

(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  
2017年11月9日(09.11.2017)



(10) 国際公開番号

WO 2017/191787 A1

(51) 国際特許分類:  
H01M 8/0271 (2016.01) H01M 8/2485 (2016.01)  
H01M 8/24 (2016.01) H01M 8/12 (2016.01)  
H01M 8/247 (2016.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2017/016466

(22) 国際出願日: 2017年4月26日(26.04.2017)

(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 2016-092978 2016年5月6日(06.05.2016) JP

(71) 出願人: 住友精密工業株式会社 (SUMITOMO PRECISION PRODUCTS CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6600891 兵庫県尼崎市扶桑町1番10号 Hyogo (JP).

(72) 発明者: 村田 貴(MURATA, Takashi); 〒6600891 兵庫県尼崎市扶桑町1番10号 住友精密工業株式会社内 Hyogo (JP).

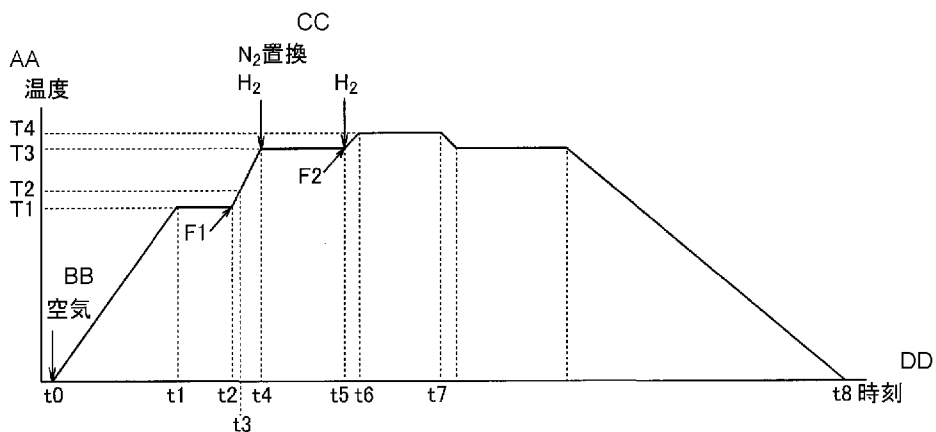
(74) 代理人: 宮園 博一(MIYAZONO, Hirokazu); 〒5320011 大阪府大阪市淀川区西中島5丁目13番9号 新大阪MTビル1号館 Osaka (JP).

(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, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM,

(54) Title: METHOD FOR MANUFACTURING FUEL CELL, AND FUEL CELL

(54) 発明の名称: 燃料電池の製造方法および燃料電池

[図7]



AA Temperature  
BB Air  
CC Substitution  
DD Time

(57) Abstract: This method for manufacturing a fuel cell (100) is provided with a step in which a plurality of power generation units (10) are heated to a first temperature (T4), and a first load (F2) is applied to adjacent pairs among the plurality of power generation units (10) in mutually approaching directions, whereby the thickness (t) of an insulating member (30) is adjusted.

[続葉有]



WO 2017/191787 A1

ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,  
US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

---

(57) 要約: この燃料電池 (100) の製造方法は、複数の発電ユニット (10) を第1の温度 (T4) に昇温するとともに、隣接する複数の発電ユニット (10) に、互いに近接する方向に第1の荷重 (F2) を加えることにより、絶縁部材 (30) の厚み (t) を調整する工程を備える。

## 明 細 書

発明の名称：燃料電池の製造方法および燃料電池

### 技術分野

[0001] この発明は、燃料電池の製造方法および燃料電池に関する。

### 背景技術

[0002] 従来、燃料電池が知られている。国際公開第2011/148769号には、一对のインターコネクタと、一对のインターコネクタの間に設けられる、セル本体と、セル本体の外縁部の上面に接合して、空気流路と燃料流路とを遮断するセパレータとを備える燃料電池が開示されている。また、セパレータの空気極側と燃料極側とには、それぞれ、板形状のガスシール部が設けられている。また、ガスシール部は、たとえば、マイカ（雲母）により構成されている。

[0003] また、特開2013-20886号公報に記載の燃料電池にも、一对のインターコネクタと、一对のインターコネクタの間に設けられる、シール部材および電解質電極接合体とを備える燃料電池が開示されている。また、シール部材は、たとえば、マイカにより構成されている。

### 先行技術文献

#### 特許文献

[0004] 特許文献1：国際公開第2011/148769号

特許文献2：特開2013-20886号公報

### 発明の概要

#### 発明が解決しようとする課題

[0005] ここで、国際公開第2011/148769号および特開2013-20886号公報に記載のような従来の燃料電池において、燃料電池がシャットダウンされた際、燃料電池の温度が低下する。このため、燃料電池内の空気の体積が小さくなる。そして、ガスシール部（シール部材）をマイカにより構成した場合、マイカはケイ素塩が積層された層状構造を有するため、劈開

しやすい。このため、燃料電池内の空気の体積が小さくなり、燃料電池内の気圧が小さくなることに起因して、燃料電池の外部から薄いマイカの層の間の隙間を介して、空気が燃料電池内に侵入するという不都合がある。このため、シャットダウン時、たとえば400度以上の高温状態で空気がスタック内に侵入することによりセルが酸化して劣化するという問題点がある。

[0006] この発明は、上記のような課題を解決するためになされたものであり、この発明の1つの目的は、シャットダウン時に外部から侵入する空気に起因するセルの劣化を抑制することが可能な燃料電池の製造方法および燃料電池を提供することである。

### 課題を解決するための手段

[0007] 上記目的を達成するために、この発明の第1の局面による燃料電池の製造方法は、一方の表面にアノードが形成され他方の表面にカソードが形成されたセルと、セルの外側を取り囲むように設けられ、アノードに供給される燃料ガスとカソードに供給される酸化剤とが混合するのを抑制する、セラミック粒子と非晶質であるガラスとを有する絶縁部材とを含む発電ユニットを、複数積層する工程と、積層された複数の発電ユニットを第1の温度に昇温するとともに、積層方向に隣接する複数の発電ユニットに、互いに近接する方向に第1の荷重を加えることにより、絶縁部材の厚みを調整する工程と、を備える。

[0008] この発明の第1の局面による燃料電池の製造方法では、上記のように、セルの外側を取り囲むように設けられ、アノードに供給される燃料ガスと、カソードに供給される酸化剤とが混合するのを抑制する、セラミック粒子と非晶質であるガラスとを有する絶縁部材とを含む発電ユニットを、複数積層する工程を備える。これにより、絶縁部材がセラミック粒子と非晶質であるガラスとを有するように構成されているので、絶縁部材がマイカから構成されている場合と異なり、絶縁部材が劈開することがない。その結果、燃料電池のシャットダウン時に、燃料電池内の温度が低下することにより、燃料電池内の空気の体積が小さくなった場合でも、燃料電池の外部から絶縁部材を介

して、空気が燃料電池内に侵入することはない。その結果、シャットダウン時に外部から侵入する空気に起因するセルの劣化を抑制することができる。

[0009] また、絶縁部材がセラミック粒子を有しているので、絶縁部材の厚みが、所定の厚みよりも小さくなるのが抑制される。これにより、絶縁部材の厚みが小さくなることに起因して絶縁性が確保できなくなるのを抑制することができるとともに、発電ユニットの厚みが小さくなり過ぎないように厚みを確保することができる。また、発電ユニットを昇温させることにより、ガラスが軟化した場合でも、ガラスの過度な流動をセラミック粒子により抑制することができる。また、絶縁部材が非晶質であるガラスを有しているので、絶縁部材にクラックが生じている場合でも、発電ユニットを昇温することにより、ガラスが融解することによって、クラックを修復することができる。その結果、クラックをなくすことができる。

[0010] 上記第1の局面による燃料電池の製造方法において、好ましくは、積層された複数の発電ユニットを第1の温度に昇温するのに先立って、第1の温度よりも低い第2の温度に昇温するとともに、第1の温度に昇温前の絶縁部材からバインダを取り除く工程をさらに備える。このように構成すれば、積層された複数の発電ユニットを第2の温度に昇温することで、バインダが焼失あるいは熱分解するので、容易に、非晶質であるガラスとセラミック粒子とを有する絶縁部材を形成することができる。

[0011] この場合、好ましくは、バインダを取り除く工程は、ガラスが軟化する温度よりも低い第2の温度を維持することにより、昇温前の絶縁部材に含まれるバインダを取り除く工程を含む。このように構成すれば、第2の温度が、ガラスが軟化する温度よりも低いので、ガラスが軟化する前にバインダを取り除くことができる。

[0012] 上記バインダを取り除く工程を備える燃料電池の製造方法において、好ましくは、バインダの熱分解開始温度または焼失開始温度は、ガラスが軟化する温度よりも低い。このように構成すれば、容易に、ガラスが軟化する前にバインダを取り除くことができる。

