる場合、メタノール水溶液は燃料流路 107 を通ってアノード極 103 に供給され、アノード極 103 で $\text{CH}_3\text{OH} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{CO}_2 + 6\text{H}^+ + 6\text{e}^-$ と反応して水素イオンと電子とを発生する。

[0049] ここで生成した水素イオンは、電解質膜 102 を通じてカソード極 104 へ移動する。一方、大気中から空気が酸化剤としてカソード極 104 に供給されて、カソード極 104 で $\text{O}_2 + 4\text{H}^+ + 4\text{e}^- \rightarrow 2\text{H}_2\text{O}$ と反応して水を発生する。このようにアノード極 103 で発生した電子がカソード極 104 に流れる電子の流れを、外部回路を介して電流として取り出すことにより、単位電池 101 から電気エネルギーを得ることができる。

[0050] <燃料>

本発明の単位電池 101 に供給される燃料としては、電気分解により電力を得ることができるものであれば気体燃料、液体燃料のいずれを用いてもよい。気体燃料としては、水素、DME、メタン、ブタン、アンモニア等を挙げることができる。液体燃料としては、メタノール、エタノール等のアルコール類、ジメトキシメタン等のアセタール類、ギ酸等のカルボン酸類、ギ酸メチル等のエステル類、ヒドラジン等を挙げることができる。なお、上述の液体燃料は、常温で液体である燃料を挙げているが、液体燃料を気化して気相供給してもよい。上述した気体燃料および液体燃料は 1 種に限定されず、

2種以上の混合物であってもよい。体積あたりのエネルギー密度の観点から、メタノールを用いることが好ましい。

[0051] <酸化剤>

本発明の燃料電池スタックに供給される酸化剤としては、酸素、過酸化水素、硝酸を用いることが好ましい。酸化剤のコストの観点から、空気中の酸素を用いることがより好ましい。以下に単位電池101を構成する各層を説明するにあたり、説明の便宜上、燃料としてメタノール、酸化剤として空気を用いた場合を記載する場合があるが、これらの材料を用いた場合に限定されるものではない。

[0052] <電解質膜>

本発明において、単位電池101を構成する電解質膜102は、アノード極103で発生したプロトンを伝導してカソード極104に透過させるものであって、電氣的絶縁性を有する材質のものであれば従来公知のいかなる材質のものを用いることもできる。電解質膜102としては、たとえば高分子膜、無機膜、またはコンポジット膜により形成することができる。

[0053] 電解質膜102に用いられる高分子膜としては、たとえばパーフルオロスルホン酸系電解質膜（ナフィオン（NAFION（登録商標）：デュポン社製）、ダウ膜（ダウ・ケミカル社製）、アシプレックス（ACIPLEX（登録商標）：旭化成社製）、フレミオン（登録商標）：旭硝子社製）の他、ポリスチレンスルホン酸、スルホン化ポリエーテルエーテルケトン等の炭化水素系電解質膜等を挙げることができる。

[0054] 電解質膜102に用いられる無機膜としては、たとえばリン酸ガラス、硫酸水素セシウム、ポリタングストリン酸、ポリリン酸アンモニウム等を挙げることができる。

[0055] 電解質膜102に用いられるコンポジット膜としては、たとえばゴアセレクト膜（ゴアセレクト（登録商標）：ジャパングアテックス株式会社製）を挙げることができる。

[0056] また、燃料電池スタック（または単位電池101）が100℃付近もしくは

はそれ以上の温度にも対応するために、低含水時でも高いイオン伝導性を有する電解質膜 102 の材料を用いることが好ましい。このような電解質膜 102 の材料としては、たとえばスルホン化ポリイミド、2-アクリルアミド-2-メチルプロパンスルホン酸（AMP S : 2-Acrylamido-2-MethylPropaneSulfonic acid）、スルホン化ポリベンゾイミダゾール、ホスホン化ポリベンゾイミダゾール、硫酸水素セシウム、ポリリン酸アンモニウム、イオン性液体（常温溶融塩）等を膜化して用いることが好ましい。

[0057] このような電解質膜 102 は、プロトン伝導率が 10^{-5} S/cm 以上であることが好ましく、パーフルオロスルホン酸ポリマや炭化水素系ポリマ等の高分子の電解質膜のようにプロトン伝導率が 10^{-3} S/cm 以上のものを用いることがより好ましい。

[0058] <アノード極およびカソード極>

本発明の燃料電池システムに用いられる単位電池 101 のアノード極 103 は、燃料の酸化を促進するアノード触媒を含むアノード触媒層（図示せず）を少なくとも備える。そして、当該アノード触媒上で燃料が酸化反応を起こすことにより、プロトンと電子を生成する。なお、アノード極 103 はアノード触媒層とは別にアノード集電層 105 側（電解質膜 102 とは反対側）に、アノード多孔質基体（図示せず）を積層した構造であることが好ましい。

[0059] 一方、本発明の燃料電池システムに用いられる単位電池 101 のカソード極 104 は、酸化剤の還元を促進するカソード触媒を含むカソード触媒層（図示せず）を少なくとも備える。そして、カソード触媒上で酸化剤がプロトンと電子を取り込み、還元反応を起こすことにより水を生成する。カソード極 104 は電解質膜 102 とは反対側にカソード触媒層とは別にさらにカソード多孔質基体（図示せず）を積層した構造であることが好ましい。

[0060] <アノード触媒層およびカソード触媒層>

アノード触媒層は、燃料の酸化を促進するアノード触媒を少なくとも含み、さらにアノード担持体とアノード電解質とを含むことが好ましい。一方、

カソード触媒層は、酸素とプロトンと電子とから、水を生成する反応速度を促進するカソード触媒を少なくとも含み、さらにカソード担持体とカソード電解質とを含むことが好ましい。

[0061] アノード触媒層およびカソード触媒層の厚みはそれぞれ0.1 μm 以上0.2 mm以下とすることが好ましい。アノード触媒層およびカソード触媒層の厚みが0.1 μm 未満であると、燃料電池スタック（または単位電池）の出力を向上させるだけの触媒量をアノード触媒層およびカソード触媒層に担持できない虞があり、0.2 mmを超えるとプロトン伝導の抵抗および電子伝導の抵抗が大きくなったり、液体燃料または酸化剤の拡散抵抗が増加したりする虞がある。

[0062] 以下の（１）～（３）には、アノード触媒層およびカソード触媒層に含まれるものを説明する。

[0063] （１）アノード触媒およびカソード触媒

アノード触媒は、燃料としてメタノール水溶液を用いる場合、メタノールと水からプロトンと電子を生成する反応の速度を促進する機能を有するものである。一方、カソード触媒は、酸素とプロトンと電子から水を生成する反応の反応速度を促進する機能を有するものである。

[0064] アノード触媒およびカソード触媒は必ずしも同種類のものに限定されず、異なる種類の材料を用いることができる。このようなアノード触媒およびカソード触媒としては、たとえばPt、Ru、Au、Ag、Rh、Pd、Os、Ir等の貴金属、Ni、V、Ti、Co、Mo、Fe、Cu、Zn、Sn、W、Zr等の卑金属、これらの貴金属または卑金属の酸化物、炭化物および炭窒化物、もしくはカーボンからなる群より選択された材料の１種または２種類以上の組み合わせのものを触媒として用いることができる。

[0065] （２）アノード担持体およびカソード担持体

アノード担持体は、アノード極１０３で生成した電子をアノード多孔質基体へ導電する機能を有するものである。一方、カソード担持体はカソード多孔質基体からカソード触媒層に電子を導電する機能を有するものである。

[0066] アノード担持体およびカソード担持体は、電気伝導性を有する材料であればどのような材料を用いてもよいが、電気伝導性の高い炭素系材料を用いることが好ましく、電気伝導性の高い炭素系材料としては、たとえばアセチレンブラック、ケッチェンブラック（登録商標）、アモルファスカーボン、カーボンナノチューブ、カーボンナノホーン等を挙げることができる。また、これらの炭素系材料の他に、Pt、Ru、Au、Ag、Rh、Pd、Os、Ir等の貴金属、Ni、V、Ti、Co、Mo、Fe、Cu、Zn、Sn、W、Zr等の卑金属、これら貴金属または卑金属の酸化物、炭化物、窒化物および炭窒化物からなる群より選択された材料の1種または2種類以上の組み合わせたものを担持体として用いることができる。

[0067] また、アノード担持体およびカソード担持体は、プロトン伝導性を付与した材料であってもよい。このようにプロトン伝導性を付与した材料としては、たとえば硫酸化ジルコニア、リン酸ジルコニウム等を挙げることができる。

[0068] また、アノード担持体の表面は親水性であることが好ましい。アノード担持体の表面を親水性にすることにより、アノード触媒層の細孔内に燃料（メタノール水溶液）を保持しやすくなり、燃料やプロトンのアノード触媒層中の拡散性がよくなる。ここで、アノード担持体の表面を親水化する方法としては、アノード担持体の表面をカルボキシル基やヒドロキシル基等の親水性の官能基により修飾する方法を挙げることができる。

[0069] このようなアノード担持体の表面を親水化する方法としては、たとえばカーボン表面をグラフト重合することによる表面修飾、シランカップリング剤による表面修飾等が挙げられる。なお、アノード触媒およびカソード触媒のいずれもが電子伝導性を有するため、アノード担持体およびカソード担持体を設けなくてもよい。

[0070] （3）アノード電解質およびカソード電解質

アノード電解質は、アノード極103で生成したプロトンを電解質膜102へ伝導する機能を有する。一方、カソード電解質は、電解質膜102から

透過したプロトンのカソード触媒層近傍に伝導する機能を有する。

[0071] アノード電解質およびカソード電解質は、プロトン伝導性を有し、かつ電氣的絶縁性を有する材質であれば特に限定されずいかなるものをも使用することができる。アノード電解質およびカソード電解質は、メタノール等の燃料により溶解しない固体もしくはゲルであることが好ましい。このようなアノード電解質およびカソード電解質は、スルホン酸、リン酸基などの強酸基やカルボキシル基などの弱酸基を有する有機高分子であることが好ましく、たとえば含有パーフルオロカーボン（ナフィオン（登録商標）（デュポン株式会社製））、カルボキシル基含有パーフルオロカーボン（フレミオン（登録商標）（旭化成株式会社製））、ポリスチレンスルホン酸共重合体、ポリビニルスルホン酸共重合体、イオン性液体（常温溶融塩）、スルホン化イミド、AMP S等を挙げることができる。

