

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5484654号
(P5484654)

(45) 発行日 平成26年5月7日 (2014.5.7)

(24) 登録日 平成26年2月28日 (2014.2.28)

(51) Int. Cl.

F I

F O 2 C 9/40 (2006.01)

F O 2 C 9/40

B

F O 2 C 7/22 (2006.01)

F O 2 C 7/22

B

F O 2 C 9/28 (2006.01)

F O 2 C 9/28

Z

F O 2 C 9/30 (2006.01)

F O 2 C 9/30

F 2 3 R 3/28 (2006.01)

F 2 3 R 3/28

D

請求項の数 5 外国語出願 (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2007-31905 (P2007-31905)
 (22) 出願日 平成19年2月13日 (2007.2.13)
 (65) 公開番号 特開2007-218254 (P2007-218254A)
 (43) 公開日 平成19年8月30日 (2007.8.30)
 審査請求日 平成22年2月9日 (2010.2.9)
 審判番号 不服2012-17953 (P2012-17953/J1)
 審判請求日 平成24年9月14日 (2012.9.14)
 (31) 優先権主張番号 11/353, 953
 (32) 優先日 平成18年2月15日 (2006.2.15)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(73) 特許権者 390041542
 ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ
 アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネ
 クタデイ、リバーロード、1 番
 (74) 代理人 100137545
 弁理士 荒川 聡志
 (74) 代理人 100105588
 弁理士 小倉 博
 (74) 代理人 100129779
 弁理士 黒川 俊久
 (72) 発明者 ブライアン・ギャラガー
 アメリカ合衆国、サウスカロライナ州、シ
 ンプソンヴィル、キルゴア・ファームズ・
 サークル、307 番

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ガスタービンの燃料供給圧力要件を低下させるための圧力制御方法及びシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ガスタービン燃焼器において圧力制御バルブ (38) から複数の燃料ノズル (22、24、26、28) のガス流量制御バルブ (30、32、34、36) に燃料供給するための燃料圧力基準を決定する方法であって、当該方法が、

前記燃料ノズル (22、24、26、28) の上流側の第 1 の必要燃料圧力 P_4 を決定する段階と、

前記第 1 の必要燃料圧力に基づいて前記ガス流量制御バルブ (30、32、34、36) の上流側の最低許容圧力要件を決定する段階と、

前記最低許容圧力要件に基づいて前記圧力制御バルブの制御のための燃料圧力基準を決定する段階と、

を含んでおり、

前記第 1 の必要燃料圧力 P_4 が、

非チョーク状態ノズル圧力比の場合には、次式として、

【数 1】

$$P_4 = P_{cc} \left[\frac{1 + \sqrt{1 + 4 \left(\frac{M}{A_e P_{cc}} \right)^2 \frac{RT(k-1)}{2gk}}}{2} \right]^{\left(\frac{k}{k-1} \right)}$$

またチョーク状態ノズル圧力比の場合には、次式として、

10

【数 2】

$$P_4 = \frac{M}{A_e \sqrt{\frac{gk}{RT} \left(\frac{2}{k+1} \right)^{\frac{(k+1)}{(k-1)}}}}$$

圧縮機吐出圧力（CPD）に基づいて選択的に決定される、方法。

式中、

20

M = 燃料流量（lb / sec）

P_{cc} = CPD - 燃焼器圧力損失

A_e = ノズル有効面積

g = 重力による加速度（ft / sec²）

k = 比熱比（ C_p / C_v ）

R = 一般ガス定数（lb ft / lb m · R）

T = 燃料温度（ランキン度）

である。

【請求項 2】

前記最低許容圧力要件が、前記ガス流量制御バルブ（30、32、34、36）のチョーク状態作動を維持するための最低許容燃料圧力である、請求項 1 記載の方法。 30

【請求項 3】

前記燃料圧力基準が、前記最低許容圧力要件、使用可能供給圧力及びベース負荷燃料圧力要件に基づいて決定される、請求項 1 又は請求項 2 記載の方法。

【請求項 4】

前記ベース負荷圧力要件が、外気低温日のベース負荷圧力要件に基づいている、請求項 3 記載の方法。

【請求項 5】

前記最低許容圧力要件が、前記第 1 の必要燃料圧力、前記ガス流量制御バルブ（30、32、34、36）と前記燃料ノズル（22、24、26、28）との間での配管圧力損失、並びにガス流量制御バルブ圧力損失に基づいて決定される、請求項 3 記載の方法。 40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、ガスタービンの燃料供給圧力要件を低下させるための圧力制御方法及びシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

