(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2009-197624
(P2009-197624A)
(43)公開日　平成21年9月3日(2009.9.3)

(51)Int.Cl.			F I			テーマコード（参考）
F02C	7/143	(2006.01)	F02C	7/143		
F02C	3/30	(2006.01)	F02C	3/30	B	

審査請求 未請求　請求項の数 20　ＯＬ　（全 12 頁）

(21)出願番号　特願2008-38275(P2008-38275)
(22)出願日　平成20年2月20日(2008.2.20)

(71)出願人　390041542
ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ
ＧＥＮＥＲＡＬ　ＥＬＥＣＴＲＩＣ　ＣＯＭＰＡＮＹ
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　100093908
弁理士　松本　研一
(74)代理人　100105588
弁理士　小倉　博
(74)代理人　100129779
弁理士　黒川　俊久
(74)代理人　100137545
弁理士　荒川　聡志

最終頁に続く

(54)【発明の名称】タービンエンジン用の湿り圧縮システム

(57)【要約】
【課題】
第１段ロータ動翼の根元部でのエロージョン等の問題を回避しつつ、湿り圧縮による出力増加を達成するための改良システムの提供。
【解決手段】ガスタービン圧縮機用の湿り圧縮システムにおいて、微細液滴を噴霧するための複数のノズルをベルマウスの後方セクションに配置する。ベルマウスの後方セクションはベルマウスの下流側半分でよく、ノズルは、各々ベルマウスの内径ケーシングとベルマウスの外径ケーシングとをつなぐ構造部材を含む複数の支柱に連結してもよい。ある実施形態では、ノズルは、１以上の支柱の前縁に配置され、ベルマウスの内径ケーシングとノズルとの間で約０．２m以上の最小間隔を保つ。別の実施形態では、ノズルは１以上の支柱の後縁に配置され、ベルマウスの内径ケーシングとノズルとの間で約０．０５mの以上の最小間隔を保つ。
【選択図】　図２

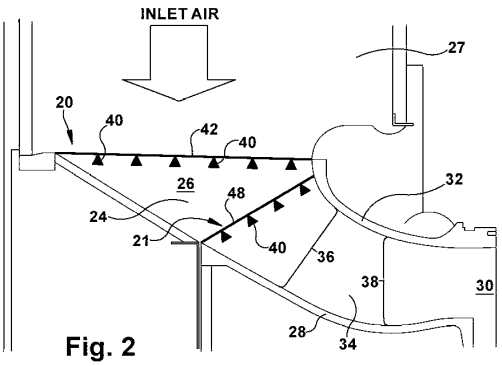

Fig. 2

【特許請求の範囲】
【請求項１】
ベルマウスを有するガスタービン圧縮機用の湿り圧縮システムであって、ベルマウスの後方セクション内に配置された、微細液滴を噴霧するための複数のノズルを備える、湿り圧縮システム。
【請求項２】
ベルマウスの内径ケーシングから外径ケーシングにまたがる複数の支持部材であって、ベルマウスの後方セクション内でノズルを支持する支持部材をさらに含む、請求項１記載の湿り圧縮システム。
【請求項３】
前記支持部材がベルマウスの周囲に円周方向に一定間隔で配置され、ベルマウスの後方セクションを通過する作動流体の流れに対して略垂直に整列している、請求項２記載の湿り圧縮システム。
【請求項４】
前記支持部材の軸方向位置が前記支柱の前縁近傍の位置を含む、請求項２記載の湿り圧縮システム。
【請求項５】
前記支持部材の軸方向位置が前記支柱の後縁近傍の位置を含む、請求項２記載の湿り圧縮システム。
【請求項６】
前記ベルマウスの後方セクションがベルマウスの下流側半分を含む、請求項１記載の湿り圧縮システム。
【請求項７】
前記ベルマウスの後方セクションが、支柱の前縁近傍の位置の下流のベルマウスセクションを含む、請求項１記載の湿り圧縮システム。
【請求項８】
前記ベルマウスが複数の支柱を含んでいて、該支柱が、ベルマウスの周囲に円周方向に略一定間隔で配置されていて内径ケーシングを外径ケーシングと連結する構造部材を含む、請求項１記載のシステム。
【請求項９】
前記ノズルが１以上の支柱の前縁に配置されている、請求項８記載のシステム。
【請求項１０】
ベルマウスの内径ケーシングとノズルとの間の最小間隔が維持される、請求項９記載のシステム。
【請求項１１】
最小間隔が約０．２ｍ以上である、請求項１０記載のシステム。
【請求項１２】
１以上のノズルが液滴を支柱の一方の側面に向け、１以上のノズルが液滴を支柱の他方の側面に向けるように、前記ノズルが配向している、請求項９記載のシステム。
【請求項１３】
前記ノズルが１以上の支柱の後縁に位置する、請求項８記載のシステム。
【請求項１４】
１以上のノズルが液滴を支柱の一方の側面に向け、１以上のノズルが液滴を支柱の他方の側面に向けるように、前記ノズルが配向している、請求項１３記載のシステム。
【請求項１５】
ベルマウスの内径ケーシングとノズルとの間の最小間隔が維持される、請求項１３記載のシステム。
【請求項１６】
最小間隔が約０．０５ｍ以上である、請求項１５記載のシステム。
【請求項１７】

