

(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2013-174247
(P2013-174247A)

(43) 公開日 平成25年9月5日(2013.9.5)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
FO4D 27/02 (2006.01)	FO4D 27/02	E 3H021
FO4D 29/66 (2006.01)	FO4D 27/02	D 3H130
FO4D 29/46 (2006.01)	FO4D 29/66	H
	FO4D 29/46	H

審査請求 有 請求項の数 17 O L (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2013-103965 (P2013-103965)
 (22) 出願日 平成25年5月16日 (2013. 5. 16)
 (62) 分割の表示 特願2011-504235 (P2011-504235) の分割
 原出願日 平成21年4月13日 (2009. 4. 13)
 (31) 優先権主張番号 12/102, 459
 (32) 優先日 平成20年4月14日 (2008. 4. 14)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 598147400
 ジョンソン コントロールズ テクノロジ
 ー カンパニー
 Johnson Controls Te
 chnology Company
 アメリカ合衆国ミシガン州49423, ホ
 ランド, イースト・サーティセカンド・ス
 トリート 915
 (74) 代理人 100140109
 弁理士 小野 新次郎
 (74) 代理人 100075270
 弁理士 小林 泰
 (74) 代理人 100101373
 弁理士 竹内 茂雄

最終頁に続く

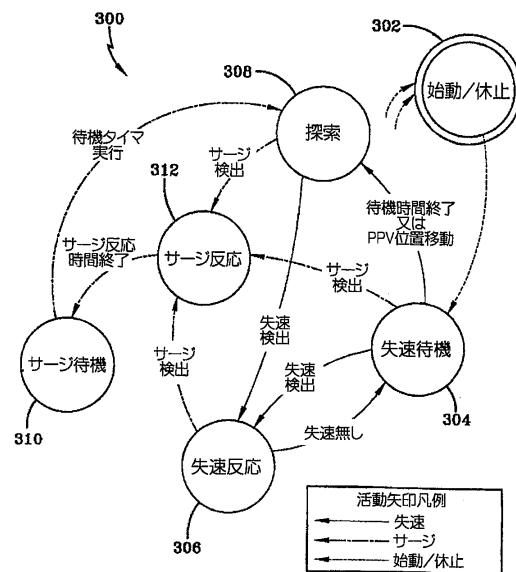
(54) 【発明の名称】 制御システム、遠心コンプレッサに安定制御を提供する方法、蒸気圧縮システム

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 ディフューザー空間の閉鎖は、サージ状況に抵抗するコンプレッサの能力を向上させることができるが、ディフューザー空間の過剰な閉鎖は、コンプレッサを通る流量又は容量を減少させる欠点を伴う。

【解決手段】 コンプレッサ内の失速状況又はサージ状況のうちのいずれか一方の状況の検出にตอบสนองして、コンプレッサのディフューザーの流れ通路を閉じるように構成された少なくとも1つの第1の制御状態として、失速状況の検出にตอบสนองして入る失速反応状態306、または、サージ状況の検出にตอบสนองして入るサージ反応状態312を維持し、修正されたサージ状況にตอบสนองしてディフューザーの流れ通路の寸法を維持するように構成されたサージ待機状態310を有する。また、失速状況の修正にตอบสนองしてサージ待機状態に入る。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

コンプレッサの安定的な作動を維持するための制御システムであって、

コンプレッサ内の失速状況又はサージ状況のうちのいずれか一方の状況の検出にตอบสนองして、コンプレッサのディフューザーの流れ通路を閉じるように構成された少なくとも1つの第1の制御状態と、

失速状況又はサージ状況が存在しないとの決定にตอบสนองして、コンプレッサのディフューザーの流れ通路を開くように構成された第2の制御状態と、

前記少なくとも1つの第1の制御状態が、前記失速状況の検出にตอบสนองして入る失速反応状態と、前記サージ状況の検出にตอบสนองして入るサージ反応状態と、

サージ反応状態内で修正されたサージ状況にตอบสนองしてディフューザーの流れ通路の寸法を維持するように構成されたサージ待機状態と、

前記サージ待機状態における失速状況の発生にตอบสนองして失速反応状態に入り、前記失速反応状態における失速状況の修正にตอบสนองしてサージ待機状態に入ることを特徴とする制御システム。

10

【請求項 2】

前記サージ反応状態が所定のサージ反応時間期間だけディフューザーの流れ通路を連続的に閉じるように構成され、前記失速反応状態は、検出された失速状況が修正されるか又はサージ状況が検出されるまで、ディフューザーの流れ通路を連続的に閉じるように構成されることを特徴とする請求項 2 の制御システム。

20

【請求項 3】

前記サージ待機状態は、所定のサージ待機期間が終了するか、サージ状況が生じるか又は失速状況が生じるまで、ディフューザーの流れ通路の寸法を維持するように構成されることを特徴とする請求項 1 の制御システム。

【請求項 4】

前記サージ待機状態内でのサージ状況の発生にตอบสนองしてディフューザーの流れ通路の寸法を維持するように構成された高温ガスオーバーライド状態を更に有することを特徴とする請求項 3 の制御システム。

【請求項 5】

前記失速反応状態における失速状況の修正又はコンプレッサの始動のうちの一方にตอบสนองしてディフューザーの流れ通路の寸法を維持するように構成された失速待機状態を更に有することを特徴とする請求項 2 の制御システム。

30

【請求項 6】

前記失速待機状態は、所定の失速待機期間が終了するか、予備回転ベーンが所定のしきい値以上に調整されるか、失速状況が生じるか、又はサージ状況が生じるかのいずれか1つまで、ディフューザーの流れ通路の位置を維持するように構成されることを特徴とする請求項 5 の制御システム。

【請求項 7】

前記第2の制御状態は、失速状況が検出されるか又はサージ状況が検出されるまで、ディフューザーの流れ通路を増分的に開くように構成された探索状態を有することを特徴とする請求項 1 の制御システム。

40

【請求項 8】

前記コンプレッサの始動前にディフューザーの流れ通路を完全に開くように構成された始動状態を更に有することを特徴とする請求項 1 の制御システム。

【請求項 9】

コンプレッサの安定的な作動を維持するための制御システムを使用して、遠心コンプレッサに安定制御を提供する方法であって、

前記制御システムが、

コンプレッサ内の失速状況又はサージ状況のうちのいずれか一方の状況の検出にตอบสนองして、コンプレッサのディフューザーの流れ通路を閉じるように構成された少なくとも1つ

50

の第 1 の制御状態と、

失速状況又はサージ状況が存在しないとの決定にตอบสนองして、コンプレッサのディフューザーの流れ通路を開くように構成された第 2 の制御状態と、

前記少なくとも 1 つの第 1 の制御状態が、前記失速状況の検出にตอบสนองして入る失速反応状態と、前記サージ状況の検出にตอบสนองして入るサージ反応状態と、

サージ反応状態内で修正されたサージ状況にตอบสนองしてディフューザーの流れ通路の寸法を維持するように構成されたサージ待機状態と、

前記サージ待機状態における失速状況の発生にตอบสนองして失速反応状態に入り、前記失速反応状態における失速状況の修正にตอบสนองしてサージ待機状態に入る、制御システムであり、