[0072] なお、アノード担持体およびカソード担持体として、プロトン伝導性を有するものを用いる場合には、これらによりプロトンを伝導することができるため、別個にアノード電解質およびカソード電解質を設けなくてもよい。

[0073] <アノード多孔質基体およびカソード多孔質基体>

アノード多孔質基体は、メタノールと水とをアノード触媒層へ供給することを可能とする空隙を形成するとともに、アノード担持体からアノード集電層105へ電子を導電する機能を有する。一方、カソード多孔質基体は、大気中の酸素をカソード触媒層へ供給し、効率よく生成水を外部へ排出することを可能とする空隙を形成するとともに、カソード担持体から外部配線（図示せず）への電子を導電するという機能を有する。

[0074] アノード多孔質基体およびカソード多孔質基体は、導電性の材料からなることが好ましく、たとえばカーボンペーパー、カーボクロス、金属発泡体、金属焼結体、金属繊維の不織布等を用いることができる。ここで、金属発泡体、金属焼結体、金属繊維の不織布に用いられる金属としては、Pt、Ru、Au、Ag、Rh、Pd、Os、Irなどの貴金属、Ni、V、Ti、Co、Mo、Fe、Cu、Zn、Sn、W、Zrなどの卑金属、および、こ

れら貴金属、卑金属の酸化物、炭化物、窒化物、炭窒化物を1種または2種以上を含む材料を挙げることができる。アノード多孔質基体は、アノード極103におけるアノード集電層105側（電解質膜102側と反対側）に配置されることが好ましい。また、カソード多孔質基体は、カソード極104における単位電池の外側（電解質膜102側と反対側）に配置されることが好ましい。

[0075] なお、アノード多孔質基体およびカソード多孔質基体は、必ずしも設ける必要はない。すなわちたとえば、アノード触媒層はアノード集電層と電子の授受を行なうように、アノード触媒層が電解質膜102に直接形成されていてもよいし、カソード触媒層は外部配線と電子の授受を行なうように、カソード触媒層が電解質膜102に直接形成されていてもよい。

[0076] <アノード集電層>

本発明において、燃料電池層を構成する単位電池101は、アノード極103で発生した電子の授受を行なう機能を有するアノード集電層105をさらに含むことが好ましい。

[0077] このようなアノード集電層105は、その表裏のうちのアノード極103と接する面に、1または2以上の溝が形成された燃料流路107を有することが好ましい。アノード集電層105に設けられる燃料流路107の形状は特に限定されることなくいかなる形状のものを用いることもできる。燃料流路107の形状は、アノード集電層105の電気抵抗およびアノード集電層105とアノード極103との接触面積等を考慮して決定することが好ましい。燃料流路107はたとえば図3に示されるように燃料流路107の燃料が流れる方向に対しての断面形状は四角形状であってもよい。

[0078] 燃料流路107の燃料が流れる方向に対する断面が四角形状の場合、この四角形状の面積は0.01mm²以上1mm²以下であることが好ましい。この面積が0.01mm²未満であると、液体を流す圧力損失が大きくなるため燃料供給装置が大型化するという問題があり、1mm²を超えると、燃料電池スタックが大型化するという問題がある。

- [0079] また、上記の燃料流路の断面の四角形状のうちのアノード極 103 と接する部分の長さを燃料流路の幅とすると、燃料流路の幅は、0.1 mm 以上 1 mm 以下であることが好ましい。燃料流路の幅が 0.1 mm 未満であると、燃料流路からアノード極 103 への燃料の供給効率が低下するという問題があり、1 mm を超えると、アノード極と接触するアノード集電層のエッジ幅が短くなるため構造安定性が乏しくなる。
- [0080] また、アノード極 103 の表裏の両面のうちのアノード集電層 105 と接する側の面の面積の 20% 以上が、アノード集電層 105 と接触することが好ましい。なお、アノード極 103 とアノード集電層 105 との間に別の層が介在し、アノード極 103 とアノード集電層 105 とが接しない場合であっても、上記の面積の関係は同様である。この面積が 20% 未満の場合、アノード集電層 105 とアノード極 103 との接触面積が低下することによりオーミック抵抗が増大するという問題がある。
- [0081] アノード集電層 105 に用いられる材質は、導電性を示すものであればどのようなものを用いてもよいが、カーボン材料、導電性高分子、Au、Pt、Pd 等の貴金属、Ti、Ta、W、Nb、Ni、Al、Cr、Ag、Cu、Zn、Sn 等の金属、Si、およびこれらの窒化物、炭化物、炭窒化物等、さらにステンレス、Cu-Cr、Ni-Cr、Ti-Pt 等の合金等を用いることができる。
- [0082] ここで、アノード集電層 105 に用いられる材質は、比抵抗が小さい材質を用いることが好ましく、Pt、Ti、Au、Ag、Cu、Ni、W からなる群より選ばれる少なくとも一つの元素を含むことがより好ましい。このような材質のものをアノード集電層 105 に用いることにより、アノード集電層 105 の抵抗による電圧低下を軽減し、より高い発電特性を得ることができる。
- [0083] なお、アノード集電層 105 に用いられる材質として、Cu、Ag、Zn 等のように酸性雰囲気下で腐食しやすい金属を用いる場合、Au、Pt、Pd 等の耐腐食性を有する貴金属および金属材質、導電性高分子、導電性窒化

物、導電性炭化物、導電性炭窒化物、導電性酸化物等を表面コーティングすることが好ましい。このように表面コーティングすることにより、アノード集電層 105 の表面の腐食を防止することができ、単位電池およびこれを用いた燃料電池スタックの寿命を延ばすことができる。

[0084] (第二の実施の形態)

図 2 は、本発明の燃料電池システムの好ましい一例を模式的に示す図である。本実施の形態の燃料電池システムは、図 2 に示されるように、単位電池 201 を 2 以上備える燃料電池スタックと、単位電池 201 のカソード極と空間的に連通するように燃料電池スタックの外表面に配置され、上述のカソード極から発生する水を吸収する吸水部材 24 と、吸水部材 24 を加熱する発熱源 22 と、吸水部材 24 および発熱源 22 に接するように配置され、発熱源 22 からの熱を吸水部材 24 に伝導する熱伝導部材 23 とを備えるものである。

[0085] 本発明の燃料電池システム 20 に用いられる燃料電池スタックは、図 2 に示されるように、1 または 2 以上の単位電池 201 を、同一平面内に隙間を設けて配置してなる燃料電池層 21 と、上記単位電池 201 と交差するように配置される 1 または 2 以上のスペーサ 206 からなるスペーサ層 26 とを交互に積層されてなるものであることが好ましい。

[0086] なお、図 2 においては、2 層の燃料電池層 21 の間にスペーサ層 26 が形成されるものが示されているが、この形態のみに限られるものではなく、さらに燃料電池層 21 とスペーサ層 26 とを交互に積層したものであっても本発明の範囲に含まれ、これらの最多積層数は特に限定されない。

[0087] このように燃料電池層 21 の間にスペーサ 206 を設けることにより、燃料電池層 21 の同一平面内に設けられた隙間 214 および燃料電池層 21 の間の空間部 210 が 3 次元的に連通することとなり、燃料電池スタック内の空気の拡散性を向上することができる。すなわち、燃料電池スタック内に入った空気が、連通した隙間 214 および空間部 210 を通して自然対流されて、燃料電池スタックに含まれる単位電池 201 のカソード極に空気が供

給されやすくなる。しかも、空気の拡散性を向上することにより、吸水部材 24 に含まれる水の蒸発を促進する効果も得られる。

[0088] 図 2 には、5 つの単位電池 201 を同一平面内に隙間を設けて配置してなる燃料電池層 21 が 2 層と、2 層の燃料電池層 21 の間に単位電池 201 と交差するように配置される 4 つのスペーサ 206 からなるスペーサ層 26 とからなる燃料電池スタックの構造が示されているが、図 2 の単位電池の数およびスペーサの数はいずれも一例であって、その数は特に限定されない。

[0089] <単位電池>

本発明において、上記の単位電池 201 の形状は隙間 214 の厚さを均一に確保するという観点から、長辺と短辺を有する短冊形状のものであることが好ましく、特に単位電池 201 の積層面の少なくとも一辺の長さを有する短冊形状であることが好ましい。単位電池 201 の形状が短冊柱状であれば、その単位電池 201 の断面形状は特に制限されず、たとえば楕円状、四角状等とすることができる。

[0090] 本発明において、燃料電池スタックの燃料電池層 21 は、単位電池 201 が同一平面内に隙間 214 を設けて長辺同士が対向するように配置される。そして、各単位電池 201 はカソード極およびアノード極が同一方向に配置される。すなわち、隣接する燃料電池層 21 のうちの一方の燃料電池層 21 に含まれる単位電池 201 のカソード極と、他方の燃料電池層 21 に含まれるアノード極が対向するように配置される。

[0091] 図 2 に示される燃料電池スタックにおいて、単位電池 201 のカソード極の表面に生じた結露水は、液滴として重力方向に落下して吸水部材 24 に保持されるか、もしくはスペーサ 206 の壁面をつたって吸水部材 24 に吸水される。

[0092] <スペーサ層>

本発明において、スペーサ層 26 は、その表裏に接して配置される燃料電池層 21 のうちの一方の燃料電池層 21 に含まれる単位電池 201 のカソード極と、他方の燃料電池層 21 に含まれる単位電池 201 のアノード集電層

との間に配置される。

[0093] スペーサ層 2 6 と吸水部材 2 4 との位置関係は、燃料電池層 2 1 に空間部 2 1 0 を形成するものであれば特に限定されずいかなる位置にスペーサ層 2 6 を設けてもよいが、スペーサ層 2 6 と吸水部材 2 4 とが直交するように配置されることが好ましい。このように配置することにより、単位電池 2 0 1 のカソード極で発生した結露水がスペーサ 2 0 6 の壁面をつたい、吸水部材 1 4 への吸水を効率的に行なうことができる。なお、スペーサ層 2 6 と吸水部材 2 4 とは必ずしも接していなくてもよく、スペーサ層 2 6 が吸水部材 2 4 とは分離して設けられていても本発明の効果は示される。