[0013] 上記バインダを取り除く工程を備える燃料電池の製造方法において、好ましくは、バインダを取り除く工程は、第1の温度に昇温前の絶縁部材からバインダを取り除くことにより、バインダを取り除く工程後の絶縁部材に含まれるセラミック粒子の重量%を、5重量%以上30重量%以下にする。ここで、セラミック粒子の重量%が少な過ぎると、発電ユニットを昇温させてガラスが軟化した場合に、ガラスの流動が大きくなり過ぎる。すなわち、絶縁部材が荷重に耐えることができずに絶縁部材が潰れてしまうので、セルのアノードの下方に配置される厚み調整部材も過度に潰れてしまう。また、セラミック粒子の重量%が多過ぎると、発電ユニットを昇温させてガラスを軟化させても、ガラスの流動が少ないので、クラックが生じるとともに、絶縁部材の厚みを調整しにくくなる。そこで、上記のように、絶縁部材に含まれるセラミック粒子の重量%を、5重量%以上30重量%以下にすることにより、ガラスの過度な流動が抑制されるので、絶縁部材が潰れることに起因する厚み調整部材の過度の潰れを抑制することができる。また、ガラスの流動が少な過ぎることに起因する、クラックの発生と、絶縁部材の厚みの調整が困難になることを抑制することができる。

[0014] 上記バインダを取り除く工程を備える燃料電池の製造方法において、好ましくは、絶縁部材の厚みを調整する工程とバインダを取り除く工程との間に設けられ、積層された複数の発電ユニットを昇温させながら、第1の荷重よりも小さい第2の荷重を、積層方向に隣接する複数の発電ユニットに、互いに近接する方向に加えることにより、絶縁部材の収縮を抑制する工程をさらに備える。このように構成すれば、絶縁部材の両側から第2の荷重が加えられるので、発電ユニットを昇温させることによるガラスの軟化に起因する、絶縁部材の変形を効果的に抑制することができる。

[0015] この場合、好ましくは、絶縁部材の収縮を抑制する工程は、絶縁部材に含まれるガラスが軟化する前に、第2の荷重を複数の発電ユニットに加える工程を含む。このように構成すれば、ガラスが軟化する前に第2の荷重が加えられるので、発電ユニットを昇温させることによるガラスの軟化に起因する

、絶縁部材の変形を確実に抑制することができる。

[0016] 上記バインダを取り除く工程を備える燃料電池の製造方法において、好ましくは、発電ユニットは、セルのアノード側に設けられる金属製の厚み調整部材をさらに含み、バインダを取り除く工程の後、第2の温度よりも高くかつ第1の温度よりも低い第3の温度に昇温するとともに、還元性ガスの雰囲気下に厚み調整部材を配置することにより、酸化した状態の厚み調整部材を還元することによって、厚み調整部材の硬さを小さくする工程をさらに備える。このように構成すれば、厚み調整部材の硬さが小さくなるので、第1の荷重を加えることにより、絶縁部材の厚みを調整する際に、厚み調整部材の厚みも調整することができる。すなわち、厚み調整部材を含む発電ユニットの厚みを調整することができる。

[0017] 上記第1の局面による燃料電池の製造方法において、好ましくは、昇温前の絶縁部材に含まれるセラミック粒子の粒径は、 $10\mu\text{m}$ 以下である。このように構成すれば、セラミック粒子の粒径が大き過ぎることに起因して、絶縁部材の厚みの調整が困難になるのを抑制することができる。すなわち、厚みを小さくすることができなくなるのを抑制することができる。

[0018] この発明の第2の局面による燃料電池は、積層された複数の発電ユニットを備え、発電ユニットは、一方の表面にアノードが形成され、他方の表面にカソードが形成されたセルと、セルの外側を取り囲むように設けられ、アノードに供給される燃料ガスと、カソードに供給される酸化剤とが混合するのを抑制する、セラミック粒子と非晶質であるガラスとを有する絶縁部材とを含む。

[0019] この発明の第2の局面による燃料電池では、上記のように、発電ユニットは、セルの外側を取り囲むように設けられ、アノードに供給される燃料ガスと、カソードに供給される酸化剤とが混合するのを抑制する、セラミック粒子と非晶質であるガラスとを有する絶縁部材とを含む。これにより、絶縁部材がセラミック粒子と非晶質であるガラスとを有するように構成されているので、絶縁部材がマイカから構成されている場合と異なり、絶縁部材が劈開

することがない。その結果、燃料電池のシャットダウン時に、燃料電池内の温度が低下することにより、燃料電池内の空気の体積が小さくなった場合でも、燃料電池の外部から絶縁部材を介して、空気が燃料電池内に侵入することはない。その結果、シャットダウン時に外部から侵入する空気に起因するセルの劣化を抑制することが可能な燃料電池を提供することができる。

[0020] また、絶縁部材がセラミック粒子を有しているので、発電ユニットの厚みの確保、ガラスの過度な流動の抑制、および、クラックの修復を図ることができる。

[0021] 上記第2の局面による燃料電池において、好ましくは、絶縁部材は、5重量%以上30重量%以下のセラミック粒子を含む。このように構成すれば、ガラスの過度な流動が抑制されるので、絶縁部材が潰れることに起因する厚み調整部材の潰れを抑制することができる。また、ガラスの流動が少な過ぎることに起因する、クラックの発生と、絶縁部材の厚みの調整が困難になることを抑制することができる。

[0022] 上記第2の局面による燃料電池において、好ましくは、発電ユニットは、セルのアノード側に設けられる金属製の厚み調整部材をさらに含む。このように構成すれば、容易に、セル間の導通を金属製の厚み調整部材により確保しながら、発電ユニットの厚みを調整することができる。

[0023] 上記第2の局面による燃料電池において、好ましくは、積層された複数の発電ユニットの積層方向の一方の端部側に配置され、セルを積層方向の他方の端部側に向けて押圧する弾性部材をさらに備える。このように構成すれば、積層された複数の発電ユニットにそれぞれ含まれるセルとセパレータ（隣接する発電ユニットにそれぞれ含まれるセルの間に配置される部材）との接触不良が抑制されるので、セルとセパレータとの接触抵抗が大きくなるのを抑制することができる。

[0024] 上記第2の局面による燃料電池において、好ましくは、絶縁部材は、セルの外側を取り囲むように枠形状を有する。このように構成すれば、容易に、セルの外側を取り囲むように絶縁部材を配置することができる。

## 発明の効果

[0025] 本発明によれば、上記のように、燃料電池のシャットダウン時に外部から侵入する空気に起因するセルの劣化を抑制することができる。

## 図面の簡単な説明

[0026] [図1]本発明の一実施形態による燃料電池の分解斜視図である。

[図2]本発明の一実施形態による発電ユニットの分解斜視図である。

[図3]本発明の一実施形態によるセパレータの分解斜視図である。

[図4]本発明の一実施形態による燃料電池の模式的な断面図である。

[図5]本発明の一実施形態による絶縁部材の模式的な断面図である。

[図6]本発明の一実施形態による昇温前の絶縁部材の模式的な断面図である。

[図7]本発明の一実施形態による燃料電池（セルスタック）の製造方法を説明するための図である。

## 発明を実施するための形態

[0027] 以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

[0028] [本実施形態]

(燃料電池の構成)

図1～図5を参照して、本実施形態による燃料電池100の構成について説明する。なお、燃料電池100は、固体酸化物形燃料電池(SOFC)である。また、燃料電池100は、発電ユニット10を複数積層することにより構成されている。なお、発電ユニット10は、燃料ガスと酸化剤(空気)とが対向するように流れる(カウンタフロー)ように構成されている。

[0029] 図2に示すように、発電ユニット10では、下方側(Z2方向側)から、セパレータ20と、絶縁部材30と、金属多孔体である発泡ニッケル40と、セル50と、セル押さえ60とが、この順で積層されている。なお、発泡ニッケル40は、特許請求の範囲の「厚み調整部材」の一例である。

[0030] 図3に示すように、セパレータ20では、下方側(Z2方向側)から、集電プレート21と、カソードプレート22と、セパレータ本体23と、アノードプレート24と、セルホルダ25とが、この順で積層されている。

- [0031] 集電プレート21は、セル50のカソード53に接触する（図4参照）ように構成されている。また、集電プレート21には、燃料ガスが流通する孔部21aと、酸化剤が流通する孔部21bおよび孔部21cとが設けられている。また、集電プレート21には、酸化剤をカソード53に導くための複数の孔部21dが設けられている。
- [0032] カソードプレート22には、燃料ガスが流通する孔部22aと、酸化剤が流通する孔部22bおよび孔部22cとが設けられている。また、カソードプレート22には、X方向に沿って、酸化剤の流路22dが設けられている。具体的には、酸化剤は、流路22dの下面側（Z2方向側）を流通する。
- [0033] また、セパレータ本体23には、燃料ガスが流通する孔部23aと、酸化剤が流通する孔部23bおよび孔部23cとが設けられている。また、セパレータ本体23の表面は、平坦面状に形成されている。
- [0034] また、アノードプレート24には、燃料ガスが流通する孔部24a（および孔部24d）と、酸化剤が流通する孔部24bおよび孔部24cとが設けられている。また、アノードプレート24には、X方向に沿って、燃料ガスの流路24eが設けられている。燃料ガスは、流路24eの上面側を流通する。なお、集電プレート21、カソードプレート22、セパレータ本体23およびアノードプレート24は、導電性の部材により形成されている。これにより、セパレータ20の上面側に配置されるセル50と、下面側に配置されるセル50とが導通する。すなわち、セパレータ20の上面側に配置されるセル50と、下面側に配置されるセル50とが電氣的に接続される。
- [0035] また、セルホルダ25には、燃料ガスが流通する孔部25aと、酸化剤が流通する孔部25bおよび孔部25cとが設けられている。また、セルホルダ25の中央部には、開口部25dが設けられている。
- [0036] また、絶縁部材30には、燃料ガスが流通する孔部30eと、酸化剤が流通する孔部30bおよび孔部30cとが設けられている。また、本実施形態では、絶縁部材30は、セル50の外側を取り囲むように（図4参照）、枠形状を有する。そして、絶縁部材30の中央部には、開口部30dが設けら

