

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3749546号
(P3749546)

(45) 発行日 平成18年3月1日(2006.3.1)

(24) 登録日 平成17年12月9日(2005.12.9)

(51) Int. Cl. F I
FO2C 3/30 (2006.01) FO2C 3/30 Z
FO2C 7/143 (2006.01) FO2C 7/143

請求項の数 3 (全 29 頁)

(21) 出願番号	特願平9-541213	(73) 特許権者	590000020
(86) (22) 出願日	平成9年5月2日(1997.5.2)		ザ ダウ ケミカル カンパニー
(65) 公表番号	特表2000-510544(P2000-510544A)		THE DOW CHEMICAL CO
(43) 公表日	平成12年8月15日(2000.8.15)		MPANY
(86) 国際出願番号	PCT/US1997/008757		アメリカ合衆国ミシガン州48674ミド
(87) 国際公開番号	W01997/043530		ランド・ダウセンター2030
(87) 国際公開日	平成9年11月20日(1997.11.20)	(74) 代理人	100089705
審査請求日	平成11年8月18日(1999.8.18)		弁理士 社本 一夫
審判番号	不服2002-21768(P2002-21768/J1)	(74) 代理人	100076691
審判請求日	平成14年11月8日(2002.11.8)		弁理士 増井 忠式
(31) 優先権主張番号	08/645, 781	(74) 代理人	100075270
(32) 優先日	平成8年5月14日(1996.5.14)		弁理士 小林 泰
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100080137
(31) 優先権主張番号	08/715, 675		弁理士 千葉 昭男
(32) 優先日	平成8年9月18日(1996.9.18)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ウエット圧縮を介してガスタービンで動力増大を達成する方法および装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

空気を含む作業流体を獲得する入口を有する軸流多段コンプレッサを含む産業用ガスタービンの正味出力を増大する方法であって、
 軸流多段コンプレッサによって獲得された作業流体に大きな潜熱を有する水の小滴を次第に増大する方法若しくは段階的に増大する方法で添加し、前記水の小滴の量は、前記コンプレッサの入口の湿度が飽和された空気にその1重量%の少なくとも3/4の液体の水を加えた作業流体を提供するものとされ、圧縮によって生じる作業流体の温度増大を低減し、それによってガスタービンの正味出力の増大を達成する工程、前記コンプレッサのハウジングの変形を監視する工程、並びに
 所定の公差に前記変形を制限するために前記水の小滴の添加を制御する工程を含む方法。

10

【請求項2】

前記水の小滴の量は、前記ガスタービン内の熱応力を調整するために始めは時間に関して増大され、その後、実質的に一定に維持される請求項1の方法。

【請求項3】

前記コンプレッサのハウジングの変形は前記コンプレッサのハウジングの角度変形である請求項1の方法。

【発明の詳細な説明】

【発明の属する技術分野】

【0001】

20

本発明は、一般にガスタービンの動力発生増大の方法および装置に関し、さらに詳細には、発電設備および化学処理設備に共通して使用されるランドベース型産業用ガスタービンの動力の発生を増大する方法および装置に関する。

【従来の技術】

【0002】

ガスタービンは、種々の有効な用途に使用される。航空、航海、発電および化学処理は、種々の設計のガスタービンから利益が得られる。またランドベース型ガスタービン発電設備は、ガスタービンによって発生された廃棄ガスから蒸気を発生するために熱回収ユニットが使用され、蒸気タービンが蒸気によって作動されるときに、組み合わせられたサイクルの利点を提供する。

10

【0003】

通常の特用語に関して、この明細書で使用される「ガスタービン」は、圧縮部分、燃焼部分およびタービン部分を有するタービン装置を称する。近年において、専門用語の「燃焼タービン」という用語は、同じ機械を言うために使用される。これに関して、この明細書は、これまで使用されて来た用語、現在の時点でそれらを称する「燃焼タービン」という用語の双方を言うために「ガスタービン」という専門用語を使用する。

【0004】

ガスタービンは、入力した空気を圧縮する圧縮部分と、燃料と圧縮された入力空気を組み合わせる燃焼部分と、燃料の酸化によって生じる高温の圧縮ガスからのエネルギーが仕事に変換されるタービン部分を有する。通常、天然ガス（ほとんどメタン）、ケロシン、（一酸化炭素のような）合成ガスが燃焼部分に燃料として送られるが、他の燃料も使用することができる。回転軸、取り付けられたタービン部分のロータ羽根および取り付けられているコンプレッサ部分の回転羽根によって形成されたロータは、機械的にコンプレッサ部分に、ある場合には、化学処理に使用されるコンプレッサまたは発電機に動力を提供する。タービン部分からの廃棄ガスは、スラスト力を発生するために使用することができ、熱エネルギー源であるか、またある場合には、廃棄される。いくつかのタービン部分は、圧縮空気、蒸気等のいずれかが、タービン部分に使用される回転羽根内の内側冷却空洞を通過する液冷回転羽根を使用し、これは、燃焼部分からの高温の出力を可能にする。

20

【0005】

いくつかの理由において、要求または必要に応じて、動力能力の増大を可能にするために、発電設備、化学処理設備、および特定の環境に、接地されたランドベース産業用ガスタービンからの電力発生を増大することが望ましい。例えば、発電の実施例において、設備の顧客からの要求は、エアコン、電気扇風機等の増大した用途に適応するために、ある場所において夏季に増大する。従来の電極クロルアルカリ方法のような電気集中化学処理を含む化学処理設備においても、同様に、ガスタービンから発生した電力を増大することができる電気集中処理の生成物の要求に基づいていることが望ましい。

30

【0006】

所定のガスタービンから発生される動力を増大する1つの公知の方法は、タービンの燃焼温度を単に増大することを含むが、ベースロード動作のこの欠点は、上昇した燃焼温度が、高温の端部部品の熱摩耗を増大させ、保守のための停電の頻度を増大する傾向があることである。タービンへの入力空気の蒸発性冷却は、他の公知の選択であり、特に高温で乾燥した環境で著しい利点を提供するが、蒸発性冷却からの達成可能な増大は制限され、現場で優勢な大気環境に依存する。タービンの燃焼器への水の注入および燃焼器シェルまたは燃焼器への直接的な蒸気の注入は公知であるが、燃費に関する損失、投資コストおよび可能な追加的な蒸気発生に加わるコストに関する不利益を生じる。

40

【0007】

本発明を参照すると、出願人は、産業用ガスタービンにおいて著しい水準の動力の増大を達成する新しい実質的な手段を示す。ここで水（またはアルコール、またはその混合物であるが、蒸発の高い潜熱、容易に利用可能であり、それを取扱しうる使用者に無視できる程に極めて低いコストである観点において、好ましくは簡単で本質的である水のみであ

50

る)は、空気達成できる出力以上にガスタービンの動力出力性能を増大する。水は、負荷の下で作動するガスタービンに負荷することができ、このプロセスおよび効果は、以降、「ウェット圧縮」と称する。

【0008】

本発明の制限を意図することなく、ウェット燃焼は、たとえ完全に(100パーセント)有効な蒸発性入力空気冷却装置ガスタービン装置において、動力を増大を可能にする。一部において、増大は、入力空気の圧縮に必要な仕事を減少することによって達成される。この熱力学の利点は、「潜熱相互冷却」を介してガスタービンのコンプレッサ内で実現され、この場合、コンプレッサに誘導される空気に加えらるる水は、追加された水を有する空気が圧縮されるとき、蒸発を介してその空気を冷却する。追加された水は、この観点において「蒸発性液体シンク」として考えることができる。

10

【0009】

ウェット圧縮方法は、(水が付加されない空気を圧縮する)仕事の量を低減し、それにより(1軸の機械の場合に)ガスタービンに取り付けられる負荷を駆動するか、(1軸および2軸の機械の双方において価値を有する)大きな流れを提供するために圧縮速度を増大するか、のいずれかに有効な仕事量を増大する。

【0010】

ウェット圧縮によって可能な動力の増大は、追加され蒸発された水によって提供された流れにおいて小さく増大される。また、動力の増大は、空気の流れの増大に寄与するように現れ、この空気流は、まず、毎分10-20ガロン(毎分38ないし76リットル)で生じることが知られる。コンプレッサから排出される(乾燥された空気圧縮に回答して)冷却空気/蒸気物の温度を上昇するために、追加的な燃料が必要とされることに留意すべきであるが、ウェット圧縮効果から実現される値は、必要な追加的な燃料の値より大きく、全体として装置の動作に加えらるる値を生じる。

20

【0011】

動力増大におけるコンプレッサの水の追加の可能性は、ある時間において、理論的な水準において当業者の少なくとも幾人かによって理解されるが、出願人によって見いだされ、検証された他の参考例は、水をガスタービンのコンプレッサに加える全体的なメリットおよびタービンまたはコンプレッサ効率および性能に関する効果に関して異なる結論に到達した。ガスタービンのコンプレッサへの水の追加の早期の例は、(1984年、マサチューセッツ州技術協会)の「高能率のターボマシンおよびガスタービンの設計」と題されたデビッドG. ウィルソンによって提唱され、ここでは、コンプレッサ段の間のアエジディアスエリング(AegidiusElling)によって建設された1903年のタービンに使用された6段階遠心力コンプレッサが、コンプレッサ段の間で水を噴射した。

30

【0012】

1940年台において、ウェットコンプレッションの背後にあるいくつかの原理の概要は、(ミッドウエスト動力会議、技術のイリノイ州の協会から1949年4月18ないし20日に発行された)I.T.WetzelおよびB.H.Jenningsによる「軸流コンプレッサの水スプレー噴射」の376から380ページに述べられている。この記事は、「水は、4つのスプレー装置のタイプの1/4LNN6ノズルから上流の入り口ダクトに噴霧された」ことを示している。実際の結果は、(小さいスケールの蒸気タービンに対して)ガスタービンを使用しない。

40

【0013】

同様に、1973年のソビエトの公報(「ガスタービンエンジンのコンプレッサの動作への水スプレー効果」)1973年のL.I.Slobodyanyuk, Energetika, No 1, pp 92-95)は、コンプレッサの空気取入口に「乾燥空気」の0.08kgの蒸留水をスプレーする効果を説明し、これらの環境の下でガスタービンエンジンの動力がほぼ35パーセントだけ増加する。しかしながら、WetzelおよびJenningsの記事に関しては、ソビエトの例に使用された装置は、ガスタービンではないが、液体の水を排出するためにインターステージトラップが使用され、蒸気タービンによって駆動される理想化されたコンプレッサであ

50

る。

【 0 0 1 4 】

ランドベースガスタービンから識別されるようなジェット航空機の開発において、アルコールまたは水/アルコールの混合物の注入は、J.A.C.FortinおよびJ.F.Bardonによって「メタノールを使用してガスタービンコンプレッサのインターステージ冷却」と題された機械エンジニアの記事のアメリカ社会で記載された（例えば、離陸時の）非常に短い期間、スラストの増大を提供する実施例において考慮された。

【 0 0 1 5 】

ランドベースガスタービンの特定の明確な実施例において、J.P.NolanおよびV.J.ツオンプリによる1990年ASME公報の「ガスタービン性能の改良の直接混合蒸発性冷却装置アメリカンアトラス社・コジェネレーション設備ライフル、コロラド州」は、13.5メガワットのベースライン性能を有するガスタービンにおいて、「ガスタービン動力の増大に使用される従来のウエット剛性メディア装置の代替物として」直接混合蒸発性冷却装置の構造および動作を報告している。この装置において、隣接するグリーンハウス動作において使用できるような600psiまたはそれ以上で作動する小径（0.5インチないし1インチ）の非鉄配管に取り付けられた噴霧装置の「フォギング装置」は、インテークコラムに下方に流れる空気に液体の水をスプレーするように設計され、延長された（16フィートの高さ）垂直方向のエア吸入コラムの上部に構成された。コンプレッサ（100パーセントの相対湿度）に取り入れられた空気の望ましい完全な湿度を提供するために、毎分7.5ガロンがフォギング装置を通して出力されなければならないことが示されている。この設計の流れ性能は、ドリフト、圧力変化、漏れ、および他の損失、および可能なコンプレッサの故障に関して考慮される「オーバースプレー」（すなわち、過剰な水が、コンプレッサに入る完全な飽和以上で供給される）の可能性、コンプレッサの羽根の腐食、およびコンプレッサの羽根の侵食ならびに過剰な水に関連した質量の流れの可能な有効な増大を可能にするように二倍にされる。

【 0 0 1 6 】

いくつかの試みが1989年9月を通して7月から一定の範囲での大気条件で流速で記録されるように行われた。9.6パーセントの平均の出力利得は、13.5メガワットのベースライン出力にわたって記録され、7.4パーセントは、（87°Fの平均大気空気温度から67°Fのウエットバルブ温度への）入力空気の蒸発性冷却に寄与し、2.2パーセントは、コンプレッサを通して流量において1.3パーセントの増大に寄与した（前記1.3パーセントの空気への水の入力のみを計算に入れる）。しかしながら、同時に、ほぼ15°Fのガスタービン排気温度の低下が観察され、それに応答して、1,000°Fの排気温度制限を達成するように点火温度が増大することが記録された。

【 0 0 1 7 】

NolanおよびTwombly記事は、その表面で入力空気装置の完全に湿度化する比較的小さいガスタービンのコンプレッサに連続的に水を入力する性能を有する。ウエットコンプレッション動力の増大は、NolanおよびTwomblyによって記録されたような装置、または出願人の発明毎の産業用ガスタービンに望ましい。特に、35メガワット級のまたはそれ以上の大きな近代的な産業用ガスタービンおよび湿度化された空気を使用する所定のガスタービンのネット出力の増大が可能とされる。

