

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2007-287579
(P2007-287579A)

(43) 公開日 平成19年11月1日(2007.11.1)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 M 8/04 (2006.01)	HO 1 M 8/04 T	5HO27
HO 1 M 8/06 (2006.01)	HO 1 M 8/04 J	
HO 1 M 8/00 (2006.01)	HO 1 M 8/06 G	
	HO 1 M 8/06 K	
	HO 1 M 8/04 N	
審査請求 未請求 請求項の数 17 O L (全 17 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号	特願2006-116080 (P2006-116080)	(71) 出願人	000173809 財団法人電力中央研究所 東京都千代田区大手町1丁目6番1号
(22) 出願日	平成18年4月19日 (2006.4.19)	(74) 代理人	100101236 弁理士 栗原 浩之
		(74) 代理人	100128532 弁理士 村中 克年
		(72) 発明者	吉葉 史彦 神奈川県横須賀市長坂2-6-1 財団法人電力中央研究所 エネルギー技術研究所内
		(72) 発明者	幸田 栄一 神奈川県横須賀市長坂2-6-1 財団法人電力中央研究所 エネルギー技術研究所内
		最終頁に続く	

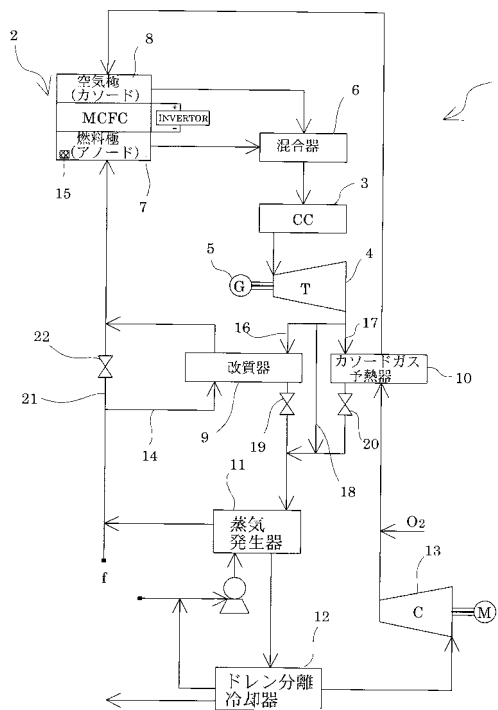
(54) 【発明の名称】 燃料電池設備及び複合発電設備

(57) 【要約】

【課題】 発電に対する損失を極力抑えて高次元での効率化・高性能化を図ることができる燃料電池設備を提供する。

【解決手段】 改質流量調整弁19の調整により改質器9への熱源となるガスタービン4の排気ガス量を調整すると共に、流量調整弁22の調整により改質器9への燃料の流通量を調整し、改質率が調整(低下)された燃料を内部改質手段15で改質して吸熱反応させ、吸熱反応によりMCFC2の温度制御を行い、温度制御に対する動力を削減して損失を抑える。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

水素を含むアノードガスが供給されると共に酸素を含むカソードガスが供給され、アノードガス及びカソードガスの電気化学反応により発電を行う燃料電池と、
アノードガスの供給系に備えられ燃料を改質する改質器と、
燃料電池のアノード極側に備えられアノードガスを吸熱反応させる吸熱反応手段と、
吸熱反応手段におけるアノードガスの吸熱反応の状況を調整して燃料電池の運転温度を規制する吸熱調整手段と
を備えたことを特徴とする燃料電池設備。

【請求項 2】

水素を含むアノードガスが供給されると共に酸素を含むカソードガスが供給され、アノードガス及びカソードガスの電気化学反応により発電を行う燃料電池と、
アノードガスの供給系に備えられ燃料を改質する改質器と、
燃料電池のアノード極側に備えられアノードガスを吸熱反応させる吸熱反応手段と、
改質器の改質熱源の状況を調整して燃料の改質状態を調整することで吸熱反応手段の状況を調整し燃料電池の運転温度を規制する改質状況調整手段と
を備えたことを特徴とする燃料電池設備。

【請求項 3】

水素を含むアノードガスが供給されると共に酸素を含むカソードガスが供給され、アノードガス及びカソードガスの電気化学反応により発電を行う燃料電池と、
アノードガスの供給系に備えられ燃料を改質すると共に燃料電池の排気ガスの熱を改質熱源とする改質器と、
燃料電池のアノード極側に備えられアノードガスを吸熱反応させる吸熱反応手段と、
改質器の改質熱源である燃料電池の排気の流通を調整して燃料の改質状態を調整することで吸熱反応手段の状況を調整し燃料電池の運転温度を規制する改質状況調整手段と
を備えたことを特徴とする燃料電池設備。

【請求項 4】

水素を含むアノードガスが供給されると共に酸素を含むカソードガスが供給され、アノードガス及びカソードガスの電気化学反応により発電を行う燃料電池と、
アノードガスの供給系に備えられ燃料を改質すると共に燃料電池の排気ガスの熱を改質熱源とする改質器と、
燃料電池のアノード極側に備えられアノードガスを改質することにより吸熱反応させる内部改質手段と、
改質器の改質熱源である燃料電池の排気ガスの流通を調整して燃料の改質状態を調整することで内部改質手段の改質状況を調整し燃料電池の運転温度を規制する改質状況調整手段と
を備えたことを特徴とする燃料電池設備。

【請求項 5】

請求項 4 に記載の燃料電池設備において、
改質器への燃料の流通を調整して燃料の改質状態を調整することで内部改質手段の改質状況を調整する第 2 改質状況調整手段を備えた
ことを特徴とする燃料電池設備。

【請求項 6】

請求項 4 または請求項 5 に記載の燃料電池設備において、
燃料電池のカソードガスとして所定圧力の純酸素が供給され、水素と酸素の比が所定の量論比率で供給されて燃料電池が運転される
ことを特徴とする燃料電池設備。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の燃料電池設備において、
所定圧力の純酸素は、圧力スウィング吸着により窒素ガスが濃縮されて空気から除去さ

10

20

30

40

50

れて製造された加圧状態の酸素である

ことを特徴とする燃料電池設備。

【請求項 8】

請求項 1～請求項 7 のいずれかに記載の燃料電池設備において、

燃料電池は、水素を含むアノードガス及び酸素を含むカソードガスの電気化学反応により発電を行う溶融炭酸塩形燃料電池である

ことを特徴とする燃料電池設備。

【請求項 9】

水素を含むアノードガスが供給されると共に酸素を含むカソードガスが供給され、アノードガス及びカソードガスの電気化学反応により発電を行う燃料電池と、

10

燃料電池の排気ガスが導入されて燃焼される燃焼器と、

燃焼器からの燃焼ガスを膨張するガスタービンと、

アノードガスの供給系に備えられ燃料を改質すると共に燃料電池の排気ガスの熱を改質熱源とする改質器と、

燃料電池のアノード極側に備えられアノードガスを改質することにより吸熱反応させる内部改質手段と、

改質器の改質熱源である燃料電池の排気ガスの流通を調整して燃料の改質状態を調整することで内部改質手段の改質状況を調整し燃料電池の運転温度を規制する改質状況調整手段と