10

前記遠心コンプレッサに安定制御を提供する方法が、

遠心コンプレッサの作動中にサージ状況を繰り返し検出する工程と、

遠心コンプレッサの作動中に失速状況を繰り返し検出する工程と、

遠心コンプレッサにおけるサージ状況又は失速状況の検出にตอบสนองして、遠心コンプレッサのディフューザーの流れ通路を閉じる工程と、

失速状況又はサージ状況の不存在の決定にตอบสนองして、遠心コンプレッサのディフューザーの流れ通路を開く工程と、を有することを特徴とする、前記方法。

【請求項 10】

前記ディフューザーの流れ通路を開く工程は、失速状況が検出されるか又はサージ状況が検出されるまで、遠心コンプレッサのディフューザーの流れ通路を増分的に開く工程を有することを特徴とする請求項 9 の方法。

20

【請求項 11】

所定のサージ待機期間が終了するか、サージ状況が検出されるか、失速状況が検出されるかまで、サージ状況の修正にตอบสนองしてディフューザーの流れ通路の寸法を維持する工程を更に有することを特徴とする請求項 9 の方法。

【請求項 12】

前記遠心コンプレッサの失速にตอบสนองしてディフューザーの流れ通路を完全に開く工程を更に有することを特徴とする請求項 9 の方法。

【請求項 13】

所定の失速待機期間が終了するか、予備回転ベーンが所定のしきい値以上に移動するか、失速状況が検出されるか、又はサージ状況が検出されるかのいずれかの 1 つまで、遠心コンプレッサの失速状況の修正又は遠心コンプレッサの始動にตอบสนองしてディフューザーの流れ通路の位置を維持する工程を更に有することを特徴とする請求項 9 の方法。

30

【請求項 14】

蒸気圧縮システムであって、

閉ループに接続されたコンプレッサ、第 1 の熱交換器、及び第 2 の熱交換器、並びに制御システムを有し、

コンプレッサが、未圧縮の蒸気を受け取るための入口と、圧縮された蒸気を排出するための出口と、出口の近傍に位置するディフューザーと、を有し、

ディフューザーが、出口への圧縮された蒸気の流れを許容するように構成された通路と、通路を通る圧縮された蒸気の流れを制御するために通路の寸法を変更するように通路内に調整自在に位置するリングと、

40

コンプレッサの安定的な作動を維持するための制御システムとを有し、

前記制御システムが、

コンプレッサ内の失速状況又はサージ状況のうちのいずれか一方の状況の検出にตอบสนองして、コンプレッサのディフューザーの流れ通路を閉じるように構成された少なくとも 1 つの第 1 の制御状態と、

失速状況又はサージ状況が存在しないとの決定にตอบสนองして、コンプレッサのディフューザーの流れ通路を開くように構成された第 2 の制御状態と、

前記少なくとも 1 つの第 1 の制御状態が、前記失速状況の検出にตอบสนองして入る失速反応

50

状態と、前記サージ状況の検出にตอบสนองして入るサージ反応状態と、

サージ反応状態内で修正されたサージ状況にตอบสนองしてディフューザーの流れ通路の寸法を維持するように構成されたサージ待機状態と、

前記サージ待機状態における失速状況の発生にตอบสนองして失速反応状態に入り、前記失速反応状態における失速状況の修正にตอบสนองしてサージ待機状態に入る、制御システムであり、

前記制御システムがコンプレッサの失速状況及びサージ状況のうちの1つの存在、又はコンプレッサの失速状況及びサージ状況の不存在にตอบสนองして通路内のリングの位置を調整することを特徴とする蒸気圧縮システム。

【請求項15】

前記制御システムがサージ状況又は失速状況の存在にตอบสนองして通路内へリングを伸長させることを特徴とする請求項14の蒸気圧縮システム。

【請求項16】

前記制御システムがサージ状況の検出にตอบสนองして所定のサージ反応時間期間だけ通路内へリングを連続的に伸長させ、検出された失速状況が修正されるか又はサージ状況が検出されるまで、失速状況の検出にตอบสนองして通路内へリングを連続的に伸長させることを特徴とする請求項15の蒸気圧縮システム。

【請求項17】

前記出口と入口との間で接続され、出口から入口への圧縮された冷媒蒸気の一部の流れを許容するように構成された高温ガスバイパス弁を更に有し、制御システムが高温ガスバイパス弁の開放にตอบสนองして通路内でリングを適所に維持することを特徴とする請求項14の蒸気圧縮システム。

【発明の詳細な説明】

【関連出願に対する相互参照】

【0001】

この出願は、2003年10月10日に提出された「SYSTEM AND METHOD FOR STABILITY CONTROL IN A CENTRIFUGAL COMPRESSOR」という名称の出願番号第10/683,772号の一部係属出願である。

【技術分野】

【0002】

この出願は、一般に制御システムに関する。特に、この出願は、コンプレッサの不安定状況にตอบสนองして遠心コンプレッサの変形状ディフューザー機構を制御するためのシステム及び方法に関する。

【背景技術】

【0003】

[0003]遠心コンプレッサは、コンプレッサの作動中にサージ状況(surge conditions)又は失速状況(stall conditions)のような不安定に遭遇することがある。サージ又はサージンは、遠心コンプレッサが軽負荷及び高圧力比率で作動するときに生じることのある不安定な状況である。サージは、圧力及び流れにおける変動、及び、時には、コンプレッサを通る完全な逆流を伴う遷移現象である。制御しない場合は、サージは、コンプレッサの回転素子及び静止素子の双方において過剰な振動を生じさせることがあり、コンプレッサの恒久的な損傷を招くことがある。サージ状況を修正又は修繕する1つの技術は、コンプレッサの入口での流れを増大させるようにコンプレッサの排気ガスの一部をコンプレッサの入口へ戻すために高温ガスバイパス弁の開放を含むことができる。

【0004】

[0004]遠心コンプレッサの回転失速は、コンプレッサの回転するインペラにおいて又はインペラの下流側の静止のディフューザーにおいて生じることがある。両者の場合、回転失速の存在は、コンプレッサ及び/又はシステムの性能に悪影響を及ぼすことがある。羽根無しラジアルディフューザーを備えた混合流れ式の遠心コンプレッサは、その意図する作動範囲の一部の範囲、又は、ある場合は、その全範囲にわたってディフューザーの回転

10

20

30

40

50

失速を生じさせることがある。典型的には、ディフューザーのデザインがディフューザー通路内での流れの一部の分離を伴わずにすべての流れを収容できないので、ディフューザーの回転失速が生じる。

【0005】

ディフューザーの回転失速は、低周波数音響エネルギー又は脈動の発生を招く。脈動は、ガス流れ通路内で大きな振幅を有することがあり、コンプレッサ、その制御子又は、他の関連する部品/システムの早期の故障を招くことがある。遠心コンプレッサ内の失速状況を修正又は修繕する1つの技術は、可変形状ディフューザー内のディフューザー空間の閉鎖を含むことができる。ディフューザー空間の閉鎖は、またサージ状況に抵抗するコンプレッサの能力を向上させることができる。しかし、ディフューザーギャップの過剰な閉鎖は、コンプレッサを通る流量又は容量を減少させることがある。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献1】米国特許第6,872,050号明細書