ベルマウスの内径ケーシングとノズルとの間の最小間隔が維持され、最小間隔が約０．０５ｍ以上である、請求項１５記載のシステム。
【請求項１８】
ベルマウスを有するガスタービン圧縮機用の湿り圧縮システムであって、当該システムが、ベルマウスの後方セクション内に配置された、微細液滴を噴霧するための複数のノズルを備えており、
ベルマウスの後方セクションがベルマウスの下流側半分を含み、上記ノズルが複数の支柱に連結していて、各支柱が、ベルマウスの内径ケーシングとベルマウスの外径ケーシングとをつなぐ構造部材を含む、湿り圧縮システム。
【請求項１９】
ノズルが１以上の支柱の前縁に位置しており、ベルマウスの内径ケーシングとノズルとの間に約０．２ｍ以上の最小間隔が維持される、請求項１８記載のシステム。
【請求項２０】
ノズルが１以上の支柱の後縁に位置しており、ベルマウスの内径ケーシングとノズルとの間に約０．０５ｍ以上の最小間隔が維持される、請求項１８記載のシステム。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本願は、概して、湿り圧縮によってタービンエンジンでの出力増加を達成するためのシステムに関する。具体的には、第１段ロータ動翼の根元部でのエロージョンを起こさずに、湿り圧縮によって出力増大を達成するシステムに関する。
【背景技術】
【０００２】
ガスタービンユニットで発生する出力を増大させるため、水その他の適当な液体又は液体混合物をガスタービンの作動流体に添加できることは周知である。有効出力の増加は、特に、添加した水の冷却作用によって、圧縮機の出力消費が低減してガスタービンユニットの燃焼が高まること、並びにタービン動翼を通過する質量流量の増加による。
【０００３】
水は蒸気（つまり加湿空気）の形態でも、或いは微細液滴の状態（これが本発明に関連する。）でも添加でき、水は空気中の水分の飽和レベル以上で添加できる。この技術は、通常、ガスタービンユニットの圧縮機に導入される空気流に特定の大きさの液滴（通例は水滴）を添加すること（いわゆる「湿り圧縮」）によって実施される。湿り圧縮によって、吸気流が圧縮機段を通過するときに水の気化潜熱で吸気流が冷却されるので、吸気の圧縮に要する出力が低減するため、タービンの有効出力が増大する。
【０００４】
タービンの出力を増大するために「湿り圧縮」を用いる公知のシステムは多数存在する。しかし、これら既存の湿り圧縮システムでは、水滴の移動経路の問題に対処していない。これらのシステム自体は、以下で説明する通り、第１段ロータ動翼根元部でのかなりのレベルのエロージョンの一因となるが、これは産業上重大な問題である。
【０００５】
公知のシステムでは、通例、作動流体に水滴を噴霧するため、圧縮機入口からかなり離れた位置、例えば入口プレナム又はベルマウスの入口などに配置された水ノズルが使用される。この位置で噴霧された水滴はベルマウスの湾曲部を経て移動するが、そのため水滴がベルマウスケーシングの内径に向かって押し流される。したがって、水滴の多くはベルマウスケーシングの内径のごく近傍で圧縮機入口に近づくため、これらの水滴はロータ動翼の根元部と半径方向に同じ位置に位置する。圧縮機入口に入る流れは実質的に層流であるので、これらの水滴をロータ動翼の根元部に向けて運ぶ。
【０００６】
この領域での高い流速のため（水滴が１００～１７０ｍ／ｓで移動することもある。）、ロータ動翼の根元部に水滴が衝突するとエロージョンを起こしかねず、ひいてはエロー

ジョンピットが発達するおそれがある。本明細書で用いるロータ動翼の根元部とは、ロータ動翼の翼形部をロータに連結するロータ動翼の基部又は下側部分と一般に定義される。当業者には明らかであろうが、翼形部の重量及び圧縮機の高い回転速度のため、ロータ動翼の根元部は作動時に、ロータ動翼の他の部分よりも大きな応力を受ける。そのため、根元部のエロージョンは特に厄介な問題である。例えば、水滴に起因するエロージョンピットが臨界欠陥寸法を越えると、ロータ動翼が完全に破損して、翼形部が根元部から分離してしまうことがある。かかる事態は、タービンユニットに多大な損傷をもたらす。

