

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

燃料ガスと酸化剤との電気化学反応により電力を取り出す発電セルと、
前記酸化剤を前記発電セルに供給するための第一の酸化剤用流路が形成され、前記発電セルの電力を外部に取り出す出力電極と、
前記酸化剤を前記発電セルに供給するための第二の酸化剤用流路及び前記発電セルにおける発電反応を経た後のオフガスを外部に排出する排出流路が併設された流路基板と、
前記第一の酸化剤用流路及び前記第二の酸化剤用流路に対して前記酸化剤を供給する酸化剤供給部と、
前記酸化剤供給部から、前記第一の酸化剤用流路に供給する前記酸化剤の流量と、前記第二の酸化剤用流路に供給する前記酸化剤の流量との比からなる酸化剤分配比を調整する分配比調整部とを備えることを特徴とする燃料電池装置。

10

【請求項 2】

請求項 1 記載の燃料電池装置において、
前記発電セルの温度を検出する温度センサを有し、
前記分配比調整部は、前記温度センサにより検出された前記発電セルの温度の変化に基づいて、前記酸化剤分配比を調整することを特徴とする燃料電池装置。

【請求項 3】

請求項 1 又は 2 記載の燃料電池装置において、
前記第二の酸化剤用流路と前記排出流路とは、前記流路基板の厚み方向に積層するように形成されていることを特徴とする燃料電池装置。

20

【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 のいずれか一項に記載の燃料電池装置において、
前記流路基板には、さらに前記燃料ガスを前記発電セルまで案内する燃料流路が形成されていることを特徴とする燃料電池装置。

【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 のいずれか一項に記載の燃料電池装置において、
前記流路基板は、前記発電セルにおける前記発電反応後に該発電セルから排出される未反応の前記燃料ガスを、触媒を介した燃焼反応によって燃焼させる燃焼部をさらに備え、前記排出流路には前記燃焼部による燃焼反応を経た後に残留する未反応の前記燃料ガスが前記オフガスとして流れて、外部に排出されることを特徴とする燃料電池装置。

30

【請求項 6】

請求項 1 ~ 5 のいずれか一項に記載の燃料電池装置において、
前記発電セルを収容し、内部空間が大気圧より低い気圧とされた断熱容器をさらに備え、
前記出力電極の一端は該断熱容器の壁面より外部へ引き出されていることを特徴とする燃料電池装置。

【請求項 7】

請求項 6 記載の燃料電池装置において、
前記断熱容器に収容され、原燃料が供給されて前記発電セルに供給する燃料ガスを生成する改質器をさらに備えることを特徴とする燃料電池装置。

40

【請求項 8】

請求項 7 記載の燃料電池装置において、
前記断熱容器に収容され、前記原燃料を気化して前記燃料ガスを生成する気化器をさらに備えることを特徴とする燃料電池装置。

【請求項 9】

請求項 1 ~ 8 のいずれか一項に記載の燃料電池装置において、
前記発電セルには固体酸化物型電解質が用いられていることを特徴とする燃料電池装置。

【請求項 10】

50

燃料ガスと酸化剤との電気化学反応により電力を取り出す発電セルと、前記酸化剤を前記発電セルに供給するための第一の酸化剤用流路が形成され、前記発電セルの電力を外部に取り出す出力電極と、前記酸化剤を前記発電セルに供給するための第二の酸化剤用流路及び前記発電セルにおける発電反応を経た後のオフガスを外部に排出する排出流路が併設された流路基板と、前記第一の酸化剤用流路及び前記第二の酸化剤用流路に対して前記酸化剤を供給する酸化剤供給部と、前記酸化剤供給部から前記第一の酸化剤用流路に供給する前記酸化剤の流量と前記第二の酸化剤用流路に供給する前記酸化剤の流量との比からなる酸化剤分配比を調整する分配比調整部と、を備える燃料電池装置と、

前記発電セルから取り出される前記電力により駆動される電子機器本体と、を備えることを特徴とする電子機器。

10

【請求項 1 1】

請求項 1 0 記載の電子機器において、

前記燃料電池装置は前記発電セルの温度を検出する温度センサを有し、

前記分配比調整部は、前記温度センサにより検出された前記発電セルの温度の変化に基づいて、前記酸化剤分配比を調整することを特徴とする電子機器。

【請求項 1 2】

請求項 1 0 又は 1 1 記載の電子機器において、

前記燃料電池装置における前記流路基板は、前記発電セルにおける前記発電反応後に該発電セルから排出される未反応の前記燃料ガスを、触媒を介した燃焼反応によって燃焼させる燃焼部をさらに備え、前記排出流路には前記燃焼部による燃焼反応を経た後に残留する未反応の前記燃料ガスが前記オフガスとして流れて、外部に排出されることを特徴とする電子機器。

20

【請求項 1 3】

請求項 1 0 ~ 1 2 のいずれか一項に記載の電子機器において、

前記燃料電池装置は、前記発電セルを収容し、内部空間が大気圧より低い気圧とされた断熱容器を更に備え、前記出力電極の一端は該断熱容器の壁面より外部へ引き出されていることを特徴とする電子機器。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、燃料ガスと酸素の電気化学反応により電力を取り出す燃料電池装置及びこれを備える電子機器に関する。

30

【背景技術】

【0002】

燃料電池は水素と酸素の電気化学反応により電力を取り出すものであり、次世代の主流となる電源システムとして、燃料電池の研究・開発が広く行われており、中でも、高温作動のため発電効率が高い固体酸化物型燃料電池 (Solid Oxide Fuel Cell, 以下 S O F C という) の開発が進められている。

【0003】

S O F C では固体酸化物型電解質の一方の面に燃料極が、他方の面に酸素極が形成された発電セルが用いられる。

40

酸素極に供給された酸素はイオン (O^{2-}) となり固体酸化物型電解質を透過し燃料極に到達する。 O^{2-} は燃料極に供給された燃料ガスを酸化し電子を放出する。ここで、燃料ガスは主に水素ガスであり、例えばメタノール等の水素原子を組成中に含む燃料を改質した水素ガスや副生成物の一酸化炭素が用いられる。

【0004】

電子は燃料極と接続されたアノード出力電極より外部回路を経て酸素極と接続されたカソード出力電極より酸素極に戻り、酸素をイオン化する。以上により、燃料ガスと酸素の化学エネルギーが電気エネルギーに変換される。

【0005】

50

S O F Cの反応は高温(約500~1000 程度)で行われるため、発電セルは断熱容器に收容され、燃料ガスや酸素の供給流路、排ガスの排出流路となる配管や、アノード出力電極及びカソード出力電極は断熱容器を貫通して発電セルに接続される(例えば、特許文献1参照)。

【0006】

しかしながら、S O F Cでは発電セルの動作温度が高温であるため、発電セルに接続されるアノード出力電極及びカソード出力電極に発電セルの熱が伝導して、アノード出力電極及びカソード出力電極の温度が上昇して、電子機器への実装が困難になったり、この出力電極の熱が発電セルを收容する断熱容器に伝導して断熱容器の温度が上昇し、熱損失が増加したりするおそれがあった。

10

【特許文献1】特開2004-30972号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0007】

ここで、発電セルの特性として、所定の温度以下になってしまうと活性化過電圧や抵抗分極が増大し、発電効率を急激に減少させるため、所望の発電性能を実現できない。一方、発電セルの温度が所定温度以上になってしまうと発電セルの構成部材や触媒の劣化が進行し易くなり、長期的な発電性能の維持ができなくなる。このように、発電セルの反応温度制御は、セルの発電性能や性能維持において特に重要である。

【0008】

20

上記の出力電極の流路に流体を流通させた場合、流体の昇温に必要な熱量は、発電セルの発熱および触媒燃焼室の反応熱によってまかなわれるが、供給する流体の温度が低下したり、断熱容器外部への放熱量が増大したりすると、発電セルと触媒燃焼の熱量だけでは発電セルを所定の温度まで昇温させることができない可能性がある。この場合には、ヒータ等の熱源により不足の熱量を供給する必要があり、余分な電力を消費してしまう。