全ての起こり得る運転条件下で、ストレーナ、バルブ、配管及び燃料ノズルによる損失 50

を克服しかつガスタービンの燃焼室に流入するための推進力を燃料に与えるためには、最低ガス燃料供給圧力が必要となる。

【 0 0 0 3 】

既存のガス燃料制御システムは、外気温度条件に関係なく全速度無負荷 (F S N L) からベース負荷まで一定のガス燃料供給圧力要件 (P 2 圧力要件とも呼ばれる) に基づいている。この一定に固定した要件は、最悪ケースの条件、すなわち特定サイトについての外気最低温設計温度である最低温日におけるベース負荷に基づいている。ガス燃料供給圧力が制御システムの圧力要件よりも低い場合には、ガスタービンは、始動しなくなる。運転中にガス燃料供給圧力が制御システム要件よりも 2 0 p s i ほど低くなった場合には、制御システムは、所定の低負荷運転モードへ戻り始め、次にオペレータ操作が必要となる。

10

【 0 0 0 4 】

供給源のガス供給圧力が一定のガスタービン供給要件よりも低くなることが予測される場合には、ガスタービン運転可能性を保証するために高価なガス燃料圧縮機が必要となる。しかしながら、このことは、プラント所有者に初期投資として数百万ドルの費用負担をかけかつ多くの補助動力負荷を消費することになる極めて高価な解決策となる。実際には、ガス圧縮機は、実際の必要圧力が遙かに低い場合であっても外気低温日の供給圧力要件までガス燃料を加圧し、それによって数百キロワットを浪費することになる。

【特許文献 1】米国特許第 6 , 1 4 5 , 2 9 7 号公報

【特許文献 2】米国特許第 6 , 0 9 2 , 3 6 2 号公報

【特許文献 3】米国特許第 4 , 5 8 3 , 3 6 0 号公報

20

【特許文献 4】米国特許第 4 , 5 0 6 , 5 0 4 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 5 】

本発明の実例実施形態によると、ガスタービンを最悪ケースの条件で決定した供給圧力よりも低い供給圧力で始動及び運転する、従ってその運転可能幅を増大させるのを可能にし、高価なガス燃料圧縮機の必要性を減少又は可能な限り排除する方法及び制御システムを提供する。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 6 】

30

従って、本発明は、ガスタービン燃焼器において圧力制御バルブから複数の燃料ノズルのガス制御バルブに燃料供給するための燃料圧力基準を決定する方法として具現化することができ、本方法は、燃料ノズルに対する上流側の第 1 の必要燃料圧力を決定する段階と、第 1 の必要燃料圧力に基づいてガス制御バルブの上流側の最低許容圧力要件を決定する段階と、最低許容圧力要件に基づいて圧力制御バルブの制御のための燃料圧力基準を決定する段階とを含む。

【 0 0 0 7 】

本発明はまた、複数の燃料ノズルと該燃料ノズルに対する燃料供給圧力を制御するための圧力制御システムとを備えたガスタービン燃焼器として具現化することができ、本ガスタービン燃焼器は、主燃料パイプと燃料ノズルへの分配燃料パイプとを含みかつ上流の燃料入口から燃料ノズルに流れるガス燃料のための通路を形成した燃料パイプと、燃料ノズルへの分配燃料パイプ内の燃料流量を制御するための燃料流量制御バルブと、燃料流量制御バルブの上流側において主燃料パイプ内に配置された圧力制御バルブとを含み、制御システムは、圧力制御バルブの下流側の圧力及び燃料流量制御バルブを通る流量を制御するように該圧力制御バルブ及び燃料流量制御バルブに作動的に結合され、制御システムは、圧縮機吐出圧力に基づいて圧力制御バルブの制御のための燃料圧力基準を選択的に設定する。

