



固体酸化物型燃料電池は、金属支持体（３）に燃料極（４）と固体電解質（５）と空気極（６）とを積層した構造を有する板状のセル（１）と、セル（１）の両面を挟み込むように積層された集電体（２）と、を備える。集電体（２）は、セル（１）の両面にそれぞれ接触している。セル（１）は、セル（１）の他の部分よりも変形し易い変形誘導部（１０、２０、３０）を有し、熱膨張に伴いセル（１）が変形する際に、セル１が変形誘導部（１０、２０、３０）を基点として変形し易くなる。

明 細 書

発明の名称： 固体酸化物型燃料電池

技術分野

[0001] 本発明は、固体酸化物型燃料電池に関する。

背景技術

[0002] 燃料電池は、科学エネルギーを電気化学的な反応により電気エネルギーに変換する装置である（例えば、特許文献1参照）。このような燃料電池の一種である固体酸化物型燃料電池では、燃料極、固体電解質および空気極の各層を積層し、これを燃料電池の発電部として外部から水素や炭化水素などの燃料ガスを燃料極に供給し、かつ、空気極には空気などの酸化剤ガスを供給して電気を発生させる仕組みとなっている。

[0003] 一般的に、燃料電池の発電部であるセルは、燃料極および空気極から電子を集電する集電体で挟み込まれており、さらに、この集電体は、燃料流路および空気流路を区画形成するセパレータとして機能する。また、セルは、強度を確保するために金属支持体によって保持されて、金属支持体と燃料極と固体電解質と空気極との積層構造となっているものもある。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2001-35514号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 前述のような固体酸化物型燃料電池では、特に急速起動時にセルの外縁部（筐体近傍の部分）と外縁部よりも内側の領域とで温度差が生じ得る。その際、セルは熱膨張によって伸長するところ、周囲を筐体により保持されているため、板状のセルが膜厚方向に大きく湾曲変形する可能性がある。このセルの膜厚方向への湾曲変形は接触していたセルと集電体とが離れ、集電抵抗（ASR）が増加し、燃料電池の出力を低下させる虞がある。

[0006] そこで、本発明は、急速起動時におけるセルと集電体との接触性がよく、集電抵抗の増加および燃料電池の出力の低下を抑制することができる固体酸化物型燃料電池を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明に係る固体酸化物型燃料電池では、セルと、集電体とが積層される。セルにセルの他の部分よりも変形し易い変形誘導部が設けられる。

発明の効果

[0008] 熱膨張に伴いセルが変形する際に、セルが変形誘導部を基点として変形し易くなるため、集電体とセルとが離れるのを抑制することが可能になる。これにより、急速起動時におけるセルと集電体との接触性がよくなり、集電抵抗の増加および燃料電池の出力の低下を抑制することができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]図1は、本発明の第一実施形態に係る固体酸化物型燃料電池の部分断面図である。

[図2]図2は、第一実施形態に係るセルが変形した状態を示す説明図である。

[図3]図3は、第一実施形態に係るセルを製造する方法の一例を示す説明図である。

[図4]図4は、集電抵抗改善度の評価結果を示すグラフである。

[図5]図5は、本発明の第二実施形態に係る固体酸化物型燃料電池の部分断面図である。

[図6]図6は、本発明の第三実施形態に係る固体酸化物型燃料電池の部分断面図である。

発明を実施するための形態

[0010] 以下、本発明の実施形態を図面とともに詳述する。

[0011] [第一実施形態]

本発明の第一実施形態に係る固体酸化物型燃料電池を図1から図4に基づいて説明する。

- [0012] 固体酸化物型燃料電池は、科学エネルギーを電気化学的な反応により電気エネルギーに変換する装置である燃料電池の一種である。本実施形態に係る固体酸化物型燃料電池は、図1に示すように、燃料電池の発電部としてのセル1と、セル1の燃料極4および空気極6から電子を集電する集電体2と、これらのセル1および集電体2を収容する筐体（図示せず）と、を備えている。
- [0013] セル1は、燃料極（アノード極）4と空気極（カソード極）6との間に固体電解質5を挟み込んだ三層の積層構造を有しており、さらに、これらの燃料極4と固体電解質5と空気極6とが、強度を確保するための金属支持体（メタルサポート）3に積層されている。すなわち、セル（金属支持型セル）1は、金属支持体3と燃料極4と固体電解質5と空気極6との積層体として板状に形成されている。
- [0014] 金属支持体3は、燃料電池の単位面積当たりの出力向上を目的として、導電性を有する材料により形成されるが、電極に燃料ガスまたは酸化剤ガスを供給するためにガス透過性も要求される。この金属支持体3は、高Crステンレス鋼の微粒子を焼結してなる多孔質金属基板により形成される。
- [0015] 燃料極4としては、例えば、ニッケル（Ni）、コバルト（Co）および白金（Pt）などの貴金属を用いることができる。また、燃料極4として、ニッケル（Ni）と固体電解質とのサーメットを用いることもできる。この燃料極4に要求される特性としては、還元雰囲気強いこと、燃料ガスを透過すること、電気伝導度が高いこと、水素分子をプロトンに変換する触媒作用に優れていることなどが挙げられる。
- [0016] その一方で、空気極6としては、例えば、銀（Ag）や白金（Pt）などの金属系粉末粒子を用いることができる。また、空気極6として、ランタンストロンチウムマンガナイト（LSM：LaSrMnO）やランタンストロンチウムコバルタイト（LSC：LaSrCoO）に代表されるペロブスカイト構造の酸化物粉末粒子を用いることもできる。この空気極6に要求される特性としては、酸化に強いこと、酸化剤ガスを透過すること、電気伝導度が高いこと、酸素分子

