

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4154680号
(P4154680)

(45) 発行日 平成20年9月24日(2008.9.24)

(24) 登録日 平成20年7月18日(2008.7.18)

(51) Int.Cl.		F I			
HO 1 M	8/04	(2006.01)	HO 1 M	8/04	J
HO 1 M	8/06	(2006.01)	HO 1 M	8/06	G
			HO 1 M	8/06	B

請求項の数 1 (全 7 頁)

(21) 出願番号	特願平11-138586	(73) 特許権者	000000099
(22) 出願日	平成11年5月19日(1999.5.19)		株式会社 I H I
(65) 公開番号	特開2000-331697(P2000-331697A)		東京都江東区豊洲三丁目1番1号
(43) 公開日	平成12年11月30日(2000.11.30)	(74) 代理人	100097515
審査請求日	平成18年4月26日(2006.4.26)		弁理士 堀田 実
		(74) 代理人	100093609
			弁理士 奈良 繁
		(72) 発明者	武井 意
			東京都江東区豊洲3丁目1番15号 石川島播磨重工業株式会社 東二テクニカルセンター内
		審査官	青木 千歌子

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アノード排ガスラインに蒸気注入する燃料電池発電装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

カソードとアノードからなり酸素を含むカソードガスと水素を含むアノードガスから発電する燃料電池と、カソードから排出されるカソード排ガスとアノードから排出されるアノード排ガスをを燃焼する燃焼器と、この燃焼器の燃焼ガスで蒸気を含む燃料ガスを改質してアノードガスを生成し前記アノードに供給する改質器と、この改質器に供給された燃焼ガスをカソードに循環させる炭酸ガスリサイクルラインと、を備えた燃料電池発電装置において、前記アノード排ガスをアノードから前記燃焼器に供給するアノード排ガスラインは、アノード排ガスを冷却するガス冷却器と、冷却により凝縮した水分を分離する気水分離器と、水分分離したガスを加圧するアノードブロワと、このアノードブロワを出たガスをガス冷却器に入る前のアノード排ガスで加熱する熱交換器と、この熱交換器とアノードブロワとの間に接続され蒸気を供給するアノード蒸気ラインと、を備えていることを特徴とするアノード排ガスラインに蒸気注入する燃料電池発電装置。

10

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、アノード排ガスに蒸気を注入する燃料電池発電装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

溶融炭酸塩型燃料電池は、高効率で環境への影響が少ないなど、従来の発電装置にない特

20

徴を有しており、水力、火力、原子力に続く発電システムとして注目を集め、現在鋭意研究が進められている。

【0003】

図3は都市ガスを燃料とする溶融炭酸塩型燃料電池を用いた発電設備の一例を示す図である。図3において、発電設備は、蒸気と混合した燃料ガス(都市ガス)を水素を含むアノードガスに改質する改質器22と、酸素を含むカソードガスと水素を含むアノードガスとから発電する燃料電池20とを備えており、改質器22で作られるアノードガスはアノードガスライン2により燃料電池20に供給され、燃料電池20の中でその大部分を消費してアノード排ガスとなり、アノード排ガスライン4により燃焼用ガスとして触媒燃焼器23へ供給される。

10

【0004】

触媒燃焼器23ではアノード排ガス中の可燃成分を触媒で燃焼して高温の燃焼ガスを生成し、改質器22の加熱室に供給しこの燃焼ガスにより改質室を加熱し、改質室で改質触媒により燃料ガスを改質してアノードガスとする。アノードガスは燃料予熱器24によって燃料ガスライン1を流れる蒸気と混合した燃料ガスと熱交換し、燃料電池20のアノードに供給される。また加熱室を出た燃焼ガスは炭酸ガスリサイクルライン7で炭酸ガスリサイクルブロウ32によりカソードに供給される。燃焼ガスには多量の炭酸ガスが含まれており、電池反応に必要な炭酸ガスの供給源となる。空気ライン8からの空気が炭酸ガスリサイクルブロウ32の出側に供給されカソードの電池反応に必要な酸素を供給する。カソードから排出されるカソード排ガスの一部は循環ライン3によりカソードに供給される。このカソード排ガスと燃焼ガスと空気が混合してカソードガスとなりカソードに供給される。

