

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号
特許第5836645号
(P5836645)

(45) 発行日 平成27年12月24日 (2015. 12. 24)

(24) 登録日 平成27年11月13日 (2015. 11. 13)

(51) Int. Cl.	F I
FO2C 9/28 (2006.01)	FO2C 9/28 C
FO2C 3/30 (2006.01)	FO2C 3/30 D
F23R 3/00 (2006.01)	F23R 3/00 B
FO2C 9/00 (2006.01)	FO2C 9/00 B
FO1K 23/10 (2006.01)	FO1K 23/10 U

請求項の数 15 外国語出願 (全 24 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2011-117927 (P2011-117927)	(73) 特許権者	503416353
(22) 出願日	平成23年5月26日 (2011. 5. 26)		アルストム テクノロジー リミテッド
(65) 公開番号	特開2011-247265 (P2011-247265A)		ALSTOM Technology Ltd
(43) 公開日	平成23年12月8日 (2011. 12. 8)		スイス国 バーデン ブラウン ボヴェリ
審査請求日	平成26年1月6日 (2014. 1. 6)		シュトラッセ 7
(31) 優先権主張番号	00841/10		Brown Boveri Strass
(32) 優先日	平成22年5月26日 (2010. 5. 26)		e 7, CH-5400 Baden,
(33) 優先権主張国	スイス (CH)		Switzerland
(31) 優先権主張番号	01925/10	(74) 代理人	100099483
(32) 優先日	平成22年11月17日 (2010. 11. 17)		弁理士 久野 琢也
(33) 優先権主張国	スイス (CH)	(74) 代理人	100061815
			弁理士 矢野 敏雄
		(74) 代理人	100112793
			弁理士 高橋 佳大

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 煙道ガス再循環を備えるコンバインドサイクル発電プラント

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ガスタービン（6）と、煙道ガス再循環システムを備えた熱回収蒸気発生器（9）とを有するコンバインドサイクル発電プラント（CCPP）を運転する方法において、煙道ガス再循環システムによってガスタービン（6）の圧縮機入口ガス（3）に再循環される煙道ガスの煙道ガス再循環率（ r_{FRG} ）に関連して、課された燃焼不均一性比（ r_i ）を制御することを特徴とする、コンバインドサイクル発電プラント（CCPP）を運転する方法。

【請求項 2】

前記課された燃焼不均一性比（ r_i ）をさらに、燃焼器における高温ガス温度（ T_{hot} ）に関連して制御しかつ／又は燃焼圧力（ p_{k2} ）に関連して制御する、請求項 1 記載の方法。

【請求項 3】

より高い煙道ガス再循環率（ r_{FRG} ）を許容するためにガスタービン（6）のガスタービン圧縮機（1）の圧縮機入口ガス（3）及び／又はガスタービン（6）の燃焼器（4）に酸素又は酸素富化空気を混合する、請求項 1 又は 2 記載の方法。

【請求項 4】

圧縮機入口ガス（3）における目標酸素濃度を、課された燃焼不均一性比（ r_i ）に関連して与え、圧縮機入口ガスにおける酸素濃度を、煙道ガス再循環率（ r_{FRG} ）の変化及び／又は酸素又は酸素富化空気の混合によって制御する、請求項 1 から 3 までのいずれか

10

20

1 項記載の方法。

【請求項 5】

課された燃焼不均一性比 (r_i) 及び / 又は酸素又は酸素富化空気の混合を、測定された CO 及び / 又は未燃炭化水素排出量に関連して調節する、請求項 1 から 4 までのいずれか 1 項記載の方法。

【請求項 6】

課された燃焼不均一性比 (r_i) を、測定された燃焼器脈動に関連して調節する、請求項 1 から 5 までのいずれか 1 項記載の方法。

【請求項 7】

CO₂ 捕捉システム (18) を通る所要の最小流量を保証するために煙道ガス再循環率 (r_{FRG}) を 最大値 よりも 低く 維持する、請求項 1 から 6 までのいずれか 1 項記載の方法。

10

【請求項 8】

ガスタービン (6) の目標圧縮機入口温度を、相対負荷に関連して与え、圧縮機入口温度を、ガスタービン (6) の圧縮機入口ガス (3) へ再循環させられる、冷却された煙道ガスの再冷却温度 (T_{recQOI}) を調節することによって制御する、請求項 1 から 7 までのいずれか 1 項記載の方法。

【請求項 9】

請求項 1 から 8 までのいずれか 1 項記載の運転方法のために設計されたコンバインドサイクル発電プラント (CCPP) において、ガスタービン (6) と、熱回収蒸気発生器 (9) と、蒸気タービン (13) と、再循環煙道ガス再冷却器 (27) を備えた煙道ガス再循環ラインと、少なくとも 1 つの圧縮機出口圧力及び / 又は圧縮機出口温度測定装置と、再循環される煙道ガスと周囲空気との混合箇所とガスタービン (6) の圧縮機 (1) との間の少なくとも 1 つの酸素及び / 又は CO₂ 測定装置 (36)、及び / 又はガスタービン (6) 及び燃焼器 (4, 34) の下流に設けられた少なくとも 1 つの酸素及び / 又は CO₂ 測定装置 (37, 38) 及び / 又は少なくとも 1 つの CO 及び / 又は未燃炭化水素測定装置と、制御された 燃焼 不均一性を課すために構成された燃料分配システムを有することを特徴とする、コンバインドサイクル発電プラント (CCPP)。

20

【請求項 10】

少なくとも 1 つの 燃焼器 (4, 34) におけるパイロット段及び / 又は多段予混合ガス噴射を備えたガスタービン (6) が設けられている、請求項 9 記載のコンバインドサイクル発電プラント (CCPP)。

30

【請求項 11】

多段バーナグループを備えた少なくとも 1 つの燃焼器 (4, 34) を備えたガスタービン (6) が設けられている、請求項 9 または 10 記載のコンバインドサイクル発電プラント (CCPP)。

【請求項 12】

26 よりも大きな設計圧縮機圧力比を備えるガスタービン (6) が設けられている、請求項 9 から 11 までのいずれか 1 項記載のコンバインドサイクル発電プラント (CCPP)。

40

【請求項 13】

15 bar a よりも大きな第 2 の燃焼器 (34) の設計圧力を備える、順次燃焼ガスタービン (6) が設けられている、請求項 9 から 12 までのいずれか 1 項記載のコンバインドサイクル発電プラント (CCPP)。

【請求項 14】

再循環のための変速煙道ガスブロワ (11) 及び / 又は CO₂ 捕捉システム (18) が設けられており、再循環率の制御のための CO₂ 捕捉システム (18) に送られる煙道ガスのための CO₂ 捕捉システム (10) への変速煙道ガスブロワが設けられている、請求項 9 から 13 までのいずれか 1 項記載のコンバインドサイクル発電プラント (CCPP)。

50

【請求項 15】

圧縮機(1)の圧縮機入口ガス(3)及び/又は燃焼器(4, 34)又は圧縮機プレナムに酸素又は酸素富化空気を噴射するための噴射ポートが設けられている、請求項9から14までのいずれか1項記載のコンバインドサイクル発電プラント(CCP)。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、煙道ガス再循環を備えるコンバインドサイクル発電プラントを運転する方法及びこの方法を実施するためのプラントに関する。

【背景技術】

10

【0002】

近年、温室効果ガスの発生が温暖化につながり、温室効果ガス発生さらなる増大は地球温暖化を加速させることが明らかになっている。CO₂(二酸化炭素)は主たる温室効果ガスとして認められ、NO_xは、対流圏にオゾンが発生することによって間接的な温室効果ガスとして温室効果に著しく寄与すると考えられている。従って、CCS(炭素捕捉及び貯蔵)と、NO_x排出の低減とは、地球温暖化を低減しかつ制御するための潜在的な主要な手段であると考えられている。

【0003】

NO_x排出の低減は、煙道ガスの触媒浄化によって、又は、好適には燃焼中のNO_x発生の低減によって行われる。

20

【0004】

発電プラント効率を高めるために、より高い高温ガス温度のための継続的な努力がなされてきた。しかしながら、燃焼温度が高くなると、NO_x排出も増大する。この効果に対抗するために、煙道ガス再循環が提案されている。

【0005】

CCSは、CO₂捕捉、圧縮、搬送及び貯蔵のプロセスとして定義される。捕捉は、CO₂が、炭素ベースの燃料の燃焼後に煙道ガスから除去されるプロセス、又は燃焼前の炭素の除去及び処理として定義される。煙道ガス又は煙道ガス流からCO₂を除去するための、あらゆる吸収剤、吸着剤又はその他の手段の再生は、捕捉プロセスの一部であると考えられている。

30

【0006】

バックエンドCO₂捕捉又はポスト燃焼捕捉は、CCPP(コンバインドサイクル発電プラント)を含む化石燃料発電プラントのための商業的に期待される技術である。ポスト燃焼捕捉において、CO₂は煙道ガスから除去される。残りの煙道ガスは大気中へ放出され、CO₂は搬送及び貯蔵のために圧縮される。吸収、吸着、膜分離、及び低温分離等の、煙道ガスからCO₂を除去するために知られている複数の技術がある。ポスト燃焼捕捉を備える発電プラントは、本発明の主体である。

【0007】

CO₂捕捉のための全ての公知の技術は、比較的大きな量のエネルギーを必要とする。慣用のCCPPの煙道ガスにおけるわずか約4%の比較的低いCO₂濃度により、CO₂捕捉システム(CO₂捕捉プラント又はCO₂捕捉機器とも呼ばれる)は、比較的高いCO₂濃度を有する石炭だきプラント等の他のタイプの化石発電プラントの場合よりも、捕捉されたCO₂のkg当たりでコストが高くエネルギー消費も多い。

40

【0008】

CCPP煙道ガスにおけるCO₂濃度は、燃料組成、ガスタービンの形式及び負荷に依存し、実質的にガスタービンの運転条件に依存して変化する。CO₂濃度のこの変化は、CO₂捕捉システムの性能、効率及び操作性にとって不利である恐れがある。

【0009】

CCPPの煙道ガスにおけるCO₂濃度を高めるために、2つの主要な概念が知られている。1つは、ガスの再循環であり、これは例えばO.Bolland及びS.Saetherによって、"NEW