を酸素イオンに変換する触媒作用に優れていることなどが挙げられる。

[0017] 空気極 6 では活性点となる三相界面において酸素ガス分子が酸素イオンと電子とに分解し、酸素イオンは固体電解質 5 を通り燃料極 4 に伝導する。さらに、燃料極 4 では、同じく活性点となる三相界面において、固体電解質 5 より伝導してきた酸素イオンと燃料ガス分子とが反応し、その際に電子が放出される。

[0018] 前記固体電解質 5 としては、例えば、例えば、イットリア (Y2O3)、ネオジム (Nd2O3)、サマリウム (Sm2O3)、ガドリウム (Gd2O3) やスカンジウム (Sc2O3) などを固溶した安定化ジルコニアを用いることができる。また、固体電解質 5 として、酸化セリウム (CeO2) 系固溶体、酸化ビスマス (Bi2O3) やランタンガリウム酸化物 (LaGaO3) などの酸化物粉末粒子を用いることもできる。

[0019] 集電体 2 は、セル 1 の両面を挟み込むように積層されて、セル 1 の両面にそれぞれ接触している。この集電体 2 は、さらに、セル 1 との間に燃料流路および空気流路を区画形成するセパレータとして機能する。集電体 2 は、耐酸化性に優れ、かつ、導電性を有する材料（例えば、Fe合金やSUS）により形成される。

[0020] 集電体 2 は、セル 1 のうち発電に寄与するアクティブ領域に対応する部分が波板状に形成されており、金属支持体 3 と接触する接触部 7 と、空気極 6 と接触する接触部 8 とが交互に並ぶように形成される。また、集電体 2 の積層は、金属支持体 3 との接触部 7 と、空気極 6 との接触部 8 とがセル 1 を間に挟んで同位置である対称積層とされている。そして、集電体 2 の金属支持体 3 との接触部 7 を溶接することにより、集電体 2 がセル 1 に対して固定される。溶接部 9 を、楕円形で示す。

[0021] このような固体酸化物型燃料電池においては、水素や炭化水素などの燃料ガスを燃料極 4 に供給し、その一方で、空気や酸素などの酸化剤ガスを空気極 6 に供給して、電気を発生させる仕組みとなっている。前述のセル 1 および集電体 2 を多層に積層したものを、スタック構造を有する固体酸化物型燃

料電池としている。

[0022] そして、本実施形態に係る固体酸化物型燃料電池では、セル1に変形誘導部10が設けられており、この変形誘導部10は、セル1の他の部分よりも変形し易いような構成とされ、熱膨張に伴いセル1が変形する際に、セル1が変形誘導部10を基点として変形し易くなる。

[0023] 変形誘導部10は、金属支持体3上に集電体2のセル1との接触部7, 8に沿って、すなわち燃料流路または空気流路の流れ方向（図1の紙面に直交する方向）に沿って線状に延在している。変形誘導部10は、セル1を折り紙に例えると予め折り皺を付けておくことなどのように、変形誘導部10を基点としてセル1を変形し易くするための構造である。この変形誘導部10は、燃料極4、固体電解質5および空気極6に設けることが一般的に難しいため、金属支持体3に設けている。

[0024] 変形誘導部10は、金属支持体3上に集電体2の金属支持体3との接触部7を間に挟んで一对に配設されている。さらに、変形誘導部10は、金属支持体3上において互いに隣接する接触部7, 7間の中間部位に配設されている。第一実施形態の変形誘導部10は、金属支持体3の膜厚が他の部分よりも薄い薄膜部11である。この薄膜部11は、図示はしないが、燃料流路または空気流路の流れ方向（図1の紙面に直交する方向）に断続的に配設されている。

