

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5550400号
(P5550400)

(45) 発行日 平成26年7月16日(2014.7.16)

(24) 登録日 平成26年5月30日(2014.5.30)

(51) Int.Cl.

F 1

FO 1 D 5/08 (2006.01)
FO 1 D 11/08 (2006.01)
FO 2 C 7/18 (2006.01)FO 1 D 5/08
FO 1 D 11/08
FO 2 C 7/18
FO 2 C 7/18A
E

請求項の数 21 (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2010-63517 (P2010-63517)
 (22) 出願日 平成22年3月19日 (2010.3.19)
 (65) 公開番号 特開2010-223228 (P2010-223228A)
 (43) 公開日 平成22年10月7日 (2010.10.7)
 審査請求日 平成25年3月5日 (2013.3.5)
 (31) 優先権主張番号 12/409,641
 (32) 優先日 平成21年3月24日 (2009.3.24)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 390041542
 ゼネラル・エレクトリック・カンパニー
 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 智志
 (74) 代理人 100105588
 弁理士 小倉 博
 (74) 代理人 100129779
 弁理士 黒川 俊久

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】タービンにおけるパッシブページ流量制御のためのシステム、方法及び装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ガスタービンのロータ(202)内の半径方向の温度勾配を制御する方法であって、複数のスタックホイールを有するロータのボア(216)に空気を流すため、ロータ構造上に1以上の入口孔(222)と前記スタックホイールの少なくとも一部に複数の孔(226)とを備えた通路(220)を設ける段階(605)と、前記ガスタービンの運転中に前記ロータ(202)と関連するステータ(204)との間の軸方向偏位に少なくとも部分的に基づいて、前記1以上の入口孔(222)への空気流を制御する段階(610)と

を含んでおり、前記空気流の少なくとも一部が前記スタックホイール内の複数の孔(226)を通って配向される方法。

【請求項 2】

前記スタックホイールが、中実ホイール(206)及び環状ホイール(208)を備え、前記空気流が、環状ホイール(208)の回りの通路(220)を通り、且つ中実ホイール(206)を通って配向される、請求項1記載の方法。

【請求項 3】

前記スタックホイール内の複数の孔(226)が、各ホイールの中心軸線から $0.2 \times R$ ~ $0.65 \times R$ (ただし、Rは中実ホイールのリム半径である。)の範囲内に位置する、請求項1又は2記載の方法。

【請求項 4】

10

20

前記軸方向偏位が 0.01 ~ 0.5 インチ (0.25 ~ 12.8 mm) である、請求項 1 乃至請求項 3 のいずれか 1 項記載の方法。

【請求項 5】

前記 1 以上の入口孔への空気流がシール装置 (224) によって制御される、請求項 1 乃至請求項 4 のいずれか 1 項記載の方法。

【請求項 6】

前記シール装置 (224) が、ロータに対して相対的に移動可能であり、前記 1 以上の入口孔の少なくとも一部を覆う、請求項 5 記載の方法。

【請求項 7】

前記シール装置 (224) が、シールハブ (308) の内周上に装着された 1 以上のブリストル (340) を備えており、前記シールハブ (308) の外周が 1 以上のスパーク (302) に装着されていて、前記 1 以上のスパーク (302) 間の開口 (402) がロータ (202) とステータ (204) の間の軸方向空気流を可能にする、請求項 5 記載の方法。 10

【請求項 8】

ガスタービンのロータ (202) 内の半径方向の温度勾配を制御するシステム (200) であって、

前記ロータ (202) が複数のスタックホイールを有し、ロータ構造上に 1 以上の入口孔 (222) と前記スタックホイール内の複数の孔 (226) とを含む、前記ロータ (202) のボア (216) への空気流通路 (220) と、 20

前記ガスタービンの運転中に前記ロータ (202) と関連するステータ (204) との間の軸方向偏位に少なくとも部分的に基づいて前記 1 以上の入口孔 (222) への空気流を制御するためのシール装置 (224) と