50

CONCEPTS FOR NATURAL GAS FIRED POWER PLANTS WHICH SIMPLIFY THE RECOVERY OF CARBON DIOXIDE"(Energy Convers. Mgmt Vol.33, No.5-8, pp467-475,1992)に記載されている。もう1つは、プラントの連続配列であり、この場合、第1のCCPPの煙道ガスは冷却され、第2のCCPPのための入口ガスとして使用され、第2のCCPPの煙道ガスにおける増大したCO₂を備えた煙道ガスを得る。このような配列は、例えば米国特許出願公開第2008/0060346号明細書に記載されている。これらの方法は、周囲へ放出される煙道ガスの総量を低減し、CO₂濃度を増大し、これにより、吸収器の所要の流れ容量と、捕捉システムの電力消費と、捕捉システムのための支出とを低減し、CO₂システムの効率を高める。しかしながら、煙道ガス再循環は、ガスタービンの入口ガスにおける酸素濃度を低減し、燃焼に影響する。NO_x排出に対する好ましい影響の他に、低減された酸素濃度は、不完全な不安定の燃焼につながり、極めて望ましくない高いCO排出を生じる恐れがある。

10

【0010】

火災安定性を高めるために、火災に、制御された不均一性を与えるための手段が知られている。例えば、欧州特許第1292795号明細書に記載されているようなパイロット化、多段化、多段予混合噴射があり、又は米国特許第7484352号明細書に記載されているような種々異なるバーナグループに個々の燃料流を供給することが知られている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0011】

【特許文献1】米国特許出願公開第2008/0060346号明細書

【特許文献2】欧州特許第1292795号明細書

【特許文献3】米国特許第7484352号明細書

【非特許文献】

【0012】

【非特許文献1】O.Bolland,S.Saether,"NEW CONCEPTS FOR NATURAL GAS FIRED POWER PLANTS WHICH SIMPLIFY THE RECOVERY OF CARBON DIOXIDE"(Energy Convers. Mgmt Vol.33, No.5-8, pp467-475,1992)

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

本発明の主な課題は、煙道ガス再循環を備えるガスタービンと、1つの熱回収蒸気発生器(HRSG)と、1つの蒸気タービンとが設けられたコンバインドサイクル発電プラント(CCPP)のための低CO排出及び低NO_x排出運転方法、及びこの方法に従って運転するように設計されたプラントを提供することである。

【0014】

1つの課題は、安定した、クリーンな燃焼を維持しながら高い煙道ガス再循環率を許容し、かつ煙道ガス再循環運転のためのフレキシブルな運転方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0015】

本発明の本質は、COのバーンアウト、すなわちCO₂を形成するための酸素とのCOの反応は、高い燃焼圧力と、NO_x排出に対する、燃焼器の入口ガスの低い酸素含有量の好ましい影響とによって、促進されるという発見を利用することである。これは、高い火災温度における運転を許容し、安定した燃焼及び低いNO_x排出を伴う。これらの効果を利用するために、ガス再循環率及び/又は燃焼圧力に関連して制御される不均一性を火災に与えることによって火災安定性が高められるような運転方法が提案される。煙道ガス再循環率 r_{FRG} は、ガスタービンの煙道ガス質量流量の合計に対する、圧縮機入口へ再循環される、ガスタービンからの煙道ガス質量流量の比として定義される。煙道ガス再循環のNO_x低減効果と組み合わせ、これは、安定した火災を維持しながら低いNO_x及び低いCO排出につながる運転方法を可能にする。

20

30

40

50

【 0 0 1 6 】

制御された不均一性を与えるための手段は、例えば、パイロット化又は多段化である。

【 0 0 1 7 】

パイロット化は、拡散火炎を備えた予混合された火炎の安定化であり、パイロット比は、燃焼器のバーナ内に噴射される燃料ガス質量流量の合計に対する、パイロット火炎において燃焼される燃料ガスの比である。

【 0 0 1 8 】

多段化のためには、2つの方法が提案される。第1の方法は、バーナ内への段階付けされた予混合されたガス噴射による安定化である。この方法では、少なくとも2つの予混合された燃料/酸化剤ガス混合物が、異なる位置において予混合バーナ内へ噴射されかつ/又は異なる燃料濃度を有する予混合された燃料/酸化物ガス混合物が予混合バーナ内へ噴射される。この方法及び対応するバーナは、煙道ガス再循環を備えない慣用のガスタービンに関して、欧州特許第1292795号明細書に詳細に説明されている。

10

【 0 0 1 9 】

第2の方法は、燃焼器のバーナを、共通の主燃料源を有する少なくとも2つのバーナグループにグループ分けすることによる安定化である。この方法では、各バーナグループへの燃料流は、環状の燃焼器における周方向のバーナの間で有効に段階付けするように制御され、例えば、1つのグループのバーナに噴射されるバーナ特定燃料は、他のグループのバーナに噴射されるバーナ特定燃料とは異なる。この方法及び対応する燃焼器は米国特許第7484352号明細書に記載されている。

20

【 0 0 2 0 】

バーナ多段化比は、予混合された噴射位置の1つの部分に送られる燃料空気混合物の当量比と、バーナの全体の当量比との比として定義される。

【 0 0 2 1 】

グループ - 多段化比は、燃焼器の全てのバーナの平均当量比に対する、バーナの1つのグループにおいて達せられる当量比の比として定義される。

【 0 0 2 2 】

欧州特許第1292795号明細書及び米国特許第7484352号明細書は両方とも引用したことにより本願明細書に記載されたものとする。

【 0 0 2 3 】

パイロット化、多段予混合噴射、及びバーナの多段グループ分けは、別個の手段として又は組み合わせて行うことができる。以下では、火炎に制御された不均一性を与えるためのこれらの及びその他の手段は、単に、与えられた燃焼不均一性と呼ばれる。対応するパイロット比又は多段化比又は両者の組合せは、与えられた燃焼不均一比と呼ばれる。

30

【 0 0 2 4 】

CO及びNO_x排出に影響する別の要因は、燃焼温度又は高温ガス温度である。より改良されたアプローチでは、課された燃焼不均一性比は、燃焼圧力及び/又は煙道ガス再循環率及び高温ガス温度に関連して与えられる。

【 0 0 2 5 】

例えば適切な冷却空気圧力として、燃焼圧力に比例した圧縮機出口圧力又は別の圧力を、燃焼圧力に代わりに使用することができる。通常、測定するのが容易であるため、圧縮機出口圧力が使用される。さらに、圧縮機出口温度は、圧力比に比例しており、従って使用することもできる。圧縮機出口温度を使用する場合、通常、周囲温度に応じて修正される。

40

【 0 0 2 6 】

1つの実施の形態において、燃焼圧力及び/又は高温ガス温度に関連した、許容可能な与えられた燃焼不均一性を提供する制御範囲が提案される。課された燃焼不均一性比のための目標値は、燃焼圧力及び/又は高温ガス温度に関連して計算される。実際の煙道ガス再循環率は、精密制御によって修正され、この精密制御は、CO排出量に応じて煙道ガス再循環率を調節する。CO排出量は、この制御方法のためにオンラインで測定される。

50

【 0 0 2 7 】

1つの実施の形態において、課された燃焼不均一性比を調節するために、二点制御が使用される。CO排出量が第1のしきい値を超えると、課された燃焼不均一性比が減じられる。CO₂排出量が第2のしきい値よりも低下すると、課された燃焼不均一性比は増大される。しきい値の代わりに、課された燃焼不均一性比の所要の修正を計算するために使用される、課された燃焼不均一性比の修正関数を使用することもできる。修正関数は、燃焼圧力に基づき計算された目標再循環率と、CO排出量を所望のレベルにもたらすために必要とされる実際の課された燃焼不均一性比とのオフセットを提供する。CO排出量と目標CO排出値との差に比例するオフセットを提供する単純な比例制御を、修正のために使用することができる。別の実施の形態において、しきい値又は修正関数は、CCPPの相対負荷にも依存している。

10

【 0 0 2 8 】

選択肢として、煙道ガスの測定された未燃炭化水素排出量に関連する、課された燃焼不均一性比が、提案される。CO排出量に関連する制御と同様に、二点制御を使用することができる。択一的に、やはりCO制御と同様に、未燃炭化水素排出量に応じた、再循環率の修正関数を使用することもできる。修正関数は、燃焼圧力に基づき計算された目標再循環率と、未燃炭化水素排出量を所望のレベルにするために必要とされる実際の課された燃焼不均一性比とのオフセットを提供する。通常、未燃炭化水素排出量と目標の未燃炭化水素排出値との差に比例するオフセットを与える単純な比例制御を、修正のために使用することができる。別の実施の形態において、しきい値又は修正関数は、CCPPの相対負荷にも依存している。

20

【 0 0 2 9 】

同様に、課された燃焼不均一性比を、NO_x排出量に関連して制御することができる。

【 0 0 3 0 】

さらに、圧縮機入口ガスに残っている実際のO₂濃度は、燃焼プロセスに対する著しい影響を有しており、課された燃焼不均一性比を調節するために使用することができる。入口空気におけるO₂濃度を制御パラメータとして使用する代わりに、燃焼器入口における煙道ガスO₂濃度の評価を許容する、別のガス流におけるO₂及び/又はCO₂の使用が可能である。例えば、タービンの煙道ガスにおけるCO₂濃度を使用することができる。さらに、再循環される煙道ガスにおける残留酸素濃度又は冷却空気流における酸素濃度を使用することができる。これらの濃度の組合せの使用も可能である。

30

【 0 0 3 1 】

これらのパラメータのための最適な目標値は、特定のプラント設計に依存しており、周囲条件及びプラント負荷に関連している。全体効率に対するそれらの影響は、プラントの運転条件に依存する。

【 0 0 3 2 】

所要のO₂濃度は燃焼圧力及び温度に依存する。従って、所要のO₂濃度は、燃焼圧力及び/又は高温ガス温度に関連して計算することもできる。この所要のO₂濃度に基づき、煙道ガス再循環率は、ガスタービンの入口流体が所要のO₂濃度を有するように制御することができる。

40

【 0 0 3 3 】

課された燃焼不均一性比において、最大再循環率はしばしば、安定した完全燃焼のために必要とされる酸素濃度によって制限される。ここで言う安定した完全燃焼とは、CO及び未燃炭化水素排出量が、ppmのオーダー又は一桁のppmであるような、CO及び未燃炭化水素排出量のために設定された所要レベルよりも低く、燃焼脈動が通常設計値の範囲にあることを意味する。排出量レベルは、保証値によって通常規定されている。脈動のための設計値は、ガスタービン、運転箇所、燃焼器設計、及び脈動周波数に依存する。設計値は、燃焼圧力の10%よりも十分に低くなっているべきである。通常、設計値は、燃焼圧力の1又は2%未満である。1つの実施の形態において、再循環率は、脈動に応じて調節又は精密調整される。例えば、再循環率のための目標値は、圧縮機出口圧力又は圧縮機

