

KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY,
MA, MD, MG, MK, MN, MU, 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,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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))

明 細 書

発明の名称：

燃料電池、燃料電池システム、発電装置、及び航空機

技術分野

[0001] 本発明は、燃料電池、燃料電池システム、発電装置、及び航空機に関する。

背景技術

[0002] 燃料電池は、電解質の両面を電極で挟んだ発電用のセルを用いて構成される。この発電用のセルの両面には燃料となる気体及び酸化剤となる気体を通す流路がそれぞれ形成される。例えば特許文献1には、平板型のセル本体を積層した四辺形の燃料電池スタックについて記載されている。この燃料電池スタックでは、燃料ガス及び酸化剤ガスを供給・排出する4つのガスマニホールドが四辺形の4隅にそれぞれ設けられる。またセル本体の一方の面側に形成された燃料ガス流路には、燃料ガスを供給・排出するマニホールドが接続され、セル本体の他方の面側に形成された酸化剤ガス流路には、酸化剤ガスを供給・排出するマニホールドが接続される（特許文献1の明細書段落[0026][0031]図1、図3等）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2019-117707号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 燃料電池は、航空機、自動車、発電といった様々な分野での応用が期待されている。一方で燃料電池の用途や使用状況等によっては、発電用のセルの周辺を流れる気体の圧力が変化し、燃料電池が破損する可能性がある。このため、圧力変化に対する耐久性を向上することが可能な技術が求められている。

[0005] 以上のような事情に鑑み、本発明の目的は、圧力変化に対する耐久性が高い燃料電池、燃料電池システム、発電装置、及び航空機を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0006] 上記目的を達成するため、本発明の一形態に係る燃料電池は、少なくとも1つのセルユニットと、セルブロックと、圧力差影響抑制部とを具備する。

前記少なくとも一つのセルユニットは、電解質層を燃料電極と酸化剤電極とで挟んだ発電セルと、前記燃料電極側に燃料ガスの流路を形成する第1のセパレータと、前記酸化剤電極側に酸化剤ガスの流路を形成する第2のセパレータとを有する。

前記セルブロックは、前記少なくとも一つのセルユニットからなる。

前記圧力差影響抑制部は、前記セルブロックにおいて最も外側に配置される前記第1のセパレータ及び前記第2のセパレータの少なくとも一方を対象セパレータとして、前記対象セパレータに対する圧力差による影響を抑制する。

[0007] この燃料電池では、少なくとも1つのセルユニットによりセルブロックが構成される。各セルユニットでは、発電セルを構成する電解質層の燃料電極側及び酸化剤電極側に、燃料ガスの流路を形成する第1のセパレータ及び酸化剤ガスの流路を形成する第2のセパレータがそれぞれ配置される。また燃料電池には、セルブロックの最も外側に配置される第1及び第2のセパレータの少なくとも一方を対象セパレータとして、圧力差による変形や漏洩等の影響を抑制する圧力差影響抑制部が設けられる。これにより、例えば対象セパレータに隣接する発電セルの圧力による変形等が抑制され、圧力変化に対する耐久性を高くすることが可能となる。

[0008] 前記圧力差影響抑制部は、圧力差による前記対象セパレータの変形、及び圧力差による前記対象セパレータ周りでの漏洩の少なくとも一方を抑制する機構であってもよい。

[0009] 前記少なくとも一つのセルユニットは、複数のセルユニットであってもよ

い。この場合、前記セルブロックは、前記燃料ガスの流路と前記酸化剤ガスの流路とが交互に形成されるように前記複数のセルユニットを積層した積層体であってもよい。

[0010] 前記圧力差影響抑制部は、前記対象セパレータの外側から圧力を作用させる圧力機構であってもよい。

[0011] 前記圧力機構は、前記燃料ガス及び前記酸化剤ガスのうち前記発電セルを挟んで前記対象セパレータとは反対側に流れる対象ガスと同等の圧力を前記対象セパレータの外側から作用させてもよい。

[0012] 前記圧力機構は、前記対象セパレータの外側から圧力を作用させる作用ガスの流路を前記対象セパレータの外側に形成してもよい。

[0013] 前記作用ガスは、前記対象ガスであってもよい。この場合、前記圧力機構は、前記作用ガスの流路を、前記対象ガスと共通する流入路及び流出路に接続してもよい。

[0014] 前記圧力機構は、前記作用ガスの流路として、前記発電セルに沿った前記対象ガスの流路と同様の流路を形成してもよい。

[0015] 前記圧力差影響抑制部は、前記対象セパレータに沿って設けられ前記対象セパレータの剛性を補強する補強機構であってもよい。

[0016] 前記補強機構は、前記対象セパレータに沿って設けられた溝部又はリブ部を含んでもよい。

[0017] 前記電解質層は、固体酸化物電解質により構成されてもよい。

[0018] 加圧容器内に配置されてもよい。

[0019] 本発明の一形態に係る燃料電池システムは、加圧容器と、燃料電池と、第1の供給ラインと、第2の供給ラインとを具備する。

前記燃料電池は、

電解質層を燃料電極と酸化剤電極とで挟んだ発電セルと、前記燃料電極側に燃料ガスの流路を形成する第1のセパレータと、前記酸化剤電極側に酸化剤ガスの流路を形成する第2のセパレータとを有する少なくとも一つのセルユニットと、

前記少なくとも1つのセルユニットからなるセルブロックと、

前記セルブロックにおいて最も外側に配置される前記第1のセパレータ及び前記第2のセパレータの少なくとも一方を対象セパレータとして、前記対象セパレータに対する圧力差による影響を抑制する圧力差影響抑制部とを有し、前記加圧容器に格納される。

前記第1の供給ラインは、前記燃料電池に前記燃料ガスを供給する。

前記第2の供給ラインは、前記燃料電池に前記酸化剤ガスを供給する。

[0020] 本発明の一形態に係る発電装置は、加圧容器と、燃料電池と、発電機と、ガスタービンと、第1の供給ラインと、第2の供給ラインとを具備する。

前記燃料電池は、

電解質層を燃料電極と酸化剤電極とで挟んだ発電セルと、前記燃料電極側に燃料ガスの流路を形成する第1のセパレータと、前記酸化剤電極側に酸化剤ガスの流路を形成する第2のセパレータとを有する少なくとも一つのセルユニットと、

前記少なくとも1つのセルユニットからなるセルブロックと、

前記セルブロックにおいて最も外側に配置される前記第1のセパレータ及び前記第2のセパレータの少なくとも一方を対象セパレータとして、前記対象セパレータに対する圧力差による影響を抑制する圧力差影響抑制部とを有し、前記加圧容器に格納される。

前記ガスタービンは、空気を圧縮する圧縮機と、前記圧縮機により圧縮された空気と前記燃料ガスとを燃焼させる燃焼器と、前記燃焼器からの燃焼ガスを駆動源として前記圧縮機及び前記発電機を駆動するタービンとを有する。

前記第1の供給ラインは、前記燃料電池に前記燃料ガスを供給し、前記燃料電池から排出された前記燃料ガスを前記燃焼器に供給する。

前記第2の供給ラインは、前記燃料電池に前記酸化剤ガスとして前記圧縮機により圧縮された空気を供給し、前記加圧容器に加圧ガスとして前記圧縮機により圧縮された空気を供給し、前記燃料電池から排出された空気を前記

燃焼器に供給する。

[0021] 本発明の一形態に係る航空機は、前記発電装置を具備する。

発明の効果

[0022] 以上のように、本発明によれば、圧力変化に対する耐久性が高い燃料電池、燃料電池システム、発電装置、及び航空機を提供することが可能となる。

なお、ここに記載された効果は必ずしも限定されるものではなく、本開示中に記載されたいずれかの効果であってもよい。

図面の簡単な説明

[0023] [図1]本発明の一実施形態に係る燃料電池を含む発電装置の構成例を示す模式図である。

[図2]燃料電池のセルユニットの構成例を示す模式図である。

[図3]燃料電池のセルユニットの構成例を示す模式図である。

[図4]燃料電池の構成例を示す模式図である。

[図5]圧力機構の構成例を示す模式図である。

[図6]比較例として挙げる燃料電池の構成例を示す模式図である。

[図7]ガスタービン起動時の圧力変化を示すグラフである。

[図8]セルユニットごとの電流電圧特性を示すグラフである。

[図9]図4に示す燃料電池における圧力状態の一例を示す模式図である。

[図10]図4に示す燃料電池における圧力状態の他の一例を示す模式図である。

[図11]圧力機構の他の構成例を示す模式図である。

[図12]圧力機構の他の構成例を示す模式図である。

[図13]圧力機構の他の構成例を示す模式図である。

[図14]複合発電ジェットエンジンを搭載した航空機の一例を示す模式図である。

[図15]複合発電ジェットエンジンの構成例を示す模式図である。

[図16]他の実施形態に係る圧力差影響抑制部の一例を示す模式図である。

[図17]他の実施形態に係る圧力差影響抑制部の一例を示す模式図である。

[図18]他の実施形態に係る圧力差影響抑制部の一例を示す模式図である。

[図19]他の実施形態に係る地上設置型の発電装置の一例を示す模式図である。

発明を実施するための形態

[0024] 以下、本発明に係る実施形態を、図面を参照しながら説明する。

[0025] [発電装置]

図1は、本発明の一実施形態に係る燃料電池を含む発電装置の構成例を示す模式図である。発電装置100は、燃料電池10とガスタービン13とを組み合わせたコンバインド発電を行う装置である。発電装置100を構成する燃料電池10及びガスタービン13では、共通の酸化剤ガス及び燃料ガスが用いられる。

[0026] 発電装置100では、燃料電池10に供給する酸化剤ガスがガスタービン13の圧縮機51により抽出される。この酸化剤ガスは燃料ガスとともに燃料電池10に供給される。燃料電池10での発電後、燃料電池10から排出された余剰の酸化剤ガス及び燃料ガスは、ガスタービン13の燃焼器52に供給される。燃焼器52から噴出する燃焼ガスによりガスタービン13に設けられたタービン53が回転し、タービン53に接続された発電機12が駆動される。このように、発電装置100は、燃料電池10による発電とガスタービン13による発電とを行うコンバインド発電システムとして構成される。

[0027] 図1に示す発電装置100は、航空機に搭載される。発電装置100により生成される電力は、例えば航空機の推進ファンの動力となるモータ等を駆動するために用いられる。

図1に示すように、発電装置100は、燃料電池10と、加圧容器11と、発電機12と、ガスタービン13と、燃料タンク14と、燃料用供給ライン15と、空気用供給ライン16とを有する。

[0028] 燃料電池10には、平板型の発電セル20が用いられる。発電セル20は電解質の両面に電極を設けた構造を有する。一方の電極には燃料ガスが供給

され、他方の電極には酸化剤ガスが供給される。

燃料電池 10 は、典型的には、複数の発電セル 20 を積層した積層体（セルスタック）として構成される。平板型の燃料電池 10 は、円筒型に比べ燃料電池 10 の本体の体積を抑えることが可能であり、この点で航空機へ適用する形態として好ましい。

なお、図 1 には、燃料電池 10 として、1 つの発電セル 20 を含むセルユニット 5 が模式的に図示されている。セルユニット 5 は、燃料電池 10 の基本単位である。実際の燃料電池 10 は、複数のセルユニット 5 を積層して構成される。複数のセルユニット 5 を積層したセルスタックの構成については、図 4 を参照して後述する。

[0029] 本実施形態では、燃料電池 10 の電解質層 21 が、固体酸化物電解質により構成される。従って燃料電池 10 は、固体酸化物形燃料電池（S O F C : Solid Oxide Fuel Cell）となる。また、発電装置 100 は、S O F C と G T（ガスタービン 13）とを組み合わせた S O F C－G T 複合発電ジェットエンジンの一部として機能する。

S O F C は、例えば 700℃ から 1000℃ 程度の比較的高温で運転される電池であり、高温の廃熱を回収することが期待できる。また S O F C を構成する部材は全て固体であることから、装置の構成が簡単になり、安定した性能や長寿命化が期待できる。

航空機では、S O F C の利用により、ジェット燃料等を利用した従来のターボファンエンジンと比べ、熱効率や推進効率を大幅に向上した推進機関を実現することが可能である。

[0030] 本実施形態では、燃料電池 10 に供給される燃料ガスとして水素ガス 1 が用いられる。また酸化剤ガスとして空気 2 が用いられる。水素と空気との化学反応により発電を行う燃料電池 10 からは、水（H₂O）と化学反応せずに残る水素及び酸素だけが排出される。

なお燃料ガスや酸化剤ガスの種類は限定されない。例えば燃料ガスとして、各種の炭化水素、アルコール、一酸化炭素等が用いられてもよい。また酸

化剤ガスとして、空気が用いられてもよい。

[0031] 燃料電池 10 には、水素ガス 1 の入口となる水素入口 24、水素ガス 1 の出口となる水素出口 25、空気 2 の入口となる空気入口 26、及び空気 2 の出口となる空気出口 27 がそれぞれ設けられる。水素入口 24 及び水素出口 25 は、燃料用供給ライン 15 に接続され、空気入口 26 及び空気出口 27 は、空気用供給ライン 16 に接続される。水素ガス 1 及び空気 2 は、エンジン（ガスタービン 13）の運転と連動して供給され、作動圧力、温度、流量が変化していく。燃料電池 10（スタック本体）は、加圧容器 11 に格納される。燃料電池 10 の具体的な構成については、後に詳しく説明する。

[0032] 加圧容器 11 は、燃料電池 10 を格納する容器である。加圧容器 11 は、容器内部の気圧が容器外部の気圧よりも高い状態（加圧雰囲気）を維持できるように構成される。

図 1 に示すように、加圧容器 11 には、容器内部に連通するように、空気用供給ライン 16 と容器放圧弁 17 とが接続される。空気用供給ライン 16 からは、容器内部に圧縮された空気 2 が供給される。容器放圧弁 17 は、容器内部の高圧の空気 2 を容器外部に放出する弁である。容器放圧弁 17 としては、例えば容器内部の圧力が所定の圧力以上となった場合に圧力を逃がす圧力調整弁（安全弁）や遠隔操作の自動弁等が用いられる。

この他、加圧容器 11 の隔壁を貫通して燃料電池 10 につながる各種の配管（水素ガス 1 や空気 2 を供給・排出するための配管等）が設けられる。

[0033] 発電機 12 は、ガスタービン 13 に接続される。具体的には、発電機 12 は、ガスタービン 13 に設けられた回転軸 50 に接続され、回転軸 50 により回転駆動されることで電力を発生させる。発電機 12 の種類は限定されず、任意の形式の発電機を用いることが可能である。発電機 12 により生成された電力は、燃料電池 10 により生成された電力とともに、モータやバッテリー等に供給される。

[0034] ガスタービン 13 は、圧縮機 51 と、燃焼器 52 と、タービン 53 とを有する。

本実施形態では、ガスタービン１３として、水素ガス１を燃料とする水素ガスタービンが用いられる。また、ガスタービン１３は、発電機１２を駆動するための動力源である。従ってガスタービン１３及び発電機１２により、水素ガスタービン発電機が構成される。

[0035] なお、ガスタービン１３は、燃焼ガスの噴流（ジェット）により推進力を得るジェットエンジンとして構成されてもよい。例えば、ガスタービン１３は、ターボファンエンジンとして構成されてもよい。この他、本発明に係るジェットエンジンには、噴流を生成し、タービン５３を用いて回転力を生成しプロペラやファンによる推進力として変換し用いる場合も含まれる。

[0036] 圧縮機５１は、ガスタービン１３に取り込まれた空気２を圧縮する。圧縮機５１は、回転軸５０を介してタービン５３と接続され、タービン５３（回転軸５０）の回転によって駆動される圧縮機である。圧縮機５１の具体的な構成は限定されず、例えば軸流式圧縮機、遠心式圧縮機、斜流圧縮機等の任意の形式の圧縮機が用いられてよい。

燃焼器５２は、水素ガス１を燃焼させる水素燃焼器である。燃焼器５２は、圧縮機５１により圧縮された空気２（圧縮空気）と水素ガス１とを燃焼させ、高温高压の燃焼ガスを生成する。燃焼器５２から噴出した燃焼ガスは、燃焼器５２の下流に配置されたタービン５３に送り込まれる。

タービン５３は、回転軸５０に接続され、燃焼器５２からの燃焼ガスを駆動源として圧縮機５１及び発電機１２を駆動する。燃焼ガスを受けたタービン５３は回転軸５０とともに回転し、回転軸５０により圧縮機５１及び発電機１２が回転駆動される。

[0037] 燃料タンク１４は、燃料電池１０及びガスタービン１３（燃焼器５２）の燃料を貯蔵するタンクである。本実施形態では、燃料タンク１４は、水素を貯蔵する水素タンクである。これに限定されず、例えば液化水素を貯蔵可能なように構成され、高压の断熱容器や低压の断熱容器内に燃料昇圧用のポンプが備え付けられたタンク等が燃料タンク１４として用いられてもよい。

[0038] 燃料用供給ライン１５は、燃料電池１０に水素ガス１を供給し、燃料電池

10から排出された水素ガス1をガスタービン13の燃焼器52に供給する。本実施形態では、燃料用供給ライン15は、第1の供給ラインに相当する。

燃料用供給ライン15は、水素配管55aと、流量調整弁56aと、水素配管55bとを有する。また燃料用供給ライン15は、後述する空気用供給ライン16と共通の配管として、合流配管57を有する。なお図1では、水素ガス1が通る経路を太い点線で模式的に図示している。

[0039] 水素配管55aは、水素を貯蔵する燃料タンク14と燃料電池10の水素入口24とをつなぐ配管である。燃料タンク14に貯蔵された水素ガスもしくは液化水素は、例えば臨界状態のまま水素配管55a内を圧送される。また液化水素は、水素配管55aを通過する過程で気化し、水素入口24には水素ガス1が供給される。

流量調整弁56aは、水素配管55aに設けられ、燃料電池10や燃焼器52に対する水素ガス1の供給量を調整する。流量調整弁56aとしては、例えば極低温用の電磁流量調整弁等が用いられる。

[0040] 水素配管55bは、燃料電池10の水素出口25と合流配管57とをつなぐ配管である。燃料電池10から排出された高温の水素ガス1は、水素配管55bを通過して合流配管57に供給される。

合流配管57は、水素配管55bを通過した水素ガス1と後述する空気配管58bを通過した空気2とが合流する配管である。なお燃焼器52に挿入する部位によっては、水素ガス1と空気2とを合流せずに個別の配管として接続してもよい。