を備えており、前記空気流の少なくとも一部が、前記スタックホイール内の複数の孔 (226) を通じて 1 以上のホイールをページするように配向されるシステム。

【請求項 9】

前記スタックホイールが、中実ホイール (206) と環状ホイール (208) とを含み、前記空気流が、前記環状ホイール (208) の周囲の通路 (220) を通り、更に前記中実ホイール (206) を通って配向される、請求項 8 記載のシステム (200)。 30

【請求項 10】

前記スタックホイール内の複数の孔 (226) が、各ホイールの中心軸線から $0.2 \times R$ ~ $0.65 \times R$ (ただし、R は中実ホイールのリム半径である。) の範囲内に位置する、請求項 9 記載のシステム (200)。

【請求項 11】

前記ロータ構造上の 1 以上の入口孔 (222) が、前記ロータ (202) 内部に定められたキャビティと連通し、該キャビティが、前記スタックホイール内の複数の孔 (226) と連通している、請求項 8 乃至請求項 10 のいずれか 1 項記載のシステム (200)。

【請求項 12】

前記軸方向偏位が 0.01 ~ 0.5 インチ (0.25 ~ 12.8 mm) である、請求項 8 乃至請求項 11 のいずれか 1 項記載のシステム (200)。 40

【請求項 13】

前記ステータ (204) により保持される前記シール装置 (224) が、前記ロータ (202) に対して相対的に移動し、前記 1 以上の入口孔 (222) の少なくとも一部を覆うことができる、請求項 8 乃至請求項 12 のいずれか 1 項記載のシステム (200)。

【請求項 14】

前記シール装置 (224) が、シールハブ (308) の内周上に装着された 1 以上のブリストル (340) を備えており、前記シールハブ (308) の外周が 1 以上のスパーク (302) に装着されていて、前記 1 以上のスパーク (302) 間の開口 (402) がロータ (202) とステータ (204) の間の軸方向空気流を可能にする、請求項 8 乃至請求項 13 のいずれか 1 項記載のシステム (200)。 50

【請求項 15】

ガスタービンのロータ(202)内の半径方向の温度勾配を制御する装置(200)であつて、

前記ロータ(202)が複数のスタックホイール(206、208)を有し、ロータ構造上に1以上の入口孔(222)と前記スタックホイール内の複数の孔(226)とを含む、前記ロータ(202)のボア(216)への空気流通路(220)と、

前記ガスタービンの運転中に前記ロータ(202)と関連するステータ(204)との間の軸方向偏位に少なくとも部分的に基づいて前記1以上の入口孔(222)への空気流を制御するためのシール装置(224)と

を備えており、前記空気流の少なくとも一部が、前記スタックホイール内の複数の孔(226)を通じて1以上のホイールをページするように配向される装置(200)。10

【請求項 16】

前記ロータ構造上の1以上の入口孔(222)が、前記ロータ(202)内部に定められたキャビティと連通し、該キャビティが、前記スタックホイール内の複数の孔(226)と連通している、請求項15記載の装置(200)。

【請求項 17】

前記スタックホイール内の複数の孔(226)が、各ホイールの中心軸線から $0.2 \times R$ ~ $0.65 \times R$ (ただし、Rは中実ホイールのリム半径である。)の範囲内に位置する、請求項15又は請求項16記載の装置(200)。20

【請求項 18】

前記軸方向偏位が $0.01 \sim 0.5$ インチ($0.25 \sim 12.8$ mm)である、請求項15乃至請求項17のいずれか1項記載の装置(200)。

【請求項 19】

前記ステータ(204)により保持される前記シール装置(224)が、前記ロータ(202)に対して相対的に移動し、前記1以上の入口孔(222)の少なくとも一部を覆うことができる、請求項15乃至請求項18のいずれか1項記載の装置(200)。

【請求項 20】

前記シール装置(224)が、シールハブ(308)の内周上に装着された1以上のブリストル(340)を備えており、前記シールハブ(308)の外周が1以上のスパーク(302)に装着されていて、前記1以上のスパーク(302)間の開口(402)がロータ(202)とステータ(204)の間の軸方向空気流を可能にする、請求項15乃至請求項19のいずれか1項記載の装置(200)。30