50

圧力比に基づいて計算される。目標値は、高い燃焼脈動のためには低減され、極めて低い燃焼脈動においては増大される。これらの調節は、通常、圧力依存目標値の周辺の範囲内でのみ許容及び実施される。

【 0 0 3 4 】

運転柔軟性を高めかつ課された燃焼不均一性比におけるより高い再循環率を許容し、また、ベース負荷及び部分負荷における煙道ガスにおける CO_2 濃度をさらに増大するために、別の実施の形態において、圧縮機入口ガスの酸素富化が提案される。このために、酸素又は酸素富化空気がガスタービンの圧縮機入口ガスに混合される。1つの実施の形態において、酸素の混合は、圧縮機出口圧力に反比例する。

【 0 0 3 5 】

第1の近似において、捕捉システムの比エネルギー消費は、煙道ガスの CO_2 濃度に比例する。これに関して、捕捉システム比エネルギー消費は、煙道ガスから CO_2 の1つの質量単位を除去するために必要とされるエネルギーとして定義される。煙道ガスにおける CO_2 濃度は再循環率に比例するので、最適化目標は、高い再循環率である。

【 0 0 3 6 】

より高い再循環率は、 CO_2 濃度を高めるだけでなく、 CO_2 捕捉システムを流過する煙道ガス質量及び体積流量の減少にもつながる。より低い流量は、システムの圧力降下をも低減し、このことは、全体の性能にとって有利であるか又はより小さな、よりコストの低い機器の使用を許容する。設計条件下でのベース負荷において、煙道ガス再循環率は最大化される。煙道ガス再循環率は、ガスタービンの運転のために必要とされる最大酸素濃度によって制限される。典型的な再循環率は、ベース負荷運転の場合に30%～50%のオーダーである。

【 0 0 3 7 】

ガスタービンの部分負荷運転において、慣用のガスタービン煙道ガスにおける CO_2 濃度は、ベース負荷運転におけるよりも低く、燃焼のための酸素消費が増大する。

【 0 0 3 8 】

異なる負荷及び運転条件のための CO_2 生成の差を考慮するために、燃焼圧力に関連する目標 CO_2 又は目標残留酸素含有量が、別の実施の形態において使用される。

【 0 0 3 9 】

部分負荷において生じる恐れがある火災消火又は部分消火は、冷却空気質量流量及び冷却空気温度にも依存する。ほとんどのガスタービン設計の場合、冷却空気温度及び質量流量は、圧縮機入口条件と、可変入口案内羽根の位置とに関連している。従って、所要の最大酸素濃度に対する、入口条件及び/又は可変入口案内羽根の位置の影響を考慮する、付加的な関数の使用が提案される。課された燃焼不均一性比はこれに従って修正され、例えば課された燃焼不均一性比は、火災に対する冷却空気の消火効果が高い場合には低い冷却空気温度のために減じられ、冷却空気の消火効果がより低い場合には高い冷却空気温度のために増大される。

【 0 0 4 0 】

上述の制御方法の組合せが考えられる。特に、燃焼圧力に依存した課された燃焼不均一性比、又は燃焼圧力に依存した、目標入口酸素濃度の関数は、 CO 排出量、 NO_x 排出量、及び/又は未燃炭化水素排出量、及び/又は脈動等の燃焼パラメータの測定に基づく修正と組み合わせることができる。

【 0 0 4 1 】

煙道ガス再循環率及び/又は課された燃焼不均一性比は、最適なプラント熱力学及び経済的性能を目標として、酸素濃度が最小所要レベルを満たすように保たれた、酸素又は酸素富化ガスの混合と組み合わせて、最適値にまで増大させることができる。酸素又は酸素富化空気の混合は、ASU(空気分離ユニット)のトレードオフと、減じられた排出量による利益とを考慮して正当化されるまで、適用することができる。

【 0 0 4 2 】

1つの実施の形態において、圧縮機入口ガスに対する、酸素又は酸素富化空気の混合は

10

20

30

40

50

、入口における酸素濃度を制御するために行われる。圧縮機入口における目標酸素濃度は、例えば、燃焼圧力及び/又は課された燃焼不均一性比の関数として与えられる。入口空気における酸素濃度は、酸素又は酸素富化空気の混合と組み合わせられた、煙道ガス再循環率(r_{FRG})の変化によってさらに制御することができる。

【0043】

別の実施の形態において、圧縮機入口ガスに対する、酸素又は酸素富化空気の混合は、CO又は未燃炭化水素に関連して行われる。CO及び/又は未燃炭化水素排出量が第1のしきい値よりも増大すると、酸素又は酸素富化空気の混合が増大される。CO及び/又は未燃炭化水素排出量第2のしきい値よりも低いならば、混合は低減される。しきい値の代わりに、CO及び/又は未燃炭化水素排出量に依存した混合の修正関数を使用することもできる。別の実施の形態において、しきい値又は修正値は、CCPPの相対負荷にも依存している。この方法はさらに、煙道ガス再循環率の調節と組み合わせることができる。

10

【0044】

燃焼が不完全であると通常増大する火災又は燃焼器脈動は、測定することができ、同様に、酸素又は酸素富化空気の混合のための制御パラメータとして使用することができる。1つの実施の形態において、二点制御は、課された燃焼不均一性比を調節するために使用される。脈動レベルが第1のしきい値よりも増大すると、課された燃焼不均一性比が増大される。脈動レベルが第2のしきい値よりも低いと、課された燃焼不均一性比は低減される。燃焼器に応じて、特定の脈動周波数範囲を、脈動に依存した課された燃焼不均一性比の制御のために使用することができる。しきい値の代わりに、脈動レベルに依存した再循環率の修正関数を使用することもできる。

20

【0045】

制御パラメータとして燃焼器脈動を使用する制御方法のために、少なくとも1つの対応する脈動測定装置が燃焼器に接続されなければならない。

【0046】

CO、NO_x又は未燃炭化水素排出量を制御パラメータとして使用する制御方法のために、少なくとも1つの対応する測定装置がガスタービンの下流に装着されなければならない。

【0047】

別の実施の形態において、再循環率は、酸素又は酸素富化空気の混合の制御と組み合わせられる。これらの制御方法を組み合わせるための様々な異なる可能性が考えられる。

30

【0048】

例えば、再循環率は、NO_xを最小限に抑制するために及び/又はCO₂捕捉システムにおける流れを最適化するために圧力に関連して与えることができ、混合を、安定した完全燃焼を制御するために使用することができる。第2の例において、酸素又は酸素富化空気の混合は、ASUの寸法により一定レベルに保たれ、再循環率は安定した完全燃焼を制御するために使用される。

【0049】

別の実施の形態において、再循環率の制御は、課された燃焼不均一性比の制御と組み合わせられる。これらの制御方法を組み合わせるための様々な異なる可能性が考えられる。

40

【0050】

例えば、再循環率は、NO_xを最小限に抑制するために及び/又はCO₂捕捉システムにおける流れを最適化するために圧力に関連して与えることができ、課された燃焼不均一性比を、安定した完全燃焼を制御するために使用することができる。第2の例において、課された燃焼不均一性比は、一定の又は所定のレベルに保たれ、再循環率は、安定した完全燃焼を制御するために使用される。

【0051】

さらに、煙道ガス流量は、負荷が低減されるにつれて小さくなる。ガスタービンのより小さな煙道ガス質量流量と組み合わせられた再循環率の増大は、発電プラントから出る煙道ガス質量流量の著しい低下につながる可能性がある。従って、CO₂捕捉ユニットへ送ら

50

れる煙道ガス流は、 CO_2 捕捉との運転のために減じられる。しかしながら、設計に応じて、最適な質量流量又は流速が CO_2 捕捉システムにおいて維持されるべきである。この最適な流量は再循環率を制限することができる。従って、 CO_2 捕捉システムの設計に応じて、 CO_2 捕捉システムを通る最適な流量を維持するために、低い負荷においては再循環率の減少が必要とされることが出来る。 CO_2 捕捉ユニットに依存して、流量に対する顕著な最大効率なしに、捕捉ユニットの効率はほとんど流量から独立している。しかしながら、流量は、通常、最小流量によっても依然として制限され、この最小流量よりも低いと、不安定な流れが生じる恐れがあり、このことは、 CO_2 捕捉システムにおける振動につながる恐れがある。この場合、最小流量を保証するために、制御は単純化される。

【0052】

10

ベース負荷運転の間、プラント電力は、ガスタービン入口温度を増大させながら、低下する。従って、目標再冷却温度は、通常、できるだけ低い。目標再冷却温度は、通常、再冷却器の能力によって制限される。大きな低温ヒートシンク、例えば低い周囲温度及び/又は低温冷却水、が利用可能である場合にのみ、又はプラントの凍結危険性又はその他の運転パラメータが運転を制限する場合、再冷却温度は、より高い目標温度に制御される。

【0053】

部分負荷において、合計質量流量が低減された場合、合計再循環質量流量も重畳は減少し、再冷却器は、通常、ベース負荷におけるよりも低い温度に冷却する能力を有している。しかしながら、ほとんどのプラント設計の場合、ガスタービンの圧縮機入口温度を増大することは、ある負荷設定点における部分負荷効率を増大することができる。

20

【0054】

通常、CCPPの効率は負荷に比例する。一定の絶対負荷で運転する場合、相対負荷は、ガスタービンの入口温度が増大するにつれて、増大する。この増大による効率利益は、入口温度の増大によって生ぜしめられる効率不利益よりも高い。

【0055】

再冷却器の出口温度は、再循環された煙道ガスを冷却し、従って、圧縮機入口温度がガスタービンの運転限界の範囲にある限り、再冷却温度を、より高いガスタービン圧縮機入口温度を実現するために、部分負荷において高めることができる。従って、負荷及び再循環率に依存する再冷却温度が提案される。再循環率に応じて、再循環温度は、再循環された煙道ガスとの周囲空気の混合の後、現在の電力出力で最善の効率につながる入口温度が得られるように、制御される。

30

【0056】

CO_2 捕捉を備えたプラントの場合、冷却後の CO_2 捕捉プラントへの煙道ガス温度も、より低温の限界を考慮して、 CO_2 捕捉システムのために最適化される。

【0057】

CO_2 捕捉システム自体は、2つ以上の捕捉トレインから成ることができる。部分負荷運転を最適化するために、少なくとも1つの捕捉トレインをシャットダウンすることが有利であることができる。その結果、最適な再循環率は、作動中の捕捉トレインに関連することができる。CCPP運転との捕捉システム運転の一体化は、全体のプラント効率のために有利である。