【 0 0 1 8 】

例えば、出願人は、（NolanおよびTwomblyによって報告されたような）制御曲線において、15°Fの上方のシフトでNolanのガスタービンに関連しており、他のメーカーの中実の羽根のタービンに関する出願人の経験によれば、これは、タービンを通して増大した流量に対してNolanおよびTwomblyによって寄与された動力生成は、2.2パーセント以上の全体の「増大」になる。その結果、NolanおよびTwomblyがこれを認識しなくとも、これらのガスタービンの動作および保守の当業者は、タービン出力に関する「オーバースプレー」の効果全体には否定的であり、もっともよくとも、ほとんどまたは全く積極的な効果はなく、記録された2.2パーセント以下の付加された出力の水準が、記録された水の処理

10

20

30

40

50

コストおよび可能な負の長期の影響、これらのタービンのコンプレッサに加えて液体水の延長された期間から見る増大した保守コストを正当化するかどうかの問題を生じる。

【0019】

また、出願人の発明に関する産業用ガスタービンで可能になる場合、および示唆されたウエット圧縮のいくつかの形態がある場合であっても、産業用ガスタービンの同様の「フォギング装置」の実施例で生じるタービンハウジングの変形の可能性の認識はない。また、完全に水分を与えた空気（すなわち、「オーバースプレー」を介して10パーセントそれ以上）で達成可能な出力全体で10パーセント以上の増大水準を達成するために水を加える内容または示唆はなく、出願人によって見いだされた故障の問題を解決するためにクリーニング処理の例において、いかなる教示または示唆も産業用ガスタービンの著しい水準でのウエット圧縮の実施例とは関連しない。

10

【0020】

産業用ガスタービンで動力の増大を得る他の手段としてコンプレッサへの水の吸入それ自体を考慮し、特に、百メガワットおよびそれ以上のベースラインの性能を有することができる産業用ガスタービンの大きな、さらに最近のモデルに関して考慮すると、Nolanの記事で報告されたウエット圧縮動力増大の制限された（ほぼ2倍の）用途にもかかわらず、同じ記事で記録されたいくつかの注意書き的なコメントによって反映されるように、当業者にすぐに知らされるいくつかのガスタービン装置への多数の危険性がある。

【0021】

上述したような、1つのリスクは、羽根の腐食作用から引き出される。（特に大きなガスタービン装置における）他の困難性は、コンプレッサ内の（付加された水の不均一な分配による）局所化された非一様な冷却の問題に関し、この問題は、ハウジングおよび関連した密封体の内壁に対してロータがこすれることによって生じる損傷を生じるような方法においてガスタービン装置の物理的な部品をゆがめる。ガスタービンが完全に熱力学的な平衡を達成し、液体の付加がほぼ終了する場合には、リスクの他の大きな要因は、熱的な衝撃の可能性から生じる。他のリスクの要因は、液体付加装置の部品が破壊され、ガスタービン装置の比較的精巧な可動部品に衝突する可能性によるものである。他の予見可能な危険性の要因は、溶解される水の蒸発の結果としてこれらの不純物がガスタービン部品に堆積されるとき、圧縮入力空気に付加される水に存在する不純物によりガスタービン部品が追加的に故障し腐食することに関連する。

20

30

【0022】

特にランドベースガスタービン動力発生設備および化学処理設備に関連しては、上述した危険要因は、複合化される。出願人が提供し、ここで権利請求した内容は、産業用ガスタービン動力発生設備および化学処理設備において、動作における高水準で長期にわたるウエット圧縮を実用的に実施する方法および装置にある。このような装置は、設置されたガスタービン動力発生設備および化学処理設備の既存のベースから直接的な利益を得ることを可能にする。このような装置において、さらに重要なのは、設計段階においてガスタービンエンジンをウエット圧縮において最適化し、動力発生において新しい可能性を開くことである。

【0023】

したがって、本発明の目的は、コンプレッサ入力空気の所定の飽和または完全な湿度化以上にタービンのコンプレッサに液体の水を加えることを通して産業用ガスタービンにおける増大を可能にするように液体の水を送ることによってガスタービンの出力全体における増大を達成する。本発明のすでに述べた1つの効果は、圧縮によって生じる作業流体の温度増加を低減し、すべての他の観点において、比較可能な条件で利用可能である動力出力全体以上に取り付けられた発電機または化学的な製造コンプレッサを連続的に駆動するために有効な動力出力を増大させることである。好ましい実施例において、産業用ガスタービンのネット動力出力における少なくとも10パーセントの増大は、コンプレッサ入力空気の完全に有効な蒸発性冷却によって達成可能である以上に実現される。

40

【0024】

50

本発明の他の目的は、液体の水の付加（または除去）の速度が上述した熱的衝撃を避け、熱衝撃を弱めるように制御される装置および処理を提供することである。本発明の他の目的は、ガスタービンの軸流複数段のコンプレッサの入口で生じる有害な氷の形成を可能にする水準に作業流体の温度が低下するとき、期間の間連続的な動力の増大を可能にするように作業流体に熱および湿度を提供する装置および方法を提供することである。

【 0 0 2 5 】

本発明の他の目的は、ガスタービンコンプレッサ入力温度測定用のウエット圧縮可能な動力増大装置および方法を提供して、（ 1 ）氷が、もし、破壊されるならば、ガスタービンの下流の部品に損傷を与える程度まで、入り口で生じる氷の形成の可能性を防止し、（ 2 ）蒸気のような制御材料を凍らせるか、または氷点の抑制を使用することを最小限にし、（ 3 ）水全体の添加装置および方法を調整、監視および/または制御するために使用される制御装置に入力を提供することである。好ましい他の実施例において、氷結が目を確認できるようにコンプレッサの入口の近くに窓口が設けられる。

10

【 0 0 2 6 】

本発明の他の目的は、ガスタービンの複数段のコンプレッサへの損傷を防止するように従来の動作モードで適用可能な公差によって改造する際に、決定されるほぼ所定の承諾可能な制限までハウジング（ケーシング）の変形を制限するために作業流体での液体の水の十分に均一な分配を保証する装置および方法を提供することである。他の目的は、この損傷を防ぐように、約 1 0 パーセントのタービン出力の増大、および完全に水分が含まれた空気で達成可能以上の増大を達成するために十分な水を付加し、損傷を防止する産業用ガスタービンで観察される角度のゆがみおよび変形を測定し、制御することである。

20

【 0 0 2 7 】

本発明の他の目的は、タービンのコンプレッサ入り口に向かう入力空気で搬送されるエレメントからタービンへの最小限の追加的な危険によって、ガスタービンのコンプレッサ部分に入り口空気に向かって水を有効に添加するウエット圧縮可能な動力増大装置および方法を提供することである。このような水をコンプレッサ部分の入口から十分に離れた距離に添加する装置を配置し、それによって、この装置のエレメントが破壊されコンプレッサ入り口に向かって入力空気で搬送される場合において、このエレメントは、コンプレッサの入口に入る前にガスタービンに空気を搬送するために使用される入り口ダクトの下面に次第に引かれ、（ b ）（水の流れをコンプレッサに制御可能に増大する）装置を介して霧化された水を提供することによって、コンプレッサの入口から所定距離離れている場合において、入力空気に十分に乗せられ、タービンの動力の所定の増大を達成するためにタービンのコンプレッサ部分に十分に搬送される。

30

【 0 0 2 8 】

本発明の他の目的は、装置および方法を介して付加された水の不純物の影響によって、これらの回転羽根の冷却通路のつまりが、もっとも早い時間で検出できるように、タービン部分の液体冷却回転羽根の温度プロフィールを監視するようにウエット圧縮可能な動力増大装置および方法を提供することである。さらに、本発明に関連する目的は、コンプレッサ羽根の最初のいくつかの列を越えた装置および方法を通して付加された水からの不純物の吸引および堆積を適当に解決する、ここで説明したタイプの動力増大方法を使用する産業用ガスタービンの有効なオンラインクリーニング方法を提供することである。

40

【 0 0 2 9 】

これに関しては、ガスタービンコンプレッサは、内側部品の粒子の堆積物を蓄積するために周期的に清浄にされる。このクリーニングのいくつかは、ガスタービンがクリーニング動作可能にされた後、米、化学的なクリーニング混合物が、スプレーされるか、またはガスタービンの入口に入力される。少なくとも 1 つのこのような化学的混合物は、1989年2月28日に付与された「クリーニングガスタービンコンプレッサ」と題された米国特許第 4, 8 0 8, 2 3 5 号に示されている。

【 0 0 3 0 】

ガスタービンの内側部品にたまった粒子を最小限にする他の装置は、例えば、1990年

50

5月22日にドナルドに付与され、「クリーニングガスタービン入力空気」と題された米国特許第4,926,620号に示されたようなガスタービン入力空気のクリーニングに集約される。本発明の他の目的は、本発明の動力増大装置および方法を使用するタービンに使用されているオフライン型タービンのクリーニング方法を提供することである。

【0031】

本発明の他の目的は、軸流コンプレッサと、回転容積型コンプレッサまたは遠心力コンプレッサとともに広範に使用できるウェット圧縮可能な動力増大装置を提供することである。本発明の他の目的は、軸流コンプレッサを有するガスタービンと、流れ軸線がガスタービンロータの回転軸と整列する入力空気ダクトとからつくられるガスタービン装置とともに使用されるウェット圧縮可能な動力増大装置を提供することである。

10

【0032】

本発明の他の目的は、軸流コンプレッサを有するガスタービンと、流れ軸線がガスタービンロータの回転軸に直角なインレット空気ダクトとからつくられるガスタービン装置とともに使用されるウェット圧縮可能な動力増大装置を提供することである。さらに、本発明の他の目的は、タービン部分のロータの羽根の冷却通路の水に浮かぶ不純物と関連するつまりが最小限にされるか、実質的に生じないように、それはタービン部分の回転刃を冷却する前に軸流コンプレッサ部分の圧縮空気の予備濾過するウェット圧縮可能な動力増大装置および方法を提供することである。本発明の他の目的は、ガスタービンエンジンの実質的な保守、改造または「分解」をする必要なく、現在作動しているガスタービン装置に容易に設定することができる装置および方法を提供することである。本発明の他の目的は、蒸発性入力空気冷却手段を有さないガスタービンにさらに水を添加することによって、コンプレッサ入力空気の蒸発性冷却並びに動力増大を経済的に達成するために、改造を基礎として適用される装置を提供することである。

20

【0033】

本発明は1つの側面において、発電機またはコンプレッサを駆動するために産業用ガスタービンの全体出力を増大するために24時間以内に6時間またはそれ以上にわたって使用される方法に関し、ガスタービンは、空気を有する作業流体を獲得する入口を有する軸流多段コンプレッサを含み、前記方法は、軸流コンプレッサによって獲得された作業流体に液体の小滴を有する十分な量の液体の水を提供する工程を有し、(比較可能な条件でガスタービンの全体出力に対して前記小滴を提供しないで測定するとき)圧縮によって生じる作業流体の温度増加を低減し、前記発電機またはコンプレッサを駆動するために利用可能なガスタービンの全体出力の増加が実現される方法を有する。

30

【0034】

本発明の第1の側面において、この増大は、分離した従来の蒸発性入力空気冷却装置、例えば、冷却装置またはメディアタイプの蒸発性冷却装置を含む産業用ガスタービンのコンプレッサの入口に少なくとも従来のコンプレッサの水の洗浄量の水を延長期間提供することによって達成される。コンプレッサ洗浄は、通常の水を有する空気の圧縮からの汚れに関するタービン性能(動力出力)損失のある部分を回復するために現在実行される。

【0035】

本発明のこの特定の側面によれば、タービンからの電力の要求において予期された、または実際の増大に回答してオンラインコンプレッサ洗浄装置を備えた産業用ガスタービンの電力生成を増大するため、また大気空気の条件の変化によって所望の水準の電力生成を維持するために、例えば、既存のオンラインコンプレッサ洗浄装置によってコンプレッサの水の洗浄量が連続的に付加される。しかしながら、それに対し、故障したコンプレッサの堆積物を除去するために粗い洗浄スプレーを発生する、主として使用されるオンラインコンプレッサ洗浄装置に、好ましくは、動力増大の実施例において、好ましくは200ミクロンまたはそれ以下の平均の小滴の直径の水が細かい霧として有利にまたは全体に供給される。上述した方法の実施例において、本発明の第2の側面は、軸流複数段コンプレッサの入口に設けられた流体の水の量を制御して増大することに関する。

40

50

【0036】

関連した実施例において、本発明は、コンプレッサによって得られた作業流体への液体の水の小滴を加えることを含む、空気を含む作業流体を獲得し、それを含む軸流複数段コンプレッサを有するガスタービンの出力全体を増大する方法であって、液体の小滴の流量は、ガスタービン内の熱の応力を調整するために時間に関して変化され、この熱応力は、作業流体に水の水を供給し、ウェット圧縮によったガスタービンの出力全体を増大するためにほぼ一定の流速でコンプレッサによって獲得された作業流体に液体の水の小滴を供給することに関する。

【0037】

本発明の他の側面は、作業流体が入口で有害な氷の形成を可能にする水準に作業流体の温度が低下するときの期間に連続した動力増大を可能にするように熱と湿気を提供することに関する。本発明のさらに他の側面は、軸流複数段コンプレッサへの損傷を防止する所定の承諾可能な制限にハウジングの角度変形を制限するために作業流体内の液体の水の十分に様な分配を保証する段階を含む。したがって、燃焼ガスがその運動エネルギーをロータの羽根と交換する場合、タービン部分において、液冷回転羽根の温度プロファイルを監視する方法を提供する。流体冷却回転羽根の温度プロファイルは、タービン部分の回転羽根を冷却するために使用されるコンプレッサの空気流で霧にされた水からミネラル分または他の凝結固体から生じるつまりを識別する助けとなる尺度である。また温度プロファイルは、コンプレッサを通してタービン部分に搬送される水の腐食効果から、またコンプレッサ空気流の凝結された固体から複数層のタービン部分の表面で生じる損傷を識別する際に有効である。