[0041] 空気用供給ライン16は、燃料電池10に酸化剤ガスとして圧縮機51により圧縮された空気2（圧縮空気）を供給し、燃料電池10から排出された空気2を燃焼器52に供給する。

また、空気用供給ライン16は、加圧容器11に加圧ガスとして圧縮機51により圧縮された空気2を供給する。本実施形態では、空気用供給ライン16は、第2の供給ラインに相当する。

空気用供給ライン 16 は、空気配管 58a と、流量調整弁 56b と、流路制御弁 59 と、流量計 46 と、空気配管 58b と、容器加圧弁 47 と、外部空気源 48 と、流量調整弁 56c とを有する。

[0042] 空気配管 58a は、ガスタービン 13 の圧縮機 51 と燃料電池 10 の空気入口 26 とをつなぐ配管である。空気配管 58a には、圧縮機 51 の出口側から空気入口 26 にかけて、流量調整弁 56b、流路制御弁 59、及び流量計 46 がこの順番で接続される。

流量調整弁 56b は、圧縮機 51 から空気配管 58a への空気 2（圧縮空気）の供給量を調整する。流量調整弁 56b としては、例えば高圧ガス用の電磁流量調整弁等が用いられる。

流路制御弁 59 は、圧縮機 51 から空気配管 58a へ供給される空気 2 の流路を開閉する。流量調整弁 56b としては、例えば電磁遮断弁等が用いられる。

流量計 46 は、空気配管 58a から燃料電池 10 に供給される空気 2 の流量を測定する。

[0043] 空気配管 58b は、燃料電池 10 の空気出口 27 と合流配管 57 とをつなぐ配管である。燃料電池 10 から排出された高温の空気 2 は、空気配管 58b を通過して合流配管 57 に供給される。また合流配管 57 は、ガスタービン 13 の燃焼器 52 に接続される。従って、合流配管 57 は、燃料電池 10 から排出された高温の水素ガス 1 及び空気 2 が混合された混合ガスを燃焼器 52 に供給する。

[0044] 容器加圧弁 47 は、空気配管 58a を加圧容器 11 の容器内部に接続する配管上に設けられ、空気配管 58a 内の圧縮空気により加圧容器 11 を加圧する弁である。容器加圧弁 47 としては、例えば空気配管 58a 側の圧力を調整して加圧容器 11 側に供給する圧力調整弁（減圧弁）等が用いられる。

このように発電装置 100 は、容器加圧弁 47 及び容器放圧弁 17 により加圧容器 11 の圧力を調整して、燃料電池 10 の内圧と外圧とを均圧させる構成となっている。

[0045] 外部空気源 48 は、ガスタービン 13 とは独立して空気 2 を取り込む装置であり、空気配管 58 a に接続される。外部空気源 48 としては、例えば外部から取り込んだ空気 2 を圧縮して排出する空気圧縮機が用いられる。外部空気源 48 は、例えば発電装置 100 の起動時にガスタービン 13（圧縮機 51）に代えて空気配管 58 a に空気 2 を供給する。

流量調整弁 56 c は、外部空気源 48 と空気配管 58 a との間に設けられ、外部空気源 48 から空気配管 58 a への空気 2 の供給量を調整する。流量調整弁 56 c としては、例えば高圧ガス用の電磁流量調整弁等が用いられる。

[0046] 発電装置 100 では、圧縮機 51 又は外部空気源 48 から空気配管 58 a へ空気 2 が供給される。

例えば、発電装置 100 の起動時に、圧縮機 51（回転軸 50）の回転数が低い状態では圧縮機 51 は十分な圧力の圧縮空気を発生させることができない。この場合、流路制御弁 59 により圧縮機 51 からの空気 2 の流路がカットされ、空気配管 58 a には外部空気源 48 から空気 2 が供給される。また例えば圧縮機 51 から十分な圧力の空気 2 が供給可能になった場合、流路制御弁 59 が開き圧縮機 51 からの空気配管 58 a に空気 2 が供給される。この時、流量調整弁 56 c は外部空気源 48 から空気配管 58 a への空気 2 の供給をカットする。このように通常の運転時には、圧縮機 51 からの空気 2 が燃料電池 10 に供給される。

[0047] また圧縮機 51 や外部空気源 48 から空気配管 58 a に供給された空気 2 の流量（供給量）は、空気入口 26 の前段に設けられた流量計 46 により測定され、その測定結果に基づいて上流の流量調整弁 56 b や流量調整弁 56 c による空気 2 の流量調整が行われる。

圧縮機 51 又は外部空気源 48 から空気配管 58 a へ空気 2 の供給は、排他的に切り替えられてもよいし、一時的に併用されてもよい。

[0048] [燃料電池のセルユニットの構成]

図 2 及び図 3 は、燃料電池 10 のセルユニット 5 の構成例を示す模式図で

ある。図2には、加圧容器11に格納されたセルユニット5を示す断面図が模式的に図示されている。また図3には、セルユニット5の一部を拡大した斜視図が模式的に図示されている。

セルユニット5は、燃料電池10の基本単位であり、各セルユニット5が発電機能を備えている。セルユニット5は、上記した発電セル20と、第1のインターコネクタ31と、第2のインターコネクタ32と、シール部33と、第1の集電材34と、第2の集電材35とを有する。

[0049] 発電セル20は、電解質層21と、燃料極（アノード）22と、空気極（カソード）23とを有する。電解質層21、燃料極22、及び空気極23は、いずれも平板状に構成される。発電セルは、電解質層21を燃料極22と空気極23とで挟んだ構造となっている。本実施形態では、燃料極22は、燃料電極に相当し、空気極23は、酸化剤電極に相当する。

[0050] 電解質層21は、高温で酸素イオンの導電性の良い材料であり、例えばジルコニア系材料、セリア系材料、ペロブスカイト系材料の酸化物が用いられる。また、高温で高いイオン導電性を持つものであれば、例えばプロトン伝導性酸化物等の他の形式でもよい。燃料極22は、水素ガス1に接する電極である。燃料極22の材料には、例えばNi、Co等の金属やそれらを用いた多孔質サーメットが用いられる。空気極23は、空気2に接する電極である。空気極23は、高温の酸化性雰囲気にさらされるため、そのような環境でも化学的に安定した材料で構成される。空気極23の材料には、例えば電気伝導性の高いペロブスカイト型の酸化物材料が用いられる。

[0051] 図2に示す発電セル20では、燃料極22の一方の面（燃料極22の図中上側の面）に、その面内に収まるように電解質層21が形成される。また電解質層21の燃料極22とは反対側の面（電解質層21の図中上側の面）に、その面内に収まるように空気極23が形成される。従って、発電セル20は、燃料極22により電解質層21及び空気極23を支持する燃料極サポート型のセルとなる。この場合、図示を省略した支持部材（セルホルダ）に燃料極22が固定される。

なお、空気極 2 3 により電解質層 2 1 及び燃料極 2 2 を支持する空気極サポート型の発電セル 2 0 や、強度や靱性の高い薄膜の耐熱金属を挟むメタルサポート型の発電セル 2 0 等が用いられてもよい。

[0052] 電解質層 2 1、燃料極 2 2、及び空気極 2 3 の平面形状は、例えば円形状であり、それぞれの中心が平面視で重なるように配置して円板型の発電セル 2 0 が構成される。発電セル 2 0 の直径は、例えば 5 c m ~ 3 0 c m の範囲で適宜設定される。また発電セル 2 0 の厚み（燃料極 2 2、電解質層 2 1、及び空気極 2 3 を積層した合計の厚み）は、例えば 0. 5 m m 程度である。図 2 では、発電セル 2 0 の平面サイズに対して厚みが強調して図示されているが、実際には発電セル 2 0 は非常に薄い部材となる。

なお、発電セル 2 0（電解質層 2 1、燃料極 2 2、及び空気極 2 3）の平面形状や厚み等は限定されず、要求される発電性能や装置重量等に応じて適宜設定されてよい。

[0053] 第 1 のインターコネクタ 3 1 は、発電セル 2 0 の燃料極 2 2 と対向して配置される板状の部材である。第 1 のインターコネクタ 3 1 は、燃料極 2 2 側に水素ガス 1 の流路を形成する。

第 2 のインターコネクタ 3 2 は、発電セル 2 0 の空気極 2 3 と対向して配置される板状の部材である。第 2 のインターコネクタ 3 2 は、空気極 2 3 側に空気 2 の流路を形成する。

第 1 のインターコネクタ 3 1 及び第 2 のインターコネクタ 3 2 は、セルユニット 5 において水素ガス 1 及び空気 2 の流れを分離するセパレータとして機能する。本実施形態では、第 1 のインターコネクタ 3 1 は、第 1 のセパレータに相当し、第 2 のインターコネクタ 3 2 は、第 2 のセパレータに相当する。

[0054] 第 1 のインターコネクタ 3 1 の燃料極 2 2 に向けられる面には、水素ガス 1 の流路となる水素流路部 3 6 が形成される。水素流路部 3 6 には、例えば水素ガス 1 を通過させるための隙間や溝が含まれる。また第 2 のインターコネクタ 3 2 の空気極 2 3 に向けられる面には、空気 2 の流路となる空気流路

部 3 7 が形成される。空気流路部 3 7 には、例えば空気 2 を通過させるための隙間や溝が含まれる。

水素流路部 3 6 及び空気流路部 3 7 に設けられる流路パターンは、互いに同じパターンであってもよいし、互いに異なるパターンであってもよい。

[0055] 図 3 に示す例では、水素流路部 3 6（空気流路部 3 7）として、第 1 のインターコネクタ 3 1（第 2 のインターコネクタ 3 2）の表面に互いに離間した複数の凸部 3 8 が設けられる。複数の凸部 3 8 は、薄い円柱型の突起であり、一定の間隔で格子状に配置される。水素流路部 3 6（空気流路部 3 7）を設けることで、燃料極 2 2（空気極 2 3）の全面にわたって水素ガス 1（空気 2）の流路を確保することが可能となる。凸部 3 8 を用いた流路パターンにより、水素ガス 1 や空気 2 を流路全体に拡散することが可能となる。また、溝を形成するような場合と比べ、軽量化を図ることが可能となる。

[0056] なお、水素流路部 3 6 や空気流路部 3 7 のパターンは限定されない。例えば直線状の溝（図 1 2 及び図 1 3 等参照）や曲線状の溝により流路が構成されてもよい。また分散して配置された凸部や溝を組み合わせることで流路が形成されてもよい。

[0057] また第 1 のインターコネクタ 3 1 の水素流路部 3 6 が形成される面とは反対側の面、及び第 2 のインターコネクタ 3 2 の空気流路部 3 7 が形成される面とは反対側の面は、それぞれ他のセルユニット 5 と接続される接続面として機能する。接続面は、典型的には平面として構成される。

[0058] また第 1 のインターコネクタ 3 1 及び第 2 のインターコネクタ 3 2 は、高い電気伝導性を持つ材料により構成される。第 1 のインターコネクタ 3 1 は、後述する第 1 の集電材 3 4 を介して燃料極 2 2 に電氣的に接続される。また第 2 のインターコネクタ 3 2 は、後述する第 2 の集電材 3 5 を介して空気極 2 3 に電氣的に接続される。従ってセルユニット 5 において、第 1 のインターコネクタ 3 1 は、アノード（燃料極）に接続された電極として機能し、第 2 のインターコネクタ 3 2 は、カソード（空気極）に接続された電極として機能する。

[0059] シール部 33 は、発電セル 20 を挟んで流れる水素ガス 1 及び空気 2 が漏れないように、第 1 のインターコネクタ 31 及び第 2 のインターコネクタ 32 の間に設けられた封止部材である。またシール部 33 は、第 1 のインターコネクタ 31 及び第 2 のインターコネクタ 32 を電氣的に分離する絶縁部材としても機能する。

シール部 33 としては、絶縁性のシート材料（マイカシート等）や、絶縁性の材料と金属等を組み合わせた複合部材等が用いられる。

[0060] 第 1 の集電材 34 は、発電セル 20 の燃料極 22 と第 1 のインターコネクタ 31 との間に設けられ、燃料極 22 と第 1 のインターコネクタ 31 とを電氣的に接続する。第 2 の集電材 35 は、発電セル 20 の空気極 23 と第 2 のインターコネクタ 32 との間に設けられ、空気極 23 と第 2 のインターコネクタ 32 とを電氣的に接続する。

第 1 の集電材 34 及び第 2 の集電材 35 を設けることで、発電セル 20 が発電する電力を効率的に取り出すことが可能となる。

[0061] 第 1 の集電材 34 及び第 2 の集電材 35 は、水素ガス 1 及び空気 2 の流れを阻害しないように通気性のある部材を用いて構成される。、例えば、金属メッシュ、エキスパンドメタル、ポーラスメタル等が第 1 の集電材 34 及び第 2 の集電材 35 として用いられる。なお、第 1 の集電材 34 及び第 2 の集電材 35 を必ずしも設ける必要はない。例えば第 1 のインターコネクタ 31 と燃料極 22 とを直接接続してもよいし、第 2 のインターコネクタ 32 と空気極 23 とを直接接続してもよい。また第 1 の集電材 34 及び第 2 の集電材 35 のどちらか一方を設けるような構成も可能である。

[0062] 図 2 に示すように、第 1 のインターコネクタ 31 と燃料極 22 との間の空間には、水素入口 24 と水素出口 25 とが接続され、第 1 の集電材 34 を通過する水素ガス 1 の流路が形成される。また第 2 のインターコネクタ 32 と空気極 23 との間の空間には、空気入口 26 と空気出口 27 とが接続され、第 2 の集電材 35 を通過する空気 2 の流路が形成される。

[0063] なお図 2 に示す第 1 のインターコネクタ 31 には、厚み方向から見て発電

セル 20 と重なる位置に、水素入口 24 に接続される貫通孔と、水素出口 25 に接続される貫通孔とが模式的に図示されている。また第 2 のインターコネクタ 32 には、厚み方向から見て発電セル 20 と重なる位置に、空気入口 26 に接続される貫通孔と、空気出口 27 に接続される貫通孔とが模式的に図示されている。実際のセルユニット 5 には、発電セル 20 と重なるような貫通孔は設けられず、セルユニット 5 は、後述する水素供給路、水素排出路、空気供給路、及び空気排出路に接続される。

[0064] また、図 3 に示すように、本実施形態では、水素ガス 1 が流れる方向と、空気 2 が流れる方向とが厚み方向から見て互いに直交するように設定される。これにより、水素ガス 1 用の入出路と空気 2 用の入出路を互いに離れた位置に配置することが可能となる。なお、水素ガス 1 及び空気 2 の流れる方向を、厚み方向から見て互いに同一方向（平行流）に設定することや反対方向（対抗流）に設定することも可能である。

[0065] このようにセルユニット 5 は、電解質層 21、燃料極 22、及び空気極 23 を積層した平板型の発電セル 20 の両サイドに燃料（水素ガス 1）と空気 2 がそれぞれ流れる構造となる。このようなセルユニット 5 を数 10 枚から 100 枚程度重ね合わせることでスタック構造の燃料電池 10 が構成される。

[0066] [燃料電池の全体の構成]

図 4 は、燃料電池 10 の構成例を示す模式図である。

燃料電池 10 は、セルスタック 6 と、水素供給路 40 と、水素排出路 41 と、空気供給路 42 と、空気排出路 43 と、電力取り出し部 45 と、圧力差影響抑制部 60 とを有する。なお図 4 では、加圧容器 11 の図示を省略している。また図 4 では、水素ガス 1 及び空気 2 の流れが、それぞれ点線のライン及び実線のラインにより模式的に図示されている。

[0067] セルスタック 6 は、セルユニット 5 からなるセルブロックであり、セルユニット 5 が複数重なって構成される。具体的には、セルスタック 6 は、水素ガス 1 の流路と空気 2 の流路とが交互に形成されるように複数のセルユニッ

ト5を積層した積層体である。これは、あるセルユニット5の第1のインターコネクタ31と、他のセルユニット5の第2のインターコネクタ32とが接するように複数のセルユニット5を積層した形態である。従って、セルスタック6には、水素ガス1の流路と、発電セル20と、空気2の流路とが、この順番で繰り返し配置される。

[0068] 以下では、図中の上側及び下側を、セルスタック6（燃料電池10）の上側及び下側として説明する。なお、上側及び下側といった記載は、セルスタック6の配置や姿勢を限定するものではない。

また図4では各セルユニット5は、第1のインターコネクタ31（水素ガス1の流路）が下側となり、第2のインターコネクタ32（空気2の流路）が上側となるように配置される。これに限定されず、第1のインターコネクタ31が上側となり、第2のインターコネクタ32が下側となるような配置も可能である。またセルスタック6の積層方向は、上下方向に限定されず、積層方向が左右方向（水平方向）となるようにセルスタック6が配置されてもよい。

[0069] 図4には、3つのセルユニット5を積層したセルスタック6が模式的に図示されている。このうち、最も上側に配置されるセルユニット5を最上セルユニット5aと記載し、最も下側に配置されるセルユニット5を最下セルユニット5bと記載する。また最上セルユニット5aと最下セルユニット5bとの間のセルユニット5を中間セルユニット5cと記載する。

セルスタック6では、最上セルユニット5aの第1のインターコネクタ31と、中間セルユニット5cの第2のインターコネクタ32とが接続される。また中間セルユニット5cの第1のインターコネクタ31と、最下セルユニット5bの第2のインターコネクタ32とが接続される。

なおセルユニット5の積層数はこれに限定されず、任意の個数のセルユニット5が積層されてよい。

[0070] また図4に示す例では、隣合うセルユニット5のうち、一方のセルユニット5において第1のインターコネクタ31となる部材と、他方のセルユニッ

ト5において第2のインターコネクタ32となる部材が別々の部材であった。これに限定されず、一方のセルユニット5において第1のインターコネクタ31となる部材と、他方のセルユニット5において第2のインターコネクタ32となる部材とを1つの部材として構成してもよい。

[0071] 例えば、隣合うセルユニット5に共通の部材として、一方の面に水素流路部36が形成され、他方の面に空気流路部37が形成された板状のセパレータが用いられる。この場合、共通の部材は、一方のセルユニット5にとっては第1のインターコネクタ31として機能し、他方のセルユニット5にとっては第2のインターコネクタ32として機能する。このような構成により、燃料電池10の軽量化を図ることが可能となる。