[0094] スペーサ層 2 6 は、1 または 2 以上のスペーサ 2 0 6 が同一平面内に配置されてなるものである。スペーサ層 2 6 は、燃料電池層 2 1 の間の空間部 2 1 0 を確保することができるものであれば、スペーサ 2 0 6 の個数は特に限定されず、1 または 2 以上のスペーサ 2 0 6 によりスペーサ層 2 6 を構成することができる。ただし、単位電池 2 0 1 の隙間 2 1 4 を 3 次元的に連通させることができるという観点から、スペーサ層 2 6 は、2 以上のスペーサ 2 0 6 により構成することが好ましい。

[0095] また、スペーサ層 2 6 に 2 以上のスペーサ 2 0 6 を設ける場合、図 3 に示すように各スペーサ 2 0 6 は間隔を設けて配置されることが好ましい。このようにスペーサ 2 0 6 を配置することにより、同一平面内に設けられた隙間 2 1 4 および燃料電池層 2 1 の間の空間部 2 1 0 が 3 次元的に連通することとなり、燃料電池スタック内での空気の拡散性を向上することができる。すなわち、燃料電池スタック内の隙間 2 1 4 および空間部 2 1 0 に位置する空気が、連通した隙間 2 1 4 および空間部 2 1 0 を通して自然対流または拡散されて、燃料電池スタックの内部に供給されやすくなる。そして、当該空間部 2 1 0 を通じて燃料電池層 2 1 の単位電池 2 0 1 のカソード極に大気中の酸素を供給することができる。

[0096] さらに、図 2 のような燃料電池スタックの構造とすることにより燃料電池スタック内の空間部 2 1 0 および隙間 2 1 4 に位置する空気が、単位電池の

発電に起因する熱で温められる。これにより連通した隙間 2 1 4 および空間部 2 1 0 内で重力方向とは反対の方向に熱対流が生じて外部へ放出される。しかも、燃料電池スタックの側面や下面から空気が効率的に吸入するように供給されて、カソード極での還元反応を促進するという効果も得られる。

[0097] このような熱対流が生じることにより燃料電池スタックの内部に空気を供給することができる。このことから従来の燃料電池システムのように空気供給のためのエアポンプ、ファン等の補機を別途に設けなくてもよくなり、燃料電池システムを小型化することができる。また、たとえエアポンプ、ファン等の補機を設けても、エアポンプ、ファン等の補機からの風量を低減させることができる。よって、燃料電池システムの低消費電力の低減に寄与する他、燃料電池システムを小型化することもできる。

[0098] <スペーサ>

スペーサ層 2 6 を形成するスペーサ 2 0 6 は、空気流通用の開口を有するような多孔質のものをを用いることが好ましい。スペーサ 2 0 6 に多孔質のものをを用いることにより、燃料電池スタック内での空気の循環を活発にし、燃料電池スタック内に空気を取り込みやすくすることができる。しかも、スペーサ 2 0 6 が多孔質のものであれば、吸水部材 2 4 の水の蒸発速度を高める効果も得られる。

[0099] また、多孔質のスペーサ 2 0 6 を用いる場合、多孔質のスペーサ 2 0 6 は撥水性であることが好ましい。撥水性のスペーサ 2 0 6 を用いることにより、スペーサ 2 0 6 内部の空気流通用の開口が水に埋まることを防止することができ、スペーサ 2 0 6 に多孔質のものをを用いる効果を持続させることができる。このとき、スペーサ 2 0 6 は吸水部材 2 4 に触れていないことが好ましい。

[0100] スペーサ層 2 6 に配置されるスペーサ 2 0 6 は、スペーサ 2 0 6 と隣接するアノード集電層と一体化されていることが好ましい。このようなスペーサ 2 0 6 とアノード集電層とを一体化するための方法としては、熱硬化性樹脂等の接着剤を用いた接着、拡散接合、超音波接合、レーザー溶接等が挙げら

れる。なお、ここでの「一体化」とは、外部から圧力を加えなくとも分離しない状態のことをいう。具体的には化学結合、アンカー効果、粘着力等によりアノード集電層とスペーサ206とが接合された状態のことをいう。

[0101] スペーサ206は、燃料電池スタックに外力が加わっても燃料電池層の間の空間部210を確保できる強度を保つものであれば特に限定されることなくいかなるものをも使用することができるが、導電性材料のものをを用いることが好ましい。導電性材料のものをを用いることにより、他に外部配線を設けることなく、隣接する2層の燃料電池層のうち的一方の燃料電池層の単位電池のアノード集電層と、他方の燃料電池層の単位電池のカソード極とを電気的に接続することにより直列接続することができる。これにより燃料電池スタックを小型化することができる。

[0102] スペーサ206に用いられる材質は、アノード集電層と同様の材質を用いることが好ましい。このような材料としては、カーボン材料、導電性高分子、Au、Pt、Pd等の貴金属、Ti、Ta、W、Nb、Ni、Al、Cr、Ag、Cu、Zn、Sn等の金属、Si、およびこれらの窒化物、炭化物、炭窒化物等、さらにステンレス、Cu-Cr、Ni-Cr、Ti-Pt等の合金等を挙げることができる。

[0103] ここで、スペーサ206に用いられる材質は、スペーサの抵抗による電圧低下を軽減し、より高い発電特性を得るという観点から、比抵抗の小さい材質であることが好ましい。Pt、Ti、Au、Ag、Cu、Ni、Wからなる群より選ばれる少なくとも一つの元素を含むことがより好ましい。

[0104] なお、スペーサ206に用いられる材質として、Cu、Ag、Zn等のように酸性雰囲気下で腐食しやすい金属を用いる場合、Au、Pt、Pd等の耐腐食性を有する貴金属および金属材質、導電性高分子、導電性窒化物、導電性炭化物、導電性炭窒化物、導電性酸化物等を表面コーティングすることにより、スペーサ206の腐食を防止することができる。これにより単位電池201およびこれを用いた燃料電池スタックの寿命を延ばすことができる。

- [0105] スペーサ 206 の形状は、積層する燃料電池層の間に酸素を供給するための空間部 210 を確保できるものであれば特に限定なくいかなる形状のものも使用することができる。空間部 210 の厚さを均一に確保し、空間部 210 の容積を大きくするという観点から、スペーサ 206 はいずれも長辺と短辺を有する短冊形状のものであることが好ましく、特に単位電池の積層面の少なくとも一辺の長さを有する短冊形状であることが好ましい。スペーサ 206 の形状が短冊柱状であれば、そのスペーサ 206 の断面形状は特に制限されず、たとえば楕円状、四角状等とすることができる。
- [0106] スペーサ 206 が隣接する燃料電池層間の電氣的接続の役割を果たす導電性材料を含む場合、スペーサ 206 の形状は直方体形状であることが好ましい。スペーサ 206 を直方体形状とすることにより、スペーサ 206 に隣接する表裏の燃料電池層と面同士で接触させることができるため、電氣的な接触抵抗を低減させることができる。
- [0107] スペーサ 206 の形状を直方体形状とした場合のスペーサ 206 の幅は、0.5 mm 以上 5 mm 以下であることが好ましい。スペーサの幅が 0.5 mm 未満であると燃料電池スタックの構造強度が十分でない所があり、5 mm を超えると単位電池 201 のカソード極に酸素が十分に供給されない所がある。
- [0108] また、スペーサ 206 の厚みは、0.1 mm 以上 5 mm 以下であることが好ましく、0.2 mm 以上 1 mm 以下であることがより好ましい。スペーサの厚みが 0.1 mm 未満であるとスペーサによって形成される空間部 210 内（単位電池 201 のカソード極）への酸素供給を行なわれにくくなる所があり、5 mm を超えると燃料電池スタックが大型化する傾向がある。
- [0109] 隣接する 2 層の燃料電池層 21 の間に配置されるスペーサ 206 は、2 層の燃料電池層 21 の間の空間部 210 を確保することができれば特に数量に限定はなく、任意のスペーサ 206 の数量を選択することができる。燃料電池スタックに外力が加わっても燃料電池層 21 の間の空間部 210 を安定的に確保するという観点から、2 つ以上のスペーサ 206 からなるスペーサ層

26であることが好ましい。

[0110] (第三の実施の形態)

図4は、本発明の燃料電池システムの好ましい他の一例を模式的に示す図である。本発明の燃料電池システム30は、図4に示されるように、燃料電池スタックの底面のみでなく側面にも吸水部材34を備えるものであってもよい。この場合、これらの吸水部材34の一部に接するように、発熱源32が設けられる。

[0111] 図4には、吸水部材34が燃料電池スタックの底面および側面に設けられ、吸水部材34同士が互いに接合した構造を示しているが、このように吸水部材34同士が接合している場合のみに限られるものではなく、分離して設けられている場合も本発明の範囲に含まれる。ただし、各吸水部材34が分離して設けられる場合、それぞれの吸水部材に接するようにそれぞれ発熱源を設けなければ本発明の効果を十分に得ることができない。

[0112] 図4には、3層の燃料電池層31と2層のスペーサ層とが交互に積層された構造のものであり、各燃料電池層31は4つの単位電池301を含み、各スペーサ層は3つのスペーサを含む燃料電池システム30が示されているが、本発明はこの構造に限定されるものではない。

[0113] 本実施の形態の燃料電池スタックにおいては、単位電池301のカソード極で生成した結露水是、重力により燃料電池スタックの下部に設けられた吸水部材34に吸収されるかもしくは、スペーサ306をつたって燃料電池スタックの側面に設けられた吸水部材34に吸収されるかのいずれかである。

[0114] <吸水性材料からなる層>

本実施の形態の燃料電池スタックのように、スペーサ306の表面の一部を被覆し、かつ吸水部材34と接するように形成された、吸水性材料からなる層35（以下において「生成水般水部」とも記する）を有することが好ましい。このように生成水般水部を設けることにより、カソード極で生成した結露水がスペーサ306の生成水般水部を介して吸水部材34へ保持することができる。このため、カソード極で生成した結露水が重力で落下しにくい