【0038】

したがって本発明は、コンプレッサ入口の温度測定用の方法を提供して、(1)氷が、もし、破壊され、ガスタービンの下流の部品に損傷を与える程度まで、入口で氷が形成される可能性を防止し、(2)蒸気のような制御材料を凍らせるか、または氷点の抑制を使用することを最小限にし、および/または(3)水全体の添加装置および方法を調整、監視および/または制御するために使用される制御装置に入力を提供する。

【0039】

本発明の追加としての方法に関連する側面は、付加された水の蒸発によって後に残された溶解可能な堆積物および空気入力部分を通してコンプレッサによって獲得された他の空気から生じるコンプレッサの故障材料の本発明の動力増大方法を使用する産業用ガスタービンのコンプレッサに関するオンラインクリーニングの方法に関し、このオンラインクリーニング方法は、(クリーニングが指示されるか、または所望な時期に、周期的な、または間欠的な期間を基礎として)(a)従来の洗浄増大による動力増大の目的で付加された液体の細かい水の霧を増大するか、または従来の粗い洗浄における対応する水の流れを1つまたはそれ以上の細かい霧の増大分に置換する工程と、(b)動力の増大を目的として実質的に連続した基礎で提供されたものに1つまたはそれ以上の追加した細かい霧の増加分を間断的にまたは周期的に供給する工程と、(c)コンプレッサへの水のすべての増加分を周期的にまたは間断的に制御するように除去する工程と、汚れの堆積物を蒸発するか、または割るためにこのような水を追加することなく、十分な時間にわたって作動する工程のうち少なくとも1つの工程からなる方法に関する。

【0040】

スロット作動可能な入口ガイド羽根を備えたタービンの使用に関して好ましい他のオンラインクリーニング方法において、コンプレッサ部分への液体の水の大きな浸透は、オンラインの間、前述したような水の添加能力の1つまたは複数の保存された増加分を供給することなく同様に達成され、それと対応してコンプレッサへの空気の入力を減少する。オンラインクリーニングの他の手段は、オンラインクリーニングの他の手段が、コンプレッサへの所望の流量が連続することを可能にする際に液体の水の増加分の1つまたは複数のクリーニング増加分を保存することに関連するとき、追加的な資金の投資をしないことにおいて有利であり、この場合、種々の理由において、増大の目的で使用されることが望まし

い流速を越えることが不可能であるか、有利である。

【0041】

本発明の他の処理に関する側面において、本発明によるウエット圧縮動力増大を使用する産業用ガスタービンに使用されるオフラインコンプレッサクリーニング法が提供され、この方法は、最初に減速したロータ速度でタービンを駆動する工程と、発泡可能なクリーニング成分を連続的に導入して準備する際に第2の回転速度でコンプレッサを冷却する工程とを有する。その後、連続した2つのシーケンスで説明した吸引および洗浄工程と1つまたは複数の反復工程において、タービンコンプレッサの長さによって泡が形成されたクリーニング成分を分配するために適している第1の減少した回転と、第2の回転速度との間の回転速度が、確立される。毎分約0回転またはそれ以上（であるが第2の回転速度以下）の減少した吸引回転速度が確立され、クリーニング成分が所定の時間にわたって所定の位置に残される。回転速度は、コンプレッサからフォームを除去するために十分に増大され、タービンを再スタートする前に、主題のタービンのウエット動力増大を実行する際に使用される水添加装置によって）完了される。

10

【0042】

本発明は、種々の実施例において、従来の水洗浄装置（好ましくは、単独で使用される場合、コンプレッサ洗浄装置は、好ましくは200ミクロンそれ以下の平均の直径の小滴を特徴とする細かな霧スプレーを供給するのに適したタイプである）と、少なくとも1つのスプレーラック水パイプと、少なくとも1つのスプレーラック水ノズルと、または従来のコンプレッサ水洗浄装置（こまかな霧または粗いスプレー）およびスプレーラックグループ組立体の組み合わせとを有する。さらに、本発明は、レーザエミッタと、ハウジングの変形を検出するためにハウジングの外側に取り付けられたレーザ目標測定装置とを使用する動力増大装置を提供する。

20

【0043】

さらに、本発明は、目視管を通して冷却回転羽根の各々の放射エネルギーを監視し、流体冷却回転羽根の各々の温度プロフィールを特徴とする光高温計を使用する動力増大装置を提供する。さらに、本発明は、コンプレッサ入口領域の温度監視用の温度センサを使用し、（1）ガスタービンの下流に損傷を与えるか、コンプレッサを枯渇することによって停止を誘導する程度まで入口で生じる氷結を防止し、（2）蒸気のような制御材料を凍らせるか、または氷点の抑制を使用することを最小限にし、および/または（3）ウエット圧縮装置および方法全体を調整、監視および/または制御するために使用される制御装置に入力を提供する。

30

【0044】

さらに、本発明は、ガスタービンハウジングの変形が最小限になるようにコンプレッサの入口へ霧状にされた流れを制御するためにプロセス制御ロジックを実行するプロセス制御コンピュータを提供するウエット圧縮動力増大装置を提供する。本発明の他の特徴および利点は、これらの種々の側面における本発明の好ましい実施例の詳細な説明を読むことによって、また添付図面を見ることによって完全に明らかになるであろう。

【0045】

用語の定義

「産業用ガスタービン」は、産業および発電設備のランドベース動力発生に使用される少なくとも20メガワット、またはそれ以上のメガワットタービンを意味する。「強力ガスタービン」は、設計の観点から、動力出力において非常に大きな急激な変化を受けるようには設計されていない。強力ガスタービンは、特に、航空機のタービンと区別するように意図されている。航空機のタービンは、強力ガスタービンと対比して、通常の動作環境と動作において、特に大量の液体の水を使用するように構成されている。

40

【0046】

「作業流体」、通常、ガスタービンの作業流体はガスである。ガスタービンのコンプレッサの通常作業流体は、水分を含む空気である。本発明において、作業流体は、液体の水を含んで膨張される。作業流体は、それが（すなわち、材料の注入および燃焼プロセスに

50

よって)産業用ガスタービンを通して進展するときその組成を変化させる。この観点において、作業流体は、ガスタービンの作業サイクルを通して進むとき、ガスタービンの軸に沿った種々の位置で、ガス混合物、ガス混合物の二層液体、ガス内の固体粒子の二層混合物または、ガスの流体および固体粒子の三層混合物のいずれかである。

【0047】

「全体出力」は、ガスタービンの正味出力を言い、(ガスタービンの外側の)発電機または処理コンプレッサを駆動する有効な軸動力を言う。ガスタービンの全体出力は、ロータ軸のトルクおよび速度によって測定され、馬力またはメガワットのいずれかで表現することができる。メガワットの用語で表現するとき、専門用語の正味出力は、発電損失を含む。比較可能な条件で全体出力を比較するとき、液体の水を提供するとき、および液体がないとき、比較可能な条件は出力全体を測定する比較可能な方法を含む。

10

【0048】

「熱と水分の添加」は、作業流体の飽和点まで作業流体に熱と湿度を同時に加えることを言う。「角度変化」は、タービンのロータとハウジングとの間の相互干渉を生じるハウジングの曲がりまたはゆがみを称する。「損傷」は、合理的な用途および動作の途中で予期されるものを越えるガスタービンの部品の有害な変更を意味する。ウエット圧縮に関して、刃のコーティングまたは刃の材料のある受け入れられる程度の腐食が予期される。

【0049】

「水」は、組成上の性質において、ウエット圧縮によって動力増大の目的でガスタービンに使用されるのに有効である。それは、例えば、腐食したタービン部品に加えられた水の性質を小さくして、治療するために、または水が接触するガスタービンの種々の構造部品を製造する際に使用される合金の成分を浸出するために氷点抑制または材料のような不純物および従来または有効な添加物を含む。「均衡のとれた方法で多数の流量の増加分を変化させる」は、作業流体に添加された水の増加分を言う。

20

【0050】

この明細書で使用する「バランスのとれた方法」は、増加が行われたとき、増加分の前述した組から引かれるか、またはそれに加えられるかのいずれかの後、承諾できる角度のガスタービンハウジングのゆがみを生じない増加をいう。

【0051】

「十分に均一な分配」は、コンプレッサによって獲得された作業流体の液体の水の分配を言い、これは、承諾できる角度の歪みの制限を越えてガスタービンのハウジングの分配を生じないコンプレッサ内の液体の水のゆがみを生じる。「改良された燃料効率」は、作業流体に前記水を付加しないときの出力より大きい、液体の水を作業流体に加えるときの燃料のユニット毎の動力出力の発生を言う。

30

【0052】

図1を参照すると、空気と燃料の燃焼から電力を発生するために使用されるガスタービン発電機の概観が提供され、これは、本発明の装置および方法を使用する設備の例である(合併された発電機が図1に示されるが、明らかであると仮定される)。ガスタービン発電装置100は、ガスタービンまたはガスタービンエンジン101を有し、このエンジン101は、軸流コンプレッサまたは軸流コンプレッサ部分103を有し、この軸流コンプレッサ部分103は、空気を含む作業流体を獲得するコンプレッサ入口102を有する。(ガスタービンエンジン101および軸流コンプレッサ部分103は、図示されるのみであり、本発明は、当業者に公知の他のタイプのガスタービンエンジンで実施されることは理解できよう。また、本発明は、軸流コンプレッサ部分とともに使用されることが有利であり、この軸流コンプレッサ部分は、例えば、作業流体に液体の水を獲得する1つ以上の入力作業流体に液体の水を加える複数の場所を有する。)

40

【0053】

入力空気ダクト133を介して入力空気フィルタ109は、入力空気フィルタ109とコンプレッサ入口102との間(図2A参照)に接続されている。この入力空気フィルタ109は、ある実施例において従来の蒸発性入力空気冷却装置に続く(図示せず)。入力空

50

気ダクト133は、入力空気ダクト収束点135と、(下面136を有する)入力空気ダクト制限部分137と、窓口413を備えた入力空気ダクトマニフォールド部分139とを有する。

【0054】

ある場合において、熱回復ユニット131は、タービン部分の排気ガスから蒸気を発生するように使用される。熱回復ユニット131によって発生された蒸気は、蒸気タービンから電力を発生し、蒸気駆動装置を作動し、熱を化学処理設備等に提供するように使用することができる。

【0055】

図2Aおよび図2Bは、ガスタービンエンジン101を詳細に示す。コンプレッサ入口102に入った後、空気は、一連のコンプレッサ段113を使用することによって軸流コンプレッサ部分103で圧縮される。圧縮の後、コンプレッサ空気は、燃焼部分の燃焼室105に流れ、この部分で燃料と混合され、この燃料は、タービン部分107を駆動する際に使用される高温圧縮ガスを発生するために燃焼される。タービン部分107は、一連のタービン部分段108を有し、このタービン部分段108は、(1)(好ましくは、タービン部分107のコート部品を有する)回転ロータ111として明らかにされた仕事に高温ガスのエネルギーを変換し、(2)各タービン部分段108に入る高温圧縮ガスより低温で低圧の排気ガスを発生する。まず、第1のタービン部分段108のような排気ガスが、第2の段において高温圧縮ガスであり、最後の段からの排気ガスは、タービン部分107からの排気ガスである。

【0056】

ロータ111は、タービン部分107および軸流コンプレッサ部分103の双方の一部であり、タービン部分107およびロータ軸127に取り付けられた軸流コンプレッサ部分103の双方において、すべてのロータ羽根(115, 121)の組を含む。ロータ軸127は、軸流コンプレッサ部分103と、制限されることなく、発電機、すなわち化学処理に使用する大きなコンプレッサのような有効な機械の双方に電力を提供する。この観点において、ロータ軸127は、1つの構造的な部品か、または仮想的な1つの構造的な部品を形成するために機械的に一緒に取り付けられる一連の個々の部品である。

【0057】

ガスタービンエンジン101内の種々のガスおよび流体は、ハウジング125によって収容され、このハウジング125は、(a)予め圧縮された空気を通し、(b)連続的なコンプレッサ段113を通してその進展において圧縮空気を含み、(c)燃焼部分の燃焼室105の周りにコンプレッサ排気ガスを含む圧力シェルを提供し、(d)それがタービン部分107で拡張するとき、燃料が燃焼される高温圧縮ガスを含み、(e)燃焼エンジン101内に残留しながら排気ガスを通すためにガスタービンエンジン101の内側の空間を形成するハウジング125によって収容される。このハウジング125は、基本的に一緒に接続されるいくつかの異なる部分から形成される。

【0058】

軸線方向のコンプレッサ部分103において、各コンプレッサ段113は、ロータ軸127に取り付けられた一連のコンプレッサロータ羽根115と、コンプレッサの静翼117の前の組および後の組の双方からつくられ、ここでは、各組毎にコンプレッサ静翼117は、静止羽根の列として半径方向に配置される方法で連続して取り付けられる。コンプレッサの静翼117は、(a)ハウジング125の内壁に緊密に適合するように適合され、(b)動作において、その比較コンプレッサ段113から1つのコンプレッサ段113の流体絶縁を可能にするような方法で(ラビリンスシールによって)ロータ111に密封される。コンプレッサのロータの羽根115およびコンプレッサ静翼117は、(1)回転コンプレッサロータ羽根115から空気(またはガス流)に運動エネルギーを転移し、(2)空気流を通し、これにより、コンプレッサロータ羽根115に続くコンプレッサステータ羽根117によって空気が減速されるとき、圧力および温度が空気内で上昇する。1つのコンプレッサ段113の入口圧力に対する出口圧力の圧力比は、本来備わっている空