【特許文献2】米国特許第6,857,845号明細書

【特許文献3】米国特許第6,427,464号明細書

【特許文献4】米国特許第4,608,833号明細書

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

20

【0007】

[0005]本発明は、冷媒蒸気を圧縮するように構成された遠心コンプレッサを有する液体チラー(chiller; 冷却器)システムに関する。遠心コンプレッサは、未圧縮の冷媒蒸気を受け取るコンプレッサ入口と、圧縮された冷媒蒸気を排出するコンプレッサ出口とを有する。内部では、コンプレッサは、ディフューザーを通る圧縮された冷媒蒸気の流れ通路を変更するための調整可能なディフューザーリングを有する。液体チラーシステムは、またコンプレッサの出口及び入口間で接続された随意(optional)の高温ガスバイパス弁を含む。随意の高温ガスバイパス弁は、圧縮された冷媒蒸気の一部がコンプレッサの入口からコンプレッサの出口へ流れるのを許容するように、構成され、コンプレッサを通る最少の冷媒蒸気流量を維持するために使用される。

30

【0008】

液体チラーシステムは、更に遠心コンプレッサの安定的な作動を維持するようにディフューザー及び随意の高温ガスバイパス弁を制御するための安定制御システムを含む。安定制御システムは、遠心コンプレッサの失速状況の感知に応答してディフューザーリングを制御するための失速反応状態(stall reacting state)と、遠心コンプレッサのサージ状況の感知に応答してディフューザーリングを制御するためのサージ反応状態(surge reacting state)と、遠心コンプレッサ内での第2のサージ状況の感知に応答して随意の高温ガスバイパス弁を制御するための高温ガスオーバーライド状態(override state)と、ディフューザーリングのための最適の位置を得るようにディフューザーリングを制御するための探索状態(probing state)と、を有する。

40

【0009】

[0006]本発明は、更にコンプレッサと、閉冷媒回路(closed refrigerant circuit)に接続された凝縮器及び蒸発器を有するチラーシステムに関する。コンプレッサは、チラーシステムから未圧縮の冷媒蒸気を受け取るコンプレッサ入口と、圧縮された冷媒蒸気をチラーシステムへ排出するコンプレッサ出口とを有し、ディフューザーがコンプレッサ出口に隣接して位置する。ディフューザーは、コンプレッサ出口への圧縮された冷媒蒸気の通過を許容するように構成されたディフューザー空間を有し、ディフューザーリングがディフューザー空間を通る圧縮された冷媒蒸気の流れを制御するためにディフューザー空間の寸法を変更するようにディフューザー空間内で調整自在に位置する。チラーシステムは、またコンプレッサの安定的な作動を維持するようにコンプレッサ内の失速状況及びサージ

50

状況の検出にตอบสนองしてディフューザー空間内のディフューザーリングの位置を制御するための安定制御システムを含む。

【0010】

[0007]本発明は、また、コンプレッサ入口と、コンプレッサ出口と、調整可能な流れ通路を備えた可変形状ディフューザーと、を有する遠心コンプレッサの安定的な作動を維持するための安定制御システムに関する。安定制御システムは遠心コンプレッサ内での失速状況の感知にตอบสนองして可変形状ディフューザーの流れ通路を調整するための失速反応状態と、遠心コンプレッサ内でのサージ状況の感知にตอบสนองして可変形状ディフューザーの流れ通路を調整するためのサージ反応状態とを有する。

【0011】

[0008]本発明は、更に調整可能な流れ通路を備えた可変形状ディフューザーを有する遠心コンプレッサ内で安定制御を提供する方法に関する。この方法は、遠心コンプレッサの作動中に遠心コンプレッサ内のサージ状況を繰り返し感知する工程と、遠心コンプレッサの作動中に遠心コンプレッサ内の失速状況を繰り返し感知する工程と、所定のサージ反応時間期間だけ、遠心コンプレッサ内のサージ状況の検出にตอบสนองして可変形状ディフューザーの流れ通路を連続的に閉鎖する工程と、検出された失速状況が修正されるか又はサージ状況が検出されるまで、遠心コンプレッサ内の失速状況の検出にตอบสนองして可変形状ディフューザーの流れ通路を連続的に閉鎖する工程と、を含む。

【0012】

[0009]本発明は、また、コンプレッサの安定的な作動を維持するための制御システムに関する。制御システムは、コンプレッサ内の失速状況又はサージ状況のうちの1つの検出にตอบสนองしてコンプレッサのディフューザーの流れ通路を閉鎖するように構成された少なくとも1つの第1の制御状態を含む。制御システムは、また、失速状況又はサージ状況が不存在の決定にตอบสนองしてコンプレッサのディフューザーの流れ通路を開放するように構成された第2の制御状態を含む。

【0013】

[0010]本発明は、更に遠心コンプレッサ内の安定制御を提供する方法に関する。この方法は、遠心コンプレッサの作動中にサージ状況を繰り返し検出する工程と、遠心コンプレッサの作動中に失速状況を繰り返し検出する工程とを含む。方法は、また遠心コンプレッサ内でのサージ状況又は失速状況の検出にตอบสนองして遠心コンプレッサのディフューザーの流れ通路を閉鎖する工程と、失速状況又はサージ状況が不存在の検出にตอบสนองして遠心コンプレッサのディフューザーの流れ通路を開放する工程とを含む。

【0014】

[0011]本発明は、また蒸気圧縮システムに関する。蒸気圧縮システムは、閉ループとなって接続されたコンプレッサ、第1の熱交換器及び第2の熱交換器とを含む。コンプレッサは、未圧縮の蒸気を受け取るための入口と、圧縮された蒸気を排出するための出口とを含み、ディフューザーが出口の近傍に位置する。ディフューザーは、出口への圧縮された蒸気の流れを許容するように構成された通路と、通路を通る圧縮された蒸気の流れを制御するために通路の寸法を変更するように通路内に位置するリングとを有する。蒸気圧縮システムは、また、コンプレッサ内での失速状況及びサージ状況の存在又はコンプレッサ内での失速状況及びサージ状況の不存在のうちの一方にตอบสนองして通路内のリングの位置を調整するための制御システムを含む。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】図1は、蒸気圧縮システムの例示的な実施の形態を概略的に示す。

【図2】図2は、遠心コンプレッサ及びディフューザーの例示的な実施の形態の部分断面図を示す。

【図3】図3は、図1の蒸気圧縮システムのための制御システムの例示的な状態線図を示す。

【図4】図4は、図1の蒸気圧縮システムのための制御システムの別の例示的な状態線図

10

20

30

40

50

を示す。

【図5】図5は、蒸気圧縮システムの別の例示的な実施の形態を概略的に示す。

【図6】図6は、図5の蒸気圧縮システムのための制御システムの例示的な状態線図を示す。

【図7】図7は、図5の蒸気圧縮システムのための制御システムの別の例示的な状態線図を示す。

【発明を実施するための形態】

【0016】

[0019]図1は、加熱、通気及び空調(HVAC)、冷凍又は液体チラーシステムにおいて使用できる例示的な蒸気圧縮システムを概略的に示す。蒸気圧縮システム100は、モータ152により駆動されるコンプレッサ108、凝縮器112、膨張装置(図示せず)及び蒸発器126を通して例えば冷媒である流体を循環させることができる。システム100はまた制御パネル140を含むことができ、制御パネルは、アナログ/デジタル(A/D)コンバータ148と、マイクロプロセッサ150と、不揮発性メモリ144と、インターフェイスボード146とを有することができる。蒸気圧縮システム100内で冷媒として使用できる流体のいくつかの例は、フッ化水素系炭素(HFC)基礎の冷媒(例えばR-410A)、二酸化炭素(CO₂; R-744)及び任意の他の形式の冷媒である。

