

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4057822号
(P4057822)

(45) 発行日 平成20年3月5日(2008.3.5)

(24) 登録日 平成19年12月21日(2007.12.21)

(51) Int.Cl.	F 1	
HO 1 M 8/02 (2006.01)	HO 1 M 8/02	R
HO 1 M 8/12 (2006.01)	HO 1 M 8/02	E
HO 1 M 8/24 (2006.01)	HO 1 M 8/02	Y
HO 1 M 4/86 (2006.01)	HO 1 M 8/12	
	HO 1 M 8/24	R

請求項の数 5 (全 13 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2002-70154 (P2002-70154)
 (22) 出願日 平成14年3月14日(2002.3.14)
 (65) 公開番号 特開2003-272668 (P2003-272668A)
 (43) 公開日 平成15年9月26日(2003.9.26)
 審査請求日 平成16年9月14日(2004.9.14)

(73) 特許権者 000006633
 京セラ株式会社
 京都府京都市伏見区竹田鳥羽殿町6番地
 (72) 発明者 小野 孝
 鹿児島県国分市山下町1番4号 京セラ株式会社総合研究所内

審査官 蛭田 敦

(56) 参考文献 特開昭63-261678 (JP, A)
 特許第2947557 (JP, B2)
 特開平11-111313 (JP, A)
 特開2000-133286 (JP, A)
 特開平05-013090 (JP, A)
 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 燃料電池セル及びセルスタック並びに燃料電池

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ガス通過孔が軸長方向に形成された内側電極の外面に、該内側電極を取り巻くように環状の固体電解質を設け、該固体電解質の外面に、該固体電解質を取り巻くように環状の外側電極を設けてなる燃料電池セルであって、外形形状が、平行に形成された一对の平坦部と、該平坦部の前記軸長方向と垂直な方向の端部同士を連結する弧状部とから構成された扁平状とされており、前記平坦部間の距離である短径 R1 と前記弧状部間の距離である長径 R2 の比率 R2 / R1 が 8 以上、前記短径 R1 が 8 mm 以下であることを特徴とする燃料電池セル。

【請求項2】

前記内側電極のガス通過孔内には、該内側電極と導通する導電部材が設けられていることを特徴とする請求項1記載の燃料電池セル。

【請求項3】

前記内側電極のガス通過孔内には長尺状導電部材が挿入され、該長尺状導電部材と前記内側電極内面との間には、前記長尺状導電部材と前記内側電極とを導通させる接続用導電部材が設けられていることを特徴とする請求項1記載の燃料電池セル。

【請求項4】

請求項1乃至3のうちいずれかに記載の燃料電池セルを複数集合してなることを特徴とするセルスタック。

【請求項5】

請求項 1 乃至 3 のうちいずれかに記載の燃料電池セルを収納容器内に複数収納してなることを特徴とする燃料電池。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、燃料電池セル及びセルスタック並びに燃料電池に関し、発電量を向上できる燃料電池セル及びセルスタック並びに燃料電池に関するものである。

【0002】

【従来技術】

次世代エネルギーとして、近年、燃料電池セルのスタックを収納容器内に収容した燃料電池が種々提案されている。

10

【0003】

図 8 は従来の固体電解質型燃料電池セルのセルスタックを示すもので、このセルスタックは、複数の燃料電池セル 1 (1 a、1 b) を集合させ、一方の燃料電池セル 1 a と他方の燃料電池セル 1 b との間に金属フェルトからなる集電部材 5 を介在させ、一方の燃料電池セル 1 a の内側電極 7 と他方の燃料電池セル 1 b の外側電極 1 1 とを電氣的に直列に接続して構成されていた。

【0004】

燃料電池セル 1 (1 a、1 b) は、円筒状の内側電極 7 の外周面に、固体電解質 9、外側電極 1 1 を順次設けて構成されており、固体電解質 9、外側電極 1 1 から露出した内側電極 7 には、外側電極 1 1 に接続しないようにインターコネクタ 1 3 が設けられている。

20

【0005】

このインターコネクタ 1 3 は、内側電極 7 の内部を流れるガスと、外側電極 1 1 の外側を流れるガスとを確実に遮断するため、また、燃料ガス及び酸素含有ガスで変質しにくい緻密な導電性セラミックスが用いられている。

【0006】

一方の燃料電池セル 1 a と他方の燃料電池セル 1 b との電氣的接続を具体的に説明すると、一方の燃料電池セル 1 a の内側電極 7 を、該内側電極 7 に設けられたインターコネクタ 1 3、集電部材 5 を介して、他方の燃料電池セル 1 b の外側電極 1 1 に接続することにより行われていた。

30

【0007】

図 9 は従来のインタコネクタレス形式の固体電解質型燃料電池セルのセルスタックを示すもので、このセルスタックは、複数の燃料電池セル 2 (2 a、2 b) を集合させて構成されており、セル 2 は、円筒状の内側電極 1 7 の全周面に固体電解質 1 9 を形成し、この固体電解質 1 9 の全周面に外側電極 2 1 w 形成して構成されている。

【0008】

左右それぞれの燃料電池セル列では、一方の燃料電池セル 2 a と他方の燃料電池セル 2 b との間に、外側電極 2 1 同士を連結する金属フェルトなどからなる集電部材 2 3 が介在され、内側電極 1 7 同士が導通されており、左側の燃料電池セル列の外側電極 2 1 と右側の燃料電池セル列の内側電極 1 7 とが電氣的に接続されていた。