ような場合であっても、結露水を吸水部材 3 4 へ吸水させることができ、単位電池 3 0 1 の発電特性を安定させることができる。

[0115] なお、吸水性材料からなる層 3 5 と吸水部材 3 4 とが接するとは、吸水性材料からなる層の一部が吸水部材 3 4 と接することを意味するものであり、図 4 のように吸水性材料からなる層の端部が吸水部材 3 4 と接していてもよい。

[0116] 吸水性材料からなる層 3 5 は、スペーサ 3 0 6 と単位電池 3 0 1 と間の導電を確保するという観点から、スペーサ 3 0 6 の単位電池 3 0 1 に接していない面に設けることが好ましい。また、吸水性材料からなる層 3 5 から吸水部材 3 4 への生成水の受け渡しを円滑にするという観点から、吸水性材料からなる層 3 5 の毛管力は、吸水部材 3 4 の毛管力よりも小さいことが好ましい。

[0117] このような吸水性材料からなる層 3 5 に用いられる材料は、吸水部材 3 4 に用いられる材料と同様に水および液体燃料に溶解しないものを用いる必要がある。このような材料としては、金属等の無機物質または高分子材料等の有機物質からなる多孔質体を用いることが好ましい。このような多孔質体としては、たとえば発泡体、繊維束、織繊維、不織繊維、多孔質焼結体、あるいはこれらの材料の組み合わせからなるものを挙げることができる。

[0118] また、吸水性材料からなる層 3 5 に高分子材料等の有機物質からなる多孔質体を用いる場合、たとえば、天然繊維、ポリエステル、ポリエチレン、ポリウレタン、アクリル、ポリアミド、ポリオレフィン、ポリアセタール、ポリビニル、ポリカーボネート、ポリエーテル、ポリフェニレン等から選択される 1 種または 2 種以上の組み合わせからなる繊維束、織繊維、不織繊維を用いることがより好ましい。

[0119] <電子機器>

図 5 は、第一の実施の形態の燃料電池システムを搭載した電子機器の好ましい一例を模式的に示す図である。なお、図 5 の電子機器は携帯電話機を模式的に表したものであり、図 5 (a) は携帯電話機の背面図であり、図 5 (

b) は携帯電話機の側面図である。

[0120] 本発明の燃料電池システム 10 を搭載する電子機器 110 は、図 5 に示されるように、燃料電池スタック 11 と吸水部材 14 と発熱源 12 と、熱伝導部材 13 とから構成され、吸水部材 14 は熱伝導部材 13 を介して発熱源 12 と接している。燃料電池スタック 11 に空気供給するための開口は、図 5 において電子機器 110 の筐体と面していない、3 側面と上面に設けられている。

[0121] 燃料電池スタック 11 では、単位電池 101 のカソード極での化学反応により生じた生成水は吸水部材 14 に保持され、吸水部材 14 に吸収された水分は発熱源 12 の熱により気化して燃料電池スタック 11 の外部へ放出されるため、吸水部材 14 が飽和状態になって液漏れの発生を防止することができる。

[0122] ここで、本発明の電子機器に用いられる発熱源 12 は、電子機器の使用に必須の電子部品であることが好ましい。図 5 に示されるように、電子機器 110 の使用に必須の電子部品を燃料電池システムの発熱源 12 として使用することにより、吸水部材 14 に吸収された水分を効率的に気化させることができる。しかも、電子機器 110 の電子部品の過昇温を防止することもできることから、電子機器 110 の駆動を安定させることもできる。

[0123] 図 6 は、第三の実施の形態の燃料電池システムを搭載した電子機器の好ましい一例を模式的に示す図である。なお、図 6 の電子機器は、ノート型パソコンを模式的に表したものであり、第三の実施の形態の燃料電池システム 30 を備える。この電子機器 310 は、燃料電池スタックと発熱源 32 と熱伝導部材 33 とを含み、燃料電池システムの吸水部材 34 は熱伝導部材 33 を介して発熱源 32 と接している。

[0124] 図 6 のように、燃料電池スタック中の単位電位の化学反応により生じた生成水は、燃料電池スタックの底面もしくは側面に設けられた吸水部材 34 により保持される。そして、吸水部材 34 に吸収された水分は、発熱源 32 の熱により気化してセルの外部へ放出されるため、吸水部材 34 が飽和状態に

なって液漏れが生じることを防止することができる。

[0125] ここで、図6に示される燃料電池システムの発熱源32は、電子機器の使用に必須の電子部品であることが好ましい。図6においてはノート型パソコンの駆動に用いられるCPUを発熱源32として用いる。このように電子機器310の使用に必須の電子部品を燃料電池システムの発熱源32として使用することにより、吸水部材34に吸収された水分を効率的に気化させることができる。しかも、電子機器310の電子部品の過昇温を防止することもでき、電子機器310の駆動を安定させることもできる。

[0126] 図6の電子機器においては、燃料電池スタックの6面のうち、横2面が空気取り入れ供給用の開口として開いており、燃料電池スタックの側面に位置する吸水部材34は空気取り入れ供給用の開口がない燃料電池スタックの一面側に設けられている。

[0127] <実施例>

以下、実施例を挙げて本発明をより詳細に説明するが、本発明はこれらに限定されるものではない。

実施例 1

[0128] 図1に示す構造の燃料電池スタック11と同様の構造の燃料電池スタックを作製した。以下、実施例1の燃料電池スタックの作製方法について説明する。

[0129] まず、燃料電池スタック11を構成する単位電池101に用いられる電解質膜として、幅25mm×長さ25mm、厚さが約175 μ mの電解質膜（商品名：Nafion（登録商標）117（デュポン株式会社製））を用意した。次に、Pt担持量が32.5質量%で、Ru担持量が16.9質量%のPtとRuからなる粒子とカーボン粒子とからなる触媒担持カーボン粒子（商品名：TEC66E50（田中貴金属工業株式会社製））と、20質量%のNafion（登録商標）を含むアルコール溶液（シグマアルドリッチジャパン株式会社製）と、イソプロパノールと、アルミナボールと、を質量比で0.5：1.5：1.6：100の割合でテフロン（登録商標）容器に

入れ、攪拌脱機を用いて500rpmで50分間の混合を行なうことにより、アノード触媒ペーストを作製した。

[0130] また、Pt担持量が46.8質量%のPt粒子とカーボン粒子とからなる触媒担持カーボン粒子（商品名：TEC10E50E（田中貴金属工業株式会社製））を用いたこと以外はアノード触媒ペーストと同様の方法によりカソード触媒ペーストを作製した。

[0131] 次に、アノード極の基体として、外形が23mm×23mmで、片面にフッ素系の樹脂と炭素粒子からなる層で撥水処理されたカーボンペーパー（商品名：25BC（SGLカーボンジャパン株式会社製））を用いた。そして、カーボンペーパーの撥水処理が施されている面に、上記で作製したアノード触媒ペーストを触媒担持量が2mg/cm²となるように、幅23mm×長さ23mmの正形状の開口部を有するスクリーン印刷版を用いて、カーボンペーパーのマイクロポラスレイヤーが形成されている面の全面にスクリーン印刷した。その後、スクリーン印刷されたアノード触媒ペーストを室温で乾燥させて、約50μmの厚さのアノード触媒層を有するアノード極を作製した。

[0132] また、アノード極と同様の方法により、上記と同様のカーボンペーパーを用いて上記で得られたカソード触媒ペーストをスクリーン印刷し、約50μmの厚さのカソード触媒層を有するカソード極を形成した。以上の工程により単位電池を構成する電解質膜と、アノード極と、カソード極とを作製した。

[0133] 次に、図2に示されるように上記で得られた電解質膜102を挟んで、電解質膜102の中心でアノード極103とカソード極104が重なり、アノード触媒層とカソード触媒層が電解質膜102と接するように、下からアノード極103、電解質膜102、カソード極104の順に積層し、これを50mm×50mmの正形状の貫通穴を有する100mm×100mm、厚さ0.30mmの額縁状のテフロン（登録商標）スペーサの貫通穴に設置した。そして、100mm×100mmであって、厚みが3mmのステンレス

板で挟んだ後、ステンレス板の厚み方向に 130°C 、 5 kg f/cm^2 で2分間熱圧着し、アノード極103と電解質膜102とカソード極104が一体化された膜電極複合体106を作製した。

[0134] 次に、アノード集電層105として、外形が $25\text{ mm} \times 25\text{ mm}$ で、厚さ $300\text{ }\mu\text{m}$ の耐硫酸性ステンレスSUS316L製の平板を用いた。当該平板をエッチング加工することにより、幅が $500\text{ }\mu\text{m}$ で深さが $200\text{ }\mu\text{m}$ の溝の燃料流路107を形成した。

[0135] そして、 $50\text{ mm} \times 50\text{ mm}$ の正方形型の貫通穴を有する $100\text{ mm} \times 100\text{ mm}$ 、厚さ 0.6 mm の額縁状のテフロン（登録商標）スペーサの該貫通穴に、下からアノード集電層105、アノード極103、電解質膜102、カソード極104の順に積層したものを設置した。これを $100\text{ mm} \times 100\text{ mm}$ 、厚み 3 mm のステンレス板で挟んだ後、ステンレス板の厚み方向に 5 kg f/cm^2 で2分間 130°C で熱圧着することにより一体化して、単位電池101を作製した。同様の方法によりもう1つの単位電池101を作製して、図1に示すように単位電池101の間の層間距離を 5 mm として配置してなるものを燃料電池スタック11とした。

[0136] 次に、燃料電池システムの吸水部材14を作製した。吸水部材14の材料には、低沸点ポリエステルバイндаと吸水ポリマーを含有した目付け 600 g/cm^2 のポリエステル製不織布（株式会社ベル開発製）を用いた。そして、当該ポリエステル製不織布を 3 mm のスペーサを用いて、ステンレス板に挟んだ上で、 100°C 、 100 kN で1分間ホットプレス処理し、 100 kN の圧力を保持したまま、 70°C まで自然冷却し、厚み 3 mm 、比重 0.19 g/cm^3 の多孔質材料を形成した。そして、当該多孔質材料を $3\text{ cm} \times 2\text{ cm}$ の大きさに切出したものを吸水部材14として用いた。