れている。絶縁部材30は、孔部30e（開口部30d）を流通してアノード51に供給される燃料ガスと、孔部30bおよび孔部30cを流通してカソード53に供給される酸化剤とが混合するのを抑制するように構成されている。また、絶縁部材30は、積層方向に隣接するセル50間を絶縁するように構成されている。

[0037] また、図4に示すように、本実施形態では、発泡ニッケル40は、セル50のアノード51側（Z2方向側）に設けられている。また、発泡ニッケル40は、略矩形形状を有し、セル50の後述するアノード51および固体電界質層52と略同じ大きさ（面積）を有する。

[0038] 図4に示すように、セル50は、アノード51、固体電界質層52、カソード53を含む。なお、セル50は、Z1方向側の面にカソード53が形成され、カソード53が形成される面とは反対側の面（Z2方向側の面）にアノード51が形成されている。また、アノード51は、固体電界質層52のZ2方向側表面の略全面上に設けられている。カソード53は、固体電界質層52のZ1方向側の表面の一部上に設けられている。

[0039] また、図3に示すように、セル押さえ60には、燃料ガスが流通する孔部60aと、酸化剤が流通する孔部60bおよび孔部60cとが設けられている。また、セル押さえ60の中央部には、開口部60dが設けられている。

[0040] そして、図4に示すように、セルホルダ25の開口部25d、および、絶縁部材30の開口部30d内にセル50が配置されている。また、セル押さえ60は、絶縁部材30と固体電界質層52とに跨るように配置されている。これにより、カソード53は、セル押さえ60の開口部60dから露出している。そして、カソード53は、上方側の集電プレート21に電氣的に接続されている。

[0041] また、図2に示すように、最も上方に配置される発電ユニット10の上面上には、トッププレートを含む一方アノードプレートは含まないセパレータ20aが設けられている。また、最も下方に配置される発電ユニット10の下面上には、ボトムプレートを含む一方カソードプレートは含まないセパレ

ータ20bが設けられている。

[0042] 図3に示すように、セル50のアノード51に供給される燃料ガスは、セパレータ本体23のX1方向側の孔部23aから、アノードプレート24の孔部24dを介して、アノードプレート24の上面側（Z1方向側面側）に流入する。また、反応後の燃料ガスは、アノードプレート24のX2方向側の孔部24aを介して流出する。また、セル50のカソード53に供給される酸化剤（空気）は、カソードプレート22のX2方向側の孔部22bから、集電プレート21の上面側（カソードプレート22の下面側）に流入する。また、反応後の酸化剤は、集電プレート21のX1方向側の孔部21cを介して流出する。

[0043] また、図1に示すように、積層された複数の発電ユニット10により、セルスタック70が構成されている。また、燃料電池100では、セルスタック70が、複数積層されている。そして、本実施形態では、セルスタック70（積層された複数の発電ユニット10）の積層方向の一方の端部側に配置され、セル50を積層方向の他方の端部側に押圧する弾性部材80が設けられている。具体的には、弾性部材80は、平面視において、発電ユニット10のセル50に重なるように、積層されるセルスタック70（複数の発電ユニット10）の間に配置されている。また、弾性部材80は、平面視において、略矩形形状を有する。また、弾性部材80は、セラミックファイバーマットを含む。なお、弾性部材80は、後述する燃料電池100（セルスタック70）の製造時ではなく、セルスタック70が完成した後、燃料電池100が実際に使用される際に、セル50を押圧する。

[0044] また、平面視において、セル50の外周側に弾性部材80と重ならないように、積層されるセルスタック70（複数の発電ユニット10）の間に配置され、弾性部材80よりも硬い部材からなる中間プレート81が設けられている。また、中間プレート81は、弾性部材80よりも硬い金属製（たとえば、SUS: Stainless steel）である。中間プレート81は、額縁形状を有しており、弾性部材80は、額縁形状の中間プレート81

の開口部 8 1 a 内に配置されている。

[0045] また、中間プレート 8 1 と、下方に配置されるセルスタック 7 0 との間には、絶縁性の中間絶縁プレート 8 2 が設けられている。中間絶縁プレート 8 2 は、たとえば、結晶化ガラスからなる。なお、結晶化ガラスとは、ガラスを再加熱して、結晶を析出させることにより形成されたガラスである。中間絶縁プレート 8 2 は、額縁形状を有しており、弾性部材 8 0 は、額縁形状の中間絶縁プレート 8 2 の開口部 8 2 a 内に配置されている。すなわち、中間プレート 8 1 の開口部 8 1 a と、中間絶縁プレート 8 2 の開口部 8 2 a とは連通するように設けられており、弾性部材 8 0 は、開口部 8 1 a と開口部 8 2 a とに跨るように配置されている。

[0046] また、弾性部材 8 0、中間プレート 8 1 および中間絶縁プレート 8 2 の組は、複数の箇所（セルスタック 7 0 の間）に配置されている。また、最上段のセルスタック 7 0 の上面上と、弾性部材 8 0、中間プレート 8 1 および中間絶縁プレート 8 2 の組との間には、エンドプレート 8 3 が設けられている。また、最上段の弾性部材 8 0、中間プレート 8 1 および中間絶縁プレート 8 2 の組の上面上に、絶縁部材 8 4 が設けられている。絶縁部材 8 4 は、たとえば、マイカにより構成されている。

[0047] また、絶縁部材 8 4 の上面上に押圧プレート 9 0 が設けられている。また、押圧プレート 9 0 は、弾性部材 8 0 よりも硬い金属製（たとえば、S U S : S t a i n l e s s s t e e l）である。

[0048] また、押圧プレート 9 0 の上面上に、押圧プレート 9 0 を加圧する加圧部材 9 1 が設けられている。具体的には、加圧部材 9 1 は、セラミックから形成されている複数（本実施形態では 5 個）のばね部材 9 1 a からなる。そして、4 個のばね部材 9 1 a により、略矩形形状の押圧プレート 9 0 の 4 隅が加圧され、1 個のばね部材 9 1 a により、略矩形形状の押圧プレート 9 0 の中央部が加圧されている。また、押圧プレート 9 0 には、ばね部材 9 1 a が配置される凹部 9 0 a が設けられている。

[0049] また、加圧部材 9 1 の上方（Z 1 方向側）には、加圧部材 9 1（ばね部材

91a)を押圧するばね押圧プレート92が配置されている。ばね押圧プレート92には、複数の棒状部材93が挿入される複数の貫通孔92aが設けられている。棒状部材93の下方端は、図示しない剛体プレートなどに固定されるように構成されている。そして、複数の棒状部材93が、ばね押圧プレート92の貫通孔92aに挿入され、下方端が固定されるとともに、上方端にナット94が締結されることにより、ばね押圧プレート92が下方に押圧される。これにより、ばね部材91aが押圧されて、押圧プレート90および弾性部材80を介して、セル50が押圧される。

[0050] また、最も下方に位置するセルスタック70の下方には、たとえば、結晶化ガラスからなる絶縁部材95が配置されている。絶縁部材95は、たとえば結晶化ガラスから構成されている。

[0051] (絶縁部材の詳細な構造)

次に、絶縁部材30の詳細な構造について説明する。

[0052] 本実施形態では、図5に示すように、絶縁部材30は、セラミック粒子32と非晶質であるガラス33とを有する。具体的には、絶縁部材30は、5重量%以上30重量%以下のセラミック粒子32を含んでいる。また、セラミック粒子32は、たとえば、ジルコニア（二酸化ジルコニウム： $ZrO_2$ ）からなる。なお、図5では、セラミック粒子32の大きさが強調されて、実際よりも大きく記載されている。

[0053] (燃料電池の製造方法)

次に、図1、図2および、図5～図7を参照して、燃料電池100（セルスタック70）の製造方法について説明する。なお、図7では、セラミック粒子32およびバインダ34の大きさが強調されて、実際よりも大きく記載されている。

[0054] まず、図1に示すように、発電ユニット10が、複数積層されることにより、セルスタック70が構成される。図2に示すように、発電ユニット10は、セパレータ20と、絶縁部材30と、発泡ニッケル40と、セル50と、セル押さえ60とが、この順で積層されている。また、絶縁部材30は、

セラミック粒子 32 と非晶質であるガラス 33 とを有する。

[0055] 具体的には、図 6 に示すように、絶縁部材 30（昇温前の絶縁部材 30a）には、セラミック粒子 32、ガラス 33 およびバインダ 34 が含まれている。ここで、本実施形態では、昇温前の絶縁部材 30a に含まれるセラミック粒子 32 の粒径  $p$  は、 $10\mu\text{m}$  以下である。また、バインダ 34 は、たとえば、アクリル共重合体からなる。

[0056] 次に、図 7 に示すように、時刻  $t_0$  ～時刻  $t_1$  の間において、セルスタック 70（複数積層された発電ユニット 10）が昇温（加熱）される。セルスタック 70 は、空気雰囲気下において昇温される。なお、時刻  $t_0$  から、後述する時刻  $t_4$  まで、空気雰囲気下においてセルスタック 70 が昇温される。

