

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5039085号
(P5039085)

(45) 発行日 平成24年10月3日 (2012. 10. 3)

(24) 登録日 平成24年7月13日 (2012. 7. 13)

(51) Int. Cl.		F I	
FO2C	7/18	(2006.01)	FO2C 7/18 Z
FO1D	25/12	(2006.01)	FO1D 25/12 E
FO2C	9/18	(2006.01)	FO2C 9/18

請求項の数 10 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2009-115096 (P2009-115096)
 (22) 出願日 平成21年5月12日 (2009. 5. 12)
 (65) 公開番号 特開2009-275702 (P2009-275702A)
 (43) 公開日 平成21年11月26日 (2009. 11. 26)
 審査請求日 平成24年4月13日 (2012. 4. 13)
 (31) 優先権主張番号 12/120, 621
 (32) 優先日 平成20年5月14日 (2008. 5. 14)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 390041542
 ゼネラル・エレクトリック・カンパニー
 アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネ
 クタディ、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 プリシラ・チルダース
 アメリカ合衆国、サウスカロライナ州、グ
 リーンビル、コリングスワース・レーン、
 508 番

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ガスタービンにおいて圧縮機から空気を抽出してタービン冷却空気を供給する設定値を制御するための方法及びシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ガスタービン (1 0) の圧縮機 (1 2) から抽出した空気によるタービン冷却空気の生成を制御する方法であって、

前記圧縮機の低圧段から及び該圧縮機の高圧段から加圧空気を抽出する段階 (2 2 、 2 4) と、

エゼクタ (3 4) 内において前記高圧段からの抽出された前記加圧空気に対して前記低圧段からの抽出された前記空気を付加し、かつ該エゼクタからの前記加圧空気を前記タービン冷却空気に吐出させる段階と、

前記高圧段からの前記抽出加圧空気のバイパス部分が前記エゼクタをバイパスしかつ該エゼクタから吐出された前記タービン冷却空気に流入するようにする段階 (4 0 、 4 2) と、

前記低圧段から前記エゼクタへの前記抽出加圧空気の流れを調整する段階と、

前記低圧段からの前記抽出加圧空気の流れを調整する段階にตอบสนองして、前記タービン冷却空気の圧力を含む実圧力比 (5 0) の設定値 (5 2) を変化させる段階 (6 4) と、

前記変化設定値にตอบสนองして、前記実圧力比が前記変化設定値に近づくように前記バイパス流を調整する段階 (7 0) と、を含む、
方法。

【請求項 2】

前記低圧段 (2 2) が、前記圧縮機の第 1 0 段よりも高くない段であり、また前記高圧

10

20

段（２４）が、前記圧縮機の第１１段よりも低くない段である、請求項１に記載の方法。

【請求項３】

前記圧力比（５０）が、前記タービン冷却空気の圧力及び前記ガスタービンの燃焼器に対する前記圧縮機の吐出口の加圧空気の圧力によるものである、請求項１に記載の方法。

【請求項４】

前記設定値（５２）を変化させる段階（６４）が、前記低圧段から前記エゼクタへの前記抽出加圧空気の流れを調整する前記段階と同時に該設定値を即時に上昇させかつその後該設定値を低下させるようなステップ状変化である、請求項１に記載の方法。

【請求項５】

前記ステップ状変化（６４）が、１０秒以上にわたっては起こらない、請求項４に記載の方法。

10

【請求項６】

前記ステップ状変化（６４）が、前記実圧力比（５０）が所定の圧力レベルになるのを防止するのに十分なほど大きい、請求項４に記載の方法。

【請求項７】

前記設定値（５２）が、前記低圧段から前記エゼクタへの前記抽出加圧空気の流れを調整する段階及びバイパス弁を調整して前記バイパス流れに対する調整を行う段階に応答して変化する、請求項１に記載の方法。

【請求項８】

ガスタービン（１０）における圧縮機（１２）から抽出した空気によるタービン冷却空気を供給するためのシステムにおいて、高圧縮機段（高圧段）からの抽出加圧空気（２４）を低圧縮機段（低圧段）からの抽出加圧空気（２２）と混合するエゼクタ（３４）をバイパスさせるように該高圧縮機段からの抽出加圧空気を制御しかつ前記バイパス抽出加圧空気及び前記エゼクタからの加圧空気の流れを混合してタービン冷却空気を形成するようになったバイパス弁（４２）の位置を制御する方法であって、