40

【 0 0 0 8 】

本発明のこれらの及びその他の目的及び利点は、添付図面と関連して行う本発明の現時点での好ましい例示的な実施形態に関する以下のより詳細な説明を注意深く検討すること

50

によってさらに十分に理解されかつ納得されるようになるであろう。

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

上述のように、既存のガス燃料制御システムは、最悪ケース条件により決定された一定のガス燃料供給圧力要件に基づいている。しかしながら、実際のガスタービン供給圧力要件は、外気条件及びガスタービン圧縮機圧力比の関数である。従って、外気温度が一定の固定した要件を決定したサイトの最低値より高くなった場合に、事前設定した一定の要件と実際のガスタービン要件との間の差が大きくなる。(図1)

本発明は、従来方式のガス燃料制御原理を具現化した従来型の一定の最悪ケース要件に従うのではなく、ガス燃料供給圧力要件を外気条件の関数としてスライドさせることを可能にすることによって現在の理論的枠組みを変えようとするものである。本発明を具現化したスライディング又は変調圧力制御の目的は、従来方式の制御原理により可能であったよりも低いガス燃料供給圧力でガスタービンを始動及び運転するのを可能にすることにある。従って、上述のように、本発明は、それ以下ではガスタービンが始動しなくなるガス燃料供給圧力要件を、例えば外気温度、外気圧力及びガスタービン負荷の関数として決定するのを可能にする圧力制御方法及びシステムを提供する。

【0010】

本発明の実例実施形態では、圧力制御システムは、その一部は外気温度、外気圧力及びガスタービン負荷を考慮した圧縮機吐出圧力に基づいて燃料供給圧力要件を設定する。供給圧力要件は、全ての起こり得る運転モードについて算出され、また圧縮機吐出圧力の関数としてプロットされる(例えば、以下に述べる図3、図5及び図6の概略図を参照されたい)。

【0011】

図3では、点線は、あらゆるガスタービン負荷において一定の数値である現行の供給圧力要件を示す。実線は、本発明の実例実施形態による圧力要件を示す。これらの供給圧力要件間の陰影領域は、既存の制御原理では運転不能であるが、本発明のこの実例実施形態による変調圧力制御では運転可能になる。明らかなように、外気低温日のベース負荷圧力要件は、水平点線が変調圧力要件制御を表す実線と交わるグラフの上方右コーナ部の位置になる。ベース負荷で運転している時に供給圧力がこの要件以下に低下した場合には、制御システムは、実線の圧力要件ラインに沿ってガスタービンの負荷を外す。

【0012】

スライディング又は変調圧力制御のバージョンが、ウェールズのBaglan Bayにおけるサイトの9Hフレームガスタービン上に実装されている。しかしながら、このスライディング圧力制御のバージョンは、燃料供給圧力(P2圧力)が所定の設定値以下に低下した時に、ガス制御バルブが非チョーク状態になり、燃料流量の無制御状態を引き起こすのを防止するための単なる保護手段である。従って、Baglan Bayにおいては、スライディング圧力制御は、通常運転モードではなく、異常状態で起動するのみである。さらに、必要な最低燃料供給圧力は、速度-負荷基準(TNRとも呼ばれる)(図2)の関数である。