[0137] 次に発熱源12としてシリコンラバーヒータを用いた。そして、当該シリコンラバーヒータ上に、バーコータを用いて $100\text{ }\mu\text{m}$ の厚さのエポキシ系の熱伝導性接着剤（3M社製）を塗布して熱伝導部材13を形成した。なお、熱伝導部材13は接着機能をも有するものであり、この熱伝導部材13の

上に吸水部材 14 を積層して、80℃で60分間乾燥することにより、熱伝導部材 13 と吸水部材 14 とを接着した。

[0138] 熱伝導部材 13 付近の温度をK熱電対でモニターしながらPID制御によりフィードバックを行ない、シリコンラバーヒータを50℃に設定して模擬的な発熱源 12 として用いた。

[0139] 次に、外径360 μm ϕ （内径150 μm ϕ ）のテフロン（登録商標）チューブを燃料流路 107 の端部から燃料流路に挿入し、当該テフロン（登録商標）チューブと燃料流路 107 端部との隙間をエポキシ樹脂で埋め、乾燥させることにより燃料供給の接続部を作製した。以上により図1に示される燃料電池システムを作製した。

[0140] 図7は、図1の燃料電池システム10の燃料電池スタック11と吸水部材14とを筐体100で覆ったときの燃料電池システムを示す図である。図7に示すように、燃料電池システムのうち燃料電池スタックと吸水部材とをアクリル筐体100で覆った。このアクリル筐体100は、外形幅3cm $\times$ 奥行き2cm $\times$ 高さ4cmのものであり、横3面と上面に空気取り入れ供給用の開口部15が形成されたものである。そして、当該燃料電池スタックの燃料流路に対し、3Mのメタノール水溶液を0.5cc/minの速度でポンプを用いて供給して発電させることにより発電評価を行なった。この発電評価の結果、燃料電池スタックの5分後の出力密度は40mW/cm²であり、連続して1時間使用した後の出力密度は30mW/cm²であった。さらに、連続して5時間使用した後においても液漏れは確認されなかった。

[0141] （比較例1）

比較例1の燃料電池システムは、実施例1の燃料電池システムのうちの熱伝導部材と、発熱源とを除いた構造のものであり、その他は実施例1と同様にして比較例1の燃料電池システムを作製した。

[0142] すなわち、比較例1の燃料電池システムは、実施例1の燃料電池スタックおよび吸水部材からなるものである。実施例1と同様の条件で発電評価を行なったところ、5分後に出力密度35mW/cm²が得られた。しかしながら

、連続して1時間使用した後の出力密度は $12\text{ mW}/\text{cm}^2$ まで低下し、連続して5時間使用した後は吸水部材から液漏れが生じていた。

[0143] 実施例1と比較例1の燃料電池システムにおいて、使用を開始してから5分後の出力密度を対比すると、実施例1の方が $5\text{ mW}/\text{cm}^2$ 優れていることがわかった。このことから、実施例1の燃料電池システムの方が最大出力密度が優れていることがわかった。

[0144] また、実施例1と比較例1の燃料電池システムにおいて、使用を開始してから1時間経過後の出力密度を対比すると、実施例1の出力密度は比較例1の出力密度の約3倍程度優れている。このことから実施例1の燃料電池システムの方が、出力の安定性の面で優れていることがわかった。

[0145] さらに、実施例1と比較例1の燃料電池システムにおいて、使用を開始してから5時間後の状態を対比すると、実施例1の燃料電池システムは液漏れが発生していないのに対し、比較例1の燃料電池システムは液漏れが発生した。これは、比較例1の燃料電池システムが発熱源と熱伝導部材を含まないことによるものと考えられる。

実施例 2

[0146] 実施例2では、図2に示す構造の燃料電池スタックと同様の構造の燃料電池スタックを作製した。以下、実施例2の燃料電池スタックの作製方法について説明する。まず、実施例1と同様の方法によって作製したカソード極と電解質膜とアノード極とからなる膜電極複合体を、外形 $2\text{ mm} \times 25\text{ mm}$ 、電極部 $2\text{ mm} \times 23\text{ mm}$ となるようにトリミングナイフで切断して、短冊形状の膜電極複合体を作製した。

[0147] 次に、アノード集電層として、外形が $2\text{ mm} \times 25\text{ mm}$ で、厚さ $300\text{ }\mu\text{m}$ の耐硫酸性ステンレスSUS316L製の平板を用いた。当該平板をエッチング加工することにより、幅が $800\text{ }\mu\text{m}$ で深さが $200\text{ }\mu\text{m}$ の溝の燃料流路を形成した。

[0148] そして、 $50\text{ mm} \times 50\text{ mm}$ の正方形型の貫通穴を有する $100\text{ mm} \times 100\text{ mm}$ 、厚さ 0.6 mm の額縁状のテフロン（登録商標）スペーサの該貫

通穴に、下からアノード集電層、アノード極、電解質膜、カソード極の順に積層したものを設置した。これを100mm×100mm、厚み3mmのステンレス板で挟んだ後、130℃に設定してステンレス板の厚み方向に、5kgf/cm²で2分間熱圧着することにより一体化して単位電池を作製した。これと同様の方法により総数10個の単位電池201を作製した。

[0149] スペーサ206は、外形1×14mm、厚み600μm、空隙率80%のチタン繊維焼結体（ベキニット株式会社製）を、厚みが400μmとなるようにプレス成形して作製した。

[0150] 次に単位電池201の長辺を対向させ、対向する長辺同士の間1mmの隙間214を設けて、平面上に5個配置して燃料電池層21を1層作製した。

[0151] 次に、スペーサ206の一の面に導電性ペースト（商品名：CARBOLLOID MRX-713J（タムラ化研株式会社製））を塗布厚が30μm厚となるようにスクリーン印刷法を用いて塗布した。そして、当該スペーサ206を燃料電池層21の単位電池201と直交するように2mmピッチで4本配置してスペーサ層26を形成し、上記で作製した燃料電池層21上に積層した。

[0152] 50mm×50mmの正方形型の貫通穴を有する100mm×100mm、厚さ1mmの額縁状のテフロン（登録商標）スペーサの該貫通穴に、燃料電池層21と4本のスペーサ206とを設置した。これらを100mm×100mm、厚み3mmのステンレス板で挟んだ後、ステンレス板の厚み方向に130℃、5kgf/cm²で30分間熱圧着することにより、燃料電池層21とスペーサ206とを一体化し、燃料電池層21とスペーサ層26とが各1層ずつの積層体を作製した。

[0153] 続いて、上記の積層体のスペーサ層26上にさらに燃料電池層21を作製した。以下においては説明の便宜上、初めに形成した燃料電池層21を「第1の燃料電池層」と称し、以下の過程で形成する燃料電池層21のことを「第2の燃料電池層」と記するが、第1の燃料電池層および第2の燃料電池層

は、燃料電池層としての性能を区別するものではない。

[0154] 上記のスペーサ206の第1の燃料電池層と接する面とは反対側の面に、導電性ペースト（タムラ化研製：CARBOLLOID MRX—713J）をスクリーン印刷法により、塗布厚が30 μ m厚となるように塗布した。

[0155] 次に、50mm×50mmの正方形型の貫通穴を有する100mm×100mm、厚さ1.5mmの額縁状のテフロン（登録商標）スペーサの該貫通穴に、スペーサ206を介して、第1の燃料電池層の単位電池と第2の燃料電池層の単位電池201とが同じ位置であって、第2の燃料電池層を構成する単位電池201のカソード極とスペーサ206とが対向するように配置したものを設置した。

[0156] これらを100mm×100mm、厚み3mmのステンレス板で挟んだ後、ステンレス板の厚み方向に5kgf/cm²の圧力により130℃で30分間熱圧着して一体化し、上から第1の燃料電池層、スペーサ206、第2の燃料電池層を順に積層した積層体を作製した。

[0157] 次に、実施例1と同様の条件で発電評価を行なったところ、本実施の形態の燃料電池スタックの5分後の出力密度は44mW/cm²であり、連続して1時間使用した後の出力密度は41mW/cm²であった。さらに、連続して5時間使用した後においても液漏れは確認されなかった。

[0158] 実施例1と実施例2の燃料電池システムにおいて、使用を開始してから5分後の出力密度を対比すると、実施例2の方が4mW/cm²優れていることがわかった。このことから、実施例2の燃料電池システムの方が最大出力密度が優れているといえる。

[0159] また、実施例1と実施例2の燃料電池システムにおいて、使用を開始してから1時間経過後の出力密度を対比すると、実施例2の方が11mW/cm²優れていることがわかった。このことから実施例2の燃料電池システムの方が、出力の安定性の面で優れているといえる。

[0160] 上記のように実施例2の燃料電池システムの方が、最大出力密度および出力の安定性の観点で優れているのは、実施例2の燃料電池システムに用いら

れる燃料電池スタックがスペーサ層 26 を含むことにより、燃料電池スタック内の空間部 210 および隙間 214 が設けられているため、より効率的な空気の循環ができたことによるものと考えられる。

[0161] 以上のように本発明の実施例について説明を行なったが、上述の実施例の構成を適宜組み合わせることも当初から予定している。

[0162] 今回開示された実施の形態および実施例はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて請求の範囲によって示され、請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

産業上の利用可能性

[0163] 本発明によれば、ノート型パソコン、携帯電話、電子手帳、ポータブルゲーム機器、モバイルテレビ機器、ハンディターミナル、PDA、モバイルDVDプレーヤ、ノートパソコン、ビデオ機器、カメラ機器、ユビキタス機器またはモバイル発電機等の電子機器用途の燃料電池システムを提供することができる。

符号の説明

[0164] 10, 20, 30 燃料電池システム、11 燃料電池スタック、12, 22, 32 発熱源、13, 23, 33 熱伝導部材、14, 24, 34 吸水部材、15 開口部、21, 31 燃料電池層、26 スペーサ層、35 吸水性材料からなる層、100 アクリル筐体、101, 201, 301 単位電池、102 電解質膜、103 アノード極、104 カソード極、105 アノード集電層、106 膜電極複合体、107 燃料流路、110, 310 電子機器、206, 306 スペーサ、210 空間部、214 隙間。