20

前記低圧段から前記エゼクタへの前記抽出加圧空気の流れを阻止した後に該低圧段から該エゼクタへの前記抽出加圧空気の流れを調整する段階と、

前記低圧段からの前記抽出加圧空気の流れを調整する段階に応答して、前記タービン冷却空気の圧力を含む実圧力比（５０）の設定値（５２）を変化させる段階（６６、６８）と、

30

前記変化設定値に応答して、付加的バイパス空気流を可能にするように前記バイパス弁を調整し、それによって前記実圧力比が前記変化設定値に近づくようにする段階（５６）と、を含む、方法。

【請求項９】

前記低圧段（２２）が、前記圧縮機の第１０段よりも高くない段であり、また前記高圧段（２４）が、前記圧縮機の第１１段よりも低くない段である、請求項８に記載の方法。

【請求項１０】

前記圧力比（５０）が、前記タービン冷却空気の圧力及び前記ガスタービンの燃焼器に対する前記圧縮機の吐出口の加圧空気の圧力の圧力比によるものである、請求項８に記載の方法。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、総括的にはガスタービンにおいて圧縮機空気を抽出してタービン用冷却空気を供給することに関し、より具体的には、圧縮機空気を抽出するための制御設定値を設定することに関する。

【背景技術】

50

【 0 0 0 2 】

産業用ガスタービンエンジンにおいて、空気は、圧縮機の 1 つ又はそれ以上の段から抽出されかつタービンを冷却するために使用される。圧縮機空気の抽出は通常、圧縮機からのブリード空気と呼ばれる。抽出圧縮機空気は、内部冷却通路を通してタービンブレード及びバケットに流れる冷却空気として使用される。

【 0 0 0 3 】

タービン冷却用として圧縮機から抽出される空気は、ガスタービンの圧縮機を通りかつ燃焼セクションに流れる空気の量を減少させる。この燃焼器への加圧空気の減少は時には、燃焼器の性能及びガスタービンの全体性能に対して望ましくない影響を与える可能性がある。制御システムを用いて圧縮機空気の抽出を制御してガスタービンの性能に対するこの望ましくない影響を最少にすると共に適切な冷却空気がタービンブレード及びバケットに到達することを保証している。

10

【 0 0 0 4 】

圧縮機空気の抽出を制御するための方法は、圧縮機の 2 つ又はそれ以上の段から空気を抽出することである。圧縮機のより低圧段から抽出した空気は、より高圧段から抽出した空気よりもガスタービンの性能に対してより少ない影響を有する傾向がある。2 つの圧縮機段から抽出する空気の相対的比率を調整することによって、制御システムは、ガスタービンの性能に対する圧縮機空気の抽出の影響を減少又は増加させかつタービン用として十分な冷却空気を供給することができる。

【 0 0 0 5 】

20

空気エゼクタは、圧縮機の異なる段から抽出した空気のような異なる圧力の空気を混合するために従来から使用されている。エゼクタは、圧縮機の異なる段からの空気を混合してタービン冷却空気を得るように使用されてきた。例えば、圧縮機空気は、圧縮機の第 1 3 段から抽出してタービンの第 2 段ノズルを冷却している。圧縮機空気はまた、圧縮機の第 9 段からも抽出されており、この場合、第 9 段から抽出した空気は、第 1 3 圧縮機段から抽出した空気よりも低い圧力及び温度になっている。例えば、圧縮機の第 1 3 段からの抽出空気は、所望のタービン冷却空気用としては高過ぎる圧力及び温度になっている可能性がある。エゼクタを用いることによって、圧縮機の第 9 段から抽出した低い圧力及び温度の空気は、第 1 3 段から抽出した高い圧力及び温度の空気と混合されて、タービン段を冷却するのに必要な圧力及び温度にほぼ整合した中間の圧力及び温度の空気流が得られる。