[0072] 水素供給路40は、水素入口24に接続され各セルユニット5に水素ガス1を供給する流路である。水素排出路41は、水素出口25に接続され各セルユニット5から水素ガス1を排出する流路である。水素供給路40及び水素排出路41は、各セルユニット5の第1のインターコネクタ31と発電セル20との間の空間にそれぞれ接続される。

[0073] 空気供給路42は、空気入口26に接続され各セルユニット5に空気2を供給する流路である。空気排出路43は、空気出口27に接続され各セルユニット5から空気2を排出する流路である。空気供給路42及び空気排出路43は、各セルユニット5の第2のインターコネクタ32と発電セル20との間の空間にそれぞれ接続される。

[0074] 水素供給路40及び空気供給路42は、水素ガス1及び空気2を分配して供給するガスマニホールドであり、水素排出路41及び空気排出路43は、水素ガス1及び空気2を集約して排出するガスマニホールドである。

水素供給路40、水素排出路41、空気供給路42、空気排出路43は、例えばセルスタック6の積層方向から見て、発電セル20と重ならない周辺部分に設けられる。また例えば、外部配管等を用いて構成されてもよい。

[0075] 電力取り出し部45は、セルスタック6として構成された燃料電池10から電力を取り出す端子である。ここでは、セルスタック6の最も外側に配置

される第2のインターコネクタ32（最上セルユニット5aの第2のインターコネクタ32）にプラス極側の電力取り出し部45aが設けられる。また、セルスタック6の最も外側に配置される第1のインターコネクタ31（最下セルユニット5bの第1のインターコネクタ31）にマイナス極側の電力取り出し部45bが設けられる。

[0076] 1つのセルユニット5は、第2のインターコネクタ32がプラス側の電極となり、第1のインターコネクタ31がマイナス側の電極となる電池と見做すことが可能である。従って図4に示すように複数のセルユニット5を積層したセルスタック6は、複数の電池（セルユニット5）が直列に接続された1つの電池として機能する。またプラス極側の電力取り出し部45a及びマイナス極側の電力取り出し部45bは、燃料電池10全体の電力を取り出すための端子となる。このように、燃料電池10は、最上端のインターコネクタおよび最下端のインターコネクタより電流を取り出す構成となっている。

[0077] 圧力差影響抑制部60は、対象インターコネクタ30に対する圧力差による影響を抑制する。ここで、対象インターコネクタ30は、圧力差による影響を抑制する対象となるインターコネクタである。具体的には、セルスタック6において最も外側に配置される第1のインターコネクタ31及び第2のインターコネクタ32の少なくとも一方が対象インターコネクタ30となる。本実施形態では、対象インターコネクタ30は、対象セパレータに相当する。

[0078] 図4に示す例では、セルスタック6の最も外側に配置される第1のインターコネクタ31（最下セルユニット5bの第1のインターコネクタ31）と、セルスタック6の最も外側に配置される第2のインターコネクタ32（最上セルユニット5aの第2のインターコネクタ32）との両方が対象インターコネクタ30となる。これら2つの対象インターコネクタ30に対して、その変形を抑制する圧力差影響抑制部60がそれぞれ設けられる。

以下では、対象インターコネクタ30となる、第1のインターコネクタ31を、第1のインターコネクタ31tと記載する。また対象インターコネク

タ 3 0 となる、第 2 のインターコネクタ 3 2 を、第 2 のインターコネクタ 3 2 t と記載する。

[0079] また対象インターコネクタ 3 0 に対する圧力差とは、例えば対象インターコネクタ 3 0 の内側及び外側での圧力の違いである。対象インターコネクタ 3 0 の内側は、対象インターコネクタ 3 0 の発電セル 2 0 に向けられる側であり、外側は発電セル 2 0 に向けられる側とは反対側を意味する。

[0080] 対象インターコネクタ 3 0 に圧力差がかかることで、例えば対象インターコネクタ 3 0 が変形するといった影響や、対象インターコネクタ 3 0 の周りで水素ガスや空気等が漏洩するといった影響が考えれる。

圧力差影響抑制部 6 0 は、このような圧力差による対象インターコネクタ 3 0 の変形、及び圧力差による対象インターコネクタ 3 0 周りで漏洩を抑制する機構である。

[0081] 本実施形態では、圧力差影響抑制部 6 0 は、対象インターコネクタ 3 0 の外側から圧力を作用させる圧力機構 6 1 である。図 4 に示す燃料電池 1 0 には、第 2 のインターコネクタ 3 2 t に対して図中上側の面から圧力を作用させる圧力機構 6 1 a と第 1 のインターコネクタ 3 1 t に対して図中下側の面から圧力を作用させる圧力機構 6 1 b とが設けられる。

[0082] 圧力機構 6 1 は、対象ガスと同等の圧力を対象インターコネクタ 3 0 の外側から作用させる。ここで対象ガスとは、水素ガス 1 及び空気 2 のうち発電セル 2 0 を挟んで対象インターコネクタ 3 0 とは反対側に流れるガスである。つまり、圧力機構 6 1 は、セルスタック 6 の最も外側に配置される発電セル 2 0 の内側を流れるガス（対象ガス）と同等の圧力を対象インターコネクタ 3 0 に加える機構である。

[0083] 例えば、圧力機構 6 1 a では、最上セルユニット 5 a の発電セル 2 0 を挟んで第 2 のインターコネクタ 3 2 t とは反対側に流れる水素ガス 1 が、対象ガスとなる。従って、圧力機構 6 1 a は、水素ガス 1 と同様の圧力を第 2 のインターコネクタ 3 2 t に外側から作用させる。また、圧力機構 6 1 b では、最下セルユニット 5 b の発電セル 2 0 を挟んで第 1 のインターコネクタ 3

1 t とは反対側に流れる空気 2 が、対象ガスとなる。従って、圧力機構 6 1 b は、空気 2 と同様の圧力を第 2 のインターコネクタ 3 2 t に外側から作用させる。

このように対象インターコネクタ 3 0 に圧力を作用させることで、発電セル 2 0 及び対象インターコネクタ 3 0 に対して外向きにかかる圧力をキャンセルすることが可能となる。

[0084] 具体的には、圧力機構 6 1 は、対象インターコネクタ 3 0 の外側から圧力を作用させる作用ガスの流路を対象インターコネクタ 3 0 の外側に形成する。ここで作用ガスとは、圧力機構 6 1 において対象ガスと同等の圧力を発生させるためのガスである。作用ガスの種類は限定されず、任意のガスを用いることが可能である。

図 4 に示すように、圧力機構 6 1 は、作用ガスの流路となる最外流路 6 2 を有する。最外流路 6 2 は、平面的に広がる流路である。最外流路 6 2 の平面形状及び平面サイズは、例えばセルユニット 5 内に形成される水素ガス 1 や空気 2 の流路と同様の平面形状及び平面サイズに設定される。

[0085] また作用ガスは、典型的には、対象ガスである。この場合、圧力機構 6 1 は、作用ガスの流路である最外流路 6 2 を、対象ガスと共通する流入路及び流出路に接続する。対象ガスと共通する流入路とは、水素供給路 4 0 又は空気供給路 4 2 である。また対象ガスと共通する流出路とは、水素排出路 4 1 又は空気排出路 4 3 である。

[0086] 例えば、セルスタック 6 上側の圧力機構 6 1 a の最外流路 6 2 は、水素供給路 4 0 及び水素排出路 4 1 に接続され、作用ガスとして圧力機構 6 1 a の対象ガスである水素ガス 1 が流れる流路となる。また、セルスタック 6 下側の圧力機構 6 1 b の最外流路 6 2 は、空気供給路 4 2 及び空気排出路 4 3 に接続され、圧力機構 6 1 b の対象ガスである空気 2 が流れる流路となる。

最外流路 6 2 を対象ガスの流入路及び流出路に接続することで、対象ガスと同等の圧力を容易に発生させることが可能となる。ただし、最外流路には対象ガスの流れは必須ではなく、圧力が作用すればよいため、流入路、流出

路のどちらかを塞いでもよい。

[0087] 図5は、圧力機構61の構成例を示す模式図である。ここでは、図4の最上セルユニット5aの第2のインターコネクタ32tに設けられる圧力機構61aについて説明する。なお、ここで記載する圧力機構61aについての説明は、圧力機構61bについての説明として適宜読み替えることが可能である。

図5に示すように、圧力機構61は、流路部材63と、蓋部材64とを有する。

[0088] 流路部材63は、最外流路62を形成する板状の部材である。流路部材63の一方の面には、作用ガス流路部65が形成される。作用ガス流路部65には、作用ガス（図5では圧力機構61aの対象ガスである水素ガス1）を通過させるための隙間や溝が含まれる。これらの隙間や溝のパターンが作用ガスの流路パターンとなる。

蓋部材64は、流路部材63の作用ガス流路部65に対向して配置される平板状の部材であり、作用ガス流路部65を閉じる蓋として機能する。

[0089] 本実施形態では、第1のインターコネクタ31と同様の部材が、流路部材63として用いられる。従って、作用ガス流路部65には、第1のインターコネクタ31に設けられる水素流路部36と同様の流路パターンが形成される。ここでは、作用ガス流路部65として、互いに離間した複数の凸部38が設けられる。

[0090] 流路部材63は、作用ガス流路部65を外側（図中の上側）に向けて、対象インターコネクタ30である第2のインターコネクタ32tに接続される。また作用ガス流路部65に対向して蓋部材64が配置される。蓋部材64と流路部材63（作用ガス流路部65）との間の空間が最外流路62となる。

このように、圧力機構61は、最外流路62として、発電セル20に沿った対象ガス（図5では水素ガス1）の流路と同様の流路を形成する。これにより、図5では、最上セルユニット5aの発電セル20（最上セル）に対し

て、セルスタック 6 の他の発電セル 20 と同様に水素ガス 1 の圧力に応じた荷重を加えることが可能となる。

[0091] [発電セルに加わる荷重]

以下では、燃料電池を流れるガス（水素ガス 1 や空気 2）によって、発電セル 20 に加わる荷重について説明する。

図 6 は、比較例として挙げる燃料電池の構成例を示す模式図である。図 6 に示す燃料電池 105 には、図 4 と同様に構成されたセルスタック 6 が設けられる。なお燃料電池 105 には、圧力差影響抑制部 60（圧力機構 61）は設けられない。ここでは、一例として水素ガス 1 の圧力により発電セル 20 に加わる荷重について説明する。

[0092] セルユニット 5 には、発電セル 20（燃料極 22）と第 1 のインターコネクタ 31（水素流路部 36）との間に水素ガス 1 の流路が形成される。水素ガス 1 の圧力は、流路の内側から外側に向けて流路の壁面を押す力（荷重）を発生させる。このため、発電セル 20 に対しては図中の上向きに荷重が加わり、第 1 のインターコネクタ 31 に対しては図中の下向きに荷重が加わる。図 6 では、水素ガス 1 の圧力により発生する荷重が白抜き矢印を用いて模式的に図示されている。

[0093] セルユニット 5 を積層したセルスタック 6 では、セルユニット 5 内の発電セル 20 に対して、隣接する他のセルユニット 5 を流れる水素ガス 1 の圧力に応じた荷重が加わることが考えられる。なお、他のセルユニット 5 を流れる水素ガス 1 に起因する荷重は、他のセルユニット 5 の第 1 のインターコネクタ 31 を介して間接的に伝えられる荷重である。

[0094] 例えば、最下セルユニット 5b の発電セル 20（最下セル）には、最下セルユニット 5b 内を流れる水素ガス 1 により上向きに荷重が加わるとともに、中間セルユニット 5c 内を流れる水素ガス 1 により下向きに荷重が加わる。

同様に、中間セルユニット 5c の発電セル 20（中間セル）には、中間セルユニット 5c 内を流れる水素ガス 1 により上向きに荷重が加わるとともに

、最上セルユニット 5 a 内を流れる水素ガス 1 により下向きに荷重が加わる。
。

[0095] このように、最下セル及び中間セルに対しては、水素ガス 1 の圧力に応じた上向き及び下向き双方の荷重が加わることになる。従って、最下セル及び中間セルに加わる水素ガス 1 の圧力による荷重は実質的にキャンセルされる。
。

[0096] 一方で、最上セルユニット 5 a の発電セル 20（最上セル）には、最上セルユニット 5 a 内を流れる水素ガス 1 により上向きに荷重が加わるが、最上セルユニット 5 a の上側には水素ガス 1 の流路は設けられていないため、最上セルに対して、水素ガス 1 による下向きの荷重が加わることはない。

このように、最上セルに対しては、水素ガス 1 の圧力に応じた上向きの荷重だけが加わることになる。このため、水素ガス 1 の圧力によっては、最上セルの変形や破損が生じる可能性がある。また最上セルユニット 5 a に供給される水素ガス 1 が漏洩する可能性も考えられる。

[0097] また、セルユニット 5 を流れる空気 2 の圧力により各発電セル 20 に加わる荷重についても水素ガス 1 の場合と同様に説明可能である。例えば最上セル及び中間セルに対しては、空気 2 の圧力に応じた上向き及び下向きの荷重が加わることになり、空気 2 の圧力による荷重がキャンセルされる。一方で、最下セルに対しては、空気 2 の圧力に応じた下向きの荷重だけが加わることになる。このため、空気 2 の圧力によっては、最下セルの変形や破損が生じる可能性がある。また最下セルユニット 5 b に供給される空気 2 が漏洩する可能性も考えられる。

[0098] 図 1 を参照して説明したように、燃料電池とガスタービンとを組み合わせる発電を行うシステムでは、燃料電池に用いられる水素ガス 1 及び空気 2 の流路は、ガスタービンにも接続される。このため、水素ガス 1 及び空気 2 の圧力は、ガスタービンの動作に連動して変化する。以下ではガスタービンと組み合わせた燃料電池の実験結果について説明する。

[0099] 図 7 は、ガスタービン起動時の圧力変化を示すグラフである。このグラフ

は、実験用の燃料電池を用いて測定したデータである。実験用の燃料電池は、図6に示す燃料電池105と同様に、圧力差影響抑制部60（圧力機構61）を設けていないセルスタック6を2つ組み合わせて構成されている。従って、実験用の燃料電池には、最上セルが2つ含まれ最下セルが2つ含まれる。

またデータの測定は、図1を参照して説明した発電装置100と同様のシステムに実験用の燃料電池を接続して行った。

[0100] 図7には、ガスタービン13を起動する際の実験用の燃料電池の水素入口24（SOFC Hydrogen Inlet）における水素ガス1の圧力 P_1 、空気入口26（SOFC Air Inlet）における空気2の圧力 P_2 、加圧容器11（Chamber）の圧力 P_3 の時間変化がプロットされている。またガスタービン13に設けられた圧縮機51の回転速度（HPC Rotational Speed）の時間変化がプロットされている。

また、図7の横軸は時間（sec）であり、左側の縦軸は圧力（kPa）（絶対圧）であり、右側の縦軸は回転速度（rpm）である。

[0101] ここでは、圧縮機51の回転速度が0の状態から、ガスタービン13を60秒でアイドリング状態（回転速度が約 4.5×10^4 rpmとなる状態）にする起動動作を行った。ガスタービン13の起動時は、圧縮機51が十分に動作していない。このため流路制御弁59を閉じ、外部空気源48から空気2を供給するモードによりガスタービン13を起動した。

[0102] また、実験用の燃料電池における、水素ガス1の圧力 P_1 、空気2の圧力 P_2 、及び加圧容器11の圧力 P_3 について、各圧力の差圧が5 kPa以内に抑制した。つまり、 P_1 と P_2 との差圧、 P_2 と P_3 との差圧、及び P_1 と P_3 との差圧が、いずれも5 kPa以内となるように各圧力を制御した。これは容器加圧弁47や容器放圧弁17等を適宜調整することで実現可能である。このように、差圧を5 kPa以内に抑制した場合には、実験用の燃料電池を破損させることなく動作させることが可能であった。

[0103] 一方で、差圧が大きい場合には、燃料電池が破損する可能性がある。

図 1 に示すシステムでは、ガスタービン 13 の起動や出力変化等の運転状態に合わせて水素ガス 1 及び空気 2 の圧力や流量が変化し、これとともに加圧容器 11 内の圧力も変化する。この時、急激な出力変化を行うと、水素流路圧力（水素ガス 1 の圧力 P_1 ）、空気流路圧力（空気 2 の圧力 P_2 ）、及び加圧容器 11 の圧力 P_3 がつりあわず、各差圧により発電セル 20 の破損や集電材の剥離が発生することが考えられる。

図 6 を参照して説明したように、特に最上セル及び最下セルには、非対称な圧力荷重が作用する。このため、最上セルまたは最下セルが破壊される可能性が高い。

[0104] 図 8 は、セルユニットごとの電流電圧特性を示すグラフである。図 8 の横軸は発電セル 20 を流れる電流（A）であり、縦軸は発電セル 20 に発生する電圧（V）である。図 8 には、不調になった実験用の燃料電池に含まれるセルユニット 5 ごとに発電セル 20 の電流電圧特性がプロットされている。

[0105] 実験では、水素ガス 1 の圧力 P_1 、空気 2 の圧力 P_2 、及び加圧容器 11 の圧力 P_3 の差圧が 10 kPa を超えるような運転をした場合に、実験用の燃料電池が不調になった。なお燃料電池が不調になっているか否かの判定は、各セルユニット 5（発電セル 20）の電圧をモニタリングすることで行った。

[0106] 図 8 には、互いに同様の電流電圧特性をもったセルユニット 5 のグループ #0 がある。このグループ #0 は、発電セル 20 が通常動作を行っているグループであり、破損等が発生していないと考えられる。

一方で、不調になった発電セル 20 では、内部抵抗が増大するため、電流を流した時に電圧低下が顕著に起こる。図 8 に示す c h A のセルユニット 5 及び c h B のセルユニット 5 では、グループ #0 に対して電流を増加させた場合に著しく電圧が低下しており、発電セル 20 が破損していることがわかる。

[0107] 今回、c h A のセルユニット 5 及び c h B のセルユニット 5 は、ともにセルスタック 6 の最も上側に配置された最上セルユニット 5 a（最上セル）で

あった。これは、 10 kPa を超える差圧が発生するオペレーションの過程で、最上セルに対して非対称な圧力荷重が作用したことで、最上セルが破損したものと考えられる。