を備えたことを特徴とする複合発電設備。

20

【請求項 10】

請求項 9 に記載の複合発電設備において、

改質器への燃料の流通を調整して燃料の改質状態を調整することで内部改質手段の改質状況を調整する第 2 改質状況調整手段を備えた

ことを特徴とする複合発電設備。

【請求項 11】

請求項 9 または請求項 10 に記載の複合発電設備において、

燃料電池のカソードガスとして所定圧力の純酸素が供給され、水素と酸素の比が所定の量論比率で供給されて燃料電池が運転される

ことを特徴とする複合発電設備。

30

【請求項 12】

請求項 9～請求項 11 のいずれかに記載の複合発電設備において、

所定圧力の純酸素は、圧力スウィング吸着により窒素ガスが濃縮されて空気から除去されて製造された加圧状態の酸素である

ことを特徴とする複合発電設備。

【請求項 13】

請求項 9～請求項 12 のいずれかに記載の複合発電設備において、

燃料電池は、水素を含むアノードガス及び酸素と二酸化炭素を含むカソードガスの電気化学反応により発電を行う溶融炭酸塩形燃料電池であり、

ガスタービンの排気ガスの二酸化炭素をカソードガスに混合する循環系統を備え、

40

循環系統には、排気ガスから二酸化炭素を得る分離手段が備えられている

ことを特徴とする複合発電設備。

【請求項 14】

水素を含むアノードガス及び酸素と二酸化炭素を含むカソードガスの電気化学反応により発電を行う溶融炭酸塩形燃料電池と、

溶融炭酸塩形燃料電池の排気ガスが導入されて燃焼される燃焼器と、

燃焼器からの燃焼ガスを膨張するガスタービンと、

アノードガスの供給系に備えられ燃料を改質すると共に溶融炭酸塩形燃料電池の排気ガスの熱を改質熱源とする改質器と、

溶融炭酸塩形燃料電池のアノード極側に備えられアノードガスを改質することにより吸

50

熱反応させる内部改質手段と、

ガスタービンの排気ガスの二酸化炭素をカソードガスに混合する循環系統を備え、
循環系統は、

排気ガスを熱回収してカソードガスの予熱を行う予熱手段と、

排気ガスを改質器に流通させる流通系統と、

予熱手段の経路及び流通系統への排気ガスの流通状況を調整して改質器での改質状態を調整することでアノードガスの改質状況を調整し、内部改質手段の改質状況を制御して溶融炭酸塩形燃料電池の運転温度を規制する改質状況調整手段と、

予熱手段及び流通系統を流通した排気ガスから二酸化炭素を得る分離手段と、

分離手段で分離された二酸化炭素を加圧してカソードガスに混合する加圧手段と
を備えた

10

ことを特徴とする複合発電設備。

【請求項 15】

請求項 14 に記載の複合発電設備において、

アノードガスの改質器への流通状態を調整して内部改質手段の改質状況を制御するアノードガス流通調整手段を備えた

ことを特徴とする複合発電設備。

【請求項 16】

請求項 14 または請求項 15 に記載の複合発電設備において、

加圧手段は二酸化炭素圧縮機であり、二酸化炭素圧縮機の出口側で溶融炭酸塩形燃料電池のカソードガスとして所定圧力の純酸素が供給され、水素と酸素の比が所定の量論比率で供給されて溶融炭酸塩形燃料電池が運転される

20

ことを特徴とする複合発電設備。

【請求項 17】

請求項 14 または請求項 15 に記載の複合発電設備において、

加圧手段は酸素・二酸化炭素圧縮機であり、酸素・二酸化炭素圧縮機の入口側で溶融炭酸塩形燃料電池のカソードガスとして常圧の純酸素が供給され、水素と酸素の比が所定の量論比率で供給されて溶融炭酸塩形燃料電池が運転される

ことを特徴とする複合発電設備。

【発明の詳細な説明】

30

【技術分野】

【0001】

本発明は、水素と酸素との電気化学反応により電力を得る燃料電池装置に関する。

【0002】

また、本発明は、水素と酸素との電気化学反応により電力を得る燃料電池装置とガスタービンを組み合わせた複合発電設備に関する。

【背景技術】

【0003】

水素と酸素との電気化学反応により電力を得る燃料電池、例えば、溶融炭酸塩形燃料電池 (MFC) は、例えば、ニッケル多孔質体の燃料極 (アノード) と、例えば、酸化ニッケル多孔質体の空気極 (カソード) との間に、電解質 (炭酸塩) が挟まれて構成されている。そして、天然ガス等の燃料から得られた水素 (H_2) をアノードに供給すると共に、空気 (O_2) と二酸化炭素 (CO_2) をカソードに供給することで、 H_2 と O_2 の電気化学反応により発電が行われる。MFC は高温で作動するため高効率で、 CO_2 を回収分離できるため環境への影響が少ない等の特徴を有している。このため、近年は、水力、火力、原子力に続く発電システムとして注目されてきている。

40

【0004】

また、MFC は高温で作動するため、排気ガスをガスタービンの燃焼器に供給するように構成して、MFC とガスタービンとを組み合わせた複合発電設備も従来から提案されてきている (例えば、特許文献 1 参照)。MFC とガスタービンとを組み合わせた複

50

合発電設備とすることにより、M C F C とガスタービンとで発電を行うことができる。

【0005】

M C F C をはじめとして水素と酸素との電気化学反応により電力を得る燃料電池装置では、燃料としての水素を得るために、天然ガス等の燃料ガスを改質手段に送り、改質手段に燃料ガスの2倍から3倍程度の蒸気を投入し、燃料ガスを改質して水素ガスを得ている。

【0006】

そして、例えば、M C F C では、炭酸塩が溶融している領域の温度領域で運転を行うため、カソード側の排気ガスを循環させて温度制御を行っている。M C F C に限らず、燃料電池は運転温度が規制されており、温度制御を行うことは避けられないのが現状である。カソード側の排気ガスを循環させて温度制御を行う場合、特に、純酸素（例えば、95%以上の酸素）を用いて水素との割合を量論比で運転する燃料電池の場合、供給酸素を高レベルに制御しても循環するカソードガスの組成が影響してしまい、燃料電池の性能を高く維持するのは限界があった。

10

【0007】

このため、燃料電池は、高効率で発電が行え、環境に対しても影響が少ない発電システムとして注目されてきているが、反面、温度制御に対する動力等、発電に対して損失が少なからず存在し、また、性能を高次元で維持するのは限界があり、更なる高効率化・高性能化の可能性を有しているのが実情である。このことは、出力の大きさに拘わらず効率化が求められており、特に、少ない出力の設備であっても、高効率化・高性能化が求められている。また、溶融炭酸塩形燃料電池（M C F C）に限らず、固体酸化物形燃料電池（S O F C）を適用した発電設備においても同様に高効率化・高性能化が求められている。