30

【 0 0 0 6 】

エゼクタは一般的に、可動部品を有しておらず、従って空気流の混合に対する調整は行われない。ガスタービンの設計時には、エゼクタは、所望の圧力及び温度でタービン冷却空気を供給するような寸法にすることができる。しかしながら、エゼクタの寸法決めでは、ガスタービンが標準的な周囲条件で作動していると見なしている可能性がある。日々の周囲温度及び圧力変動は、エゼクタの作動特性に影響を与えることになる。エゼクタから吐出される空気の温度及び圧力は、周囲条件が変わるにつれて変化することになる。高温日には、エゼクタは、タービンが必要とするよりも多くの冷却空気を送給することができる。タービンを冷却するのに必要とするよりも多くの空気が圧縮機から抽出されるので、圧縮機の性能が不必要に損なわれ、従って、過剰な抽出空気を加圧するのに必要な仕事が無駄になる。低温日には、エゼクタは、タービンを冷却するのに十分な空気を送給することができない。このような低温日に対処するために、第 1 3 圧縮機段からの抽出空気の幾らかがエゼクタをバイパスしかつタービンに直接に流れるのを可能にするようにバイパスラインが使用されてきた。

40

【 0 0 0 7 】

周囲条件に応じてバイパス空気の流れを調整するために、調整弁が設けられている。制御システムは、エゼクタ内において第 9 圧縮機段から抽出した空気を第 1 3 圧縮機段から抽出した空気に付加する時期を決定し、またエゼクタを迂回して延びるバイパス導管内における調整弁の設定値を決定する。制御システムは、タービンの第 2 段に供給される冷却

50

空気及び圧縮機吐出空気の圧力の比に基づいて所望のタービン冷却空気量を決定する。この比は、一定の設定値に維持されるのが好ましい。この比を設定値に維持するために、制御システムは、第9段圧縮機空気をエゼクタに供給する弁を遮断又は導通させることができまたバイパス空気の量を制御する弁を調整することができる。

【0008】

制御システムが、第9段圧縮機空気をエゼクタに流入させるのを可能にする弁を遮断及び導通すると、圧縮機吐出圧力に対するタービン冷却空気の圧力比における変化が即時に生じる。この変化は、エゼクタに対するつまりタービン冷却空気に対する第9段圧縮機空気の付加或いは該エゼクタに対するそのような第9段圧縮機空気の終了に因るものである。圧力比における即時的変化により、制御装置は、所望の圧力比を維持するように弁を調整しようとすることになる。しかしながら、現在の制御システムは、冷却空気対圧縮機吐出圧力比における即時的変化に適切に対処する制御を行うことができない。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】米国特許出願公開第2007/0125092号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0010】

従って、所望のタービン冷却空気及び圧縮機吐出圧力比における急速変動に対応することができる制御システムに対する要望が存在する。

20

【課題を解決するための手段】

【0011】

ガスタービンの圧縮機から抽出した空気によるタービン冷却空気の生成を制御するための方法が開発されてきており、本方法は、圧縮機の低圧段から及び該圧縮機の高圧段から加圧空気を抽出する段階と、エゼクタ内において高圧段からの加圧空気に対して低圧段からの空気を付加しかつ該エゼクタからタービン冷却空気を吐出させる段階と、高圧段からの抽出加圧空気のバイパス部分がエゼクタをバイパスしかつ該エゼクタから吐出されたタービン冷却空気に流入するようにする段階と、低圧段からエゼクタへの抽出加圧空気の流れを遮断又は導通する段階と、低圧段からの抽出加圧空気の流れを導通する段階にตอบสนองして、タービン冷却空気の圧力を含む実圧力比の設定値を変化させる段階と、変化設定値にตอบสนองして、実圧力比が該変化設定値に近づくようにバイパス流を調整する段階とを含む。

30

【0012】

ガスタービンにおける圧縮機から抽出した空気によるタービン冷却空気を供給するためのシステムにおいて、高圧縮機段（高圧段）からの抽出加圧空気を低圧縮機段（低圧段）からの抽出加圧空気と混合するエゼクタをバイパスさせるように該高圧縮機段からの抽出加圧空気を制御しかつバイパス抽出加圧空気及びエゼクタからの加圧空気の流れを混合してタービン冷却空気を形成するようになったバイパス弁の位置を制御する方法が開発されてきており、本方法は、低圧段からエゼクタへの抽出加圧空気の流れを阻止した後に該低圧段からエゼクタへの抽出加圧空気の流れを導通する段階と、低圧段からの抽出加圧空気の流れを導通する段階にตอบสนองして、タービン冷却空気の圧力を含む実圧力比の設定値を変化させる段階と、変化設定値にตอบสนองして、付加的バイパス空気流を可能にするようにバイパス弁を調整し、それによって実圧力比が該変化設定値に近づくようにする段階とを含む。