[0057] そして、本実施形態では、積層された複数の発電ユニット 10（セルスタック 70）を後述する温度  $T_4$  に昇温するのに先立って、温度  $T_4$  よりも低い温度  $T_1$  に昇温するとともに、温度  $T_4$  に昇温前の絶縁部材 30a のうちのバインダ 34 を取り除く。具体的には、時刻  $t_1$  において、セルスタック 70 は、温度  $T_1$  に昇温される。そして、時刻  $t_1$  ～時刻  $t_2$  の間において、セルスタック 70 の温度は、 $T_1$  に維持される。これにより、絶縁部材 30a に含まれるバインダ 34 が取り除かれる。なお、温度  $T_4$  は、特許請求の範囲の「第 1 の温度」の一例である。また、温度  $T_1$  は、特許請求の範囲の「第 2 の温度」の一例である。

[0058] また、本実施形態では、ガラス 33 が軟化する温度  $T_2$  よりも低い温度  $T_1$  を維持することにより、昇温前の絶縁部材 30a に含まれるバインダ 34 が取り除かれる。具体的には、バインダ 34 が熱分解されることにより、絶縁部材 30a から取り除かれる。また、バインダ 34 の熱分解開始温度または焼失開始温度は、ガラス 33 が軟化する温度  $T_2$  よりも低い。これにより、時刻  $t_2$  では、ガラス 33 は軟化していない。

[0059] また、本実施形態では、温度  $T_4$  に昇温前の絶縁部材 30a からバインダ 34 を取り除くことにより、バインダ 34 を取り除く工程後の絶縁部材 30

に含まれるセラミック粒子 32 の重量%を、5 重量%以上 30 重量%以下にする。すなわち、バインダ 34 が取り除かれた後の絶縁部材 30 の重量（セラミック粒子 32 の重量 + ガラス 33 の重量）に対するセラミック粒子 32 の重量が、5 %以上 30 %以下となる。

[0060] 次に、本実施形態では、後述する絶縁部材 30 の厚み  $t$  を調整する工程とバインダ 34 を取り除く工程との間に、積層された複数の発電ユニット 10 を昇温させながら、後述する荷重  $F_2$  よりも小さい荷重  $F_1$  を、積層方向に隣接する複数の発電ユニット 10 に、互いに近接する方向に加える。これにより、絶縁部材 30 の収縮が抑制される。具体的には、時刻  $t_2$  において、複数の発電ユニット 10 が温度  $T_1$  より昇温される。そして、時刻  $t_2$  において、複数の発電ユニット 10 に、荷重  $F_1$  が加えられる。なお、荷重  $F_1$  が加えられた状態は、時刻  $t_2$  から後述する時刻  $t_5$  まで維持される。なお、荷重  $F_2$  および荷重  $F_1$  は、それぞれ、特許請求の範囲の「第 1 の荷重」および「第 2 の荷重」の一例である。

[0061] 時刻  $t_2$  から昇温された複数の発電ユニット 10 の温度は、時刻  $t_3$  において、ガラス 33 が軟化する温度  $T_2$  に達する。これにより、時刻  $t_3$  において、絶縁部材 30 に含まれるガラス 33 が軟化し始める。ここで、ガラス 33 が軟化することにより、ガラス 33 が流動して、絶縁部材 30 が変形する。そこで、本実施形態では、絶縁部材 30 に含まれるガラス 33 が軟化する前（時刻  $t_2$ ）に、荷重  $F_1$  を複数の発電ユニット 10 に加えることにより、絶縁部材 30 の変形が抑制される。

[0062] 次に、本実施形態では、バインダ 34 を取り除く工程の後、複数の発電ユニット 10（セルスタック 70）が、温度  $T_1$  よりも高くかつ後述する温度  $T_4$  よりも低い温度  $T_3$  に昇温されるとともに、還元性ガス（ $H_2$  ガス、流量  $M_1$ ）の雰囲気下に配置される。これにより、発泡ニッケル 40 が還元性ガス（ $H_2$  ガス）の雰囲気下に配置されることにより、酸化した状態の発泡ニッケル 40 が還元される。そして、発泡ニッケル 40 の硬さを小さくなる。なお、温度  $T_3$  は、特許請求の範囲の「第 3 の温度」の一例である。

[0063] 具体的には、時刻  $t_4$  において、発電ユニット 10（セルスタック 70）の温度が  $T_3$  となり、時刻  $t_5$  まで、温度  $T_3$  の状態が維持される。そして、時刻  $t_3$  において、 $N_2$  で雰囲気置換するとともに、発電ユニット 10 が還元性ガス（ $H_2$  ガス）の雰囲気下に配置される。ここで、還元性ガス（ $H_2$  ガス）の雰囲気下に配置される前の発泡ニッケル 40 は酸化しており、還元性ガス（ $H_2$  ガス）により、発泡ニッケル 40 に含まれる酸化した状態のニッケルが、金属のニッケルに還元される。これにより、発泡ニッケル 40 の硬さが小さくなる。

[0064] 次に、本実施形態では、積層された複数の発電ユニット 10 を昇温するとともに、積層方向に隣接する複数の発電ユニット 10 に、互いに近接する方向に荷重  $F_2$  を加えることにより、絶縁部材 30 の厚み  $t$  を調整する。具体的には、時刻  $t_5$  では、複数の発電ユニット 10 の温度は、 $T_3$  である。また、時刻  $t_5$  において、還元性ガス（ $H_2$  ガス）の流量が  $M_1$  から  $M_2$  に減少される。そして、時刻  $t_5$  から、複数の発電ユニット 10（セルスタック 70）に、荷重  $F_2$  が加えられる。そして、荷重  $F_2$  が加えられた状態で、複数の発電ユニット 10 が昇温され、時刻  $t_6$  において、複数の発電ユニット 10 の温度が、 $T_4$  となる。その後、時刻  $t_7$  まで、荷重  $F_2$  が加えられた状態で、複数の発電ユニット 10 の温度が  $T_4$  に維持される。温度  $T_4$  は、ガラス 33 が軟化する温度  $T_2$  よりも大きいため、荷重  $F_2$  が加えられ始めた時刻である時刻  $t_5$  から、時刻  $t_7$  までは、ガラス 33 は軟化したままの状態である。これにより、絶縁部材 30 の厚み  $t$  が調整可能になる。

[0065] 具体的には、絶縁部材 30 の厚み  $t$  が、図 7 の厚み  $t_1$  の状態から、図 5 の厚み  $t_2$  の状態に小さくされる。なお、発泡ニッケル 40 が還元されることにより、硬さが小さくされているため、荷重  $F_2$  により、発泡ニッケル 40 の厚みも調整される。すなわち、荷重  $F_2$  により、複数の発電ユニット 10 の全体の厚みが調整される。つまり、各々の発電ユニット 10 の厚みが調整される。

[0066] そして、時刻  $t_7$  以降、複数の発電ユニット 10 が降温される。具体的に

は、複数の発電ユニット 10 の温度は、時刻  $t_7$  から時刻  $t_8$  の間で、段階的に降温される。これにより、複数の発電ユニット 10（セルスタック 70）が完成する。

[0067] （本実施形態の効果）

本実施形態では、以下のような効果を得ることができる。

[0068] 本実施形態では、上記のように、セル 50 の外側を取り囲むように設けられ、アノード 51 に供給される燃料ガスと、カソード 53 に供給される酸化剤とが混合するのを抑制する、セラミック粒子 32 と非晶質であるガラス 33 とを有する絶縁部材 30 とを含む発電ユニット 10 を、複数積層する工程を備える。これにより、絶縁部材 30 がセラミック粒子 32 と非晶質であるガラス 33 とを有するように構成されているので、絶縁部材 30 がマイカから構成されている場合と異なり、絶縁部材 30 が劈開することがない。その結果、燃料電池 100 のシャットダウン時に、燃料電池 100 内の温度が低下することにより、燃料電池 100 内の空気の体積が小さくなった場合でも、燃料電池 100 の外部から絶縁部材 30 を介して、空気が燃料電池 100 内に侵入することはない。その結果、シャットダウン時に外部から侵入する空気に起因するセル 50 の劣化を抑制することができる。

[0069] また、絶縁部材 30 がセラミック粒子 32 を有しているので、絶縁部材 30 の厚み  $t$  が、所定の厚みよりも小さくなることが抑制される。これにより、絶縁部材 30 の厚み  $t$  が小さくなることに起因して絶縁性が確保できなくなるのを抑制することができるとともに、発電ユニット 10 の厚みが小さくなり過ぎないように厚みを確保することができる。また、発電ユニット 10 を昇温させることにより、ガラス 33 が軟化した場合でも、ガラス 33 の過度な流動をセラミック粒子 32 により抑制することができる。また、絶縁部材 30 が非晶質であるガラス 33 を有しているので、絶縁部材 30 にクラックが生じている場合でも、発電ユニット 10 を昇温することにより、ガラス 33 が融解することによって、クラックを修復することができる。その結果、クラックをなくすことができる。