【請求項 21】

前記スタックホイール内の複数の孔(226)が、各ホイールの中心軸線から $0.2 \times R$ ~ $0.65 \times R$ (ただし、Rは中実ホイールのリム半径である。)の範囲内に位置する、請求項15乃至20のいずれか1項に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は、全体的にタービンに関し、より具体的には、タービンにおけるバッシブページ流量制御のためのシステム、方法及び装置に関する。40

【背景技術】

【0002】

タービンは通常、ロータなどの回転部品と、ステータなどの固定部品とを備える。タービンのロータは、複数のスタックホイールを含むことができる。スタックホイールの外側半径方向領域はリム部分として知られ、スタックホイールの中央半径方向領域はボア部分として知られる。通常、タービンの作動には高温を伴い、タービンの種々の構成部品を過酷な熱負荷の影響下に置く可能性がある。ガスタービンのロータのリム部分は、通常、高温のガス流に曝され、従って、始動中のロータのボア部分と比べて比較的高温にまで加熱され、よって、ロータのリムとボアとの間に相当な半径方向の温度勾配を生じる。このリ50

ム - ボア温度勾配によりガスタービンの始動及び運転停止中に応力が引き起こされ、これによりタービンの機械的構成部品の寿命に悪影響を与える。

【0003】

更に、典型的にはタービンロータ構成では、複数の中実及び環状ホイールが隣接する位置で配置され、複数の軸方向に延びるボルトと隣接ホイール間に設けられたラベット接合ジョイントとによって互いに固定される。従って、ホイールの示差加熱により、ラベット接合ジョイントを開放する傾向があるかなりのロータボア応力及び偏位を引き起こす可能性がある。更に、ロータ及び関連ホイールの温度状態は、始動時、定常状態運転、及びタービン運転停止において異なっている。始動中、タービンホイールのリム部分は通常、高温のタービン流路と直接接觸しており、従って、リム部分は、ボア部分よりも速く温度が上昇する傾向があり、その結果、比較的高い温度勾配を生じる。定常状態運転中、リム部分からの熱がボア部分に伝導し、温度勾配が小さくなり、リムとボアとの間の温度差がほぼ平衡化する。しかしながら、リムは依然として高温ガスと直接接觸しているので、リムの温度は、定常状態であってもボアの温度に比べて僅かに高くなる傾向がある。運転停止中は、タービンの圧縮セクションの流路温度が低下することでリム部分を冷却し、他方、ボアは熱慣性により依然として加熱を維持するので、温度勾配が反転する傾向がある。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】欧州特許出願公開第1580401号明細書

20

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

すなわち、流路又は加熱／冷却空気を始動中又は運転停止中にそれぞれタービンボアに配向することができ、定常状態運転中に遮断又は大幅に低減することができる必要性がある。従って、タービンにおけるパッシブページ流量制御のための方法、システム、及び装置に対する必要性がある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の実施形態は、上記の必要性の一部又は全てに対処することができる。本発明の特定の実施形態は、タービンにおけるパッシブページ流量制御のためのシステム、方法、及び装置を提供することができる。本発明の1つの実施形態によれば、ガスタービンのロータにおける半径方向の温度勾配の制御方法が開示される。本方法は、複数のスタックホイールを有するロータのボアに空気を流すための通路を設ける段階を含むことができる。この空気流通路は、ロータ構造上に1以上の入口孔と、スタックホイールの少なくとも一部に複数の孔とを含むことができる。本方法は更に、ガスタービンの運転中に前記ロータと関連するステータとの間の軸方向偏位に少なくとも部分的に基づいて、1以上の入口孔への空気流を制御する段階を含む。加えて、入口孔に流入する空気流の一部は、スタックホイールの少なくとも一部の複数の孔を通して配向することができる。