10

20

30

40

50

気力学の要因によって制限され、いくつかのコンプレッサ段 1 1 3 は、1つの軸線方向のコンプレッサ段 1 1 3 によって達成されるもの以上の軸線方向のコンプレッサ部分 1 0 3 において大きな全体圧力比を達成する必要がある。

【 0 0 5 9 】

燃焼部分の燃焼室 1 0 5 に燃料を付加し、圧縮空気内の酸素によって燃料の酸化の後、その結果の高温圧縮ガスが、タービン部分 1 0 7 内の仕事に変換され、このプロセスは、一連のタービン段 1 0 8 において、タービン部分のロータ羽根に膨張する高温圧縮ガスの大きな運動エネルギーを転移することによって達成される。

【 0 0 6 0 】

各タービン部分段 1 0 8 は、ロータ軸 1 2 7 に取り付けられた一連のタービン部分のロータ羽根 1 2 1 と、静止羽根の列として半径方向に配置される方法で連続するように取り付けられるタービン部分の静翼の前の組からつくられる。タービン部分静翼 1 2 2 は、(a)ハウジング 1 2 5 の内壁に緊密に適合し、(b)動作において、その比較コンプレッサ段 1 1 3 から1つのコンプレッサ段 1 1 3 の流体絶縁を可能にするような方法で(ラビリンスシールによって)ロータ 1 1 1 に密封される。タービン部分のロータ羽根 1 2 1 およびタービン部分の静翼 1 2 2 は、(1) 高圧ガスを通し、(2) 膨張した高圧ガスから回転タービン部分回転羽根 1 2 1 に運動エネルギーを転移し、それが負荷を駆動するときロータ 1 1 1 の回転において明らかにされる仕事を形成する。

10

【 0 0 6 1 】

ある場合において、タービン部分のロータ羽根 1 2 1 は、高温圧縮ガスの使用を可能にするように複数層の表面またはコートされた表面を有する。ある場合には、タービン部分のロータ羽根 1 2 1 は、(または別の例として)タービン羽根のロータ羽根 1 2 1 内の機械加工されるか、または鑄造管または空洞部分の使用を通じてタービン部分のロータ羽根 1 2 1 内に設けられた冷却装置を有する。動作の間、機械加工、または鑄造管または空洞部分は、(a) 軸流コンプレッサ部分 1 0 3 からの圧縮空気と、タービン部分のロータ羽根 1 2 1 を冷却するために各個々のタービン部分のロータ羽根 1 2 1 の内側に配置された機械加工されたまたは鑄造管または空洞部分を通った圧縮空気流と流体連通する。

20

【 0 0 6 2 】

この明細書の他の部分に記載されるように、各タービン部分のロータ羽根 1 2 1 のこのような冷却装置の使用は、このようなつまりが冷却剤の流れを制限し、個々のタービン部分のロータ羽根 1 2 1 において承諾できない高温を生じるので、もし、個々のタービン部分のロータ羽根 1 2 1 の測定装置が、羽根の機械加工されたまたは鑄造された管または空洞部分内の可能なつまりを認識するために使用される場合には、もっとも有効である。本発明を使用するガスタービンエンジン 1 0 1 において、このようなつまりは、タービン部分のロータ羽根 1 2 1 を冷却するためにコンプレッサの圧縮空気に含まれた霧状にされ粒状にされた水からのミネラル分の凝結によって生じる。

30

【 0 0 6 3 】

タービン部分のロータ羽根 1 2 1 の冷却装置にこのような材料が入ることを防止する好ましい方法は、それがタービン部分のロータ刃 1 2 1 を冷却し、羽根 1 2 1 が適当に冷却されたことを合理的に確認するために代表的な個々のタービン部分の回転羽根 1 2 1 の測定のために提供される。個々のタービン部分のロータ羽根 1 2 1 のこのような測定を実行する好ましい装置は、1987年3月10日にRichard E. Zacharyに付与された「ガスタービンの冷却用サイト管組立体および検出器具」と題された米国特許第 A 4, 648, 711号に説明されている。さらに、ウェット圧縮に関連して使用された高温計からのもっともよい結果は、0.39の周波数に感応する高温計が0.95ミクロンで高温に感応することに関連して使用される場合に達成され、これは、0.95ミクロンでのみ実行される高温の測定を当惑させる管の部分 1 0 7 に搬送される水の蒸気から放出される赤外線を避ける。

40

【 0 0 6 4 】

タービン部分の回転羽根 1 2 1 を冷却するために使用される前に、軸流コンプレッサから

50

送られる圧縮空気の広範な予備濾過は、タービン部分のロータ羽根 1 2 1 を冷却するために使用される圧縮空気の排出と圧縮空気を各冷却されたタービン部分のロータ羽根 1 2 1 に流体的に連通する入口管との間に配置されたフィルタを使用することを介して提案される。

【 0 0 6 5 】

図 3 は、軸流コンプレッサ 1 0 3 によって獲得された作業流体に水の粒子を提供し、その後、圧縮によって生じる作業流体の温度の増大を減少するように作業流体に提供される流体の量を制御するように増加し（および対応して制御可能に低減する）装置の好ましい実施例を示す。

【 0 0 6 6 】

この側面において、本発明は、1 重量%の少なくとも約 3 / 4、好ましくは 2 重量%ないし約 8 重量%の液体の水の少なくとも約 3 / 4 を含む作業流体をコンプレッサに提供する工程を有する。

【 0 0 6 7 】

好ましくは、ガスタービン 1 0 1 のようなガスタービンの出力全体の少なくとも 1 0 % の増大および、最も好ましくは、約 2 0 % ないし 4 0 % の増大が、例えば、図 3 に示す装置を介してコンプレッサ 1 0 3 によって獲得された作業流体に水を導入することによって達成される。上述したような図 3 に示す好ましい実施例において、液体の水を提供する装置は、作業流体に完全に水分を含ませる（すなわち、飽和させる）ために使用することができる。ここでは、問題のタービンは、例えば、公知の冷蔵器、または中間のタイプの蒸発性入力空気冷却装置には予め備えられていない。

【 0 0 6 8 】

特に図 3 を参照すると、軸流コンプレッサ部分 1 0 3 によって獲得された作業流体に液体の水を加える好ましい装置は、軸流コンプレッサ部分 1 0 3 のコンプレッサ入口 1 0 2 と連通するスプレーラックグループ組立体 2 0 1 を有する。スプレーラックグループ組立体 2 0 1 は、入力空気フィルタ 1 0 9 とコンプレッサ入口 1 0 2 との間のいずれかに配置されるが、好ましくは、入力空気ダクト収束部分 1 3 5 の後の入力空気ダクト制限部分 1 3 7 の入力空気ダクト 1 3 3 に挿入されることが好ましい。この位置決めは、スプレーラックグループ組立体 2 0 1 から離脱されるノズル 3 0 5（または、以下にさらに詳細に説明する蒸気添加装置またはスプレーラックグループ組立体 2 0 1 の他の損傷を受ける部分）が、ノズル 3 0 5（または損傷部分）が回転ロータ 1 1 1 に引かれる前に、入力空気ダクト 1 3 3 の下面 1 3 6 に次第に引かれるようにコンプレッサの位置口 1 0 2 から十分に離される。

【 0 0 6 9 】

スプレーラックグループ組立体 2 0 1 の部品が壊れ、軸流コンプレッサ部分 1 0 3 に入ることを防止する利点を提供する遠隔位置決めは、霧が作業流体に含まれるようにスプレーラック水のノズル 3 0 5 が十分に液体の水を霧にすることが必要である。スプレーラック水のノズル 3 0 5 とコンプレッサ入口 1 0 2 との間の接近した距離において、（さらに以降詳細に説明するように）軸流コンプレッサ部分 1 0 3 への損傷を防止するほぼ所定の承諾可能な制限までハウジング 1 2 5 の変形が制限されるように得られる場合には、さらに粗いスプレーを使用することができる。

【 0 0 7 0 】

粗いスプレーの使用は、ハウジング 1 2 5 の承諾可能なハウジングのゆがみを避けるために軸流コンプレッサ 1 0 3 の液体の水の分散の十分な一様性を保証するために作業流体に加えられる液体の水の小滴の流れの輪郭を変化させる必要がある。適当な流れパターンを決定する手順は、以下の本発明の好ましい実施例に関して説明するように同じ手順に従うことができる。

【 0 0 7 1 】

さらに当業者は、それがもし、ノズル、例えば、特定の水の添加手段のいくつかの他の構造エレメントが、壊れて分離し、コンプレッサの入口に向かって作業流体の水の一様な分

10

20

30

40

50

配を保証し、ウエット圧縮の完全な流れ流体を得るように第1のコンプレッサ段を安全に飽和させるために十分に細かい霧を得ることは、(スプレーラック組立体201の実施例において)所望の水準の水量の増大のために考慮された水量を分配するために、多数のノズル305と、高圧の分配圧およびそれに対応する大きなポンプ装置を必要とする。さらに粗いスプレー装置を設置するためには、投資が少なく済むが、入口102に十分に接近して配置されない限り、コンプレッサによって獲得される作業流体が十分に含まれず、および一様性を提供しない。その結果、動作中のコンプレッサにノズルのある部分が搬送されるリスクが残る。

【0072】

コンプレッサによって獲得された作業流体へ液体の水を分配する最適な装置および構成は、通常、第1のコンプレッサ段の完全な飽和を達成するために最も低い全体コストおよび所定の動力増大の全体水準において水の付加から最大限の流量の利益を引き出す装置および構成に対応する。これは、ハウジング125の過剰なゆがみおよびコンプレッサのこすれを生じることなく行うことが考慮され、このこすれが生じた結果、ノズル305がコンプレッサ部分103に搬送される。また、ノズルの全体のコストおよび水の添加装置の構成および選択に関連したノズルの全体のコストおよび他の装置の部品(ハードウェア)が考慮される。したがって、それは、コンプレッサの入口に関する種々の点で作業流体として考慮された液体の水の全体を入力する複数の手段を使用することが好ましい。

10

【0073】

よって、(約10パーセントの増大までの)増大の下方の水準において、前に述べたように、コンプレッサの水の洗浄構成を使用するのに十分であり、それによって、従来の液体の水のコンプレッサの水の洗浄量(この量は、タービンの型式および寸法によって変化するが、作業流体の重量によって0.1ないし0.5%である)は、コンプレッサによって獲得された作業流体に延長された時間にわたって連続的に提供され、好ましくは、この実施例のノズルは、細かい霧が主として200ミクロンまたはそれ以下の平均の小滴寸法を有するように水を供給するタイプであるが、それは、非常に細かい霧のノズルを使用する際において、コップレッサの入口近傍において、細かい霧のノズルが詰まることによって生じる作業流体の液体の水を分配する際に「空隙」をカバーすることが必要なとき、補助的な水の添加装置を上流に配置し、使用すること(すなわち、コンプレッサの入口102から除去されること)が得策である。

20

30

【0074】

特定の実施例において、特に好ましいノズルは、FYREWASHの名称の下でRochem Technical Serviceによって製造され、1インチ(2.54cm)当たりほぼ80ポンドゲージ(psig, または550kPaゲージ)の圧力低下で100と200ミクロンの間である(が、約70ミクロン以上の)出願人によって評価された中間の平均小滴直径を有する、細かな霧のスプレーを提供する入力空気蒸気に入力されることが特徴とされる。

【0075】

通常、前のパラグラフにおいて説明したように、ある環境において、補助的な水の付加手段を設けることに関して、作業流体に液体の水の従来のコンプレッサの水を供給する装置は、コンプレッサ水の洗浄の目的で(例えば、環状スプレーパイプの周りで等間隔のスプレーノズルを有する環状スプレーパイプ)コンプレッサの水の洗浄における所定のタービンに使用されるものと同じであり、当業者がこれらのタイプの装置でよく獲得されるように、同じ内容の詳細な説明がなされない。

40

【0076】

大きな水準の増大、すなわち、10%以上の増大、特にガスタービンの出力全体の20%以上の増大が望ましい場合、好ましくは、1つまたは複数のスプレーラックグループ組立体201が単独か、または他の装置と組み合わせて使用される。これら2つの可能性のうち後者に関しては、本発明のオンラインクリーニングプロセスを実行するために特に適している構成は、好ましくは粗いスプレー形態において作業流体に液体の水の従来の水洗浄量を(動力増大の目的で連続的に、オンライン洗浄の目的で間欠的に)供給するために、

50

コンプレッサの入口102の近傍で第1の装置、およびコンプレッサによって獲得される作業液体に液体の水を付加する第2の装置を使用し、前記第2の装置は、入力空気収束ダクト収束部分137において、スプレーラックグループ組立体201の形態である。基本的に第1と第2の装置が（第1の装置が、本発明のオンラインクリーニング方法によって洗浄目的においてのみ使用されるのに対して）所望の水の全体量を入力することに組み合わせ使用される場合、好ましくは、第1及び第2の装置は、これらの組み合わせによって作業流体に付加される液体の量が、主に200ミクロンおよびそれ以下の平均の小滴の直径を有する細かい霧の形になるように選択される。

【0077】

図3に示されたスプレーラックグループ組立体201に関しては、組立体201は、個々のスプレーラック301のグループから形成され、この場合、各個々のスプレーラック301は、スプレーラック水パイプ303を通して送られる水を霧状にするように、間隔をおいたスプレーラック水ノズル305のグループを備えたスプレーラック水パイプ303からつくられる。