10

【0017】

[0020]コンプレッサ108と一緒に使用されるモータ152は、可変速度ドライブ(VSD)により稼働することができるか、または、交流(AC)又は直流(DC)電源から直接稼働することができる。使用する場合、可変速度ドライブは、特定の固定のライン電圧及び固定のライン周波数を有するAC電力をAC電源から受け取り、可変の電圧及び周波数を有する電力をモータに供給する。モータ152は、VSDにより稼働できるか、または、AC又はDC電源から直接稼働できる任意の形式の電気モータとすることができる。たとえば、モータ152は、切換え磁気抵抗モータ、誘導モータ、電氣的に整流される永久磁石モータ又は任意の他の適当なモータ形式とすることができる。代替の実施の形態においては、コンプレッサ108を駆動するために、スチーム又はガスタービン又はエンジン及び関連する素子のような他の駆動機構を使用することができる。

20

【0018】

[0021]コンプレッサ108は、冷媒蒸気を圧縮し、排出ラインを通して凝縮器112へ圧縮された蒸気を供給する。例示的な実施の形態においては、コンプレッサ108は、遠心コンプレッサとすることができる。コンプレッサ108により凝縮器112へ送給された冷媒蒸気は、例えば水又は空気のような流体へ熱を伝達する。冷媒蒸気は、流体との熱伝達の結果、凝縮器112内で冷媒液体に凝縮する。凝縮器112からの液体冷媒は、膨張装置(図示せず)を通して蒸発器126へ流れる。蒸発器126へ送給された液体冷媒は、例えば空気又は水のような流体から熱を吸収し、冷媒蒸気への位相変化を受ける。蒸気冷媒は、蒸発器126を出て、吸入ラインによりコンプレッサ108へ帰還し、サイクルを完成させる。

30

【0019】

[0022]図1に示す例示的な実施の形態においては、凝縮器112内の冷媒蒸気は、水と熱交換関係となり、冷却塔122に接続された熱交換器116を通して流れる。凝縮器112内の冷媒蒸気は、熱交換器コイル内の水との熱交換関係の結果、冷媒液体へと位相変化する。蒸発器126は、冷却負荷130に接続された供給ライン128S及び帰還ライン128Rを有する熱交換器128を含むことができる。熱交換器128は、蒸発器126内で複数のチューブ束を含むことができる。例えば水、エチレン、塩化カルシウムブレイン、塩化ナトリウムブレイン又は、任意の他の適当な補助の液体のような補助の液体は、帰還ライン128Rを介して蒸発器126内へ進行し、供給ライン128Sを介して蒸発器126から出る。蒸発器126内の液体冷媒は、熱交換器128内の補助の液体と熱交換関係となり、熱交換機コイル128内の補助の液体の温度を冷やす。蒸発器126内

40

50

の冷媒液体は、熱交換器コイル 1 2 8 内の補助の液体との熱交換関係の結果、冷媒蒸気へと位相変化する。

【 0 0 2 0 】

[0023]コンプレッサ 1 0 8 への入力即ち入口においては、コンプレッサ 1 0 8 への冷媒の流れを制御するために使用される 1 又はそれ以上の予備回転ベーン (P R V) 又は入口ガイドベーン 1 2 0 が存在する。コンプレッサ 1 0 8 への冷媒の量を増大させ、それによって、システム 1 0 0 の容量を増大させるように、予備回転ベーン 1 2 0 を開くために、アクチュエータが使用される。同様に、アクチュエータは、コンプレッサ 1 0 8 への冷媒の量を減少させ、それによって、システム 1 0 0 の冷却容量を減少させるように、予備回転ベーン 1 2 0 を閉じるために使用される。

10

【 0 0 2 1 】

[0024]図 2 は、遠心コンプレッサ及びディフューザーの例示的な実施の形態の部分断面図を示す。コンプレッサ 1 0 8 は、冷媒蒸気を圧縮するためのインペラ 2 0 2 を含む。次に、圧縮された蒸気は、ディフューザー 1 1 9 を通過する。ディフューザー 1 1 9 は、可変形状を有する羽根無しラジアルディフューザーとすることができる。可変形状ディフューザー (V G D) 1 1 9 は、ディフューザープレート 2 0 6 と、ノズルベースプレート 2 0 8 との間に形成された、冷媒蒸気の通過のためのディフューザー空間 2 0 4 を有する。ノズルベースプレート 2 0 8 は、ディフューザーリング 2 1 0 と一緒に使用するように構成される。

20

【 0 0 2 2 】

ディフューザーリング 2 1 0 は、ディフューザー空間即ち通路 2 0 4 を通過する冷媒蒸気の速度を制御するために使用される。ディフューザーリング 2 1 0 は、通路を流れる蒸気の流れの速度を増大させるためにディフューザー通路 2 0 4 内へ延びることができ、通路を流れる蒸気の流れの速度を減少させるためにディフューザー通路 2 0 4 から引き戻すことができる。ディフューザーリング 2 1 0 は、ディフューザーの可変形状を提供するように電気モータにより駆動される調整機構 2 1 2 を使用して伸縮できる。1つの例示的な可変形状ディフューザーの作動及び素子の一層詳細な説明は、参照としてここに組み込む、2 0 0 5 年 3 月 2 9 日に発行された米国特許第 6 , 8 7 2 , 0 5 0 号明細書において提供される。

30

【 0 0 2 3 】

[0025]制御パネル 1 4 0 は、システム 1 0 0 の性能を示す入力信号をシステム 1 0 0 から受け取ることのできる A / D コンバータ 1 4 8 を有する。たとえば、制御パネル 1 4 0 により受け取られる入力信号は、予備回転ベーン 1 2 0 の位置、蒸発器 1 2 6 からの退去冷液体温度、蒸発器 1 2 6 及び凝縮器 1 1 2 の圧力、及び、コンプレッサ排出通路内の聴覚即ち音響圧力測定値を含むことができる。制御パネル 1 4 0 は、またシステム 1 0 0 の作動を制御するためにシステム 1 0 0 の素子へ信号を伝達するためのインターフェイスボード 1 4 6 を有する。たとえば、制御パネル 1 4 0 は、存在する場合の随意の高温ガスバイパス弁 1 3 4 の位置を制御し、また、可変形状ディフューザー 1 1 9 内のディフューザーリング 2 1 0 の位置を制御するように、予備回転ベーン 1 2 0 の位置を制御するために信号を伝達することができる。

40

【 0 0 2 4 】

[0026]制御パネル 1 4 0 は、システム及びコンプレッサの安定性を維持するように、システム 1 0 0 の作動を制御するために、及び、特定のコンプレッサ状況に回答して可変形状ディフューザー 1 1 9 内でのディフューザーリング 2 1 0 の伸長及び引き戻しの時期を決定するために、制御アルゴリズム (algorithm ; 解法手順) を使用する。制御パネル 1 4 0 は、システム及びコンプレッサの安定性を維持するように、特定のコンプレッサ状況に回答して、存在する場合の随意の高温ガスバイパス弁 1 3 4 (図 5 乃至 7 を参照) を開閉するために、制御アルゴリズムを使用することができる。1つの実施の形態においては、制御アルゴリズムは、マイクロプロセッサ 1 5 0 により実行できる一連のインストラクションを有する、不揮発性メモリ 1 4 4 内に記憶されたコンピュータプログラムとするこ