[0025] 次に、第一実施形態に係るセル1を製造する方法の一例を図3に基づいて説明する。

[0026] まず、高Crステンレス鋼の微粒子を焼結させて板状の金属支持体3を作成する（図3（a））。

[0027] 次に、金属支持体3の両面のうち、いずれか一方の面に、薄膜部11を研削加工やエッチング加工などを用いて形成する（図3（b））。この際、薄膜部11を、集電体2と接触する接触部位の外側部位に形成し、さらに、別の薄膜部11を、集電体2と接触する接触部位と隣接する接触部位間の中間部位に形成した。

[0028] 次いで、金属支持体3の両面のうち、薄膜部11を形成した面とは反対側の面に、燃料極4と固体電解質5と空気極6とを成膜する（図3（c））。この際、固体電解質5はスパッタ法を用いて成膜し、空気極6は塗布法を用いて成膜した。

[0029] 次いで、集電体2の金属支持体3との接触部7と、集電体2の空気極6との接触部8とが、金属支持体3を間に挟んで同位置で対向するように、集電体2を積層する（図3（d））。

[0030] そして、最後に、集電体2の金属支持体3との接触部7を溶接する（図3（e））。

[0031] 以下、本実施形態の効果を確認するために行った集電抵抗測定試験について説明する。

[0032] [供試体]

供試体のセパレータピッチは4mm、セルの膜厚は300 μ mである。また、当然のことながら、供試体は、図1に示すような、セルおよび集電体が多層に積層されたスタック構造を有しており、セルの外縁面は筐体によって保持される。実施例の供試体は、金属支持体に変形誘導部（薄膜部）を設けたものとし、比較例の供試体は、金属支持体に変形誘導部（薄膜部）を設けないものとした。

[0033] [集電抵抗測定試験]

急速昇温によって筐体とセルとの温度差が300 $^{\circ}$ Cになった時点で、集電抵抗の測定を開始した。急速昇温は、空気流路に加熱ガスを流すことにより行った。

[0034] [比較結果]

実施例に係る供試体の集電抵抗値と、比較例に係る供試体の集電抵抗値との比較によって効果を確認した。図4に示すように、実施例に係る供試体の集電抵抗値は、比較例に係る供試体の集電抵抗値に対して15%低減したことが分かった。

[0035] [考察]

集電抵抗測定試験後に、比較例に係る供試体を観察した結果、集電体の空気極との接触部が空気極から離れていることが確認され、最大250 μ mの隙間があることが分かった。これに対して、同様に、集電抵抗測定試験後に、実施例に係る供試体を観察した結果、集電体の空気極との接触部が空気極から離れることは確認されなかった（図2参照）。すなわち、集電体とセルとが離れるのを抑制することによって、集電抵抗の増加を抑制することが可能になった。

[0036] 以下に、本実施形態による作用効果を説明する。

[0037] (1) 本実施形態に係る固体氧化物型燃料電池は、金属支持体3に燃料極4と固体電解質5と空気極6とを積層した構造を有する板状のセル1と、セル1の両面を挟み込むように積層された集電体2と、を備える。集電体2は、セル1の両面にそれぞれ接触している。セル1は、セル1の他の部分よりも変形し易い変形誘導部10を有する。

[0038] 熱膨張に伴いセル1が変形する際に、セル1が変形誘導部10を基点として変形し易くなるため、集電体2とセル1とが離れるのを抑制することが可能になる。これにより、急速起動時におけるセル1と集電体2との接触性がよくなり、集電抵抗の増加および燃料電池の出力の低下を抑制することができる。

[0039] (2) 変形誘導部10は、線状に延在している。

[0040] 変形誘導部10が、線状に延在していることにより、熱膨張に伴いセル1が変形する際に、図2に示されるように、セル1が変形誘導部10を基点として変形し易くなる。よって、熱膨張に伴いセル1が変形する際に、集電体2とセル1とが離れるのをより確実に抑制することが可能になる。

[0041] (3) 変形誘導部10は、集電体2のセル1（金属支持体3）との接触部7を間に挟んで一対に配設されている。

[0042] 変形誘導部10は、接触部7を間に挟んで一対に配設されていることにより、熱膨張に伴いセル1が変形する際に、図2に示されるように、集電体2のセル1との接触部7、8を支点として撓み易くなる。よって、熱膨張に伴

いセル1が変形する際に、集電体2とセル1とが離れるのをより確実に抑制することが可能になる。

[0043] (4) 変形誘導部10は、互いに隣接する接触部7, 7間の中間部位に配設されている。

[0044] 変形誘導部10が、互いに隣接する接触部7, 7間の中間部位に配設されていることにより、熱膨張に伴いセル1が変形する際に、図2に示されるように、集電体2のセル1との接触部7, 8を支点として撓み易くなる。よって、熱膨張に伴いセル1が変形する際に、集電体2とセル1とが離れるのをより確実に抑制することが可能になる。

