

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

燃料極 A と空気極 C とが電解質板で仕切られた燃料電池を格納する格納容器と、空気圧縮機で加圧された加圧空気を格納容器内に供給する容器ガス導入ラインと、格納容器と前記空気極 C の上流側を連通し反応用の酸化ガス中に加圧空気を供給する空気導入ラインと、を備えたことを特徴とする燃料電池発電プラントの差圧制御装置。

【請求項 2】

前記空気導入ラインの最大圧損が、燃料電池内部と外部の許容差圧よりも十分小さく設定されている、ことを特徴とする請求項 1 に記載の差圧制御装置。

【請求項 3】

燃料極 A を通過したアノード排ガスと、空気極 C を通過したカソード排ガスとが供給され、アノード排ガスを燃焼させる触媒燃焼器を備え、触媒燃焼器の出口までの燃料極 A からの燃料極側圧損と、触媒燃焼器の出口までの空気極 C から空気極側圧損との和が、極間の許容差圧よりも十分小さく設定されている、ことを特徴とする請求項 1 に記載の差圧制御装置。

10

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、燃料電池発電プラントの差圧制御装置に関するもので、詳しくは、熔融炭酸塩型燃料電池の電池格納容器内の圧力と燃料電池内の圧力の間の差圧を制御する装置に関するものである。

20

【0002】

【従来の技術】

従来の熔融炭酸塩型燃料電池発電プラントは、たとえば、図 2 に示すような構成からなっている。

図 2 において、101 はアノード A やカソード C などをも有する熔融炭酸塩型燃料電池、102 は都市ガス供給ライン、103 は脱硫器、104 は水蒸気供給ライン、105 は燃料予熱器、106 は改質室 R e や燃焼室 C o などをも有する改質器、107 は空気予熱器、108 は凝縮器、109 は気水分離ドラム、110 は低温ブロウ、111 は電動機、112 は圧力調節弁、113 は排ガスタービン、114 は空気圧縮機、115 は空気ブロウ、116 は圧縮空気供給ライン、117 は低温ブロウ出口ライン、118 は低温ブロウ出口第 1 分岐ライン、119 は前記第 1 分岐ライン 118 に接続されている容器ガス供給ライン、120 は高温ブロウ、121 は低温ブロウ出口第 2 分岐ライン、122 はカソードガス入口ライン、123 はアノードガス入口ライン、124 はカソードガス出口ライン、125 はアノードガス出口ライン、126 は容器ガス出口ライン、127 は容器ガス出口側制御弁、128 は差圧計、129 は容器ガス入口側制御弁である。

30

【0003】

そして、上述の燃料電池発電プラントでは、電池保護のための燃料電池 101 の容器内とカソード側の差圧制御は、容器ガス入口側制御弁 129 と容器ガス出口側制御弁 127 で行なっていた。そのため、容器ガス供給ライン 119 の配管は大口径のものであるため、必然的に容器ガス入口側制御弁 129 も大型となり、大きな設置スペースを必要とするばかりでなく、高価なものとなり、かつ、操作も簡単でないという問題点があった。

40

【0004】

上述した問題点を解決するために、本発明の出願人は先に [特許文献 1] を創案し出願している。

【0005】

【特許文献 1】

特開平 7 - 142075 号公報

【0006】

[特許文献 1] の「燃料電池発電プラントの差圧制御装置」は、図 3 に示すように、熔融

50

炭酸塩型燃料電池 101 のカソードガス入口ライン 122 に設けられた第 1 圧力計 130 と、低温ブロウ出口ライン 117 に設けられて容器ガス供給ライン 119 に接続されている低温ブロウ出口第 1 分岐ライン 118 の分岐点の直上流部分の圧力を計測する第 2 圧力計 131 と、前記低温ブロウ出口ライン 117 から分岐して設けられている圧力調節弁 112 と、容器ガス出口ライン 126 に設けられた容器ガス出口側制御弁 127 と、前記第 1 圧力計 130 と第 2 圧力計 131 からの圧力計測信号を受信して常に該第 1 圧力計で計測される前記カソードガス入口ライン 122 の圧力よりも該第 2 圧力計で計測される前記低温ブロウ出口ライン 117 の圧力が大なるように前記圧力調節弁 112 を制御する制御器 133 とを備えたものである。

【0007】

上述した [特許文献 1] の「差圧制御装置」により、大型となってしまふ従来の容器ガス入口側制御弁 129 を設けなくて、それに代わる前記制御器 133 により圧力調節弁 112 を作動させることによって、熔融炭酸塩型燃料電池の電池格納容器内の圧力とカソード側の圧力の間の差圧の制御が可能となる。