50

とができる。

【0025】

1つの例示的な実施の形態においては、制御アルゴリズムは、コンピュータプログラムに埋め込まれ、マイクロプロセッサ150により実行される。しかし、制御アルゴリズムは、デジタル及び/又はアナログハードウェアを使用して履行及び実行することができることを理解すべきである。制御アルゴリズムを実行するためにハードウェアを使用した場合、制御パネル140の対応する形状は、必要な素子を組み込むように、及び、もはや必要となくなることのある任意の素子(例えばA/Dコンバータ148)を除去するように、変更することができる。

【0026】

[0027]図3、4、6及び7は、コンプレッサ及びシステムの安定性を維持するための安定制御アルゴリズムの例示的な状態線図を表す。安定制御アルゴリズムは、システムのための他の制御アルゴリズム(例えば差動制御アルゴリズム)に関して別個のプログラムとして実行できるか、または、安定制御アルゴリズムは、システムの他の制御アルゴリズム内に組み込むことができる。図3に示すように、安定制御を図1のシステム100に提供するための安定制御アルゴリズムの例示的な実施の形態の状態線図300は、6つの制御状態を有することができる。制御状態は：始動/休止(シャットダウン)状態302と；失速待機状態304と；失速反応状態306と；探索状態308と；サージ待機状態310と；サージ反応状態312とを含む。各制御状態は、特定の制御状態のための対応する制御操作を実行するために1又はそれ以上のプログラム又はアルゴリズム又は他の制御装置又は設備を含むことができる。

【0027】

[0028]始動/休止状態302は、システム100の作動中の安定制御アルゴリズム300における最初及び最後の制御状態である。不活動状態からシステム100を始動又は開始すると、安定制御アルゴリズム300は、始動/休止状態302に入る。同様に、システム100を失速即ち休止すべき場合、システム100を制御している別の制御アルゴリズム又は、安定制御アルゴリズム300からの休止コマンドに応答して、安定制御アルゴリズム300内の他の制御状態の任意の1つの状態から始動/休止状態302に入る。安定制御アルゴリズム300は、コンプレッサ108が始動するまで、始動/休止状態302に留まる。始動/休止状態302においては、可変形状ディフューザー119のディフューザーリング210は、完全に開いた位置即ち完全に引き戻された位置へ移動し、それによって、ディフューザー空間204を完全に開く。

【0028】

[0029]コンプレッサ108が始動した後に、失速待機状態304に入る。失速反応状態306における失速状況の修正に続いて、失速待機状態304に入ることができる。安定制御アルゴリズム300は、次の状況のうちの1つが生じるまで、失速待機状態304に留まる。このような次の状況とは：所定の失速待機期間が終了した状況；サージ状況が検出された状況；失速状況が検出された状況；または、予備回転ベーン120が所定のPRVオフセット量以上に移動した状況；である。予備回転ベーン120の運動は、コンプレッサの状況(例えば流れ及び/又はヘッド)が変化しており、可変形状ディフューザー119の調整が必要となることがあるというインジケータの表示とすることができる。

【0029】

例示的な実施の形態によれば、所定の失速待機期間は、約0.5分から約15分までの範囲とすることができ、約10分とすることができ、所定のPRVオフセット量は、予備回転ベーンの運動範囲の0%から約5%までの範囲とすることができ、約3%とすることができ。失速待機状態304においては、可変形状ディフューザー119のディフューザーリング210は、可変形状ディフューザー119のディフューザーリング210が先の状態内において、ディフューザー空間204の開放を保持又は維持しているような位置と同じ位置に保持又は維持される。

【0030】

10

20

30

40

50

[0030]失速待機状態304又は、探索状態308のいずれかにおけるコンプレッサ108の失速の検出に応答して、失速反応状態306に入る。コンプレッサの失速を検出するための例示的な技術の工程及び素子の一層詳細な説明は、参照としてここに組み込む、2005年2月22日に発行された米国特許第6,857,845号明細書において提供される。しかし、システムの失速を検出するために、任意の適当な失速検出技術を使用できることを理解すべきである。安定制御アルゴリズム300は、コンプレッサ108内で検出された失速状況が修正又は修繕されるまで、または、サージ状況がコンプレッサ108内で検出されるまで、失速反応状態306に留まる。

【0031】

例示的な実施の形態によれば、失速状況は、対応する失速センサ電圧が所定の失速最小しきい電圧よりも小さくなったという事実に応答して、修正又は修繕されたものとみなされ、その所定の失速最小しきい電圧は、約0.4ボルトから約0.8ボルトの範囲とすることができ、約0.6ボルトとすることができる。失速反応状態306においては、可変形状ディフューザー119のディフューザーリング210は、コンプレッサ108内で検出された失速状況が修正又は修繕されるまで、閉位置の方へ連続的に延びて、ディフューザー空間204の開口を閉じる。失速反応状態306における失速状況が修正又は修繕されたとき、安定制御アルゴリズム300は、失速待機状態304へ戻る。

【0032】

[0031]所定の失速待機期間の終了又は失速待機状態304での所定のPRVオフセット量よりも大きな予備回転ベーン120の運動に応答して、探索状態308に入る。サージ待機状態310における所定のサージ待機期間の終了に続いて、探索状態308に入ることができる。安定制御アルゴリズム300は、コンプレッサ108内で失速状況又はサージ状況が検出されるまで、探索状態308に留まる。例示的な実施の形態によれば、失速状況は、対応する失速センサ電圧が所定の失速最大しきい電圧よりも大きくなったという事実に応答して、検出され、その所定の失速最大しきい電圧は、約0.6ボルトから約1.2ボルトの範囲とすることができ、約0.8ボルトとすることができる。探索状態308においては、可変形状ディフューザー119のディフューザーリング210は、サージ状況又は失速状況がコンプレッサ108内で検出されるまで、開くか又は引き戻されて、ディフューザー空間204の開度を増大させる。

【0033】

例示的な実施の形態によれば、可変形状ディフューザー119のディフューザーリング210は、所定のパルス間隔を有するパルスによりトリガされる増分的な量又は段階ずつ開かれるか又は引き戻され、その所定のパルス間隔は、約0.5秒から約5秒までの範囲とすることができ、約1又は2秒とすることができる。例えばコンプレッサ容量の70%よりも小さいような一層小さなコンプレッサ負荷においては、失速状況は典型的には、サージ状況が生じることのできる前に、検出され、制御される。しかし、コンプレッサ容量の70%よりも大きいような一層大きなコンプレッサ負荷及び極めて高いヘッド又はリフトにおいては、サージ状況は探索状態308にある間に生じることがあり、これは本質的に一時的なもので、失速ノイズとして検出されない。