20

【0005】

アノード排ガスライン4には、熱交換器34と、この熱交換器34を出たアノード排ガスを冷却するガス冷却器36と、冷却により凝縮した水分を分離する気水分離器38と、水分を分離したアノード排ガスを昇圧するアノードブロウ40と、が設けられ、熱交換器34はアノードを出た高温のアノード排ガスでアノードブロウ40を出た低温のアノード排ガスを加熱する。このようにアノード排ガスを冷却して気水分離し水分を減少させるのは、単位体積当たりの発熱量を増加させるためと、アノードブロウ40を低温仕様(例えば、設計温度150)とし、コストを低減するためである。

30

【0006】

ガス冷却器34は、冷却液を循環させアノード排ガスを冷却するとともに、バイパス35を設け、流量制御弁41でバイパス量を制御して冷却温度を制御している。圧力は一定なので冷却温度を制御すると凝縮量も制御できる。

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

ガス冷却器36の温度制御は、アノードブロウ40に対しては、アノード排ガスを所定温度以下に低下させればよいが、あまり低下させると凝縮量が多くなり、アノードブロウ40で昇圧され熱交換器34を通過するアノード排ガスに含まれる水蒸気の量が少くなる。この水蒸気量が少くなるとアノード排ガスに含まれるCOにより熱交換器34に炭素析出が発生する。特に燃料電池20が低負荷時には、アノード排ガス量が大幅に減少するため、ガス冷却器36の出口のガス温度が低下し、凝縮量が増大し熱交換器34を通過するアノード排ガス中の水蒸気濃度が極端に低下する。これにより、熱交換器34に炭素析出が発生する可能性が大きくなる。このためガス冷却器36の温度制御は大変難しくなっていた。

40

【0008】

本発明は上述の問題点に鑑みてなされたもので、アノード排ガスラインのガス冷却器の温度制御を容易にすることを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】

50

上記目的を達成するため、請求項1の発明では、カソードとアノードからなり酸素を含むカソードガスと水素を含むアノードガスから発電する燃料電池と、カソードから排出されるカソード排ガスとアノードから排出されるアノード排ガスをを燃焼する燃焼器と、この燃焼器の燃焼ガスで蒸気を含む燃料ガスを改質してアノードガスを生成し前記アノードに供給する改質器と、この改質器に供給された燃焼ガスをカソードに循環させる炭酸ガスリサイクルラインと、を備えた燃料電池発電装置において、前記アノード排ガスをアノードから前記燃焼器に供給するアノード排ガスラインは、アノード排ガスを冷却するガス冷却器と、冷却により凝縮した水分を分離する気水分離器と、水分分離したガスを加圧するアノードブロワと、このアノードブロワを出たガスをガス冷却器に入る前のアノード排ガスで加熱する熱交換器と、この熱交換器とアノードブロワとの間に接続され蒸気を供給するアノード蒸気ラインと、を備えている。

10

【0010】

熱交換器とアノードブロワとの間にアノード蒸気ラインを設けたことにより、熱交換器を通過するアノード排ガス中の水蒸気量を、炭素析出が発生しないように調整できる。ガス冷却器ではアノード排ガスの温度をアノードブロワに必要な温度以下にすればよいので、温度制御が簡単になる。

【0011】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施形態について図面を参照して説明する。

図1は本発明の実施形態の燃料電池発電装置の全体構成図である。本図において図3と同一機能を有するものは同一符号で表す。燃料電池発電装置は、蒸気を含む燃料ガスを加熱する燃料予熱器24と、この加熱された燃料ガスを水素を含むアノードガスに改質する改質器22と、このアノードガスと酸素および炭酸ガスを含むカソードガスとから発電する燃料電池20とを備える。燃料電池20から排出されるアノード排ガスは、アノード排ガスライン4により触媒燃焼器23に供給され、酸素を含むカソード排ガスの一部と共に燃焼触媒を用いて燃焼する。改質器22は加熱室と改質室からなり、加熱室には触媒燃焼器23からの燃焼ガスが供給され、改質室は水蒸気を含む都市ガスを改質触媒と加熱室からの加熱により水素を含むアノードガスに改質し、アノードガスライン2によりアノードに供給する。加熱室より排出される燃焼ガスには炭酸ガスが含まれるので、この炭酸ガスを炭酸ガスリサイクルライン7によりカソードに供給する。循環ライン3はこの炭酸ガスと空気ライン8により供給される酸素とカソード排ガスの一部とを混合してカソードガスとし、炭酸ガスリサイクルブロワ32によりカソードを循環させる。循環ライン3の循環ガス量は流量制御弁33により調整される。