10

【0078】

好ましくは、非常にきれいな水、例えば、粒子を有さない0.4ミクロン以下のコンダクタンスを有する水、濃縮された水、希釈された水、イオン化された水は、好ましくは、水の非常に細かいスプレーまたは霧を形成するために霧状にされ（すなわち噴霧される）。多数の公知の市販されているノズルの構成は、非常に細かい水のスプレーを提供するために使用され、非常に細かい水のスプレー、例えば、（テキサス州77003ハウストン610Nミルピーストリート100ハウストンのオフィスに有する）RochemTechnical Services, 社の上述した「FYREWASH」ノズルまたは、80psig（550kPa）の圧力低下および45ないし155°Fの範囲（7.2ないし73.9）の平均温度で（毎分2ガロン（毎分7.6リットル）の流速）153ミクロンの平均直径を特徴とするスプレーを提供する1-7N-316SS12ノズルまたは80psig（550kPa）の圧力低下および45ないし165°Fの範囲（7.2ないし73.9）の平均温度で（毎分2.6ガロン（毎分9.9リットル）の流速）188ミクロンの平均直径を特徴とするスプレーを提供する1-7N-316SS16ノズルを特徴とする。

20

【0079】

純粋な水は、ガスタービンエンジンの部品に衝撃を与える。この観点において、技術的に理想的な水は、例えば、促進装置を通過する方法から得られる。このような促進装置によれば、水の流れは、ガスタービンエンジン101の部品の製造材料に対応して各重要な合金エレメントの十分な量を含むように組成的に均衡がとられているビード上を通過し、その結果、ガスタービンエンジン101の合金部品の重要で活性の化学部品に関する濾過の効果を水流が十分に最小限にし、ウェット圧縮が実行されるとき、これらの部品の完全性が適当に保存される

30

【0080】

スプレーラックグループの組立体201によって示唆されるように、タービン101の全体出力の約10%を越える高水準の増大性能がここで示唆したような液体の水の付加をなくし、本発明は、タービン101に対する熱的な衝撃を避け、コンプレッサ103のサージングを避けるように制御されるように付加または除去されることが考慮される。この制御された増大は、水の圧力を増大して水に1つまたは複数のスプレーラックノズル305に対して増大することによって、コンプレッサ103によって獲得された作業流体に設けられた液体の水の円滑な傾斜型増大を必要とする。変更例において、液体の水は、段階的に増大する方法でコンプレッサ部分103によって獲得された作業流体に提供することができる。また、他の変形例において、軸流コンプレッサ部分103によって獲得された作業流体に設けられた水の量の円滑な傾斜および/またはステップ型の変形の組み合わせを、同時にまたは連続的に有利に使用することができる。

40

【0081】

しかしながら、水は最も好ましくは、その流れを増大または減少するとき、複数の水の流

50

れの増加分を使用して段階的な方法で付加または減少される。複数の水の流れの増加分を使用することに関して、本発明を実施する好ましい装置は、スプレーラックノズル305を有し、各個々のスプレーラック301は、スプレーラック水ノズル305の組の圧力低下によって決定されるような霧状にされた水の流れを発生するように見ることができる。

【0082】

別の例として、当業者は、各ノズル305が適当な液体の供給源が霧状にされる場合には、特定の液体が適当に霧状にされる圧力範囲を有すること、ノズル305自身が水の添加の増加分を個々に定めることは理解できよう。水流の最も小さい増加分は、ウエット圧縮を促進する際に、展開されるもっとも小さいノズル305を作動するために必要な水の流れの増加分である。

10

【0083】

さらに、明らかになるように、もし水が連続的な流速でまたは増加するような流速で動作する場合には、水の流速は、入力空気への含有および混合のために承諾できないスプレーを達成する必要がある最小限の水量以下になるような傾きに変形され、この水が付加されることによって、基本的には付加されるが、非一様なパターンでコンプレッサの入口102に霧状にされない水として掃引される。コンプレッサの入口102に非一様なパターンで霧化されない水が掃引される負の効果は、ゆがみ効果に関し、霧化されない水の衝撃を受けるさらに迅速な部品の腐食に関する。流体が合理的に霧化される圧力の範囲に関して、流れの量の連続的なアナログ調整は、供給圧力を変形することによって容易にされ、ノズル305からのスプレーの姿勢の変形の効果は実施されるときに考慮する必要がある。

20

この液体を調整する方法は、いくつかの用途を有するが、細かな調整において、ウエット圧縮後にスプレーの供給が基本的に確立される。

【0084】

この圧力がスプレーラック水パイプ303に制御される場合には、スプレーラック水パイプ303に接続されたスプレーラック水ノズル306のグループは、個々のスプレーラック水ノズル305の流れの増加分の合計に等しい水の流れの増加分全体を処理するように作動する。

【0085】

他の実施例において、各個々のスプレーラック水ノズル305は、最大数の制御可能な制御された水の流れの増加分を提供するように別々に弁によって調整され、制御される。各増加分は、基本的には予測可能であり、スプレーラックの水のノズル305が、利用可能な圧力低下で機能的なスプレーパターンを供給する一定の流れである。他の実施例において、各々がスプレーラック水パイプ303の水準で制御される関連するスプレーラック水のノズル305を有するスプレーラック水パイプ303のグループは、個々に制御された他のスプレーラック水ノズル305と混合される。

30

【0086】

多数の異なる構成のノズルおよびパイプが高水準のウエット圧縮動力増大の軸流コンプレッサ103によって獲得された作業流体に液体の水を提供し、さらに特定の実施例において、複数の霧化された水流の増加分において作業流体に霧化された水の流れを提供するために使用される。またある場合において、スプレーラック水ノズル305は、異なる寸法になるように選択され、所定のスプレーパイプ303に小さいスリーブットノズル305の上流に大きな空隙を備えた大きなスリーブットノズル305を使用することによって特定のスプレーラック水パイプ303からの予め形成されたスプレー濃縮プロフィールか、またはパイプ303に支持された連続したスプレーラック水ノズル305のつまりを防ぐために特定のスプレーラック水パイプ303内から粒子の通路および流れを容易にするように配置される。

40

【0087】

しかしながら、基本的には、必要とされるものは、作業流体に提供される（またはそこから除去される）液体の水の流れは、（a）ガスタービン101に加えられる熱応力および（b）比較的大量の液体の水を作業流体に付加することに関する熱膨張および熱収縮の変

50

化速度を調整し有効に低減するように、位置に関する経時的に必要な変化である。図3のスプレーラックグループ組立体201は、これらの目的を達成するために有効で有利な方法を提供する。

【0088】

コンプレッサ103によって得られる作業流体への液体の滴下を付加する方法および装置の他の望ましい構成は、作業流体に液体の水を提供することに関するハウジングの角度のゆがみまたは変形を制御することに関する。もし、大量に液体の小滴が作業流体にあまり十分でない均一性で分配される場合には、作業流体は、作業流体の液体の水の質量の分配が実質的にまたは適切に十分でないという事実によって軸流コンプレッサ部分103の内側に温度差をつくる。次にこれらの温度差は、ハウジング125の直線的な寸法で局所的な差をつくり、ハウジング125の角度のゆがみまたは変形に関して潜在的に損傷を与える。

10

【0089】

出願人の実験によれば、例えば、複数のスプレーラックのグループの組立体201によって作業流体に送られる小滴は、非常に最小限に混合されることによってコンプレッサ103を通過してほぼ層状に移動する。ロータ111およびロータ羽根(115)の回転は、コンプレッサの入口102で作業流体に付加された水の非均一な分配によって、コンプレッサ103の内側のほぼ温度の変化を十分に解放することはできない。好ましくは、通常の湿度を帯びた作業流体に液体の水を付加することによって生じるハウジングの角度変形が、作業流体に水の小滴の十分に均一な分配を達成し維持する装置を提供することによって制御され、この装置は、ハウジング125に水を付加することに関連する角度変形がタービン101の軸流圧縮部分103への損傷を防止するために所定の承諾可能な制限まで制限されることを保証する。

20

【0090】

ハウジング125の角度変形は、この観点において、以下にさらに詳細に説明されるようにレーザエミッタ403とレーザターゲット407を使用することによって監視され、形がつくられる。本発明によって考慮されるように複数の霧化された流体の増加分を使用することは、増加分の各々の関数として、経時的な各々の付加または除去に対するハウジング125の応答の関数として前に測定した変形の量に基づいて、またはコンプレッサの入口102および他の増加分に関連する位置に関するハウジング125の水の付加に関連した変形の測定および制御に特に適している。例えば、各流量の増加分が起動されたとき、増加分の付加(または除去)に関連したハウジングの変形の増加および減少を測定することができる。

30

【0091】

この装置が液体の水のある流量の付加において特定の入口の構成に関してタービンに加えられると、そのように構成された水の付加装置は、たとえ、測定が行われていないとき(例えば、測定装置が除去されたとき)であっても、ほぼ所定の承諾可能な制限内での変形を制御するように確実に作動することができることが期待されている。この観点において、測定装置は、設計の目的でもっとも有利に使用されており、ハウジング125の角度変形が特定のスプレーラック組立体201とノズル305との設計に関して適当に定義された後、タービンの動力発生設備100の永久的な部分としては使用されない。当業者は、霧化された液体の水の種々の増加の付加の数学的なモデリングがこの目的を促進するために使用されることは理解できよう。

40

【0092】

もっとも望ましくは、作業流体の液体の水の十分に均一な分配は、主に200ミクロンまたはそれ以下の平均の直径の小滴を有する霧または細かいスプレーとしてコンプレッサ103に液体の水が供給することによって簡単に達成され、さらに好ましくは、120ミクロンまたはそれ以下であり、特に好ましいのは、70ミクロンまたはそれ以下であり、これは、水を含むことによって、作業流体によって獲得された空気と関連して速度ベクトルに従う。よって、欠陥のある領域は、軸線方向のコンプレッサ部分103の内側に水の分

50

配の不均衡を防止することによってハウジング 125 の制御をする際に、水の基本的な移動を通して液体の水を豊富に含むことができる。要するに、基本的に搬送された液体の水の小滴は、軸流コンプレッサの内側で層状の流れのプロセスに従う傾向があり、水の欠陥がある部分を識別することができ、ハウジングの変形を制御するために補償することを可能にする。これは、コンプレッサ部分 103 の内側で作業流体内に液体の小滴のほぼ一様な分配を保証するような方法で軸流コンプレッサ部分 103 に取り込むために質量を基礎として小滴が一様に分散する必要があることを意味する。すなわち、ほぼ一様な分配が入口 102 おいて達成される場合には、コンプレッサ 103 の内側の温度分配は、ハウジング 125 の変形が、ガスタービン 101 に損傷を与える公差に制限されることを補償されるように適当に維持される。

10

【0093】

しかしながら、スプレーラックグループ組立体 201 の位置決めおよび水が特定のガスタービンエンジン 101 に付加される方法に依存して、スプレーラックグループ組立体 201 によって占められた入力空気ダクト 133 の断面にわたってノズル 305 の一様な寸法および分配が、コンプレッサの入口 102 への霧化された水の流れに所望な一様性を達成するために最良のものではないことを理解すべきである。さらに、最適の構成は、ハウジング 125 がゆがむときに、水の種々に増大する添加物において種々の構成の効果の観察を通して決定されることが好ましい。

【0094】

前述した特徴または側面において、この動作モードが実行可能である場合、スプレーラックグループ組立体 201 は、入力空気ダクト制限部分 137 に配置されることが好ましく、動作において、スプレーラック水ノズル 305 (または損傷部分) が入力空気ダクト 133 内の圧力および流れから引き出される力によってコンプレッサ入口 102 および/または回転ロータ 111 に引かれる。入力空気ダクト収束部分 135 の代わりに入力空気ダクト制限部分 137 のスプレーラックグループ組立体 201 は、入口の空気の流れの速度が入力空気ダクト 133 の他の部分より入力空気ダクト制限部分 137 で大きく、その結果、スプレーラックグループ組立体 201 からの霧化された水は、次の入力空気流れにさらに有効に含まれる。

20

【0095】

図 4 は、図 3 に示したスプレーラックグループ組立体 201 の輪郭の詳細を示し、これは、正面図において、個々のスプレーラック 301 の相対位置と、各スプレーラック水ノズル 305 の位置と、スプレーラックスチフナ 311 の使用を示している。この観点において、スプレーラックスチフナ 311 の寸法および接続部分は、構造的に丈夫である安定装置を定義するために経験的に確認される。作動中にスプレーラックグループ組立体 201 を監視するために使用する装置は、組立体 201 への共振を検出するためのスプレーラック振動モニタ 411 である。

30

【0096】

図 5 は、図 3 および図 4 のスプレーラック組立体の平面図の組立体を示し、作業流体の温度が入口に有害な氷の形成を可能にする水準まで低下するとき、所定の期間に連続した動力の増加が可能になるように作業流体に熱と湿度を加える好ましい方法を示す。好ましい方法は、例えば、蒸気が蒸気マニフォールド 319 を介してスプレーラック蒸気パイプ 313 に加えられる例において、入口 102 に蒸気を提供する工程を含む。この蒸気は、コンプレッサ入口 102 で空気内の氷点の上で入力空気の温度を達成するために十分な蒸気を提供するために図 3、図 4 の実施例に加えられる。少なくとも 1 つの蒸気穴 315 が各スプレーラック蒸気パイプ 313 毎に提供されるが、好ましい構造は、約 5 個の蒸気穴 315 を各スプレーノズル 305 に設けることである。これらの蒸気穴 315 は、液体の水の添加に所望のようにそれと対応して作業流体に均一な熱および湿度を加えることができるように各蒸気パイプ 313 に沿って等しく分散される。通常、コンプレッサ入口 102 は、コンプレッサ入口 102 の近傍においてハウジング 125 の壁に沿って冷たい入力空気が進むか、通過することによって、氷結の疑いがあり、そこで好ましくは、すべての実施