逆に、供給する流体の温度が上昇したり、外部への放熱量が減少したりすると、発電セルが所定の温度を超えてしまうおそれもある。このような場合には、例えば、流体の供給量を増やすなどして余剰熱量を吸収させる必要があるが、空気流量は発電に必要な酸素量を供給するためにそもそも多く、圧力損失が大きくなりがちであり、流量を増大させるのは、流体供給用のポンプの負荷をさらに増大させてしまうし、また消費電力も増大する。

30

つまり、熱源を稼働させるにしろ、流体供給用のポンプの負担を増加させるにしろ、消費電力の増加を誘発させることになっていた。

【0009】

本発明の課題は、消費電力の増加を抑えつつ、発電セルの反応温度制御を可能とすることである。

【課題を解決するための手段】

【0010】

請求項1記載の発明に係る燃料電池装置は、
燃料ガスと酸化剤との電気化学反応により電力を取り出す発電セルと、
前記酸化剤を前記発電セルに供給するための第一の酸化剤用流路が形成され、前記発電セルの電力を外部に取り出す出力電極と、
前記酸化剤を前記発電セルに供給するための第二の酸化剤用流路及び前記発電セルにおける発電反応を経た後のオフガスを外部に排出する排出流路が併設された流路基板と、
前記第一の酸化剤用流路及び前記第二の酸化剤用流路に対して前記酸化剤を供給する酸化剤供給部と、
前記酸化剤供給部から、前記第一の酸化剤用流路に供給する前記酸化剤の流量と、前記第二の酸化剤用流路に供給する前記酸化剤の流量との比からなる酸化剤分配比を調整する分配比調整部とを備えることを特徴としている。

40

【0011】

請求項2記載の発明は、請求項1記載の燃料電池装置において、

50

前記発電セルの温度を検出する温度センサを有し、
前記分配比調整部は、前記温度センサにより検出された前記発電セルの温度の変化に基づいて、前記酸化剤分配比を調整することを特徴としている。

【0012】

請求項3記載の発明は、請求項1又は2記載の燃料電池装置において、
前記第二の酸化剤用流路と前記排出流路とは、前記流路基板の厚み方向に積層するように形成されていることを特徴としている。

【0013】

請求項4記載の発明は、請求項1～3のいずれか一項に記載の燃料電池装置において、
前記流路基板には、さらに前記燃料ガスを前記発電セルまで案内する燃料流路が形成されていることを特徴としている。

10

【0014】

請求項5記載の発明は、請求項1～4のいずれか一項に記載の燃料電池装置において、
前記流路基板は、前記発電セルにおける前記発電反応後に該発電セルから排出される未反応の前記燃料ガスを、触媒を介した燃焼反応によって燃焼させる燃焼部をさらに備え、
前記排出流路には前記燃焼部による燃焼反応を経た後に残留する未反応の前記燃料ガスが前記オフガスとして流れて、外部に排出されることを特徴としている。

【0015】

請求項6記載の発明は、請求項1～5のいずれか一項に記載の燃料電池装置において、
前記発電セルを収容し、内部空間が大気圧より低い気圧とされた断熱容器をさらに備え、
前記出力電極の一端は該断熱容器の壁面より外部へ引き出されていることを特徴としている。

20

【0016】

請求項7記載の発明は、請求項6記載の燃料電池装置において、
前記断熱容器に収容され、原燃料が供給されて前記発電セルに供給する燃料ガスを生成する改質器をさらに備えることを特徴としている。

【0017】

請求項8記載の発明は、請求項7記載の燃料電池装置において、
前記断熱容器に収容され、前記原燃料を気化して前記燃料ガスを生成する気化器をさらに備えることを特徴としている。

30

【0018】

請求項9記載の発明は、請求項1～8のいずれか一項に記載の燃料電池装置において、
前記発電セルには固体酸化物型電解質が用いられていることを特徴としている。

【0019】

請求項10記載の発明に係る電子機器は、
燃料ガスと酸化剤との電気化学反応により電力を取り出す発電セルと、前記酸化剤を前記発電セルに供給するための第一の酸化剤用流路が形成され、前記発電セルの電力を外部に取り出す出力電極と、前記酸化剤を前記発電セルに供給するための第二の酸化剤用流路及び前記発電セルにおける発電反応を経た後のオフガスを外部に排出する排出流路が併設された流路基板と、前記第一の酸化剤用流路及び前記第二の酸化剤用流路に対して前記酸化剤を供給する酸化剤供給部と、前記酸化剤供給部から前記第一の酸化剤用流路に供給する前記酸化剤の流量と前記第二の酸化剤用流路に供給する前記酸化剤の流量との比からなる酸化剤分配比を調整する分配比調整部と、を備える燃料電池装置と、
前記発電セルから取り出される前記電力により駆動される電子機器本体と、を備えることを特徴としている。

40

【0020】

請求項11記載の発明は、請求項10記載の電子機器において、
前記燃料電池装置は前記発電セルの温度を検出する温度センサを有し、
前記分配比調整部は、前記温度センサにより検出された前記発電セルの温度の変化に基

50

づいて、前記酸化剤分配比を調整することを特徴としている。

【0021】

請求項12記載の発明は、請求項10又は11記載の電子機器において、

前記燃料電池装置における前記流路基板は、前記発電セルにおける前記発電反応後に該発電セルから排出される未反応の前記燃料ガスを、触媒を介した燃焼反応によって燃焼させる燃焼部をさらに備え、前記排出流路には前記燃焼部による燃焼反応を経た後に残留する未反応の前記燃料ガスが前記オフガスとして流れて、外部に排出されることを特徴としている。

【0022】

請求項13記載の発明は、請求項10～12のいずれか一項に記載の電子機器において

10

、
前記燃料電池装置は、前記発電セルを収容し、内部空間が大気圧より低い気圧とされた断熱容器を更に備え、前記出力電極の一端は該断熱容器の壁面より外部へ引き出されていることを特徴としている。

【発明の効果】

【0023】

発電セルに対して酸化剤を供給する流路として、発電セルの電力を取り出す出力電極に設けられた第一の酸化剤用流路と、流路基板に発電セルから排出されるオフガスが流れる排出流路に併設されて設けられる第二の酸化剤用流路とを備えて、一の酸化剤用流路に流れる酸化剤の流量と第二の酸化剤用流路に流れる酸化剤の流量との比を適宜調整することで、加熱用のヒータを使ったり酸化剤の供給用ポンプの動作を制御したりすることなく、消費電力の増加を抑えながら、発電セルの温度の調整を調整することができる。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0024】

以下に、本発明を実施するための最良の形態について図面を用いて説明する。但し、以下に述べる実施形態には、本発明を実施するために技術的に好ましい種々の限定が付されているが、発明の範囲を以下の実施形態及び図示例に限定するものではない。

【0025】

〔電子機器〕

図1は燃料電池装置1を搭載した携帯用の電子機器100を示すブロック図である。この電子機器100は、例えばノート型パーソナルコンピュータ、PDA、電子手帳、デジタルカメラ、携帯電話機、腕時計、レジスタ及びプロジェクタ等といった携帯型の電子機器である。

30

【0026】

電子機器100には、電子機器本体901、DC/DCコンバータ902、二次電池903及び燃料電池装置1が備えられている。

電子機器本体901はDC/DCコンバータ902または二次電池903により供給される電力により駆動する。DC/DCコンバータ902は燃料電池装置1により生成された電気エネルギーを適切な電圧に変換したのちに電子機器本体901に供給する。また、DC/DCコンバータ902は燃料電池装置1により生成された電気エネルギーを二次電池903に充電し、燃料電池装置1が動作していない時に、二次電池903に蓄電された電気エネルギーを電子機器本体901に供給する。