【0007】

本発明の別の実施形態によれば、ガスタービンのロータ内の半径方向の温度勾配を制御するためのシステムが開示される。本システムは、複数のスタックホイールを含むロータのボアに設けられる空気流通路を含むことができる。空気流通路は、ロータ構造上の1以上の入口孔と、スタックホイール内の複数の孔とを含むことができる。本システムは更に、ガスタービンの運転中にロータと関連するステータとの間の軸方向偏位に少なくとも部分的に基づいて1以上の入口孔への空気流を制御するよう動作可能なシール装置を更に含むことができる。加えて、1以上の入口孔に流入する空気流の少なくとも一部が、スタックホイール内の複数の孔を通じて1以上のホイールをページするように配向することができる。

【0008】

10

20

30

40

50

本発明の別の実施形態によれば、ガスタービンのロータ内の半径方向の温度勾配を制御する装置が開示される。本装置は、複数のスタックホイールを有するロータのボアに設けられる空気流通路を含むことができる。ロータのボアへの空気流通路は、ロータ構造上に1以上の入口孔と、ロータのスタックホイール内の複数の孔とを含むことができる。本装置は更に、ガスタービンの運転中にロータと関連するステータとの間の軸方向偏位に少なくとも部分的に基づいて1以上の入口孔への空気流を制御するためのシール装置を更に含むことができる。加えて、空気流の少なくとも一部は、スタックホイール内の複数の孔を通じて1以上のホイールをバージするように配向することができる。

【0009】

本発明の1つの実施形態、態様、及び特徴は、当業者であれば、以下の詳細な説明、添付図面、及び添付の請求項から明らかであろう。 10

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明の例示的な実施形態に係るガスタービンのロータに関連するリム・ボア温度勾配の変化の1つの実施例を示す図。

【図2】本発明の種々の実施形態に従って利用することができるガスタービンの1つの例示的な圧縮機セクションの部分側断面図。

【図3】本発明の実施形態に係るバージ流が行われるタービンセクションの一部の拡大側断面図。

【図4】本発明の実施形態に係る1つの例示的なシール装置の概略正面図。 20

【図5】本発明の例示的な実施形態に係るロータ及び関連するステータの軸方向偏位、並びにこれらの相対的軸方向偏位の1つの例示的な変化を示す図。

【図6】本発明の例示的な実施形態に係るガスタービンのロータにおける半径方向の温度勾配を制御するための1つの例示的な方法を示すフローチャート。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以上において本発明を概略的に説明してきたが、ここで、必ずしも縮尺通りではない添付図面を参照する。

【0012】

次に、本発明の全てではなく一部の実施形態を示している添付図面を参照しながら、本発明の例示的な実施形態を以下でより詳細に説明する。本発明は、多くの様々な形態で具現化することができ、本明細書で記載される実施形態に限定されるものと解釈すべきではなく、むしろこれらの実施形態は、本開示が適用可能な法的要件を満足するように提供される。同じ参照符号は図面全体を通じて同じ要素を示す。 30

【0013】

ガスタービンのロータの半径方向の温度勾配を制御することを含む、タービンにおけるパッシブバージ流量制御のためのシステム、方法、及び装置が開示される。本発明の種々の実施形態は、空気をバージさせてロータの半径方向温度勾配を低減するよう動作することができる、ロータ上の1以上の入口孔への空気流を制御するためのシール装置を含むことができる。バージ空気は、ガスタービンの始動中にタービンホイールのボアを加熱し、続いて、タービンの運転停止中にタービンホイールのボアを冷却することができる。シール装置を通る流量制御は、ガスタービンの作動中にロータと関連するステータとの間の軸方向偏位に少なくとも部分的に基づいて行うことができる。特定の実施形態において前述のことを達成するために、圧縮機吐出空気はまた、ロータボアに、及び空気流通路を通ってロータのタービンホイール間のキャビティ内に提供することができ、ここで空気流通路は、ロータ上の入口孔と、ロータのタービンホイール内の複数の孔を含むことができる。 40

【0014】

本明細書で説明される本発明の特定の実施形態の1以上の技術的作用は、ロータ内の半径方向の温度勾配を制御するためにタービンロータのボアに空気流通路を設けることができる。この構成は、定常状態運転中にロータボアを冷却及び加熱するためバー