40

【0009】

図 10 は、扁平状の固体電解質型燃料電池セルのセルスタックを示すもので、このセルスタックは、複数の燃料電池セル 3 (3 a、3 b) を集合させ、一方の燃料電池セル 3 a と他方の燃料電池セル 3 b との間に金属フェルトなどからなる集電部材 2 5 を介在させ、一方の燃料電池セル 3 a の内側電極 2 7 と他方の燃料電池セル 3 b の外側電極 3 1 とを電氣的に接続して構成されていた。

【0010】

燃料電池セル 3 (3 a、3 b) は、扁平状の内側電極 2 7 の外周面に、固体電解質 2 9、外側電極 3 1 を順次設けて構成されており、固体電解質 2 9、外側電極 3 1 から露出した内側電極 2 7 には、外側電極 3 1 に接続しないようにインターコネクタ 3 3 が設けられて

50

いる。内側電極 27 内には複数のガス通過孔 32 が形成されている。

【0011】

一方の燃料電池セル 3a と他方の燃料電池セル 3b との電氣的接続は、一方の燃料電池セル 3a の内側電極 27 を、該内側電極 27 に設けられたインターコネクタ 33、集電部材 25 を介して、他方の燃料電池セル 3b の外側電極 31 に接続することにより行われていた。

【0012】

【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、図 8 の燃料電池セルでは、インターコネクタ 13 が形成された部分は発電しないため、全周の約 20% が発電に寄与しないという欠点がある。

10

【0013】

また、図 9 のインタコネクタレス形式の燃料電池セルでは、図 6 のセルと比較するとセルの全周に内側電極、固体電解質、外側電極が形成されているため発電領域が広くとれるという長所があるものの、その効果は図 6 の場合よりも 20% 程度向上するだけであり、飛躍的に単セル当たりの発電量を増加させるには至らない。

【0014】

さらに、図 10 の扁平状の燃料電池セルでは、図 8 のセルと比較すると単セルを大きくできるため単セル当たりの発電量は増加するが、インタコネクタが形成された部分は発電しないため、全周の約 40% は発電に寄与せず、この形状の利点を十分に利用していなかった。

20

【0015】

また、図 8、図 10 ではインターコネクタ 13、33 を有しているが、インターコネクタ 13、33 は、内側電極 7、27 の内部を流れるガスと、外側電極 11、31 の外側を流れるガスとを確実に遮断し、また燃料ガス及び酸素含有ガスで変質しないという特性が要求されるため、製造に手間がかかり、また、ガス漏出等の可能性も捨てきれず、長期信頼性が低いという問題があった。

【0016】

また、固体電解質型燃料電池 (SOFC) においては固体電解質の特性上、600~1000 という高温に発電セルを加熱する必要があるため、被加熱部の容積を小さくする必要がある。被加熱部の容積が小さいほど起動時や定常運転時にセルを加熱するために消費するエネルギーを小さくすることができるため、起動が早くなったり、発電効率を高くすることが可能となる。これらの理由により、特に固体電解質型燃料電池 (SOFC) においては単セルの発電量のみならず、所定発電量当たりのスタック容積減少も重要な要素となる。

30

【0017】

即ち、図 9 の円筒型でインターコネクタレス形式のセルを用いる場合においては、若干の改善は有るものの、所定量発電するためには多くのセルを必要とし、その分スタック容積が大きくなり、また多くのセルを必要とするため信頼性が低下する傾向がある。

【0018】

図 10 の扁平状の燃料電池セルでは、大型化 (幅を大きく) することによりセル一本当たりの発電量を増加させることができるが、インターコネクタ 33 形成により全周の約 40% が非発電部であるため、所定量発電するためには多くのセルを必要とし、スタック容積が大きくなり、その分接続信頼性が低下する傾向にある。

40

【0019】

本発明は、単セル当たりの発電量を向上できるとともに、製造が容易で、信頼性を向上でき、しかも所定発電量当たりのスタック容積を小さくできる燃料電池セル及びセルスタック並びに燃料電池を提供することを目的とする。

【0020】

【課題を解決するための手段】

本発明の燃料電池セルは、ガス通過孔が軸長方向に形成された内側電極の外面に、該内

50

側電極を取り巻くように環状の固体電解質を設け、該固体電解質の外面に、該固体電解質を取り巻くように環状の外側電極を設けてなる燃料電池セルであって、外形形状が、平行に形成された一对の平坦部と、該平坦部の前記軸長方向と垂直な方向の端部同士を連結する弧状部とから構成された扁平状とされており、前記平坦部間の距離である短径 R 1 と前記弧状部間の距離である長径 R 2 の比率 R 2 / R 1 が 8 以上、前記短径 R 1 が 8 mm 以下であることを特徴とする。

【 0 0 2 1 】

このような燃料電池セルでは、内側電極の外周面に環状の固体電解質、外側電極を順次形成し、インターコネクタを形成しない形状としたので、製造が容易であり、また、セル全周を発電部とすることができ、セル全周を有効に用いて発電させ、燃料電池セル 1 本当たりの発電量が増加し、その結果、所定発電量当たりに必要なセル数を減少させることができる。また、セル本数が減少することに伴い、セル間の接続の総数が減少することになり故障発生の原因となりうる接続部の総数を減らすことができるため信頼性が向上する。