40

【0027】

〔燃料電池装置〕

この燃料電池装置1には、燃料容器2、液体ポンプ31、空気ポンプ32及び断熱パッケージ10等が備えられている。燃料電池装置1の燃料容器2は、例えば電子機器100に対して着脱可能に設けられており、液体ポンプ31、空気ポンプ32及び断熱パッケージ10は、例えば電子機器100の本体に内蔵されている。

【0028】

燃料容器2には、液体の原燃料（例えば、メタノール、エタノール、ジメチルエーテル

50

)と水との混合液が貯留されている。なお、液体の原燃料と水とを別々の容器に貯留してもよい。

液体ポンプ31は、燃料容器2内の混合液を吸引して、断熱パッケージ10内の気化器4に送液するものである。

空気ポンプ32は、酸化剤としての空気を、断熱パッケージ10内の発電セル8に供給するものである。

【0029】

断熱パッケージ10内には気化器4、改質器6、発電セル8及び触媒燃焼器9が収容されている。断熱パッケージ10内は内部空間が大気圧より低い気圧の真空圧(例えば、100Pa以下)に保たれている。

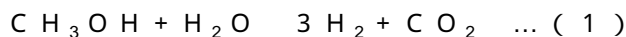
気化器4、改質器6、触媒燃焼器9にはそれぞれ電気ヒータ兼温度センサ4a, 6a, 9aが設けられている。電気ヒータ兼温度センサ4a, 6a, 9aの電気抵抗値は温度に依存するので、この電気ヒータ兼温度センサ4a, 6a, 9aが気化器4、改質器6、触媒燃焼器9の温度を測定する温度センサとしても機能する。

【0030】

気化器4では、液体ポンプ31から送られた混合液を電気ヒータ兼温度センサ4aの熱等により約110~160程度に加熱し、気化させる。気化器4で気化した混合気は改質器6へ送られる。

【0031】

改質器6の内部には流路が形成され、その流路の壁面に触媒が担持されている。気化器4から改質器6に送られる混合気は、改質器6の流路を流れ、電気ヒータ兼温度センサ6aの熱、発電セル8の反応熱や触媒燃焼器9の熱により約300~400程度に加熱されて、触媒により改質反応を起こす。原燃料と水の改質反応によって燃料としての水素、二酸化炭素、及び、副生成物である微量な一酸化炭素等の混合気体(改質ガス)が生成される。なお、原燃料がメタノールの場合、改質器6では主に次式(1)に示すような水蒸気改質反応が起こる。



【0032】

一酸化炭素は化学反応式(1)について逐次的に起こる次式(2)のような式によって微量に副生される。



化学反応式(1), (2)により生成した気体(改質ガス)は発電セル8に送出される。

【0033】

図2は発電セル8の模式図であり、図3は発電セルスタックの一例を示す模式図である。図2に示すように、発電セル8は、固体酸化物型電解質81と、固体酸化物型電解質81の両面に形成された燃料極82(アノード)及び酸素極83(カソード)と、燃料極82に接合してその接合面に流路86を形成したアノード集電極84と、酸素極83に接合してその接合面に流路87を形成したカソード集電極85とを備える。また、発電セル8は筐体90内に収容される。

【0034】

固体酸化物型電解質81には、ジルコニア系の $(\text{Zr}_{1-x}\text{Y}_x)\text{O}_{2-x/2}$ (YSZ)、ランタンガレド系の $(\text{La}_{1-x}\text{Sr}_x)(\text{Ga}_{1-y-z}\text{Mg}_y\text{Co}_z)\text{O}_3$ 等を、燃料極82には $\text{La}_{0.84}\text{Sr}_{0.16}\text{MnO}_3$ 、 $\text{La}(\text{Ni}, \text{Bi})\text{O}_3$ 、 $(\text{La}, \text{Sr})\text{MnO}_3$ 、 $\text{In}_2\text{O}_3 + \text{SnO}_2$ 、 LaCoO_3 等を、酸素極83にはNi、Ni+YSZ等を、アノード集電極84及びカソード集電極85には $\text{LaCr}(\text{Mg})\text{O}_3$ 、 $(\text{La}, \text{Sr})\text{CrO}_3$ 、 $\text{NiAl} + \text{Al}_2\text{O}_3$ 等を、それぞれ用いることができる。

【0035】

発電セル8は電気ヒータ兼温度センサ9aや触媒燃焼器9の熱により約500~1000程度に加熱され、後述する反応が起こる。

10

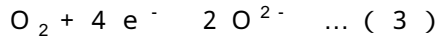
20

30

40

50

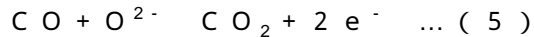
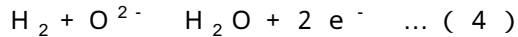
酸素極 8 3 にはカソード集電極 8 5 の流路 8 7 を介して空気が送られる。酸素極 8 3 では酸素とカソード出力電極 2 1 b より供給される電子により、次式 (3) に示すように酸素イオンが生成される。



固体酸化物型電解質 8 1 は酸素イオンの透過性を有し、酸素極 8 3 で化学反応式 (3) により生成された酸素イオンを透過させて燃料極 8 2 に到達させる。

【 0 0 3 6 】

燃料極 8 2 にはアノード集電極 8 4 の流路 8 6 を介して改質器 6 から排出された改質ガスが送られる。酸素極 8 3 では固体酸化物型電解質 8 1 を透過した酸素イオンと改質ガスとの次式 (4)、(5) のような反応が起こる。



化学反応式 (4)、(5) により放出される電子は、燃料極 8 2、アノード出力電極 2 1 a、DC / DC コンバータ 9 0 2 等の外部回路を経てカソード出力電極 2 1 b より酸素極 8 3 に供給される。

【 0 0 3 7 】

アノード集電極 8 4 及びカソード集電極 8 5 には、アノード出力電極 2 1 a、カソード出力電極 2 1 b が接続され、筐体 9 0 から引き出されている。ここで、後述するように、筐体 9 0 は例えば Ni 系の合金で形成され、アノード出力電極 2 1 a 及びカソード出力電極 2 1 b はガラス、セラミック等の絶縁材により筐体 9 0 から絶縁されて引き出されている。図 1 に示すように、アノード出力電極 2 1 a 及びカソード出力電極 2 1 b は、例えば DC / DC コンバータ 9 0 2 に接続される。

【 0 0 3 8 】

なお、図 3 に示すように、アノード集電極 8 4、燃料極 8 2、固体酸化物型電解質 8 1、酸素極 8 3、カソード集電極 8 5 からなる複数の発電セル 8 を直列に接続したセルスタック 8 0 としてもよい。この場合、図 3 に示すように、直列に接続された一方の端部の発電セル 8 のアノード集電極 8 4 をアノード出力電極 2 1 a に、他方の端部の発電セル 8 のカソード集電極 8 5 をカソード出力電極 2 1 b に接続する。この場合、セルスタック 8 0 は筐体 9 0 内に収容される。

【 0 0 3 9 】

アノード集電極 8 4 の流路 8 6 を通過した改質ガス (オフガス) には、未反応の水素も含まれている。オフガスは触媒燃焼器 9 に供給される。

【 0 0 4 0 】

触媒燃焼器 9 には、オフガスとともに、カソード集電極 8 5 の流路 8 7 を通過した空気が供給される。触媒燃焼器 9 の内部には流路が形成され、その流路の壁面に Pt 系の触媒が担持されている。

触媒燃焼器 9 には、電熱材からなる電気ヒータ兼温度センサ 9 a が設けられている。電気ヒータ兼温度センサ 9 a の電気抵抗値が温度に依存するので、この電気ヒータ兼温度センサ 9 a が触媒燃焼器 9 の温度を測定する温度センサとしても機能する。

【 0 0 4 1 】

オフガスと空気の混合気体 (燃焼ガス) は触媒燃焼器 9 の流路を流れ、電気ヒータ兼温度センサ 9 a により加熱される。触媒燃焼器 9 の流路を流れている燃焼ガスのうち水素が触媒により燃焼され、これにより燃焼熱が発生する。燃焼後の排ガスは触媒燃焼器 9 から断熱パッケージ 1 0 の外部に放出される。