[0108] 例えば産業用のガスタービンと燃料電池とを組み合わせる場合、数十分から数時間のオーダーで長い時間をかけて起動、停止、出力調整を行っている。これにより、圧力の急激な変化をなくし発電セル20の破壊を回避することが出来る。

これに対し、航空機にガスタービンと燃料電池とを組み合わせた発電装置を適用する場合、急速な起動や加速・減速に対応する出力制御が必要である。このため、地上用発電と異なり作動環境が急激に変化することが考えられる。例えば発電装置を航空機の動力として用いるためには、離陸時や上昇時に数10秒で出力を調整する必要がある。

[0109] このような急激な圧力変化は、上記したように発電セル20の破損をもたらし、燃料電池の動作を損ねる可能性がある。特に平板型の燃料電池を用いる場合には、その上端もしくは下端のセル（最上セルや最下セル）に対して非対称の圧力荷重が加わることとなり、非対称な変形により破壊に至ることが多い。このため、急激な圧力変化に対する燃料電池の耐久性を確保する必要がある。

[0110] [圧力機構の動作]

図9は、図4に示す燃料電池における圧力状態の一例を示す模式図である。図9では、圧力機構61を設けた燃料電池10において、水素ガス1の圧力により発電セル20に加わる荷重について説明する。

水素ガス1に注目した場合、最下セルユニット5bの発電セル20（最下セル）及び中間セルユニット5cの発電セル（中間セル）には、図6と同様に、水素ガス1の圧力に応じた上向き及び下向きの荷重が加わる。これにより、最下セル及び中間セルに加わる水素ガス1の圧力による荷重は実質的にキャンセルされる。

[0111] 一方、最上セルユニット5aの上側には水素ガス1が流れる最外流路62

を形成する圧力機構 6 1 a が設けられる。最外流路 6 2 を流れる水素ガス 1 の圧力により、最外流路 6 2 の内側から外側に向けて流路の壁面を押す力（荷重）が発生する。ここでは、最外流路 6 2 の上側の壁面を形成する蓋部材 6 4 に対して上向きに荷重が加わり、下側の壁面を形成する流路部材 6 3 に対して下向きに荷重が加わる。このうち下向きの荷重は、最上セルユニット 5 a の第 2 のインターコネクタ 3 2 を介して最上セルユニット 5 a の発電セル 2 0（最上セル）にも作用する。

[0112] すなわち最上セルに対しては、その直下を通る水素ガス 1 から上向きの荷重が加わり、圧力機構 6 1 a の最外流路 6 2 を通る水素ガス 1 から下向きの荷重が加わることになる。この結果、最上セルに加わる水素ガス 1 の圧力による荷重は、最下セルや中間セルの場合と同様に実質的にキャンセルされる。

[0113] このように、圧力機構 6 1 a は、セルスタック 6 の上端に設けられた発電セル 2 0（最上セル）に対して、上下方向から作用する圧力（荷重）を均等にするセル均圧機構として機能する。なお、本開示において均圧機構とは、ガスの圧力を均等にする機構ではなく、発電セル 2 0 に加わる圧力（荷重）を均等にする機構のことである。

圧力機構 6 1 a を設けることで、例えば空気 2 の圧力や加圧容器 1 1 の圧力に対する水素ガス 1 の圧力の差圧が大きくなった場合でも、最上セルに非対称な圧力荷重が加わる事態を防ぐことが可能となる。

[0114] また図 1 0 には、空気 2 の圧力により発電セル 2 0 に加わる荷重が模式的に図示されている。図 1 0 に示すように、空気 2 に注目した場合、最下セルに対しては、その直上を通る空気 2 から下向きの荷重が加わり、圧力機構 6 1 b の最外流路 6 2 を通る空気 2 から上向きの荷重が加わることになる。この結果、最下セルに加わる空気 2 の圧力による荷重は、最上セルや中間セルの場合と同様に実質的にキャンセルされる。

[0115] このように、圧力機構 6 1 b は、セルスタック 6 の下端に設けられた発電セル 2 0（最下セル）に対して、上下方向から作用する圧力（荷重）を均等

にするセル均圧機構として機能する。

圧力機構 6 1 b を設けることで、例えば水素ガス 1 の圧力や加圧容器 1 1 の圧力に対する空気 2 の圧力の差圧が大きくなった場合でも、最下セルに非対称な圧力荷重が加わる事態を防ぐことが可能となる。

[0116] このように、本実施形態に係る燃料電池 1 0 では、最上セルユニット 5 a の発電セル 2 0（最上セル）の上側にある空気流路のさらに上側に、水素流路を形成する圧力機構 6 1 a が設けられる。また最下セルユニット 5 b の発電セル 2 0（最下セル）の下側にある水素流路のさらに下側に、空気流路を形成する圧力機構 6 1 b が設けられる。

圧力機構 6 1 a 及び 6 1 b は、最上セル及び最下セルに加わる圧力の均圧化を目的としたセル均圧機構である。

[0117] これにより、水素側もしくは空気側だけに加圧や減圧が発生した場合に、最上セル及び最下セルを含む全ての発電セル 2 0 に対して、同じように、上下双方から圧迫される方向に圧力荷重を作用させることが可能となる。これにより、セルスタック 6 において発生する非対称な圧力荷重に対し、最上セル及び最下セルの耐久性を向上させることが可能となる。

[0118] 具体的には、最上セルや最下セルについて、非対称な変形が発生することを防止し、各セルの破損を回避することが可能となる。また例えば、最上セルや最下セルについて、インターコネクタ及び集電材との密着度が低下するといった事態を防止することが可能となり、各セルの集電効率が低下するといった事態を回避することが可能となる。

さらに、圧力機構 6 1 a 及び 6 1 b により、上側及び下側の対象インターコネクタ 3 0（最上セルユニット 5 a の第 2 のインターコネクタ 3 2 t 及び最下セルユニット 5 b の第 1 のインターコネクタ 3 1 t）における圧力差が抑制される。これにより、最上セルユニット 5 a 及び最下セルユニット 5 b のシール性能が向上し、水素ガス 1 や空気 2 の漏洩を抑制することが可能となる。

このように、圧力機構 6 1 a 及び 6 1 b を設けることで、圧力変化に対し

耐久性の高い平板形の燃料電池 10 を実現することが可能となる。

[0119] 例えば図 7 及び図 8 を参照して説明したように、圧力機構 61 を設けない実験用の燃料電池では、10 kPa 程度の差圧発生時に最上セルが損傷した。これに対し、本実施形態に係る圧力機構 61 を設けることで、数十 kPa 程度の差圧が発生しても損傷しない燃料電池 10 が実現可能である。

これにより、圧力変化に対する耐久性を高く、急速な起動や出力制御が必要となる航空機にも十分に適用可能な平板型の燃料電池 10 を提供することが可能となる。

[0120] [圧力機構の他の構成例]

図 11～図 13 は、圧力機構の他の構成例を示す模式図である。図 11～図 13 では、最上セルユニット 5a の第 2 のインターコネクタ 32t に設けられる圧力機構 110、111、112 について説明する。なお、ここで記載する圧力機構 110、111、112 についての説明は、最下セルユニット 5b の第 1 のインターコネクタ 31t に設けられる圧力機構の説明として適宜読み替えることが可能である。

[0121] 図 11 に示す圧力機構 110 は、流路部材 63 を用いて構成される。なお圧力機構 110 には、図 5 等に示す蓋部材 64 は用いられない。

板状の流路部材 63 は、複数の凸部 38 からなる作用ガス流路部 65 が形成された面を、最上セルユニット 5a の第 2 のインターコネクタ 32t に向けて配置される。この場合、流路部材 63（作用ガス流路部 65）と第 2 のインターコネクタ 32t との間の空間が、最外流路 62 となる。また流路部材 63 としては、各インターコネクタと同様の部材を用いることが可能である。

圧力機構 110 は、蓋部材を用いない分、図 5 に示す圧力機構 61 と比べて軽量である。

[0122] 図 12 では、第 1 のインターコネクタ 31 及び第 2 のインターコネクタ 32 として、一方の面に複数の平行な溝 39 が形成された板状の部材が用いられる。第 1 のインターコネクタ 31 に形成された溝 39 は、水素流路部 36

として機能し、第2のインターコネクタ32に形成された溝39は、空気流路部37として機能する。このように、水素ガス1や空気2の流路として平行な溝39が設けられてもよい。

また、第1のインターコネクタ31及び第2のインターコネクタ32は、溝39の方向が水素ガス1及び空気2の流れる方向となるように配置される。従って、第1のインターコネクタ31及び第2のインターコネクタ32の溝39の方向は、厚み方向からみて直交する。

平行な溝39を用いた流路パターンにより、流れが阻害されにくいため、水素ガス1や空気2を流路全体にスムーズに供給することが可能となる。また、溝39の構造により第1のインターコネクタ31や第2のインターコネクタ32を曲がりにくくすることが可能となる。

[0123] 図12に示す圧力機構111は、複数の平行な溝39からなる作用ガス流路部65が形成された流路部材63と、平板上の蓋部材64とを用いて構成される。流路部材63としては、各インターコネクタと同様の部材を用いることが可能である。

流路部材63は、作用ガス流路部65を外側（図中の上側）に向けて、第2のインターコネクタ32tに接続される。また作用ガス流路部65に対向して蓋部材64が配置される。この場合、流路部材63（作用ガス流路部65）と蓋部材64との間の空間が、最外流路62となる。なお、流路部材63の溝39の方向は、第1のインターコネクタ31の溝39の方向と平行に配置される。

圧力機構111の最外流路62は、第1のインターコネクタ31と発電セル20との間に形成される水素ガス1の流路と同様の流路となる。これにより、水素ガス1により発電セル20にかかる荷重を十分にキャンセルすることが可能となる。

[0124] 図13に示す圧力機構112は、図12に示す圧力機構111を変形した実施例である。圧力機構112は、図12と同様の流路部材63を用いて構成される。なお圧力機構112には、蓋部材64は用いられない。

板状の流路部材 6 3 は、複数の平行な溝 3 9 からなる作用ガス流路部 6 5 が形成された面を、最上セルユニット 5 a の第 2 のインターコネクタ 3 2 t に向けて配置される。この場合、流路部材 6 3（作用ガス流路部 6 5）と第 2 のインターコネクタ 3 2 t との間の空間が、最外流路 6 2 となる。

また、流路部材 6 3 の内側には、最外流路 6 2 に対する変形を抑制するための複数の平行な溝 3 9 を設けているが、流路部材 6 3 の外側に溝を追加してもよい。

圧力機構 1 1 2 は、蓋部材を用いない分、図 1 2 に示す圧力機構 6 1 と比べ軽量である。

[0125] この他、圧力機構の具体的な構成は限定されない。例えば、流路部材 6 3 に設けられる流路パターンは、必ずしもインターコネクタに設けられる流路パターンと同じである必要は無い。従って、複数の凸部 3 8 が形成されたインターコネクタを使用したセルスタック 6 に対して、平行な溝 3 9 が形成された流路部材 6 3 を用いて圧力機構を構成してもよい。逆に、平行な溝 3 9 が形成されたインターコネクタを使用したセルスタック 6 に対して、複数の凸部 3 8 が形成された流路部材 6 3 を用いて圧力機構を構成してもよい。

[0126] [発電装置 1 0 0 を搭載した航空機]

近年、脱炭素化の動きに合わせ、水素を燃料に利用した航空機の開発や、航空機を電動化する研究が盛んに進められている。このような、航空機への水素適用や電動化に合わせ、燃料電池を利用した電動航空機が注目されている。

[0127] 一般に、燃料電池を航空機へ適用するメリットとしては、燃料から高い効率で電気エネルギーを得られる点に加え、発電時の損失として発生する熱を回収することにより新たなエネルギー源として利用することが可能である点が挙げられる。このため、航空機に燃料電池を適用する際には、ガスタービン等の内燃機関とのコンバインド発電に用いることが有望である。以下では、本実施形態に係る燃料電池 1 0 を適用した航空機について説明する。

[0128] 図 1 4 は、複合発電ジェットエンジンを搭載した航空機 7 0 の一例を示す

模式図である。航空機 70 は、胴体 71 と、主翼 72 と、尾翼 73 と、複数の電動ファン 74 とを有する。また航空機 70 には、燃料電池 10 (S O F C) とガスタービン 13 とをコンバインド化させ水素燃料により発電する複合発電ジェットエンジン 75 が搭載される。上記した電動ファン 74 は、複合発電ジェットエンジン 75 の推進機構となる。

[0129] 図 14 に示す航空機 70 は、胴体 71 と翼（主翼 72 及び尾翼 73）を一体的に設計したブレンデッドウィングボディ型の機体形状を備え、扁平な胴体 71 の側面に左右の主翼 72 が設けられ、胴体 71 の後側に左右の尾翼 73 が設けられる。左右の尾翼 73 の間には、複数の電動ファン 74 が配置される。ここでは 8 つの電動ファン 74 が設けられるが、電動ファン 74 の数は限定されない。

[0130] 図 15 は、複合発電ジェットエンジンの構成例を示す模式図である。

複合発電ジェットエンジン 75 は、発電装置 100 と、電力制御部 76 と、複数の電動ファン 74 とを有する。このうち、発電装置 100 は、例えば図 1 を参照して説明したように、燃料電池 10 及びガスタービン 13 を組み合わせたコンバインド発電を行う装置である。

なお、燃料電池 10 には、水素燃料タンク 77 から水素燃料（水素ガス 1）が供給される。水素燃料タンク 77 は図 1 に示す燃料タンク 14 に相当する。またガスタービン 13 には、燃料電池 10 から排出された水素燃料と、ジェット燃料タンク 78 から供給されるジェット燃料とが供給される。

燃料の組み合わせは水素燃料とジェット燃料の双方を利用する方式としているが、全てを水素燃料として、ガスタービン 13 には燃料電池 10 から排出された水素燃料のみが供給されるような方式としてもよい。また、水素燃料の代替として都市ガス、L P ガスなど炭化水素系の燃料を用いてもよい。

[0131] 電力制御部 76 は、発電装置 100 の燃料電池 10 及びガスタービン 13 により生成された電力の変換、合成、分配等の電力制御を行う。例えば燃料電池 10 が生成する直流の電力は、合成分配部 80 にそのまま入力される。またガスタービン 13 に接続された発電機 12 が生成する交流の電力は、コ

ンバータ 79 により直流の電力に変換されて、合成分配部 80 に入力される。

[0132] 合成分配部 80 は、バッテリー 81 に接続される。バッテリー 81 は、発電装置 100 からの電力で充電されるとともに、必要に応じて合成分配部 80 に電力を供給する。

また合成分配部 80 は、燃料電池 10、ガスタービン 13（発電機 12）、及びバッテリー 81 からの電力を合成し、複数の電動ファン 74 ごとに対応して設けられた複数のインバータ 82 に分配する。各インバータ 82 は、合成分配部 80 からの直流の電力を交流に変換して電動ファン 74 のモータ 83 に出力する。

[0133] 複数の電動ファン 74 は、各々がモータ 83 と、ギア 84 と、ファン 85 とを有する。モータ 83 は、インバータ 82 から供給される電力により回転する。ギア 84 は、モータ 83 の回転を所定のギア比でファン 85 に伝える。モータ 83 がギア 84 を介してファン 85 が回転することで推進力が発生する。

[0134] 複合発電ジェットエンジン 75 において水素ガス 1 を燃料とした場合、燃料電池 10 及びガスタービン 13 では、二酸化炭素が発生しない。従って、複合発電ジェットエンジン 75 を搭載した航空機 70 は、二酸化炭素等の温室効果ガスの発生を抑制したエミッションフリー航空機となる。

[0135] この推進システムは、既存のジェットエンジンよりも、推進効率及び熱効率が向上すると期待される。具体的には、電動ファン 74 の多発分散化により、機械エネルギーから推進エネルギーへの変換効率である推進効率が向上する。また燃料電池 10 を用いたガスタービン 13 の複合化により、燃料の発熱エネルギーから機械エネルギーへの変換効率である熱効率が向上する。

これにより、航空機 70 の搭載水素量を減らし、水素タンクの小型化を図ることが可能となる。この結果、エミッションフリー航空機は既存の航空機よりも長距離の航空輸送を実現することが可能となる。

[0136] 本発明は、平板型の燃料電池 10 において、水素ガス 1 や空気 2 の圧力が

急激に変化するような場合に最上セルや最下セルに非対称な荷重が加わることを抑制したものである。このような燃料電池 10 を複合発電ジェットエンジン 75 に適用することで、航空機 70 に要求される圧力範囲で安定して動作可能な発電システムを提供可能であり、信頼性の高いエミッションフリー航空機を実現することが可能となる。

[0137] 以上、本実施形態に係る燃料電池 10 では、複数のセルユニット 5 によりセルスタック 6 が構成される。各セルユニット 5 では、発電セル 20 を構成する電解質層 21 の燃料極 22 側及び空気極 23 側に、水素ガス 1 の流路を形成する第 1 のインターコネクタ 31 及び空気 2 の流路を形成する第 2 のインターコネクタ 32 がそれぞれ配置される。また燃料電池 10 には、セルスタック 6 の最も外側に配置される第 1 のインターコネクタ 31 及び第 2 のインターコネクタ 32 の両方を対象インターコネクタ 30 として、圧力差による変形や漏洩等の影響を抑制する圧力差影響抑制部 60 が設けられる。これにより、例えば対象インターコネクタ 30 に隣接する発電セル 20（最上セル及び最下セル）の圧力による変形等が抑制され、圧力変化に対する耐久性を高くすることが可能となる。

[0138] <その他の実施形態>

本発明は、以上説明した実施形態に限定されず、他の種々の実施形態を実現することができる。

[0139] 上記した実施形態では、圧力差影響抑制部 60 として、セル均圧機構として機能する圧力機構が設けられた。また圧力機構において、圧力を作用させる作用ガスとしては、セルユニット 5 を流れる水素ガス 1 や空気 2 が利用された。

これに限定されず、セルユニット 5 を流れる水素ガス 1 や空気 2 とは別の作用ガスが用いられてもよい。この場合、燃料電池 10 において燃料や酸化剤として消費されるガスとは別のガスが作用ガスとして用いられる。作用ガスの種類は、水素や空気でもよいし、窒素等の他の不活性ガスが混入してもよい。