【0008】

【発明が解決しようとする課題】

燃料電池を構成するアノード A (燃料極) とカソード C (空気極) とは、その間に把持される電解質板により仕切られその間のガスの漏洩 (クロスリーク) を防止している。また、熔融炭酸塩型燃料電池では、燃料電池の内部と外部の間のガスの漏洩も電解質板のウエットシールによる。しかし電解質板は、微細なセラミックス粉末に運転温度で液体の熔融炭酸塩を含浸させたものであり、ウエットシールは熔融炭酸塩の表面張力によりガスシールするものである。そのため、燃料電池におけるアノード / カソード間の許容差圧も、燃料電池内部と外部の許容差圧も極めて低く (例えば最大で約 $1000 \text{ mm Aq} = 0.1 \text{ kg/cm}^2$ 約 0.01 MPa)、この差圧制御がガスの漏洩を防ぐために極めて重要である。

【0009】

上述したように、従来の燃料電池発電プラントでは、電池の燃料極の圧力が容器圧力より高くなったときに燃料極から燃料 (改質ガス等) が漏洩することを防止するため、燃料電池を収容する格納容器に、窒素ガスまたは低酸素ガス (酸素濃度の低いガス) を供給し、その排気系統に設置された調節弁で容器圧力 (容器と燃料電池の差圧) を制御している。

【0010】

しかし、窒素ガスまたは低酸素ガスを用いた従来の差圧制御には以下の問題点があった。(1) 容器ガスとして窒素ガスを使う場合はランニングコストが大きく、また低酸素ガスとして燃焼排ガス等を供給する場合は、燃焼排ガスを加圧するための圧縮機動力により所内動力が増加し、発電端効率が低下する。

(2) 燃料電池とガスタービンを組み合わせたコンバインドシステムの場合、ガスタービン側の負荷変化により燃料電池の運転圧力が大きく変化する。この場合でも、格納容器と燃料電池との差圧が所定の許容範囲 (例えば 0.01 MPa 以下) に容器圧力を追従させて制御する必要がある。しかし、格納容器の内容積は非常に大きいため、この差圧制御に必要な容器ガス流量が大きくなり、窒素ガスを使う場合はランニングコストが過大となり、燃焼排ガス等を使用する場合は、圧縮機容量が過大となり、発電端効率が大幅に低下する。

(3) ガスタービン側の負荷変化等により運転圧力が急激に変化すると、圧力制御の追従が遅れ、差圧が許容範囲 (例えば 0.01 MPa 以下) を超え、燃料電池に損傷を与えるおそれがあった。

(4) 制御系にトラブルが生じると、差圧制御はほとんど不可能となり、燃料電池の損傷が避けられない。

【0011】

本発明は、上記のような問題点を解決しようとするものである。すなわち、本発明の目的は、運転圧力の急変や制御系にトラブルが生じた場合でも、所定の許容範囲 (例えば 0.01 MPa)

10

20

30

40

50

0.1 MPa 以下) に差圧を安定制御でき、かつランニングコストと所内動力を低減して発電端効率を高めることができる燃料電池発電プラントの差圧制御装置を提供することにある。

【0012】

【課題を解決するための手段】

本発明によれば、燃料極 A と空気極 C とが電解質板で仕切られた燃料電池を格納する格納容器と、空気圧縮機で加圧された加圧空気を格納容器内に供給する容器ガス導入ラインと、格納容器と前記空気極 C の上流側を連通し反応用の酸化ガス中に加圧空気を供給する空気導入ラインと、を備えたことを特徴とする燃料電池発電プラントの差圧制御装置が提供される。

10

【0013】

上記本発明の構成によれば、容器ガス導入ラインから加圧空気が格納容器内に供給され、格納容器を通過した加圧空気が空気導入ラインを介して燃料電池の空気極 C に供給される。この構成により、燃料電池の空気極 C と燃料電池の外部とは実質的に空気導入ラインにより連通されており、その間に発生する差圧は実質的に空気導入ラインの圧損に等しくなる(厳密には空気極 C と空気導入点までの圧損が付加されるが、これは無視できる程度である)。

従って、運転圧力の急変や制御系にトラブルが生じ、加圧空気の圧力が変動した場合でも、空気導入ラインの圧損を小さく設定しておくだけで、所定の許容範囲に差圧を安定制御できる。また、余分な窒素ガスを用いないのでランニングコストが低く、排ガスの圧縮を必要としないので所内動力を低減して発電端効率を高めることができる