【 0 0 4 2 】

この触媒燃焼器 9 で発生した燃焼熱は発電セル 8 の温度を高温 (約 5 0 0 ~ 1 0 0 0 程度) に維持するのに用いられる。そして、発電セル 8 の熱は、改質器 6、気化器 4 に伝導し、気化器 4 における蒸発、改質器 6 における水蒸気改質反応に用いられる。

【 0 0 4 3 】

[断熱パッケージ]

10

20

30

40

50

次に、断熱パッケージ 10 の具体的な構成について説明する。

図 4 は断熱パッケージ 10 の斜視図であり、図 5 は断熱パッケージ 10 の内部構造を示す斜視図であり、図 6 は図 5 の断熱パッケージ 10 の内部構造を下側から見た斜視図であり、図 7 は図 4 の VII - VII 矢視断面図である。図 4 に示すように、断熱パッケージ 10 の一つの壁面からは、流路基板 5、アノード出力電極 21a 及びカソード出力電極 21b が突出している。

なお、図 7 に示すように、断熱パッケージ 10 のアノード出力電極 21a 及びカソード出力電極 21b が貫通する部分は、絶縁材 10a, 10b により絶縁されている。

【0044】

図 5 ~ 図 7 に示すように、断熱パッケージ 10 内には、気化器 4、改質器 6、燃料電池部 20 がこの順番に配列されていて、これらは流路基板 5 上に配置されている。なお、燃料電池部 20 は発電セル 8 を収容する筐体 90 と触媒燃焼器 9 とが一体に形成されてなり、発電セル 8 の燃料極 82 からオフガスが触媒燃焼器 9 に供給される。

10

【0045】

気化器 4、改質器 6 及び燃料電池部 20 を収納する筐体 90 は、高温耐久性と適度な熱伝導性がある金属から形成されている。同様に、触媒燃焼器 9、アノード出力電極 21a 及びカソード出力電極 21b も高温耐久性と適度な熱伝導性がある金属から形成されている。この金属としては、例えばインコネル 783 等の Ni 系の合金が挙げられる。ここで、燃料電池部 20 のアノード集電極 84 及びカソード集電極 85 に接続され、筐体 90 から引き出されるアノード出力電極 21a 及びカソード出力電極 21b が、発電セル 8 の温度上昇に伴い、熱膨張率の違いによる応力を受けて破損することを抑制するために、少なくとも、アノード出力電極 21a 及びカソード出力電極 21b と筐体 90 とを同一の材料により形成することが好ましい。

20

また、流路基板 5 は、上記した Ni 系の合金以外にも、SUS 等の鉄基合金、或いはセラミックスなどから形成してもよい。

なお、温度上昇に伴い気化器 4、流路基板 5、改質器 6、燃料電池部 20 の筐体 90 及び触媒燃焼器 9 の間に生じる応力を低減するために、これらを同一の材料により形成することが好ましい。

【0046】

図 7 に示すように、断熱パッケージ 10 の内壁面には輻射防止膜 11 が、気化器 4、流路基板 5、改質器 6、アノード出力電極 21a、カソード出力電極 21b、燃料電池部 20 の外壁面には、輻射防止膜 12 が形成されている。輻射防止膜 11, 12 は輻射による伝熱を防止するものであり、例えば Au、Ag 等を用いることができる。輻射防止膜 11, 12 は少なくとも一方を設けることが好ましく、両方設けることがより好ましい。

30

【0047】

流路基板 5 は、平板形状に形成されていて、その先端部が断熱パッケージ 10 を貫通している。この流路基板 5 には、図 6 に示すように、気化器 4 が搭載された気化器領域 51 と、改質器 6 が搭載された改質器領域 52 と、発電セル 8 が搭載された発電セル領域 53 とが設けられている。

【0048】

図 8 は流路基板 5 の下面図である。なお、図 8 では、アノード出力電極 21a 及びカソード出力電極 21b を省略している。

40

図 8 に示すように、流路基板 5 の下面には、セラミック等で絶縁処理が施された後に配線パターン 13 が形成されている。配線パターン 13 は、気化器領域 51 の下部、改質器領域 52 の下部、発電セル領域 53 の下部に葛折り状に形成され、それぞれ電気ヒータ兼温度センサ 4a, 6a, 9a となる。電気ヒータ兼温度センサ 4a, 6a, 9a の一端は共通の端子 13a に接続され、他端は独立した 3 つの端子 13b, 13c, 13d にそれぞれ接続されている。これら 4 つの端子 13a, 13b, 13c, 13d は、流路基板 5 の断熱パッケージ 10 よりも外側となる端部に形成されている。

【0049】

50

図 9 は図 8 の IX - IX 矢視断面図であり、図 10 は図 9 の X - X 矢視断面図である。

流路基板 5 の内部には、3 系統の流路が当該流路基板 5 の厚み方向に積層されるように形成されている。3 系統の流路は、発電セル 8 まで燃料ガスを案内する燃料流路 5 5 と、空気を発電セル 8 まで供給するための空気流路（第二の酸化剤用流路）5 6 と、触媒燃焼器 9 による燃焼反応後のオフガスを外部に排出するための排出流路 5 7 とであり、上から順に燃料流路 5 5、空気流路 5 6、排出流路 5 7 と積層されている。

【0050】

ここで、図 10 に示すように、流路基板 5 における気化器領域 5 1 には、燃料流路 5 5 により供給された混合燃料を気化器 4 に流入させる流入口 5 5 1 が形成されるとともに、気化器 4 により気化された燃料ガスを燃料流路 5 5 に戻す流出口 5 5 2 が形成されている。

10

流路基板 5 における改質器領域 5 2 には、燃料流路 5 5 により供給された燃料ガスを改質器 6 に流入させる流入口 5 5 3 が形成されるとともに、改質器 6 からの改質ガスを燃料流路 5 5 に戻す流出口 5 5 4 が形成されている。

流路基板 5 における発電セル領域 5 3 には、燃料流路 5 5 により供給された改質ガスと、空気流路 5 6 により供給された空気とを混合して発電セル 8 に供給する混合口 5 5 5 が形成されるとともに、発電セル 8 において発電反応後に、当該発電セル 8 から排出される未反応の燃焼ガスを、触媒を介した燃焼反応によって燃焼する上記の触媒燃焼器 9 が形成されている。触媒燃焼器 9 と排出流路 5 7 とは連通していて、触媒燃焼器 9 から排出されたオフガスは排出流路 5 7 を流れるようになっている。つまり、触媒燃焼器 9 が本発明に係る燃焼部である。

20

【0051】

アノード出力電極 2 1 a 及びカソード出力電極 2 1 b の一端は、図 5、図 6 に示すように、燃料電池部 2 0 の改質器 6 に対向する側の面における対角となる位置から引き出されている。アノード出力電極 2 1 a 及びカソード出力電極 2 1 b の他端は、図 4 に示すように、断熱パッケージ 1 0 の流路基板 5 が突出する壁面と同一の壁面から外部に突出している。

【0052】

アノード出力電極 2 1 a 及びカソード出力電極 2 1 b は、図 5、図 6 に示すように、断熱パッケージ 1 0 の内壁面と燃料電池部 2 0 との間の空間で折り曲げられた折り曲げ部 2 1 c、2 1 d を有している。この折り曲げ部 2 1 c、2 1 d は、アノード出力電極 2 1 a、カソード出力電極 2 1 b の熱膨張による変形により燃料電池部 2 0 と断熱パッケージ 1 0 との間に作用する応力を緩和する役割を果たす。

30

【0053】

図 11 は、説明のために、アノード出力電極 2 1 a 及びカソード出力電極 2 1 b、発電セル 8 のみの構造を示す斜視図であり、図 12 は図 11 の XII - XII 矢視断面図である。アノード出力電極 2 1 a は発電セル 8 のアノード集電極 8 4 から、カソード出力電極 2 1 b は発電セル 8 のカソード集電極 8 5 から引き出されている。