請求の範囲

- [請求項1] カソード極（１０４）と電解質膜（１０２）とアノード極（１０３）とをこの順で含む単位電池（１０１，２０１，３０１）を２以上備える燃料電池スタック（１１）と、
- 前記カソード極（１０４）と空間的に連通するように前記燃料電池スタック（１１）の外表面に配置され、前記カソード極（１０４）から発生する水を吸収する吸水部材（１４，２４，３４）と、
- 前記吸水部材（１４，２４，３４）を加熱する発熱源（１２，２２，３２）とを備える燃料電池システム（１０，２０，３０）。
- [請求項2] 前記吸水部材（１４，２４，３４）および前記発熱源（１２，２２，３２）に接するように配置され、前記発熱源（１２，２２，３２）からの熱を前記吸水部材（１４，２４，３４）に伝導する熱伝導部材（１３，２３，３３）をさらに備える請求の範囲第１項に記載の燃料電池システム（１０，２０，３０）。
- [請求項3] シート状の熱伝導部材（１３，２３，３３）と、
- 前記熱伝導部材（１０，２０，３０）上に積層されたシート状の吸水部材（１４，２４，３４）と、
- 前記吸水部材（１４，２４，３４）上に配置された燃料電池スタック（１１）とを備える請求の範囲第２項に記載の燃料電池システム（１０，２０，３０）。
- [請求項4] 前記燃料電池スタック（１１，２１，３１）は、１以上の単位電池（１０１，２０１，３０１）を、同一平面内に隙間を設けて配置してなる燃料電池層（２１，３１）と、前記単位電池（１０１，２０１，３０１）と交差するように配置される２以上のスペーサ（２０６，３０６）からなるスペーサ層（２６）とを交互に積層されてなる請求の範囲第１項に記載の燃料電池システム（１０，２０，３０）。
- [請求項5] 前記単位電池（１０１，２０１，３０１）は、カソード極（１０４）と電解質膜（１０２）とアノード極（１０３）とアノード集電層（

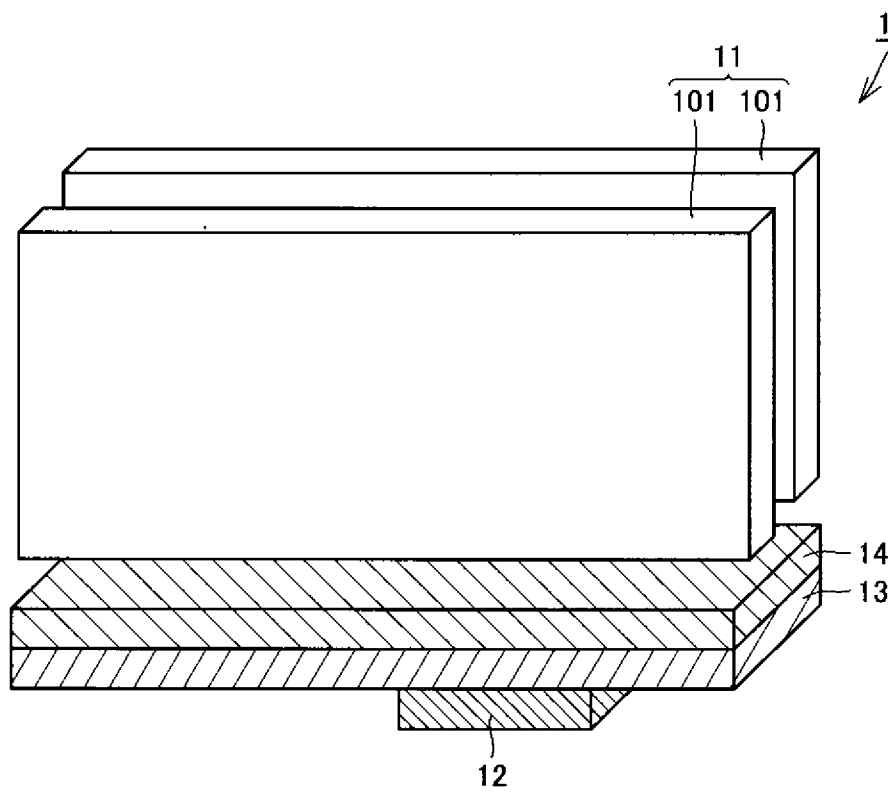
１０５）とをこの順に含む、請求の範囲第１項に記載の燃料電池システム（１０，２０，３０）。

[請求項６] 前記スペーサ（２０６，３０６）の表面の一部を被覆し、かつ前記吸水部材（１４，２４，３４）と接するように形成された、吸水性材料からなる層（３５）を有する請求の範囲第４項に記載の燃料電池システム（１０，２０，３０）。

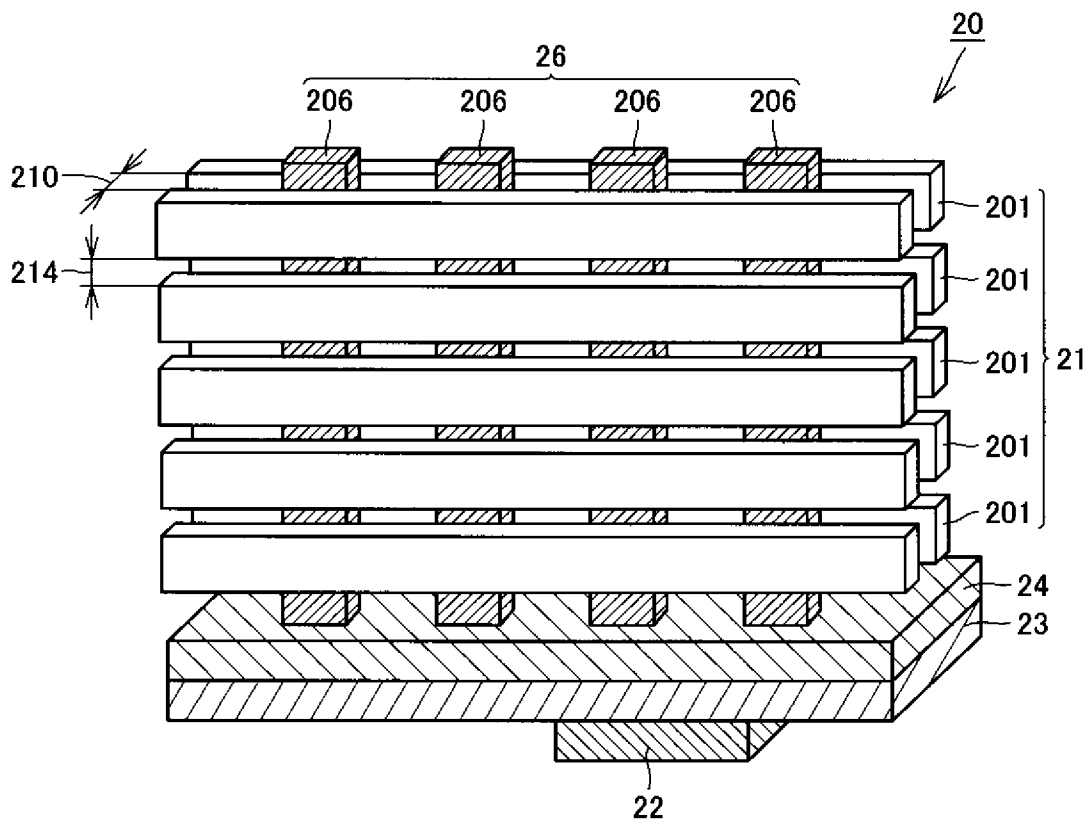
[請求項７] 前記吸水性材料からなる層（３５）の毛管力は、前記吸水部材（１４，２４，３４）の毛管力よりも小さい請求の範囲第６項に記載の燃料電池システム（１０，２０，３０）。

[請求項８] 請求の範囲第１項に記載の燃料電池システム（１０，２０，３０）を有する電子機器（１１０，３１０）であって、
前記燃料電池システム（１０，２０，３０）の前記発熱源（１２，２２，３２）は、前記電子機器（１１０，３１０）を構成する電子部品である、電子機器（１１０，３１０）。

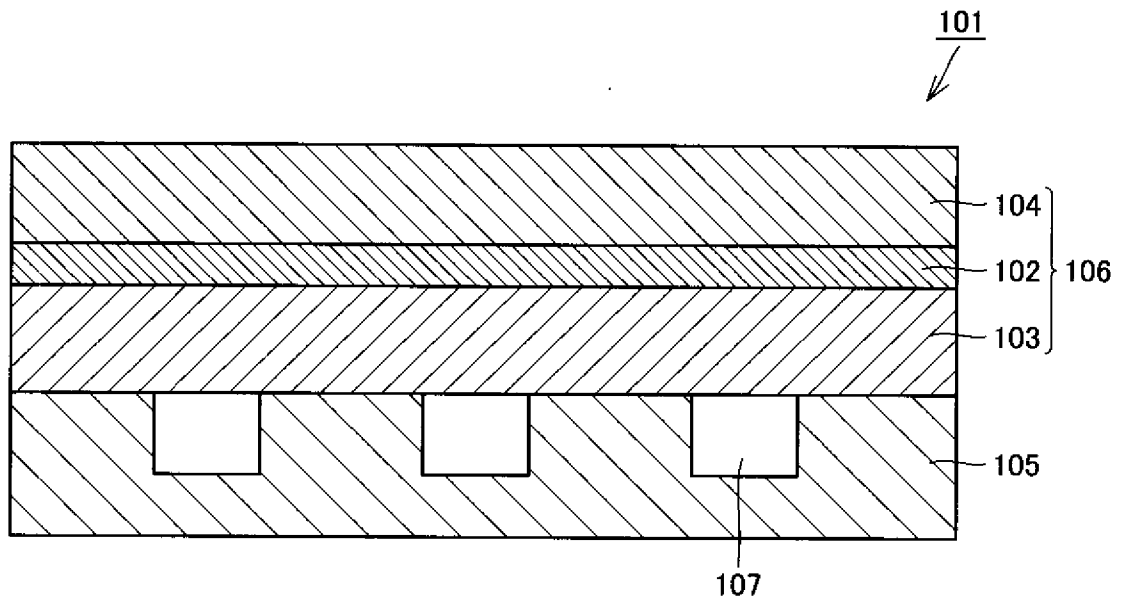
[図1]