【0013】

速度負荷基準(TNR)は、ガスタービン負荷の良好な指標となるが、燃料圧力要件の算出に影響を与えるガスタービンパラメータの全てを考慮するものではない。本発明は、代わりに圧縮機吐出圧力(CPD)を使用して燃料圧力を制御するより有効な方法を提案する。TNRを使用することの欠点としては、(1)P2圧力基準は、配電網周波数変化に反応しないこと、(2)TNRベースの制御は、特定の負荷経路を前提としており、従って外気条件に合わせてバイアス(補正)しなければならないこと、及び(3)TNRは、シーケンスを制御するのを複雑にし、外気温度センサ又は部分負荷における入口抽気熱(IBH)に合わせて補正したCTIMの使用を必要とすることが含まれる。CPDを使用することの利点としては、(1)CPDは、燃料供給圧力が克服しなければならないシンク圧力をより多く表しており、従って良好な制御パラメータとなること、及び(2)C

P Dは外気温度に合わせて補正する必要がないことが含まれる。

【 0 0 1 4 】

図 4 を参照すると、ガスタービン内に含まれる燃料圧力制御システムを概略的に示しており、燃料圧力制御システムは、主燃料パイプ 1 2 とノズルへの分配パイプ 1 4、1 6、1 8、2 0 とを含みかつ上流の入口から燃料ノズルまでの燃料のための通路を形成した複数の配管を有するものとして示している。一例として、燃料をそれぞれの複数の燃料ノズル 2 2、2 4、2 6、2 8 に導くための 4 つの燃料マニホールドをさらに示しており、説明を分かり易くするために、各マニホールドに対してこれら燃料ノズルの 1 つのみを示している。符号 1 0 で概略的に示した制御システムは、それぞれの分配パイプに関連するガス流量制御バルブ 3 0、3 2、3 4、3 6 のそれぞれの開度を制御してそれら分配パイプに対する流量制御を行うための燃料流量制御信号を提供する。制御システムはさらに、停止 / 速度比バルブ 3 8 を制御することによって主燃料パイプ 1 2 内の圧力を制御するための圧力制御信号を提供し、また圧力変換器 4 0 が、制御システムに対するフィードバックのためにバルブ 3 8 の出口側に接続される。

10

【 0 0 1 5 】

図 4 で符号を付したように、P 1 圧力は、ストレーナ 4 2 の下流側かつ補助停止バルブ 4 4 及び停止 / 速度比バルブ 3 8 の上流側の圧力であり、一方、P 2 圧力は、停止 / 速度比バルブ 3 8 の下流側のかつガス制御バルブ 3 0、3 2、3 4、3 6 に供給される圧力である。従って、バルブ 3 8 は、燃料の圧力を所定の圧力 P 2 に調整する。次に、P 2 圧力である（初期には）燃料は、主燃料パイプ 1 2 を通ってそれぞれのガス流量制御バルブ 3 0、3 2、3 4、3 6 に流れ、これら制御バルブは燃料の流量を所定の流量に調整し、この燃料は、分配パイプを通して所定の流量でそれぞれの燃料マニホールドに供給され、続いてガスタービン燃焼気内での燃焼のために各ノズルに供給される。従って、停止 / 速度比バルブ 3 8 の開度は、制御システムによって与えられた圧力制御信号に基づいて調整される。同様に、制御バルブの開度は、制御システムによって与えられた流量制御信号に基づいて調整される。

20

【 0 0 1 6 】

本明細書で使用する場合の燃料圧力基準、P 2 基準、P 2 供給要件及び同様の技術用語は、それらの全てが同じものを意味する用語である。勿論、「基準」という用語は、閉ループ制御における設定値を記述する一般的工業規格制御用語である。この場合には、P 2 基準は、所定の制御曲線に基づいて燃料ガス圧力を制御するために使用する停止 / 速度比バルブ 3 8 の設定値である。言い換えれば、P 2 基準は、S R V に対する制御装置からの要求値である。既存のシステムは、一定の P 2 燃料圧力基準を有するが、本発明のスライディング又は調整圧力制御は、本明細書での開示の焦点である可変 P 2 基準を導入する。