アノード出力電極 2 1 a 及びカソード出力電極 2 1 b は中空の管状であり、内部が発電セル 8 の酸素極 8 3 に空気を供給する空気流路（第一の酸化剤用流路）2 2 a、2 2 b となっている。

40

図 12 に示すように、カソード集電極 8 5 には、空気流路 2 2 a、2 2 b と接続される葛折り状の流路 8 7 a、8 7 b が設けられている。なお、アノード出力電極 2 1 a に設けられた空気流路 2 2 a は、アノード集電極 8 4 側より固体酸化物型電解質 8 1 を貫通する流路（図示せず）を介して流路 8 7 a に接続されている。

【0054】

流路 8 7 a、8 7 b は一端で空気流路 2 2 a、2 2 b と接続され、空気流路 2 2 a、2 2 b から供給された空気を通過させながら酸素極 8 3 に供給する。

流路 8 7 a、8 7 b の他端には触媒燃焼器 9 に通じる挿通孔 8 7 c、8 7 d が設けられている。酸素極 8 3 における化学反応式（3）の反応に用いられずに残った空気は挿通孔

50

87c, 87dから触媒燃焼器9に供給される。

【0055】

図13は、各流路の概略構成を示す説明図である。図13に示すように、燃料流路55には液体ポンプ31が接続されていて、この液体ポンプ31によって燃料容器2内の原燃料が燃料流路55に供給されるようになっている。

【0056】

一方、空気ポンプ32と、各空気流路22a, 22b, 56との間には、空気ポンプ32から、流路基板5の空気流路56に供給する空気の流量と、両電極21a, 21bの空気流路22a, 22bに供給する空気の流量との比からなる空気分配比(酸化剤分配比)を調整することで、発電セル8の温度を調整する分配比調整部70が設けられている。

10

【0057】

分配比70には、空気ポンプ32から各空気流路22a, 22b, 56まで連通する流路60が設けられている。この流路60は、流路基板5の空気流路56に連通する基板用流路61と、両電極21a, 21bの空気流路22a, 22bに連通する電極用流路62とに分岐されている。この分岐点にはバルブ71が配設されていて、このバルブ71をバルブ駆動回路72によって駆動して、各空気流路22a, 22b, 56に対する空気分配比を調整するようになっている。

また、電極用流路62は、アノード出力電極21aの空気流路22aと、カソード出力電極21bの空気流路22bとに連通するように分岐している。なお、電極用流路62は、アノード出力電極21aと、カソード出力電極21bとを電氣的に導通させないように

20

形成されている。

また、基板用流路61、電極用流路62のそれぞれには、流量を検出する流量センサ63, 64が設けられている。

【0058】

また、分配比調整部70には、流量センサ63, 64、電気ヒータ兼温度センサ9a及びバルブ駆動回路72と電氣的に接続された分配比調整回路73が設けられている。分配比調整回路73は、流量センサ63, 64及び電気ヒータ兼温度センサ9aの検出結果を基に、バルブ駆動回路72を制御することで、各空気流路22a, 22b, 56に対する空気分配比を調整する。この電気ヒータ兼温度センサ9aが、発電セル8の温度を検出する、本発明に係る温度センサである。

30

【0059】

ここで、出力電極21a, 21bの空気流路22a, 22bを通過する空気と、流路基板5の空気流路56を通過する空気とでは、その昇温のされ方が異なる。出力電極21a, 21bの空気流路22a, 22bでは、発電セル8に直接空気を導入するため、空気の昇温に必要な熱量は発電セル8から供給されるのに対し、流路基板5の空気流路56では、触媒燃焼器9から排出された高温のオフガスが流通する排出流路57と隣接しているため、空気の昇温に必要な熱量の一部をオフガスとの熱交換によって得ることができる。すなわち、出力電極21a, 21bの空気流路22a, 22bと流路基板5の空気流路56において、流通する空気の昇温に消費される発電セル8の熱量が異なり、その大きさは出力電極21a, 21bの空気流路22a, 22bを流通する空気の方が、流路基板5の空気流路56を流通するそれに比べて大きい。したがって、上記したように分配比調整回路73の制御によって、発電セル8に供給する所定の空気流量のうち、出力電極21a, 21bの空気流路22a, 22bを通じて供給する空気量と、流路基板5の空気流路56を通じて供給する空気分配比率を調整することによって、発電セル8の温度をコントロールすることができる。

40

【0060】

具体的に空気分配比率と、発電セル8の温度との関係をシミュレーションにより導き出した。なお、本シミュレーションでは、解析モデルを図14に示すように出力電極21a, 21bを直線状とした。また、気化器4の温度は150、改質器6の温度は350、発電セルの温度は750、外気温25にそれぞれ固定した条件で行い、発電セル8

50

の温度維持に必要な熱量を算出した。また、発電セル 8 の発電効率は 60% であり、燃料利用率は $H_2 = 80\%$ 、 $CO = 80\%$ 、発電量は 25 W とした。発電セル 8 及び触媒燃焼器 9 の反応熱量は 29.5 W とした。空気の総量は 1330 c c m で、酸素利用率は 50% とした。また、原燃料はメタノール水であり、液体ポンプ 31 により 20.07 m l / m i n で気化器 4 に送られて、当該気化器 4 でスチーム/カーボン比が 2.0 の燃料ガスに変換されているものとした。

【0061】

まず、第 1 条件として出力電極 21 a , 21 b の空気流路 22 a , 22 b と、流路基板 5 の空気流路 56 との空気分配比を 1 : 1 (665 c c m ずつ) とした場合には、断熱パッケージ 10 の内部空間への伝熱量は 13.2 W、改質器 6 への伝熱量は 3.0 W、出力電極 21 a , 21 b への伝熱量は 6.1 W、反応ガスの昇温顕熱は 7.3 W となり、発電セル 8 を 750 に維持したときに周囲に散逸する熱量は、これらの総和で 29.6 W となった。

10

【0062】

次に、第 2 条件として、出力電極 21 a , 21 b の空気流路 22 a , 22 b と、流路基板 5 の空気流路 56 との空気分配比を 1 : 0 とした場合、すなわち、空気流路 22 a , 22 b にのみ空気を流すようにした場合には、断熱パッケージ 10 の内部空間への伝熱量は 16.3 W、改質器 6 への伝熱量は 3.0 W、出力電極 21 a , 21 b への伝熱量は 9.7 W、反応ガスの昇温顕熱は 10.5 W となり、発電セル 8 を 750 に維持したときに周囲に散逸する熱量は、これらの総和で 39.5 W となった。

20

【0063】

そして、第 3 条件として、出力電極 21 a , 21 b の空気流路 22 a , 22 b と、流路基板 5 の空気流路 56 との空気分配比を 0 : 1 とした場合、すなわち、空気流路 56 にのみ空気を流すようにした場合には、断熱パッケージ 10 の内部空間への伝熱量は 10.6 W、改質器 6 への伝熱量は 3.0 W、出力電極 21 a , 21 b への伝熱量は 2.1 W、反応ガスの昇温顕熱は 10.5 W となり、発電セル 8 を 750 に維持したときに周囲に散逸する熱量は、これらの総和で 26.2 W となった。

【0064】

このように、図 14 の解析モデルにおいては、出力電極 21 a , 21 b の空気流路 22 a , 22 b と、流路基板 5 の空気流路 56 と、に発電に必要な空気流量 1330 c c m を半分ずつ導入すると(第 1 条件)、発電セル 8 の温度を 750 に維持する熱量が、発電セル 8 及び触媒燃焼器 9 の反応熱量とほぼ等しくなる。すなわち、電気ヒータ等で余分な熱量を供給しなくとも、発電セル 8 を 750 に維持して運転することができる。また、発電セル 8 の温度変動が生じた場合には、空気分配比を 1 : 1 から変化させることで、発電セル 8 の温度を調整することができる。発電セル 8 の温度が所定温度よりも上昇した場合には、出力電極 21 a , 21 b の空気流路 22 a , 22 b に対する分配比率を高めることによって、上記の解析モデルでは最大で 9.9 W の吸熱による冷却をすることが可能となる。一方、発電セル 8 の温度が所定温度から低下した場合には、流路基板 5 の空気流路 56 に対する分配比立を高めることによって、上記の解析モデルでは最大で 3.4 W の発熱による加熱をすることができる。