20

【0014】

本発明の好ましい実施形態によれば、前記空気導入ラインの最大圧損が、燃料電池内部と外部の許容差圧よりも十分小さく設定されている。

【0015】

この構成により、運転圧力の急変や制御系にトラブルが生じた場合でも、燃料電池の空気極 C と燃料電池の外部との差圧を所定の許容範囲(例えば 0.01 MPa 以下)に安定制御できる。

【0016】

また、燃料極 A を通過したアノード排ガスと、空気極 C を通過したカソード排ガスとが供給され、アノード排ガスを燃焼させる触媒燃焼器を備え、触媒燃焼器の出口までの燃料極 A からの燃料極側圧損と、触媒燃焼器の出口までの空気極 C から空気極側圧損との和が、極間の許容差圧よりも十分小さく設定されている。

30

【0017】

この構成により、空気極の排ガスと燃料極の排ガスが、触媒燃焼器に導入することで均圧されるため、燃料電池におけるアノード/カソード間の差圧も、所定の許容範囲(例えば 0.01 MPa 以下)に安定制御できる。

【0018】

従って、容器から空気極入口までの圧損、空気極から触媒燃焼器出口までの圧損、燃料極から触媒燃焼器出口までの圧損を所定値内で設計することで、容器圧力 > 空気極圧力 > 燃料極圧力の圧力分布が確保され、かつ各圧損を所定値内に抑えることで燃料電池の内外差圧と極間差圧の両方を所定の許容範囲(例えば 0.01 MPa 以下)に安定制御できる。

40

【0019】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の好ましい実施形態を図面を参照して説明する。なお、各図において共通の部材には同一の符号を付し重複した説明を省略する。

【0020】

図 1 は、本発明の差圧制御装置を備えた燃料電池発電プラントの全体構成図である。

この図において、溶融炭酸塩型燃料電池を用いた発電設備(燃料電池発電プラント)は、天然ガス等の燃料ガス 1 を水素を含むアノードガス 2 に改質する改質器 10 と、アノード

50

ガス 2 と酸素を含むカソードガス 3 とから発電する燃料電池 1 2 とを備えており、改質器 1 0 で作られたアノードガス 2 は燃料電池 1 2 に供給され、燃料電池内でその大部分（例えば 8 0 %）を消費した後、アノード排ガス 4 として触媒燃焼器 1 8 に供給される。触媒燃焼器 1 8 ではアノード排ガス中の可燃成分（水素、一酸化炭素、メタン等）がカソード排ガス 7 の一部 7 a により燃焼し、高温の燃焼ガスとなって改質器 1 0 の加熱室 H に入り、改質室 R e を加熱し改質室の燃料を改質する。加熱室 H を出た燃焼排ガス 5 はカソードプロア 1 7 c で加圧され、加圧空気が供給されてカソードガス 3 となる。このカソードプロア 1 7 c は、改質器で発生した C O₂ ガスを燃料電池のカソード側に供給してカソード反応に利用するようになっている。

【 0 0 2 1 】

10

燃料電池内でその一部が反応したカソードガス（カソード排ガス 7）の残り 7 b は、ガスタービン 1 6 で圧力を回収され、排熱回収ボイラ 1 9 による熱回収後に系外に排出される。なお、この図において、1 3 a は燃料予熱器である。

【 0 0 2 2 】

図 1 において、本発明の差圧制御装置は、格納容器 1 1、容器ガス導入ライン 2 2、及び空気導入ライン 2 4 を備える。

【 0 0 2 3 】

格納容器 1 1 は、燃料電池 1 2 を少なくとも格納する必要があるが、この例のように、燃料電池以外に、改質器 1 0、触媒燃焼器 1 8、その他を格納してもよい。

【 0 0 2 4 】

20

容器ガス導入ライン 2 2 は、空気圧縮機（この例ではガスタービン 1 6）で加圧された加圧空気を格納容器 1 1 内に供給する。この空気量と圧力は、燃料電池の空気極 C（カソード）側に必要な供給量と圧力であり、運転状態（起動時、負荷変動）に応じて適宜変化させることができる。

【 0 0 2 5 】

空気導入ライン 2 4 は、格納容器 1 1 と空気極 C の上流側を連通し、反応の酸化ガス中に加圧空気を供給する。空気導入ライン 2 4 は、その最大圧損が、空気極 C と空気導入点までの圧損を付加した場合でも、燃料電池内部と外部の許容差圧（例えば 0 . 0 1 M P a 以下）よりも小さくなるように、十分小さく設定されている。この圧損設定は、例えばライン 2 4 の長さを短く、流路面積を大きく設定することで容易に設定することができる。