【０００７】

このように、ロータ動翼の根元部のエロージョンは、圧縮機入口からかなり遠い上流に噴霧ノズルを配置するという慣行に部分的に起因する。この慣行のため、ロータ動翼の根元部から離れた部分に水滴を向けることができない。さらに、かかる上流に位置する噴霧ノズルは、ベルマウスケーシング壁（特に内径）にかなりの濡れを生じるおそれがある。この場所が濡れると、大きな水滴を生じるが、それらはベルマウスケーシング壁から離れて圧縮機に入る際にロータ動翼の根元部に当たる位置にある。かかる上流に位置する噴霧ノズルは、圧縮機外側ケーシングもかなり濡らして冷却してしまい、クリアランスを不都合なまでに減少しかねない。ダクト内に位置するノズルも水の同伴性が不が十分となって入口プレナムの底に水が溜まるおそれがあり、排水のため排水管が必要となりかねない。

【特許文献１】米国特許第５００１５４０号明細書
【特許文献２】米国特許第５８６７９７７号明細書
【特許文献３】米国特許第６５３０２１０号明細書
【特許文献４】米国特許第６５５３７６８号明細書
【特許文献５】米国特許出願公開第２００５／００７６６４６号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【０００８】

そこで、第１段ロータ動翼の根元部でのエロージョンその他上述の問題を回避しつつ、湿り圧縮による出力増加を達成するための改良システムが必要とされている。

【課題を解決するための手段】

【０００９】

本願では、ベルマウスを有するガスタービン圧縮機用の湿り圧縮システムであって、ベルマウスの後方セクション内に配置された、微細液滴を噴霧するための複数のノズルを備える、湿り圧縮システムについて記載する。幾つかの実施形態では、湿り圧縮システムは、さらに、各々ベルマウスの内径ケーシングと外径ケーシングの間にまたがる支持部材を複数含んでいてもよく、支持部材はベルマウスの後方セクションでノズルを支持する。支持部材は、ベルマウスの周囲に円周方向に一定間隔で配置させ、ベルマウスの後方セクションを通過する作動流体の流れに対して略垂直に整列するように配置してもよい。

【００１０】

幾つかの実施形態では、支持部材の軸方向位置は支柱の前縁近傍の位置でよい。別の実施形態では、支持部材の軸方向位置は支柱の後縁近傍の位置でよい。ベルマウスの後方セクションはベルマウスの下流側半分でよい。別の実施形態では、ベルマウスの後方セクションは、支柱の前縁近傍の位置の下流側であるベルマウスのセクションであってもよい。

【００１１】

幾つかの実施形態では、ベルマウスは複数の支柱を含んでいてもよい。支柱は、ベルマウスの周囲に略一定間隔で配置され内径ケーシングを外径ケーシングと連結する構造部材であってもよい。ノズルは１以上の支柱の前縁に配置し得る。かかる実施形態では、ベルマウスの内径ケーシングとノズルとの間に約０．２ｍ以上の最小間隔を維持してもよい。ノズルは、１以上のノズルが液滴を支柱の一方の側面に向け、１以上のノズルが液滴を支柱の他方の側面に向けるように配向させてもよい。

【００１２】

別の実施形態では、ノズルは１以上の支柱の後縁に配置し得る。かかる実施形態では、

ノズルは、１以上のノズルが液滴を支柱の一方の側面に向け、１以上のノズルが液滴を支柱の他方の側面に向けるように配向させてもよい。かかる実施形態では、さらに、ベルマウスの内径ケーシングとノズルとの間で最小間隔を維持してもよい。最小間隔は約０．０５ｍ以上とし得る。

【００１３】

さらに、本願は、微細液滴を噴霧するためにベルマウスの後方セクション内に配置された複数のノズルを含むベルマウスを有する、ガスタービン圧縮機用湿り圧縮システムについても開示する。ベルマウスの後方セクションは、ベルマウスの下流側半分を含んでいてもよく、ノズルは複数の支柱に連結でき、各支柱は、ベルマウスの内径ケーシングとベルマウスの外径ケーシングとをつなぐ構造部材を含んでいてもよい。幾つかの実施形態では、ノズルは１以上の支柱の前縁に配置してもよく、ベルマウスの内径ケーシングとノズルとの間で約０．２ｍ以上の最小間隔を維持してもよい。別の実施形態では、ノズルは１以上の支柱の後縁に配置してもよく、ベルマウスの内径ケーシングとノズルとの間で約０．０５ｍ以上の最小間隔を維持してもよい。

【００１４】

本願の上記その他特徴は、図面及び特許請求の範囲と併せて、以下の実施形態に関する詳細な説明を参照することによって、明らかとなろう。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１５】