40

【0058】

第1の制御ステップにおいて、作動中の捕捉トレインの数はプラント負荷に合わせて調節される。第2のステップにおいて、再循環率は、特定の負荷におけるプラント効率を最適化するために、作動中の捕捉トレインの特定の数に関連して、調節される。このために、2つの選択的な最適化方式が提案される。再循環率は、捕捉システムの作動中のトレインのための最適なレベルに煙道ガスの CO_2 濃度を制御するために使用されるか、又は最適な速度に捕捉トレインにおける流速を保つために使用される。

【0059】

方法の他に、この方法に従って運転するためのプラントは発明の一部である。最適化された運転のために設計されたプラントは、少なくとも1つのガスタービンと、煙道ガスの

50

第1の部分流を圧縮機入口ガス流に向かって送る煙道ガスダクトを備えた煙道ガス再循環システムと、再循環率を制御するための少なくとも1つの制御機構と、再循環煙道ガスを冷却するための温度制御を備えた再循環機と、少なくとも1つの燃焼圧力測定部と、少なくとも1つの CO_2 及び/又は酸素濃度測定装置とを有している。燃焼圧力測定装置の代わりに、圧縮機出口圧力測定装置又は圧縮機出口温度装置を使用することができる。圧縮機出口温度は、圧縮機出口圧力の近似のために使用することができる。より高い精度のために、これは、圧縮機入口温度測定と組み合わせて行われる。

【0060】

さらに、本発明によるプラントは、火炎不均一性を提供するように構成された、少なくとも1つのバーナ及び/又は燃料分配システムを有している。

10

【0061】

火炎不均一性を提供するためのバーナは、パイロットステージを有しており、かつ/又は多段予混合燃料噴射のための構成されている。

【0062】

パイロットステージを備えたバーナは、燃焼空気との燃料の事前の予混合なしに、燃焼器の燃料ガスの一部を噴射するための少なくとも1つの燃料噴射箇所を有している。1つの実施の形態においては、パイロット燃料をバーナに噴射するためのパイロットステージとして、燃料ランスが使用される。通常、燃料分配は、予混合燃料噴射箇所とパイロットイングとへ送られる燃料の分割を制御することができるように構成されている。

【0063】

20

多段予混合ガス噴射のために構成されたバーナは、予混合された燃料/酸化剤ガス混合物を噴射するための少なくとも2つの噴射箇所と、前記予混合された燃料/酸化剤ガス混合物のそれぞれへの燃料噴射を制御するための制御弁とを有している。噴射箇所は、バーナにおける特定の位置における燃料の噴射を許容する開口である。通常、噴射箇所は、単なる穴であるか又はオリフィスである。噴射箇所は、複数の穴又はオリフィスの列又は配列であることもできる。

【0064】

多段バーナグループを備えた燃焼器を備えたガスタービンは、主燃料源を有する少なくとも2つのバーナグループと、燃焼器への合計燃料流を制御するための主燃料流制御装置と、バーナグループへの燃料流分割を制御するための少なくとも1つのバーナグループ燃料流制御装置とを有している。

30

【0065】

パイロットステージ、多段予混合噴射、及びバーナの多段グループ分けは、別個の特徴として又は組み合わせて装着することができる。流れのこれらの特徴において、均等の特徴及びそれらの組合せは、単に、制御された火炎不均一性を提供するための燃焼器と呼ばれる。本願において、制御された火炎不均一性を提供するための燃焼器を備えたガスタービンは、燃焼器への燃料供給を制御するために構成された燃料分配システムを有している。

【0066】

通常、再循環システムは、煙道ガス再循環ライン又はダクト、再循環率を制御するための制御機構、及び再循環煙道ガス冷却器を有している。再循環のために、煙道ガス流は、HRSGの下流において少なくとも2つの部分流に分割される。第1の部分流は、煙道ガス再循環ラインを介してガスタービンの入口へ戻され、第2の部分流は、環境への解放のために煙突へ送られる。CCSの場合、第2の部分流は、 CO_2 捕捉システムを介して煙突へ送られる。CCSの場合、 CO_2 捕捉システムの周囲のバイパスが、運転の柔軟性を高めるために設けられていてよい。これにより、再循環率と、 CO_2 捕捉ユニットへの煙道ガス流とのあらゆる組合せを選択肢、煙道ガス流を煙突へ送ることができる。

40

【0067】

再循環率を制御するために、排出流量及び/又は再循環流量を、少なくとも1つの制御機構によって制御することができる。これは、例えば、スプリッタの下流における煙道ガ

50

スラインのうちの一方又は両方における、制御機構と組み合わせられた制御可能なダンパ又は固定されたスプリッタであることができる。

【 0 0 6 8 】

上述のように、再循環させられた第 1 の部分流は、通常、ガスタービンの圧縮機に導入するために周囲空気と混合される前に、再冷却器によってさらに冷却されなければならない。1 つの実施の形態において、再循環率を制御するための制御機構、例えばフラップ又は弁は、この制御機構における熱負荷を減じるためにこの再冷却器の下流に装着されている。

【 0 0 6 9 】

別の実施の形態において、ブロワが、再循環ライン及び/又は排気ガスラインに装着されている。ブロワは、許容可能な圧力降下が増大させられるので、機器寸法を減じるために有利であることができる。実用的な機器寸法は、捕捉システム及び再循環ラインに亘る合理的な圧力降下によってのみ実現することができる。ガスタービン及び H R S G 設計による制限を克服することができる。

【 0 0 7 0 】

ブロワは、通常、ブロワが耐えなければならない熱負荷を低減する冷却器の下流に配置されている。従って、ブロワは、再循環率を制御するために使用することができる。本来圧力降下を生じる、可変ダンパ、フラップ又は制御弁を回避することができる。従って、システムの合計圧力降下を、変速ブロワの使用によって低減することができる。択一的に、制御可能なブレード又は案内羽根を備えたブロワも考えられる。煙道ガス及び再循環システムにおける設計及び圧力に応じて、ブロワの代わりに、ブースタを使用することができる。

【 0 0 7 1 】

圧縮機入口ガス又は燃焼器入口ガスの連続的な酸素富化を許容するために、プラントの実施の形態は、所要の酸素を発生するための空気分離ユニット又はメンブレンベースの酸素富化ユニットを有している。

【 0 0 7 2 】

圧縮機入口ガスの酸素富化のために、プラントは、ガスタービンの空気吸入システムに酸素噴射ポートを有している。燃焼器入口ガス又は燃焼器ガスの酸素富化のために、プラントは、燃焼器又は圧縮機プレナム内に素噴射ポートを有している。

【 0 0 7 3 】

上述のガスタービンは、例えば欧州特許第 0 6 2 0 3 6 3 号明細書又は欧州特許第 0 7 1 8 4 7 0 号明細書から公知の単一燃焼ガスタービン又は順次燃焼ガスタービンであることができる。CO 排出に対する高い燃焼圧力の有利な効果を保証するために、順次燃焼ガスタービンは、第 2 の燃焼器における圧力が全負荷運転において 1 5 b a r a よりも高くなるように設計されているべきである。

【 0 0 7 4 】

発明、発明の性質及び発明の利点は、添付の図面を用いることにより以下により詳細に説明される。図面が参照される。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 7 5 】

【図 1】煙道ガス再循環及び変速ブロワを備えた C C P P を概略的に示している。

【図 2】順次燃焼ガスタービン、煙道ガス再循環、及び変速ブロワを備えた C C P P を概略的に示している。

【図 3】煙道ガス再循環を含むバックエンド CO₂ 吸収、及び変速ブロワを備えた C C P P を概略的に示している。

【図 4】圧縮機出口圧力及び高温ガス温度に関連した煙道ガス再循環率の例を概略的に示している。

【図 5】与えられた高温ガス温度のための煙道ガス再循環率のための許容可能な範囲を備えた圧縮機出口圧力に関連した目標煙道ガス再循環率の例を概略的に示している。

10

20

30

40

50

【図 6】高温ガス温度と、与えられた圧縮機出口圧力のための煙道ガス再循環率調節のための許容可能な範囲とに関連した、目標煙道ガス再循環率の例を概略的に示している。

【図 7】第 1 の予混合燃料量をバーナに導入するための燃料出口開口の第 1 のグループと、第 1 の燃料供給開口から独立して第 2 の燃料供給開口に燃料を導入させるための燃料出口開口の第 2 のグループとを備えた、予混合バーナの例を概略的に示している。

【図 8】予混合燃料を導入するための燃料出口開口の 2 つのグループと、パイロット燃料のための供給部とを備えた、予混合バーナの例を概略的に示している。

【図 9】第 1 及び第 2 の予混合燃料を導入するための燃料出口の 2 つのグループを備えたバーナのための燃料分配システムの例を概略的に示している。

【図 10】第 1 及び第 2 の予混合燃料を導入するための燃料出口の 2 つのグループを備えたバーナのための燃料分配システムの例を概略的に示している。

10

【図 11】第 1 及び第 2 の予混合燃料を導入するための燃料出口開口の 2 つのグループと、パイロット燃料の供給部とを備えたバーナのための燃料分配システムの例を概略的に示している。

【図 12】環状燃焼器における多段化のための 2 つのバーナグループを備えた燃料分配システムの例を概略的に示している。

【図 13】1 つのバーナグループと、環状燃焼器における多段化のための 4 つのバーナへの付加的な個々に制御される燃料ガス供給物とを備えた燃料分配システムの例を概略的に示している。

【図 14】合計燃料質量流量のための燃料ガス制御弁と、環状燃焼器における多段化のための各バーナのためのバーナ燃料ガス制御弁とを備えた燃料分配システムの例を示している。

20

【図 15】 NO_x 排出量があるレベルに制限するための、煙道ガス再循環率に関連した、許容可能な課された燃焼不均一性比の例を概略的に示している。

【図 16】煙道ガス再循環率と課された燃焼不均一性比とに関連した、一定の NO_x 排出量で運転するための高温ガス温度の例を概略的に示している。

【発明を実施するための形態】

【0076】

提案された方法の実施のための発電プラントは、慣用の CCPP と、煙道ガス再循環のための機器を有している。

30

【0077】

煙道ガス再循環を備えた典型的な配列が図 1 に示されている。第 1 の発電機 25 を駆動するガスタービン 6 には、圧縮機入口ガス 3 と、燃料 5 とが供給される。圧縮機入口ガス 3 は、周囲空気 2 と、煙道ガス再循環ラインを介して再循環させられた煙道ガスとの混合物である。圧縮機入口ガス 3 は圧縮機 1 において圧縮される。圧縮されたガスは燃焼器 4 において燃料 5 の燃焼のために使用され、加圧された高温ガスはタービン 7 において膨張する。その主な出力は電力と、高温の煙道ガス 8 とである。燃料は、燃料分配システム 40 によって燃焼器へ供給される。幾つの場合には、典型的な実施の形態において気体燃料の噴射が言及される。しかしながら、燃料出口開口を介して燃焼空気流に液体燃料を導入することもできることが自明である。