40

【0013】

圧縮機及びタービンを有するガスタービンにおいてタービン冷却空気バイパス弁の位置を制御するためのシステムが開発されてきており、本システムは、圧縮機の低段からの加圧空気の低圧抽出ポートと、圧縮機の高段からの加圧空気の高圧抽出ポートと、低段及び高い段の両方からの抽出加圧空気の一部を受けるエゼクタと、エゼクタの上流に位置しかつ低段からの抽出加圧空気がエゼクタに達するかどうかを制御する弁と、エゼクタを迂

50

回するバイパス導管に配置されかつ該エゼクタをバイパスすると共に該エゼクタによって吐出されるタービン冷却空気と混合される高段圧縮機からの抽出加圧空気の第2の部分の制御するバイパス弁と、エゼクタの上流の弁を開くコマンドに応答しかつタービン冷却空気の圧力を含む実圧力比の設定値を変化させ、該設定値の変化により付加的バイパス空気流を可能にするようにバイパス弁を調整し、それによって実圧力比が変化設定値に近づくようにする制御装置とを含む。

【図面の簡単な説明】

【0014】

【図1】圧縮機からブリード又は抽出されかつタービンに導かれる空気を示すガスタービンの概略図。

10

【図2】圧縮機抽出設定値を調整していない場合におけるガスタービンの特定の作動状態を示す時間線チャート。

【図3】圧縮機抽出設定値を調整した場合におけるガスタービンの特定の作動状態を示す時間線チャート。

【発明を実施するための形態】

【0015】

図1は、産業用ガスタービンのようなガスタービン10の概略図であり、ガスタービン10は、1つ又は複数の駆動シャフト14を介して多段軸流タービン16によって駆動される多段軸流圧縮機12を有する。タービンが発生した動力は、出力シャフト18によって発電機（図示せず）に送給することができる。空気が、軸流段圧縮機への入口に流入しかつ一連の圧縮機段によって次第に加圧される。最終圧縮機段からの高圧空気は、燃焼システムにダクトで送られ、燃焼システムにおいて空気は燃料と混合されかつ燃焼される。高圧燃焼ガスは、一般的にはバケット及びペーンの交互列を含むタービンの段を通して流れる。高温燃焼ガスは、タービン内の環状バケット配列を回転させることによってタービンを駆動する。タービン内のガス圧力は、ガスがタービンの段を通して流れるにつれ次第に低下する。

20

【0016】

冷却空気は、タービンのバケット及びペーンを冷却する。冷却空気は一般的に、圧縮機の異なる段から空気を抽出することによって得られる。例えば、加圧空気は、圧縮機の第9段における出口22及び該圧縮機の第13段における出口24から抽出することができる。例えばパイプなどの空気導管26、28が、圧縮機からタービンに加圧空気を導く。空気導管26は、第9圧縮機段におけるポート22からタービンの第3段への冷却空気用入口に加圧空気を導く。第9圧縮機段から抽出した空気の圧力は、第3タービン段のタービンバケット及びブレード用の冷却空気として適切な圧力レベルにある。弁30は、導管26内の圧縮機空気の量を制御し、完全な開位置から完全な閉位置まで並びに開及び閉位置間の中間位置まで空気を調整することができる。弁30は、第3タービン段を冷却するために供給する加圧空気の量及び圧力を調整する。コンピュータ制御装置32は、ガスタービンの作動状態及び該ガスタービンの全制御アルゴリズムに基づいて弁30を調整することができる。