添付図面を通して、類似の部品には同様の符号を付した。図１は、ターボ機械の圧縮機に使用し得るロータ動翼４を示す。ロータ動翼４は、基部つまり根元部８から延在する翼形部６を含む。一般に、根元部８でロータ動翼４をロータ（図示せず）に取り付ける。作動中、ロータがロータ動翼４を高速で回転させて加圧空気を発生させ、これを燃焼器（図示せず）に供給して燃料を燃焼させる。根元部８は、ロータ動翼４の高い回転速度及び自重によってかなりの応力を受ける。当業者には明らかであろうが、ロータ動翼４は、本発明を適用できるタービンエンジンに使用し得るロータ動翼の例示にすぎない。

【００１６】

図２は、公知の湿り圧縮システム２０，２１を示す。公知の湿り圧縮システム２０，２１は、単独で又は組合せで使用できる。湿り圧縮システム２０，２１は、ベルマウス２４内に配置し得る。本明細書で用いるベルマウスとは、タービンエンジンの圧縮機用吸気通路の入口又は下流セクションをいう。当業者には明らかであろうが、ベルマウス２４は通例内側コーンの周囲に円周方向に延在する次第に狭まる通路を含んでおり、図２の断面図に示す通り、この通路を通して作動流体が圧縮機へと移動する。ベルマウス２４はの入口２６は入口プレナム２７とつながっている。入口プレナム２７は一般にベルマウス２４の上流にダクトを備えている。

【００１７】

図示した通り、ベルマウス２４は入口２６から下側で狭くなり湾曲している。内径ケーシング２８はベルマウス２４の内径を画成する。一般に、内径ケーシング２８は、圧縮機３０に向かって狭まる内側コーン形状を生じるように構成される。したがって、ベルマウス２４の内径ケーシング２８は、圧縮機入口３０に近付くにつれて、半径方向内側に傾斜する（図２の透視図では、入口２６から圧縮機入口３０へと下向きつまり負の傾斜を与える）。外径ケーシング３２は、ベルマウス２４の外径を画成する。図示した通り、外径ケーシング３２は、入口２６から圧縮機入口３０へ向かって内側に湾曲している。したがって、ベルマウス２４は一般に入口２６での実質的に垂直な通路から圧縮機入口３０での実質的に水平な通路へと移行する。

【００１８】

ベルマウス２４はさらに複数の支柱３４を含んでいてもよい。支柱３４は、ベルマウス２４の周囲に円周方向に一定間隔で配置された複数の構造部材を含んでいてもよい。あるガスタービンでは、ベルマウス２４の周囲に円周方向に等間隔で配置された約７～１２本の支柱３４が存在する。一般に、支柱３４は、支柱が作動流体の流れに対して比較的薄い

側面を呈し、作動流体の流れに平行に下流方向に延在するように配向される。例えば、通例、支柱３４は厚さ約０．１０～０．２０ｍ及び長さ０．４～０．６ｍとし得る。高さは、内径ケーシング２８から外径ケーシング３２までの距離に応じて決まる。図示した通り、支柱３４の前縁３６は、ベルマウス２４の位置が水平となる傾向にあるベルマウス２４の略中間より下流側に配置し得る。支柱３４の後縁３８は前縁３６の下流の、ベルマウス２４が水平通路となる付近（圧縮機入口３０のすぐ上流でその比較的近く）に配置し得る。機能面では、支柱３４は内径ケーシング２８を外径ケーシング３２に連結する。なお、本願の例示的な実施形態及び公知のシステムの説明に当たっては、ベルマウス２４を用いる。当業者には明らかであろうが、本願の好ましい例示的な実施形態には、その他のタイプの入口又はベルマウス設計も使用でき、ベルマウス２４は例示にすぎない。本願で用いる「ベルマウス」という用語には、こうした他のタイプの入口設計も包含される。

【００１９】

湿り圧縮システム２０は、ベルマウス２４の入口２６に位置する複数のノズル４０を含んでいてもよい。従来の装置では、ノズル４０は入口２６全体に配列し得る。例えば、噴霧ラック４２は、図２に示すように各々入口２６の軸方向長さに及ぶ支持部材（パイプなど）を複数含んでいてもよい。噴霧ラック４２の支持部材は、ベルマウス２４の入口２６の周囲に円周方向に一定間隔で配置し得る。噴霧ラック４２の支持部材は、ベルマウス２４のこの領域を通過する作動流体の流れに対して略垂直に整列させてもよい。複数のノズル４０は、各構造部材の軸方向長さの全域に均等に配置してもよい。

【００２０】

湿り圧縮システム２０のノズル４０は、かかる用途に適した市販のノズルを任意の数含んでいればよい。一般に、霧化ノズルとも呼ばれるノズル２０は、ごく微細な水滴を生じるように設計されている。例えば、ノズル４０は、１０～２０μｍのサイズの液滴を含む水滴を供給できる。ノズル４０には、噴霧ラック４２を貫通又は噴霧ラック４２で支持される従来の給水管（図示せず）から給水できる。給水管で加圧濾過水を各ノズル４０の位置まで供給すればよい。