40

【0078】

ガスタービンの高温煙道ガス 8 は HRS G 9 を通過し、HRS G は、蒸気タービン 13 のための生蒸気を発生する。蒸気タービン 13 は、ガスタービン 6 及び第 1 の発電機 25 とともに単一軸構成で配置されているか、又は第 2 の発電機 26 を駆動するための多軸構成で配置されている。蒸気タービン 13 から出た蒸気は凝縮器 14 へ送られ、HRS G へ戻される。蒸気サイクルは単純化されており、異なる蒸気圧力レベル、給水ポンプ等を省略して概略的に示されている。なぜならば、これらは本発明の主体ではないからである。

【0079】

HRS G からの煙道ガス 19 の第 1 の部分流 21 は、ガスタービン 6 の圧縮機 1 の入口へ再循環させられ、この入口において、第 1 の部分流 21 は周囲空気 2 と混合される。第

50

1の部分流21は、周囲空気2と混合される前に再循環煙道ガス冷却器27において冷却される。

【0080】

H R S Gからの煙道ガス19の第2の部分流20は、ダンパ29によって煙突32へ送られる。煙道ガス流を高めるために、及び再循環率を制御するために、煙突32への変速煙道ガスブロワ10が、ダンパ29と煙突32との間に装備されている。さらに、再循環のための変速煙道ガスブロワ11が、煙道ガスの再循環された第1の部分流21を周囲空気2と混合する前に、再循環煙道ガス冷却器27の下流に装備されている。

【0081】

図2は、順次燃焼ガスタービンと、煙道ガス再循環と、変速ブロワとを備えたC C P Pを概略的に示している。1つのタービン7を備えた単一燃焼器4の代わりに、順次燃焼ガスタービンは、燃焼器4を有しており、この燃焼器4の後に高圧タービン33が続いている。高圧タービン33から出た部分的に膨張させられたガスは、第2の燃焼器34において再熱された後、低圧タービン35においてさらに膨張させられる。

【0082】

後燃焼捕捉及び煙道ガス再循環を備えた典型的な配列が、図3に示されている。図1に示されたC C P Pに加え、図3のプラントはC O₂捕捉システムを有している。ガスタービンの高温の煙道ガス8はH R S G 9を通過し、このH R S G 9は蒸気タービン13のための生蒸気30を発生する。蒸気タービン13は、ガスタービン6及び第1の発電機25を備えた単一軸構成で配置されているか、又は第2の発電機26を駆動するための多軸構成で配置されている。さらに、蒸気は、蒸気タービン13から抽出され、蒸気ライン15を介してC O₂捕捉システム18へ供給される。蒸気は、低下させられた温度で蒸気サイクルへ戻されるか、又は凝縮物として戻しライン17を介して蒸気サイクルへ再導入される。蒸気サイクルは単純化されており、異なる蒸気圧力レベル、給水ポンプ等を省略して概略的に示されている。なぜならば、これらは発明の主体でないからである。

【0083】

H R S G 19からの煙道ガスの第1の部分流21は、ガスタービン6の圧縮機1の入口へ再循環され、この入口において、第1の部分流21は周囲空気2と混合される。第1の部分流21は、周囲空気2と混合される前に、再循環煙道ガス冷却器27において冷却される。

【0084】

H R S G 19からの煙道ガスの第2の部分流20は、ダンパ29によってC O₂捕捉システム18へ送られる。C O₂捕捉システム18の上流の煙道ガス冷却器23はこの第2の部分流20を冷却する。煙道ガス流を高めるために、及び再循環率を制御するために、C O₂捕捉システム18への変速煙道ガスブロワが、煙道ガス冷却器23とC O₂捕捉システム18との間に装備されている。再循環11のための変速煙道ガスブロワは、煙道ガスの再循環された第1の部分流21を周囲空気2と混合する前に、再循環煙道ガス冷却器27の下流に装備されている。

【0085】

C O₂が除去された煙道ガス22は、C O₂捕捉システム18から煙突32を介して環境へ放出される。C O₂捕捉システム18が作動していない場合、煙道ガスは、煙道ガスバイパス24を介して迂回させることができる。

【0086】

通常運転中、捕捉されたC O₂はC O₂圧縮機において圧縮され、圧縮されたC O₂は貯蔵又はさらなる処理のために移送される。

【0087】

異なるガス流の酸素濃度をより制御しやすくするために、酸素及び/又はC O₂濃度を測定するための測定装置が提案される。

【0088】

再循環質量流量を制御し、再循環煙道ガス再冷却器27の後の温度を制御し、周囲空気

10

20

30

40

50

の温度と、圧縮機 1 の入口質量流量とを考慮することによって、圧縮機 1 の入口温度を制御することができる。

【 0 0 8 9 】

ベース負荷において、再冷却温度は、通常、再循環煙道ガス再冷却器 27 の能力によって制限され、利用可能なヒートシンクに依存する。河川又は海からの冷却水を用いる冷却水冷却器の場合、水温が、可能な再冷却温度を支配する。空気冷却器の場合、最低再冷却温度は、通常、周囲温度より 5 ~ 10 高い温度である。再循環率に応じて、圧縮機入口温度の温度上昇は、より小さくなる。

【 0 0 9 0 】

特定の部分負荷電力出力が C C P P から要求される場合、タービン入口温度又は高温ガス温度が低下させられ、可変入口案内羽根が、運転コンセプトに従って、目標電力が達成されるまで閉鎖される。両者は、相対的な負荷低減に比例した、プラント効率の低減につながる。圧縮機入口温度を制御することによって、プラントのベース負荷電力を制御することができる。特に、圧縮機入口温度の上昇は、ベース負荷電力の減少につながる。その結果、上記の特定の電力出力は、ベース負荷において又は増大した相対電力において達せられる。増大した相対負荷での運転による効率増加が、増大した入口温度での運転による効率損失よりも大きい限り、圧縮機入口温度を高めることは、全体効率を高めることができる。プラント特定最適圧縮機入口温度を、全ての負荷設定点のために決定することができる。最適圧縮機入口温度と、周囲空気 2 の温度と、負荷特定ガスタービン再循環率 r_{GT} とに基づき、最適な再冷却温度 T_{recool} を決定することができる。ベース負荷において、再冷却温度は、再冷却器の冷却能力によって制限される。より低い負荷では、再冷却温度 T_{recool} を、周囲空気と再冷却された煙道ガスとの混合物が許容可能な最大圧縮機入口温度に達するまで、高めることができる。この例では、最大許容圧縮機入口温度は、固定値である。しかしながら、ガスタービン再循環率は負荷に応じて変化するので、一定の混合温度を得るために必要とされる再冷却温度 T_{recool} も負荷に応じて変化する。

【 0 0 9 1 】

ガスタービン 6 の設計に応じて、許容可能な最大圧縮機入口温度は一定ではない。これは、例えば、圧縮機端部温度又は中間圧縮機からの冷却空気ブリード温度が制限的要因である場合である。その結果、再冷却温度 T_{recool} のための異なる制限機能が得られる。

【 0 0 9 2 】

より精巧な実施の形態において、周囲圧力、湿度及び入口 / 出口の圧力降下の影響も、例えば、負荷特定最適圧縮機入口温度及び対応する最適再冷却温度を決定するために考慮することができる。

【 0 0 9 3 】

図 4 は、煙道ガス再循環率の例を、圧縮機出口圧力と高温ガス温度とに関連して概略的に示している。圧縮機出口圧力 p_{k2} は、設計条件下の全負荷における圧縮機出口圧力で標準化されており、高温ガス温度 T_{hot} は、設計条件下の全負荷における高温ガス温度で標準化されており、煙道ガス再循環率 r_{FRG} は、設計条件下の全負荷における煙道ガス再循環率で標準化されている。全負荷において、標準化された圧縮機出口圧力 p_{k2} と、高温ガス温度 T_{k2} と、煙道ガス再循環率 r_{FRG} とは、1 に等しい。煙道ガス再循環率 r_{FRG} は、より低い圧縮機出口圧力 p_{k2} 及びより低い高温ガス温度 T_{hot} の場合には低下させられる。

【 0 0 9 4 】

順次燃焼を備えるガスタービン 6 の場合、煙道ガス再循環率は、第 1 の燃焼器 4 と第 2 の燃焼器 3 4 との高温ガス温度の関数である。これは、ここには示されていない曲線の構成につながる。通常、第 1 の燃焼器の高温ガス温度 T_{hot} は、50 % の相対負荷、例えば全負荷に関する運転負荷、までの広い負荷範囲に亘ってほぼ一定に保たれる。従って、この曲線の配列は、単純化することができ、煙道ガス再循環率 r_{FRG} を決定するために第 2 の燃焼器の高温ガス温度 T_{hot} を使用することができる。

【 0 0 9 5 】

高温ガス温度は通常、タービンに進入する高温ガスの平均高温ガス温度として規定され

る。高温ガス温度の代わりに、タービンの冷却空気との高温ガスの理論的混合温度である、いわゆるTITタービン入口温度を使用することもできる。

【0096】

図5は、目標煙道ガス再循環率 r_T の例を、圧縮機出口圧力 p_{k2} に関連して、与えられた高温ガス温度 T_{hot} のための煙道ガス再循環率調節のための許容可能な範囲とともに、概略的に示している。圧縮機出口圧力 p_{k2} は、設計条件下での全負荷における圧縮機出口圧力で標準化されている。煙道ガス再循環率 r_{FRG} と、目標煙道ガス再循環率 r_T と、最小煙道ガス再循環率 r_{min} と、最大煙道ガス再循環率 r_{max} とは、設計条件下での全負荷における煙道ガス再循環率 r_{FRG} で標準化されている。この例において、目標煙道ガス再循環率は、圧縮機出口圧力 p_{k2} に関連して、開ループ制御において決定される。実際の煙道ガス再循環率 r_{FRG} は、個々の圧縮機出口圧力 p_{k2} に対して与えられた最大煙道ガス再循環範囲 r_{min} と最大煙道ガス再循環範囲 r_{max} との間の許容可能な範囲内で、閉ループ制御を用いて調節される。

10

【0097】

煙道ガス再循環率 r_{FRG} の閉ループ調節のために、例えば煙道ガスにおけるCO含有量又は燃焼器脈動が使用される。

【0098】

図5に示された関数は、1つの高温ガス温度 T_{hot} のために有効である。運転条件とガスタービンの設計とに応じて、高温ガス温度の影響を無視することができ、この単なる圧縮機出口圧力 p_{k2} の関数は、高温ガス温度 T_{hot} を考慮することなく全ての運転条件の場合に再循環率 r_{FRG} を制御するために使用することができる。