30

【0017】

40

ポート24において第13圧縮機段から抽出した加圧空気は、第9圧縮機段から抽出した空気よりも高い圧力になっている。第13圧縮機段からの空気は、導管28を介して、エゼクタ34を通りかつ導管36に導かれ、導管36は該冷却空気をタービンの第2段に導く。第9圧縮機段からの加圧空気の一部は、導管37及び遮断弁38を通してエゼクタ34にダクトで送り、エゼクタ34において、この第9圧縮機段からの空気の一部を第2タービン段に向かって流れる加圧空気に付加することができる。

【0018】

遮断弁38は、完全な開状態又は完全な閉状態のいずれかでありかつ中間位置を有しないオン・オフ弁である。遮断弁は、抽出装置からタービンの第3段に至る導管26への加圧空気の逆流を防止する。この逆流を防止するために、制御装置32は、特定の周囲条件

50

の間において遮断弁 38 を遮断する。

【0019】

エゼクタ 34 は、圧縮機の第 13 段から抽出した加圧空気のようなより高い圧力の空気に対して、例えば第 9 圧縮機段から抽出した空気などのより低い圧力の空気を付加することを可能にする。一定面積のエゼクタは公知であり、その 1 つが、米国特許出願公開第 2007/0125092 号に開示されている。エゼクタ 34 は、圧縮機の第 13 段及び第 9 段から抽出した空気の圧力間並びに温度間での中間圧力並びに温度で空気を吐出する。エゼクタから吐出される空気の圧力及び温度は、第 2 タービン段への冷却空気に好適な圧力になっている。制御装置 32 は、第 9 段圧縮機空気がエゼクタに流入するのを可能にするか又はそのような空気がエゼクタに流入するのを阻止するかのいずれかになるように弁 38 を調整する。制御装置は、例えばガスタービンを取り巻く周囲条件に応じてオン・オフ弁 38 の設定値を決定することができる。例えば低温日には、制御装置は、弁 38 を開いて第 9 段圧縮機空気がエゼクタに流入するのを可能にし、それによってエゼクタから第 2 段タービンへの冷却空気流量を増加させることができる。

10

【0020】

バイパス導管 40 は、第 13 圧縮機段の一部がエゼクタ 34 を迂回しかつ直接に導管 36 に導かれるようにして、タービンの第 2 段に冷却空気を供給する。弁 42 は、バイパス導管を通る空気流量を制御するようになっており、制御装置 32 によって完全な開位置から完全な閉位置に並びに中間弁位置に調整することができる。

20

【0021】

エゼクタ 34 は、特定の周囲圧力及び温度のような規定周囲条件に適合するように構成される。エゼクタは、規定周囲条件に合わせて適当なタービン冷却空気量を提供する。周囲条件における変動に対処するために、バイパス弁 42 及び関連するバイパス導管 40 は、周囲条件が規定周囲条件と大幅に異なっている時のような必要な場合に、付加的タービン冷却空気を供給する。例えば、バイパス弁は、低温日の周囲条件の場合には付加的タービン冷却空気を供給するようなより開いた位置に調整することができる。

【0022】

制御装置 32 は、圧縮機から抽出される空気及びタービンに供給される冷却空気量を制御するように弁 42 を調整する。制御装置は、ガスタービンの作動状態に基づいて弁 30 及び 42 の適切な設定値を決定するアルゴリズムを実行する。例えば、制御装置は、バイパス導管 40 内の空気を制御する弁 42 を調整して、タービンの第 2 段に流入する冷却空気の圧力及び圧縮機が吐出している空気の圧力の所定の比率を維持することができる。

30

【0023】

制御装置 32 は、ガスタービンにおける様々な段の圧力及び温度、弁 30、38 及び 40 の位置、並びに出力のようなガスタービンのその他の状態を追跡するセンサからデータを受信する。圧力及び温度センサ 44 は、圧縮機内部の様々な位置における圧力及び温度を監視する。圧力及び温度センサ 46 は、実周囲圧力及び温度を監視する。圧力及び温度センサ 48 は、タービンの第 2 段及び第 3 段に供給されるタービン冷却空気の圧力及び温度を監視することができる。圧縮機及びタービンにおける圧力センサは、タービン第 2 段及び圧縮機吐出口における絶対圧力を求めるために制御装置が使用するデータを提供する。