【００２１】

使用に際して、湿り圧縮システム２０は、ベルマウス２４の入口２６で、圧縮機（図示せず）内のロータ動翼の回転で生じた負圧によってベルマウス２４に引き込まれる作動流体に微細水滴を噴射し得る。上述の通り、この水滴の大半は作動流体中で気化して、作動流体を冷却し、質量流量を増加させて、タービンの出力を増大させる。しかし、当業者には明らかであろうが、ノズル４０から噴霧させた水滴の一部は気化せずに、高速で流れる作動流体に残り、作動流体によってベルマウス２４内を運ばれる。水滴がベルマウス２４の湾曲部を通過する際に水滴に作用する力のため、一般に、水滴の多くはベルマウス２４の内径ケーシング２８の方に押し流される。さらに、ベルマウスの上部セクションに典型的な非層流のため、液滴は作動流体流のすべての層に存在するようになる可能性がある。このような状態では、概して、かなりの数の水滴がベルマウス２４の後方セクションを内径ケーシング２８に接近した状態で流れるようになる。ベルマウス２４の湾曲部を過ぎれば、作動流体の流れは真っ直ぐとなり（つまり層流に近づき）、この領域を水滴が移動する際にそれらの半径方向位置を保持するようになる。したがって、水滴が圧縮機入口３０に入る際にはかなりの数の水滴がロータ動翼４の根元部８に衝突するような半径方向位置（すなわち、内径ケーシング２８に近い位置）にある可能性がある。上述の通り、根元部８に水滴が衝突すると、根元部にエロージョンを生じかねない。

【００２２】

湿り圧縮システム２１は、ノズル４０の位置以外は、湿り圧縮システム２０と同様の構成とし得る。湿り圧縮システム２１では、噴霧ラック４８は入口２６の下流で支柱３４の前縁３６の上流に配置し得る。もっと正確にいうと、湿り圧縮システム２１の噴霧ラック４８は、図に示す通り、ベルマウス２４の入口２６と支柱３４の前縁３６との間の略中間に配置し得る。

【００２３】

使用に際して、湿り圧縮システム２１は、湿り圧縮システム２０について述べた機能と同様に機能し得る。湿り圧縮システム２１は、ベルマウス２４内のもっと後方に位置しているので、内径ケーシング２８方向に押しやられる水滴は、湿り圧縮システム２０よりも少なくなる。ノズル４０がベルマウスのもっと下流に配置され、水滴がノズル４０から圧縮機入口３０まで移動しなければならない経路からベルマウス２４の湾曲部の一部が除かれるからである。さらに、ベルマウス２４の下流で放出される水滴は、乱流が減り、もっと層流の領域に導入される。しかし、湿り圧縮システム２１の位置のため、ロータ動翼４の根元部８にかなりのエロージョンを生じかねない。湿り圧縮システム２１のノズル４０と圧縮機入口３０の間にかなりの量のベルマウス湾曲が残っているからである。上述の通り、湾曲部を移動する際に、一般に水滴は内径ケーシング２８の方に押し流され、圧縮機入口３０に入る直前では内径ケーシング２８に近接する。さらに、ベルマウス２４のこの領域を通る流れは、入口２６よりも乱流が少ないが、流れの全領域に水滴を散乱させるのに十分なほど乱れている。なお、湿り圧縮システム２０及び湿り圧縮システム２１は、本発明の一部を構成するものではなく、以下に挙げる本発明の実施形態の理解を深めるために挙げたものである。

【００２４】

図３は、本願の好ましい例示的な実施形態に係る湿り圧縮システム５０を示す。湿り圧縮システム５０は、湿り圧縮システム２０，２１で記載したものと同様の噴霧ラック５２及びノズル４０を含んでいてもよいし、或いは他の従来の装置及びシステムを含んでいてもよい。図に示す通り、噴霧ラック５２は、ラックの軸方向位置が支柱３４の前縁３６と略同じ位置になるように、ベルマウス２４内に配置し得る。湿り圧縮システム２０，２１について記載したことと同様に、噴霧ラック５２は、図３に示すように各々ベルマウス２４をまたがる（つまり外径ケーシング３２から内径ケーシング２８に至る）複数の支持部材を含んでいてもよい。当業者には明らかであろうが、噴霧ラック５２は例示にすぎず、ノズル４０を支持するための別の形式の支持法を用いてもよい。噴霧ラック５２の支持部材は、ベルマウス２４の周囲に円周方向に一定の間隔で支柱３４間に配置し得る。噴霧ラック５２の支持部材は、ベルマウス２４のこの領域を通過する作動流体の流れに略垂直となるように整列させてもよい。各構造部材で複数のノズル４０を均等に配置してもよい。