10

【 0 0 2 2 】

また、扁平状の内側電極に固体電解質、外側電極を形成し、扁平状のセルを形成することにより、セルを大型化（幅を広く）して燃料電池セル 1 本当たりの発電量を増加できるが、このようにセルを大型化したとしても、所定量発電するために必要なスタック容積を従来よりも小さくでき、これにより燃料電池をコンパクト化できるとともに、必要とされる被加熱部容積を減少でき、起動時や定常運転時にセル加熱用として用いるエネルギーを最小限とでき、起動を早くできるとともに、発電効率を向上できる。

20

【 0 0 2 3 】

また、本発明の燃料電池セルは、ほぼ平行に形成された一对の平坦部と、該平坦部の端部同士を連結する弧状部とから構成された扁平状とされている。

【 0 0 2 4 】

このような構成の燃料電池セルでは、所定量発電するために必要なスタック容積を最小にすることができるとともに、弧状部における固体電解質、外部電極に発生する応力を抑制でき、剥離やクラック発生を抑制できる。

【 0 0 2 5 】

即ち、燃料電池セルは、収納容器内に、隣設するセルの平坦部同士を対向して配列されるが、例えば平坦部同士を接続する場合（並列接続）、導電部材を介してのセル間の接続を平坦部全体で行うことができることから、接続信頼性を向上できるとともに、信頼性が向上するためセル間の距離を小さくでき、一方、直列接続する場合、平坦部同士が接続しないように所定間隔を置いて配列させる必要があるが、セルの対向面が平坦であるため、セル間の距離を小さくでき、スタック容積を小さくできる。

30

【 0 0 2 6 】

また、本発明の燃料電池セルでは、短径 R 1 と長径 R 2 の比率 R 2 / R 1 が 2 以上とされている。これにより、セル 1 本当たりの発電量を増加できるため、所定量発電するために必要なセル本数を減少でき、セル間の接続部を減少できる。

【 0 0 2 7 】

また、短径 R 1 は 8 mm 以下とされている。これにより、所定量発電するために必要なスタック容積をさらに小さくできる。

40

【 0 0 2 9 】

また、本発明の燃料電池セルは、内側電極のガス通過孔内には、該内側電極と導通する導電部材が設けられていることが望ましい。燃料電池セルの外面には、セル同士を連結するインターコネクタを形成しないインターコネクタレス形式であるが、導電部材を内側電極に電氣的に接続させることにより、内側電極から導電部材を介して電流を取り出すことができる。

【 0 0 3 0 】

また、内側電極のガス通過孔内には長尺状導電部材が挿入され、該長尺状導電部材と前記

50

内側電極内面との間には、前記長尺状導電部材と前記内側電極とを導通させる接続用導電部材が設けられていることが望ましい。これにより、内側電極と導通する接続用導電部材を介して長尺状導電部材から電流を取り出すことができる。

【0031】

本発明のセルスタックは、上記燃料電池セルを複数集合してなるものである。このようなセルスタックでは、セル一本当たりの発電量を大きくできるため、所定量発電するために必要なセル数を少なくでき、また、セル形状が扁平状であるため、所定発電量を得るためのスタック容積を小さくできる。

【0032】

また、本発明の燃料電池は、上記燃料電池セルを収納容器内に複数収納してなるものである。このような燃料電池では、小型化でき、製造コストの低下、発電効率、実装性、実装信頼性の向上、メンテナンス性を向上させることができる。

【0033】

【発明の実施の形態】

図1は本発明の燃料電池セルを示すもので、(a)は横断面図、(b)は斜視図である。本発明の燃料電池セル34はインターコネクタレス形状で扁平状とされており、扁平状で多孔質な金属を主成分とする燃料側電極(内側電極)35の外周面全面に、緻密質な固体電解質37を形成し、この固体電解質37の外周面全面に多孔質な導電性セラミックスからなる酸素側電極(外側電極)39を順次積層して構成されており、燃料側電極35が支持体となっている。

【0034】

即ち、燃料電池セル34は、扁平状の燃料側電極35の外面に、この燃料側電極35を取り巻くように環状の固体電解質37を設け、この固体電解質37の外面に、固体電解質37を取り巻くように環状の酸素側電極39を設けて構成されている。燃料側電極35には、軸長方向に一つの燃料ガス通過孔41が形成されている。尚、燃料電池を作製する場合は、セルを支持固定するが、この支持固定される部分については、酸素側電極39を形成しなくても良い。

【0035】

燃料側電極35は、ほぼ平行に対向するように設けられた一对の平坦部35aと、幅方向両端に設けられ、一对の平坦部35aの端部同士を滑らかに連結する弧状部35bとから構成されており、これらの弧状部35bは外方へ向けて突出する円弧状とされている。燃料側電極35の内部には、断面形状が、外形形状に相似する一つのガス通過孔41が形成されていることになる。

【0036】

燃料電池セル34は、燃料側電極35の形状に応じて、外形形状が、ほぼ平行に形成された一对の平坦部34aと、これらの平坦部34aの両端にそれぞれ形成され、一对の平坦部34aの端部同士を連結する弧状部34bとから構成されている。