30

40

【0065】

以下、具体的に分配比調整回路 73 による温度調整制御について説明する。なお、初期稼働状態として、出力電極 21 a , 21 b の空気流路 22 a , 22 b と、流路基板 5 の空気流路 56 との空気分配比は 1 : 1 で、燃料電池装置 1 が稼働しているものとする。

【0066】

分配比調整回路 73 は、まず、電気ヒータ兼温度センサ 9 a の検出結果から発電セル 8 の温度を取得する。分配比調整回路 73 は、取得した温度と、目標とする温度(所定温度)とを比較して、取得した温度の方が高いときは、出力電極 21 a , 21 b 側の分配比率が従前の比率よりも大きくなるように、パルス駆動回路 72 を介してパルス 71 を駆動する。これにより、発電セル 8 の温度が低下することになる。

50

また、取得した温度と、目標とする温度（所定温度）とを比較して、取得した温度の方が低いときは、分配比調整回路 7 3 は、流路基板 5 側の分配比率が従前の比率よりも大きくなるように、バルブ駆動回路 7 2 を介してバルブ 7 1 を駆動する。これにより、発電セル 8 の温度が上昇することになる。

【 0 0 6 7 】

なお、分配比調整回路 7 3 は、各流量センサ 6 3 , 6 4 の検出結果を基にして、分配比立を調整することが、正確な温度制御を実行するうえで好ましい。

【 0 0 6 8 】

以上のように、出力電極 2 1 a , 2 1 b の空気流路 2 2 a , 2 2 b と、流路基板 5 の空気流路 5 6 との空気分配比が、分配比調整部 7 0 によって調整されるので、従来のようにヒータを稼働させたり、空気ポンプ 3 2 の負担を増大させたりすることなく、発電セル 8 の温度の調整が可能となる。分配比調整部 7 0 の消費電力は、液体ポンプ 3 1 やヒータの消費電力よりも僅かなものであるため、消費電力の増加を抑えることもできる。

10

【 0 0 6 9 】

また、流路基板が平板状であって、その厚み方向に積層するように燃料流路 5 5、空気流路 5 6 及び排出流路 5 7 が形成されているので、各々の流路が流路形状（例えば蛇行流路など）によって互いに干渉することが無いため流路形状の自由度を高めることができる。また、流路間で隣接する面積を大きくすることができるため、効率の良い流体間の熱交換を可能にする。

【 0 0 7 0 】

そして、流路基板 5 内に触媒燃焼器 9 が形成されているので、これらを別体に構成するよりも部品点数を削減することが可能となる。

20

【 0 0 7 1 】

なお、上記実施形態において、流路基板 5 上に気化器 4 及び改質器 6 が設けられているものとしたが、図 1 5 (a) に示すように、流路基板 5 上に気化器 4 や改質器 6 が設けられていないものであってもよい。この場合、例えば、気化器 4 や改質器 6 が外部に設けられているものであってもよいし、あるいは、燃料容器 2 より燃料ガスとして水素ガスが供給される構成を備えるものであってもよい。

【 0 0 7 2 】

また、上記実施形態においては、アノード出力電極 2 1 a とカソード出力電極 2 1 b の両方に空気流路 2 2 a , 2 2 b が設けられるものとしたが、本発明はこれに限るものではなく、図 1 5 (b) に示すように、アノード出力電極 2 1 a 又はカソード出力電極 2 1 e の何れか一方にのみ（図 1 5 (b) においてはアノード出力電極 2 1 a にのみ）に空気流路が設けられるものであってもよく、この場合でも、上記と同等の効果を奏することができる。

30

【 0 0 7 3 】

< 変形例 1 >

なお、上記の実施形態においては、燃料電池部 2 0 における改質器 6 と対向する面の対角部からアノード出力電極 2 1 a 及びカソード出力電極 2 1 b を引き出していたが、例えば図 1 6、図 1 7 に示すように、アノード出力電極 2 3 a 及びカソード出力電極 2 3 b の折り曲げ部 2 3 c , 2 3 d の折り曲げ回数を調節し、燃料電池部 2 0 の略中央付近からアノード出力電極 2 3 a 及びカソード出力電極 2 3 b を引き出してもよい。この場合、空気流路 2 4 a , 2 4 b と接続される流路 8 7 a , 8 7 b の構造も適宜変更する。

40

【 0 0 7 4 】

< 変形例 2 >

また、上記の実施形態においては、断面四角形状のアノード出力電極 2 1 a 及びカソード出力電極 2 1 b を用いたが、例えば図 1 8 に示すような折り曲げ部 2 5 c , 2 5 d を有する三角管状のアノード出力電極 2 5 a 及びカソード出力電極 2 5 b を用いてもよい。この場合、空気流路 2 6 a , 2 6 b と接続される流路 8 7 a , 8 7 b の構造を適宜変更する

50

。

< 変形例 3 >

あるいは、図 19 に示すような円管状のアノード出力電極 27a 及びカソード出力電極 27b を用いてもよい。この場合、空気流路 28a, 28b と接続される流路 87a, 87b の構造も適宜変更する。

【0075】

また、上記の実施形態においては、図 5, 図 6 に示すように、アノード出力電極 21a 及びカソード出力電極 21b を直角に屈曲させて折り曲げ部 21c, 21d を形成していたが、図 19 に示すように、折り曲げ部 27c, 27d における屈曲箇所を円弧状にして、滑らかに曲げるようにしてもよい。この場合、応力が屈曲箇所に集中することを抑制し、