【0034】

[0032]失速待機状態304、失速反応状態306又は探索状態308のいずれかにおけるコンプレッサ108内でのサージの検出に応答して、サージ反応状態312に入る。コンプレッサ108内でサージを検出する例示的な技術のための工程及び素子の一層詳細な説明は、参照としてここに組み込む、米国特許第6,427,464号明細書において提供される。しかし、任意の適当なサージ検出技術をシステムと一緒に使用できることを理解すべきである。所定のサージ反応時間が終了するまで、安定制御アルゴリズム300は、サージ反応状態312に留まる。

【0035】

例示的な実施の形態によれば、所定のサージ反応時間は、約1秒から約30秒までの範囲とすることができ、約5秒とすることができる。サージ反応状態312においては、可

10

20

30

40

50

変形状ディフューザー 119 のディフューザーリング 210 は、所定のサージ反応時間にわたって閉位置の方へ連続的に延びて、ディフューザー空間即ちギャップ 204 を減少させ、一層安定的なコンプレッサ作動容量を提供する。サージ反応時間期間は、可変形状ディフューザーリング機構 212 の全体の速度、アクチュエータモータの駆動及びサージ安定性を達成するために必要な所望の VGD リング 210 の運動応じて、変更することができる。

【0036】

[0033] サージ反応状態 312 においてコンプレッサ 108 内のサージ状況が修正又は修繕されたとき、サージ待機状態 310 に入る。安定制御アルゴリズム 300 は、所定のサージ待機期間が終了するか、または、コンプレッサ 108 が別のサージ状況に入るまで、サージ待機状態 310 に留まる。例示的な実施の形態によれば、所定のサージ待機期間は、約 0.5 分から約 15 分までの範囲とすることができ、約 10 分とすることができる。サージ待機状態 310 においては、可変形状ディフューザー 119 のディフューザーリング 210 は、可変形状ディフューザー 119 のディフューザーリング 210 が先の状態内において、ディフューザー空間 204 の開放を保持又は維持しているような位置と同じ位置に保持又は維持される。

10

【0037】

例示的な実施の形態においては、安定制御アルゴリズム 300 は、サージ待機状態 310 における別のサージ状況の検出に回答してサージ反応状態 312 へ再度入ることができる。代わりに、サージ待機状態 310 における別のサージ状況の検出に回答して、別の制御アルゴリズムを使用することができる。サージ事象は、コンプレッサを休止させる時期を決定するために独立的に又は制御アルゴリズムの一部としてカウントすることができる。短時間期間内で継続するサージの場合、安定制御アルゴリズム 300 又は別の制御アルゴリズムは、コンプレッサ 108 の損傷を回避するために警報又はコンプレッサ 108 の休止保護を提供することができる。そのほかは、サージ待機状態 310 における所定のサージ待機期間の終了に回答して、安定制御アルゴリズム 300 は探索状態 308 に入る。

20

【0038】

[0034] 図 4 は、図 3 の状態制御線図と同様の制御システムのための別の例示的な状態線図を示すが、違いは、所定のサージ待機期間が終了するか、または、失速状況が検出されるか、または、コンプレッサ 108 が別のサージ状況に入るまで、安定制御アルゴリズム 300 は、サージ待機状態 310 に留まり、(サージ待機状態 310、探索状態 308 又は失速待機状態 304 のいずれかから) コンプレッサ 108 内で検出された失速状況が修正又は修繕されるまで、または、サージ状況がコンプレッサ 108 内で検出されるまで、安定制御アルゴリズム 300 は、失速反応状態 306 に留まることである。サージ待機状態 310 にある間に失速状況が生じた場合、安定制御アルゴリズム 300 は、サージ待機状態 310 におけるサージ待機期間のためのタイマーを中断又は中止させ、失速反応状態 306 に入る。

30

【0039】

サージ待機状態 310 からコンプレッサ 108 内で検出された失速状況が修正又は修繕されるまで、または、サージ状況がコンプレッサ 108 内で検出されるまで、安定制御アルゴリズム 300 は、失速反応状態 306 に留まる。サージ待機状態 310 からコンプレッサ 108 内で検出された失速状況が修正又は修繕されたとき、安定制御アルゴリズム 300 は、サージ待機状態 310 へ再度入り、サージ待機状態 310 におけるサージ待機期間のためのタイマーを再始動させる。別の例示的な実施の形態においては、安定制御アルゴリズム 300 がサージ待機状態 310 へ再度入ったとき、サージ待機期間のためのタイマーは、完全な時間期間だけサージ待機状態 310 に留まるように再始動できる。

40

【0040】

[0035] 図 5 は、蒸気圧縮システムの別の例示的な実施の形態を概略的に示す。図 5 に示す蒸気圧縮システム 200 は、図 1 に示す蒸気圧縮システム 100 と同様であるが、違いは、高温ガスバイパスライン 132 及び高温ガスバイパス (HGBP) 弁 134 がコンプレ

50

レッサ 108 の出口即ち排出部と予備回転ベーン 120 の入口との間で接続されていて、HGBP 弁 134 が開いたときに、サージ状況の存在にตอบสนองして、コンプレッサの排出部からの圧縮された冷媒をコンプレッサ 108 の入口へ送給又は帰還させることができることである。HGBP 弁 134 の位置は、もしあれば圧縮された冷媒の量を規制するように制御され、これはコンプレッサ 108 に提供される。HGBP 弁のための例示的な制御工程の説明は、参照としてここに組み込む、上記米国特許第 6,427,464 号明細書において提供される。しかし、任意の適当な HGBP 弁及び対応する制御プロセスをシステムと一緒に使用できることを理解すべきである。

【0041】

[0036] 図 6 は、図 5 の蒸気圧縮システムのための制御システムのための例示的な状態線図を示す。図 6 に示すように、図 5 のシステムに安定制御を提供する安定制御アルゴリズムの実施の形態のための状態線図 500 は、図 3 に示し詳細に上述した安定制御アルゴリズム 300 のための状態線図と同様であるが、違いは、第 7 の制御状態である高温ガスオーバーライド状態 314 及び高温ガスオーバーライド状態 314 への対応する内部接続部を付加したことである。

10

【0042】

[0037] サージ反応状態 312 への可能な帰還又は安定制御アルゴリズム 300 に関して上述したような別のサージ状況の検出にตอบสนองしての別の制御アルゴリズムの使用の代わりに、サージ待機状態 310 の間にコンプレッサ 108 が第 2 のサージ状況を体験したことに応じて、高温ガスオーバーライド状態 314 に入る。安定制御アルゴリズム 500 は、システムを制御する別の制御アルゴリズムからの HGBP 弁開放コマンドの検出にตอบสนองして、失速待機状態 304、失速反応状態 306 又は探索状態 308 から高温ガスオーバーライド状態 314 へ入ることができる。HGBP 弁開放コマンドは、参照としてここに組み込む、上記米国特許第 6,427,464 号明細書に記載されたように、または、任意の他の適当な HGBP 弁を使用して、発生させることができる。

20

【0043】

安定制御アルゴリズム 500 は、HGBP 弁 134 が閉位置へ帰還するまで、高温ガスオーバーライド状態 314 に留まる。高温ガスオーバーライド状態 314 においては、可変形状ディフューザー 119 のディフューザーリング 210 は、HGBP 弁 134 が閉位置にあるときにはいつでも適所に保持又は固定され、それによって、システムのヘッドが後に下降し、HGBP 弁 134 が閉じたときに、同様のサージ安定の位置に可変形状ディフューザー 119 を保つために、ディフューザー空間 204 の開度を保持又は固定する。高温ガスオーバーライド状態 314 において HGBP 弁 134 が閉じたとき、安定制御アルゴリズム 500 は、失速待機状態 304 に入る。