- [0140] 圧力機構 6 1（最外流路 6 2）内での作用ガスの圧力は、水素ガス 1 や空気 2 の圧力に応じて設定される。例えば水素ガス 1（空気 2）の圧力が測定される。そして、水素ガス 1（空気 2）と同様の圧力にするべき作用ガスについては、その圧力が測定した水素ガス 1 の同様の圧力に調整される。このように、水素ガス 1 や空気 2 の圧力に応じて、作用ガスの圧力をアクティブに調整してもよい。これにより、発電セル 2 0 に加わる荷重を細かく調整することが可能となる。
- [0141] また上記では圧力機構を構成する部材として、溝や凸部による流路パターンが形成された流路部材を用いる場合について説明した。例えば流路パターンが形成されていない平板部材だけを用いて圧力機構を構成してもよい。これは、上記した各圧力機構において、流路部材の代わりに平板部材を用いた構成である。このように流路パターンがない場合でも、対象インターコネクタに圧力を作用させることが可能である。
- [0142] また圧力機構において、対象インターコネクタに圧力を作用させる方法は限定されない。例えば水や油等の液体を使って圧力を加える機構が用いられてもよい。また、ピストンやモータ等を使って機械的に圧力をかける機構が用いられてもよい。これらの機構は、水素ガス 1 や空気 2 の圧力に応じて適宜制御される。
- [0143] 圧力差影響抑制部 6 0 は、必ずしも対象インターコネクタに圧力を作用させる機構である必要はない。圧力差影響抑制部 6 0 は、対象インターコネクタに沿って設けられ対象インターコネクタの剛性を補強する補強機構であってもよい。
- [0144] 図 1 6～図 1 8 は、他の実施形態に係る圧力差影響抑制部の一例を示す模式図である。図 1 6～図 1 8 に示す圧力差影響抑制部 6 0 は、いずれも対象インターコネクタ 3 0 の機械的な剛性を高めるために設けられた補強機構である。補強機構を設けることで、対象インターコネクタ 3 0 自身の変形が抑制され、結果として対象インターコネクタ 3 0 に隣接する発電セル 2 0 の変形を抑制することが可能となる。また対象インターコネクタ 3 0 が変形しに

くくなるため、その周辺のシール性能が向上し、水素ガス 1 や空気 2 の漏洩を抑制することも可能である。

以下では、最上セルユニット 5 a の第 2 のインターコネクタ 3 2 t が対象インターコネクタ 3 0 である場合について説明する。なお、ここで記載する説明は、最下セルユニット 5 b の第 1 のインターコネクタ 3 1 t が対象インターコネクタ 3 0 である場合にも適用可能である。

[0145] 図 1 6 に示す補強機構 6 6 a は、対象インターコネクタ 3 0 に沿って設けられた溝部 6 7 を含む。溝部 6 7 は、対象インターコネクタ 3 0 の外側（発電セル 2 0 に向けられる側とは反対側）に形成された複数の溝である。例えば互いに平行な直線状の溝が溝部 6 7 として形成される。また例えば、対象インターコネクタ 3 0 に曲がりやすい軸方向がある場合には、その軸方向と直交するように溝が形成される。

[0146] 例えば対象インターコネクタ 3 0 の内側の流路パターンが平行な溝パターンである場合（図 1 2 及び図 1 3 等参照）、溝パターンの延在方向が対象インターコネクタ 3 0 が曲がりやすくなる軸方向となる。この場合、対象インターコネクタ 3 0 の外側には、内側の溝パターンの延在方向と直交するように溝部 6 7 が設けられる。これにより、対象インターコネクタ 3 0 の変形を十分に抑制することが可能となる。

[0147] この他、溝部 6 7 の具体的な構成は限定されず、対象インターコネクタ 3 0 の変形を抑制可能なように、曲線状の溝や折れ曲がりのある溝等が適宜用いられてもよい。

溝部 6 7 を含む補強機構 6 6 a は、対象インターコネクタ 3 0 の厚みを大幅に増大させることなく、その剛性を効果的に高めることが可能である。また、切削加工やプレス加工を用いることで容易に製造することが可能である。

[0148] 図 1 7 に示す補強機構 6 6 b は、対象インターコネクタ 3 0 に沿って設けられたリブ部 6 8 を含む。リブ部 6 8 は、対象インターコネクタ 3 0 の外側に形成された複数のリブである。例えば互いに平行な直線状の突出部がリブ

部 6 8 として形成される。また溝部 6 7 の場合と同様に、対象インターコネクタ 3 0 に曲がりやすい軸方向がある場合には、その軸方向と直交するように平行な突出部が形成される。

[0149] リブ部 6 8 の具体的な構成は限定されない。例えば曲線状の突出部や折れ曲がりのある突出部等が適宜用いられてもよい。また、線状の突出部に限らず、例えば格子状の突出部がリブ部 6 8 として形成されてもよい。

リブ部 6 8 を含む補強機構 6 6 b は、対象インターコネクタ 3 0 の厚みが比較的薄いままでも剛性を効果的に高めることが可能である。これにより、軽量でありながら変形しにくい対象インターコネクタ 3 0 を実現することが可能となる。

[0150] 図 1 8 に示す補強機構 6 6 c は、対象インターコネクタ 3 0 よりも剛性の高い補強部材 6 9 である。ここでは、対象インターコネクタ 3 0 の平面形状と同形同大の平板部材が補強部材 6 9 として用いられる。補強部材 6 9 は、対象インターコネクタ 3 0 よりも剛性の高い材質で構成されるか、剛性の高い構造となるように構成される。

このように、補強部材 6 9 を追加するだけでも、対象インターコネクタ 3 0 の変形を容易に抑制することが可能である。

[0151] ここまでの実施例では、主に最上セルユニット 5 a 及び最下セルユニット 5 b の両方に圧力差影響抑制部 6 0 (圧力機構 6 1 や補強機構 6 6) が設けられた。これに限定されず、圧力差影響抑制部 6 0 を最上セルユニット 5 a 及び最下セルユニット 5 b のどちらか一方に設けた構成も可能である。すなわちセルスタック 6 において最も外側に配置される第 1 のインターコネクタ 3 1 及び第 2 のインターコネクタ 3 2 のどちらか一方を対象として、圧力差影響抑制部 6 0 が設けられてもよい。例えば圧力変化により破損しやすい側にだけ圧力差影響抑制部 6 0 を設けるといったことも可能である。

[0152] また、燃料電池 1 0 は複数のセルユニット 5 を積層したセルスタック 6 として構成されなくてもよく、例えば単一のセルユニット 5 により燃料電池 1 0 が構成されてもよい。この場合、セルユニット 5 を構成する第 1 のインタ

ーコネクタ 31 及び第 2 のインターコネクタ 32 の少なくとも一方に対して、圧力差影響抑制部 60 が設けられる。

[0153] 燃料電池 10 は、航空機以外に搭載されてもよい。例えば、燃料電池 10 を自動車、列車、船舶等に搭載してもよい。また航空ドローンや宇宙機等の飛翔体に燃料電池 10 を搭載してもよい。この他、本発明は任意の移動体の電力源として適用可能である。

また燃料電池 10 は、移動体に搭載する場合に限定されず、定置型の発電装置に用いられてもよい。

[0154] 図 19 は、他の実施形態に係る地上設置型の発電装置の一例を示す模式図である。

図 19 に示す発電装置 200 は、定置発電用複合サイクルシステムであり、燃料電池 210 (SOFC) とマイクロガスタービン 213 とを組み合わせたハイブリッドシステムである。発電装置 200 は、都市ガスや LP ガス等を改質して得られる水素ガス 1 を燃料として発電を行う装置である。ここでは水素ガス 1 及び空気 2 の流れが細い点線の矢印及び細い実線の矢印で模式的に図示されている。

[0155] 都市ガスのラインから水素ガス 1 が供給され、その一部は燃料電池 210 に供給され、他の一部はマイクロガスタービン 213 の燃焼器 52 に供給される。燃料電池 210 を通過して高温になった水素ガス 1 は、一部が燃焼器 52 に供給され、他の一部は再度燃料電池 210 に供給される (再循環ブロワ)。再循環ブロワにより、燃料電池 210 における発電効率を向上することが可能である。

[0156] マイクロガスタービン 213 の圧縮機 51 で圧縮された空気 2 は、再生熱交換器 86 を介して燃料電池 210 に供給される。燃料電池 210 を通過して高温になった空気 2 は、燃焼器 52 に供給され、水素ガス 1 とともに燃焼される。このときの燃焼ガスによりマイクロガスタービン 213 のタービン 53 が回転される。また再生熱交換器 86 は、タービン 53 から排出される燃焼ガスと、圧縮機 51 から出た空気 2 との熱交換を行い、空気 2 を加熱し

て排出する。さらに、再生熱交換器 86 から排出された燃焼ガスは、廃熱回収部 87 により熱エネルギーとして回収される。この熱エネルギーは、例えば給湯システムや暖房システム等に利用される。

[0157] 例えば、従来の発電システムでは、ガスタービン起動後に数百時間程度で燃料電池が定格出力に到達するような運転を行っていた。これは、急激な圧力変化による燃料電池の破損を回避するためのオペレーションである。

[0158] これに対し、本発明を適用した発電装置 200 には、圧力差影響抑制部 60 が設けられた燃料電池 210 が用いられるため、圧力変化に対する耐久性が高い。

これにより、例えば緊急時の急激な起動・停止を可能とする高効率なガスタービン発電機やガスタービンエンジンを実現することが可能となる。

また、家庭用に用いられる発電システムでは、システムの頻繁な ON・OFF が想定されるが、本発明を適用することで急激な起動・停止が可能な家庭用燃料電池システムを実現することが可能となる。

[0159] 上記では、主に燃料電池とガスタービンとを組み合わせたコンバインド発電システムについて説明した。燃料電池は、ガスタービンと組み合わせて用いる必要は無い。例えば燃料電池が単体で用いられる場合にも、本発明を適用することで、圧力変化に対する燃料電池の耐久性を向上することが可能である。

[0160] 上記では、主に燃料電池として固体酸化物形燃料電池 (SOFC) を用いる場合について説明した。これに限定されず、他の種類の燃料電池に対して本発明を適用することも可能である。例えば、固体高分子形燃料電池 (PEFC : Polymer Electrolyte Fuel Cell)、リン酸形燃料電池 (PAFC : Phosphoric Acid Fuel Cell)、熔融炭酸塩形燃料電池 (MCMF : Molten Carbonate Fuel Cell) 等の他のタイプの燃料電池に本発明が適用されてもよい。

[0161] 以上説明した本発明に係る特徴部分のうち、少なくとも 2 つの特徴部分を組み合わせることも可能である。すなわち各実施形態で説明した種々の特徴部分は、各実施形態の区別なく、任意に組み合わせられてもよい。また上記で

記載した種々の効果は、あくまで例示であって限定されるものではなく、また他の効果が発揮されてもよい。

符号の説明

- [0162] 1 …水素ガス
 2 …空気
 5 …セルユニット
 6 …セルスタック
 1 0、2 1 0 …燃料電池
 1 1 …加圧容器
 1 2 …発電機
 1 3 …ガスタービン
 2 0 …発電セル
 3 0 …対象インターコネクタ
 3 1 …第1のインターコネクタ
 3 2 …第2のインターコネクタ
 5 1 …圧縮機
 5 2 …燃焼器
 5 3 …タービン
 6 0 …圧力差影響抑制部
 6 1、6 1 a、6 1 b、1 1 0、1 1 1、1 1 2 …圧力機構
 6 6 a、6 6 b、6 6 c …補強機構
 7 0 …航空機
 1 0 0、2 0 0 …発電装置

請求の範囲

- [請求項1] 電解質層を燃料電極と酸化剤電極とで挟んだ発電セルと、前記燃料電極側に燃料ガスの流路を形成する第1のセパレータと、前記酸化剤電極側に酸化剤ガスの流路を形成する第2のセパレータとを有する少なくとも一つのセルユニットと、
- 前記少なくとも一つのセルユニットからなるセルブロックと、
- 前記セルブロックにおいて最も外側に配置される前記第1のセパレータ及び前記第2のセパレータの少なくとも一方を対象セパレータとして、前記対象セパレータに対する圧力差による影響を抑制する圧力差影響抑制部と
- を具備する燃料電池。
- [請求項2] 請求項1に記載の燃料電池であって
- 前記圧力差影響抑制部は、圧力差による前記対象セパレータの変形、及び圧力差による前記対象セパレータ周りでの漏洩の少なくとも一方を抑制する機構である
- 燃料電池。
- [請求項3] 請求項1に記載の燃料電池であって、
- 前記少なくとも一つのセルユニットは、複数のセルユニットであり、
- 前記セルブロックは、前記燃料ガスの流路と前記酸化剤ガスの流路とが交互に形成されるように前記複数のセルユニットを積層した積層体である
- 燃料電池。
- [請求項4] 請求項1から3のうちいずれか1項に記載の燃料電池であって、
- 前記圧力差影響抑制部は、前記対象セパレータの外側から圧力を作用させる圧力機構である
- 燃料電池。
- [請求項5] 請求項4に記載の燃料電池であって、

前記圧力機構は、前記燃料ガス及び前記酸化剤ガスのうち前記発電セルを挟んで前記対象セパレータとは反対側に流れる対象ガスと同等の圧力を前記対象セパレータの外側から作用させる

燃料電池。

[請求項6]

請求項5に記載の燃料電池であって、

前記圧力機構は、前記対象セパレータの外側から圧力を作用させる作用ガスの流路を前記対象セパレータの外側に形成する

燃料電池。

[請求項7]

請求項6に記載の燃料電池であって、

前記作用ガスは、前記対象ガスであり、

前記圧力機構は、前記作用ガスの流路を、前記対象ガスと共通する流入路及び流出路に接続する

燃料電池。

[請求項8]

請求項7に記載の燃料電池であって、

前記圧力機構は、前記作用ガスの流路として、前記発電セルに沿った前記対象ガスの流路と同様の流路を形成する

燃料電池。

[請求項9]

請求項1から3のうちいずれか1項に記載の燃料電池であって、

前記圧力差影響抑制部は、前記対象セパレータに沿って設けられ前記対象セパレータの剛性を補強する補強機構である

燃料電池。

[請求項10]

請求項9に記載の燃料電池であって、

前記補強機構は、前記対象セパレータに沿って設けられた溝部又はリブ部を含む

燃料電池。

[請求項11]

請求項1から3のうちいずれか1項に記載の燃料電池であって、

前記電解質層は、固体酸化物電解質により構成される

燃料電池。

[請求項12] 請求項1から3のうちいずれか1項に記載の燃料電池であって、
加圧容器内に配置される
燃料電池。

[請求項13] 加圧容器と、
電解質層を燃料電極と酸化剤電極とで挟んだ発電セルと、前記燃料電極側に燃料ガスの流路を形成する第1のセパレータと、前記酸化剤電極側に酸化剤ガスの流路を形成する第2のセパレータとを有する少なくとも一つのセルユニットと、
前記少なくとも一つのセルユニットからなるセルブロックと、
前記セルブロックにおいて最も外側に配置される前記第1のセパレータ及び前記第2のセパレータの少なくとも一方を対象セパレータとして、前記対象セパレータに対する圧力差による影響を抑制する圧力差影響抑制部とを有し、前記加圧容器に格納される燃料電池と、
前記燃料電池に前記燃料ガスを供給する第1の供給ラインと、
前記燃料電池に前記酸化剤ガスを供給する第2の供給ラインと
を具備する燃料電池システム。

[請求項14] 加圧容器と、
電解質層を燃料電極と酸化剤電極とで挟んだ発電セルと、前記燃料電極側に燃料ガスの流路を形成する第1のセパレータと、前記酸化剤電極側に酸化剤ガスの流路を形成する第2のセパレータとを有する少なくとも一つのセルユニットと、
前記少なくとも一つのセルユニットからなるセルブロックと、
前記セルブロックにおいて最も外側に配置される前記第1のセパレータ及び前記第2のセパレータの少なくとも一方を対象セパレータとして、前記対象セパレータに対する圧力差による影響を抑制する圧力差影響抑制部とを有し、前記加圧容器に格納される燃料電池と、
発電機と、
空気を圧縮する圧縮機と、前記圧縮機により圧縮された空気と前記

燃料ガスとを燃焼させる燃焼器と、前記燃焼器からの燃焼ガスを駆動源として前記圧縮機及び前記発電機を駆動するタービンとを有するガスタービンと、

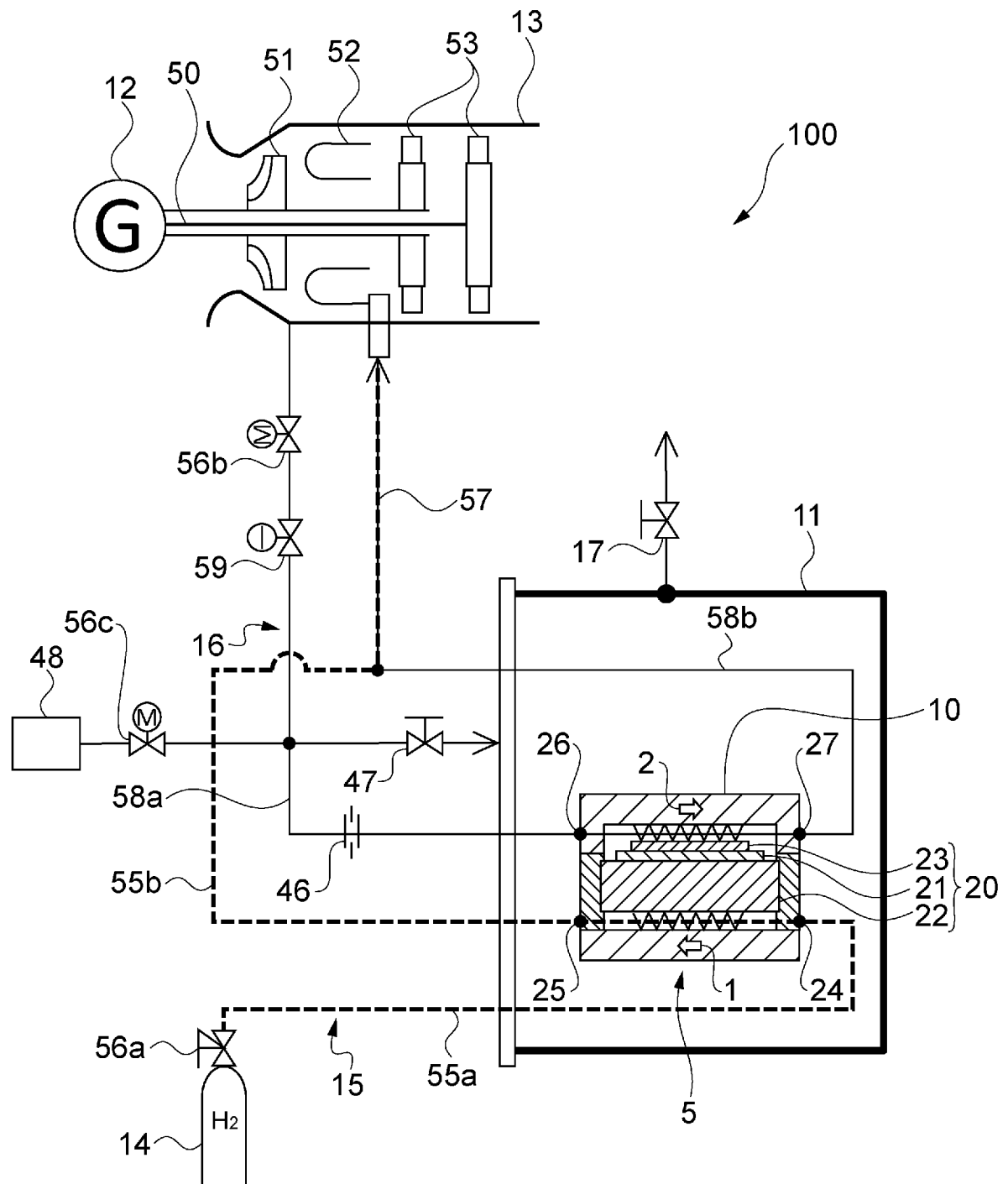
前記燃料電池に前記燃料ガスを供給し、前記燃料電池から排出された前記燃料ガスを前記燃焼器に供給する第1の供給ラインと、