30

【 0 0 1 7 】

実例実施形態における図 6 を参照すると、P 2 基準は、3 つの制御曲線、すなわち最低許容圧力要件（チョーク状態圧力要件）、使用可能供給圧力及びベース負荷要件の中央値である。最低圧力要件曲線は、本明細書で図 5 に関して以下に詳述するチョーク状態ガス制御バルブ 3 0、3 2、3 4、3 6 を維持するために必要な最低ガス燃料段間（P 2）圧力である。供給圧力曲線は、停止 / 速度比バルブ 3 8（S R V）の上流側の測定 P 1 圧力から S R V における一定の圧力損失を差し引いたものである。ベース負荷圧力要件は、図 3 に示す既存の圧力スケジュールの最小値及びその同スケジュールの外気補正值である。外気補正值は、本質的にベース負荷運転に必要なガス燃料圧力であり、圧縮機入口温度（C T I M）に基づいて増大又は減少することになる。

40

【 0 0 1 8 】

P 2 圧力基準は外気低温日ベース負荷以外の条件下では下がる可能性が高いので、開ループ制御式バルブ位置制御のためのガス制御バルブスケールゲインに P 2 補正係数が適用されてきた。このスケールゲイン補正は、新たなスライディング又は変調 P 2 基準のために全燃料要求量を補正するのに役立つ。これにより、全燃料流量が減少してガスタービン出力が低下してしまうのを防ぐ。補正係数は、次式に示す元の P 2 基準（ P_{2ref}

50

original)と変調P2基準(P_{2ref,modulated})との比である。

【数1】

$$\frac{P_{2ref,original} + P_{ambient}}{P_{2ref,modulated} + P_{ambient}}$$

【0019】

なお、P_{ambient}は周囲圧力である。

【0020】

始動の許容状態は、供給圧力がスピニングリザーブで運転するのに必要な圧力又はそれ以上の圧力になった時にガスタービンの始動が可能になるように修正された。さらに、実例実施形態では、供給圧力が予混合モードに必要な圧力よりも低い時にオペレータがマスター制御始動ボタンを押した場合に、例えば「予混合運転にはガス燃料圧力が低すぎる。始動を継続するか？」などを記載したポップアップボックスがHMIスクリーン上に出現することになる。このような特徴により、低い供給圧力状態が存在していることを認識した状態でオペレータが装置を始動させるか否か決定することが可能になる。

【0021】

保護処置は、最低必要圧力P2以上の閾値において負荷上昇阻止を含むように修正されており、これにより、このガスタービンユニットは使用可能圧力限界点のみまで負荷をかけることが可能になる。ガスタービンがこの限界点に負荷を増大させることが可能になった場合には、図6によると、供給圧力最低要件が高められることになる。何れかのガス制御バルブ30、32、34、36又はSRV38が最大許容位置に達した時に、ユニットは、自動的に出力を低下させることになる。この自動負荷低下は、開ループガス制御のバルブ分配制御に持ち込まれた誤りに起因して、燃焼器不安定性又は高い動的挙動による設備損傷を引き起こす可能性がある非チョーク状態バルブでの運転からガスタービンを保護するためのものである。供給圧力が最大減少速度を越えた場合には、タービンは、自動的にスピニングリザーブに向うことになるが、この位置ではガスタービンは、圧力減少を越えるのに十分なほど速い速度で負荷を外すことができない。タービントリップの代わりに、補助燃料への自動移行をオプションとして付加することができる。この移行は、供給圧力が、f1(図6を参照されたい)の水平部分よりも低くなった時に起こる。

算出法

燃料圧力 = f (CPD、燃料流量、燃料温度、ノズルA_e)であり、ここで、CPD = 圧縮機吐出圧力であり、またノズルA_e = ノズル有効面積(上流側及び下流側の圧力、速度及び温度に応じて決まる「補正」物理的面積。この補正面積は、「吐出係数」(Cd)と呼ばれる増倍係数を使用する。)である。

【0022】

燃料ノズルに対する上流側の燃料圧力(P₄)は、非チョーク状態ノズル圧力比の場合には、次式、

【数2】

$$P_4 = P_{cc} \left[\frac{1 + \sqrt{1 + 4 \left(\frac{M}{A_e P_{cc}} \right)^2 \frac{RT(k-1)}{2gk}}}{2} \right]^{\left(\frac{k}{k-1} \right)}$$