20

30

【0012】

天然ガスを成分とする都市ガスは燃料ガスライン1により供給され、脱硫器26で硫酸分を除去された後蒸気ライン9からの蒸気と混合し、燃料予熱器24で加熱されて改質器22に入りアノードガスに改質されて、アノードガスライン2により燃料電池20のアノードに供給される。燃料電池20のカソードには、炭酸ガスリサイクルライン7からの炭酸ガスと、空気ライン8からの空気と、循環ライン3からのカソード排ガスとが混合されてカソードガスとなり、炭酸ガスリサイクルブロワ32により供給される。燃料電池20はアノードガスとカソードガスを供給され発電を行う。アノードでの反応により蒸気と未燃焼成分を含むアノード排ガスが排出され、アノード排ガスライン4により触媒燃焼器23に供給される。カソードでの反応により生成したカソード排ガスは、一部は循環ライン3によりカソードへ循環し、他の一部はカソード排ガスライン5により触媒燃焼器23に供給され、残部はタービン圧縮機28に供給される。

40

【0013】

触媒燃焼器23には燃料電池20のアノード排ガスとカソード排ガスの一部が供給される。燃料電池20の燃料利用率は80%程度なので、アノード排ガスには20%程度の燃料成分(水素、一酸化炭素、メタン等)が含まれている。カソード排ガスには燃焼に必要な酸素が含まれている。これらが触媒燃焼器23で燃焼され高温の燃焼ガスを生成しこれを

50

改質器 22 に供給する。改質器 22 を加熱した後の燃焼ガスには炭酸ガスが含まれ、これはカソードでの電池反応に必要なので、炭酸ガスリサイクルライン 7 によりカソードへ供給される。

【 0014 】

アノード排ガスライン 4 には、熱交換器 34 と、この熱交換器 34 を出たアノード排ガスを冷却するガス冷却器 36 と、冷却により凝縮した水分を分離する気水分離器 38 と、水分を分離したアノード排ガスを昇圧するアノードブロワ 40 と、が設けられ、熱交換器 34 はアノードを出た高温のアノード排ガスでアノードブロワ 40 を出た低温のアノード排ガスを加熱する。このようにアノード排ガスを冷却するのは、水分を少なくし単位体積当たりの発熱量増加と、アノードブロワ 40 を低温仕様のものとするためである。

10

【 0015 】

カソード排ガスの一部は、タービン圧縮機 28 のタービンを駆動した後、排熱回収蒸気発生装置 30 へ供給される。排熱回収蒸気発生装置 30 では給水をタービン圧縮機 28 のタービンを駆動した排ガスにより蒸気とし、蒸気ライン 9 により燃料ガスライン 1 に供給し、さらに、蒸気ライン 9 より分岐したアノード蒸気ライン 10 により熱交換器 34 のアノードブロワ 40 側の入口側に供給する。アノード蒸気ライン 10 には流量制御弁 43 が設けられ、ガス冷却器 36 の出口に設けられた温度計 42 の計測値に基づき蒸気流量を制御する。排熱回収蒸気発生装置 30 の排ガスは大気に放出される。空気はタービン圧縮機 28 の圧縮機へ入り、加圧されて空気ライン 8 に供給される。

【 0016 】

このように構成された燃料電池発電装置のアノード排ガスライン 4 に設けられたガス冷却器 36 とアノード蒸気ライン 10 の働きを説明する。ガス冷却器 36 では出口におけるアノード排ガス温度が、アノードブロワ 40 の設計仕様温度、例えば 150 以下になるように冷却液の流量等を制御する。設計仕様温度以下であればよいので、精確な制御は必要なく、制御が簡単になる。このため図 3 のようにバイパス 35 は設けていない。燃料電池 20 内は一定の圧力が保たれているのでアノード排ガスも所定の圧力で排出される。このためガス冷却器 36 の出口の温度を温度計 42 で計測すれば、この温度を凝縮温度として気水分離器 38 を出てゆくアノード排ガスの蒸気濃度が分かる。