20

【0008】

【特許文献1】特開平11-135139号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0009】

本発明は上記状況に鑑みてなされたもので、発電に対する損失を極力抑えて高次元での効率化・高性能化を図ることができる燃料電池設備を提供することを目的とする。

【0010】

また、本発明は上記状況に鑑みてなされたもので、発電に対する損失を極力抑えて高次元での効率化・高性能化を図ることができる燃料電池設備とガスタービンとを組み合わせた複合発電設備を提供することを目的とする。

30

【課題を解決するための手段】

【0011】

上記目的を達成するための本発明の第1の態様は、水素を含むアノードガスが供給されると共に酸素を含むカソードガスが供給され、アノードガス及びカソードガスの電気化学反応により発電を行う燃料電池と、アノードガスの供給系に備えられ燃料を改質する改質器と、燃料電池のアノード極側に備えられアノードガスを吸熱反応させる吸熱反応手段と、吸熱反応手段におけるカソードガスの吸熱反応の状況を調整して燃料電池の運転温度を規制する吸熱調整手段とを備えたことを特徴とする燃料電池設備にある。

40

【0012】

第1の態様では、吸熱調整手段によりアノードガスを吸熱反応させることで運転温度を所定温度に維持し、温度制御に対する動力を用いることなく燃料電池の運転温度を所定の状態に制御する。

【0013】

上記目的を達成するための本発明の第2の態様は、水素を含むアノードガスが供給されると共に酸素を含むカソードガスが供給され、アノードガス及びカソードガスの電気化学反応により発電を行う燃料電池と、アノードガスの供給系に備えられ燃料を改質する改質器と、燃料電池のアノード極側に備えられアノードガスを吸熱反応させる吸熱反応手段と

50

、改質器の改質熱源の状況を調整して燃料の改質状態を調整することで吸熱反応手段の状況を調整し燃料電池の運転温度を規制する改質状況調整手段とを備えたことを特徴とする燃料電池設備にある。

【0014】

第2の態様では、改質状況調整手段により改質器の改質熱源の状況を調整して燃料の改質状態を調整し、調整された燃料をアノードガスとして吸熱反応させることで運転温度を所定温度に維持し、温度制御に対する動力を用いることなく燃料電池の運転温度を所定の状態に制御する。

【0015】

上記目的を達成するための本発明の第3の態様は、水素を含むアノードガスが供給されると共に酸素を含むカソードガスが供給され、アノードガス及びカソードガスの電気化学反応により発電を行う燃料電池と、アノードガスの供給系に備えられ燃料を改質すると共に燃料電池の排気ガスの熱を改質熱源とする改質器と、燃料電池のアノード極側に備えられアノードガスを吸熱反応させる吸熱反応手段と、改質器の改質熱源である燃料電池の排気ガスの流通を調整して燃料の改質状態を調整することで吸熱反応手段の状況を調整し燃料電池の運転温度を規制する改質状況調整手段とを備えたことを特徴とする燃料電池設備にある。

10

【0016】

第3の態様では、改質状況調整手段により排気ガスの流通を調整し、改質器の改質熱源の状況を調整して燃料の改質状態を調整し、調整された燃料をアノードガスとして吸熱反

20

【0017】

上記目的を達成するための本発明の第4の態様は、水素を含むアノードガスが供給されると共に酸素を含むカソードガスが供給され、アノードガス及びカソードガスの電気化学反応により発電を行う燃料電池と、アノードガスの供給系に備えられ燃料を改質すると共に燃料電池の排気ガスの熱を改質熱源とする改質器と、燃料電池のアノード極側に備えられアノードガスを改質することにより吸熱反応させる内部改質手段と、改質器の改質熱源である燃料電池の排気ガスの流通を調整して燃料の改質状態を調整することで内部改質手段の改質状況を調整し燃料電池の運転温度を規制する改質状況調整手段とを備えたことを

30

【0018】

第4の態様では、改質状況調整手段により排気ガスの流通を調整し、改質器の改質熱源の状況を調整して燃料の改質状態を調整し、調整された燃料をアノードガスとして内部改質手段で改質させ、吸熱反応させることで運転温度を所定温度に維持し、温度制御に対する動力を用いることなく燃料電池の運転温度を所定の状態に制御する。

【0019】

本発明の第5の態様は、第4の態様に記載の燃料電池設備において、改質器への燃料の流通を調整して燃料の改質状態を調整することで内部改質手段の改質状況を調整する第2改質状況調整手段を備えたことを特徴とする燃料電池設備にある。

40

【0020】

第5の態様では、第2改質状況調整手段により燃料の改質器への流通を更に調整し、流通量を含めた改質状態の調整を行う。

【0021】

本発明の第6の態様は、第4または第5の態様に記載の燃料電池設備において、燃料電池のカソードガスとして所定圧力の純酸素が供給され、水素と酸素の比が所定の量論比率で供給されて燃料電池が運転されることを特徴とする燃料電池設備にある。

【0022】

第6の態様では、燃料と当量比の酸素を供給して、水素と酸素の比が所定の量論比率となる量論比運転が行われる。

50

【0023】

本発明の第7の態様は、第6の態様に記載の燃料電池設備において、所定圧力の純酸素は、圧力スウィング吸着により窒素ガスが濃縮されて空気から除去されて製造された加圧状態の酸素であることを特徴とする燃料電池設備にある。

【0024】

第7の態様では、加圧状態の酸素を容易に得ることができ、酸素を加圧する設備を備える必要がない。

【0025】

本発明の第8の態様は、第1～第7のいずれかの態様に記載の燃料電池設備において、燃料電池は、水素を含むアノードガス及び酸素を含むカソードガスの電気化学反応により発電を行う溶融炭酸塩形燃料電池であることを特徴とする燃料電池設備にある。

10

【0026】

第8の態様では、溶融炭酸塩形燃料電池を備えた燃料電池設備とすることができる。

【0027】

上記目的を達成するための本発明の第9の態様は、水素を含むアノードガスが供給されると共に酸素を含むカソードガスが供給され、アノードガス及びカソードガスの電気化学反応により発電を行う燃料電池と、燃料電池の排気ガスが導入されて燃焼される燃焼器と、燃焼器からの燃焼ガスを膨張するガスタービンと、アノードガスの供給系に備えられ燃料を改質すると共に燃料電池の排気ガスの熱を改質熱源とする改質器と、燃料電池のアノード極側に備えられアノードガスを改質することにより吸熱反応させる内部改質手段と、改質器の改質熱源である燃料電池の排気ガスの流通を調整して燃料の改質状態を調整することで内部改質手段の改質状況を調整し燃料電池の運転温度を規制する改質状況調整手段とを備えたことを特徴とする複合発電設備にある。

20

【0028】

第9の態様では、改質状況調整手段により排気ガスの流通を調整し、改質器の改質熱源の状況を調整して燃料の改質状態を調整し、調整された燃料をアノードガスとして内部改質手段で改質させ、吸熱反応させることで運転温度を所定温度に維持し、温度制御に対する動力を用いることなく運転温度を所定の状態に制御することができる燃料電池、及び、ガスタービンを備えた複合発電設備とすることができる。