40

50

例において、十分な蒸気がパイプ 3 1 3 によって供給され、または、この方法で氷結が生じることを防止するために入力空気ダクト部分 1 3 7 の周囲に捕捉的な手段が設けられている。

【 0 0 9 7 】

もし、スプレーラック水ノズル 3 0 5 がそのスプレーラック水パイプ 3 0 3 から離れている場合に生じる液体の流入によって悪影響を受けないために、(各スプレーラック水パイプ 3 0 3 で水のスループットを制限する大きさの)制限オリフィス 3 1 7 または他の適当な流れ制限手段が、スプレーラック水パイプ 3 0 3 の供給源に挿入されることが好ましい。蒸気流れ制限オリフィス 3 3 5 は、蒸気供給装置が破壊された場合に付加される蒸気量を制限する。

10

【 0 0 9 8 】

コンプレッサの入力ガイド羽根の近傍の表面で入力空気に付加され搬送される水が凍ることを防止するためにコンプレッサの入口 1 0 2 の入力空気温度を管理することが重要である。氷は、自由に破壊され、コンプレッサを停止させるか、軸流コンプレッサ部分 1 0 3 の回転羽根 1 1 5 にぶつかる。コンプレッサ入口 1 0 2 の作業流体の温度は、入力空気に付加される必要がある適当な蒸気流を認識する助けとするために少なくとも 1 つの温度センサ(図示せず)で監視することが好ましく、本質的に純粋な水の場合、入力空気の温度は、コンプレッサ入口 1 0 2 の氷結が断熱膨張が誘発されないことを補償するために約 4 5 ° F 以上に維持されなければならない。

【 0 0 9 9 】

熱が提供されない場合、例えば、蒸気の穴 3 1 5 または他の手段を介して、この温度制限は、純粋な水を備えた本発明の圧縮技術を使用してガスタービンに大気温度を有効に配置することは理解できよう。しかしながら、(1つのサイクルで作動するガスタービン動力発生設備 1 0 0 において加熱された熱回復ユニット 1 3 1 で組み合わせられたサイクルで作動する設備において有効な低圧蒸気から発生される)蒸気の付加を介して設けられた熱は、非常に低い温度で本発明の利用を可能にする。

20

【 0 1 0 0 】

組み合わせられたサイクル動作と蒸発性入力空気冷却に関して、追加的な現在の使用できない熱は、(蒸発性入力空気ヒータ/加湿器への蒸発性入力空気クーラーを有効に調整する)入力空気の加熱および加湿の目的で蒸気タービンから蒸発性入力空気クーラ(図示せず)へ濃縮器の熱を交互に交換することによって入力空気の加熱の目的でさらに回復され有効に適用され、付加された蒸気の噴射によって(または、蒸気の注入がなく)本発明のウエット圧縮技術の動作は、4 5 ° F (7 . 2) 以下、1 5 ° F (- 9 . 4) の大気温度で可能になるが、実際に低い温度の動作は、ケースバイケースを基本としてさらに適当に決定される。

30

【 0 1 0 1 】

コンプレッサ入口 1 0 2 で生じる潜在的に破壊される氷結に対する追加的な安全策は、動作技術者によって氷が蓄積されることを目視および走査を可能にする入力空気ダクトマニフォールド部分 1 3 9 の壁において少なくとも 1 つの窓口 1 3 を配置することによって設けることが好ましい。このような目視ポート 4 1 3 が使用される場合には、作動技術者がビデオスクリーンモニタに入力空気ダクト 1 3 3 および/またはコンプレッサ入口 1 0 2 の内側を有利に見ることができるようになることによって情報収集方法をさらに簡単にするができる。この観点において、水の流れは、窓口 4 1 3 から見ることができ入力空気ダクト 1 3 3 および/またはコンプレッサ入口 1 0 2 の部分を見ることができ試験を容易にするために低減するか、または遮る必要がある。スプレーラックグループ組立体 2 0 1 を提供する装置への追加的な氷結防止機構は、水の粒子の氷結点を抑制する水の蒸気に薬品を混合することである。この観点において、メタノールのような氷結点抑制剤は、入力空気の低い作業温度で提供される。

40

【 0 1 0 2 】

図 6 は、ガスタービンエンジン 1 0 1 のハウジング 1 2 5 の追加的に関連する液体の水の

50

変形を監視する1つの可能な手段の詳細を表す。この側面において、軸流コンプレッサ部分103を含むハウジング125の部分の内面(内周、内壁)に関して対称的ではない冷却効果によって、軸流コンプレッサ部分103によって処理された相当量の霧化された水の空気への追加は、ガスタービンエンジン101への有害な効果を有する。もし、ハウジング125の1つの部分が他の部分に関して等しくないように冷却される場合には、ハウジングは、完全に対称的な整列からゆがめられる。このようなゆがみは、軸流コンプレッサ部分103の部品の破壊的な応力に導く停止、または回転の停止につながるか、このようなゆがみは、軸流コンプレッサ部分103の部品の間の機械的なこすれを生じ、これらの部品に損傷を与えるか、もっとも極端な場合、コンプレッサの破壊を生じる。

【0103】

図6は、ハウジング125のゆがみの監視を達成するために、レーザ放出器403と、レーザリフレクタ405と、レーザ目標407を示す。また、レーザリフレクタ405の使用は、角度のゆがみの応答を提供し、一連のレーザリフレクタ405は、レーザエミッタ403から放出されたレーザビームがレーザの目標407に整合する前に受ける角度移動および距離を有効に倍加することによって、ハウジング125のゆがみに対して組立体の感度を有効に向上させることが望ましいように使用される。レーザの感度が小さい場合において、レーザリフレクタ405は使用されない。レーザエミッタ403と、レーザリフレクタ405と、レーザ目標407の複数の組は、ハウジングの異なる部分のゆがみを監視するために使用することができ、レーザエミッタ403からのビームは、部分的に反射する鏡(図示せず)を使用して、交互に分割され、異なるレーザ目標407によって検出するようにハウジング125の異なる部分に取り付けられた異なるレーザリフレクタ405に関し、各々はハウジング125の異なる部分のゆがみを監視することに関する。

【0104】

ハウジング125の非対称的な冷却効果は、ガスタービン発生設備100が入力空気ダクト制限部分137(スプレーラックグループ組立体201の好ましい場所)を備えたハウジング125に取り付けられた入力空気ダクト133を有するとき、追加的な関心事であり、ここで、入力空気ダクト133を考慮する軸線(この軸線は、ダクトの通常の流体流および束の方向に整列する通常の流体流および束の連続として定義される)は、(図1に示すように)ロータ111の回転軸線に本質的に直角である。この場合、ロータ軸127は、空気ダクトコンプレッサ入口マニフォールド部分139内を横断し垂下されたトンネル内で回転する。トンネルは、流体流の障害物を構成し、この障害物は、回転軸線に関して直角な入力ダクト軸線によって誘導されるほぼ直角な流体流の変化とともに、圧縮入口102で入口流れ空気の所望の等しい霧化された、および水の対称的な分配を得るためにある試みを表す。

【0105】

前述したように、位置決め、水の増加分の定義、および個々のスプレーラックノズル305およびスプレーラック水パイプ303は、ハウジング125が承諾不可能にゆがむことのないハウジング125の十分に対称的で均一な冷却を提供するように構成されることが好ましい。コンプレッサの入口102に霧化された水は、ガスタービンエンジン内の作動的に誘導される熱応力がガスタービンエンジン101の全体構造の完全性を保存するために十分に最小限にされる。この観点において、コンプレッサ入口102への霧化された水の流れの非常に迅速な変形による温度衝撃(たとえ、作業流体の水の分配は非均一なものであっても)は、残りの合金部分が(a)完全に収縮するか、または寸法的に膨張しながら、部品の表面温度が迅速に減少する(部品の表面部分に熱収縮を誘導する)場合には、ガスタービンエンジン101内にある合金部品に割れを生じる。

【0106】

本発明のウェット圧縮関連器具の向上性は、圧縮出口で燃焼部分への入口の液体の存在を確認する燃焼部分に液体の存在のセンサの使用に関する。この観点において、コンプレッサの出口(燃焼部分への入口)で液体が検出されない水準に、または(もし、燃焼室105が十分に丈夫でコンプレッサの出口から水の潜在的な腐食効果に耐えるように保護する

10

20

30

40

50

ようにコートされる場合には)、燃焼部分に液体を明確に達成して窒素酸化物(NO_x)制御のためにタービン部分に水を噴射することによって当業者に達成されるものと同様の方法においてさらに延長された動力の増大を達成するために十分な水を加えることが望ましい。このようなセンサまたはセンサの組は、コンプレッサの出口でハウジング125の内周(内壁)に配置されなければならない。なぜならば、自由な液体がその位置に遠心力で移動されるからである。

【0107】

本発明によって水の付加を組み込んだガスタービンエンジン101の作動を補助するために、処理制御コンピュータ(図示せず)は、ある場合において、霧化された水の水流を調整するために使用される弁(図示せず)およびレーザの目標407に接続され、方法制御コンピュータは、各個々のスプレーラック水パイプ303およびスプレーラック水ノズル305に霧化された水の流れを制御(遮断または連通)する処理制御ロジックを実行し、ハウジング125の変形は最小限にされる。この側面において、本発明のいくつかの実施例は、個々の調整ノズル(図示せず)を、スプレーラック組立体201か、または入力空気ダクト133のいくつかの他の場所またはコンプレッサの入口102のいずれかの設置することができる。またこの処理制御コンピュータは、水の全体量を細かく調整するためにスプレーラック組立体201全体への圧力を制御するロジックを実行する。

10

【0108】

さらに、制御コンピュータは、各温度センサの温度を測定し、スプレーラック振動モニター411からの入力を測定し、燃焼部分液体存在センサからの入力を測定し、スプレーラック蒸気穴315への蒸気の流れを制御し、タービン部分の羽根121の光学的な高温計の測定値のような他の値の測定を容易にし、全体の装置の動作を比較できる制御出力を容易にする。

20

【0109】

処理制御コンピュータは、関連するガスタービンまたはタービン101からの動力の要求を計算に入れ、これは、本発明によるウェット圧縮装置に適合され、本発明のウェット圧縮装置のために開発されたプロセス制御装置は、例えば、本発明によるウェット圧縮装置を備えたガスタービン101から発生された動力を使用する関連する化学製造処理のプロセス制御装置に結合される。この観点において、特定の処理制御方法の実行は、本発明の適当な範囲を越えているが、特定の動作環境または環境の組において当業者の能力内でよく考慮される。

30

【0110】

動作において、化学処理および産業用動力発生動作環境で望ましいように産業用ガスタービンの出力全体の高水準の増大を提供する能力を有する装置において、霧化された水の流れは、水の付加装置のスタートアップおよび停止の間、複数の霧化された水の流れの増大分として供給され、霧化された水の使用によってガスタービンエンジン101内の作動的に誘導された熱応力は、ガスタービンエンジン101の構造的な完全性を保存するために十分に最小化される。この観点において、もし水量が、所定の高い水準の増大を達成するために望ましい水の流量まである時間にわたって段階的にガスタービンエンジン101の種々の部品の基本的で合理的な熱平衡を可能にするために増大する場合にはもっともよい結果が達成される。水の流量が減少するとき、その減少は経時的に(付加する水がまったくない)望ましい最小限の液体流まで段階的な方法でガスタービンエンジン101の種々の部品の間の本質的で合理的な熱平衡を可能にする増加分において経時的に減少されなければならない。

40

【0111】

したがって、例えば、増加分の寸法および空隙は、ハウジング125およびロータ軸127がこのような異なる程度まで異なる速度で膨張収縮しないように、また軸線方向の不整合によってこれらの部品の間で機械的なこすれが生じないようにすべきである。当業者は、(乾燥を基礎として)種々のガスタービンに使用されるランプアップ速度が本発明によって付加され除去される所定の寸法がどのように増加するかを決定する容易に適用可能な

50

基礎を提供することは理解できよう。

【0112】

また、霧化された水の量の増加分の調整は、前述したように位置を基礎として行われる。この側面において、例えば、ハウジング125の測定されたゆがみが、入力空気ダクト133の下方部分の霧化された水量を変更するために使用されるものとは異なるパーセンテージによって入力空気ダクト133の上方部分に霧化された水量を増大するように変更することによってもっともよく防止される。

【0113】

位置的に並びに時間に関して、水の正および負の増加分は、ガスタービンエンジン101への破壊的な熱および機械的な応力を適切に最小限にするような方法で付加または減算しなければならない。

10

【0114】

この側面において、航空機の短期のウエット圧縮の実施およびNolanおよびTwomblyによって報告されたランドベースタービンのウエット圧縮動力増大のいくつかの実施例を含む上述した当業者に見られるウエット圧縮の議論が、負荷がかかった大きな機械におけるウエット圧縮を容易にする際に必要である。出願人に知られたウエット圧縮の議論がある早期の実施において、これらの小さいガスタービンのウエット圧縮に対して付加された液体は、1つの増加分において、本質的にはターンオン（または交互にターンダウンまたはターンオフされる）される。

【0115】

20

なぜならば、(1)（特に航空機で使用されるような）小さいガスタービンは、冷却効果に対して寸法的には感度を有さない。(2)ウエット圧縮の使用は、航空機の場合、少なくとも、比較的短時間である。(3)さらに延長された時間における増大の水準は比較的小さいからである。大きなランドベース産業用ガスタービンにおいて、ウエット圧縮に付加される液体は、位置および時間における段階的な複数の増加分において、基本的に「ターンオン」すべきである。(1)なぜなら、大きなガスタービンは、付加された液体からの関連する冷却効果に寸法的に感度を有し、(2)ウエット圧縮の使用は、ある時間にわたり保持され、(3)増大の水準は、非常に重要で大量の添加を意味するからである。それにもかかわらず、ガスタービンにおける熱膨張および収縮が有利に中和されるように、いかなるタイプのガスタービンにも大量の水を導入することは当業者には明らかである