10

【図面の簡単な説明】

【0076】

【図 1】燃料電池装置を搭載した携帯用の電子機器を示すブロック図である。

【図 2】発電セルの模式図である。

【図 3】発電セルスタックの一例を示す模式図である。

【図 4】断熱パッケージの斜視図である。

【図 5】断熱パッケージの内部構造を示す斜視図である。

【図 6】図 5 の断熱パッケージの内部構造を下側から見た斜視図である。

20

【図 7】図 4 の VII - VII 矢視断面図である。

【図 8】流路基板の下面図である。

【図 9】図 8 の IX - IX 矢視断面図である。

【図 10】図 9 の X - X 矢視断面図である。

【図 11】アノード出力電極及びカソード出力電極、発電セルのみの構造を示す斜視図である。

【図 12】図 11 の XII - XII 矢視断面図である。

【図 13】各流路（燃料流路、空気流路及び排出流路）の概略構成を示す説明図である。

【図 14】空気分配比率と、発電セルの温度との関係を導き出すシミュレーションの解析モデルを示す斜視図である。

30

【図 15】断熱パッケージと内部構造の他の構成例を示す斜視図である。

【図 16】変形例 1 としての断熱パッケージの内部構造を示す斜視図である。

【図 17】図 16 の断熱パッケージの内部構造を下側から見た斜視図である。

【図 18】変形例 2 としての断熱パッケージの内部構造の変形例を示す斜視図である。

【図 19】変形例 3 としての断熱パッケージの内部構造の変形例を示す斜視図である。

【符号の説明】

【0077】

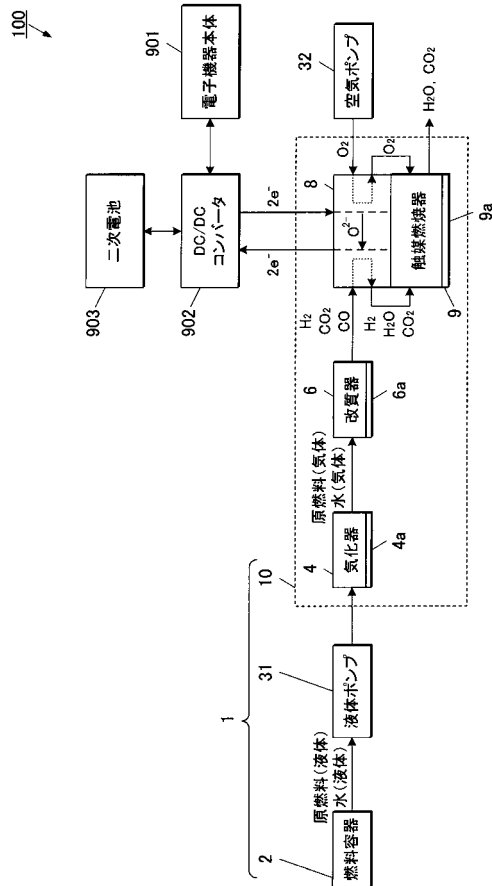
- 1 燃料電池装置
- 4 気化器
- 5 流路基板
- 6 改質器
- 8 発電セル
- 9 触媒燃焼器（燃焼部）
- 9 a 電気ヒータ兼温度センサ（温度センサ）
- 10 断熱パッケージ（断熱容器）
- 20 燃料電池部
- 21 a アノード出力電極（出力電極）
- 21 b カソード出力電極（出力電極）
- 22 a, 22 b 空気流路（第一の酸化剤用流路）
- 32 空気ポンプ（酸化剤供給部）

40

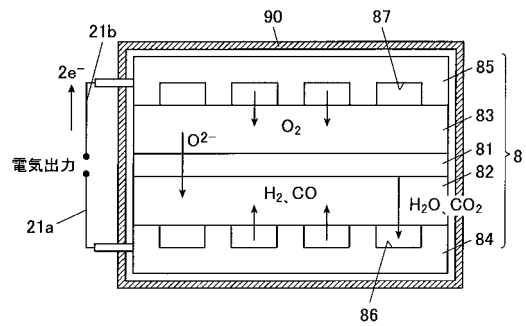
50

- 5 5 燃料流路
- 5 6 空気流路 (第二の酸化剤用流路)
- 5 7 排出流路
- 6 3 , 6 4 流量センサ
- 7 0 分配比調整部
- 7 1 バルブ
- 7 2 バルブ駆動回路
- 7 3 分配比調整回路
- 8 0 セルスタック
- 9 0 筐体
- 1 0 0 電子機器