[0045] (5) 変形誘導部10は、金属支持体3の膜厚が他の部分よりも薄い薄膜部11である。

[0046] 変形誘導部10は、金属支持体3の膜厚が他の部分よりも薄い薄膜部11であることにより、図2に示されるように、セル1が薄膜部11を基点として変形し易くなる。よって、熱膨張に伴いセル1が変形する際に、集電体2とセル1とが離れるのをより確実に抑制することが可能になる。

[0047] [第二実施形態]

本発明の第二実施形態に係る固体酸化物型燃料電池を図5に基づいて説明する。なお、前述の第一実施形態と同一の部分は同一符号を付することによってその説明を省略する。

[0048] 図5に示すように、第二実施形態に係る固体酸化物型燃料電池においては、セル1に変形誘導部20が設けられており、この変形誘導部20は、セル1の他の部分よりも変形し易いような構成とされ、熱膨張に伴いセル1が変形する際に、セル1が変形誘導部20を基点として変形し易くなる。

[0049] 変形誘導部20は、金属支持体3上に集電体2のセル1との接触部7, 8に沿って、すなわち燃料流路または空気流路の流れ方向(図5の紙面に直交する方向)に沿って線状に延在している。変形誘導部20は、セル1を折り紙に例えると予め折り皺を付けておくことなどのように、変形誘導部20を基点としてセル1を変形し易くするための構造である。この変形誘導部20

は、燃料極 4、固体電解質 5 および空気極 6 に設けることが一般的に難しいため、金属支持体 3 に設けている。

[0050] 変形誘導部 20 は、金属支持体 3 上に集電体 2 の金属支持体 3 との接触部 7 を間に挟んで一対に配設されている。さらに、変形誘導部 20 は、金属支持体 3 上において互いに隣接する接触部 7、7 間の中間部位に配設されている。第二実施形態の変形誘導部 20 は、金属支持体 3 を構成する多孔質金属基板の気孔率が他の部分よりも高い疎構造部 21 である。この疎構造部 21 は、図示はしないが、燃料流路または空気流路の流れ方向（図 5 の紙面に直交する方向）に断続的に配設されている。前記疎構造部 21 は、燃料流路または空気流路の流れ方向（図 5 の紙面に直交する方向）に連続的に配設するようにしてもよい。

[0051] 次に、第二実施形態に係るセル 1 を製造する方法の一例に基づいて説明する。なお、第二実施形態に係るセル 1 を製造する方法は、第一実施形態とは途中の工程が異なるのみであるので図示は省略する。

[0052] まず、高Crステンレス鋼の微粒子を焼結させて板状の金属支持体 3 を作成する。

[0053] 次いで、金属支持体 3 の両面のうち、いずれか一方の面に、溝を研削加工やエッチング加工を用いて形成する。この際、溝を、集電体 2 と接触する接触部位の外側部位に形成し、さらに、別の溝を、集電体 2 と接触する接触部位と隣接する接触部位間の中間部位に形成した。

[0054] さらに、金属支持体 3 よりも粒子径が大きい高Crステンレス鋼の粒子を粘性がある有機バインダー溶液中に分散させて、粘性があるスラリーをとしたもので前記溝に充填した後に、焼結処理を行う。このような工程によって、疎構造部 21 を金属支持体 3 上に形成した。

[0055] 次いで、金属支持体 3 の両面のうち、疎構造部 21 を形成した面とは反対側の面に、燃料極 4 と固体電解質 5 と空気極 6 とを成膜する。この際、固体電解質 5 はスパッタ法を用いて成膜し、空気極 6 は塗布法を用いて成膜した。

[0056] 次いで、集電体 2 の金属支持体 3 との接触部 7 と、集電体 2 の空気極 6 との接触部 8 とが、金属支持体 3 を間に挟んで同位置で対向するように、集電体 2 を積層する。

[0057] そして、最後に、集電体 2 の金属支持体 3 との接触部 7 を溶接する。

[0058] 以下に、第二実施形態による作用効果を説明する。

[0059] 第二実施形態の変形誘導部 20 は、金属支持体 3 を構成する多孔質金属基板の気孔率が他の部分よりも高い疎構造部 21 である。

[0060] 変形誘導部 20 が、金属支持体 3 を構成する多孔質金属基板の気孔率が他の部分よりも高い疎構造部 21 であることにより、セル 1 が疎構造部 21 を基点として変形し易くなる。よって、熱膨張に伴いセル 1 が変形する際に、集電体 2 とセル 1 とが離れるのを抑制することが可能になる。また、変形誘導部 20 が疎構造部 21 であることにより、変形誘導部 20 が切欠きや溝などである場合と比較して、電極面内方向の電子パスを向上することができる。