40

【0024】

制御装置 32 により、バイパス弁 42 の適切な位置が決定される。バイパス弁 42 は、圧縮機吐出口 (CPD) を流れる空気の絶対圧力に対するタービンの第 2 段ノズル (S2N) に供給される冷却空気の絶対圧力の比 (絶対 S2N / CPD) に基づいて制御することができる。S2N / CPD 圧力比設定値は、圧縮機吐出空気圧レベルに応じた可変数とすることができ、また特定の負荷レベル以上のガスタービン負荷で一定設定値を有することができる。制御装置 32 は、実圧縮機吐出圧力及び所望の S2N / CPD 圧力比における設定値を求めるために該制御装置内に記憶させたアルゴリズムに基づいて適切な S2N / CPD 設定値を決定することができる。実圧力比 (絶対 S2N / CPD) を S2N /

50

C P D 圧力比設定値と比較することによって、制御装置は、実圧力比（絶対 S 2 N / C P D）を所望の設定値に一致させるようにバイパス弁 4 2 における設定値を決定する。

【 0 0 2 5 】

図 2 は、S 2 N / C P D 実圧力比 5 0 を所望の S 2 N / C P D 圧力比設定値 5 2 に維持する従来型（先行技術）の制御動作を示すチャートである。このチャートは、秒で表わした時間の関数として S 2 N / C P D 圧力比 5 0 の値を示している。このチャートはまた、所望の S 2 N / C P D 圧力比 5 2 を一定値として示している。さらに、このチャートは、正常作動時に S 2 N / C P D 比が達してはならない状態を表わす S 2 N / C P D 圧力比の最低レベル 5 3 を示しており、万一達した場合には、制御装置は、場合によってはガスタービンを運転停止させることを含む是正動作を行うことになる。この実施例では、最低レベル 5 3 は、0 . 3 9 8 の比の値である。さらに、このチャートは、遮断弁（図 1 における符号 3 8）の位置 5 4（オン / オフ）及びバイパス弁（図 1 における符号 4 2）の位置 5 6 を示している。

10

【 0 0 2 6 】

遮断弁 3 8 を切り替えることで、タービンに流れるタービン冷却空気の量を変化させ、従って S 2 N / C P D 実圧力比におけるステップ状変化を生じさせる。S 2 N / C P D 実圧力比におけるスパイク 5 8 は、遮断弁 3 8 を開いた時及び閉じた時に発生する。遮断弁を開いた時 6 0 には、S 2 N / C P D 実圧力比は、S 2 N / C P D の所望の設定値 5 2 以上にスパイク 5 8 する。一般的に、上向きスパイクには有害な作用はない。しかしながら、制御装置は、上向きスパイクにตอบสนองしてバイパス弁 4 2 の位置を調整して、S 2 N / C P D 実圧力比を所望の S 2 N / C P D 圧力比設定値 5 2 に戻すようにする。遮断弁を閉じた時 6 2 には、S 2 N / C P D 実圧力比において下向きスパイクが発生する。

20

【 0 0 2 7 】

S 2 N / C P D 圧力比がスパイクした時、制御装置は、バイパス弁を調整して S 2 N / C P D 実圧力比を所望の S 2 N / C P D 圧力比設定値に戻すようにする。遮断弁は、完全なオンから完全なオフまでの間でほぼ即時に切り替わるので、生じる S 2 N / C P D 圧力比におけるスパイクは、急激に発生しかつ大きなものとなる。下向きスパイクは、実 S 2 N / C P D 圧力比を所定の最低 S 2 N / C P D 圧力比 5 3 以下に一時的に低下させる可能性がある。S 2 N / C P D 実圧力比が数秒間にわたって最低レベル 5 3 以下の状態のままになるようにスパイクが継続するおそれがある。