前記燃料電池に前記酸化剤ガスとして前記圧縮機により圧縮された空気を供給し、前記加圧容器に加圧ガスとして前記圧縮機により圧縮された空気を供給し、前記燃料電池から排出された空気を前記燃焼器に供給する第2の供給ラインと

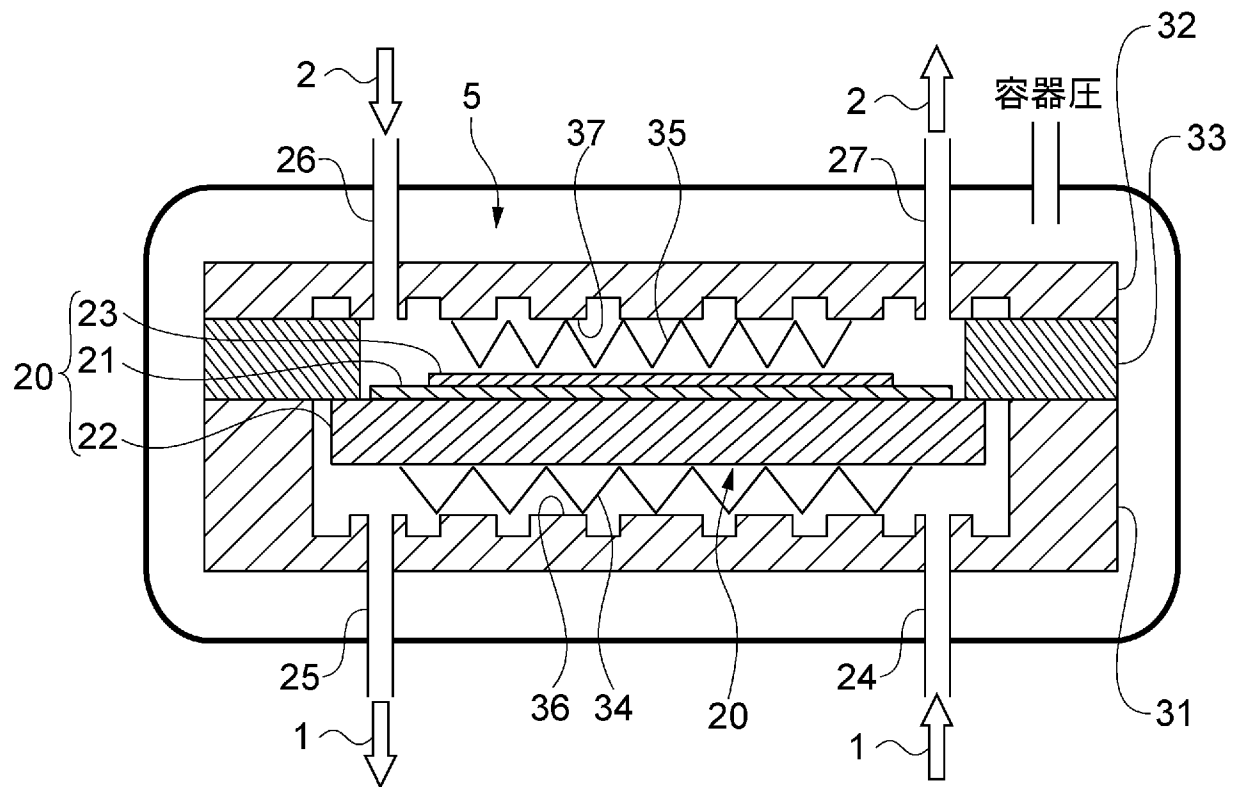
を具備する発電装置。

[請求項15] 請求項14に記載の発電装置を具備する
航空機。

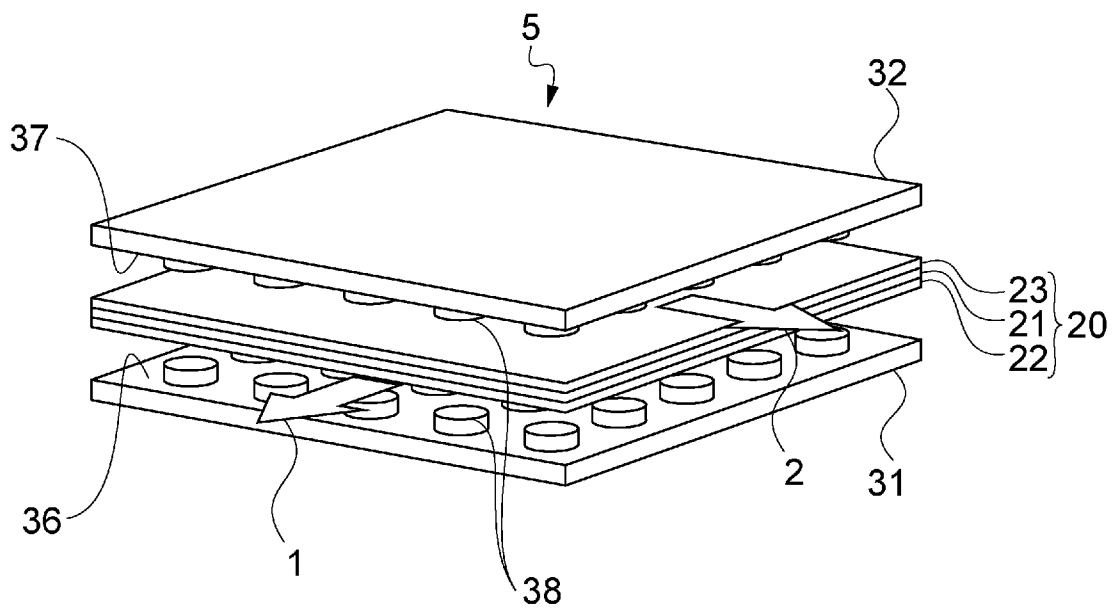
[図1]



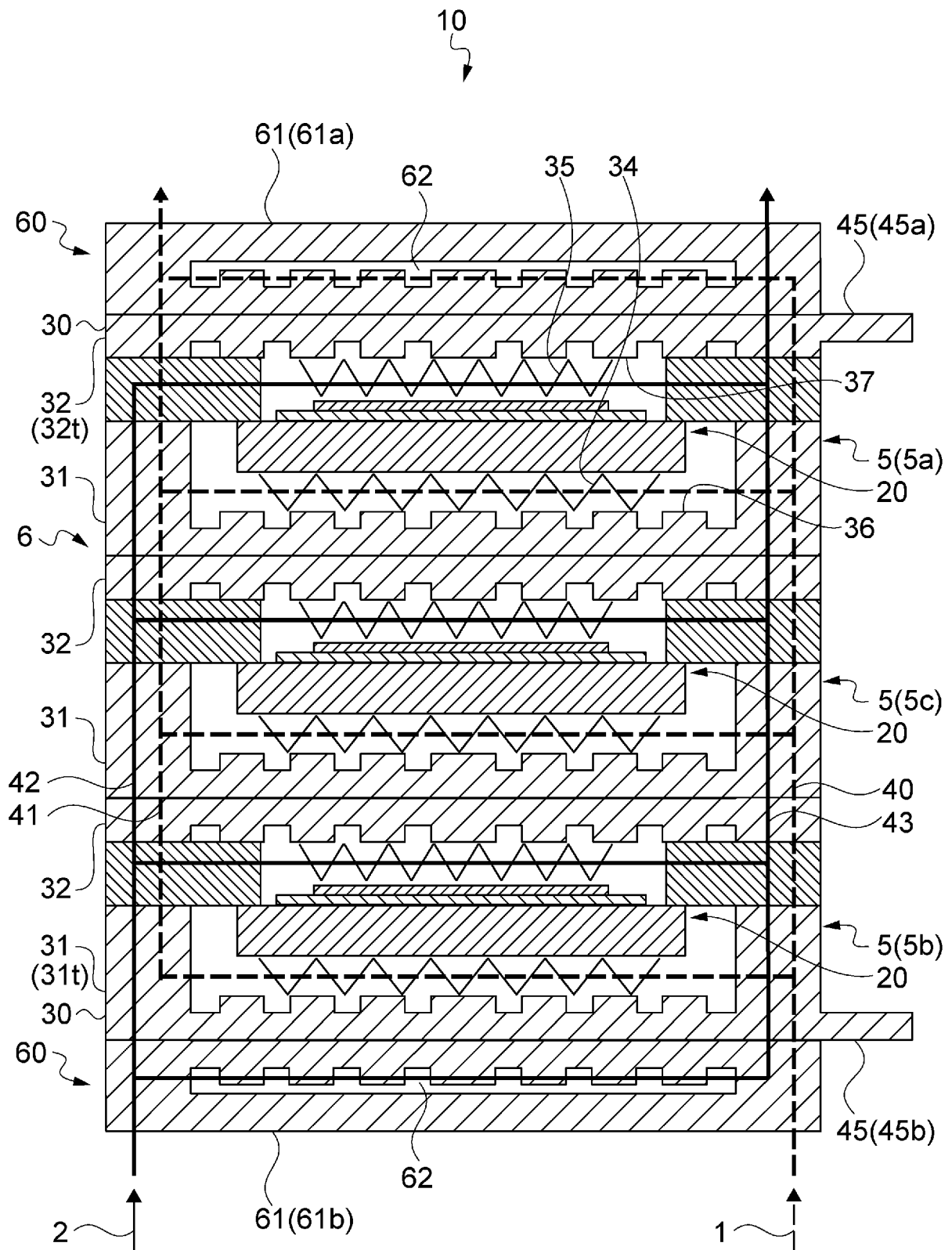
[図2]



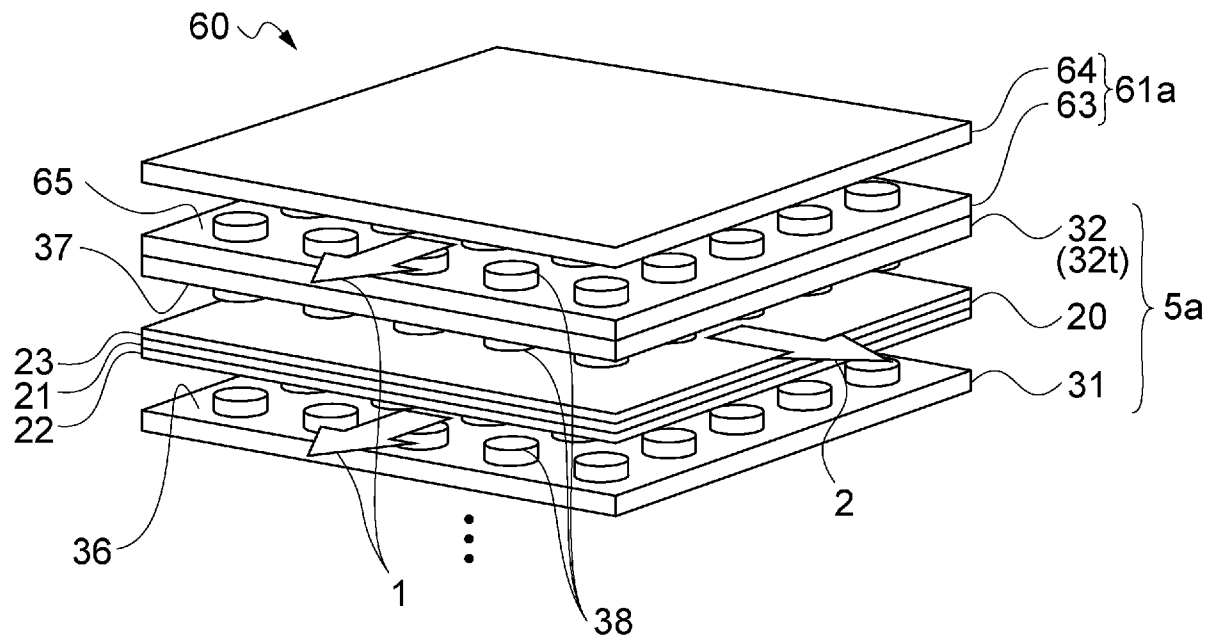
[図3]



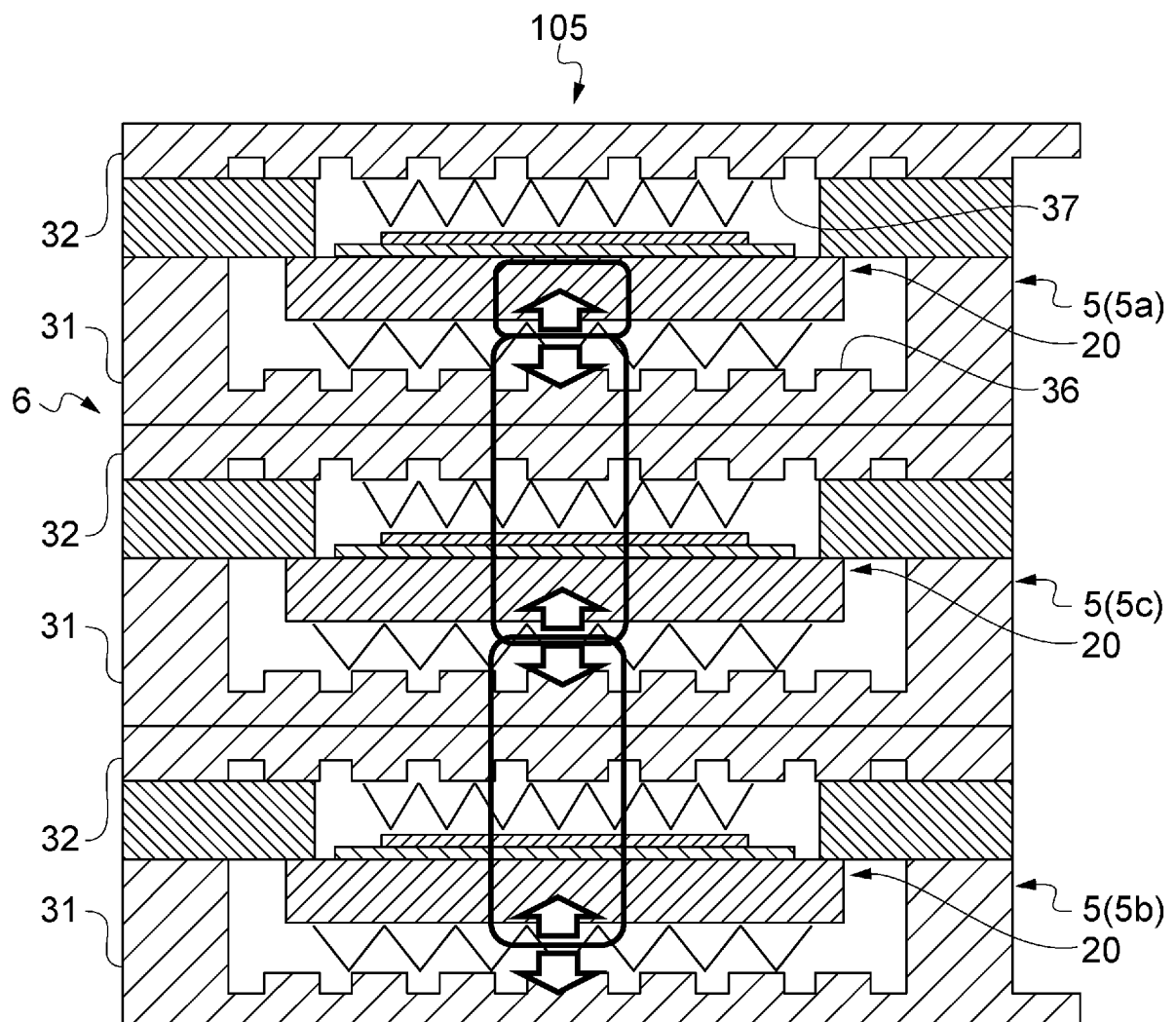
[図4]