[0061] [第三実施形態]

本発明の第三実施形態に係る固体酸化物型燃料電池を図 6 に基づいて説明する。なお、前述の第一実施形態と同一の部分は同一符号を付することによってその説明を省略する。

[0062] 図 6 に示すように、第三実施形態に係る固体酸化物型燃料電池においては、セル 1 に変形誘導部 30 が設けられており、この変形誘導部 30 は、セル 1 の他の部分よりも変形し易いような構成とされ、熱膨張に伴いセル 1 が変形する際に、セル 1 が変形誘導部 30 を基点として変形し易くなる。

[0063] 変形誘導部 30 は、金属支持体 3 上に集電体 2 のセル 1 との接触部 7, 8 に沿って、すなわち燃料流路または空気流路の流れ方向（図 6 の紙面に直交する方向）に沿って線状に延在している。変形誘導部 30 は、セル 1 を折り紙に例えると予め折り皺を付けておくことなどのように、変形誘導部 20 を基点としてセル 1 を変形し易くするための構造である。この変形誘導部 30 は、燃料極 4、固体電解質 5 および空気極 6 に設けることが一般的に難しい

ため、金属支持体 3 に設けている。

[0064] 変形誘導部 30 は、金属支持体 3 上に集電体 2 の金属支持体 3 との接触部 7 を間に挟んで一対に配設されている。さらに、変形誘導部 30 は、金属支持体 3 上において互いに隣接する接触部 7, 7 間の中間部位に配設されている。第三実施形態の変形誘導部 30 は、金属支持体 3 の表面に設けられた溝部 31 である。この溝部 31 は、図示はしないが、燃料流路または空気流路の流れ方向（図 6 の紙面に直交する方向）に連続的に延在している。

[0065] 第三実施形態に係るセル 1 を製造する方法は、第一実施形態とほぼ同様であるので説明は省略する。

[0066] 以下に、第三実施形態による作用効果を説明する。

[0067] 第三実施形態の変形誘導部 30 は、金属支持体 3 の表面に設けられた溝部 31 である。

[0068] 変形誘導部 30 が、金属支持体 3 の表面に設けられた溝部 31 であることにより、セル 1 が溝部 31 を基点として変形し易くなる。よって、熱膨張に伴いセル 1 が変形する際に、集電体 2 とセル 1 とが離れるのを抑制することが可能になる。

[0069] 以上、実施形態に沿って本発明の内容を説明したが、本発明はこれらの記載に限定されるものではなく、種々の変形及び改良が可能であることは、当業者には自明である。

[0070] 例えば、前述の実施形態では、燃料極 4 と固体電解質 5 と空気極 6 との三層の積層構造のうち、燃料極 4 が金属支持体 3 と接するように積層されているが、これに限定されず、空気極 6 が金属支持体 3 と接するように積層されていてもよい。また、第一実施形態の変形誘導部 10（薄膜部 11）、第二実施形態の変形誘導部 20（疎構造部 21）および第三実施形態の変形誘導部 30（溝部 31）は、相互に組み合わせて用いることが可能である。

符号の説明

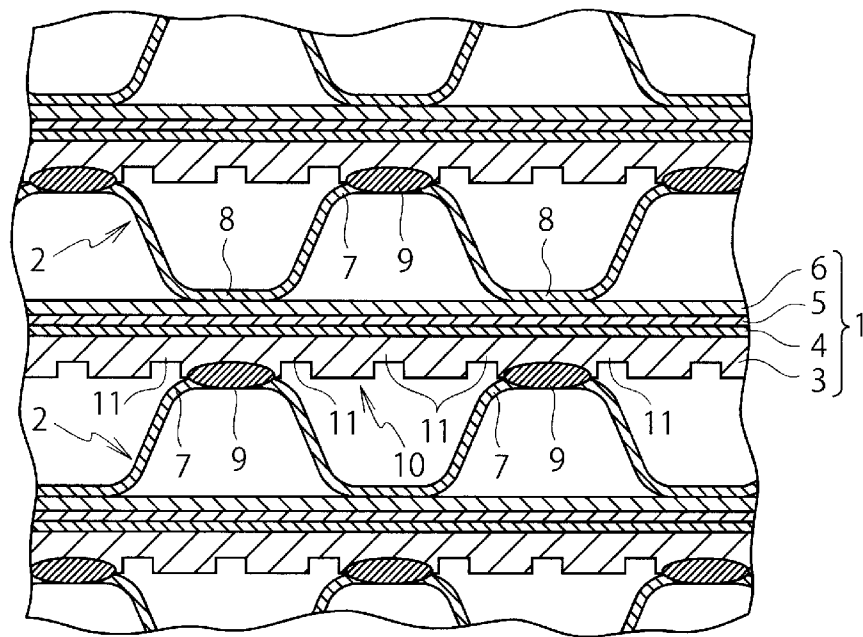
[0071] 1 セル
2 集電体

- 3 金属支持体
- 4 燃料極
- 5 固体電解質
- 6 空氣極
- 7 接触部
- 8 接触部
- 1 0 変形誘導部
- 1 1 薄膜部
- 2 0 変形誘導部
- 2 1 疎構造部
- 3 0 変形誘導部
- 3 1 溝部