【００２５】

別の実施形態では、湿り圧縮システム６０は、図４に示すように支柱３４の前縁３６に取り付けられた複数のノズル４０を備えていてもよい。図５は、ベルマウス２４の上流から観た湿り圧縮システム６０の図を示す。図に示す通り、給水管６２は、支柱３４の前縁３６に沿って外径ケーシング３２から内径ケーシング２８に延在するように配置し得る。ノズル４０を給水管６２の片側ずつに配置して、前縁３６のノズル４０が支柱３４の両側の作動流体の流れに水滴を供給できるようにしてもよい。一組のノズル４０を各支柱３４の前縁３６に取り付けてもよいが、支柱３４の典型的な数と間隔のため、約７～１２組のノズルがベルマウス２４の周囲に円周方向に均等な間隔で配置される。

【００２６】

使用に際して、湿り圧縮システム５０及び湿り圧縮システム６０は同じように作動できる。システム５０，６０は、各々、ロータ動翼４の根元部８に衝突する水滴の数が格段に減少するように水滴を作動流体の流れに供給できる。具体的には、ベルマウス２４の湾曲部を実質的に越えるベルマウス２４の領域で、層流に近い領域に水滴を導入することによって、水滴がロータ動翼４の根元部８に当たりにくくなるように水滴を方向付けることができる。このように水滴を導入すると、水滴は内径ケーシング２８の方に押し流されにくくなり、内径ケーシング２８に近接した位置で圧縮機入口３０に入る水滴が減る。これは、水滴が圧縮機を通過する際にロータ４の根元部８に衝突する半径方向位置にある水滴が減って、根元部のエロージョンが低減することを意味する。

【００２７】

湿り圧縮システム５０，６０の幾つかの実施形態では、これは、ノズル４０の位置と内径ケーシング２８との間に最小間隔が残る半径方向位置で水滴を導入することによって、

さらに一段と効果的に達成できる。幾つかの実施形態では、この最小間隔（半径方向に最も内側のノズル４０と内径ケーシング２８との間の距離）は約０．２～０．３ｍであるとよい。こうして水滴を導入すると、作動流体の流れの中で気化しない水滴はベルマウス２４を流れ、この領域では層流が大勢を占めることから、一般に内径ケーシング２８に対するそれらの半径方向位置を保持する。したがって、水滴が圧縮機入口３０に入る際に、水滴がロータ動翼４の根元部８に衝突する半径方向位置にある確率が減る。

【００２８】

さらに、湿り圧縮システム５０及び湿り圧縮システム６０にノズルを上述のように配置すると、一般に、実質的にすべての水滴が確実に圧縮機に吸い込まれるようになる。通例、圧縮機入口３０からかなり離れた位置（例えば、ベルマウス入口２６又は入口プレナム２７）にあるノズル４０では、ベルマウスケーシング２８，３２及び／又は入口プレナム２７に不都合な濡れを生じ、排水用の排水管が必要となることが多い。タービンを通過する水滴量は、タービン出力の増加量はタービンを通過する水滴の量と直接関連する（すなわち、吸込量が多いほど、タービン出力の増加が大きい）ので、高レベルの水滴吸込みは有利である。

【００２９】

図６は、本願の例示的な実施形態に係る湿り圧縮システム７０を示す。湿り圧縮システム７０は、湿り圧縮システム２０，２１で記載したものと同様の噴霧ラック７２及びノズル４０を含んでいてもよいし、或いは他の従来の装置及びシステムを含んでいてもよい。図に示す通り、噴霧ラック７２は、ラックの軸方向位置が支柱３４の後縁３８と略同じ位置になるように、ベルマウス２４内に配置し得る。上記と同様に、噴霧ラック７２は、図６に示すように各々ベルマウス２４をまたがる（つまり外径ケーシング３２から内径ケーシング２８に至る）複数の支持部材を含んでいてもよい。当業者には明らかであろうが、噴霧ラック７２は例示にすぎず、ノズル４０を支持するための別の支持法を用いてもよい。噴霧ラック７２の支持部材は、ベルマウス２４の周囲に円周方向に均等に支柱３４間に配置し得る。噴霧ラック７２の支持部材は、ベルマウス２４のこの領域を通過する作動流体の流れに略垂直となるように整列させてもよい。各構造部材で複数のノズル４０を均等に配置してもよい。

【００３０】

別の実施形態では、湿り圧縮システム８０は、図７に示す通り、支柱３４の後縁３８に直接取り付けられた複数のノズル４０を備えていてもよい。給水管８２は、支柱３４の後縁３８に沿って外径ケーシング３２から内径ケーシング２８に延在するように配置し得る。図に示すように、ノズル４０が水滴を下流の作動流体に向けて噴射するように、ノズル４０を給水管８２に沿って配置してもよい。別の実施形態（図示せず）では、湿り圧縮システム６０について説明したノズルの向きと同様に、ノズル４０が支柱３４の片側ずつに水滴を向けるように、ノズル４０を給水管８２に沿って配置してもよい。一組のノズル４０を各支柱３４の前縁３８に取り付けてもよいが、支柱３４の典型的な数と間隔のため、約８～１０組のノズルがベルマウス２４の周囲に円周方向に均等な間隔で配置される。