- [0070] また、本実施形態では、上記のように、積層された複数の発電ユニット 10 を温度 T4 に昇温するのに先立って、温度 T4 よりも低い温度 T1 に昇温するとともに、温度 T4 に昇温前の絶縁部材 30a のうちのバインダ 34 を取り除く工程を備える。これにより、積層された複数の発電ユニット 10 を温度 T1 に昇温することで、バインダ 34 が焼失または熱分解するので、容易に、非晶質であるガラス 33 とセラミック粒子 32 とを有する絶縁部材 30 を形成することができる。
- [0071] また、本実施形態では、上記のように、ガラス 33 が軟化する温度 T2 よりも低い温度 T1 を維持することにより、昇温前の絶縁部材 30a に含まれるバインダ 34 を取り除く。これにより、温度 T1 が、ガラス 33 が軟化する温度 T2 よりも低いので、ガラス 33 が軟化する前にバインダ 34 を取り除くことができる。
- [0072] また、本実施形態では、上記のように、バインダ 34 の熱分解開始温度または焼失開始温度は、ガラス 33 が軟化する温度 T2 よりも低い。これにより、容易に、ガラス 33 が軟化する前にバインダ 34 を取り除くことができる。
- [0073] また、本実施形態では、上記のように、温度 T4 に昇温前の絶縁部材 30a からバインダ 34 を取り除くことにより、バインダ 34 を取り除く工程後の絶縁部材 30 に含まれるセラミック粒子 32 の重量%を、5 重量%以上 30 重量%以下にする。ここで、セラミック粒子 32 の重量%が少な過ぎると、発電ユニット 10 を昇温させてガラス 33 が軟化した場合に、ガラス 33 の流動が大きくなり過ぎる。すなわち、絶縁部材 30 が荷重に耐えることができずに潰れてしまうので、セル 50 のアノード 51 の下方に配置される発泡ニッケル 40 も過度に潰れてしまう。また、セラミック粒子 32 の重量%が多過ぎると、発電ユニット 10 を昇温させてガラス 33 を軟化させても、ガラス 33 の流動が少ないので、クラックが生じるとともに、絶縁部材 30 の厚み t を調整しにくくなる。そこで、上記のように、絶縁部材 30 に含まれるセラミック粒子 32 の重量%を、5 重量%以上 30 重量%以下にするこ

とにより、ガラス 33 の流動が大きくなり過ぎることが抑制されるので、絶縁部材 30 が潰れることに起因する発泡ニッケル 40 の過度の潰れを抑制することができる。また、ガラス 33 の流動が少な過ぎることに起因する、クラックの発生と、絶縁部材 30 の厚み  $t$  の調整が困難になることを抑制することができる。

[0074] また、本実施形態では、上記のように、絶縁部材 30 の厚み  $t$  を調整する工程とバインダ 34 を取り除く工程との間に設けられ、積層された複数の発電ユニット 10 を昇温させながら、荷重  $F_2$  よりも小さい荷重  $F_1$  を、積層方向に隣接する複数の発電ユニット 10 に、互いに近接する方向に加えることにより、絶縁部材 30 の収縮を抑制する工程を備える。これにより、絶縁部材 30 の両側から荷重  $F_1$  が加えられるので、発電ユニット 10 を昇温させることによるガラス 33 の軟化に起因する、絶縁部材 30 の変形を効果的に抑制することができる。

[0075] また、本実施形態では、上記のように、絶縁部材 30 に含まれるガラス 33 が軟化する前に、荷重  $F_1$  を複数の発電ユニット 10 に加える。これにより、ガラス 33 が軟化する前に荷重  $F_1$  が加えられるので、発電ユニット 10 を昇温させることによるガラス 33 の軟化に起因する、絶縁部材 30 の変形を確実に抑制することができる。

[0076] また、本実施形態では、上記のように、バインダ 34 を取り除く工程の後、温度  $T_1$  よりも高くかつ温度  $T_4$  よりも低い温度  $T_3$  に昇温するとともに、還元性ガスの雰囲気下に発泡ニッケル 40 を配置することにより、酸化した状態の発泡ニッケル 40 を還元することによって、発泡ニッケル 40 の硬さを小さくする工程を備える。これにより、発泡ニッケル 40 の硬さが小さくなるので、荷重  $F_2$  を加えることにより、絶縁部材 30 の厚み  $t$  を調整する際に、発泡ニッケル 40 の厚みも調整することができる。すなわち、発泡ニッケル 40 を含む発電ユニット 10 の厚みを調整することができる。

[0077] また、本実施形態では、上記のように、昇温前の絶縁部材 30 に含まれるセラミック粒子 32 の粒径  $p$  は、 $10\ \mu\text{m}$  以下である。これにより、セラミ

ック粒子 32 の粒径  $p$  が大き過ぎることに起因して、絶縁部材 30 の厚み  $t$  の調整が困難になるのを抑制することができる。すなわち、厚み  $t$  を小さくすることができなくなるのを抑制することができる。

[0078] また、本実施形態では、上記のように、発電ユニット 10 は、セル 50 のアノード 51 側に設けられる金属製の発泡ニッケル 40 を含む。これにより、容易に、セル 50 間の導通を金属製の発泡ニッケル 40 により確保しながら、発電ユニット 10 の厚みを調整することができる。

[0079] また、本実施形態では、上記のように、積層された複数の発電ユニット 10 の積層方向の一方の端部側に配置され、セル 50 を積層方向の他方の端部側に押圧する弾性部材 80 を備える。これにより、積層された複数の発電ユニット 10 にそれぞれ含まれるセル 50 とセパレータ 20（隣接する発電ユニット 10 にそれぞれ含まれるセル 50 の間に配置される部材）との接触不良が抑制されるので、セル 50 とセパレータ 20 との接触抵抗が大きくなるのを抑制することができる。

[0080] また、本実施形態では、上記のように、絶縁部材 30 は、セル 50 の外側を取り囲むように枠形状を有する。これにより、容易に、セル 50 の外側を取り囲むように絶縁部材 30 を配置することができる。

[0081] [変形例]

なお、今回開示された実施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、上記した実施形態および実施例の説明ではなく特許請求の範囲によって示され、さらに特許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（変形例）が含まれる。

[0082] たとえば、上記実施形態では、燃料電池が、固体酸化物形燃料電池（SOFC）である例を示したが、本発明はこれに限られない。たとえば、燃料電池が、固体酸化物形燃料電池以外の燃料電池である、固体高分子形燃料電池（PEFC: Polymer Electrolyte Fuel Cell）、りん酸形燃料電池（PAFC: Phosphoric Acid F

uel Cell)、熔融炭酸塩形燃料電池(MCFC: Molten Carbonate Fuel Cell)などでもよい。

[0083] また、上記実施形態では、絶縁部材に、セラミック粒子としてジルコニアが含まれる例を示したが、本発明はこれに限られない。たとえば、絶縁部材に、セラミック粒子として、たとえば、アルミナ(酸化アルミニウム)などのジルコニア以外の物質が含まれていてもよい。

[0084] また、上記実施形態では、酸化した状態の発泡ニッケルを還元することによって、発泡ニッケルの硬さを小さくする工程が行われる例を示したが、本発明はこれに限られない。たとえば、発泡ニッケルの硬さを小さくする必要がなければ、この工程を行わなくてもよい。

[0085] また、上記実施形態では、セルスタックに2段階の荷重(荷重F1および荷重F2)が加えられる例を示したが、本発明はこれに限られない。たとえば、1段階の荷重を加えることにより、絶縁部材の変形を抑制しながら、絶縁部材の厚みを調整してもよい。

[0086] また、上記実施形態では、厚み調整部材として、発泡ニッケルを用いる例を示したが、本発明はこれに限られない。本発明では、発泡ニッケル以外の厚み調整部材を用いてもよい。

[0087] また、上記実施形態では、弾性部材が、アルミナからなるセラミックファイバーマット(シート)から構成されている例を示したが、本発明はこれに限られない。たとえば、アルミナからなるセラミックファイバーマット(シート)以外の部材により弾性部材を構成してもよい。

[0088] また、上記実施形態では、ばね部材により、弾性部材を介してセルを押圧する例を示したが、本発明はこれに限られない。たとえば、クッション材、マットなどのばね部材以外の部材により、弾性部材を介してセルを押圧してもよい。

[0089] また、上記実施形態では、燃料電池(発電ユニット)が、燃料ガスと空気とが対向するように流れるカウンタフローの燃料電池である例を示したが、本発明はこれに限られない。たとえば、燃料ガスと空気とが交差するように

流れるクロスフローの燃料電池にも、本発明を適用することが可能である。

### 符号の説明

- [0090]    1 0    発電ユニット
- 3 0    絶縁部材
- 3 2    ガラス
- 3 3    セラミック粒子
- 3 4    バインダ
- 4 0    発泡ニッケル（厚み調整部材）
- 5 0    セル
- 5 1    アノード
- 5 3    カソード
- 8 0    弾性部材
- 1 0 0    燃料電池
- F 1    荷重（第2の荷重）
- F 2    荷重（第1の荷重）
- t    厚み
- T 1    温度（第2の温度）
- T 3    温度（第3の温度）
- T 4    温度（第1の温度）