30

【0044】

[0038] 図 7 は、図 6 と同様の制御システムのための別の例示的な状態線図を示すが、違いは、所定のサージ待機期間が終了するか、失速状況が検出されるか、または、コンプレッサ 108 が別のサージ状況にはいるまで、安定制御アルゴリズム 500 がサージ待機状態 310 に留まり、(サージ待機状態 310、探索状態 308 又は失速待機状態 304 のいずれかから) コンプレッサ 108 内で検出された失速状況が修正又は修繕されるまで、または、サージ状況がコンプレッサ 108 内で検出されるまで、安定制御アルゴリズム 500 が失速反応状態 306 に留まることである。サージ待機状態 310 にある間に失速状況が生じた場合は、安定制御アルゴリズム 500 は、サージ待機状態 310 におけるサージ待機期間のためのタイマーを中断又は中止させ、失速反応状態 306 に入る。

40

【0045】

安定制御アルゴリズム 500 は、サージ待機状態 310 からコンプレッサ 108 内で検出された失速状況が修正又は修繕されるまで、または、サージ状況がコンプレッサ 108 内で検出されるまで、失速反応状態 306 に留まる。サージ待機状態 310 からコンプレッサ 108 内で検出された失速状況が修正又は修繕されたとき、安定制御アルゴリズム 500 は、サージ待機状態 310 に再度入り、サージ待機状態におけるサージ待機期間のた

50

めのタイマーを再始動させる。別の例示的な実施の形態においては、安定制御アルゴリズム500がサージ待機状態310に再度入ったとき、サージ待機期間のためのタイマーは、全時間期間に対してサージ待機状態310内に留まるように再始動することができる。

【0046】

[0039]例示的な実施の形態においては、モータ152は、モータ152の速度を変更する可変速度ドライブ(図示せず)に接続される。可変速度ドライブ(VSD)によるコンプレッサの速度の変更は、システムを通る冷媒蒸気の流量及びサージ状況に関するコンプレッサの安定性の双方に影響を及ぼす。安定制御アルゴリズム300、500は、可変速度ドライブに関連して使用することができる。可変速度ドライブを使用した場合、安定制御アルゴリズム300、500がサージ反応状態312にある間にサージが検出されたときに、一層速い速度でコンプレッサを作動させるために、システム作動パラメータ及びコンプレッサPRV位置情報を利用する適応容量制御ロジックを使用することができる。過去の性能パラメータは、適応容量制御ロジックにより未来のサージ状況を回避するためにメモリ内でマップ化又は記憶できる。例示的な適応容量制御工程の説明は、参照としてここに組み込む、米国特許第4,608,833号明細書において提供される。しかし、任意の適当な適応容量制御工程をシステムと一緒に使用できることを理解すべきである。

10

【0047】

[0040]本発明のある特徴及び実施の形態のみを図示し、説明したが、当業者なら、特許請求の範囲に記載した要旨の新規な教示及び利点から本質的に逸脱することなく、多くの修正及び変更(例えば、規模、寸法、構造、形状及び種々の素子の割合の変更、パラメータ(例えば、温度、圧力等)の値、装着構成、材料、色彩、方位の使用等)を行うことができる。任意のプロセス又は方法工程の順番又は順序は、代替りの実施の形態に従って変更又は順番変えできる。

20

【0048】

それ故、特許請求の範囲は、本発明の真の精神内に入るようなすべてのこのような修正及び変更をカバーすることを意図するものであることを理解すべきである。更に、例示的な実施の形態の簡潔な説明を提供する努力として、実際の履行のすべての特徴は述べなかった(即ち、本発明を実行する現時点で考えられる最良のモードに関係しないもの、または、特許請求の範囲の発明を可能にすることに関係しないものは述べなかった)。任意の技術的又は設計的なプロジェクトにおけるような、任意のこのような実際の履行の開発において、多くの履行上の特定の決定を行うことができることを認識すべきである。このような開発努力は、複雑で時間を消費するかもしれないが、それにも拘わらず、過度な経験を伴わずにこの開示の利益を有する当業者にとっては、設計、製作及び製造の日常の仕事であろう。

30

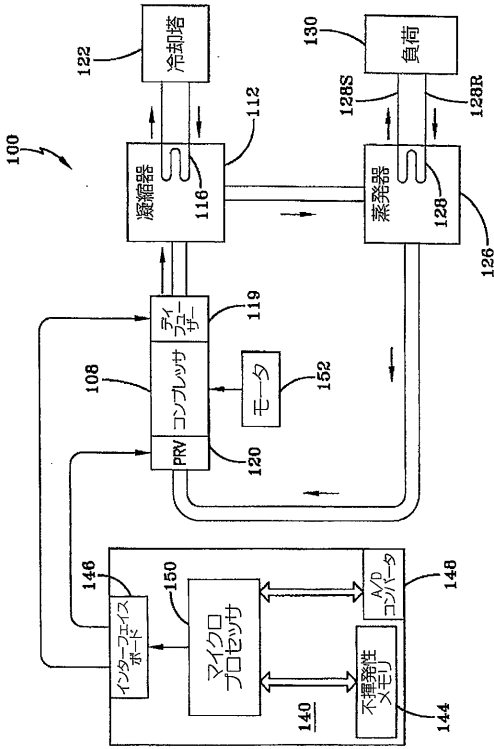
【符号の説明】

【0049】

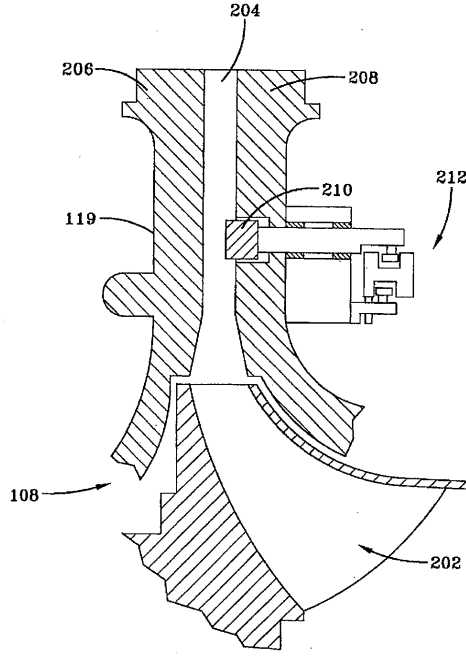
100、200：蒸気圧縮システム、108：コンプレッサ、112：凝縮器、119：ディフューザー、120：予備回転ベーン、126：蒸発器、134：高温ガスバイパス弁、204：ディフューザー空間、210：ディフューザーリング、300、500：安定制御アルゴリズム、302：始動/休止状態、304：失速待機状態、306：失速反応状態、308：探索状態、310：サージ待機状態、312：サージ反応状態、314：高温ガスオーバーライド状態。