30

【0116】

本発明によって考慮される水の付加の水準の結果として、付加された液体の水の蒸発によってコンプレッサに粒子が堆積されるとき、これらの堆積物は、従来の粗いスプレーコンプレッサ洗浄装置によって現在洗浄されるコンプレッサ羽根の最初のいくつかの列を越えて生じることが分かった。これらの小滴がコンプレッサに蓄積されるとき、オンライン洗浄装置と処理方法によっては、解決されない性能上の損失が期待されるが、オフラインクリーニングによって、またはコンプレッサを開放し、手動の装置によってコンプレッサをきれいにすることによって好ましくない選択を通して解決されるのみである。

【0117】

40

出願人は、経時的にウエット圧縮動力増大を使用する産業用ガスタービンのコンプレッサ部分をクリーニングする新しいオンラインコンプレッサクリーニング方法を開発した。1つの実施例において、クリーニングがタービンの性能において損失を示す場合には、例えば、スプレーラックグループ組立体201によって提供される霧化された複数の流れは、例えば、コンプレッサ入口に接近して配置された利用可能な従来のコンプレッサ洗浄装置からの従来の粗いスプレーコンプレッサ洗浄の増加分で補助され、1つまたはそれ以上の細かいスプレーの増加分が粗いスプレーコンプレッサ洗浄装置からの対応する水の量と交換される。連続した列の小滴の堆積（例えば、コンプレッサ羽根の第1の4ないし5列の後に）、好ましくは、保存された細かな霧の増加分の基本的には一定の流量に周期的にまた間欠的に付加される。この細かな霧の増加分は、これらの羽根の次の列に有効に接触す

50

る前に、コンプレッサの壁に遠心力が作用する粗いスプレークリーニング増加分によって動力の増大の目的のために使用される。

【0118】

別の例として、（コンプレッサの羽根の最初のいくつかの列をクリーニングするために有効な）粗いスプレー増加分は、省略されるか、既存の従来の粗いスプレーコンプレッサ洗浄装置の形では容易には利用できない。細かいクリーニングの増加分は、最初のいくつかの羽根の列をクリーニングするために使用される。その後、十分に反転した細かなクリーニング増加分のコンプレッサ羽根の大きな列は、例えば、コンプレッサ羽根の大きな列は、利用できず、軸流複数段コンプレッサの7, 8列およびそれ以上は利用できず、スプレーラック増加分の各々は、制御可能に除去可能であることが好ましく、タービンは、コンプレッサのこれらの領域の小滴の蒸発および/または割れを生じるために水を添加しないで所定時間、周期的または間欠的に作動される。

10

【0119】

オフラインクリーニングが保証される場合、本発明は、ウエット圧縮動力増大の大きくて十分な用途を有する産業用をつくる産業用ガスタービンで使用するようになっている。本発明による特徴の側面によれば、タービンは、従来のように減少した回転速度でオフラインとされ（通常、900なし1000回転毎分の範囲にある）第2の回転速度で所定の時間回転することによって（タービンの使用および手順によって）冷却され、オフラインコンプレッサ洗浄において構成される。最初の歯車速度と第2の冷却または回転歯車速度の中間である回転速度が確立され、回転歯車速度は、コンプレッサの長さを通して形成された速度を分配するのに適している。所定の値の形成されたクリーニング成分は、空気ジェクタのような従来の手段を介してコンプレッサに入力される。

20

【0120】

種々のコンプレッサクリーニングせっけんおよび成分は、この目的のために公知であり、この目的は、適当な泡を形成し、ある種の成形剤の使用によってフォームを形成するために容易につくられる。クリーニング成分の導入に続いて、減少したソーキング(soaking)回転速度が確立される。ソーキングは、タービンの予定された再開始に関して実際的である限り、連続している。その後、ロータ速度は、コンプレッサから成形されたクリーニング成分を排出し、コンプレッサの長さを通して液体溝の洗浄剤を伝達し、液体の水は、ウエットコンプレッションの水の添加装置を通して供給されることが好ましい。好ましくは、タービンは、第2の時間にクリーニング成分で充填され、ふたたび浸けられ、洗浄される。液体洗浄水は、ウエット圧縮水の添加装置を通して供給されることが好ましい。好ましくはタービンは、第2の時間に、泡が生成されたクリーニング成分で充填され、再び、浸けられ、洗浄される。洗浄水は、タービンから適当に排出され、このタービンは動作のために再び構成され、再びスタートされる。

30

【0121】

前述した内容を総括すると、本発明の方法および装置において多数の実施例を説明したが、同時にガスタービンの当業者は、説明された実施例が、本発明の可能な有効な実施例の余すところのない手段による以下の請求の範囲によって定義されることが理解できよう。よって、作業流体への液体の水の小滴のもっとも好ましい形は、スプレーラックグループ組立体201のスプレーノズル305を使用することであるが、（超音波の水の噴霧器に）適当な液体の霧または霧化された水の小滴を形成するための当業者に公知の他の装置および方法は、本発明の実施例において有利に使用できることは容易に理解できるであろう。

40

【0122】

さらに、レーザエミッタおよびレーザ目標技術は、作業流体に関して作業流体に水を加えることに関してハウジング125の角度変形を制御する際に使用する優れて廉価な方法および装置を提供する。

【0123】

さらに、本発明の動力装置、システムおよび方法は、軸流コンプレッサを含むガスタービ

50

ンにおいて特に説明された。しかしながら、当業者は、この明細書で説明した装置、システムおよび方法がガスタービンシステムで知られるか使用される他のタイプのコンプレッサに使用されることは容易に明らかになるであろう。これらの他のタイプのコンプレッサは、ロータリ容積形コンプレッサおよび遠心力コンプレッサである。

【0124】

例1

ウエットコンプレッションの一例は、既存の蒸発性インレット空気冷却システムを有するウエスチングハウスW-501Aタービンのベースロード能力以上の26%の評価された動力増大であり、130°F(54.4)と165°F(73.9)との間の温度である)霧化された高温の毎分89ガロン(毎分337リットル)の水をタービンのコンプレッサに導入する。5段階の増加分がスプレーラックグループ組立体201および前に設置したコンプレッサ洗浄システムを通して使用され、毎分の流速が89ガロンに達し、このような各増大分は、ハウジング125の過剰なゆがみを生じないものである。

10

【0125】

スプレー霧装置は、本発明の出願の図1ないし図6によって2つのウエスチングハウスW-501Aの入力空気ダクトに設定されている。このような装置の5つのスプレーノズルヘッドの各々は、5つのヘッド供給ラインの各々の制限オリフィスと関連する圧力低下を計算した後、ノズルにほぼ80psi(550kPa)を提供することができる共通の水供給源に個々に弁を介して連通することができる。霧は、軸流コンプレッサによって流れる空気の水の小滴を含有することができるよう十分に細かい(150ないし200ミクロン)。

20

【0126】

空気の速度、ドラッグ係数、ノズル重量を組み込んだ計算をベースにして、この距離は、スプレーノズルが破壊してゆるむ場合にコンプレッサへの損傷を防止するために低下時間を提供する。個々のノズルラックの供給ラインのオリフィスを制限することは、ラインが破壊され、またはノズルが損失を受けた場合、ほぼ35gpm(毎分ガロン、毎分132リットル)まで流れを制限し、コンプレッサが停止とサージを誘導するようには制御されないようにする。また、コンピュータは、予期した速度以上の過剰な流れを監視する。この供給システムは、ウエット圧縮によって89gpm(毎分337リットル)の全体を供給するように粗いスプレーコンプレッサ洗浄システム(環状ノズル)と関連して使用された。

30

【0127】

制限されたスポット寸法を備えた自己収容型ダイオード(火器の目標)レーザは、有利な場所でコンプレッサに密接に接近した前方の支持脚部の間に取り付けられている。エミッタからほぼ102インチ(2.6メータ)と測定される距離で軸線方向に移動するコンプレッサシェルの従来の場所に反射ミラーが、取り付けられる。目標(デルタ)の点の位置の変化は、次の関係、 $\alpha = \arctan[\Delta / (2 \times 102)]$ によって2つの取り付け位置(α)の間の角度の変化を定義する。0°、5分、6秒の角度の変化が、既存のコンプレッサ洗浄装置プラス(一部がつまったノズルを有する)中央のスプレーラックによる動作と、乾燥動作との間のゆがみの角度で指示される。これは、0.303インチ(7.7ミリメートル)のレーザの目標点位置の変化によって定義される。これは、ドライ圧縮とこのウエット圧縮の実験(毎分89ガロン又は337リットル)に使用される最大限の水との間で観察された最大限のゆがみを表す。このゆがみの観察された角度は、試験で最大限に許可可能な組であり、レーザとミラー取付点(102インチまたは2.6メータ)において0.090の羽根の先端に基づいたロータのこすれ、シール間隙、機械の形状、またはレーザの取付点をつくるために必要であるゆがみの許容角度のほぼ80%を表す。

40

【0128】

制御曲線において12°F(6.7)の下方のシフトおよび8.2メガワットの「正味の」動力増大は、3°Fのコンプレッサの入口温度の変化によって点火温度の意図的な減少について調整することなく、コンプレッサの水の89gpmを備えたほぼ80°F(2

50

6.7) のコンプレッサ入口ノ蒸発性冷却およびスプレーラック組立体 201 で示される。付加された最も大きな増加分は、ほぼ 20.5 gmp (毎分 77.6 リットル) であり、コンプレッサ洗浄装置を使用して 33.8 Mw (7.1 パーセント) からの関連する動力の増大を有する。

【0129】

例 2

(80 パーセント以上の大きな相対湿度の入力空気を提供する) ウエスチングハウス W-501A のガスタービンは、この明細書で説明し、ここに示したスプレー霧化装置を備えており、(イリノイ州 60189 ウイトン P.O ボックス 7900 スプレー装置から) タイプ 1-7N-316SS 16 ノイズの全体を含む 5 つのスプレーヘッドからなる。その結果、タービンのコンプレッサ毎分 90 ガロンを越える霧化された液体の水を提供する能力を有する。

10

【0130】

図 7 ないし図 9 に示すように、約 33.6 メガワットの始めの動力生成水準と、霧化された高温の濃縮水の毎分約 15.2 ガロンの水を供給する第 1 のヘッドが起動され、約 37.3 メガワットまでの動力生成の増加が達成され、開始する動力生成水準に基づいて 3.7 メガワットまたは約 1.1 パーセントの増加が達成される。第 2 のヘッドまたはスプレーラックが測定された入力空気温度において追加的な減少がないように付加され、毎分約 30.4 ガロン (毎分 115 リットル) までの霧化された水の水準を増加するように増大し、その上に、約 1.3 メガワットが約 38.6 メガワットへの増大が実現された。毎分約 48 ガロンまでの水流を運ぶ第 3 のスプレーラックの添加がガスタービンから約 40.0 メガワット (約 1.3 ないし 1.4 メガワットの増大) の動力生成を生じる。ほぼ毎分 67 ガロン (毎分 254 リットル) の全体の霧化された水の量が生じる。

20

【0131】

増加するように付加された霧化された液体の水の毎分 67 ガロンの増大は、約 7.5 メガワット、または始めの動力生成に対し約 22.3 パーセントを増加し、その約 1/2 は、第 1 の霧化された水の量の増大によって実現された。実際の入力空気流の非常な増加は第 1 のスプレーラックのスタートアップと同時に観察された。

【図面の簡単な説明】

【0132】

【図 1】図 1 は、通常ガスタービン動力発生設備の概略図を示す。

【図 2A】図 2A は、軸流コンプレッサを有するガスタービンエンジンの詳細を示す図である。

【図 2B】図 2B は、軸流コンプレッサを有するガスタービンエンジンの詳細を示す図である。

【図 3】図 3 は、図 1 のガスタービン動力発生設備に使用されるスプレーラックグループ組立体の位置決めを示す組み合わされた蒸発パイプが示され、図 3A は、スプレーラックグループ組立体および蒸気パイプの詳細の拡大図である。

【図 4】図 4 は、個々のスプレーラック水パイプの相対的位置、各スプレーラック水ノズルの位置およびスプレーラック・スチフナの使用を示すスプレーラックのレイアウトの詳細図である。