30

【 0 0 2 6 】

この構成により、運転圧力の急変や制御系にトラブルが生じた場合でも、燃料電池の空気極 C と燃料電池の外部との差圧を所定の許容範囲に安定制御できる。

【 0 0 2 7 】

また、本発明において、燃料極 A を通過したアノード排ガスと、空気極 C を通過したカソード排ガスとが供給され、アノード排ガスを燃焼させる触媒燃焼器 1 8 を備える。この触媒燃焼器 1 8 の出口までの燃料極 A からの燃料極側圧損と、触媒燃焼器の出口までの空気極 C から空気極側圧損との和は、極間の許容差圧（例えば 0 . 0 1 M P a 以下）よりも十分小さく設定されている。この圧損設定は、例えば触媒燃焼器 1 8 までのライン長さを短く、流路面積を大きく設定し、かつ触媒燃焼器内の圧損（例えば触媒の形状、充填度による）を小さく設定することで容易に設定することができる。

40

【 0 0 2 8 】

この構成により、空気極の排ガスと燃料極の排ガスが、触媒燃焼器 1 8 に導入することで均圧されるため、燃料電池におけるアノード / カソード間の差圧も、所定の許容範囲に安定制御できる。

【 0 0 2 9 】

上述した本発明の構成によれば、容器ガス導入ライン 2 2 から加圧空気が格納容器 1 1 内に供給され、格納容器を通過した加圧空気が空気導入ライン 2 4 を介して燃料電池 1 2 の空気極 C に供給される。この構成により、燃料電池の空気極 C と燃料電池の外部とは実質的に空気導入ライン 2 4 により連通されており、その間に発生する差圧は実質的に空気導

50

入ライン 2 4 の圧損に等しくなる（厳密には空気極 C と空気導入点までの圧損が付加されるが、これは無視できる程度である）。

【 0 0 3 0 】

従って、運転圧力の急変や制御系にトラブルが生じ、加圧空気の圧力が変動した場合でも、空気導入ライン 2 4 の圧損を小さく設定しておくだけで、所定の許容範囲に差圧を安定制御できる。また、余分な窒素ガスを用いないのでランニングコストが低く、排ガスの圧縮を必要としないので所内動力を低減して発電端効率を高めることができる

【 0 0 3 1 】

従って、容器から空気極入口までの圧損、空気極から触媒燃焼器出口までの圧損、燃料極から触媒燃焼器出口までの圧損を所定値内で設計することで、容器圧力 > 空気極圧力 燃料極圧力の圧力分布が確保され、かつ各圧損を所定値内に抑えることで燃料電池の内外差圧と極間差圧の両方を所定の許容範囲（例えば 0 . 0 1 M P a 以下）に安定制御できる。

【 0 0 3 2 】

なお本発明は、上述した実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の変更が可能である。

【 0 0 3 3 】

【発明の効果】

上述したように、本発明によれば、以下の効果が得られる。

（ 1 ）窒素ガス使用量の低減、容器ガス圧縮機の廃止に伴い、ランニングコストと設備費を低減できる。

（ 2 ）その他容器ガス供給排出系統がなくなると共に、容器貫通部取り合いの低減が可能となる。

（ 3 ）容器ガス流量を大幅に増加できることから、負荷変化等で圧力変化を伴うプラントシステムで電池差圧制御なしでもより負荷変化を高くできる可能性がある。

（ 4 ）容器ガス流量が増加したことで、容器内ガス温度を低減して放熱量を抑えると共に、収納されているスタックや燃料改質装置等の放熱を電池反应用空気に回収することが可能となり、効率向上に寄与する。

【 0 0 3 4 】

従って、本発明の燃料電池発電プラントの差圧制御装置は、運転圧力の急変や制御系にトラブルが生じた場合でも、所定の許容範囲（例えば 0 . 0 1 M P a 以下）に差圧を安定制御でき、かつランニングコストと所内動力を低減して発電端効率を高めることができる、等の優れた効果を有する。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の差圧制御装置を備えた燃料電池発電プラントの全体構成図である。

【図 2】従来の全体構成図である。

【図 3】従来の別の全体構成図である。

【符号の説明】

- 1 1 格納容器、 1 2 燃料電池、
- 1 6 空気圧縮機（ガスタービン）、
- 1 8 触媒燃焼器、
- 2 2 容器ガス導入ライン、
- 2 4 空気導入ライン

10

20

30

40