【0037】

図2は本発明の他の燃料電池セル43を示すもので、(a)は横断面図、(b)は斜視図である。この燃料電池セル43では、燃料側電極44に複数の燃料ガス通過孔45が軸長方向に形成されている以外は、図1と同様の構造を有している。尚、符号46は固体電解質、47は酸素側電極、43aは燃料電池セル43の平坦部、43bは燃料電池セル43の弧状部、44aは燃料側電極44の平坦部、44bは燃料側電極44の弧状部を示している。

【0038】

図3は本発明のさらに他の燃料電池セル49を示すもので、この燃料電池セル49では、燃料側電極51の軸長方向における一部の外周面に、環状の固体電解質53、酸素側電極55が形成されている以外は、図2と同様の構造を有している。従って、燃料電池セル49の一方側端から燃料側電極51が突出している。尚、符号57は燃料ガス通過孔、49aは燃料電池セル49の平坦部、49bは燃料電池セル49の弧状部を示している。

10

20

30

40

50

【0039】

燃料側電極35、44、51は、Ni、Co、Ti、Ruのうちいずれか一種の金属又は金属酸化物、もしくはこれらの合金又は合金酸化物を主成分とするものであり、これら以外に、外面の固体電解質37、46、55への接合強度を向上し、固体電解質37、46、55の熱膨張係数に近似させるため、固体電解質材料を含有することが望ましい。金属又は金属酸化物としては、コストの観点からNi又はNiOが望ましい。尚、燃料側電極を金属酸化物で形成した場合には、還元雰囲気中で還元して発電することになる。

【0040】

上記した図1乃至図3の燃料電池セルの短径R1と長径R2の比率R2/R1は8以上とされている。これにより、所定量発電するために必要なセル本数を減少できる。

10

【0041】

尚、燃料電池セル34、43、49は、上記したように、一对の平坦部34a、43a、49aと、これらの平坦部34a、43a、49aの両端を滑らかに連結する弧状部34b、43b、49bとからなる扁平な楕円状に形成されているため、一对の平坦部34a、43a、49a間の距離を短径R1とし、この短径R1に直交する方向の長さで最大距離を長径R2とした。

【0042】

燃料電池セルの短径R1は8mm以下とされている。これにより、燃料電池セルの容積を小さくでき、体積当たりの出力密度を向上できる。特に、6mm以下が望ましい。

【0043】

この燃料側電極35、44、51の外面に設けられた固体電解質37、46、55は、3~15モル%のY、希土類元素を含有した部分安定化あるいは安定化ZrO₂からなる緻密なセラミックスが用いられている。燃料側電極35、44、51と固体電解質37、46、55の間には、接合強度を向上するため緻密層からなる接合層を介在させても良い。この固体電解質37、46、55の厚みは、ガス透過を防止するという点から10~100μmであることが望ましい。

20

【0044】

酸素側電極39、47、55は、LaMnO₃系材料、LaFeO₃系材料、LaCoO₃系材料の少なくとも一種の多孔質の導電性セラミックスから構成されている。酸素側電極39、47、55は、600~1000程度の比較的低温での電気伝導性が高いという点からLaFeO₃系材料が望ましい。酸素側電極39、47、55の厚みは、集電性という点から30~100μmであることが望ましい。

30

【0045】

以上のような燃料電池セルの製造方法について説明する。まず、例えば、NiO粉末と、Yを含有したZrO₂(YSZ)粉末と、有機バインダーと、溶媒とを混合した燃料側電極材料を押出成形して、軸長方向に燃料ガス通過孔が形成された扁平状の燃料側電極成形体を作製し、これを乾燥する。

【0046】

次に、例えば、YSZ粉末と、有機バインダーと、溶媒とを混合した、固体電解質材料を用いてシート状成形体を作製し、このシート状成形体を、燃料側電極成形体上に、その両端間が重なり合い離間することのないように巻き付け、乾燥する。

40

【0047】

次に、積層成形体を脱バインダ処理し、酸素含有雰囲気中で1300~1600で同時焼成し、この積層体を、例えば、LaFeO₃系材料と、溶媒を含有するペースト中に浸漬し、固体電解質の表面に酸素側電極成形体をディッピングにより形成し、1000~1300で焼き付けることにより、本発明の燃料電池セルを作製できる。

【0048】

尚、燃料側電極成形体の表面に固体電解質のシート状成形体を形成し、さらに酸素側電極成形体を形成した後、同時焼成しても良い。また、燃料側電極成形体を上記固体電解質材料を含有するスラリー中にディップし、乾燥し、さらにこれを上記酸素側電極材料を含有

50

するスラリー中にてディップし、乾燥し、同時焼成しても良い。

【0049】

以上のように構成された燃料電池セルでは、扁平状の燃料側電極35、41、47の外面に、この燃料側電極35、44、51を取り巻くように環状の固体電解質37、46、55を設け、この固体電解質37、46、55の外面に、固体電解質37、46、55を取り巻くように環状の酸素側電極39、47、55を設け、燃料側電極35、44、51の外周面に環状の固体電解質37、46、55、酸素側電極39、47、55を形成し、インターコネクタを形成しない形状としたので、製造が容易であり、また、セル全周を発電部とすることができ、セル全周を有効に用いて発電させ、燃料電池セル1体当たりの発電量が增加し、その結果、所定量の発電量を得るために必要となるセル数を減少させることができる。