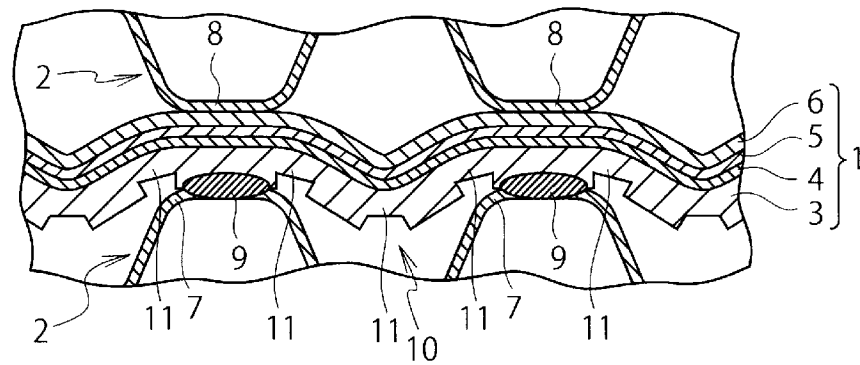
請求の範囲

- [請求項1] 金属支持体に燃料極と固体電解質と空気極とを積層した構造を有する板状のセルと、前記セルの両面を挟み込むように積層された集電体と、を備え、
前記集電体は、前記セルの両面にそれぞれ接触しており、
前記セルは、前記セルの他の部分よりも変形し易い変形誘導部を有する
ことを特徴とする固体酸化物型燃料電池。
- [請求項2] 前記変形誘導部は、線状に延在していることを特徴とする請求項1に記載の固体酸化物型燃料電池。
- [請求項3] 前記変形誘導部は、前記集電体の前記セルとの接触部を間に挟んで一対に配設されていることを特徴とする請求項2に記載の固体酸化物型燃料電池。
- [請求項4] 前記変形誘導部は、互いに隣接する前記接触部間の中間部位に配設されていることを特徴とする請求項3に記載の固体酸化物型燃料電池。
- [請求項5] 前記変形誘導部は、前記金属支持体の膜厚が他の部分よりも薄い薄膜部を有する請求項1から4のいずれか一項に記載の固体酸化物型燃料電池。
- [請求項6] 前記金属支持体は、多孔質金属基板により形成されており、
前記変形誘導部は、前記多孔質金属基板の気孔率が他の部分よりも高い疎構造部を有する請求項1から4のいずれか一項に記載の固体酸化物型燃料電池。
- [請求項7] 前記変形誘導部は、前記金属支持体の表面に設けられた溝部を有する請求項1から4のいずれか一項に記載の固体酸化物型燃料電池。

[図1]

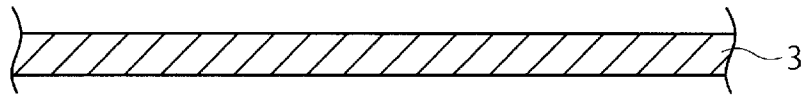


[図2]

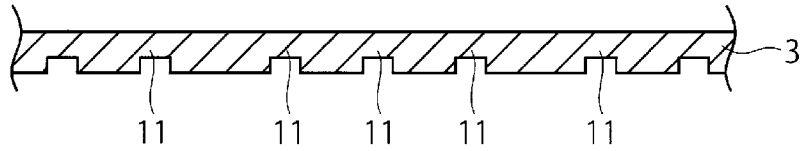


[図3]

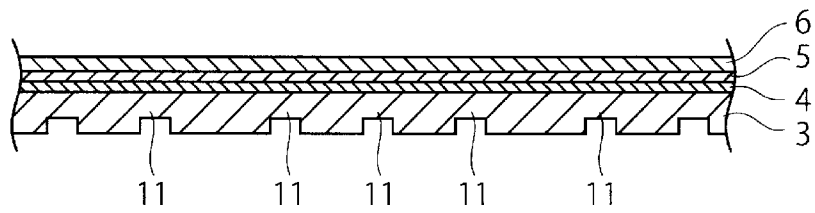
(a)