【００３１】

使用に際して、湿り圧縮システム７０及び湿り圧縮システム８０は、湿り圧縮システム５０及び湿り圧縮システム６０で説明した方法と同様に作動できる。システム７０，８０は、各々、ロータ動翼４の根元部８に衝突する水滴の数が格段に低減するように水滴を作動流体の流れに供給できる。具体的には、ベルマウス２４の湾曲部を実質的に越えるベルマウス２４の領域で、層流に近い領域に水滴を導入することによって、水滴がロータ動翼４の根元部８に当たりにくくなるように水滴を方向付けることができる。このように水滴を導入すると、水滴は内径ケーシング２８の方に押し流されにくくなり、内径ケーシング２８に近接した位置で圧縮機入口３０に入る水滴が減る。これは、水滴が圧縮機を通過する際にロータ４の根元部８に衝突する半径方向位置にある水滴が減って、根元部のエロージョンが低減することを意味する。

【００３２】

用途によっては、湿り圧縮システム７０及び湿り圧縮システム８０は、それらの位置がさらに下流にあるので、根元部のエロージョンを防ぐように水滴を方向付けるのに、湿り圧縮システム５０及び湿り圧縮システム６０よりもさらに有効である。具体的には、支柱３２の後縁３８では、ベルマウス２４は実質的に水平な通路となっており、この領域を通る作動流体の流れは実質的に層流である。そのため、流れに導入された水滴は、ベルマウス２４の残りの部分を通って圧縮機入口３０に流入する際に、それらの半径方向位置（内径ケーシング２８からの距離）を保持する。具体的には、水滴は、内径ケーシング２８の方に押し流されず、圧縮機に入る際に、ロータ４の根元部８に衝突する位置にある確率が減る。

【００３３】

湿り圧縮システム７０，８０の幾つかの実施形態は、水滴の方向付けは、ノズル４０の位置と内径ケーシング２８との間に最小間隔が残る半径方向位置で水滴を導入することによって、さらに一段と効果的に達成できる。幾つかの実施形態では、この最小間隔（半径方向に最も内側のノズル４０と内径ケーシング２８との間の距離）は幾つかの実施形態では約０．０５～０．１ｍである。こうして水滴を導入すると、作動流体の流れの中で気化しない水滴はベルマウス２４を流れ、この領域では層流が大勢を占めることから、一般に内径ケーシング２８に対するそれらの半径方向位置を保持する。したがって、水滴が圧縮機入口３０に入る際に、水滴がロータ動翼４の根元部８に衝突する半径方向位置にある確率が減る。

【００３４】

さらに、湿り圧縮システム７０，８０ではノズルが下流に位置しているので、実質的にすべての水滴が確実に圧縮機に吸い込まれるようになる。上述の通り、高レベルの水滴吸込みはタービン性能に有利である。

【００３５】

なお、本発明の様々な実施形態、湿り圧縮システム５０、湿り圧縮システム６０、湿り圧縮システム７０及び湿り圧縮システム８０は、所望の湿り圧縮増加量及び用途に応じて、単独で或いは組合せて使用できる。さらに、湿り圧縮システム５０及び湿り圧縮システム７０におけるノズル４０の位置は、それぞれ支柱３４の前縁３６及び後縁３８に限定されない。これらの位置は、ベルマウス２４の後方セクションにおける例示的な位置にすぎない。本願でいうベルマウス２４の後方セクションとは、ベルマウス２４の圧縮機入口３０に近接したセクションであり、ベルマウス２４の略下流側半分でよい。図２～図７に示す通り、ベルマウス２４の後方セクションは、およそ支柱３４の前縁３６の軸方向位置の下流にあるベルマウス２４のセクションと定義し得る。

【００３６】

以上の本発明の好ましい実施形態についての説明から、当業者には様々な改良、変更及び修正が明らかであろう。当業者に明らかな改良、変更及び修正は、特許請求の範囲に包含される。さらに、以上の説明は、本願に記載の実施形態に関連するものであり、特許請求の範囲に記載された技術的思想及び技術的範囲内で様々な変更及び修正が可能である。