10

【0050】

また、セル本数が減少することに伴い、セル間の接続の総数が減少することになり、故障発生の原因となりうる接続部数を減らすことができるため実装信頼性を向上できる。

【0051】

さらに、扁平状の燃料側電極35、44、51に固体電解質37、46、55、酸素側電極39、47、55を形成し、扁平状のセルを形成することにより、所定量発電するために必要なスタック容積を従来よりも小さくでき、必要とされる被加熱部容積を減少でき、起動時や定常運転時にセル加熱用として必要なエネルギーを小さくできる。

【0052】

20

図1の燃料電池セルを用いて形成された本発明のセルスタックを図4に示す。この図4に示すように、セルスタックは、上記図1の燃料電池セルが複数集合して構成されている。このセルスタックの燃料電池セル34は、図4及び図5(b)に示すように、燃料側電極35の燃料ガス通過孔41内中央部に内側長尺状導電部材61が挿入され、この内側長尺状導電部材61と燃料側電極35内面との間には、内側長尺状導電部材61と燃料側電極35とを導通させる接続用導電部材63が設けられている。

【0053】

内側長尺状導電部材61は、導電性を有する棒状、又は板状とされ、接続用導電部材63はNiフェルトから形成され、燃料ガスが通過できるようになっている。尚、内側長尺状導電部材61、接続用導電部材63は必ずしもNiで形成する必要はない。

30

【0054】

また、燃料電池セル34の平坦部34aに該当する酸素側電極39の外面には、外側長尺状導電部材65が設けられ、電氣的に接続している。外側長尺状導電部材65は、酸素側電極39の一部に形成してもよく、全面に形成しても良い。

【0055】

隣接する燃料電池セル34同士は、一方の燃料電池セル34の内側長尺状導電部材61と、他方の燃料電池セル34の外側長尺状導電部材65を接続することにより、燃料電池セル34が電氣的に直列に接続されている。

【0056】

外側長尺状導電部材65は、発電時において、耐熱性、耐酸化性、電気伝導性を有するという点から、Pt、Ag、Ni基合金、Fe-Cr鋼合金の少なくとも一種からなることが望ましい。

40

【0057】

尚、図5(a)に示すように、内側長尺状導電部材を挿入することなく、燃料側電極35の燃料ガス通過孔41内に、Niフェルトからなる接続用導電部材63を設けても良いが、集電性という観点から、図5(b)に示すように内側長尺状導電部材61を挿入することが望ましい。

【0058】

また、図5(c)に示すように、内側長尺状導電部材61の両端を、燃料電池セル34の両端から外方に向けて突出させることもできる。この場合には、セルの両側から電流を取

50

り出すことができる。

【0059】

図2に示す燃料電池セル43についても図4及び図5に示すようなセルスタック構造を採用できる。この場合、複数の燃料ガス通過孔45の全てに内側長尺状導電部材を挿入しても良く、一部の燃料ガス通過孔45に挿入しても良い。また、図3に示す燃料電池セル49については、燃料側電極51の一方が露出しているため、図4及び図5に示すようなセルスタック構造以外に、内側長尺状導電部材、接続用導電部材を用いることなく、燃料側電極51を用いて電力を取り出すこともできる。

【0060】

本発明の燃料電池は、上記したセルスタックが収納容器内に収容されて構成されている。即ち、収納容器には、セルスタックに酸素含有ガス(空気)を導入する供給管、燃料ガスを導入する供給管が配置されており、酸素含有ガスを燃料電池セルの酸素側電極に沿って流すとともに、燃料ガスを燃料側電極に沿って流し、例えば1000程度に加熱することにより燃料電池セルが発電を開始する。

10

【0061】

尚、本発明は上記形態に限定されるものではなく、発明の要旨を変更しない範囲で種々の変更が可能である。例えば、酸素側電極を内側電極としても良い。

【0062】

【実施例】

先ず、平均粒径0.5 μ mのNiO粉末と、Yを8モル%含有した平均粒径0.5 μ mのZrO₂(YSZ)粉末と、ポアー剤、PVAからなる有機バインダーと、水からなる溶媒とを混合した燃料側電極材料を押し出し成形して、扁平状燃料側電極成形体を作製し、これを乾燥した。

20

【0063】

次に、上記YSZ粉末と、アクリル樹脂からなる有機バインダーと、トルエンからなる溶媒とを混合した固体電解質材料を用いてシート状成形体を作製し、このシート状成形体を、燃料側電極成形体上に、その両端間が重なり離間しないように巻き付け、乾燥し、燃料側電極成形体に固体電解質のシート状成形体が積層された積層成形体を作製した。

【0064】

次に、この積層成形体を脱バインダー処理し、大気中にて1500で同時焼成した。この積層体を、平均粒径2 μ mのLa_{0.6}Sr_{0.4}Co_{0.2}Fe_{0.8}O₃粉末と、ノルマルパラフィンからなる溶媒を含有するペースト中に浸漬し、固体電解質の表面に酸素側電極成形体をディッピングにより作製し1150で焼き付け、酸素側電極を形成し、図1に示すような本発明の燃料電池セルを作製した。