20

【0099】

図6は、目標煙道ガス再循環率 r_T の例を、与えられた圧縮機出口圧力 p_{k2} の場合の高温ガス温度 T_{hot} の関数と、煙道ガス再循環率調節のための許容可能な範囲とに関連して概略的に示している。

【0100】

高温ガス温度 T_{hot} は、設計条件下での全負荷における高温ガス温度 T_{hot} で標準化されている。煙道ガス再循環率 r_{FRG} と、目標煙道ガス再循環率 r_T と、最小煙道ガス再循環率 r_{min} と、最大煙道ガス再循環率 r_{max} とは、設計条件下での全負荷における煙道ガス再循環率 r_{FRG} で標準化されている。この例では、目標煙道ガス再循環率は、高温ガス温度 T_{hot} に関連して開ループ制御において決定されている。実際の煙道ガス再循環率 r_{FRG} は、個々の高温ガス温度 T_{hot} の場合に、最小煙道ガス再循環範囲 r_{min} と最大煙道ガス再循環範囲 r_{max} との間の許容可能な範囲内で閉ループ制御を用いて調節される。

30

【0101】

煙道ガス再循環率 r_{FRG} の閉ループ調節のための入力変数として、例えば、煙道ガスのCO含有量又は燃焼器脈動が使用される。1つの実施の形態において、調節は、煙道ガスのCO含有量及び/又は燃焼器脈動の、目標値の逸脱に比例する。

【0102】

運転柔軟性をさらに高め、かつ部分負荷及びベース負荷における再循環率の制限を克服するために、別の実施の形態の場合にはガスタービン入口ガスの酸素富化が提案される。

40

【0103】

幾つかの燃焼システムにおいては、燃焼の火炎安定性及び脈動挙動を改良するために、半径方向でのバーナの多段化が使用される。多段化は通常、局所的な高温ガス温度を増大させ、より高いNOxを生じるので、制限される。しかしながら、提案された運転方法では、煙道ガス再循環がNOx排出量を低減するので、異なる運転範囲における多段化を許容する。この増大した運転範囲を利用するために、多段化比率が燃焼圧力及び/又は煙道ガス再循環率の関数であるような方法が提案される。多段化比率は、例えば、増大した燃料流量を備えたバーナ又はバーナのグループへの最大燃料流量を、バーナごとの平均燃料流量によって割ったものとして規定される。図5に示された、圧縮機出口圧力 p_{k2} に関連した煙道ガス再循環比と同様に、圧縮機出口圧力 p_{k2} に関連したバーナ多段化の制御が提

50

案される。

【0104】

燃焼の火災安定性及び脈動挙動を改良するための別の手段として、拡散火炎を用いるパイロット化が知られている。パイロット化は、通常、局所的な高温ガス温度をも上昇させ、より多くの NO_x を生じるので、制限される。しかしながら、提案された運転方法では、煙道ガス再循環が NO_x 排出量を低減するので、異なる運転範囲におけるパイロット化を許容する。この増大した運転範囲を利用するために、パイロット燃料流が燃焼圧力及び/又は煙道ガス再循環の関数であるような方法が提案される。図5に圧縮機出口圧力 p_{k2} に関連して示された煙道ガス再循環比率と同様に、圧縮機出口圧力 p_{k2} に関連したパイロット燃料流の制御が提案される。

10

【0105】

上記及び図面に記載された典型的な実施の形態は、当業者に、典型的な実施の形態とは異なりかつ発明の範囲に含まれる実施の形態を開示する。例えば、煙道ガス5の代わりに、液体燃料がガスタービンにおいて燃焼させられてもよい。

【0106】

制御パラメータとしてCO又は未燃炭化水素排出量を用いる制御方法を実現するために、ガスタービン6の下流にCO又は未燃炭化水素排出量測定装置が装着されなければならない。CO又は未燃炭化水素排出量測定装置は、例えば、ガスタービン煙道ガス CO_2 及び/又は O_2 測定装置37の位置、又はHRS G煙道ガス CO_2 及び/又は O_2 測定装置に対応する測定装置38の位置に、装着することができる。CO又は未燃炭化水素排出量測定装置は、組み合わされた測定装置であってもよい。

20

【0107】

本発明の方法によって運転することができるバーナの例が、図7及び図8に示されている。示されたバーナは、円錐形の旋回ボディ51を有しており、この旋回ボディの外側シェルには、空気入口スロットの流入エッジにおいて、予混合ガスのための出口開口56, 58が配置されている。

【0108】

図7は、第1の燃料供給導管55と第2の燃料供給導管57とを備えた配列を示している。第2の予混合燃料量F2のための第2の供給導管57は、従来技術から当業者に知られているように、この旋回ボディ51の外側シェルに、空気入口スロットの流入エッジにおいて、第1の予混合燃料量F1のための第1の供給導管55に隣接して配置されている。予混合燃料は、互いに独立してこれらの2つの供給導管へ進入させることができ、すなわち、第2の供給導管57を流過する第2の予混合燃料量F2の質量流量は、例えば、第1の供給導管55を通る第1の予混合燃料量F1の質量流量から独立して設定することができる。異なる供給導管における矢印は、第1及び第2の予混合燃料量F1, F2を示している。複数のこれらの供給対55, 56が、好適にはバーナ長手方向軸線を中心にして対称に配置されていることは自明である。導管55, 57から、燃料は、第1のグループにおける n_1 出口開口と、第2のグループにおける n_2 出口開口とを介してバーナ内に噴射される。

30

【0109】

本発明の方法によって作動させることができるバーナの第2の例が図8に示されている。示されたバーナは、円錐形の旋回ボディ51を有しており、この旋回ボディ51の外側シェルには、空気入口スロットの流入エッジにおいて、予混合ガスのための出口開口56の第1のグループが配置されている。バーナにはさらに中央燃料ランス59が装着されており、この中央燃料ランスは、燃焼チャンバ端部において、すなわち、この例におけるように先端部において、ノズルを有することができる。このノズルは、液体燃料のために又はパイロット燃料FPのために使用することができる。包囲空気52のための出口開口を公知の形式でこのノズルの周囲に設けることができる。出口開口56の第1のグループへの燃料供給導管と、燃料ランス59の先端部における、液体燃料を噴射するための又はパイロット燃料FPのための燃料供給導管とに加えて、示されたバーナは、燃料ランス59に

40

50

おける出口開口 5 8 の第 2 のグループへの別の燃料供給導管を有している。第 2 のグループの出口開口 5 8 は、実質的に、バーナ長手方向軸線方向で燃料ランス 5 9 の外面に配置されており、好適には、燃料ランス 5 9 の長手方向軸線を中心にして半径方向に対称に分配されている。これらの出口開口は、燃料が半径方向外方に向けられるように燃料ランス 5 9 から旋回空間内への燃料の噴射を可能にする。これらの出口開口 5 8 の数及び寸法、並びに軸線方向及び周方向での燃料ランス 5 9 における出口開口の分配は、消失限界、脈動、及びフラッシュバック限界等の、バーナの個々の要求に関連して選択される。

【 0 1 1 0 】

燃料ランス 5 9 は、旋回空間内へ比較的深く延びていることができるか、又は旋回空間内へ短距離だけ突出していることもできる。両方の場合において、出口開口 5 8 の第 2 のグループは、好適には、図示されているように、燃料ランス 5 9 に、旋回空間の後方領域において、すなわち燃焼器から最も離れた領域において配置されている。

10

【 0 1 1 1 】

この実施の形態において、燃料ランスとは、パイロットステージとして、又は予混合された燃料の発生のための噴射箇所として働く。

【 0 1 1 2 】

これらの典型的な実施の形態においても、出口開口 5 8 の第 2 のグループへの燃料供給から独立して、出口開口 5 6 の第 1 のグループへの燃料供給の開鎖 (open chain) 又は閉ループ制御を有することも明らかに可能である。図 7 及び図 8 の実施の形態は、バーナの極めて有利な多段運転モードを可能にし、このモードにおいては、出口開口 5 6 の第 1 のグループへの燃料供給導管と、出口開口 5 8 の第 2 のグループへの燃料供給導管とに、予混合ガスが供給される。出口開口 5 6 , 5 8 の第 1 及び第 2 のグループへの燃料供給を独立して制御することができることは、バーナ又はバーナを利用する装置の個々の運転条件に最適に適合させられた運転モードを可能にする。また、燃料を出口開口 5 6 , 5 8 の第 1 及び第 2 のグループに独占的に、すなわち他方の個々のグループに供給することなく、供給することが可能である。

20

【 0 1 1 3 】

2 つの供給ダクトへの燃料供給は、互いに独立して、図 7 及び図 8 には明示されていない制御弁によって設定することができる。燃料制御弁の配列は図示されていない。対応する燃料制御弁を備えた適切な燃料ガスシステム 4 0 の例は、図 9 から図 1 1 に示されている。

30

【 0 1 1 4 】

図 9 から図 1 1 は、燃料量 F_0 がバーナに供給される燃料分配システムの例を示している。図 9 及び図 1 0 の例において、全燃料量 F_0 を、出口開口 5 6 の第 1 のグループのための燃料量 F_1 と、出口開口 5 8 の第 2 のグループのための燃料量 F_2 とに分割するために、燃料ラインは分岐している。

【 0 1 1 5 】

図 9 は、制御弁 4 5 が出口開口 5 6 の第 1 のグループ (図 7 及び図 8 に示されている) のための分岐路に配置されており、制御弁 4 6 が出口開口 5 8 の第 2 のグループのための分岐路に配置されている実施の形態を示している。

40

【 0 1 1 6 】

この例において、制御弁 4 5 及び 4 6 は燃料質量流量を別個に制御する。燃焼器への合計燃料質量流量は、両者の合計である。

【 0 1 1 7 】

図 1 0 は、一方の制御弁 4 1 が、合計燃料量 F_0 を設定するために分岐路の前に配置されており、かつ制御弁 4 5 が出口開口 5 6 の第 1 のグループ (図 7 及び図 8 に示されている) のための分岐路に配置されている実施の形態を示している。制御弁 4 5 を制御することによって、質量流量比を F_1 と F_2 との間で変化させることが可能である。この例において、制御弁 4 5 は、もちろん、出口開口 5 8 の第 2 のグループへの分岐路に配置することもできる。