10

20

30

40

50

【 0 0 2 3 】

によって、またチョーク状態ノズル圧力比の場合には、次式、

【 数 3 】

$$P_4 = \frac{M}{A_e \sqrt{\frac{gk}{RT} \left(\frac{2}{k+1} \right)^{\frac{(k+1)}{(k-1)}}}}$$

【 0 0 2 4 】

10

によって与えられ、式中、

M = 燃料流量 (l b / s e c)

P c c = C P D - 燃焼器圧力損失

A e = ノズル有効面積

g = 重力による加速度 (f t / s e c ²)

k = 比熱比 (C _p / C _v)

R = 一般ガス定数 (l b f . f t / l b m . R)

T = 燃料温度 (ランキン度)、である。

【 0 0 2 5 】

オリフィス、ノズル又はバルブを通る流量は、上流側及び下流側圧力条件の関数である。これらの圧力比により、流量が決定される。この比が「臨界圧力比」と呼ばれる一定の数値以上になると、バルブ（又はオリフィス又はノズル）はチョーク状態と見なされる。この圧力比以上のあらゆる位置において、バルブを通る質量流量は一定である。一般的なガス燃料ノズルは、臨界圧力比以下で作動するように設計されている。ガス燃料ノズルの臨界圧力比 (C P R) は、その k (C _p / C _v 比) の関数であり、一般的な C P R は 1 . 7 8 である。従って、通常運転の場合、燃料ノズルは常に非チョーク状態で作動し、ガス制御バルブはチョーク状態で作動する。しかしながら、最新の燃焼システムは、各回路中に非常により多くの燃料分割形態を有し、チョーク状態ノズル圧力比は、極めて多くの燃料分割及び比較的より小さい寸法のノズルを備えた少くない事例で観察された。我々の燃料システムにおいて P 4 を算出するために、反復方法を使用して流量及びノズル圧力比 (N P R) を算出した。この方法では、我々は、先の反復法において算出した N P R に基づいて P 4 式を選択した。

20

30

【 0 0 2 6 】

最低許容要件の燃料ガス供給圧力 f 1 及び f 2 は、次式、

燃料供給圧力 (f x) = P 4 + 配管圧力損失 + ガス制御バルブ 圧力損失

として算出することができる。

【 0 0 2 7 】

「配管圧力損失」は、ガス制御バルブから燃料ノズルまで燃料を搬送する配管の湾曲部及び屈曲部によるものである。この圧力損失は、境界条件で僅かに変化するが一定と見なせる。この常数は、これまでの工業技術の経験に基づいている。

40

【 0 0 2 8 】

「ガス制御バルブ圧力損失」もまた、一定の圧力損失と見なせる。この数値は、バルブ製造者に由来する増倍係数である。

【 0 0 2 9 】

上記で算出した最低許容要件の燃料供給圧力要件の実例を図 5 に示している。ピーク部及び谷部は、燃焼システムモードの移行を表す。曲線 f 1 及び f 2 は、最低許容圧力要件を構成し、谷部は無視したがピーク部を克服するのに十分な圧力を可能にする。従って、図 3 及び図 6 に示す f 1 / f 2 曲線の水平域は、図 5 に示すような最大中間圧カスパイクに基づいている。

50

【 0 0 3 0 】

従って、従来方式の制御原理とは対照的にまた上述した B a g l a n B a y における圧力制御とは対照的に、本発明の実例実施形態によるガス制御バルブの上流側の燃料圧力基準（P 2 基準又は P 2 供給要件）は今や、より温暖な日の下限燃料圧力要件の利点を取り入れた外気温度の関数である。

【 0 0 3 1 】

本発明の主な利点は、一定の最悪ケース要件ではなくて実際のハードウェア要件に基づくことになる低いガス燃料供給圧力でガスタービンを始動しかつ該ガスタービンを運転することができることである。変調圧力制御ストラテジは、供給圧力が供給圧力要件以下に低下した時には必要なだけガスタービン負荷を減少させることになりかつ供給圧力が回復するとガスタービンに再び負荷をかけることを可能にすることになる。