## 請求の範囲

- [請求項1] 一方の表面にアノードが形成され他方の表面にカソードが形成されたセルと、前記セルの外側を取り囲むように設けられ、前記アノードに供給される燃料ガスと前記カソードに供給される酸化剤とが混合するのを抑制する、セラミック粒子と非晶質であるガラスとを有する絶縁部材とを含む発電ユニットを、複数積層する工程と、
- 積層された前記複数の発電ユニットを第1の温度に昇温するとともに、積層方向に隣接する前記複数の発電ユニットに、互いに近接する方向に第1の荷重を加えることにより、前記絶縁部材の厚みを調整する工程と、を備える、燃料電池の製造方法。
- [請求項2] 積層された前記複数の発電ユニットを前記第1の温度に昇温するのに先立って、前記第1の温度よりも低い第2の温度に昇温するとともに、前記第1の温度に昇温前の前記絶縁部材からバインダを取り除く工程をさらに備える、請求項1に記載の燃料電池の製造方法。
- [請求項3] 前記バインダを取り除く工程は、前記ガラスが軟化する温度よりも低い前記第2の温度を維持することにより、昇温前の前記絶縁部材に含まれる前記バインダを取り除く工程を含む、請求項2に記載の燃料電池の製造方法。
- [請求項4] 前記バインダの熱分解開始温度または焼失開始温度は、前記ガラスが軟化する温度よりも低い、請求項2に記載の燃料電池の製造方法。
- [請求項5] 前記バインダを取り除く工程は、前記第1の温度に昇温前の前記絶縁部材から前記バインダを取り除くことにより、前記バインダを取り除く工程後の前記絶縁部材に含まれる前記セラミック粒子の重量%を、5重量%以上30重量%以下にする、請求項2に記載の燃料電池の製造方法。
- [請求項6] 前記絶縁部材の厚みを調整する工程と前記バインダを取り除く工程との間に設けられ、積層された前記複数の発電ユニットを昇温させながら、前記第1の荷重よりも小さい第2の荷重を、積層方向に隣接す

る前記複数の発電ユニットに、互いに近接する方向に加えることにより、前記絶縁部材の収縮を抑制する工程をさらに備える、請求項2に記載の燃料電池の製造方法。

[請求項7] 前記絶縁部材の収縮を抑制する工程は、前記絶縁部材に含まれる前記ガラスが軟化する前に、前記第2の荷重を前記複数の発電ユニットに加える工程を含む、請求項6に記載の燃料電池の製造方法。

[請求項8] 前記発電ユニットは、前記セルの前記アノード側に設けられる金属製の厚み調整部材をさらに含み、

前記バインダを取り除く工程の後、前記第2の温度よりも高くかつ前記第1の温度よりも低い第3の温度に昇温するとともに、還元性ガスの雰囲気下に前記厚み調整部材を配置することにより、酸化した状態の前記厚み調整部材を還元することによって、前記厚み調整部材の硬さを小さくする工程をさらに備える、請求項2に記載の燃料電池の製造方法。

[請求項9] 昇温前の前記絶縁部材に含まれる前記セラミック粒子の粒径は、 $10\text{ }\mu\text{m}$ 以下である、請求項1に記載の燃料電池の製造方法。

[請求項10] 積層された複数の発電ユニットを備え、  
前記発電ユニットは、  
一方の表面にアノードが形成され、他方の表面にカソードが形成されたセルと、

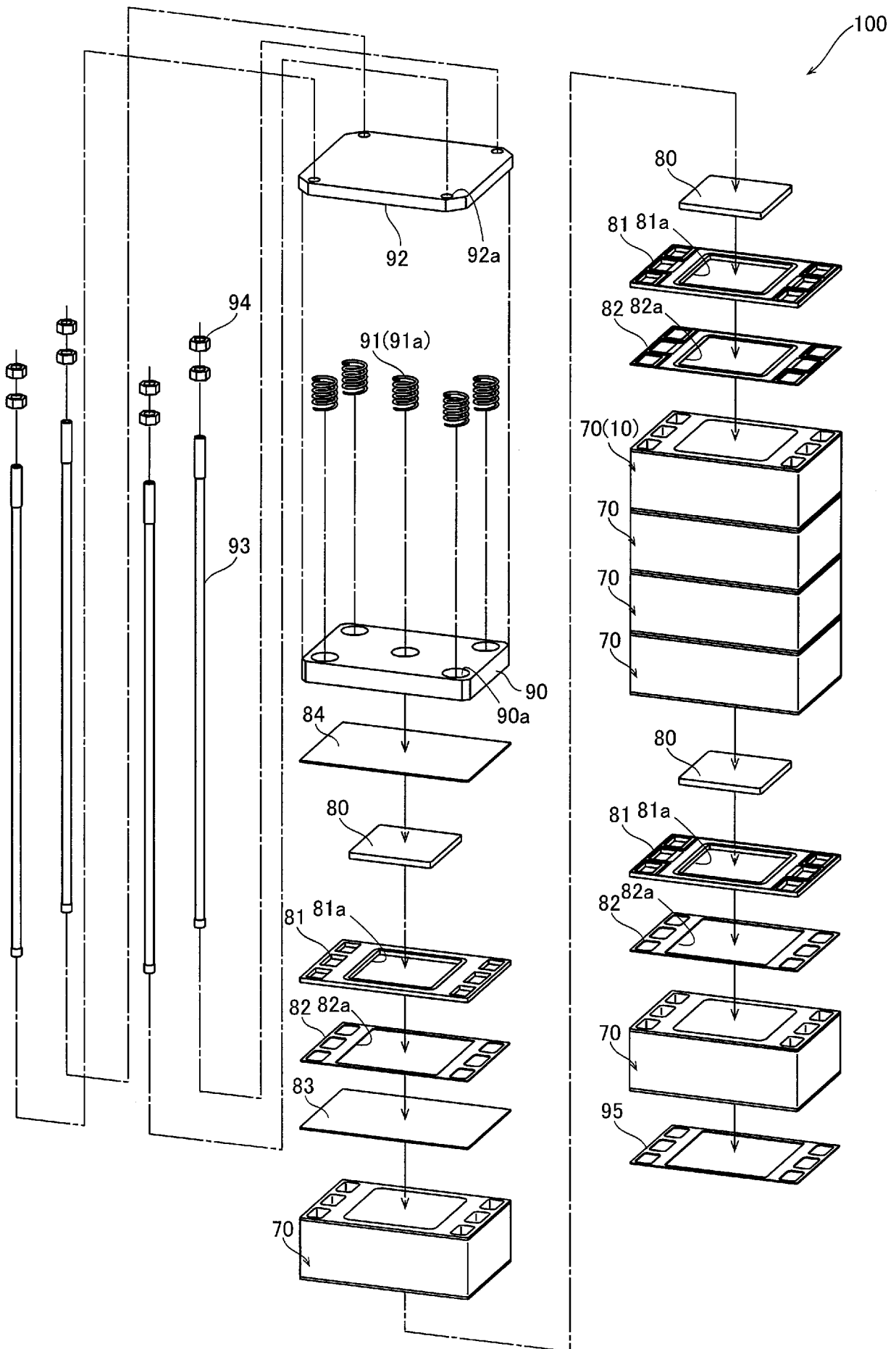
前記セルの外側を取り囲むように設けられ、前記アノードに供給される燃料ガスと、前記カソードに供給される酸化剤とが混合するのを抑制する、セラミック粒子と非晶質であるガラスとを有する絶縁部材とを含む、燃料電池。

[請求項11] 前記絶縁部材は、5重量%以上30重量%以下の前記セラミック粒子を含む、請求項10に記載の燃料電池。

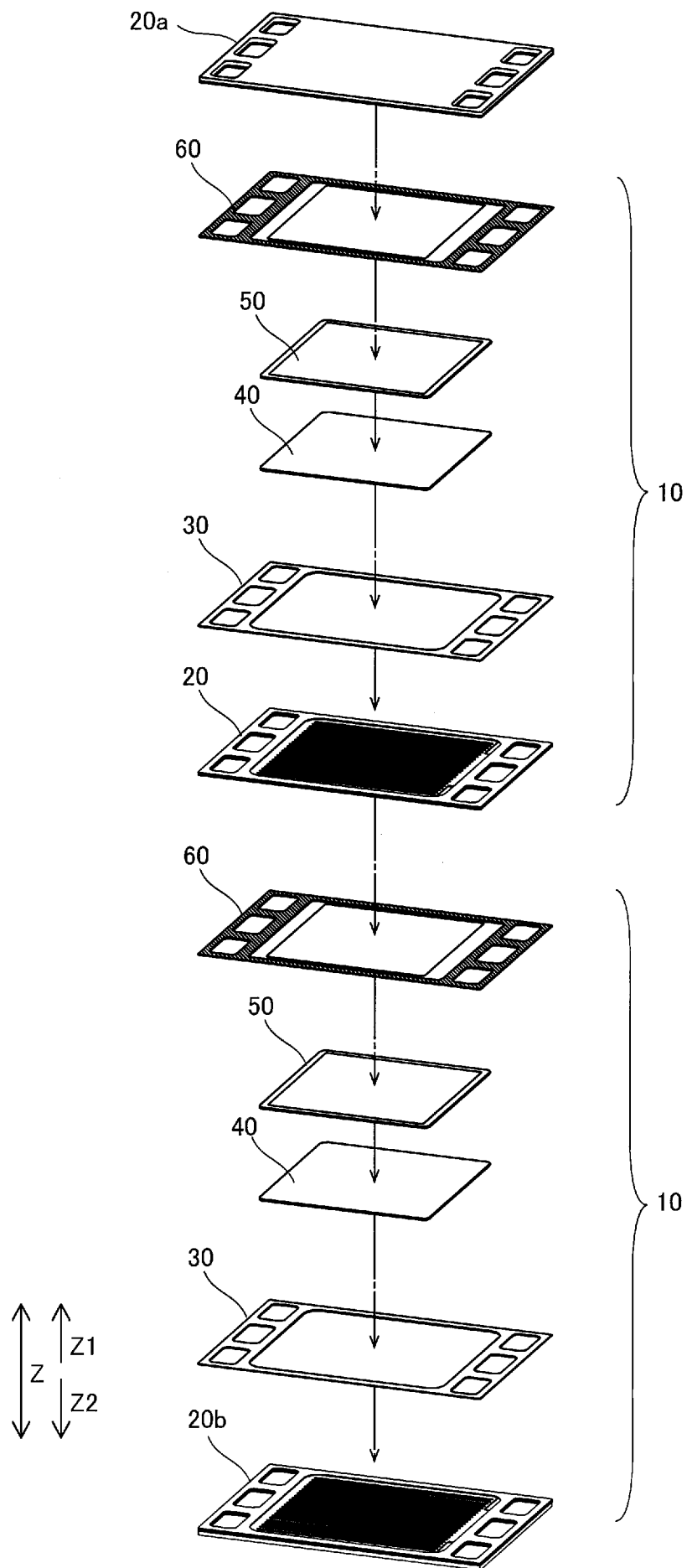
[請求項12] 前記発電ユニットは、前記セルの前記アノード側に設けられる金属製の厚み調整部材をさらに含む、請求項10に記載の燃料電池。