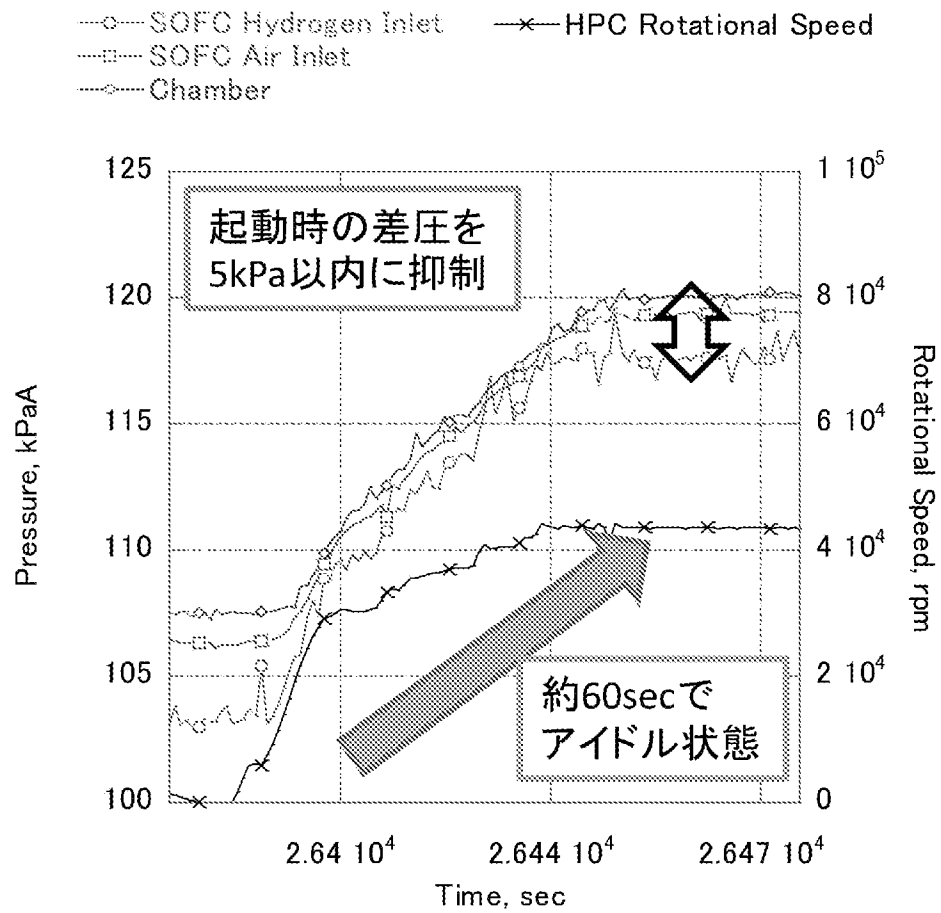
[図5]



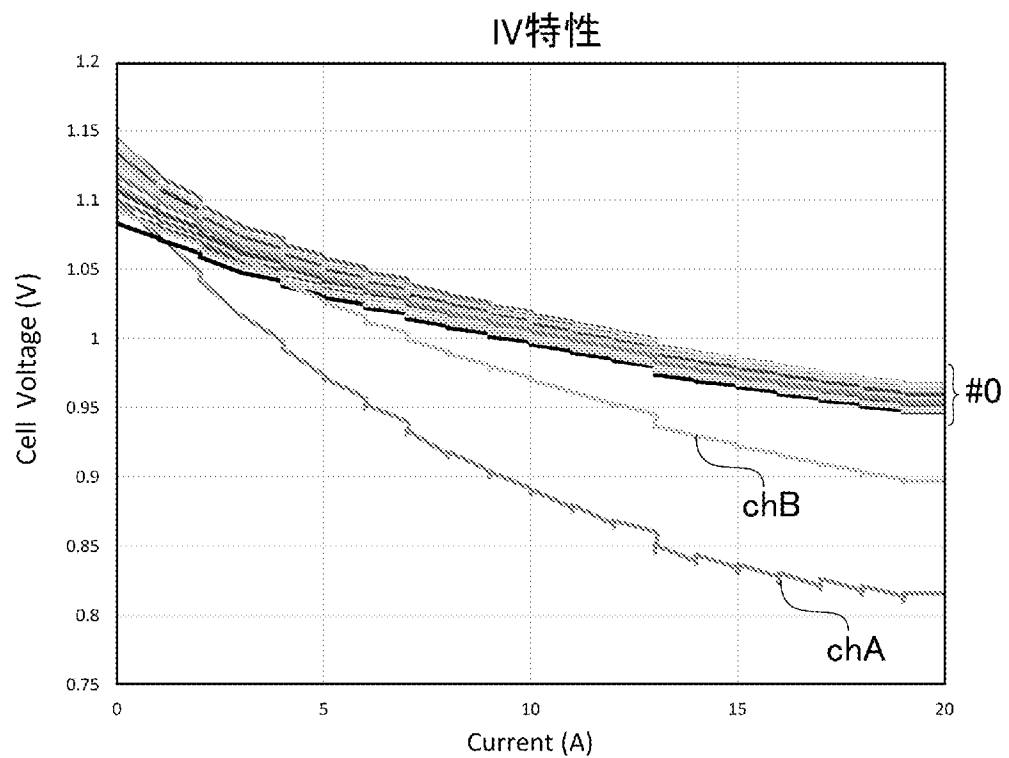
[図6]



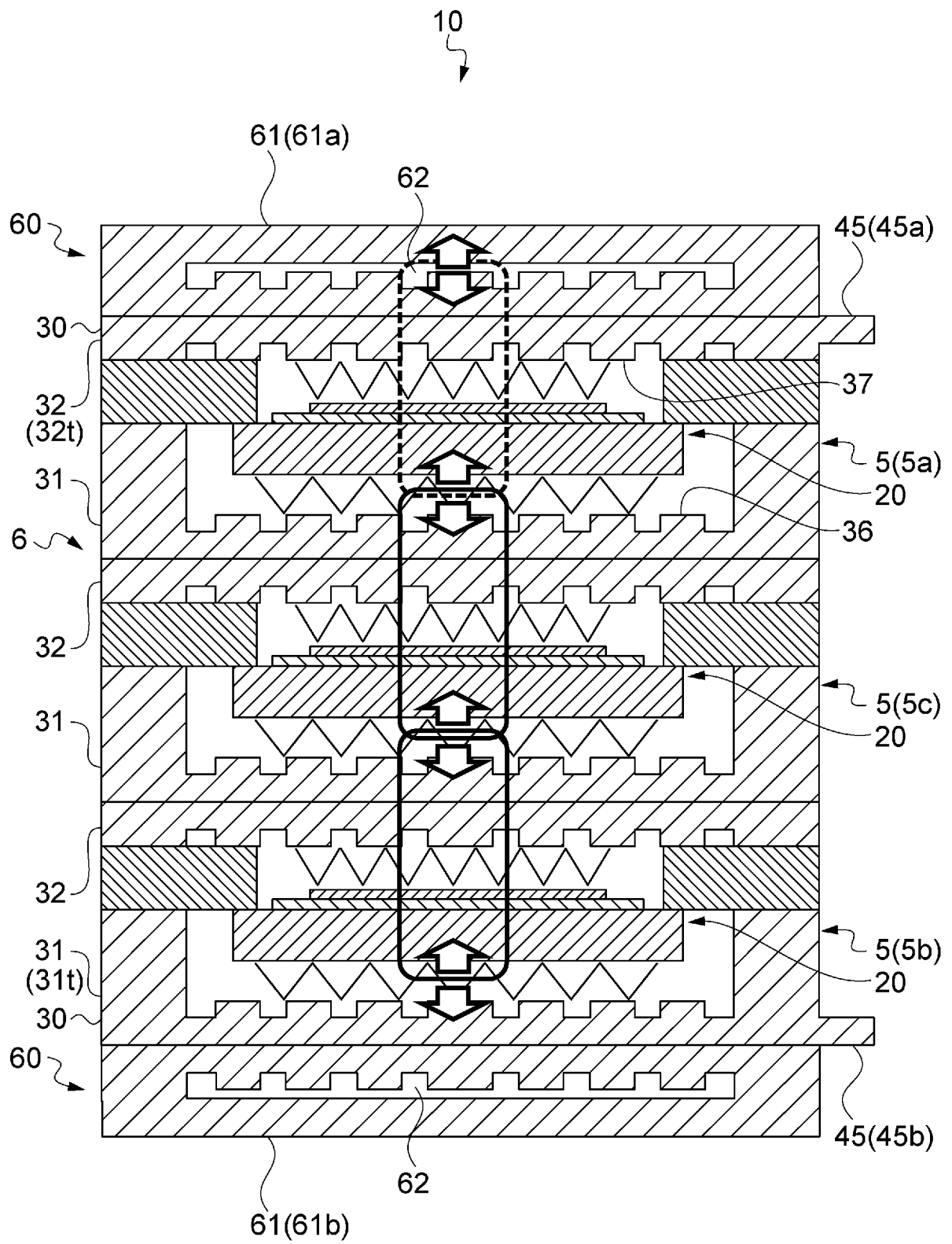
[図7]



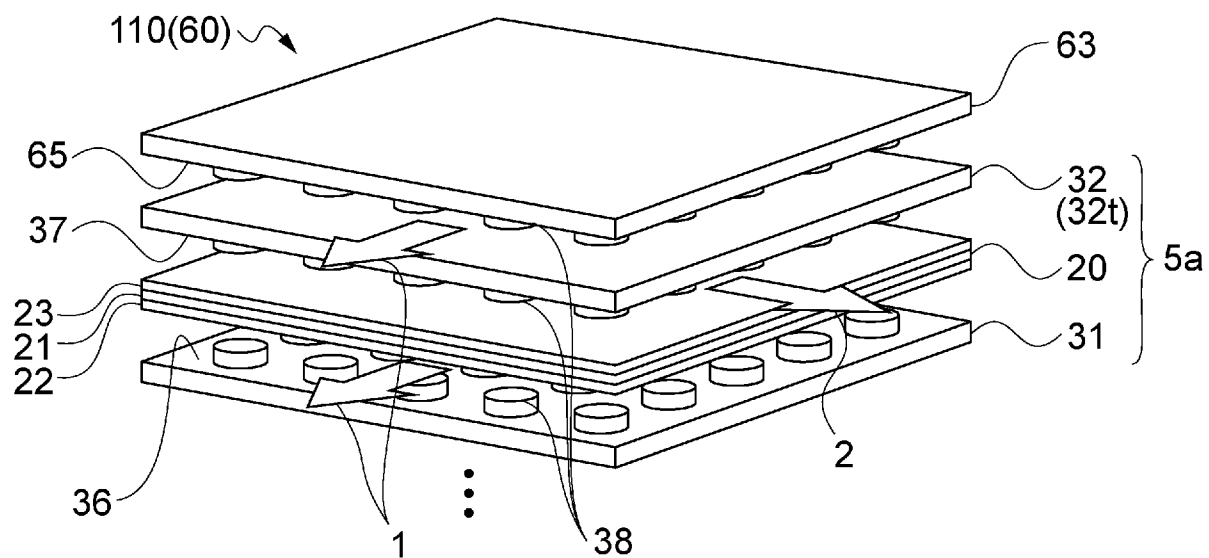
[図8]



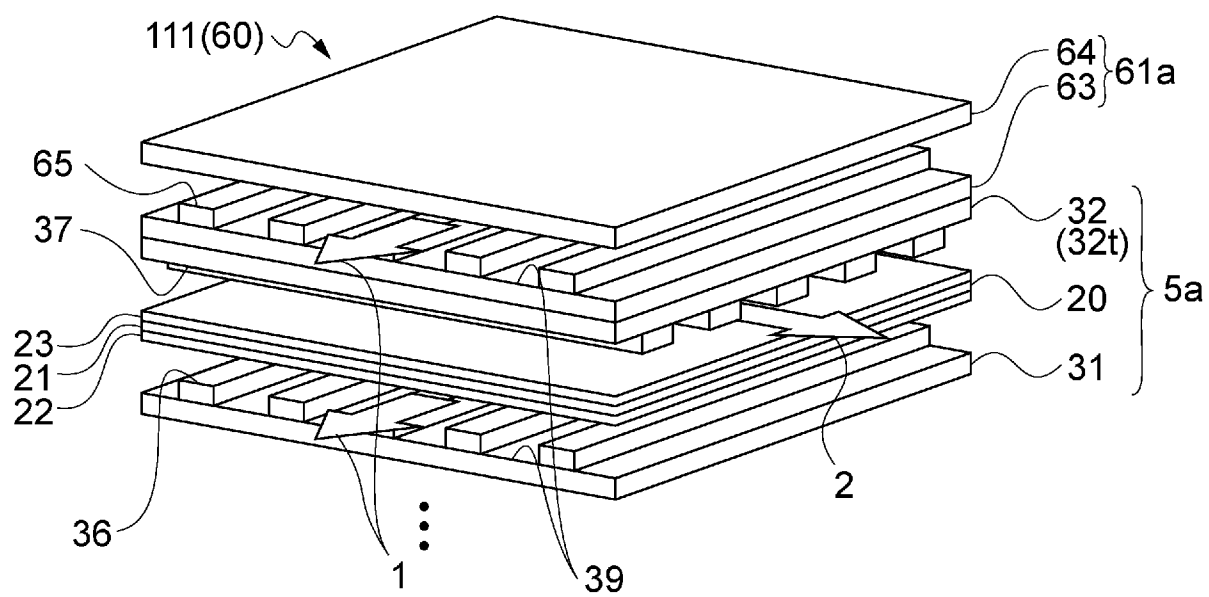
[図9]



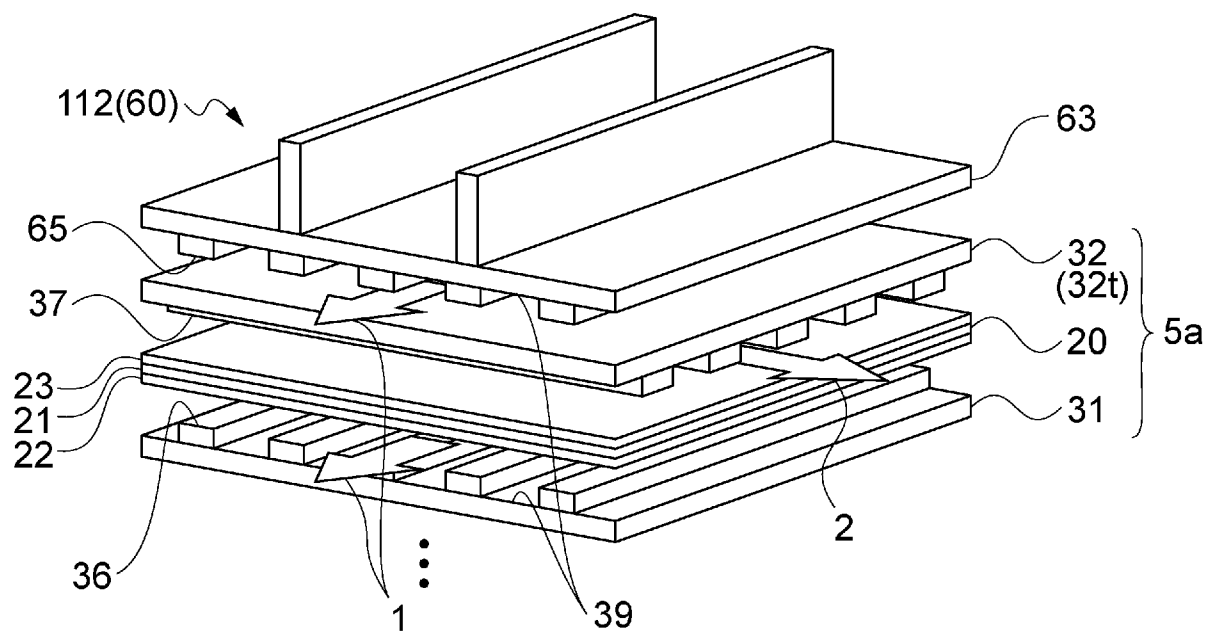
[図11]



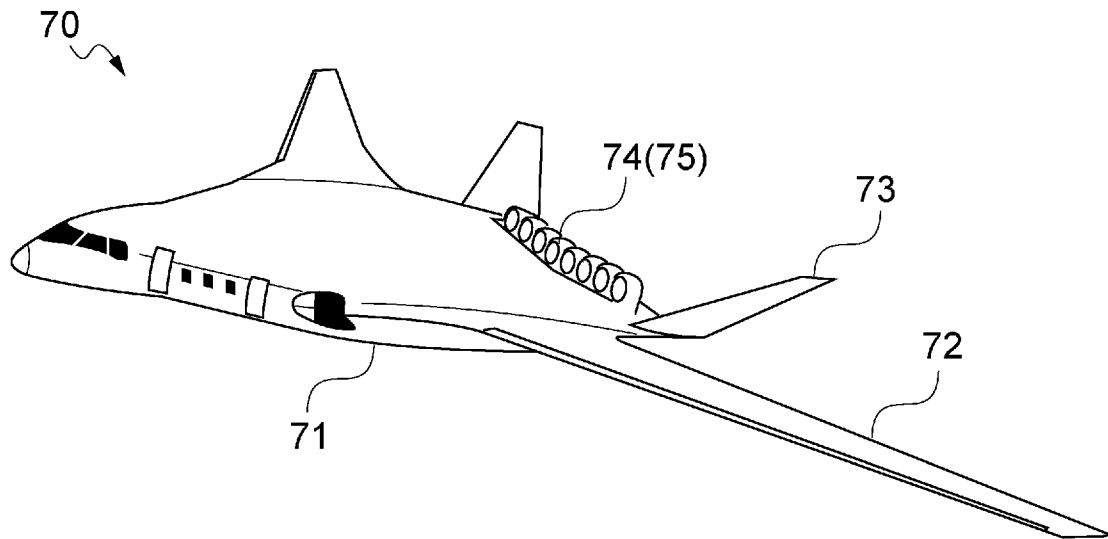
[図12]