10

【 0 0 3 2 】

さらに、圧縮機吐出圧力の関数としての低い供給圧力要件により、外気温度がより高温になる夏期の期間中にプラントのガス圧縮機を停止させることが可能になる可能性がある。多くの場合において、ガス圧縮機の必要性を排除することができる。

【 0 0 3 3 】

現時点で最も実用的かつ好ましい実施形態であると考えられるものについて本発明を説明してきたが、本発明は、開示した実施形態に限定されるものではなく、逆に、特許請求の範囲の技術思想及び技術的範囲内に含まれる様々な変更及び均等な構成を保護しようとするものであることを理解されたい。

20

【図面の簡単な説明】

【 0 0 3 4 】

【図 1】ベース負荷ガス燃料供給圧力要件対外気温度を概略的に示すグラフ。

【図 2】従来技術による T N R ベースの P 2 圧力要件を概略的に示すグラフ。

【図 3】本発明の実例実施形態による変調圧力制御を使用した運転可能幅の増大の概略説明図。

【図 4】本発明を具現化した圧力制御システムの概略図。

【図 5】本発明の実例実施形態による最低許容圧力要件の由来を概略的に示すグラフ。

【図 6】本発明の実例実施形態による P 2 圧力基準選択の概略説明図。

【符号の説明】

30

【 0 0 3 5 】

1 0 燃料圧力制御システム

1 2 主燃料パイプ

1 4、1 6、1 8、2 0 分配パイプ

2 2、2 4、2 6、2 8 燃料ノズル

3 0、3 2、3 4、3 6 ガス流量制御バルブ

3 8 停止ノ速度比バルブ

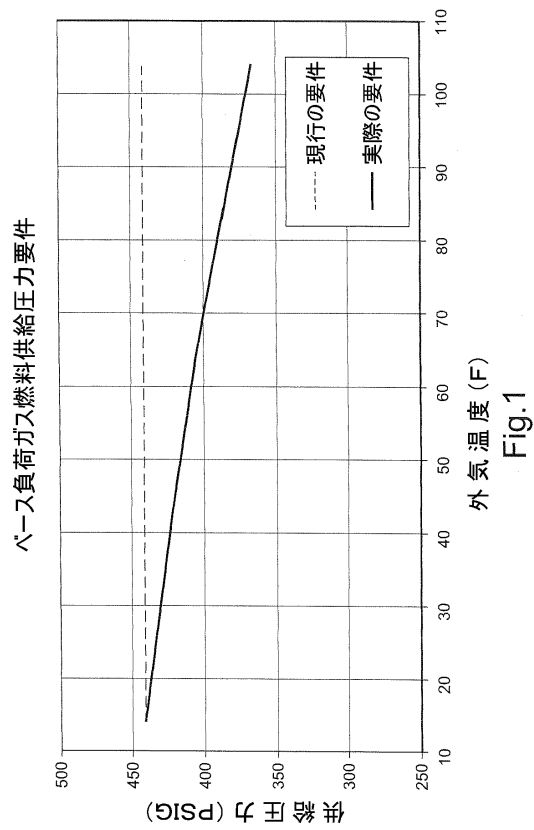
4 0 圧力変換器

4 2 ストレーナ