- [請求項13]        積層された前記複数の発電ユニットの積層方向の一方の端部側に配置され、前記セルを前記積層方向の他方の端部側に向けて押圧する弾性部材をさらに備える、請求項10に記載の燃料電池。
- [請求項14]        前記絶縁部材は、前記セルの外側を取り囲むように枠形状を有する、請求項10に記載の燃料電池。

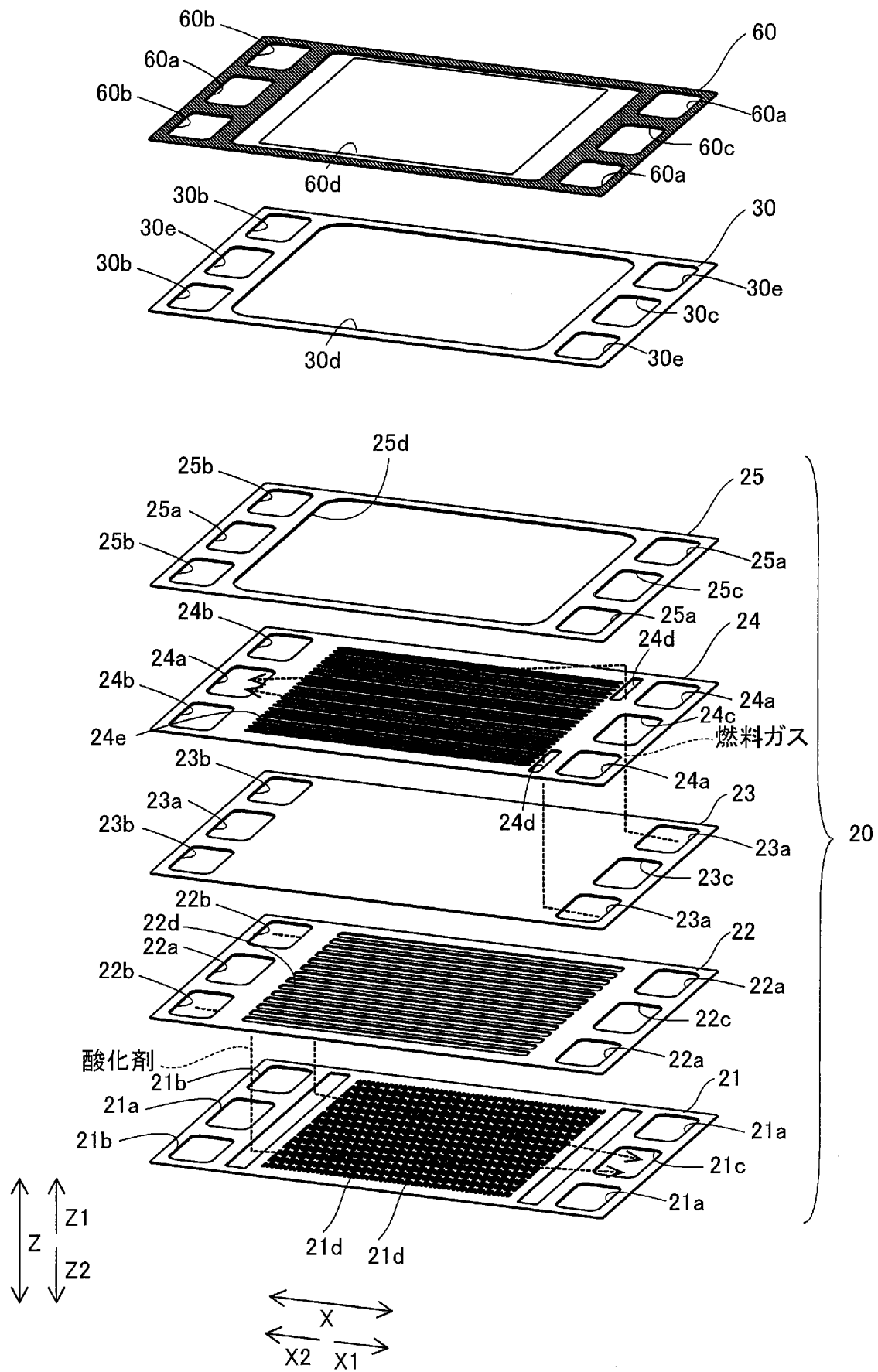
[図1]



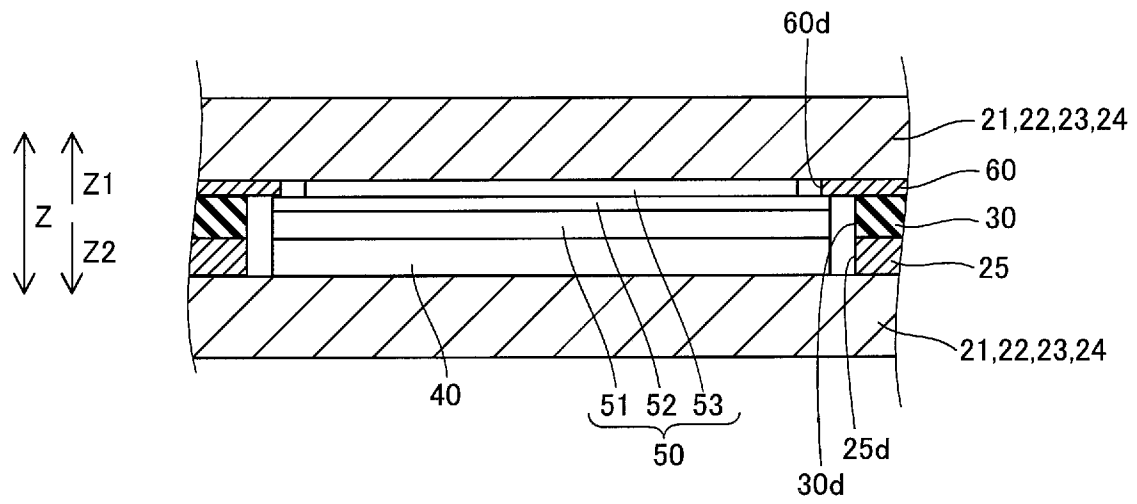
[図2]



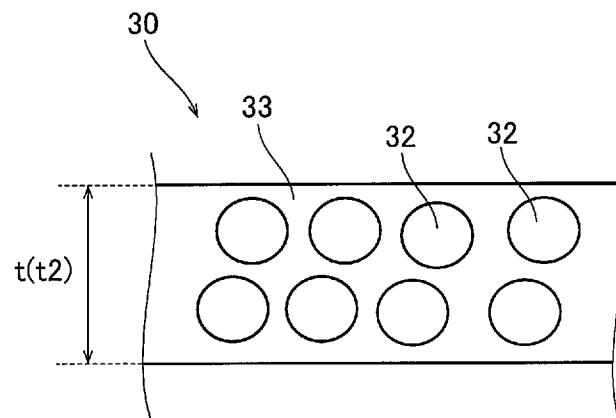
[図3]



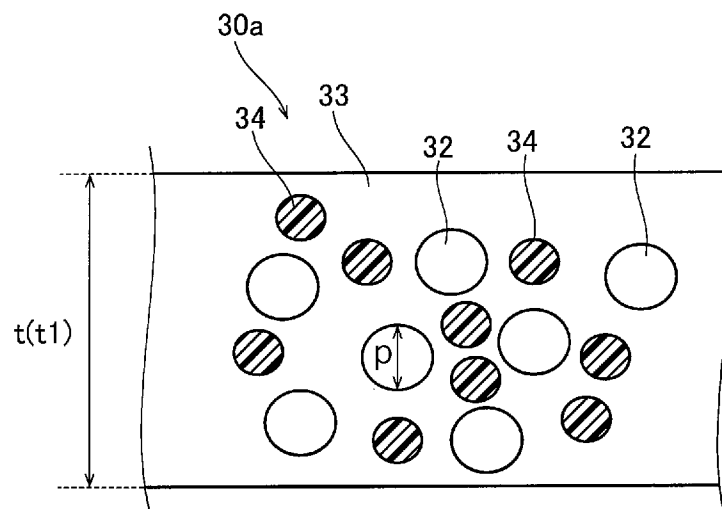
[図4]