30

【 0 0 2 8 】

S 2 N / C P D 圧力比が、所定の秒数以上にわたって最低レベル 5 3 以下の状態のままになった場合には、制御装置は、故障状態と判定し、例えばガスタービンをオフラインにするか又は運転停止させることができる。制御装置は、該制御装置が故障状態であると宣言する前に S 2 N / C P D 実圧力比を最低圧力比 5 3 以上に高めるのに十分なほど急激にバイパス弁を調整することができない可能性がある。例えば、バイパス弁を調整するために制御装置が使用する比例 - 積分（P I）制御アルゴリズムは、実 S 2 N / C P D 圧力比における下向きスパイク変化を補正するには、応答するのが緩やか過ぎる可能性がある。制御装置が、タイミング良く実 S 2 N / C P D 圧力比を最低圧力比 5 3 以上にしかつ所望の S 2 N / C P D 圧力比の設定値に整合させない場合には、制御装置は、タービン冷却空気流量が不適切なものでありかつタービンを運転停止させるということを決定する可能性がある。運転停止状態を回避するか又は少なくとも最少にする必要があるので、遮断弁をオフ又はオンにした時に発生する可能性がある S 2 N / C P D 圧力比におけるスパイク変化を適切に補正する必要がある。

40

【 0 0 2 9 】

故障状態の宣言を回避する方法は、遮断弁を切り替えた後であってかつ故障状態が宣言される前に、例えば 3 0 秒から数分のような時間遅延を付加することである。時間遅延の間には、S 2 N / C P D は、最低圧力比 5 3 以下に低下させることができる。この時間遅延により、S 2 N / C P D が該時間遅延の経過の後にも最低圧力比以下の状態のままでない限り、故障状態の宣言が回避される。しかしながら、故障状態の宣言を遅らせることは

50

、所定の最低圧力比以下に低下する $S2N/CPD$ 圧力比の発生を回避させるものではない。 $S2N/CPD$ における下向きスパイクは、遮断弁をオフにしかつ所定の最低圧力比が侵されることになった時に発生することになる。最低圧力比のスパイク及び侵害は、ガスタービンの寿命に悪影響を与える可能性がある。特定の環境では、時間遅延を設けて故障状態の宣言及びその結果生じるガスタービン運転停止を回避することで十分であるといえるが、 $S2N/CPD$ 比におけるスパイクを減弱させかつその比を最低圧力比以下に低下させないようにすることが好ましい。

【0030】

図3は、 $S2N/CPD$ 実圧力比50、 $S2N/CPD$ 設定値52、並びにバイパス弁の位置56及び遮断弁の位置54のチャートである。 $S2N/CPD$ 設定値52は、図2に示すように一定の状態のままではない。それどころか、 $S2N/CPD$ 圧力比設定値52は、遮断弁が閉鎖されることになると制御装置が判定した場合には上向きステップ状部64として調整される。ステップ状部64は、一時的なものであり、例えば5秒のような数秒間のものとして行うことができる。ステップ状部64が上昇した後に、 $S2N/CPD$ 圧力比設定値はその元の値に戻る。

【0031】

$S2N/CPD$ 圧力比設定値に対するステップ状部64の上昇に応答して、制御装置は、 $S2N/CPD$ 実圧力比を設定値の上昇に対して調整するようにバイパス弁の位置56を急速にかつ大幅に調整する。バイパス弁の位置は、 $S2N/CPD$ 実圧力比における急速な上昇66を生じさせる急激テップ状部70として調整することができる。バイパス弁に対する急速な調整及び $S2N/CPD$ 実圧力比における上昇66は、遮断弁の閉鎖62に응答して発生する $S2N/CPD$ 実圧力比の低下68を減少させる傾向がある。具体的には、 $S2N/CPD$ 設定値がステップ状部64として上昇しかつバイパス弁が設定値のステップ状部64に응答して調整されるので、 $S2N/CPD$ 実圧力比は、最低レベル53以下に低下することはない。

【0032】

$S2N/CPD$ 圧力比設定値に対してステップ状上昇を適用することによって、 $S2N/CPD$ 実圧力比は、所定の最低レベル以下に低下するか又はそれとは別の所定のレベルになるのが防止される。遮断弁を閉じた時の $S2N/CPD$ 圧力比における変化に起因して制御装置が故障状態を宣言する可能性が減少する。さらに、制御装置は、遮断弁を開いた時に $S2N/CPD$ 圧力設定値においてステップ状上昇を適用して、そうでなければ $S2N/CPD$ 実圧力比において発生することになる上向きスパイクの問題を減少させることができる。

【0033】

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関し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改良及び均等の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。