ジ空気を使用することに伴う損失を排除又は最小限にすることによって、タービンの性能を向上させることができる。加えて、バージ空気の流れを制御するのに使用されるシール装置は、ロータ及びステータ部品間の軸方向の相対移動を利用することができ、このような移動はタービンの作動中に生じる。更に、シール装置の設計は、空気流がシール装置の存在に起因して外乱を受けず、或いは影響を比較的受けないことを保証し、すなわち、流れ損失の最小化及びタービンセクションを通る流れの比較的円滑な流れを保証することができる。従って、バージ流量を制御するのにシール装置を使用することは、タービン性能を向上させる技術的作用を有することができる。

【0015】

図1は、本発明の例示的な実施形態に係るガスタービンのロータに関連するリム・ボア温度勾配の1つの実施例を示す図である。図1は、ガスタービンの過渡状態及びこれに続く定常状態運転中のタービンホイールのリム・ボア温度勾配の例示的な変動を表すプロット100を示す。プロット100において、横軸はガスタービンの運転の持続時間（秒単位）を表すことができる。ガスタービンの運転持続時間は、始動持続時間などの過渡運転の時間、及びガスタービンのその後の全負荷運転の時間を含むことができる。更に、縦軸は、ロータのタービンホイールの半径方向リム・ボア温度勾配（°F単位）を表すことができる。プロット100は、ガスタービンの始動期間などの過渡運転中のリム・ボア温度勾配の漸次的な上昇を示している。その後、曲線は始動期間の間にほぼ1500秒付近でピークに達し、次いで、ガスタービンが定常状態運転中又はその近傍に達すると漸次的に低下する。本発明の種々の実施形態において、始動期間における曲線の特性はまた、ガスタービンエンジンの運転停止中のシステム挙動を表すことができる。図1に示すプロット100は、定常状態運転中又はその近傍で比較的平坦に維持され、ガスタービンが定常状態運転又はその近傍に近付いたときに全負荷点を越えてリム・ボア温度の変化が実質的でない又はほとんどないことを示している。

【0016】

通常、タービンホイールの高いリム・ボア温度勾配は、ガスタービンの運転サイクルの一部又は全ての間にロータのボアに向けられるバージ流量を用いて制御される。しかしながら、タービンの効率は、タービン運転の種々の段の間のバージ流量を好適に制御することによって高めることができる。図1に示すように、リム・ボア温度勾配は、全負荷時点後に許容可能な値に落ち着くので、ガスタービンの定常状態運転中又はその近傍でバージ空気をほとんど又は全く必要としない。定常状態運転中又はその近傍でロータのボア内にバージされる空気は、タービンセクションでの循環を維持し、従って、タービンの効率に影響を及ぼす。しかしながら、ボア部分に比べてリム部分の冷却が比較的急速であることによりリム及びボア領域間に温度勾配が生じると、タービンの運転停止中にバージ流を必要とする場合がある。図2に示す記載の構成は、タービンの異なる作動段の間にロータのボアに配向されるバージ流量を制御するよう動作することができ、従って、バージ空気の比較的効率的な使用を確保することができる。

【0017】

図2は、本発明の種々の実施形態に従って利用することができるガスタービンの1つの例示的な圧縮機セクション200の拡大側断面図である。図2は、ガスタービンの1つの例示的な圧縮機セクション200の例示的な環境を示す。加えて、或いは代替的に、本発明の他の実施形態は、例示的な環境としてガスタービンのタービンセクションを含むことができる。

【0018】

図2に示す例示的な圧縮機セクション200は、2つの主要構造、すなわちロータなどの回転構造部202と、ステータ204などの固定構造部とを含むことができる。ロータ202上に装着され且つその一部として形成される複数のスタックホイール（以下、タービンホイールと呼ぶ）は、複数の環状ホイール208間に交互に配列された複数の中実ホイール206を含むことができる。各タービンホイールは更に、ロータ202から半径方向外向きに突出する複数のバケット210（ロータブレード）を含み、ステータ204上