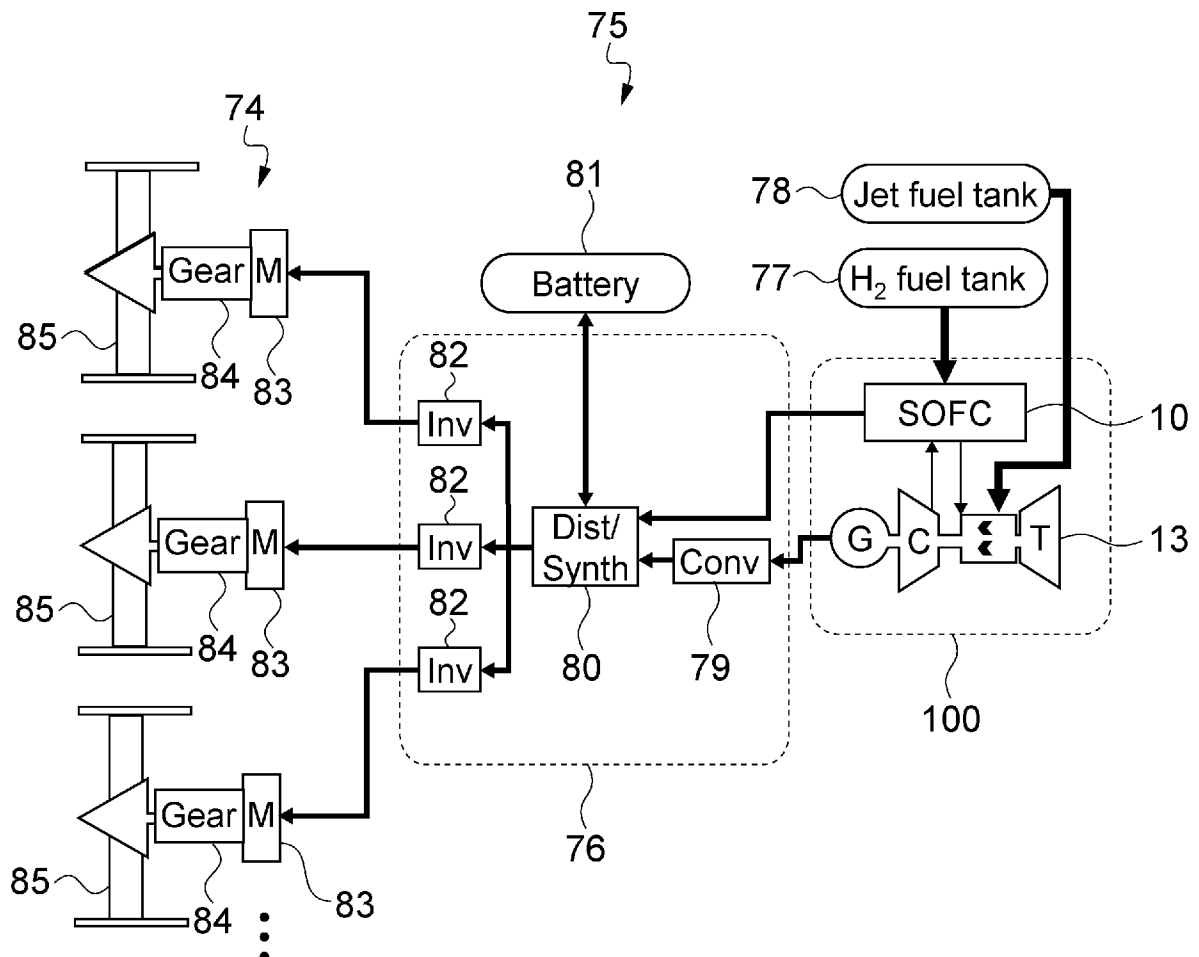
[図13]



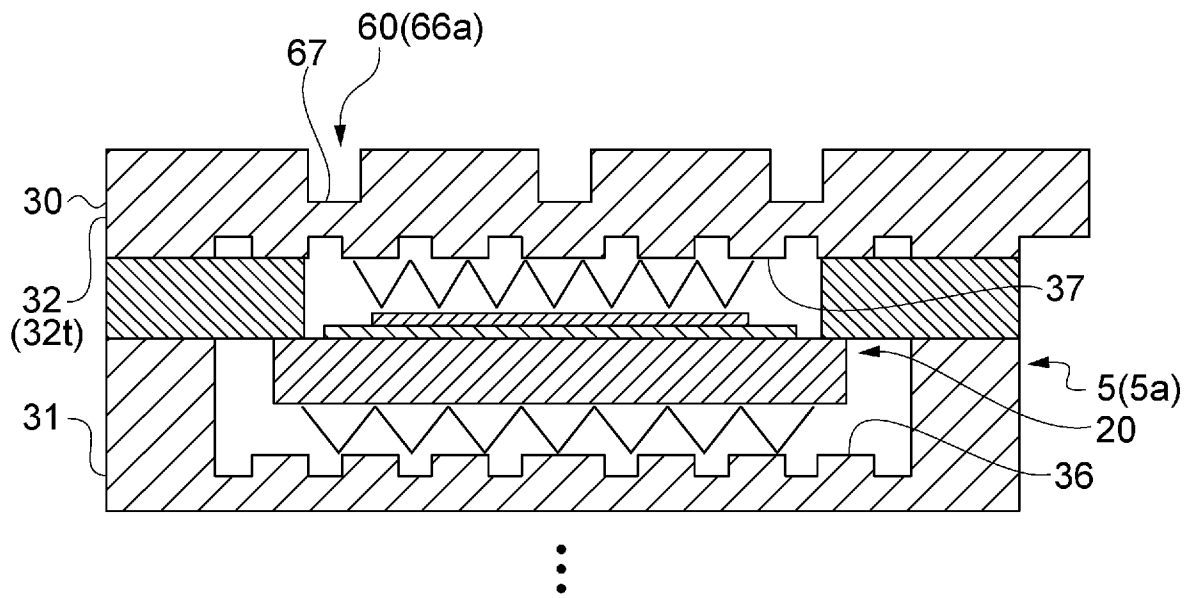
[図14]



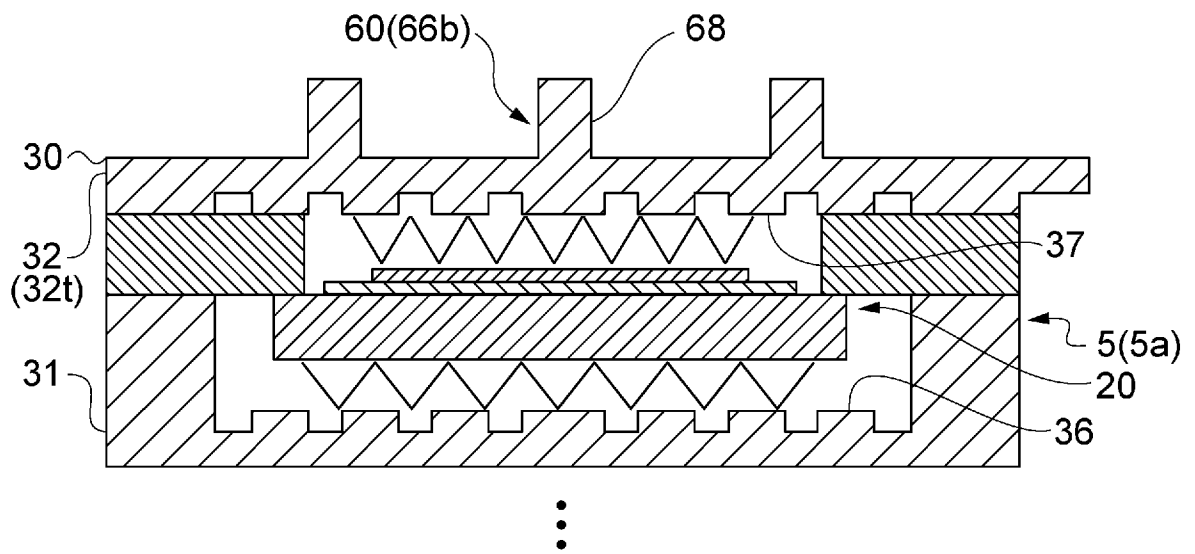
[図15]



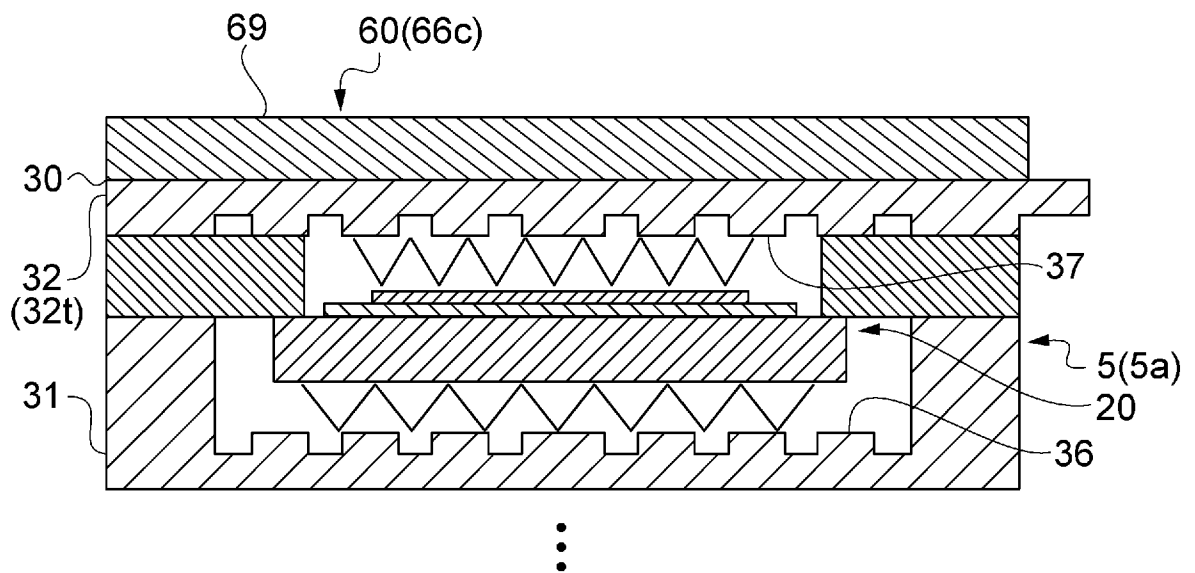
[図16]



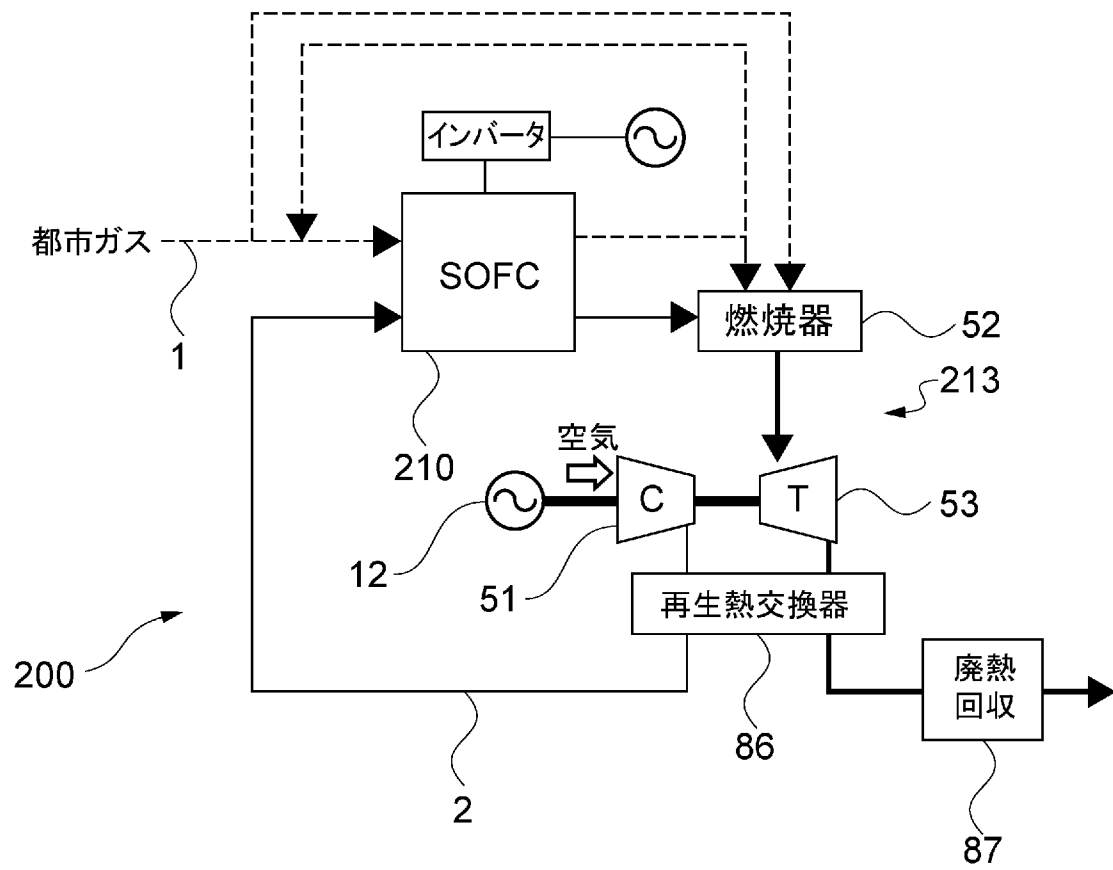
[図17]



[図18]



[図19]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/026236

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01M 8/2465(2016.01)i; **H01M 8/00**(2016.01)i; **H01M 8/0247**(2016.01)i; **H01M 8/04**(2016.01)i; **H01M 8/04111**(2016.01)i; **H01M 8/12**(2016.01)i; **H01M 8/2425**(2016.01)i; **H01M 8/2475**(2016.01)i; **H01M 8/248**(2016.01)i
 FI: H01M8/2465; H01M8/248; H01M8/0247; H01M8/12 101; H01M8/12 102A; H01M8/2425; H01M8/2475; H01M8/00 Z; H01M8/04 Z; H01M8/04111

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)

H01M8/2465; H01M8/00; H01M8/0247; H01M8/04; H01M8/04111; H01M8/12; H01M8/2425; H01M8/2475; H01M8/248

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2020-066803 A (PANASONIC INTELLECTUAL PROPERTY MANAGEMENT CO., LTD.) 30 April 2020 (2020-04-30) paragraphs [0141]-[0144], [0218], [0219], fig. 7	1-15
A	JP 2009-152134 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 09 July 2009 (2009-07-09) paragraphs [0004], [0041], [0042], fig. 3	1-15
A	JP 6-068884 A (TOSHIBA CORP.) 11 March 1994 (1994-03-11) claim 10, paragraphs [0034], [0061], fig. 9	1-15
A	JP 61-116766 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 04 June 1986 (1986-06-04)	1-15
A	JP 59-105272 A (TOSHIBA CORP.) 18 June 1984 (1984-06-18)	1-15



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

08 September 2023

Date of mailing of the international search report

19 September 2023

Name and mailing address of the ISA/JP

**Japan Patent Office (ISA/JP)
 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
 Japan**

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2023/026236

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2020-066803	A	30 April 2020	US 2020/0124039 A1 paragraphs [0170]-[0173], [0250], [0251], fig. 7 EP 3641037 A1 CN 111082091 A	
JP	2009-152134	A	09 July 2009	(Family: none)	
JP	6-068884	A	11 March 1994	(Family: none)	
JP	61-116766	A	04 June 1986	(Family: none)	
JP	59-105272	A	18 June 1984	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H01M 8/2465(2016.01)i; H01M 8/00(2016.01)i; H01M 8/0247(2016.01)i; H01M 8/04(2016.01)i; H01M 8/04111(2016.01)i; H01M 8/12(2016.01)i; H01M 8/2425(2016.01)i; H01M 8/2475(2016.01)i; H01M 8/248(2016.01)i FI: H01M8/2465; H01M8/248; H01M8/0247; H01M8/12 101; H01M8/12 102A; H01M8/2425; H01M8/2475; H01M8/00 Z; H01M8/04 Z; H01M8/04111																				
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）） H01M8/2465; H01M8/00; H01M8/0247; H01M8/04; H01M8/04111; H01M8/12; H01M8/2425; H01M8/2475; H01M8/248 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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922-1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971-2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996-2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994-2023年</td> </tr> </table> 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）			日本国実用新案公報	1922-1996年	日本国公開実用新案公報	1971-2023年	日本国実用新案登録公報	1996-2023年	日本国登録実用新案公報	1994-2023年										
日本国実用新案公報	1922-1996年																			
日本国公開実用新案公報	1971-2023年																			
日本国実用新案登録公報	1996-2023年																			
日本国登録実用新案公報	1994-2023年																			
C. 関連すると認められる文献 <table border="1"> <thead> <tr> <th>引用文献の カテゴリー*</th> <th>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</th> <th>関連する 請求項の番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>JP 2020-066803 A（パナソニックIPマネジメント株式会社）30.04.2020（2020-04-30） [0141]～[0144], [0218], [0219], 図7</td> <td>1-15</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2009-152134 A（トヨタ自動車株式会社）09.07.2009（2009-07-09） [0004], [0041], [0042], 図3</td> <td>1-15</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 6-068884 A（株式会社東芝）11.03.1994（1994-03-11） 請求項10, [0034], [0061], 図9</td> <td>1-15</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 61-116766 A（三菱電機株式会社）04.06.1986（1986-06-04）</td> <td>1-15</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 59-105272 A（株式会社東芝）18.06.1984（1984-06-18）</td> <td>1-15</td> </tr> </tbody> </table>			引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号	A	JP 2020-066803 A（パナソニックIPマネジメント株式会社）30.04.2020（2020-04-30） [0141]～[0144], [0218], [0219], 図7	1-15	A	JP 2009-152134 A（トヨタ自動車株式会社）09.07.2009（2009-07-09） [0004], [0041], [0042], 図3	1-15	A	JP 6-068884 A（株式会社東芝）11.03.1994（1994-03-11） 請求項10, [0034], [0061], 図9	1-15	A	JP 61-116766 A（三菱電機株式会社）04.06.1986（1986-06-04）	1-15	A	JP 59-105272 A（株式会社東芝）18.06.1984（1984-06-18）	1-15
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号																		
A	JP 2020-066803 A（パナソニックIPマネジメント株式会社）30.04.2020（2020-04-30） [0141]～[0144], [0218], [0219], 図7	1-15																		
A	JP 2009-152134 A（トヨタ自動車株式会社）09.07.2009（2009-07-09） [0004], [0041], [0042], 図3	1-15																		
A	JP 6-068884 A（株式会社東芝）11.03.1994（1994-03-11） 請求項10, [0034], [0061], 図9	1-15																		
A	JP 61-116766 A（三菱電機株式会社）04.06.1986（1986-06-04）	1-15																		
A	JP 59-105272 A（株式会社東芝）18.06.1984（1984-06-18）	1-15																		
☐ 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抵触するものではなく、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 08.09.2023		国際調査報告の発送日 19.09.2023																		
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		権限のある職員（特許庁審査官） 守安 太郎 4X 9347 電話番号 03-3581-1101 内線 3477																		

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2023/026236

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2020-066803	A	30.04.2020	US 2020/0124039 A1 [0170] to [0173], [0250], [0251], FIG. 7 EP 3641037 A1 CN 111082091 A	
JP	2009-152134	A	09.07.2009	(ファミリーなし)	
JP	6-068884	A	11.03.1994	(ファミリーなし)	
JP	61-116766	A	04.06.1986	(ファミリーなし)	
JP	59-105272	A	18.06.1984	(ファミリーなし)	