【符号の説明】

【0034】

- 10 ガスタービン
- 12 多段軸流圧縮機
- 14 駆動シャフト
- 16 多段軸流タービン
- 18 出力シャフト
- 20 燃焼システム
- 22 出口
- 24 出口
- 26 空気導管
- 28 空気導管

10

20

30

40

50

3 0 弁
 3 2 制御装置
 3 4 エゼクタ
 3 6 導管
 3 7 導管
 3 8 遮断弁
 4 0 バイパス導管
 4 2 バイパス弁
 4 4 圧力及び温度センサ
 4 6 圧力及び温度センサ
 4 8 圧力及び温度センサ
 5 0 S2N / CPD 圧力比
 5 2 S2N / CPD 圧力比設定値
 5 3 最低レベル
 5 4 位置
 5 6 位置
 5 8 スパイク
 6 0 開状態
 6 2 閉状態
 6 4 ステップ状部
 6 6 上昇
 6 8 低下

10

20

【図 1】

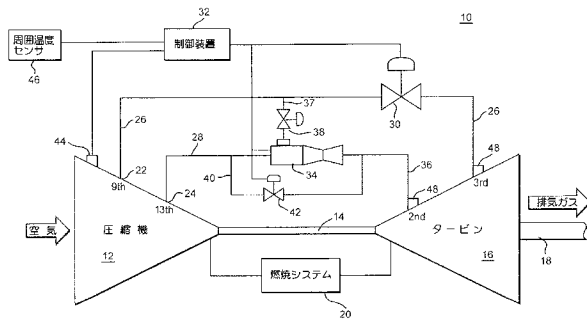


Fig. 1

【図 3】

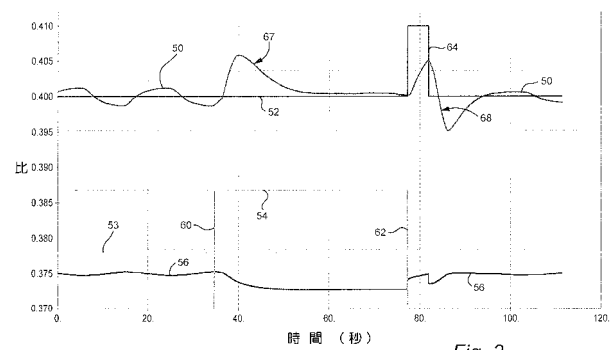


Fig. 3

【図 2】

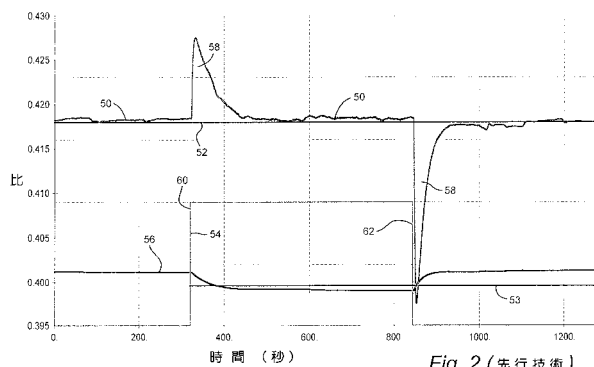


Fig. 2 (先行技術)

フロントページの続き

- (72)発明者 マーク・ディシュ
アメリカ合衆国、サウスカロライナ州、シンプソンビル、バードック・ウェイ、201番
- (72)発明者 ニュートン・カーティス・ザ・サード
アメリカ合衆国、サウスカロライナ州、パウダー・スプリングス、シルバー・メドウ・ドライブ、
1609番
- (72)発明者 デビッド・ウェズリー・ボール, ジュニア
アメリカ合衆国、サウスカロライナ州、イーズリー、フェアファックス・ロード、209番
- (72)発明者 ケネス・ニール・ウェイリング
アメリカ合衆国、サウスカロライナ州、シンプソンビル、サマーウォーク・プレイス、310番
- (72)発明者 アラン・メジャー・トゥルースデイル
アメリカ合衆国、サウスカロライナ州、テイラーズ、ウィンディング・ウェイ、1206番

審査官 寺町 健司

- (56)参考文献 米国特許出願公開第2003/0046938(US, A1)
特開2007-154897(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02C 7/18
F01D 25/12
F02C 9/16-24