【0029】

本発明の第10の態様は、第9の態様に記載の複合発電設備において、改質器への燃料の流通を調整して燃料の改質状態を調整することで内部改質手段の改質状況を調整する第2改質状況調整手段を備えたことを特徴とする複合発電設備にある。

30

【0030】

第10の態様では、第2改質状況調整手段により燃料の改質器への流通を更に調整し、流通量を含めた改質状態の調整を行うことができる燃料電池を備えた複合発電設備とすることができる。

【0031】

本発明の第11の態様は、第9または第10の態様に記載の複合発電設備において、燃料電池のカソードガスとして所定圧力の純酸素が供給され、水素と酸素の比が所定の量論比率で供給されて燃料電池が運転されることを特徴とする複合発電設備にある。

40

【0032】

第11の態様では、燃料と当量比の酸素を供給して、水素と酸素の比が所定の量論比率となる量論比運転が行われる燃料電池を備えた複合発電設備とすることができる。

【0033】

本発明の第12の態様は、第9～第11のいずれかの態様に記載の複合発電設備において、所定圧力の純酸素は、圧力スウィング吸着により窒素ガスが濃縮されて空気から除去されて製造された加圧状態の酸素であることを特徴とする複合発電設備にある。

【0034】

第12の態様では、加圧状態の酸素を容易に得ることができ、酸素を加圧する設備を備

50

える必要がない燃料電池を備えた複合発電設備とすることができる。

【0035】

本発明の第13の態様は、第9～第12のいずれかの態様に記載の複合発電設備において、燃料電池は、水素を含むアノードガス及び酸素と二酸化炭素を含むカソードガスの電気化学反応により発電を行う溶融炭酸塩形燃料電池であり、ガスタービンの排気ガスの二酸化炭素をカソードガスに混合する循環系統を備え、循環系統には、排気ガスから二酸化炭素を得る分離手段が備えられていることを特徴とする複合発電設備にある。

【0036】

第13の態様では、燃料と当量比の酸素をだけを供給することで発電に伴って発生した二酸化炭素の全量を回収してカソードガスの酸化剤として二酸化炭素を高濃度で得ることができ閉サイクルのシステムを構築することが可能になり、高次元で高効率化を図ることができる複合発電設備とすることができる。

10

【0037】

上記目的を達成するための本発明の第14の態様は、水素を含むアノードガス及び酸素と二酸化炭素を含むカソードガスの電気化学反応により発電を行う溶融炭酸塩形燃料電池と、溶融炭酸塩形燃料電池の排気ガスが導入されて燃焼される燃焼器と、燃焼器からの燃焼ガスを膨張するガスタービンと、アノードガスの供給系に備えられ燃料を改質すると共に溶融炭酸塩形燃料電池の排気ガスの熱を改質熱源とする改質器と、溶融炭酸塩形燃料電池のアノード極側に備えられアノードガスを改質することにより吸熱反応させる内部改質手段と、ガスタービンの排気ガスの二酸化炭素をカソードガスに混合する循環系統を備え、循環系統は、排気ガスを熱回収してカソードガスの予熱を行う予熱手段と、排気ガスを改質器に流通させる流通系統と、予熱手段の経路及び流通系統への排気ガスの流通状況を調整して改質器での改質状態を調整することでアノードガスの改質状態を調整し、内部改質手段の改質状態を制御して溶融炭酸塩形燃料電池の運転温度を規制する改質状態調整手段と、予熱手段及び流通系統を流通した排気ガスから二酸化炭素を得る分離手段と、分離手段で分離された二酸化炭素を加圧してカソードガスに混合する加圧手段とを備えたことを特徴とする複合発電設備にある。

20

【0038】

第14の態様では、改質状態調整手段により排気ガスの流通を調整し、改質器の改質熱源の状況を調整して燃料の改質状態を調整し、調整された燃料をアノードガスとして内部改質手段で改質させ、吸熱反応させることで運転温度を所定温度に維持し、温度制御に対する動力を用いることなく運転温度を所定の状態に制御することができる溶融炭酸塩形燃料電池を備えた複合発電設備となり、燃料と当量比の酸素だけを供給することで発電に伴って発生した二酸化炭素の全量を回収してカソードガスの酸化剤として二酸化炭素を高濃度で得ることができる閉サイクルのシステムを構築することが可能になり、高次元で高効率化を図ることができる複合発電設備とすることができる。

30

【0039】

本発明の第15の態様は、第14の態様に記載の複合発電設備において、アノードガスの改質器への流通状態を調整して内部改質手段の改質状態を制御するアノードガス流通調整手段を備えたことを特徴とする複合発電設備にある。

40

【0040】

第15の態様では、改質器への流通状態を調整して内部改質手段の改質状態を調整して溶融炭酸塩形燃料電池の温度制御を行うことができる。

【0041】

本発明の第16の態様は、第14または第15の態様に記載の複合発電設備において、加圧手段は二酸化炭素圧縮機であり、二酸化炭素圧縮機の出口側で溶融炭酸塩形燃料電池のカソードガスとして所定圧力の純酸素が供給され、水素と酸素の比が所定の量論比率で供給されて溶融炭酸塩形燃料電池が運転されることを特徴とする複合発電設備にある。

【0042】

第16の態様では、二酸化炭素だけを圧縮する圧縮機を備えることで閉サイクルのシス

50

テムを構築することが可能になる。

【0043】

本発明の第17の態様は、第14または第15の態様に記載の複合発電設備において、加圧手段は酸素・二酸化炭素圧縮機であり、酸素・二酸化炭素圧縮機の入口側で熔融炭酸塩形燃料電池のカソードガスとして常圧の純酸素が供給され、水素と酸素の比が所定の量論比率で供給されて熔融炭酸塩形燃料電池が運転されることを特徴とする複合発電設備にある。

【0044】

第17の態様では、供給される純酸素を圧縮する圧縮機を備えることで閉サイクルのシステムを構築することが可能になる。

【発明の効果】

【0045】

本発明の燃料電池設備は、発電に対する損失を極力抑えて高次元での効率化・高性能化を図ることができる燃料電池設備とすることができる。

【0046】

また、本発明の複合発電設備は、発電に対する損失を極力抑えて高次元での効率化・高性能化を図ることができる燃料電池設備とガスタービンとを組み合わせた複合発電設備とすることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0047】

図1には本発明の第1実施形態例に係る複合発電設備の概略系統、図2には本発明の第2実施形態例に係る複合発電設備の概略系統、図3には本発明の第3実施形態例に係る複合発電設備の概略系統、図4には本発明の第4実施形態例に係る複合発電設備の概略系統を示してある。

【0048】

図1に基づいて第1実施形態例を説明する。

【0049】

図1に示すように、本実施形態例の複合発電設備1には、熔融炭酸塩形燃料電池(MCFC)2が備えられ、MCFC2の出口ガス(排気ガス)が導入されて燃焼が行われる燃焼器3が設けられている。燃焼器3からの燃焼ガスを膨張して駆動するガスタービン4が備えられ、ガスタービン4には発電機5が同軸上に設けられている。ガスタービン4の駆動により発電機5が作動して発電が行われる。尚、図中の符号で6は燃焼器3の前流側に供えられ逆火を防止するための混合器である。