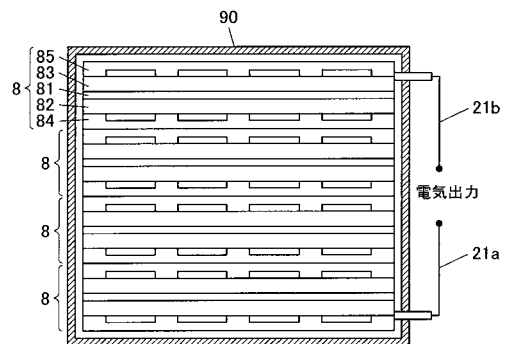
【 図 1 】



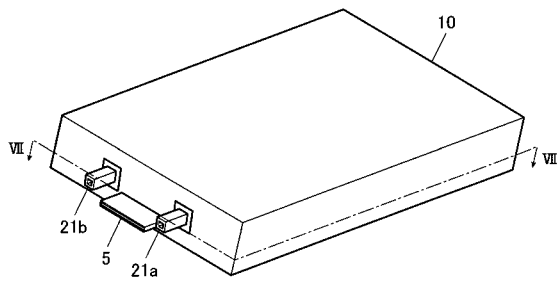
【 図 2 】



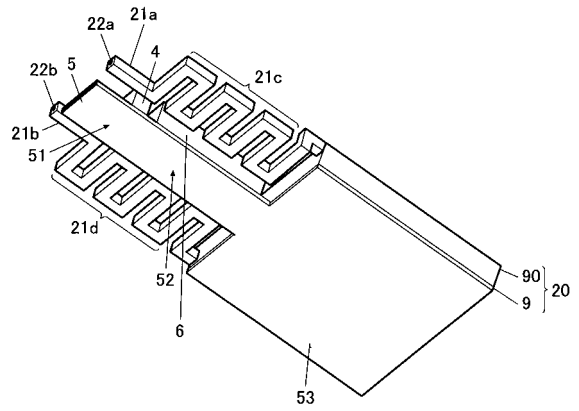
【 図 3 】



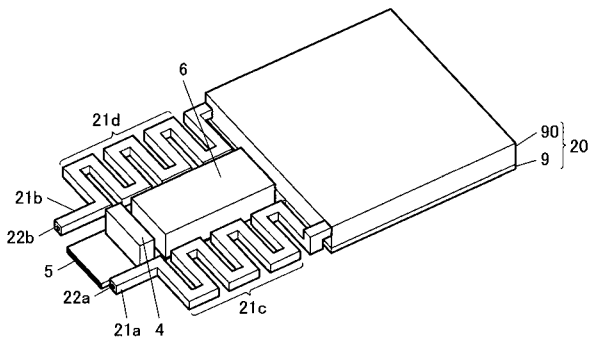
【 図 4 】



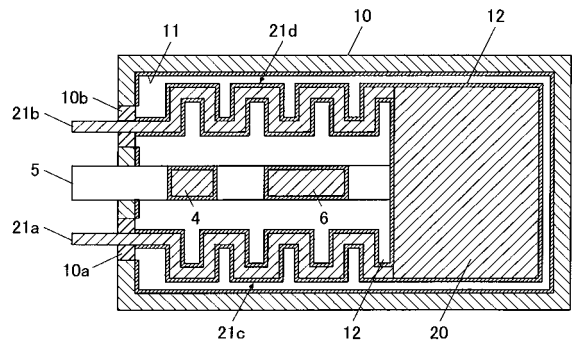
【 図 6 】



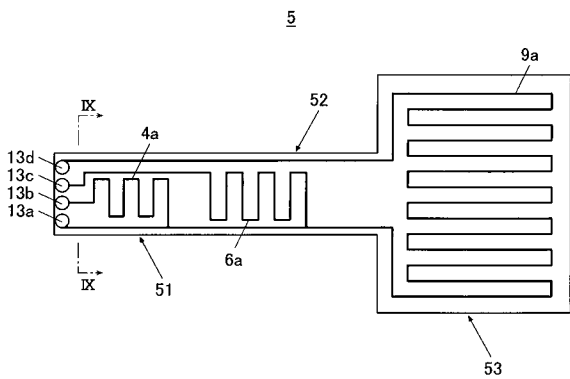
【 図 5 】



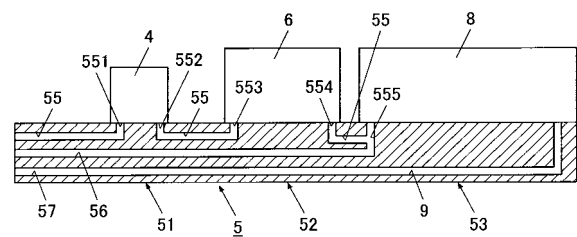
【 図 7 】



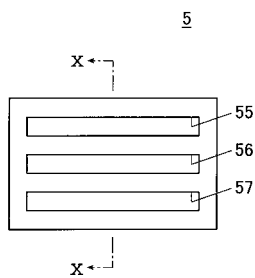
【 図 8 】



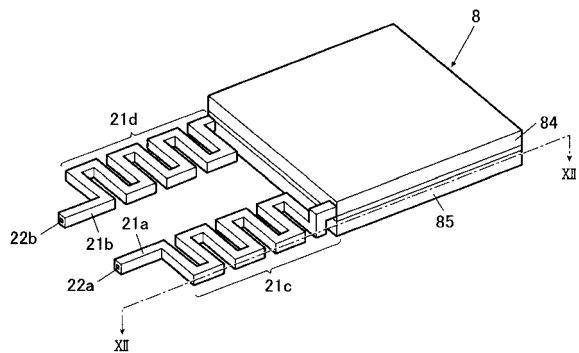
【 図 10 】



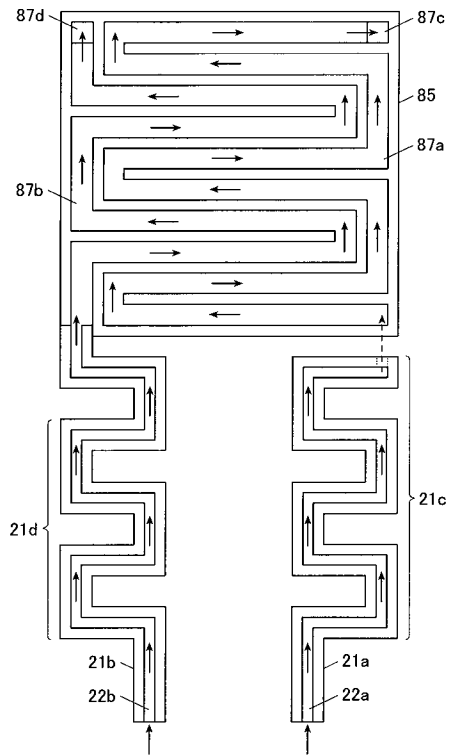
【 図 9 】



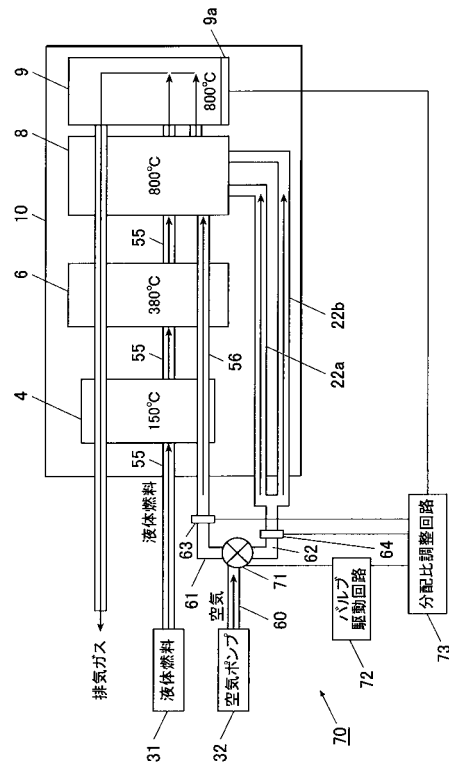
【 図 11 】



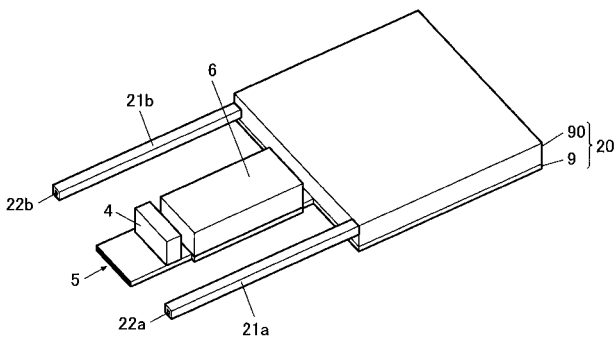
【 図 1 2 】



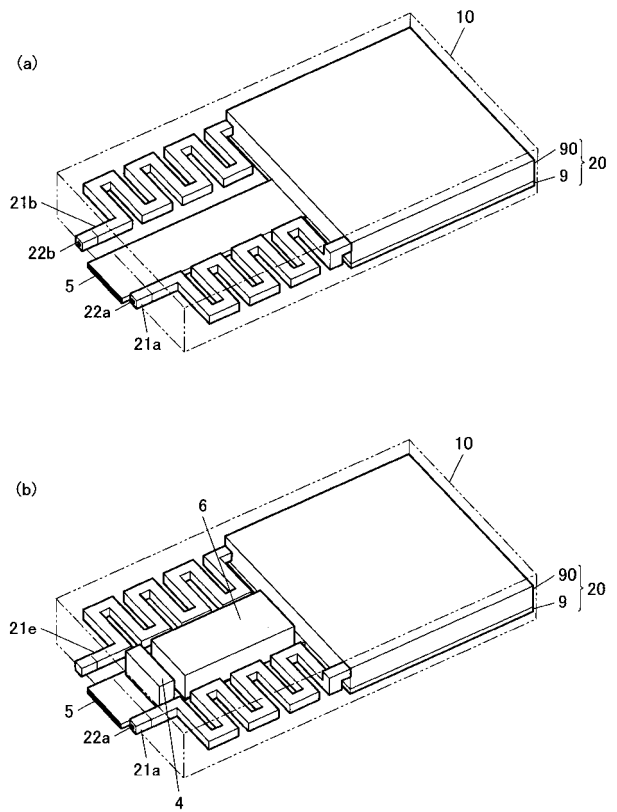
【 図 1 3 】



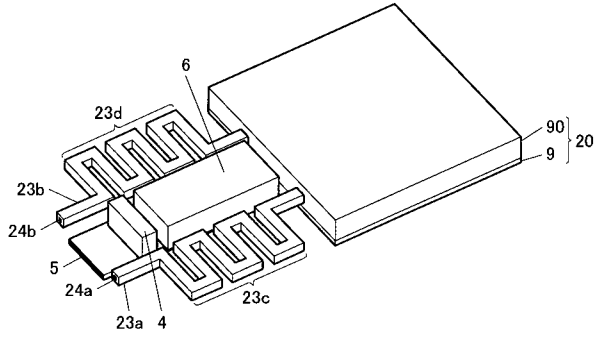
【 図 1 4 】



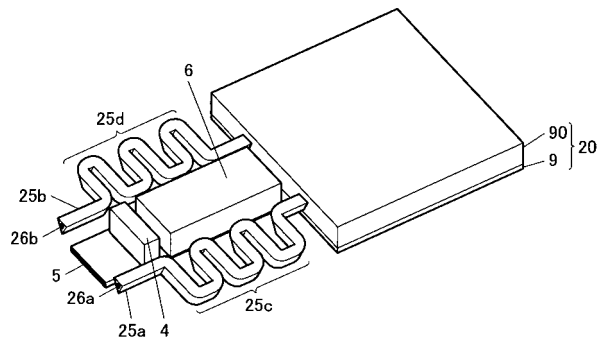
【 図 1 5 】



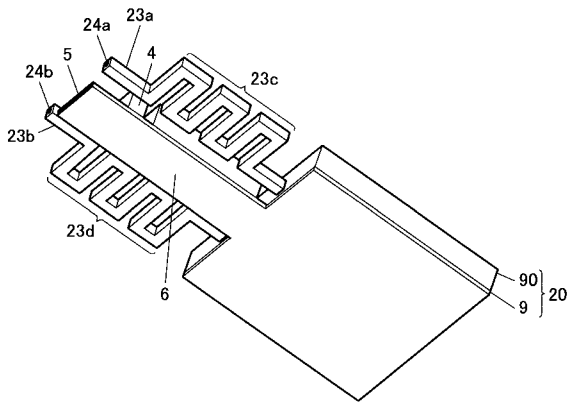
【図 16】



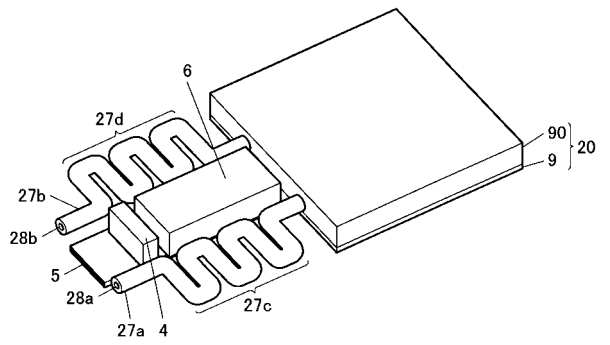
【図 18】



【図 17】



【図 19】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.

F I

テーマコード(参考)

H 0 1 M 8/06

B

H 0 1 M 8/06

G