30

【0065】

尚、燃料側電極の短径及び長径を変化させることにより、燃料電池セルの短径R1及び長径R2を変化させ、R2/R1比の異なる燃料電池セルを作製した。

【0066】

次に、酸素側電極に耐酸化性を有するPt系金属からなる外側長尺状導電部材を接続し、さらに作成したセルの燃料側電極内の燃料ガス通過孔中央部に内側長尺状導電部材を挿入し、この内側長尺状導電部材と燃料側電極とをNiフェルトからなる接続用導電部材で接続し、図5(b)に示すようなセルを作製した。

40

【0067】

作製した燃料電池セルを900に加熱し、燃料側電極内の燃料ガス通過孔に水素ガスを流通させ、燃料電池セルの外側には空気を流通させ、セル1本当たりの発電量を測定した。この測定結果に基づき、1.5KWの発電量を得るために必要なセル本数、及び必要なセル本数により構成されるセルスタックの容積を求めた。この際、電気的な短絡を防止するため、或いは作製上の観点から、セル外周に6mmの空間が必要であるとの設定で算出した。これらの結果を図6に示す。

【0068】

50

図6は、短径 R_1 と、 R_2/R_1 比とセルスタックの容積との関係を示すもので、直径が4mmの円筒形状のセルで1.5KWの発電量を得るために必要なセル本数を用いた場合のスタック容積を100000とした。図6において $R_2/R_1 = 1$ のポイントは円筒形状のセルの結果を示すものである。

【0069】

図6の結果より短径 R_1 が20mmの場合には R_2/R_1 比の増加に伴い容積は増加する傾向にあり、セルスタックの被加熱部の容積を小さくする効果はなく、熱効率はむしろ低下する傾向にあることが判る。 R_1 が10mmの場合では R_2/R_1 比の増加に伴い若干ではあるが容積が減少することがわかる。

【0070】

さらに、 R_1 が8mm以下の場合には R_2/R_1 比の増加に伴い容積は減少することが明らかである。 R_1 が4mmのセルにおいては R_2/R_1 比が8のとき円筒形状に比べ約35%の容積を削減できることが判る。従って、この結果より、 R_1 を10mm以下にし、 R_2/R_1 比を2以上にすることでスタック容積を小さくできることが判る。

【0071】

図7に短径 R_1 と、 R_2/R_1 比とセル本数の関係を示す。図7によれば R_1 が大きいほどセル本数は少なくなることがわかる。しかしながら、 R_1 が20mmの場合においては図6の結果から容積を削減する効果がない。

【0072】

R_1 が10mm以下のセルについては R_1 、 R_2/R_1 比が大きくなるに従ってセル本数が減少する傾向にあるが、 R_1 が4mmのセルの場合、 R_2/R_1 比が8の場合、セル本数は R_2/R_1 が1の時と比較して1/5以下になり、大幅にセル本数を減少できることが判る。従って図6、図7の結果から、 R_1 を10mm以下とし、 R_2/R_1 比を2以上とする、すなわちセル形状を扁平とすることで被加熱部の容積を減少させ、さらにセル本数を減少させることを同時に達成できる。例えば、 R_1 が4mmのセルの場合、 R_2/R_1 比を8とした場合には、 R_2/R_1 比が1のセルを用いた場合に比較して容積を70%とすることができ、セル本数も1/5以下にすることができる。

【0073】

【発明の効果】

本発明の燃料電池セルでは、セル形状を扁平状とし、インタコネクタレス形式を採用することで、製造が容易で、セル単体としての発電量を向上できるとともに、所望の発電量に対してセル本数、セル発電部およびその周辺部材を含む加熱を必要とする容積を同時に減少させることが可能となり、製造コストの低下、発電効率、実装性、実装信頼性の向上、メンテナンス性を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】ガス通過孔が一つの本発明の燃料電池セルを示すもので、(a)は横断面図、(b)は斜視図である。

【図2】ガス通過孔が複数形成された本発明の燃料電池セルを示すもので、(a)は横断面図、(b)は斜視図である。

【図3】ガス通過孔が複数形成されるとともに、内側電極が突出している本発明の燃料電池セルを示す斜視図である。

【図4】本発明のセルスタックを示す横断面図である。

【図5】(a)はガス通過孔内に接続用導電部材を挿入した燃料電池セルの縦断面図、(b)はガス通過孔内に内側長尺状導電部材及び接続用導電部材を配置した燃料電池セルの縦断面図、(c)は内側長尺状導電部材を両側に突出させた燃料電池セルの縦断面図である。