50

【 0 1 1 8 】

図 1 1 は、付加的な制御弁 4 7 が、パイロットへの燃料流を制御するための付加的な分岐路に配置されている実施の形態を示している。この例においては、制御弁 4 5 , 4 6 , 4 7 は燃料流を別個に制御する。燃焼器への合計燃料量は、これらすべての流れの合計である。

【 0 1 1 9 】

全ての典型的な実施の形態において、燃料量比 F_1 / F_0 、 F_2 / F_0 、及び F_P / F_0 は、発電プラントの運転条件に関連して制御弁を作動させることによって変化させられる。量の比の変化は、本明細書の前の部分において既に述べられているように開鎖 (open chain) 又は閉ループ形式で、異なる測定された運転値に関連して制御することができる。

10

【 0 1 2 0 】

さらに、このような配列により、図に点線で示されているように、複数のバーナに、設定された燃料量比で燃料が同時に供給されることができる。

【 0 1 2 1 】

図 1 2 から図 1 4 は、環状燃焼器の周方向で制御された不均一性を提供するように構成された燃料分配システムを備えた環状燃焼器の典型的な断面図を示している。これらの図は、多数の個々のバーナ 6 6 を備えた環状燃焼器 5 5 の断面図を示している。

【 0 1 2 2 】

図 1 2 は、環状燃焼器 5 5 における 2 つのバーナグループを多段化するための燃料分配システム 4 0 の例を概略的に示している。合計燃料量 F_0 は燃料分配システム 4 0 を介してバーナ 6 6 に供給される。燃料分配システム 4 0 は、第 1 のバーナグループのための燃料制御弁 6 3 と、第 2 のバーナグループのための燃料制御弁 6 4 と、第 1 のバーナグループのためのマニホールド 6 1 と、第 2 のバーナグループのためのマニホールド 6 2 と、個々のバーナ 6 6 への燃料供給部 6 0 とを有している。燃料量 F_1 及び F_2 は、個々のマニホールド及びバーナ供給部 6 0 を介して個々のバーナグループの個々のバーナへ供給される。

20

【 0 1 2 3 】

図 1 3 は、1 つのバーナグループを備えた燃料分配システム 4 0 の例を概略的に示している。燃料分配システム 4 0 は、主燃料制御弁 4 1 と、マニホールド 3 9 と、個々のバーナ 6 6 への燃料供給部 6 0 とを有している。

30

【 0 1 2 4 】

付加的な単一のバーナを多段化するために、個々のバーナ 6 6 への燃料量 F_X の制御のための制御弁 6 5 が装着されている。多段化は、個々の単一バーナ制御弁 6 5 の下流の個々のバーナに供給される燃料量 F_X を減じるための、単一バーナ制御弁 6 5 の制御された閉鎖によって実現される。全ての他のバーナ 6 6 には、燃料量 F_1 がマニホールド 3 9 及び燃料供給部 6 0 を介して供給される。

【 0 1 2 5 】

択一的な実施の形態において、オリフィス (図示せず) が、単一バーナ制御弁 6 5 が装着されていない、燃料供給部 6 0 の部分又は全てに装着されている。多段化は、単一バーナ制御弁 6 5 の制御された開閉によって実現される。この実施の形態において、単一バーナ制御弁 6 5 の開放は、個々の単一バーナ制御弁 6 5 の下流の個々のバーナへの燃料量 F_X の噴射を許容し、この燃料量 F_X は、マニホールド 3 9 と、オリフィスと、燃料供給部 6 0 とを介して供給される燃料量 F_1 よりも大きい。

40

【 0 1 2 6 】

これに関連して、制御された開閉とは、全開と全閉との間の全ての弁位置を含む。例えば、制御された開閉は、弁の部分的な閉鎖を含む。

【 0 1 2 7 】

図 1 4 は、燃料分配システムの第 3 の例を概略的に示している。ここでは、燃料分配システム 4 0 は、主燃料制御弁 4 1 と、マニホールド 3 9 と、個々のバーナ 6 6 への燃料供

50

給部 60 と、各バーナ 66 の燃料供給ライン 60 における単一バーナ制御弁とを有している。これは、全ての運転条件下で多段化パターンの柔軟な変更を許容する。

【0128】

図 15 は、 NO_x 排出量のあるレベルに維持するために理論的に必要とされる煙道ガス再循環率 r_{FRG} に関連した許容可能な提供された燃焼不均一性比 r_i を概略的に示している。図 15 は、同じ NO_x 排出レベルにつながる、運転曲線のための 3 つの例を示している。燃焼器脈動、燃焼器不安定性、CO 排出量、又はその他の制限等の可能な制限は、無視されている。曲線は、煙道ガス再循環率 r_{FRG} に関連した許容可能な提供された燃焼不均一性比 r_i の依存度を示している。高温ガス温度 T_{hot} が上昇すると、与えられた煙道ガス再循環率 r_{FRG} において同じ NO_x 排出レベルを維持するための許容可能な提供された燃焼不均一性比 r_i は、減じられる。一点鎖線は、最も低い高温ガス温度 T_{hot} での運転に対応する。実線は、最も高い高温ガス温度 T_{hot} での運転に対応する。

10

【0129】

与えられた高温ガス温度 T_{hot} の場合、許容可能な課された燃焼不均一性比 r_i は、煙道ガス再循環率 r_{FRG} に比例する、すなわち、より高い提供された燃焼不均一性比 r_i は、与えられた NO_x 排出レベルのための煙道ガス再循環によって実現することができる。従って、合計運転範囲を、煙道ガス再循環率 r_{FRG} に関連して、課された燃焼不均一性比 r_i を制御することによって拡大することができる。

【0130】

図 16 は、一定の NO_x 排出量での理論的運転のための高温ガス温度 T_{hot} の例を、煙道ガス再循環率 r_{FRG} と、課された燃焼不均一性比 r_i とに関連して、概略的に示している。燃焼器脈動、燃焼不安定性、CO 排出量、又はその他の制限等の可能な制限は、全体的な機能において無視されている。与えられた NO_x 排出レベルのための高温ガス温度 T_{hot} は、煙道ガス再循環率 r_{FRG} に比例し、課された燃焼不均一性比 r_i に反比例する。煙道ガス再循環率 r_{FRG} と課された燃焼不均一性比 r_i とに関連した一定の NO_x 排出量を備えた理論的運転のための高温ガス温度 T_{hot} の機能に加え、脈動限界 PL が示されている。課された燃焼不均一性比 r_i の増大は、より高い火災安定性につながり、これは、より高い煙道ガス再循環率 r_{FRG} を許容し、最終的に、より高い高温ガス温度 T_{hot} における安定した運転につながる。より高い高温ガス温度 T_{hot} の結果、同じ NO_x 排出レベルを維持しつつ、プラントの性能、すなわちプラントの電力及び効率を高めることができる。択一的に、性能の不利なしに NO_x 排出量を減じることができる。

20

30

【0131】

図 15 及び図 16 において、標準化された量が使用されている。高温ガス温度 T_{hot} は、設計条件下の全負荷での高温ガス温度で標準化されており、煙道ガス再循環率 r_{FRG} は、設計条件下の全負荷での煙道ガス再循環率で標準化されている。全負荷において、標準化された高温ガス温度 T_{hot} と、煙道ガス再循環率 r_{FRG} とは、1 に等しい。課された燃焼不均一性比 r_i は、対応するハードウェア、すなわちバーナグループ分け、多段化又はパイロット化によって設計条件において実現することができる最大不均一性で標準化されている。

【符号の説明】

40

【0132】

- 1 圧縮機
- 2 周囲空気
- 3 圧縮機入口ガス
- 4 燃焼器
- 5 GTのための煙道ガス
- 6 ガスタービン GT
- 7 タービン
- 8 ガスタービンからの高温煙道ガス
- 9 HRS G (熱回収蒸気発生器)

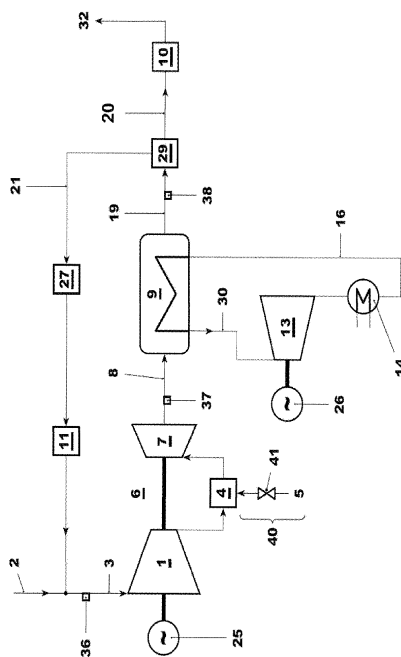
50

1 0	(C O ₂ 捕捉システムへの) 第 2 の部分流のための煙道ガスブロワ	
1 1	第 1 の部分流のための煙道ガスブロワ (煙道ガス再循環)	
1 2	バイパスフラップ又は弁	
1 3	蒸気タービン	
1 4	凝縮器	
1 5	C O ₂ 捕捉のための蒸気抽出部	
1 6	給水部	
1 7	凝縮物戻しライン	
1 8	C O ₂ 捕捉システム	
1 9	H R S G からの煙道ガス	10
2 0	第 2 の部分流 (C O ₂ 捕捉システムへの煙道ガスライン)	
2 1	第 1 の部分流 (煙道ガス再循環)	
2 2	C O ₂ 除去された煙道ガス	
2 3	(第 2 の部分流のための) 煙道ガス冷却器	
2 4	煙突への煙道ガスバイパス	
2 5	第 1 の発電機	
2 6	第 2 の発電機	
2 7	(第 1 の部分流のための) 再循環煙道ガス再冷却器	
2 8	圧縮機出口圧力又は出口温度測定装置	
2 9	煙道ガス分割装置	20
3 0	生蒸気	
3 1	捕捉された C O ₂	
3 2	煙突	
3 3	高圧タービン	
3 4	第 2 の燃焼器	
3 5	低圧タービン	
3 6	入口空気 C O ₂ 及び / 又は O ₂ 測定装置	
3 7	ガスタービン煙道ガス C O ₂ 及び / 又は O ₂ 測定装置	
3 8	H R S G 煙道ガス C O ₂ 及び / 又は O ₂ 測定装置	
3 9	マニホールド	30
4 0	燃料分配システム	
4 1	主燃料制御弁	
4 5 , 4 6 , 4 7	制御弁	
5 1	旋回ボディ	
5 2	包囲空気	
5 3	バーナ長手方向軸線	
5 5	第 1 の供給導管	
5 6	出口開口の第 1 のグループ	
5 7	第 2 の供給導管	
5 8	出口開口の第 2 のグループ	40
5 9	燃料ランス	
6 0	燃料供給部	
6 1	第 1 のバーナグループのためのマニホールド	
6 2	第 2 のバーナグループのためのマニホールド	
6 3	第 1 のバーナグループのための燃料制御弁	
6 4	第 2 のバーナグループのための燃料制御弁	
6 5	単一バーナ制御弁	
6 6	バーナ	
C C P P	コンバインドサイクル発電プラント	
F 0	合計燃料量	50