【0050】

MCFC2は、例えば、ニッケル多孔質体の燃料極(アノード)7と、例えば、酸化ニッケル多孔質体の空気極(カソード)8との間に、電解質(炭酸塩)が挟まれて構成されている。そして、天然ガス等の燃料fから得られた水素(H_2)をアノード7に供給すると共に、空気(O_2)と CO_2 をカソード8に供給することで、 H_2 と O_2 の電気化学反応により発電が行われる。

【0051】

ガスタービン4の下流にはガスタービン4で仕事を終えた排気ガスの熱回収を行う改質器9及びカソードガス予熱器10が並列に設けられると共に、改質器9及びカソードガス予熱器10の下流側には蒸気発生器11が設けられている。蒸気発生器11で発生した蒸気は改質のための蒸気として燃料fに供給される。

【0052】

蒸気発生器11で熱回収された排気ガスはドレン分離冷却器12で凝縮水(H_2O)と非凝縮ガス(CO_2)に分離される。ドレン分離冷却器12で分離された CO_2 は CO_2 圧縮機13で圧縮され、加圧された O_2 と混合されてカソードガス予熱器10に送られる(循環系統)。カソードガス予熱器10で予熱された O_2 と CO_2 の混合ガス(カソードガス)がMCFC2のカソード8に供給される。

10

20

30

40

50

【0053】

燃料 f (例えば、メタン) は供給系としての供給路 14 から改質器 9 に送られ、改質器 9 で改質されてアノードガス (H₂ を含むアノードガス) とされる。改質器 9 で改質されたアノードガスが MCF C 2 のアノード 7 に供給される。

【0054】

CO₂ 圧縮機 13 で圧縮された CO₂ が混合される O₂ は、圧力スウィング吸着により窒素ガスが濃縮されて空気から除去されて製造された加圧状態の O₂ であり、例えば、酸素が 95% で窒素が 5% の組成とされている。このため、加圧状態の O₂ を容易に得ることができ、循環系統に備えられる圧縮機にて CO₂ だけを圧縮する CO₂ 圧縮機 13 とすることが可能になる。CO₂ だけを圧縮する圧縮機とすることで圧縮流体が特定されるため、翼の設計等が容易な圧縮機とすることができる。 10

【0055】

一方、MCF C 2 のアノード 7 には吸熱反応手段としての内部改質手段 15 が備えられ、内部改質手段 15 によりアノードガスが改質されて吸熱反応を生じさせるようになっている。詳細は後述するが、アノードガスを内部改質手段 15 で改質して吸熱反応させることで、MCF C 2 の運転温度が規制される。MCF C 2 の運転温度を規制するために、内部改質手段 15 で改質されるアノードガスの改質状況が調整される (吸熱調整手段)。

【0056】

つまり、改質器 9 の改質熱源であるガスタービン 4 の排気ガスの流通を調整して改質器 9 の温度を調整し、燃料 f の改質状態が調整される (例えば、改質器 9 での改質率を低下させる : 改質状況調整手段)。また、改質器 9 への燃料 f の流通を調整して流通量を調整し、内部改質手段 15 の改質状況が調整される (例えば、改質器 9 での改質率を低下させる : 第 2 改質調整手段)。 20

【0057】

改質状況調整手段を説明する。

【0058】

ガスタービン 4 の排気側に設けられた改質器 9 に排気ガスを流通させる改質流路 16 が備えられると共に、ガスタービン 4 の排気側に設けられたカソードガス予熱器 10 に排気ガスを流通させる予熱流路 17 が備えられている。改質流路 16 及び予熱流路 17 は蒸気発生器 11 の上流で合流されている。また、ガスタービン 4 の排気ガスを蒸気発生器 11 30 の上流に直接合流させるバイパス流路 18 が設けられている。

【0059】

改質器 9 の下流側の改質流路 16 には改質流量調整弁 19 が設けられ、カソードガス予熱器 10 の下流側の予熱流路 17 には予熱流量調整弁 20 が設けられている。改質流量調整弁 19 及び予熱流量調整弁 20 の開度を制御することにより、改質流路 16、予熱流路 17、バイパス流路 18 へのガスタービン 4 の排気ガス流量が制御され、改質器 9 の熱源となる排気ガス流量が調整されて燃料 f の改質状態が調整される。

【0060】

第 2 改質調整手段を説明する。

【0061】

燃料 f の供給系には改質器 9 を流通しないバイパス流路 21 が設けられ、バイパス流路 21 には改質器 9 を流通する燃料 f の量、即ち、燃料 f の改質量を調整する流量調整弁 22 が設けられている。改質流量調整弁 19 及び予熱流量調整弁 20 の調整により改質器 9 の熱源の量が調整され、熱量に応じた燃料 f が流通するように流量調整弁 22 が調整される。これにより、改質器 9 での改質率を低下させてその分アノードガスを内部改質手段 15 で改質させて吸熱反応を行わせ、MCF C 2 の運転温度を規制することができる。 40

【0062】

上述した複合発電設備 1 では、MCF C 2 の排気ガスは燃焼器 3 で未燃分が完全燃焼されてガスタービン 4 を駆動し、ガスタービン 4 の排気ガスの熱が回収 (ガス予熱、改質熱源等) され、ドレン分離冷却器 12 で凝縮水 (H₂O) と非凝縮ガス (CO₂) に分離さ 50

れる。これらのうち、電池反応及び燃焼で生じた H_2O は系外に排出し、 CO_2 は昇圧してカソードガスとして循環使用する。

【0063】

このため、燃料 f と当量比の O_2 だけを供給して量論比運転を行うことで発電に伴って発生した CO_2 の全量を回収してカソードガスの酸化剤として CO_2 を高濃度で得ることができる閉サイクルのシステムを構築することが可能になり、高次元で高効率化を図ることができる複合発電設備1とすることができる。また、ガスタービン4の排気ガスの熱を用いてアノードガス及びカソードガスを適切に昇温させることができる。

【0064】

そして、改質流量調整弁19及び予熱流量調整弁20の調整によりガスタービン4の排気ガスの流通を調整し、改質器9の改質熱源の状況を調整して燃料 f の改質状態を調整し、改質状態が調整された燃料 f をアノードガスとして内部改質手段15で改質させて吸熱反応させている。吸熱反応によりMCF C2の運転温度が所定温度に維持され、温度制御に対する動力を用いることなくMCF C2の運転温度を所定の状態に制御することができる。

10

【0065】

因みに、温度制御に対する動力を用いる場合、カソード8の排気ガスをブローにより循環させてMCF C2の温度を制御することが考えられる。この時、冷却後の排気ガスをカソードガスに合流させてカソード8に供給することになるが、排気ガスの循環により O_2 以外のもの（例えば、窒素）が蓄積され、燃料 f と当量比の O_2 により量論比運転する設備としているも拘らず、発電効率の低下を招いてしまう。このため、本実施形態例のように、圧力スウィング吸着により窒素ガスが濃縮されて空気から除去されて製造された加圧状態の O_2 ガス（僅かであるが窒素が含まれるカソードガス）を用いると、 O_2 の比率が相対的に低下して発電効率の低下が顕著に現れる虞がある。