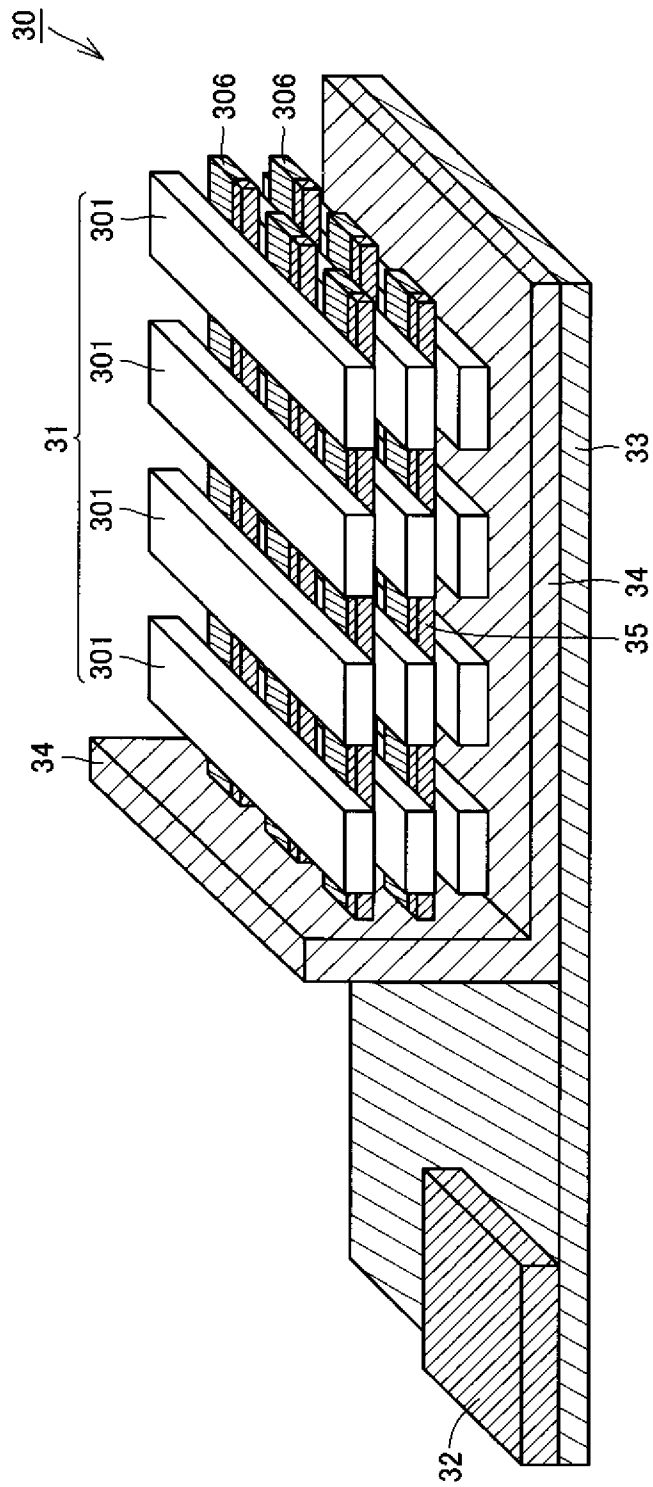
[図2]



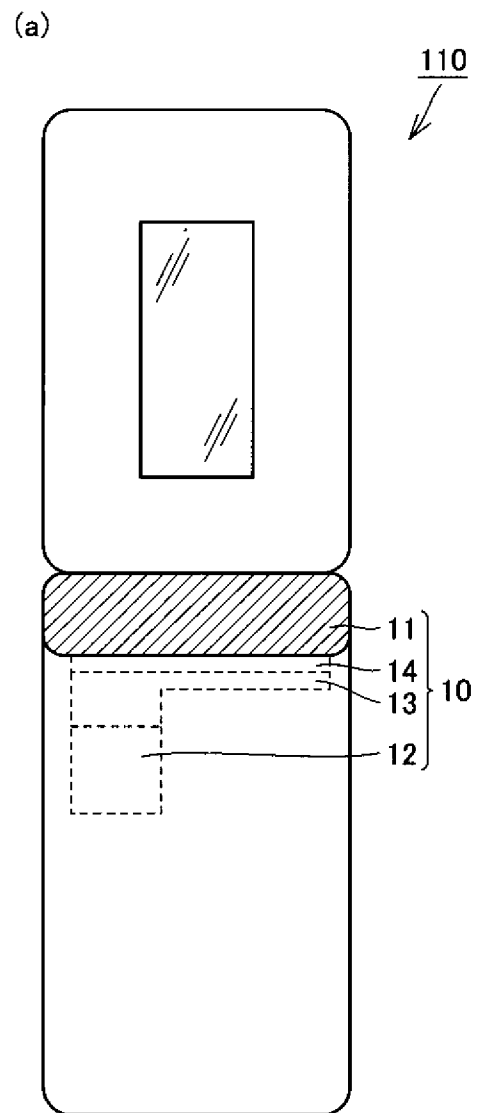
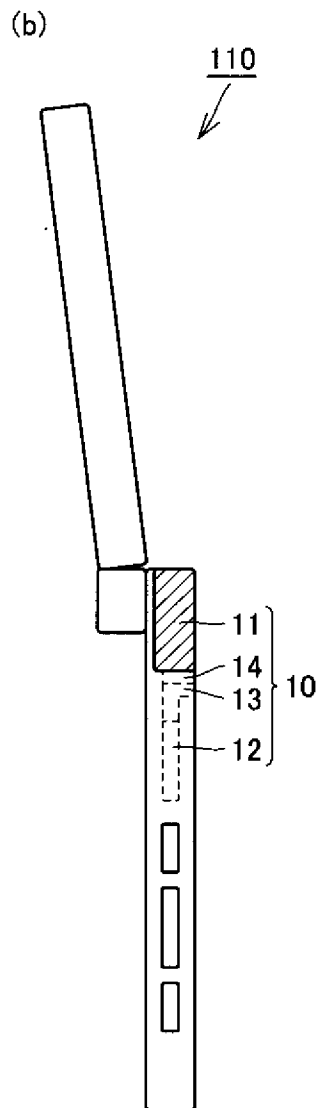
[図3]



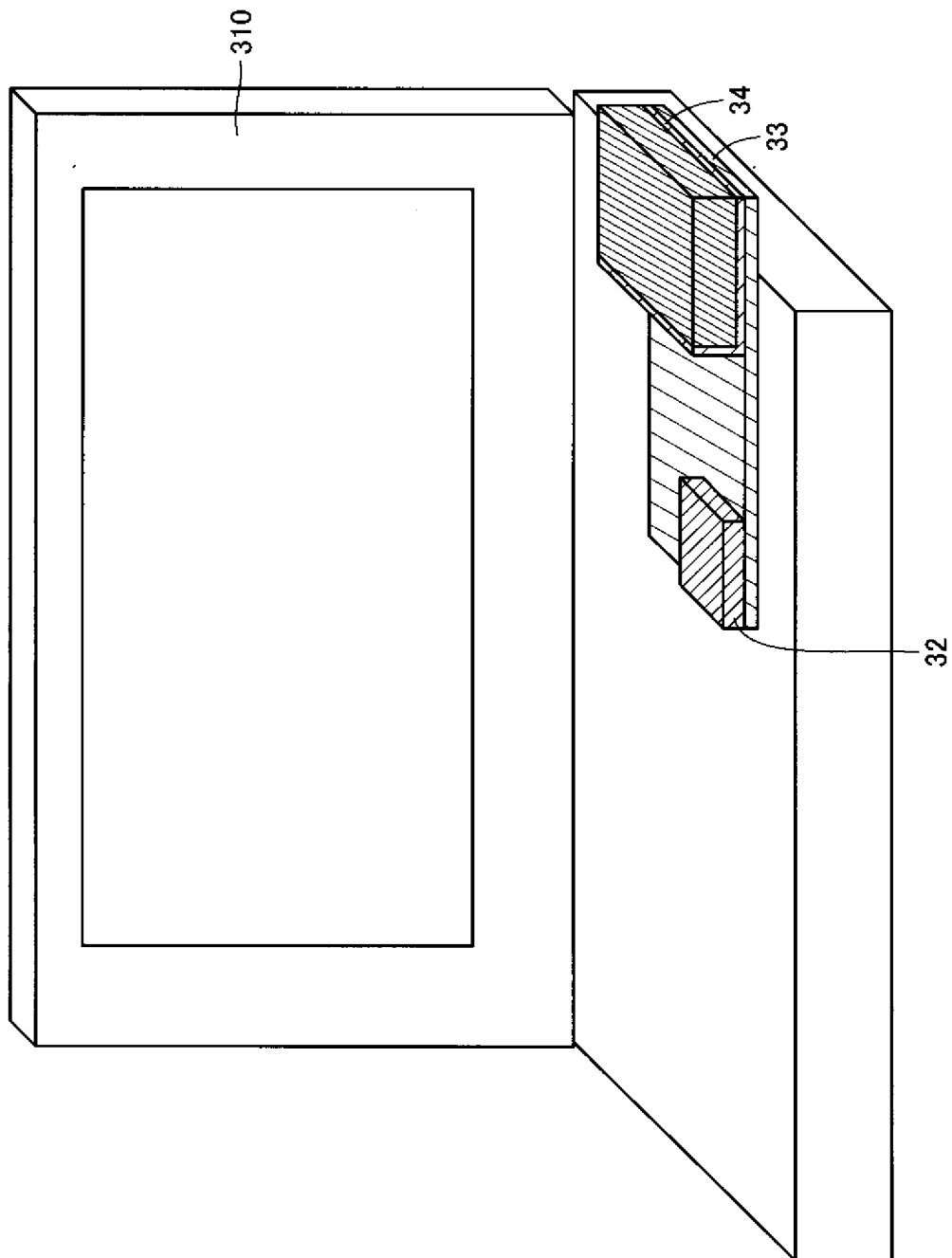
[図4]