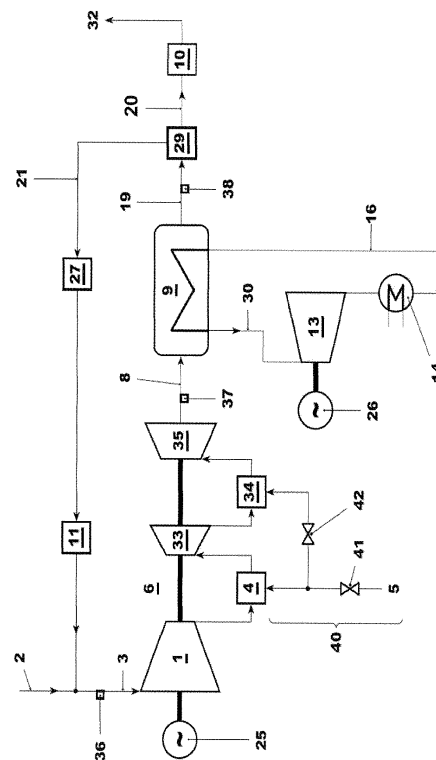
F_1, F_2 燃料量
 F_P パイロット燃料量
 n_1 第1のグループにおける出口開口の数
 n_2 第2のグループにおける出口開口の数
 p_{k2} 圧縮機出口圧力
 r_{FRG} 煙道ガス再循環率
 r_i 課された燃焼不均一性比
 r_T 目標再循環率
 r_{min} 最小再循環率
 r_{max} 最大再循環率
 T_{hot} 高温ガス温度

10

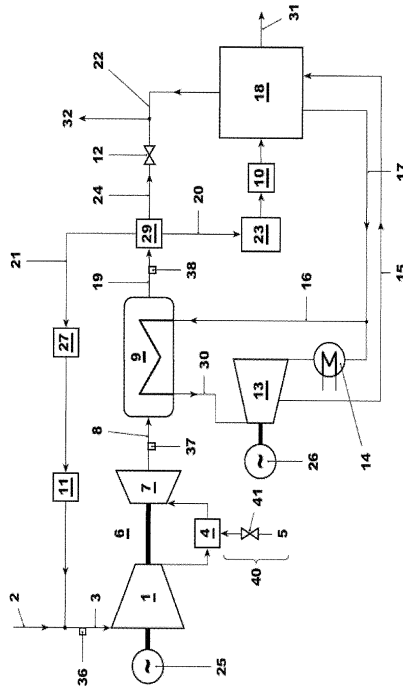
【図1】



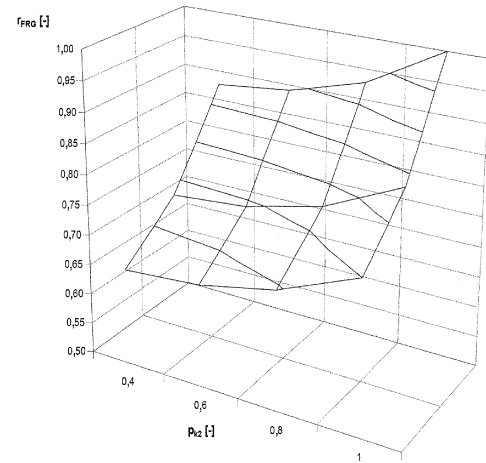
【図2】



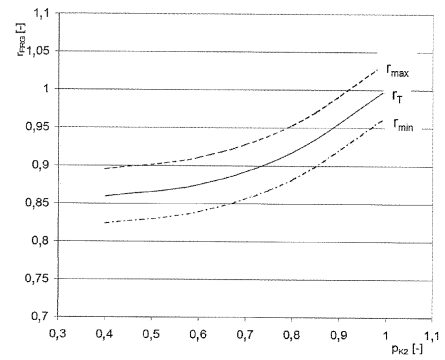
【図 3】



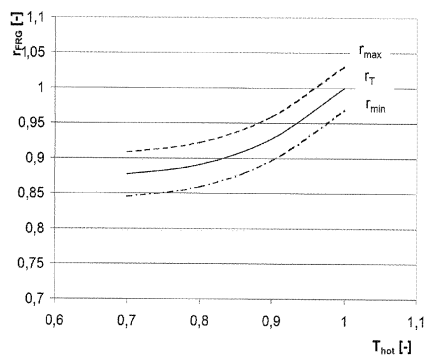
【図 4】



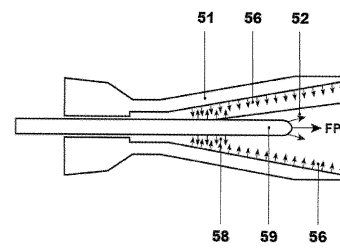
【図 5】



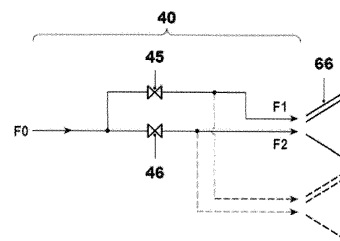
【図 6】



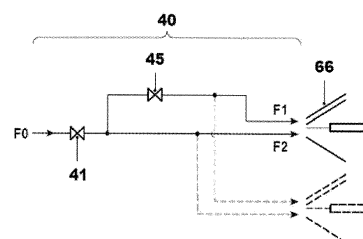
【図 8】



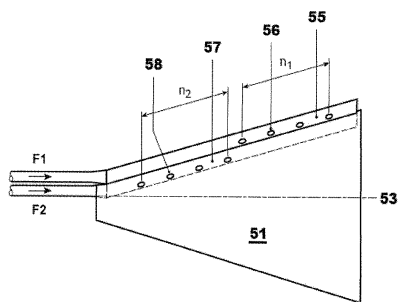
【図 9】



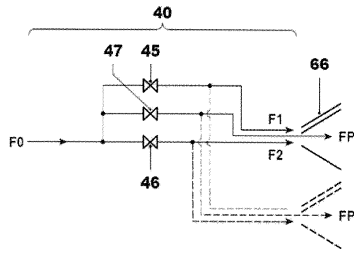
【図 10】



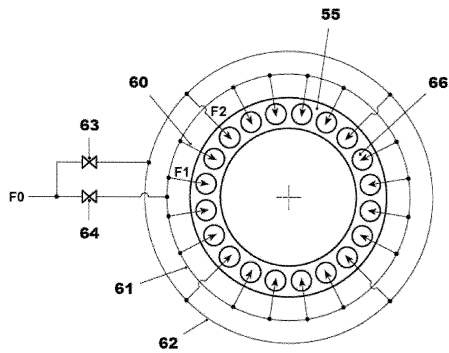
【図 7】



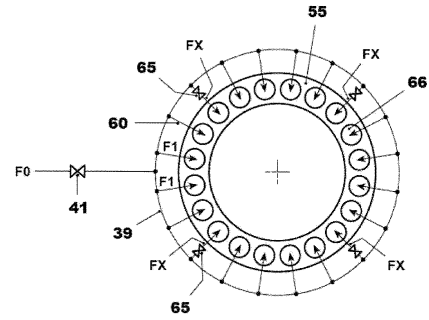
【図 1 1】



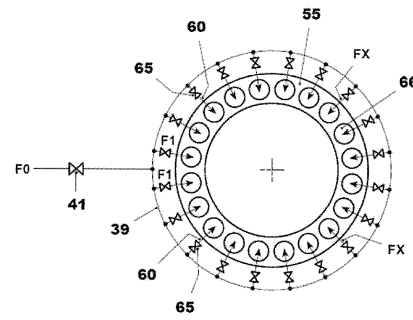
【図 1 2】



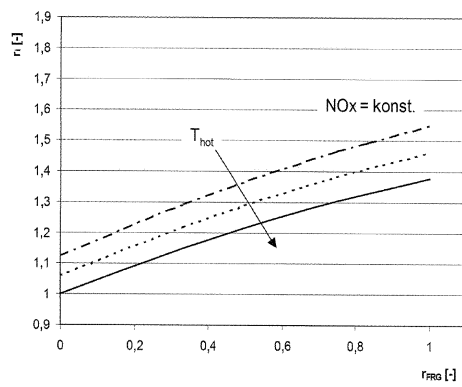
【図 1 3】



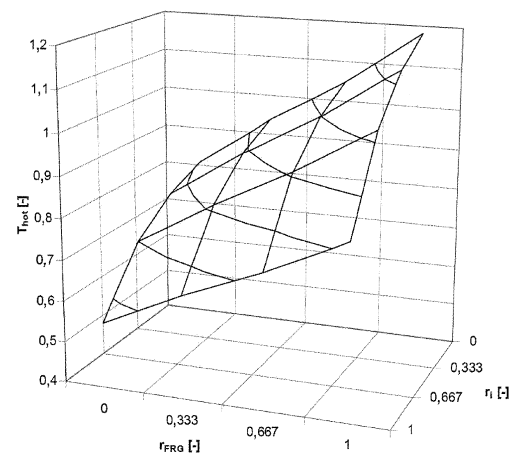
【図 1 4】



【図 1 5】



【図 1 6】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
 F 0 2 C 6/00 (2006.01) F 0 2 C 6/00 Z

(74)代理人 100114292
 弁理士 来間 清志
 (74)代理人 100128679
 弁理士 星 公弘
 (74)代理人 100135633
 弁理士 二宮 浩康
 (74)代理人 100156812
 弁理士 篠 良一
 (74)代理人 100114890
 弁理士 アインゼル・フェリックス＝ラインハルト
 (72)発明者 マルタ デ ラ クルス ガルシア
 スイス国 チューリッヒ ズマトラシュトラーセ 1
 (72)発明者 ティエリ ラショ
 スイス国 ビル ヴューデ 14
 (72)発明者 アンドレ ブルデ
 スイス国 サヴィニー シュマン デ プランシェ 11
 (72)発明者 ヤーン ヘラート
 スイス国 バーデン・リュティホーフ シュタインシュトラーセ 16

審査官 米澤 篤

(56)参考文献 特開平7-34900(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 0 2 C 9 / 2 8
 F 0 1 K 2 3 / 1 0
 F 0 2 C 3 / 3 0
 F 0 2 C 6 / 0 0
 F 0 2 C 9 / 0 0
 F 2 3 R 3 / 0 0