20

【0066】

上述した複合発電設備1は、吸熱反応によりMCF C2の運転温度が所定温度に維持され、カソード8の排気ガスをブローにより循環させる、といった温度制御に対する動力を用いることなく、MCF C2の運転温度を所定の状態に制御することができるので、温度制御用の動力が不要になり、 O_2 の比率の相対的な低下の問題が生じることがなく、高い効率を維持することができる。そして、低温のガスが流通する流路に設けられた改質流量調整弁19、予熱流量調整弁20、流量調整弁22の開度を制御することによりMCF C2の運転温度を制御することができるので、高価な高温対応の弁を用いることなくMCF C2の運転温度を制御することができる。また、圧力スウィング吸着により窒素ガスが濃縮されて空気から除去されて製造された加圧状態の O_2 が用いられるので、加圧状態の酸素を容易に得ることができ、酸素を加圧する設備を備える必要がない。

30

【0067】

従って、温度制御用の動力が不要になり高い効率を維持することができるMCF C2を備えた複合発電設備1となり、燃料と当量比の O_2 だけを供給することで発電に伴って発生した CO_2 の全量を回収してカソードガスの酸化剤として CO_2 を高濃度で得ることができる閉サイクルのシステムを構築することが可能になり、高次元で高効率化を図ることができる複合発電設備1となる。このため、発電に対する損失を極力抑えて高次元で効率化・高性能化を図ることができるMCF C2とガスタービン4とを組み合わせた複合発電設備1とすることができる。

40

【0068】

尚、上述した実施形態例では、圧力スウィング吸着により窒素ガスが濃縮されて空気から除去されて製造された加圧状態の O_2 を供給する例を挙げて説明したが、例えば、深冷設備で製造した純 O_2 を別途加圧して供給することも可能である。

【0069】

図2に基づいて第2実施形態例を説明する。

【0070】

50

第2実施形態例の複合発電設備31は、第1実施形態例の複合発電設備1に対して常圧の純 O_2 を供給し、回収した CO_2 と共に圧縮してカソードガスとしたものである。このため、第1実施形態例の複合発電設備1の構成部材と同一部材には同一符号を付して重複する説明は省略してある。

【0071】

第1実施形態例の CO_2 圧縮機13(図1参照)に代えて、図2に示すように、ドレン分離冷却器12とカソードガス予熱器10の間には、圧縮機32が備えられている。圧縮機32は CO_2 と O_2 の混合ガスが圧縮され、カソードガスとしてカソードガス予熱器10で予熱されてMFC2のカソード8に供給される。圧縮機32の入口側には、例えば、深冷設備で製造された常圧の純 O_2 が供給され、ドレン分離冷却器12で回収された CO_2 が混合される。

10

【0072】

第2実施形態例の複合発電設備31は、第1実施形態例の複合発電設備1と同様に、温度制御用の動力が不要になり高い効率を維持することができるMFC2を備えた複合発電設備31となり、燃料と当量比の O_2 だけを供給することで発電に伴って発生した CO_2 の全量を回収してカソードガスの酸化剤として CO_2 を高濃度で得ることができる閉サイクルのシステムを構築することが可能になり、高次元で高効率化を図ることができる複合発電設備31となる。このため、発電に対する損失を極力抑えて高次元で効率化・高性能化を図ることができるMFC2とガスタービン4とを組み合わせた複合発電設備31とすることができる。

20

【0073】

そして、常圧の純 O_2 を圧縮することができるので、深冷設備で製造した極めて純度の高い O_2 を供給することができる。このため、燃料と当量比の O_2 を安定して供給することができ、高効率の発電を安定して行うことができる。

【0074】

図3に基づいて本発明の第3実施形態例を説明する。

【0075】

第3実施形態例の複合発電設備35は、第1実施形態例の複合発電設備1に対して、MFC2に代えて酸化物質体電解質形燃料電池(SOFC)を適用したもので、カソードガスとして常圧の O_2 を適用したものである。そして、 CO_2 を循環させる閉サイクルではなく、第1実施形態例の内部改質手段15と同様の機能としてSOFCの内部改質手段39を使用した構成となっている。このため、第1実施形態例の複合発電設備1の構成部材と同一部材には同一符号を付して重複する説明は省略してある。

30

【0076】

第1実施形態例のMFC2(図1参照)に代えて、図3に示すように、酸化物質体電解質形燃料電池(SOFC)36が備えられている。SOFC36は、空気極(カソード)37と燃料が供給される燃料極(アノード)38とを備え、アノード38には吸熱反応手段としての内部改質手段39が備えられている。そして、第1実施形態例における CO_2 圧縮機13(図1参照)は設けられておらず、ドレン分離冷却器で分離された気体は外部に放出(回収)される。

40

【0077】

SOFC36のカソード37にはカソードガス予熱器10で所定温度に予熱された O_2 が供給され、SOFC36のアノード38には改質器9で改質された燃料f(バイパス流路21の流通が調整された燃料f)が供給されて発電が行われる。アノード38では内部改質手段39で燃料fが改質され(吸熱反応)、SOFC36の温度が調整される。

【0078】

第3実施形態例の複合発電設備35は、第1実施形態例の複合発電設備1と同様に、温度制御用の動力が不要とされた複合発電設備35となり、高次元で高効率化を図ることができる複合発電設備35となる。このため、発電に対する損失を極力抑えて高次元で効率化・高性能化を図ることができるSOFC36とガスタービン4とを組み合わせた複合発

50

電設備 35 とすることができる。

【0079】

図 4 に基づいて本発明の第 4 実施形態例を説明する。

【0080】

図 4 に示すように、本実施形態例の複合発電設備 41 には、熔融炭酸塩形燃料電池 (MCFC) 42 が備えられ、MCFC 42 の出口ガス (排気ガス) の一部が導入されて燃焼が行われる燃焼器 43 が設けられている。また、空気を圧縮する圧縮機 44 と圧縮空気及び燃料 f を燃焼する燃焼器 45 と燃焼器 45 からの燃焼ガスを膨張して発電を行うタービン 46 とを有するガスタービン設備 47 が備えられている。MCFC 42 の排気ガスの一部はガスタービン設備 47 のタービン 46 で膨張される燃焼ガスに混合される。

10

【0081】

尚、図中の符号で 48 は燃焼器 43 の前流側に供えられ逆火を防止するための混合器、49 はガスタービン設備 47 の始動用のモータ兼発電機、50 は始動時に圧縮機 44 で圧縮された空気の一部と燃料が導入されて燃焼ガスを生成し MCFC 42 の排気ガスに混合する始動燃焼器である。