【図面の簡単な説明】

【００３７】

【図１】例示的なロータ動翼の側面を示す概略線図。

【図２】例示的な圧縮機ベルマウスにおける公知の湿り圧縮システムの断面を示す概略線図。

【図３】本願の例示的な実施形態に係る圧縮機ベルマウス内の湿り圧縮システムの断面を示す概略線図。

【図４】本願の別の例示的な実施形態に係る圧縮機ベルマウス内の湿り圧縮システムの断面を示す概略線図。

【図５】上流から見た図４の実施形態の概略線図。

【図６】本願の別の例示的な実施形態に係る圧縮機ベルマウス内の湿り圧縮システムの断面を示す概略線図。

【図７】本願の別の好ましい例示的な実施形態に係る圧縮機ベルマウス内の湿り圧縮システムの断面を示す概略線図。

【図１】

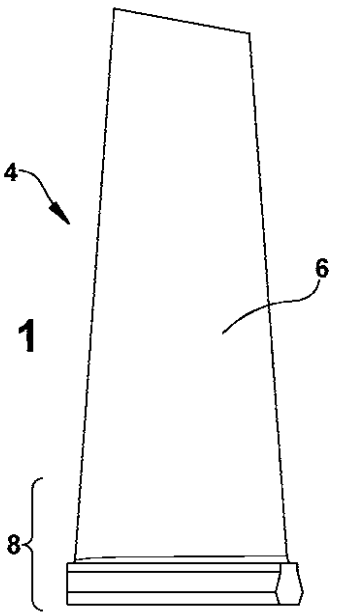

Fig. 1

【図２】

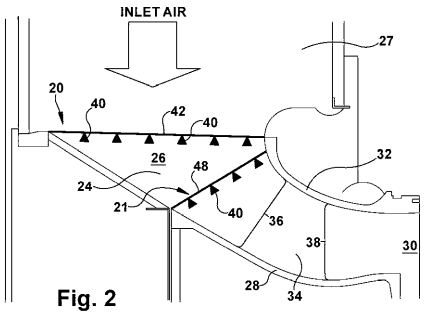

Fig. 2

【図３】

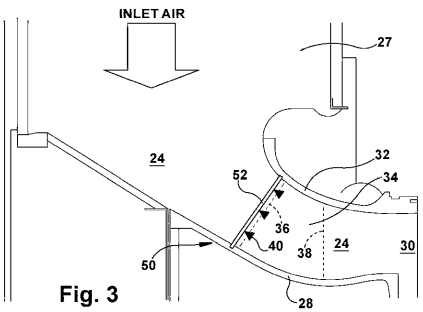

Fig. 3

【図４】

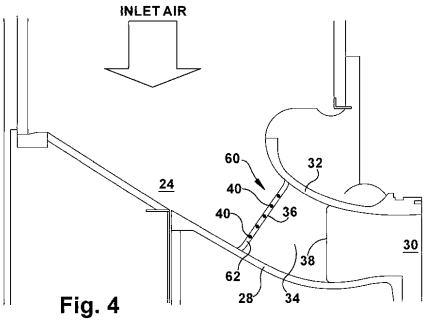

Fig. 4

【図５】

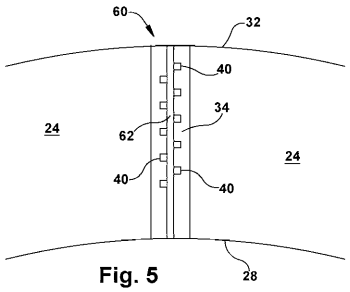

Fig. 5

【図６】

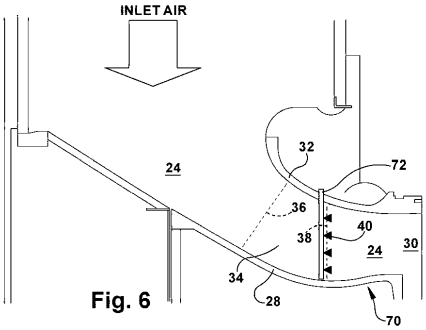

Fig. 6

【図７】

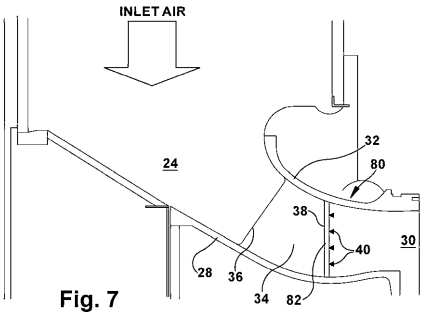

Fig. 7

フロントページの続き

(72)発明者　ディーン・エリックソン
アメリカ合衆国、サウスカロライナ州、シンプソンヴィル、イプスウィッチ・レーン、５番
(72)発明者　カール・ショット
アメリカ合衆国、サウスカロライナ州、シンプソンヴィル、ロックベリー・テラス、１０６番
(72)発明者　レーン・ポーター
アメリカ合衆国、サウスカロライナ州、シンプソンヴィル、オーク・メドウ・ドライブ、１０３番
(72)発明者　アイリス・ヒュ
アメリカ合衆国、サウスカロライナ州、グリアー、ロック・ロード、２１９番
(72)発明者　マシュー・カイト
アメリカ合衆国、サウスカロライナ州、グリーンヴィル、ナンバー１８５、ロッキー・クリーク・ロード、５０番