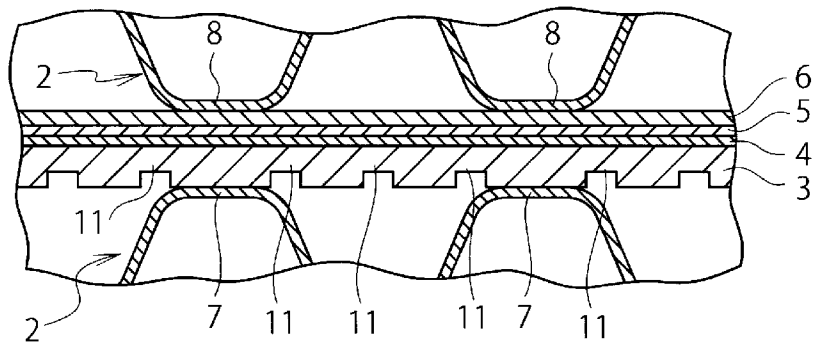
(b)



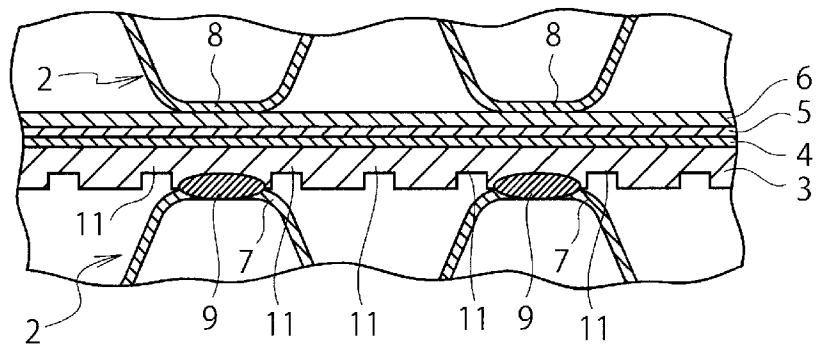
(c)



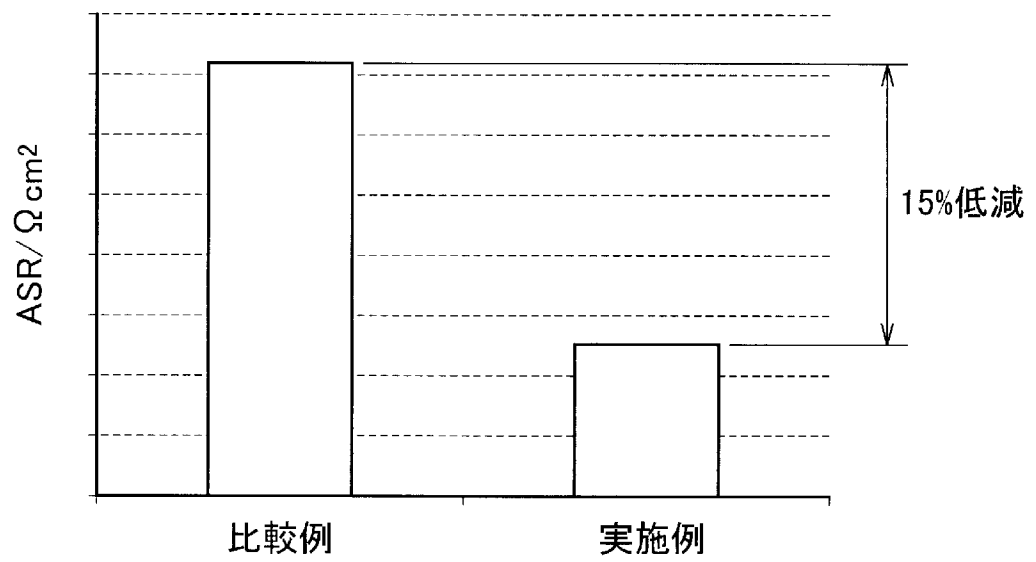
(d)



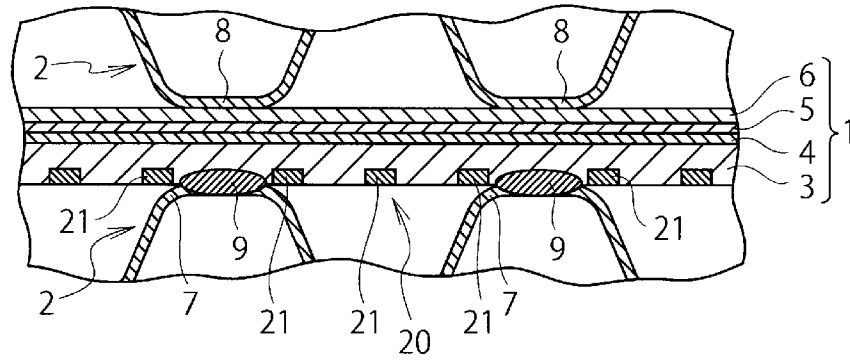
(e)