【0082】

MCFC 42 は、例えば、ニッケル多孔質体の燃料極 (アノード) 51 と、例えば、酸化ニッケル多孔質体の空気極 (カソード) 52 との間に、電解質 (炭酸塩) が挟まれて構成されている。そして、天然ガス等の燃料 f から得られた水素 (H_2) をアノード 51 に供給すると共に、圧縮機 44 で圧縮された空気をカソード 52 に供給することで、 H_2 と O_2 の電気化学反応により発電が行われる。

20

【0083】

燃料 f はアノードガス予熱器 53 で予熱された後、改質器 54 で改質されアノードガス予熱器 53 で熱回収されてアノード 51 に供給される。MCFC 42 の排気ガスは混合器 48 で混合されて燃焼器 43 で燃焼され、改質器 54 の熱源として熱回収された後、ブローア 55 によりカソード 52 に圧送される。

【0084】

一方、カソード 52 の排気ガスの一部がガスタービン設備 47 の燃焼器 45 の燃焼ガスに合流されてタービン 46 で膨張され、タービン 46 の排気ガスは蒸気発生器 56 で熱回収される。蒸気発生器 56 で熱回収された排気ガスは凝縮器 57 で凝縮されて凝縮水が蒸気発生器 56 に給水ポンプにより給水されると共に排気ガスが放出される。

30

【0085】

また、MCFC 42 のアノード 51 には吸熱反応手段としての内部改質手段 61 が備えられ、内部改質手段 61 によりアノードガスが改質されて吸熱反応を生じさせるようになっている。詳細は後述するが、アノードガスを内部改質手段 61 で改質して吸熱反応させることで、MCFC 42 の運転温度が規制される。MCFC 42 の運転温度を規制するために、内部改質手段 61 で改質されるアノードガスの改質状況が調整される (吸熱調整手段)。

【0086】

つまり、改質器 54 の改質熱源である燃焼器 43 からの燃焼ガスの流通を調整して改質器 54 の温度を調整し、燃料 f の改質状態が調整される (例えば、改質器 54 での改質率を低下させる: 改質状況調整手段)。また、改質器 54 への燃料 f の流通を調整して流通量を調整し、内部改質手段 61 の改質状況が調整される (例えば、改質器 54 での改質率を低下させる: 第 2 改質調整手段)。

40

【0087】

改質状況調整手段を説明する。

【0088】

燃焼器 43 の後流側に設けられた改質器 54 に燃焼ガスを流通させる改質流路 62 が備えられると共に、改質器 54 をバイパスするバイパス流路 63 が備えられている。そして、改質器 54 の後流側のバイパス流路 63 との合流部の前側には燃焼ガス流量調整弁 64

50

が設けられている。燃焼ガス流量調整弁 6 4 の開度を調整することにより改質流路 6 2、バイパス流路 6 3 への燃焼器 4 3 の燃焼ガスの流量が制御され、改質器 5 4 の熱源となる燃焼ガス流量が調整されて燃料 f の改質状態が調整される。

【 0 0 8 9 】

第 2 改質調整手段を説明する。

【 0 0 9 0 】

燃料 f の供給系にはアノードガス予熱器 5 3 を流通させて改質器 5 4 に燃料 f を流通させる流通路 6 5 と、アノードガス予熱器 5 3 をバイパスして改質器 5 4 に燃料 f を流通させるバイパス流通路 6 6 と、M C F C 4 2 のアノード 5 1 に燃料 f を直接供給する燃料供給路 6 7 とが備えられている。流通路 6 5、バイパス流通路 6 6、燃料供給路 6 7 の分岐部位には三方弁 6 8 が設けられ、三方弁 6 8 の開度状態を調整することにより流通路 6 5、バイパス流通路 6 6、燃料供給路 6 7 への燃料 f の供給量、即ち、燃料 f の改質量を調整することができる。

10

【 0 0 9 1 】

改質状況調整手段及び第 2 改質調整手段により、改質器 5 4 の熱源の量が調整され、熱量に応じた燃料 f が改質器 5 4 を流通するようになる。これにより、改質器 5 4 での改質率を低下させてその分アノードガスを内部改質手段 6 1 で改質させて吸熱反応を行わせ、M C F C 4 2 の運転温度を規制することができる。

【 0 0 9 2 】

上述した複合発電設備 4 1 では、燃焼ガス流量調整弁 6 4 の調整により燃焼器 4 3 の燃焼ガス流量を調整して改質器 5 4 の改質熱源の状況を調整し、三方弁 6 8 の調整により燃料 f の改質量を調整し、燃料 f の改質状態が調整される。そして、改質状態が調整された燃料 f をアノードガスとして内部改質手段 6 1 で改質させて吸熱反応させている。吸熱反応により M C F C 4 2 の運転温度が所定温度に維持され、圧縮空気を燃焼させるガスタービン設備 4 7 を備えた設備で、温度制御に対する動力を用いることなく M C F C 4 2 の運転温度を所定の状態に制御することができる。

20

【 0 0 9 3 】

従って、温度制御用の動力が極僅かとなり高い効率を維持することができる M C F C 4 2 を備えた複合発電設備 4 1 となり、圧縮空気を燃焼させるガスタービン設備 4 7 を備えた設備で、高次元で高効率化を図ることができる複合発電設備 4 1 となる。

30

【産業上の利用可能性】

【 0 0 9 4 】

本発明は、水素と酸素との電気化学反応により電力を得る燃料電池装置及び水素と酸素との電気化学反応により電力を得る燃料電池装置とガスタービンを組み合わせた複合発電設備の産業分野で利用することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 9 5 】

【図 1】本発明の第 1 実施形態例に係る複合発電設備の概略系統図である。

【図 2】本発明の第 2 実施形態例に係る複合発電設備の概略系統図である。

【図 3】本発明の第 3 実施形態例に係る複合発電設備の概略系統図である。

40

【図 4】本発明の第 4 実施形態例に係る複合発電設備の概略系統図である。

【符号の説明】

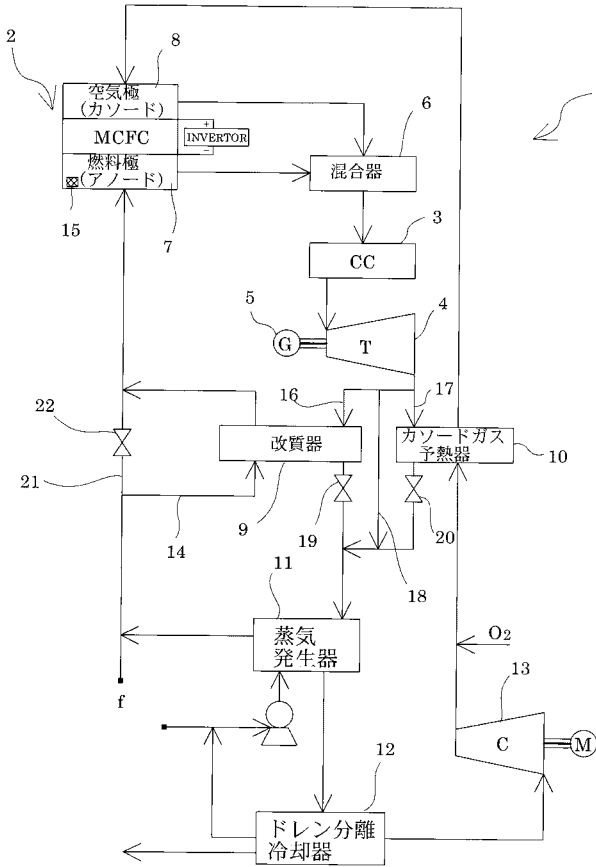
【 0 0 9 6 】

- 1、3 1、3 5、4 1 複合発電設備
- 2、4 2 熔融炭酸塩形燃料電池 (M C F C)
- 3、4 3、4 5 燃焼器
- 4 ガスタービン
- 5 発電機
- 6、4 8 混合器
- 7、3 8、5 1 燃料極 (アノード)