10

20

30

40

50

に装着され、ロータ202に向かって半径方向内向きに延びる複数のノズル212（ステータブレード）は、バケット210間に交互に位置決めすることができる。従って、複数のロータブレード210及びステータブレード212は、圧縮機セクション200内の空気が流れる通路を形成する。この結果、ロータ202のリム214は高温ガス通路に曝されるが、ボア216は、高温ガス通路からシールドされたままであり、中心軸線218に接するロータ202の根元を形成する。従って、リム214とロータ202のボア216との間に半径方向温度勾配が存在する可能性が有り、このことは、比較的過酷な熱応力をもたらす場合がある。ロータ202上の熱応力を低減するために、ガスタービンの始動中にロータ202のボア216を加熱することができ、エンジンの運転停止中には、ボア216を冷却し、リム214とボア216間の半径方向の温度勾配を低減することができる。

10

【0019】

従って、空気流通路220は、圧縮機セクション200の高温ガス流路からロータ202の後方端部を通ってボア216にまで設けることができる。空気流通路220は、ロータ構造上に1以上の入口孔を含むことができ、ここを通る空気流をシール装置224が制御することができる。空気流通路220は更に、入口孔22をタービンホイールの少なくとも一部における複数の孔226に接続することができる。従って、高温ガス通路からの空気は、環状ホイール208の周囲の通路を通り、中実ホイール206内の複数の孔226を通ってボア216内に配向することができる。例示的な実施形態によれば、空気流通路220に進むページ空気の一部は、圧縮機の主空気流通路230から得ることができる。主空気の残りの部分は、燃焼器及びタービンセクションに向かう（232）か、又はタービンセクションを冷却／ページする（234）ことができる。

20

【0020】

更に、本発明の特定の実施形態では、空気流が中実ボアホイール206を通って流れることが可能にする複数の孔226は、エンジン中心軸線218に沿って、又はある角度で存在することができる。加えて、1以上の実施形態では、中実ホイール206内の複数の孔226は、各ホイールの中心軸線218から約 $0.2 * R$ と約 $0.65 * R$ との間に配置することができ、ここでRは中実ホイール206のリム半径である。

【0021】

本発明の種々の実施形態において、空気流通路220の一部を形成する1以上の入口孔222は、ロータ202内に定められるキャビティと流体連通することができ、キャビティは、中実タービンホイール206内の複数の孔226と流れ連通することができる。従って、空気流通路220は、高温ガス通路から入口孔222を通ってボア216に流れを配向する。その後、空気流通路220は、中実ホイール206内の孔226を通り、中実ホイール間に交互に位置付けられた環状ホイール208の周囲を通り、従って、蛇行流路として知られる湾曲流路を形成する。ロータ202のボア領域内に形成される蛇行流路は、タービンホイールの長さに沿って比較的大きな表面積を露出することができる。空気流に対する表面の露出が増えたことにより、圧縮機のホイールボア表面の加熱又は冷却が比較的より有効になる。従って、蛇行路は、ガスタービンの過渡運転中にロータ202のリム214及びボア216間の半径方向の温度勾配をより効果的に低減する役割を果たすことができる。

30

【0022】

図3は、本発明の1つの実施形態に係るページ流量の制御を行うことができるタービンセクション300の一部の拡大側断面図である。図3は、本発明の1つの実施形態に係るページ流量を制御するよう動作可能な例示的なシール装置224を示す。図3は、シール装置224が入口孔222を通ってページ流量を制御するよう動作可能であるタービンセクション300の一部を示す。例示的なシール装置224は、ステータ204上の複数の円周方向位置から片持ちにすることができる。ページ流量を制御するよう動作可能であるシール装置224は、ステータ204から片持ちにされた複数のスパーク302と、端部において、ロータ202に接して擦り合わせるプリストル304とを含むことができる。