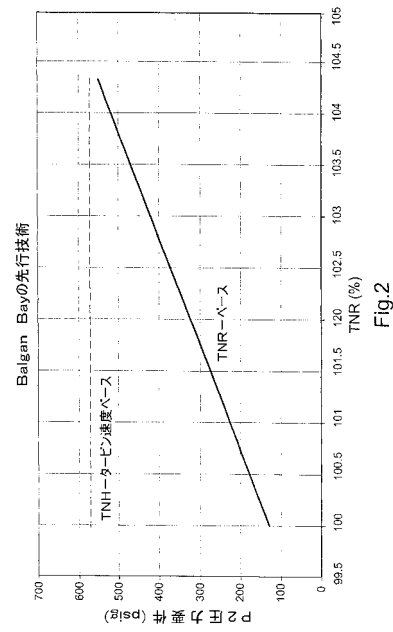
4 4 補助停止バルブ

40

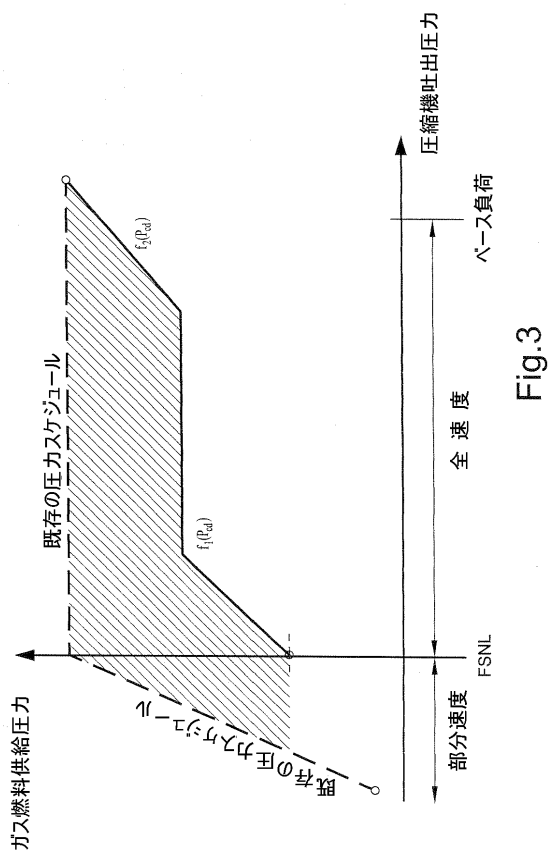
【図 1】



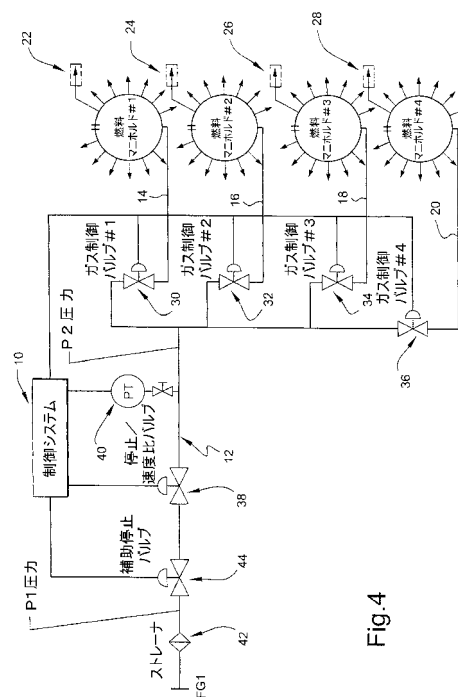
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【 図 6 】



フロントページの続き

- (72)発明者 ラヴィ・プラヴィーン・エス・エルリパティ
アメリカ合衆国、サウスカロライナ州、シンプソンヴィル、ジョーダン・クレスト・コート、105番
- (72)発明者 ジョナサン・カール・サッチャー
アメリカ合衆国、サウスカロライナ州、リバティ、スカイ・ビュー・サークル、146番
- (72)発明者 プリシラ・チャイルダース
アメリカ合衆国、サウスカロライナ州、グリーンヴィル、コリングスワース・レーン、508番
- (72)発明者 ブライアン・エドワード・スウィート
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、ヴァラティ、マックキャグ・ロード、176番

合議体

審判長 中村 達之
審判官 久島 弘太郎
審判官 藤原 直欣

- (56)参考文献 特開2005-146963(JP,A)
特開平8-35435(JP,A)
特開平10-159585(JP,A)
特開2002-364385(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02C3/22-3/28
F02C7/22
F02C9/28-9/40
F23R3/28