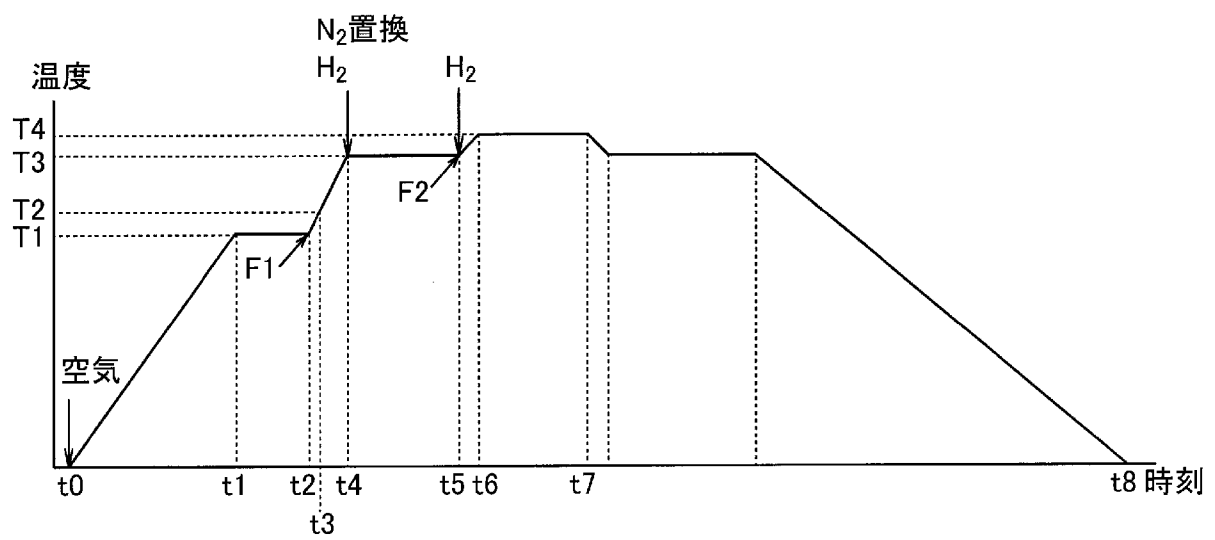
[図5]



[図6]



[図7]



# INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2017/016466

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01M8/0271(2016.01)i, H01M8/24(2016.01)i, H01M8/247(2016.01)i, H01M8/2485(2016.01)i, H01M8/12(2016.01)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)

H01M8/0271, H01M8/24, H01M8/247, H01M8/2485, 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 | 1996-2017 |
| Kokai Jitsuyo Shinan Koho | 1971-2017 | Toroku Jitsuyo Shinan Koho | 1994-2017 |

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. |
|-----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------|
| Y         | JP 2010-219046 A (Topsoe Fuel Cell A/S),<br>30 September 2010 (30.09.2010),<br>claims; paragraphs [0028], [0037] to [0038],<br>[0043]<br>& US 2010/0233567 A1<br>claims; paragraphs [0039], [0049] to [0051],<br>[0058]<br>& EP 2228858 A1 & CA 2696447 A1<br>& CN 101841052 A & AU 2010200940 A1<br>& KR 10-2010-0103383 A & RU 2010109061 A | 1-5, 9-14             |
| Y         | JP 2013-65497 A (Sumitomo Precision Products Co., Ltd.),<br>11 April 2013 (11.04.2013),<br>paragraph [0007]; fig. 1 to 3<br>(Family: none)                                                                                                                                                                                                    | 1-5, 9-14             |

☒ 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  
14 July 2017 (14.07.17)

Date of mailing of the international search report  
25 July 2017 (25.07.17)

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/JP2017/016466

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 6-111845 A (Tonen Corp.),<br>22 April 1994 (22.04.1994),<br>paragraphs [0019] to [0022], [0035] to [0036]<br>(Family: none)                                                                                                                                                     | 2-5                   |
| Y         | JP 2008-525304 A (Technical University of<br>Denmark),<br>17 July 2008 (17.07.2008),<br>paragraph [0004]<br>& WO 2006/069753 A1<br>page 1, lines 24 to 28<br>& US 2008/0142148 A1 & CA 2594168 A1<br>& CN 101103478 A & AU 2005321530 A1<br>& KR 1020070100955 A & RU 2007124072 A | 5, 11                 |
| Y         | JP 2008-60072 A (Topsoe Fuel Cell A/S),<br>13 March 2008 (13.03.2008),<br>claims; fig. 1<br>& US 2008/0014489 A1<br>claims; fig. 1<br>& EP 1879251 A1 & CA 2593303 A1<br>& CN 101197453 A & AU 2007203261 A1<br>& ES 2385902 T3 & KR 1020080007117 A<br>& RU 2007126754 A          | 13                    |
| A         | JP 7-57748 A (Mitsubishi Heavy Industries,<br>Ltd.),<br>03 March 1995 (03.03.1995),<br>(Family: none)                                                                                                                                                                              | 1-14                  |
| A         | JP 2011-168480 A (Schott AG.),<br>01 September 2011 (01.09.2011),<br>& DE 102010035251 A1 & CN 102190440 A                                                                                                                                                                         | 1-14                  |
| A         | JP 2012-531375 A (Commissariat à l'Énergie<br>Atomique et aux Énergies Alternatives),<br>10 December 2012 (10.12.2012),<br>& US 2012/0318022 A1 & WO 2011/000847 A1<br>& FR 2947540 A1 & CN 102471135 A<br>& ES 2415861 T3                                                         | 1-14                  |
| A         | JP 2000-235862 A (Haldor Topsoe A/S),<br>29 August 2000 (29.08.2000),<br>& US 2003/0040420 A1 & EP 1010675 A1<br>& ES 2321352 T3                                                                                                                                                   | 1-14                  |

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H01M8/0271(2016.01)i, H01M8/24(2016.01)i, H01M8/247(2016.01)i, H01M8/2485(2016.01)i,  
H01M8/12(2016.01)n

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. H01M8/0271, H01M8/24, H01M8/247, H01M8/2485, 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 | 1971-2017年 |
| 日本国実用新案登録公報 | 1996-2017年 |
| 日本国登録実用新案公報 | 1994-2017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<br>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<br>請求項の番号 |
|-----------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| Y               | JP 2010-219046 A (トプサー・フューエル・セル・アクチエゼルス<br>カベット) 2010.09.30,<br>特許請求の範囲, [0028], [0037]-[0038], [0043]<br>& US 2010/0233567 A1, 特許請求の範囲, [0039], [0049]-[0051],<br>[0058] & EP 2228858 A1 & CA 2696447 A1 & CN 101841052 A<br>& AU 2010200940 A1 & KR 10-2010-0103383 A & RU 2010109061 A | 1-5, 9-14      |
| Y               | JP 2013-65497 A (住友精密工業株式会社) 2013.04.11,<br>[0007], 図 1-3 (ファミリーなし)                                                                                                                                                                                                                       | 1-5, 9-14      |

☑ 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                                 | 「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     |
| 「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                         | 「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                     |
| 「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) | 「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 |
| 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献                                      | 「&」 同一パテントファミリー文献                                                   |
| 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願                                   |                                                                     |

国際調査を完了した日

14.07.2017

国際調査報告の発送日

25.07.2017

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)

前田 寛之

電話番号 03-3581-1101 内線 3477

4 X

6 2 1 8

| C (続き) . 関連すると認められる文献 |                                                                                                                                                                                                                                                 |                |
|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----------------|
| 引用文献の<br>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<br>請求項の番号 |
| Y                     | JP 6-111845 A (東燃株式会社) 1994. 04. 22,<br>[0019]-[0022], [0035]-[0036] (ファミリーなし)                                                                                                                                                                  | 2-5            |
| Y                     | JP 2008-525304 A (テクニカル ユニバーシティ オブ デンマー<br>ク) 2008. 07. 17, [0004] & WO 2006/069753 A1, 第1頁第24-28行<br>& US 2008/0142148 A1 & CA 2594168 A1 & CN 101103478 A<br>& AU 2005321530 A1 & KR 1020070100955 A & RU 2007124072 A                        | 5, 11          |
| Y                     | JP 2008-60072 A (トプサー・フューエル・セル・アクチエゼルスカ<br>ベット) 2008. 03. 13, 特許請求の範囲, 図1<br>& US 2008/0014489 A1, 特許請求の範囲, 図1<br>& EP 1879251 A1 & CA 2593303 A1 & CN 101197453 A & AU 2007203261<br>A1 & ES 2385902 T3 & KR 1020080007117 A & RU 2007126754 A | 13             |
| A                     | JP 7-57748 A (三菱重工業株式会社) 1995. 03. 03,<br>(ファミリーなし)                                                                                                                                                                                             | 1-14           |
| A                     | JP 2011-168480 A (ショット アクチエンゲゼルシャフト)<br>2011. 09. 01, & DE 102010035251 A1 & CN 102190440 A                                                                                                                                                     | 1-14           |
| A                     | JP 2012-531375 A (コミッサリア ア ロンネルジー アトミック<br>エ オ ゾンネルジー ザルテルナティーフ) 2012. 12. 10,<br>& US 2012/0318022 A1 & WO 2011/000847 A1 & FR 2947540 A1<br>& CN 102471135 A & ES 2415861 T3                                                                  | 1-14           |
| A                     | JP 2000-235862 A (ハルドール・トプサー・アクチエゼルスカベッ<br>ト) 2000. 08. 29, & US 2003/0040420 A1 & EP 1010675 A1<br>& ES 2321352 T3                                                                                                                             | 1-14           |