40

50

プリストル304は、シールハブ308の内周上に装着することができ、別の円周方向位置にて複数のスパーク302により支持される。本発明の例示的な実施形態では、シール装置224は、約0.06インチの軸方向幅X1を有する軸方向成形リングとすることができます。更に、シール装置224は、あらゆる形状のものとすることができます、軸方向成形リングに限定されなくてもよい。例示的な実施形態において、プリストル304は、プリストルパック306内の1つの端部に装着することができ、該プリストルパックは、シールハブ308に装着することができる。プリストルパック306は、高密度にパックされた金属ワイヤのリング、すなわちプリストル304を固定することができる。プリストル304は、プリストルパック306内においてロータの回転方向のある角度で配列することができる。プリストル長さは、約1インチ、すなわち2.5cmとすることができます。

10

【0023】

通常、ガスタービンの始動及び運転停止時に、温度差、関連する熱膨張、及び負荷応力の組み合わせに起因して、ロータ部品は、ステータ部品に対する軸方向偏位を受ける可能性がある。ロータ及びステータ部品間の相対的軸方向偏位は、タービンの始動及び運転停止中に観測される。しかしながら、過渡的に変化する相対偏位は、全負荷時中に最大値に達し、タービンの定常状態運転又はその近傍の持続時間全体で一定に維持される。従って、始動前及び始動中、ステータ204により保持されるシール装置224は、1以上の入口孔222を閉鎖せず、加熱空気がボア部分に流れることができるように位置付けることができる。ステータがロータに対して軸方向に膨張すると、ステータ204により保持されるシール装置224は、ロータ202に対して相対的に移動し、1以上の入口孔222の少なくとも一部を覆い閉鎖し始めて、これによりボア領域への加熱空気の流入を制約することができる。始動持続時間後にタービンが定常状態運転又はその近傍に達すると、シール装置224は、ロータ202に対する移動を停止することができ、継続して入口孔222の全て又は一部を覆うことができる。運転停止中、ステータ及びロータ部品間の反対の軸方向偏位により、シール装置224が1つの入口孔222の少なくとも一部の覆いを取り除くことができる。1つの例示的な実施形態において、ロータ及びステータ部品間の軸方向の差分偏位は、始動後及び定常状態運転中に約0.1から約0.2インチの間とすることができます。この例示的な実施形態において、シール装置224の幅X1は、約0.04から約0.1インチとすることができます、シール装置224の第1の端部は、ガスタービンが始動する前に、入口孔222から約0.1から約0.2インチの距離X2に配置することができる。別の例示的な実施形態において、シール装置224とプリストル304の幅X1は、約0.06インチとすることができます、シール装置224の第1の端部は、入口孔222の第1の縁部から約0.18インチの距離X2に配置することができる。

20

【0024】

図4は、本発明の1つの実施形態に係る例示的なシール装置224の拡大正面図である。図4は、図2及び3に示すシール装置224の正面図400を示している。図4に示す例示的なシール装置224は、プリストルパック306内に装着された1以上のプリストル304を含むことができ、プリストルパックは、ロータ202を囲むシールハブ308の内周に装着することができる。シールハブ308の外周は、1以上のスパーク302に更に装着することができ、ここで1以上のスパーク302は、ステータ204の内周上に装着することができる。従って、シール装置224は、特定の円周地点でステータ204から垂下し、ロータと相対的に移動するよう動作可能であり、1以上の入口孔(図には示していない)の少なくとも一部を覆う。1つの入口孔の少なくとも一部は、1以上のプリストル304が入口孔を閉鎖し、従って、空気が入口孔に流入するのを阻止するときに、シール装置224により覆われる。更に、1以上のスパーク間の開口402は、ロータ202とステータ204間の軸方向空気流を可能にすることができます。従って、シール装置224が入口孔(図示せず)の少なくとも一部を覆うと、タービンセクション内の空気流は、ステータとロータとの間に軸方向に配向することができる。しかしながら、タービンの過渡運転中に、空気の一部は開口402を通って軸方向に流れ、残りは、入口孔を通りロータ202のボア内に流入する。従って、シール装置224の設計は、タービンセクシ