【図6】燃料電池セルの短径 R_1 と長径 R_2 との比(R_2/R_1)と、容積との関係を示すグラフである。

【図7】燃料電池セルの短径 R_1 と長径 R_2 との比(R_2/R_1)と、セル本数との関係を示すグラフである。

10

20

30

40

50

【図 8】 インターコネクタが形成された円筒状の燃料電池セルを複数接続した従来のセルスタックを示す横断面図である。

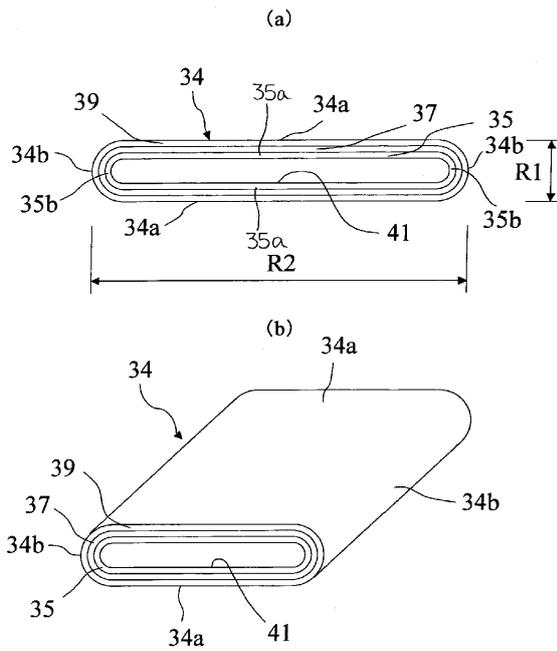
【図 9】 インターコネクタレスの燃料電池セルを複数並列接続した従来のセルスタックを示す横断面図である。

【図 10】 インターコネクタが形成された扁平状の燃料電池セルを複数直列に接続した従来のセルスタックを示す横断面図である。

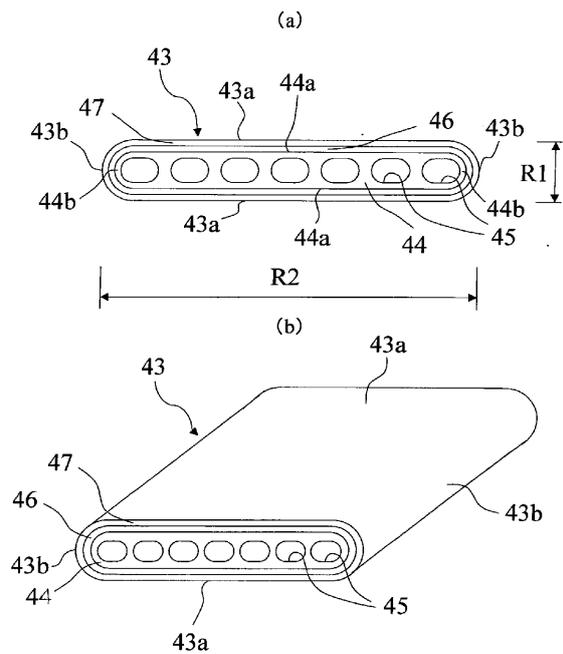
【符号の説明】

- 34、43、49・・・燃料電池セル
- 34a、43a、49a・・・セルの平坦部
- 34b、43b、49b・・・セルの弧状部
- 35、44、51・・・燃料側電極（内側電極）
- 37、46、53・・・固体電解質
- 39、47、55・・・酸素側電極（外側電極）
- 41、45、57・・・ガス通過孔
- 61・・・内側長尺状導電部材
- 63・・・接続用導電部材
- R1・・・短径
- R2・・・長径