40

【図 5】図 5 は、スチームパイプに流れを送るスチームマニフォールドを備えた図 3 および図 4 のスプレーラック組立体の詳細図である。

【図 6】図 6 は、例えば、図 1 および図 2 に示すガスタービンエンジン装置のハウジングの変形を監視する詳細図を示す。

【図 7】グラフ。

【図 8】グラフ。

【図 9】グラフ。

【 図 1 】

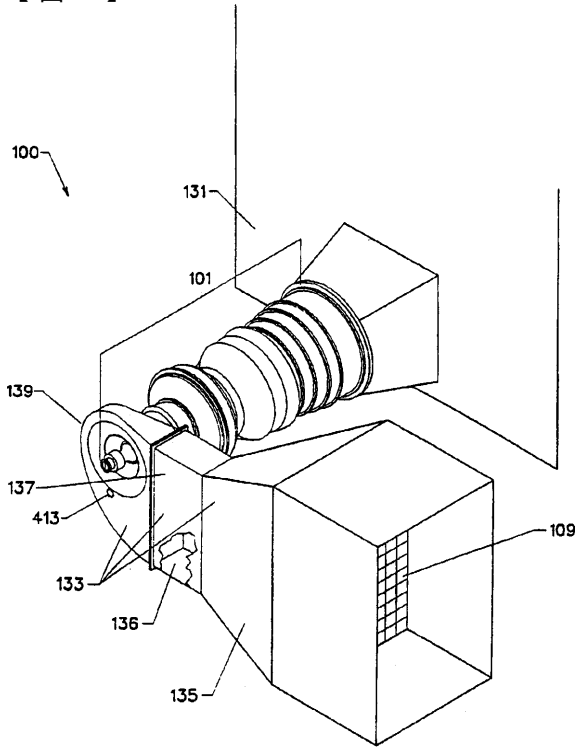


FIG. 1

【 図 2 A 】

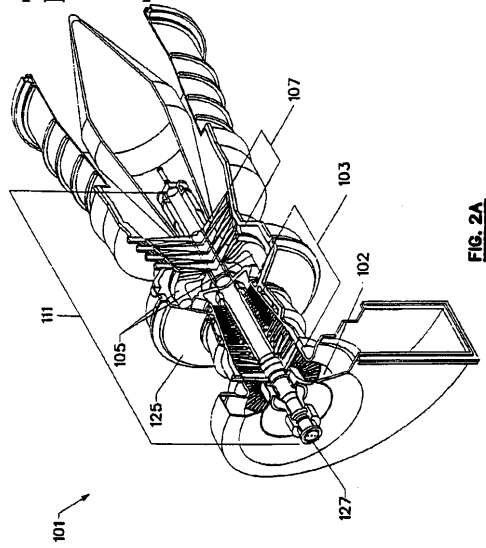


FIG. 2A

【 図 2 B 】

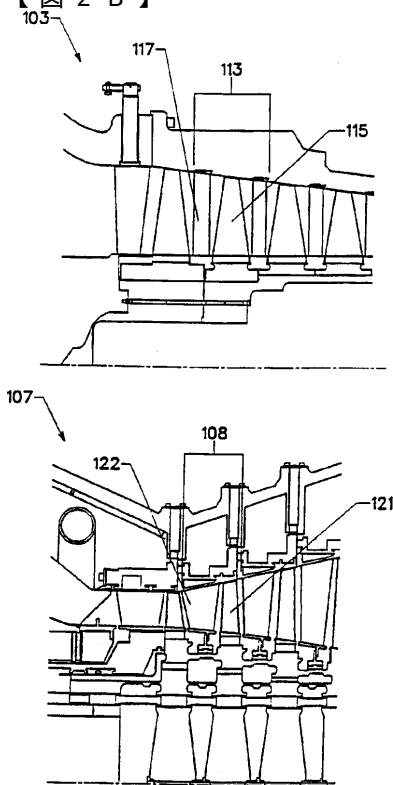


FIG. 2B

【 図 3 】

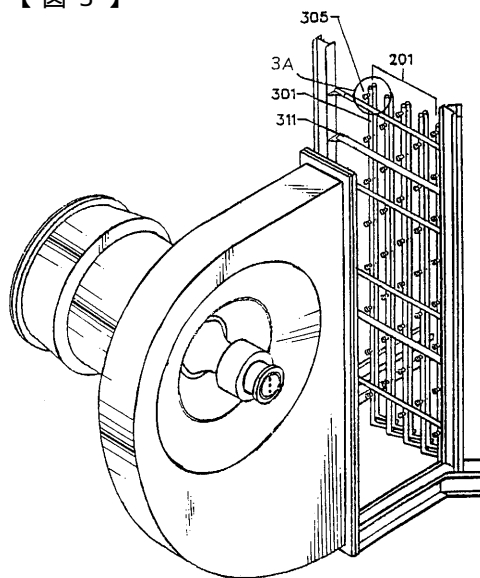


FIG. 3

【 図 3 A 】

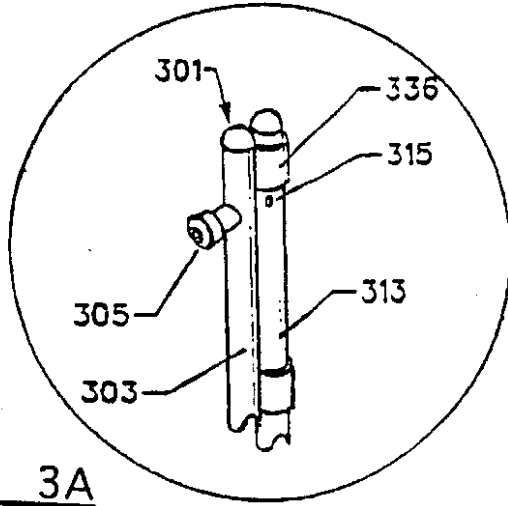


FIG. 3A

【 図 4 】

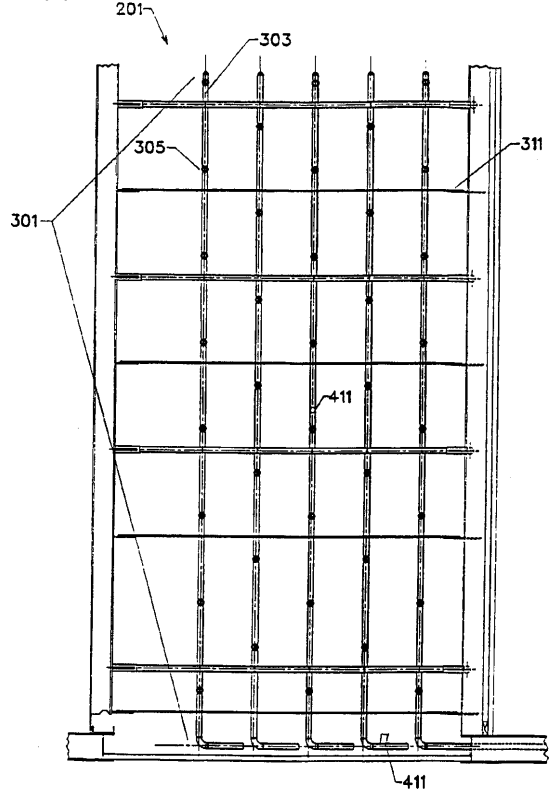


FIG. 4

【 図 5 】

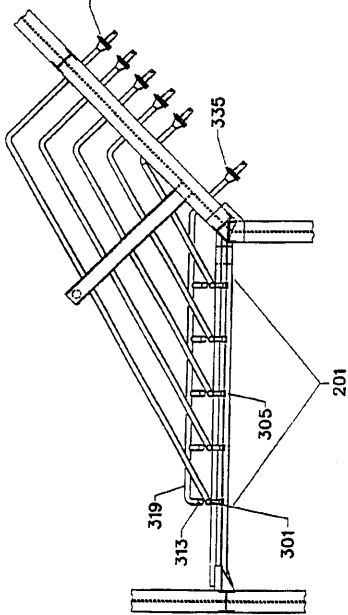


FIG. 5

【 図 6 】

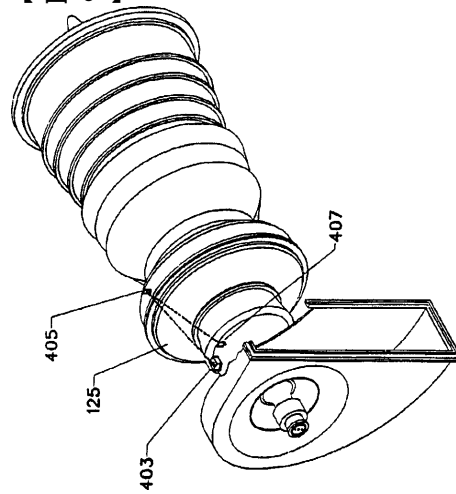


FIG. 6

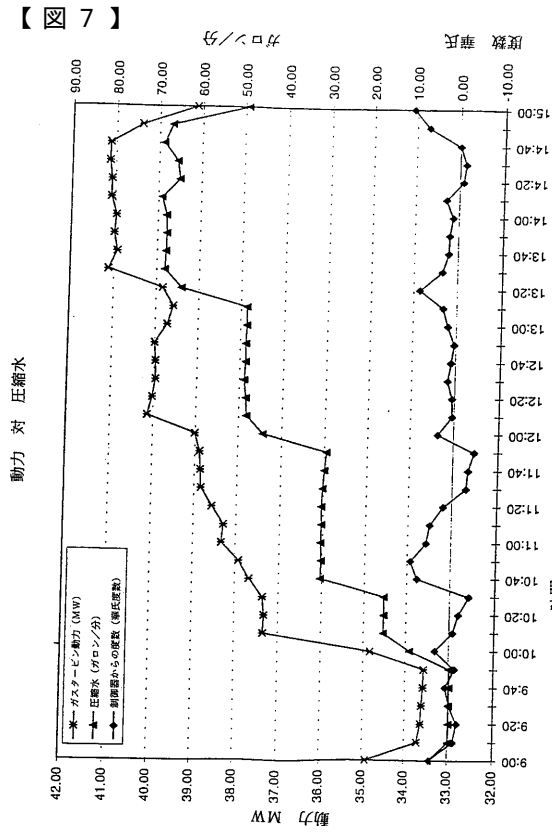


Fig.7

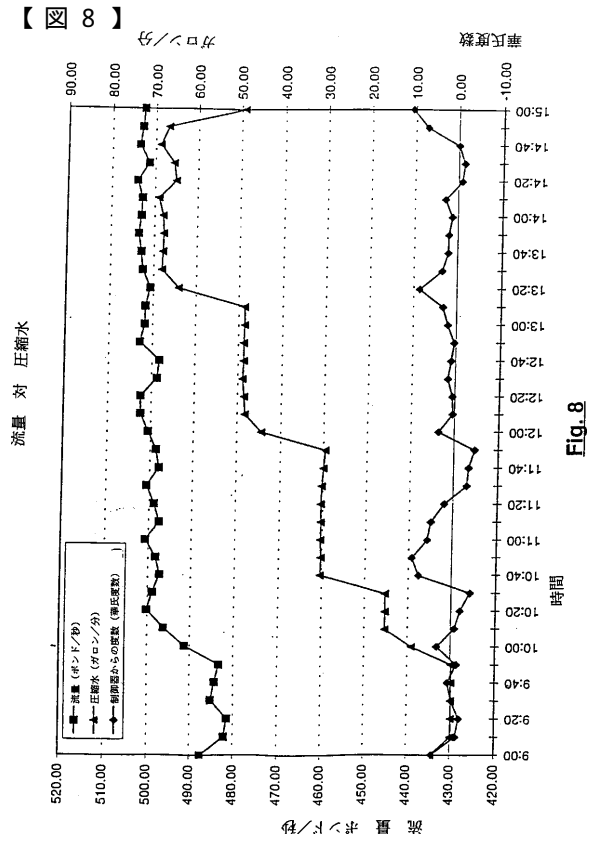


Fig.8

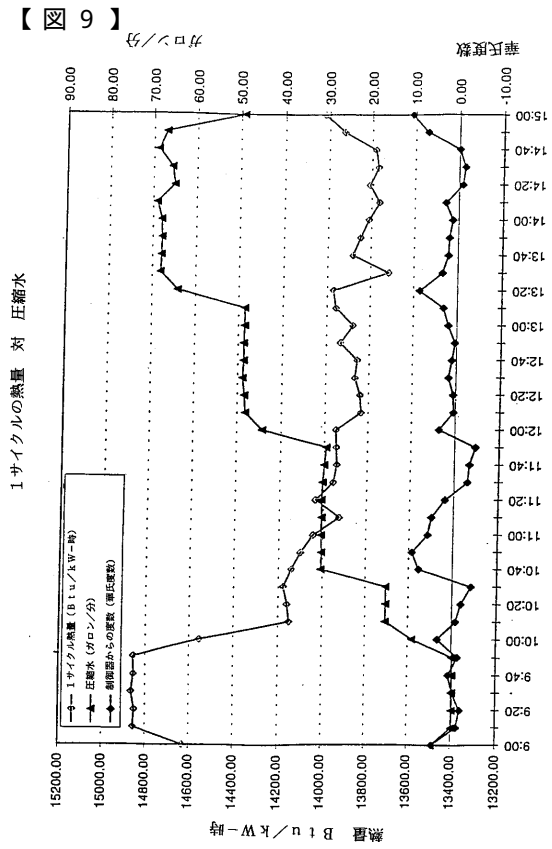


Fig.9

フロントページの続き

- (74)代理人 100096013
弁理士 富田 博行
- (74)代理人 100093713
弁理士 神田 藤博
- (72)発明者 ザカリー, リチャード・イー
アメリカ合衆国ルイジアナ州70722, クリントン, バンク・ストリート10925
- (72)発明者 ハドソン, ロジャー・ディー
アメリカ合衆国ルイジアナ州70791, ザカリー, プレインズ ポート・ハドソン・ロード 1
840
- (72)発明者 ヘンリー, ジェイムズ・イー
アメリカ合衆国ルイジアナ州70726, デンハム・スプリングズ, パイン・ストリート 330
- (72)発明者 ライヴリー, ウィリアム・イー
アメリカ合衆国ルイジアナ州70764, プラクミン, ハイウェイ・75 31345

合議体

審判長 栗林 敏彦
審判官 平城 俊雅
審判官 清田 栄章

- (56)参考文献 特開平5 - 195809 (JP, A)
特開平6 - 317184 (JP, A)
実開昭56 - 43433 (JP, U)
特開昭60 - 116828 (JP, A)
特開昭58 - 168909 (JP, A)
米国特許第5463873 (US, A)
米国特許第4808235 (US, A)
スイス国特許発明第248309 (CH, A5)
西独国特許出願公開第2549790 (DE, A1)