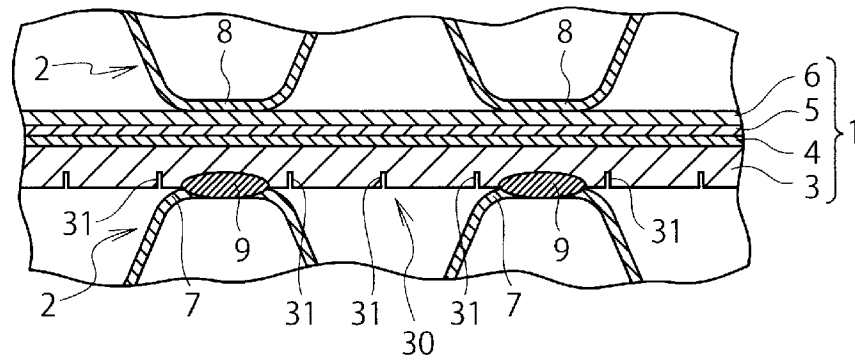
[図4]



[図5]



[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2015/064903

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
H01M8/02(2006.01)i, H01M8/12(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, H01M8/12

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 2013-77450 A (Nippon Shokubai Co., Ltd.), 25 April 2013 (25.04.2013), paragraphs [0007] to [0009], [0014], [0027]; fig. 1 (Family: none)	1, 5, 6 2-4, 7
X A	JP 2004-281172 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 07 October 2004 (07.10.2004), paragraphs [0014], [0065] to [0067]; fig. 6 (Family: none)	1, 4-6 2, 3, 7
Y	JP 2003-168448 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 13 June 2003 (13.06.2003), paragraphs [0010] to [0023], [0033]; fig. 4, 5 & US 2003/0104268 A1 & EP 1317011 A2	1, 2, 5-7

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

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 29 July 2015 (29.07.15)	Date of mailing of the international search report 11 August 2015 (11.08.15)
--------------------------------------------------------------------------------------	---------------------------------------------------------------------------------

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.
--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/064903

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2002-319413 A (Nissan Motor Co., Ltd.), 31 October 2002 (31.10.2002), paragraph [0034]; fig. 4 & US 2002/0177026 A1 & US 2006/0269822 A1	1, 2, 5-7
A	JP 2002-505512 A (Corning Inc.), 19 February 2002 (19.02.2002), paragraphs [0030] to [0034]; fig. 3 & JP 2011-103304 A & US 6045935 A & WO 1999/044254 A1 & EP 1060534 A1	1-7
A	JP 2008-53107 A (NGK Insulators, Ltd.), 06 March 2008 (06.03.2008), paragraphs [0003] to [0017] (Family: none)	1-7

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））
 Int.Cl. H01M8/02(2006.01)i, H01M8/12(2006.01)i

B. 調査を行った分野
 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））
 Int.Cl. H01M8/02, H01M8/12

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの
 日本国実用新案公報 1922-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2015年
 日本国実用新案登録公報 1996-2015年
 日本国登録実用新案公報 1994-2015年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X A	JP 2013-77450 A（株式会社日本触媒） 2013.04.25, 段落【0007】-【0009】、【0014】、 【0027】、図1 (ファミリーなし)	1, 5, 6 2-4, 7
X A	JP 2004-281172 A（日産自動車株式会社） 2004.10.07, 段落【0014】、【0065】-【0067】、図6 (ファミリーなし)	1, 4-6 2, 3, 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 29.07.2015
 国際調査報告の発送日 11.08.2015

国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ISA/J P） 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官（権限のある職員） 佐藤 知絵 電話番号 03-3581-1101 内線 3477	4 X	4 4 9 2
------------------------------------------------------------------------	-------------------------------------------------------	-----	---------

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	JP 2003-168448 A (日産自動車株式会社) 2003.06.13, 段落【0010】－【0023】、【0033】、 図4, 5 & US 2003/0104268 A1 & EP 1317011 A2	1, 2, 5-7
Y	JP 2002-319413 A (日産自動車株式会社) 2002.10.31, 段落【0034】、図4 & US 2002/0177026 A1 & US 2006/0269822 A1	1, 2, 5-7
A	JP 2002-505512 A (コーニング インコーポレイテッド) 2002.02.19, 段落【0030】－【0034】、図3 & JP 2011-103304 A & US 6045935 A & WO 1999/044254 A1 & EP 1060534 A1	1-7
A	JP 2008-53107 A (日本碍子株式会社) 2008.03.06, 段落【0003】－【0017】 (ファミリーなし)	1-7