40

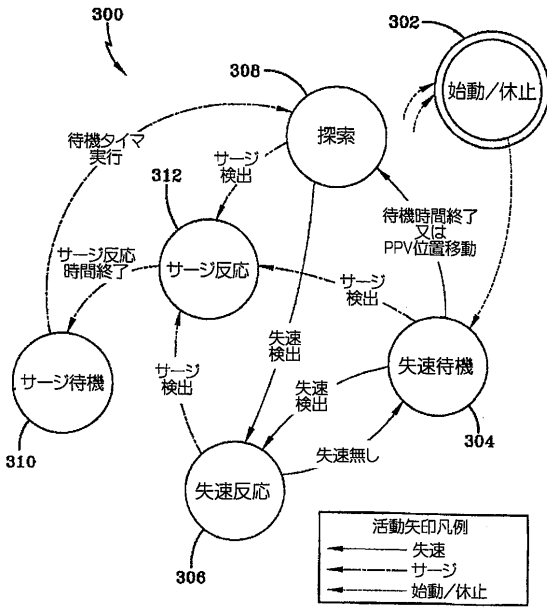
【図1】



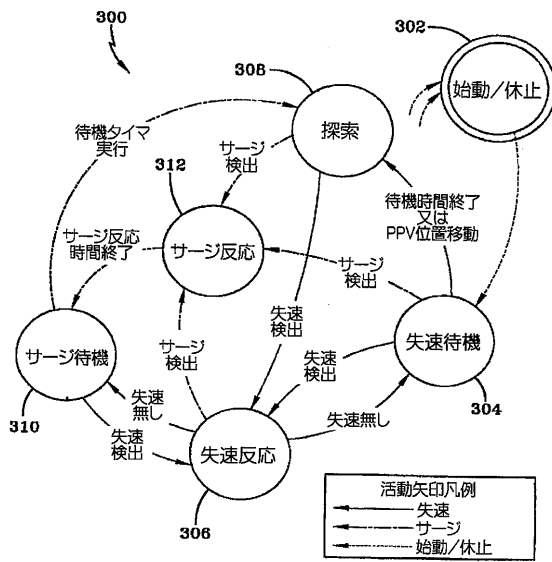
【図2】



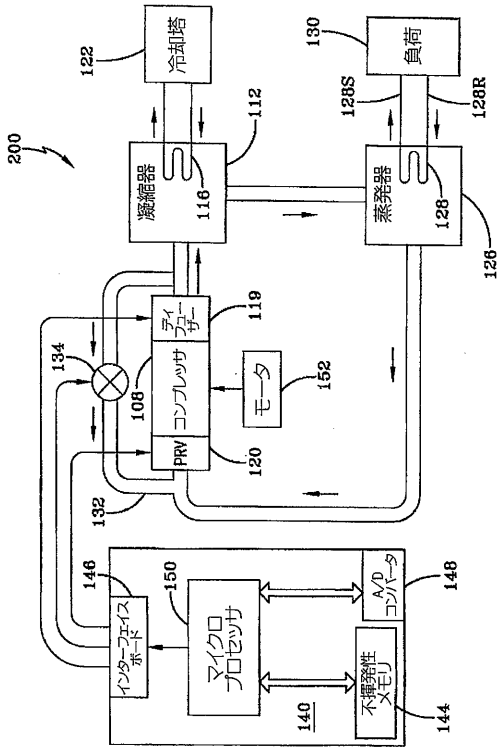
【図3】



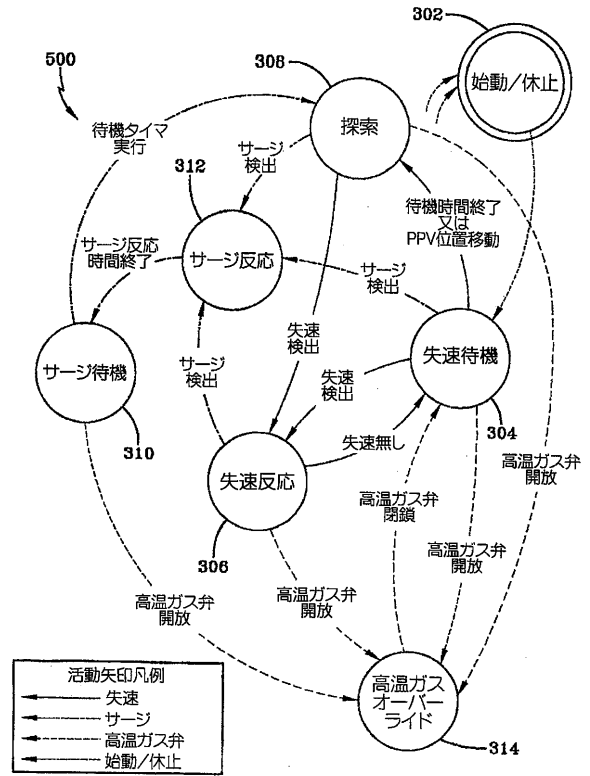
【図4】



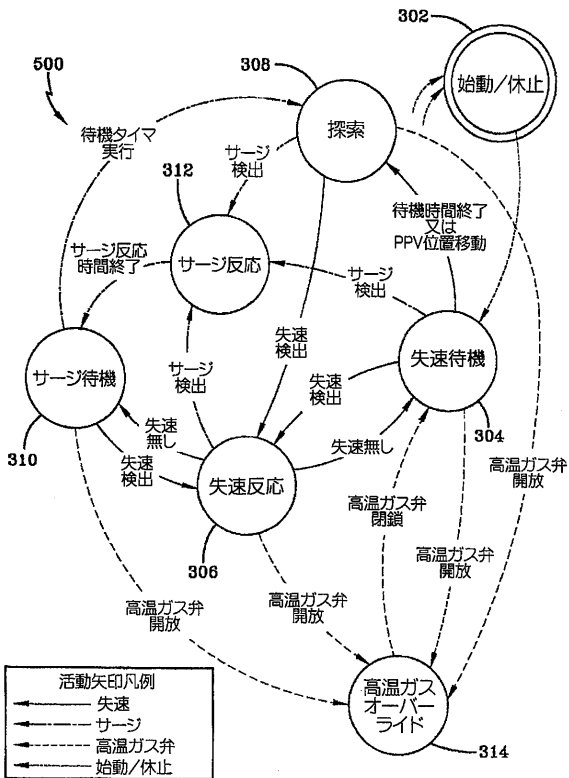
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

(74)代理人 100118902

弁理士 山本 修

(72)発明者 ボデル, マーク・アール

アメリカ合衆国ペンシルバニア州 1 7 4 0 3 , ヨーク, カールリン・ドライブ 2 4 1 3

(72)発明者 スタブレイ, ロバート・イー

アメリカ合衆国ペンシルバニア州 1 7 3 1 3 , ダラスタウン, ブラッドレイ・アベニュー 2 8 4
3

(72)発明者 ミラー, ワンダ・ジェイ

アメリカ合衆国ウィスコンシン州 5 3 0 9 2 , メクオン, ワインサップ・コート 1 1 1 9

Fターム(参考) 3H021 AA01 BA25 BA26 CA00 DA13 EA03 EA05 EA10 EA16

3H130 AA14 AA22 AA36 AB27 AB46 AC11 BA03B BA03H BA72B BA76B

BA87B BA87H CA07 DA02Z DD09Z DF01X DF03X EA03B EA03H EA07B

ED05B ED05H