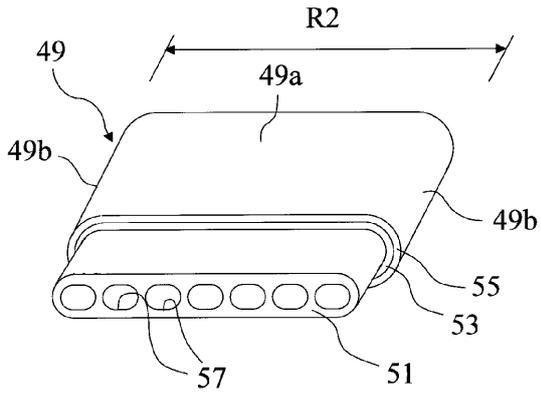
【図 1】



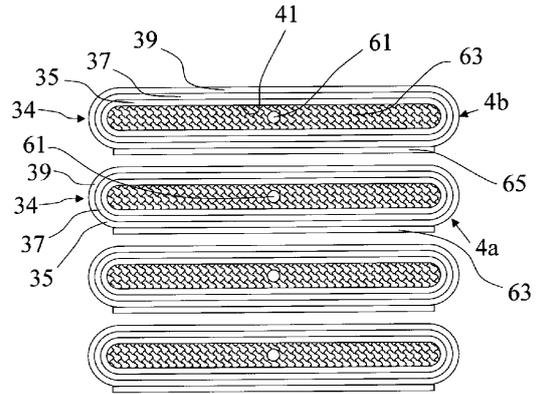
【図 2】



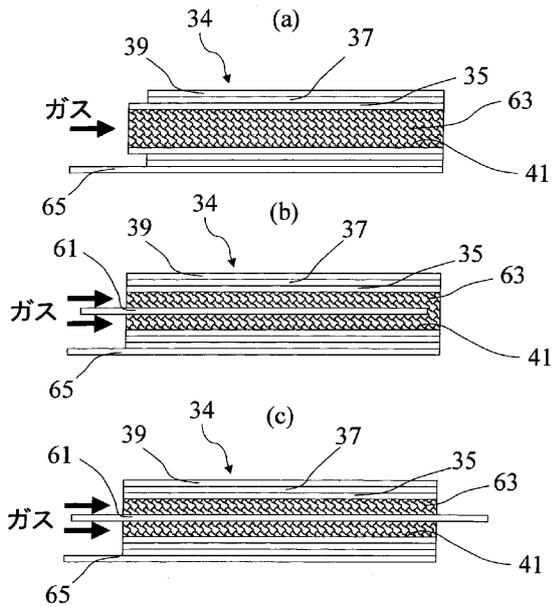
【図3】



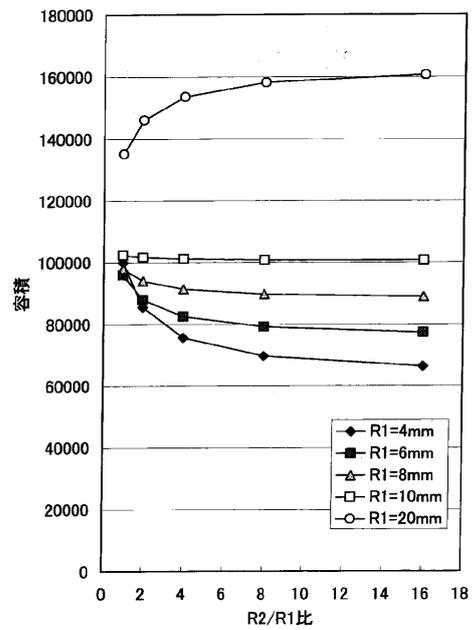
【図4】



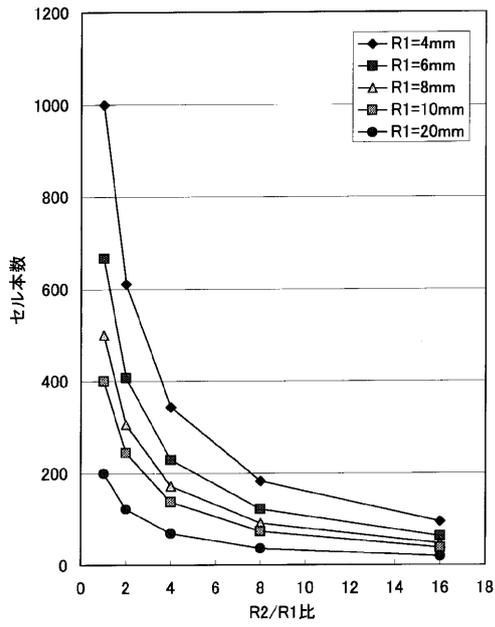
【図5】



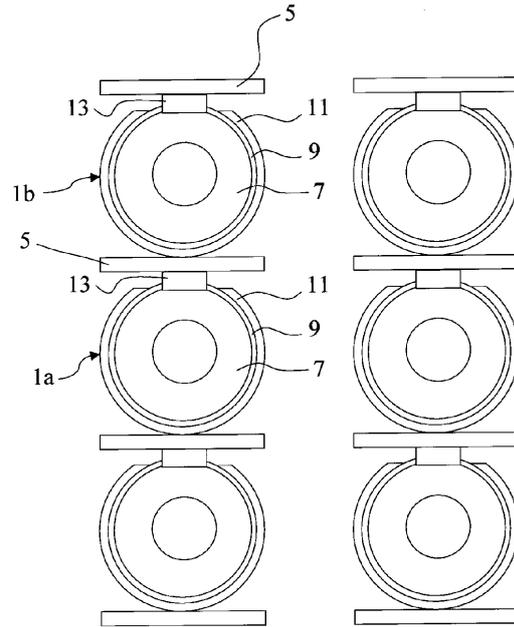
【図6】



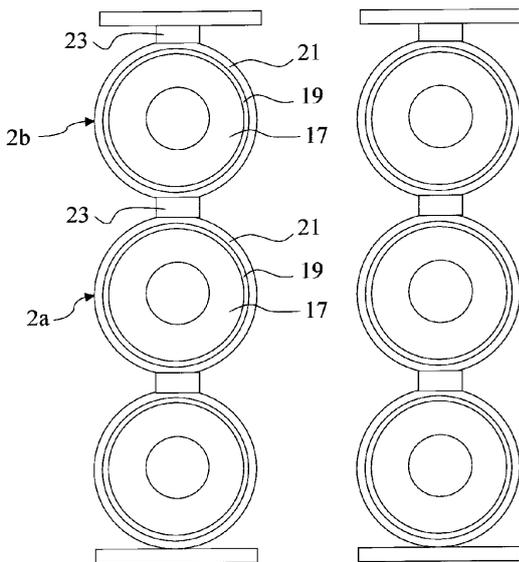
【図7】



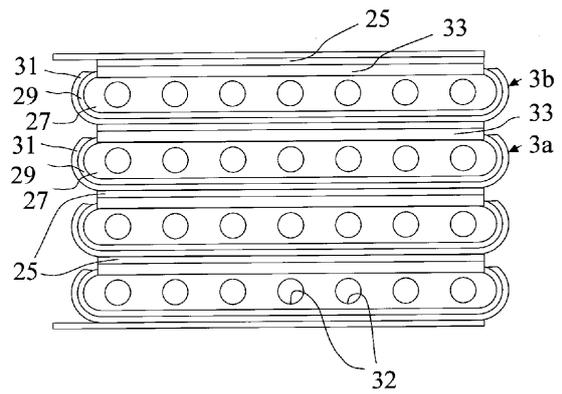
【図8】



【図9】



【図10】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

H 0 1 M 4/86

U

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H01M 8/00 ~ 8/24

H01M 4/86 ~ 4/98