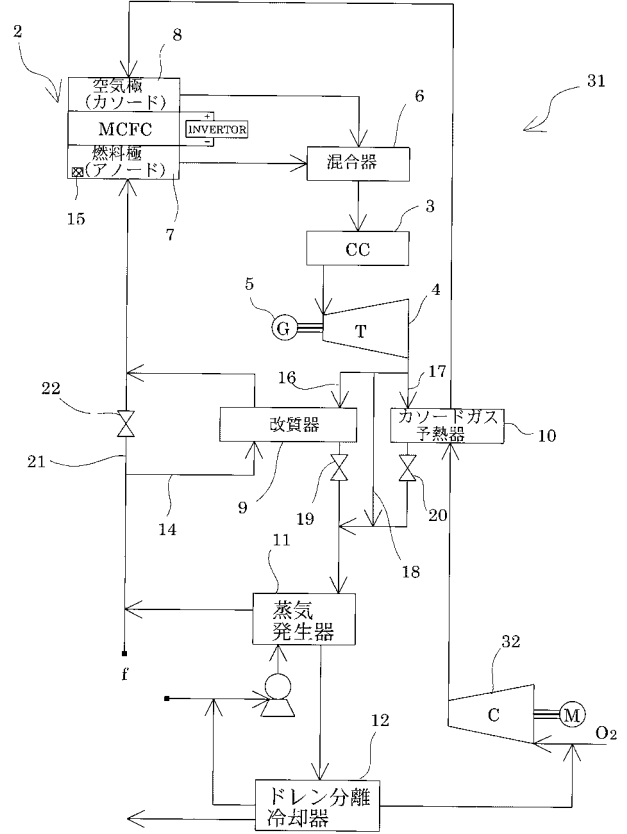
50

8、37、52	空気極 (カソード)	
9、54	改質器	
10	カソードガス予熱器	
11、56	蒸気発生器	
12	ドレン分離冷却器	
13	CO ₂ 圧縮機	
15、39、61	内部改質手段	
16、62	改質流路	
17	予熱流路	
18	バイパス流路	10
19	改質流量調整弁	
20	予熱流量調整弁	
21、63	バイパス流路	
22	流量調整弁	
32、44	圧縮機	
36	酸化物固体電解質形燃料電池 (SOFC)	
46	タービン	
47	ガスタービン設備	
49	モータ / 発電機	
50	始動燃焼器	20
55	プロア	
57	凝縮器	
64	燃焼ガス流量調整弁	
65	流通路	
66	バイパス流通路	
67	燃料供給路	
68	三方弁	

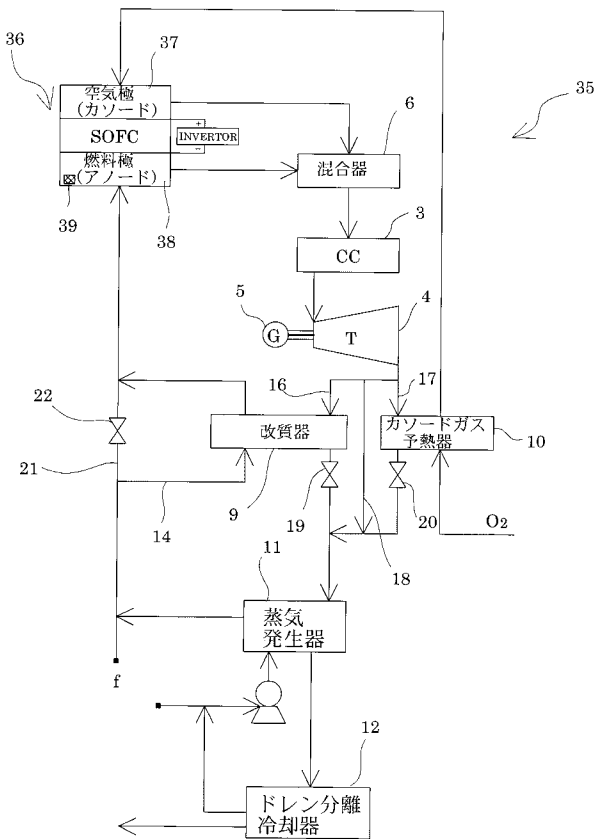
【図1】



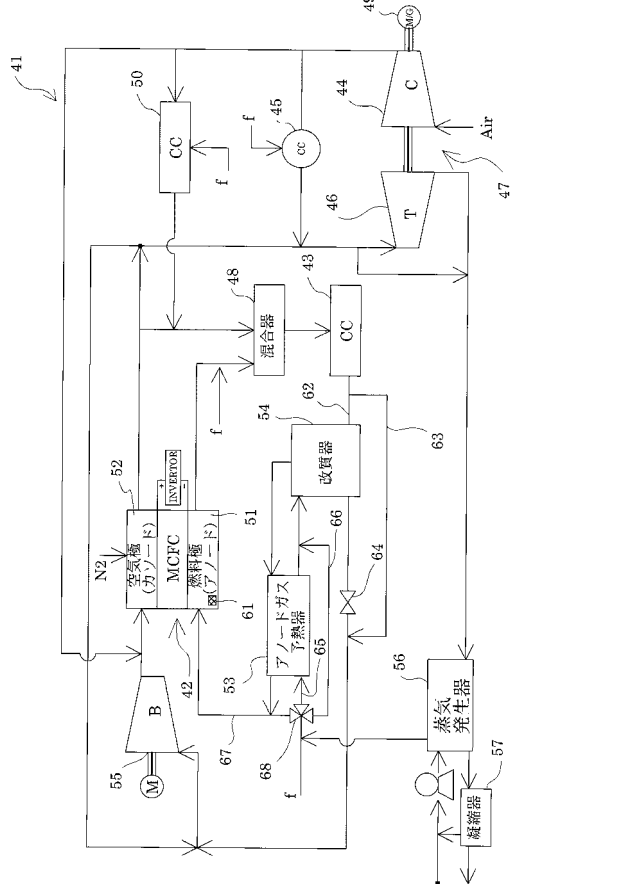
【図2】



【図3】



【図4】



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 8/00

Z

Fターム(参考) 5H027 AA05 BA01 BA02 BA09 BC19 DD02 KK46 MM01 MM12