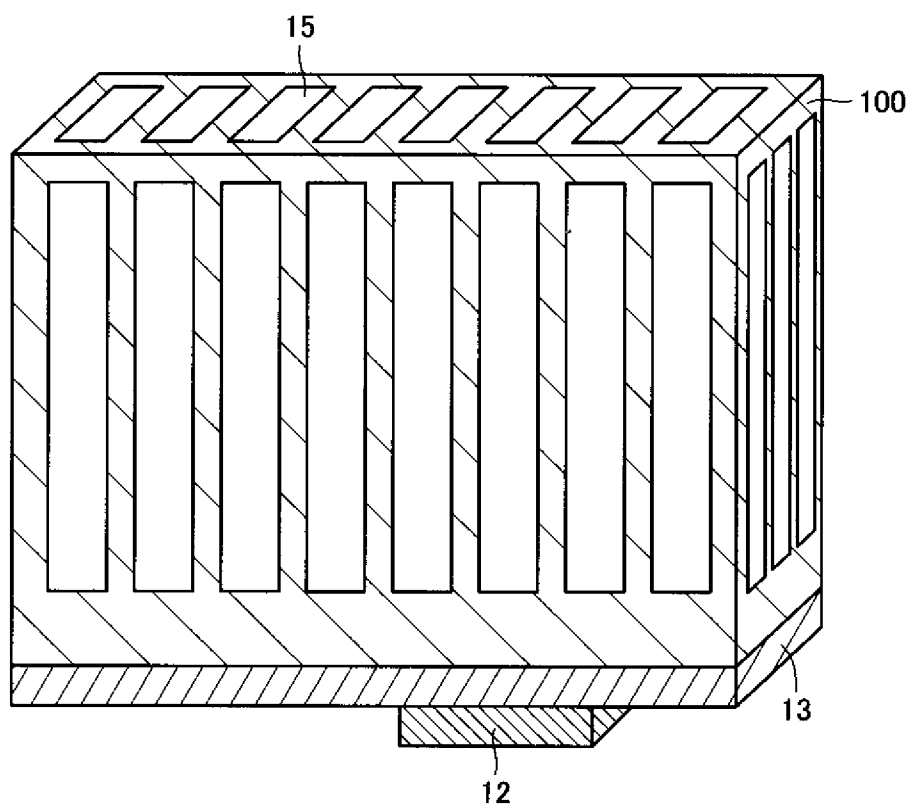
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/069344

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01M8/06(2006.01)i, 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)

H01M8/06, 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	1996-2010
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.
X Y	JP 6-188008 A (Toshiba Corp.), 08 July 1994 (08.07.1994), paragraphs [0161] to [0193]; fig. 21 to 27 (Family: none)	1-2 3-4, 6-7
X Y	JP 2007-165265 A (Fujitsu Ltd.), 28 June 2007 (28.06.2007), paragraphs [0001] to [0050]; fig. 1 to 2 (Family: none)	1-2 3-4, 6-7
X Y	JP 2006-66318 A (Sony Corp.), 09 March 2006 (09.03.2006), entire text; fig. 1 to 3 (Family: none)	1-2 4, 6-7

☒ 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
12 February, 2010 (12.02.10)

Date of mailing of the international search report
23 February, 2010 (23.02.10)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/069344

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2008/0131745 A1 (IKEDA et al.), 05 June 2008 (05.06.2008), paragraphs [0063] to [0120], [0142] to [0144]; fig. 1 to 18 & JP 2008-166260 A	4, 6-7
A	JP 2005-183225 A (Alps Electric Co., Ltd.), 07 July 2005 (07.07.2005), entire text; fig. 1 to 2 (Family: none)	1-4, 6-7
A	US 2005/0181251 A1 (Han et al.), 18 August 2005 (18.08.2005), entire text; fig. 1 to 4 & JP 2005-228750 A	1-4, 6-7
A	JP 2007-234361 A (Toshiba Corp.), 13 September 2007 (13.09.2007), entire text; fig. 1 to 6 (Family: none)	1-4, 6-7
A	WO 03/090305 A1 (Sony Corp.), 30 October 2003 (30.10.2003), claims; fig. 1 to 19 & JP 2004-241363 A & US 2005/0158593 A1	1-4, 6-7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/069344

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

Document JP 2006-66318 A (Sony Corp.), 9 March 2006 (09.03.2006) and the like disclose a fuel cell system comprising: a fuel cell stack having two or more unit cells each containing a cathode electrode, an electrolyte membrane and an anode electrode in this order; a water-absorbing member which is arranged on the outer surface of the fuel cell stack in such a manner that the water-absorbing member spatially communicates with the cathode electrodes in order to absorb water generated by the cathode electrodes; and a heat source for heating the water-absorbing member, said fuel cell system further comprising a heat conductive member which is arranged in contact with the water-absorbing member and the heat source (continued to extra sheet)

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☒ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.: 1-4, 6 and 7

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2009/069344

Continuation of Box No.III of continuation of first sheet (2)

for the purpose of conducting the heat from the heat source to the water-absorbing member. Consequently, the invention of claims 1 and 2 is not novel over the invention disclosed in the document, and thus does not have a special technical feature.

Judging from the special technical features of claim 3 and the following claims at the time of the order for payment of additional search fees, this international application is considered to contain the following four inventions respectively linked by the special technical features mentioned below.

In this connection, the invention of claims 1 and 2 having no special technical feature is considered to fall under the group of invention 1.

(Invention 1) the invention of claims 1-3

The fuel cell system set forth in claim 2, wherein a sheet-like heat conductive member, a sheet-like water-absorbing member arranged on the heat conductive member, and a fuel cell stack arranged on the water-absorbing member are provided.

(Invention 2) the invention of claims 4, 6 and 7

The fuel cell system set forth in claim 1, wherein the fuel cell stack is obtained by alternately laminating fuel cell layers, in each of which one or more unit cells are arranged in the same plane at intervals, and spacer layers, each of which is composed of two or more spacers so arranged as to intersect the unit cells.

(Invention 3) the invention of claim 5

The fuel cell system set forth in claim 1, wherein each unit cell contains a cathode electrode, an electrolyte membrane and an anode electrode in this order.

(Invention 4) the invention of claim 8

An electronic device comprising the fuel cell system set forth in claim 1, wherein the heat source of the fuel cell system is an electronic component constituting the electronic device.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01M8/06(2006.01)i, 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（I P C））

Int.Cl. H01M8/06, 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 1 0 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 0 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 0 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 Y	JP 6-188008 A (株式会社東芝) 1994. 07. 08, 【0161】～【0193】, 【図 21】～【図 27】 (ファミリーなし)	1-2 3-4, 6-7
X Y	JP 2007-165265 A (富士通株式会社) 2007. 06. 28, 【0001】～ 【0050】, 【図 1】～【図 2】 (ファミリーなし)	1-2 3-4, 6-7
X Y	JP 2006-66318 A (ソニー株式会社) 2006. 03. 09, 全文, 【図 1】～ 【図 3】 (ファミリーなし)	1-2 4, 6-7

☒ 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。

* 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

1 2 . 0 2 . 2 0 1 0

国際調査報告の発送日

2 3 . 0 2 . 2 0 1 0

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）

小川 進

4 X

8 4 1 4

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
Y	US 2008/0131745 A1 (IKEDA et al.) 2008. 06. 05, [0063]～[0120], [0142] ～ [0144] ,Fig. 1～18 & JP 2008-166260 A	4, 6-7
A	JP 2005-183225 A (アルプス電気株式会社) 2005. 07. 07, 全文, 【図 1】 ～ 【図 2】 (ファミリーなし)	1-4, 6-7
A	US 2005/0181251 A1 (Han et al.) 2005. 08. 18, 全文, FIG. 1～4 & JP 2005-228750 A	1-4, 6-7
A	JP 2007-234361 A (株式会社東芝) 2007. 09. 13, 全文, 【図 1】 ～ 【図 6】 (ファミリーなし)	1-4, 6-7
A	WO 03/090305 A1 (ソニー株式会社) 2003. 10. 30, 請求の範 囲, Fig. 1～19 & JP 2004-241363 A & US 2005/0158593 A1	1-4, 6-7

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

JP 2006-66318 A(ソニー株式会社)2006.3.9等には、カソード極と電解質膜とアノード極とをこの順で含む単位電池を2以上備える燃料電池スタックと、前記カソード極と空間的に連通するように前記燃料電池スタックの外表面に配置され、前記カソード極から発生する水を吸収する吸水部材と、前記吸水部材を加熱する発熱源とを備える燃料電池システムであって、前記吸水部材および前記発熱源に接するように配置され、前記発熱源からの熱を前記吸水部材に伝導する熱伝導部材をさらに備える、燃料電池システムが記載されており、請求項1～2に係る発明は、この文献に記載された発明に対して新規性が認められず、特別な技術的特徴を有しない。

（特別ページに続く）

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☐ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☒ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。

請求項1～4, 6～7
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。

そこで、請求項 3 以降の請求項について、手数料の追加納付命令時点での特別な技術的特徴を判断すると、以下に示す各特別な技術的特徴で連関する 4 の発明が含まれるものと認められる。

なお、特別な技術的特徴を有しない請求項 1, 2 に係る発明は、発明 1 に区分する。

(発明 1) 請求項 1 ～ 3 に係る発明

請求項 2 に記載の燃料電池システムにおいて、シート状の熱伝導部材と、前記熱伝導部材上に積層されたシート状の吸水部材と、前記吸水部材上に配置された燃料電池スタックとを備える、燃料電池システム。

(発明 2) 請求項 4, 6 ～ 7 に係る発明

請求項 1 に記載の燃料電池システムにおいて、燃料電池スタックは、1 以上の単位電池を、同一平面内に隙間を設けて配置してなる燃料電池層と、前記単位電池と交差するように配置される 2 以上のスペーサからなるスペーサ層とを交互に積層されてなる、燃料電池システム。

(発明 3) 請求項 5 に係る発明

請求項 1 に記載の燃料電池システムにおいて、単位電池は、カソード極と電解質膜とアノード極とアノード集電層とをこの順に含む、燃料電池システム。

(発明 4) 請求項 8 に係る発明

請求項 1 に記載の燃料電池システムを有する電子機器であって、前記燃料電池システムの発熱源は、前記電子機器を構成する電子部品である、電子機器。