20

【 0017 】

アノード蒸気ライン 10 では熱交換器 34 を通過するアノード排ガスに含まれる蒸気濃度が熱交換器 34 に炭素析出を発生しない濃度となるよう、流量制御弁 43 で蒸気量を温度計 42 の計測値に基づき制御する。この炭素析出を発生しない蒸気濃度はアノード排ガスが通過する熱交換器 34 の温度によって決まり、例えば、アノードから排出されるアノード排ガスの温度が 670 ~ 680 の場合、この熱交換器 34 の温度は 600 程度になる。このとき 17 ~ 20 % 以上の蒸気濃度とすれば熱交換器 34 への炭素析出を防止できる。

30

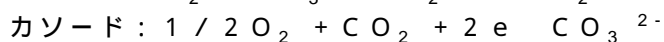
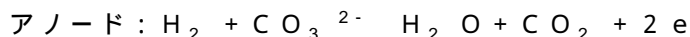
【 0018 】

このようにアノード排ガスに蒸気を注入することにより、この蒸気は触媒燃焼器 23、改質器 22 を通り炭酸ガスリサイクルライン 7 によりカソードに供給される。カソードに蒸気が注入されると、次の理由により電池電圧が上昇する。

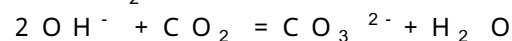
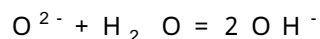
40

【 0019 】

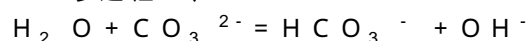
炭酸塩溶融電池の電池反応は次のように行われる。



カソードに水蒸気が注入されると次の反応が起る。



という過程と、



50

という過程が生じる。いずれの過程も、アノードで電子 e を生成するのに必要な CO_3^{2-} が生成され、電解質板を通してカソードからアノードに供給され、発電電圧の上昇に寄与する。

【0020】

アノード蒸気ライン 10 によりカソードに供給された蒸気は上述の理由により電池電圧の上昇に寄与するが、電池の冷却効果も加わり電池出力の増大に寄与する。図 2 はカソードの蒸気濃度と電池電圧の変化を示す実験データの一例である。横軸は H_2O 濃度 (%) を示し、縦軸は電池電圧 (V) を示す。折れ線 a, b, c は圧力別の電圧を示し、a が 1 a t a (絶対気圧)、b が 3 a t a、c が 5 a t a の場合を示す。このようにカソード内の H_2O 濃度が増加すれば、電池電圧が上昇することが明確に現れている。

10

【0021】

【発明の効果】

以上の説明より明らかなように、本発明は、アノード排ガスラインに、冷却、気水分離、昇圧後蒸気を注入する装置を設け、アノード排ガス中の蒸気濃度を調整することにより、熱交換器内における炭素析出を防止でき、ガス冷却器の温度制御を簡単にすることができる。また注入された蒸気はカソードに送られ、電池電圧を上昇させ、電池出力を増大することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施形態の燃料電池発電装置の全体構成図である。

【図 2】カソードに蒸気を注入した場合の電圧上昇を示す実験データの一例である。

20

【図 3】従来の燃料電池発電装置の全体構成図である。

【符号の説明】

- 1 燃料ガスライン
- 2 アノードガスライン
- 3 循環ライン
- 4 アノード排ガスライン
- 5 カソード排ガスライン
- 6 排熱利用ライン
- 7 炭酸ガスリサイクルライン
- 8 空気ライン
- 9 蒸気ライン
- 10 アノード蒸気ライン
- 20 燃料電池
- 22 改質器
- 23 触媒燃焼器
- 24 燃料予熱器
- 26 脱硫器
- 28 タービン圧縮機
- 30 排熱回収蒸気発生装置
- 32 炭酸ガスリサイクルブロワ
- 33, 43 流量制御弁
- 34 熱交換器
- 36 ガス冷却器
- 38 気水分離器
- 40 アノードブロワ
- 42 温度計

30

40

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平 1 1 - 1 2 6 6 2 8 (J P , A)
特開平 1 0 - 2 9 4 1 1 9 (J P , A)
特開平 1 1 - 0 6 7 2 3 8 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H01M 8/04-8/06