30

40

50

ヨン内の空気の比較的円滑な流れを促進し、空気の軸方向の流れを妨げず、よって損失を最小限にすることができる。

【0025】

図5は、本発明の例示的な実施形態に係るロータ及び関連ステータの軸方向偏位、並びにこれらの相対的な軸方向偏位の例示的な変化を示す図である。図5は、ガスタービンの過渡状態及びその後の定常状態運転中のガスタービンのロータ及び関連するステータの例示的な軸方向偏位を表すプロット500を示す。プロット500では、横軸は、始動持続時間などの過渡運転の時間的継続(秒単位)、及びガスタービンのその後の全負荷運転の時間を表すことができる。更に、プロット500の縦軸は、タービンのステータ及びロータ部品間の軸方向偏位(インチ単位)を表すことができる。プロット500は、3つの曲線502、504及び506を示している。曲線502は、タービンが始動状態から定常状態又はその近傍に進んだときの時間に対するステータの軸方向偏位を表す。同様に、曲線504は、ガスタービンの過渡状態及び定常状態又はその近傍の間のロータの軸方向偏位を表す。しかしながら、曲線506は、ロータとステータとの間の相対軸方向偏位を表す。曲線506は、始動期間中にロータ及びステータ間の相対的軸方向偏位の漸次的増大を表し、次いでその後は、タービンの定常状態又はその近傍の開始点では軸方向偏位にあまり変化がないことを示している。本発明の1つの例示的な実施形態において、シール装置は、タービンの始動前にタービンセクション内に位置決めすることができ、入口孔は、始動時には最初は覆われておらず、次いで、タービンの始動から約5000秒の時間後にはなくとも部分的に覆うようになる。

10

20

【0026】

図6は、本発明の例示的な実施形態に係るガスタービンのロータの半径方向温度勾配についての1つの例示的な方法600を示すフローチャートである。

【0027】

方法600は、ブロック602から始まることができる。ブロック602では、空気流通路がロータのボアに設けられ、該ロータボアは、1以上の入口孔と、スタックホイールにおける複数の孔とを含む。タービンのロータは、複数のスタックホイールから形成することができ、該スタックホイールは、環状ホイール間に交互に配置された中実ホイールを含む。空気流通路は、タービンの高温のガス通路からロータのボアへの通気道を設けることができる。空気流通路の一部を形成する1以上の入口孔は、ロータ内に定められるキャビティと連通することができる。キャビティは、中実ホイール内の複数の孔と更に連通することができる。従って、高温ガス通路からの空気は、環状ホイールの回りの蛇行流路を通り、中実ホイールを通ってロータのボアに配向することができる。蛇行流路は、空気流に対してタービンホイールの長さに沿って比較的大きな表面積の露出をもたらすことができる。このページ流に対するロータ表面の露出が増えたことにより、ロータの比較的より効果的な加熱又は冷却をもたらし、従って、ガスタービンの過渡運転中のロータのリム及びボア間の半径方向の温度勾配をより有効に低減することができる。本発明の種々の実施形態では、中実ホイール内の複数の孔は、各ホイールの中心軸線から約 $0.2 * R$ と約 $0.65 * R$ との間に配置することができ、ここでRは中実ホイール206のリム半径に等しい。ロータのボアに対する空気流通路の設計に統一して、工程はブロック604に進むことができる。

30

40

【0028】

ブロック604において、1以上の孔を通るページ空気の流れは、エンジンの運転中のロータ及び関連するステータの軸方向偏位に少なくとも部分的に基づいて制御することができる。タービンの始動及び運転停止中、ステータ部品に対するロータ部品の軸方向偏位をもたらすことができる。ロータ及びステータ部品間のこの相対的軸方向偏位は、タービンの始動中に時間と共に増大することができ、全負荷地点で最大に達する。全負荷地点を越えると、ロータ及びステータ部品間の偏位は、タービンの定常状態運転の全期間の間ほぼ一定に維持することができる。更に運転停止中、ロータ及びステータ部品間の相対的軸方向偏位は、同様に、時間と共に変化し減少することができる。従って、運転の過渡状態

50

中、ステータの内周により保持されるシール装置は、ロータに対して相対的に移動し、入口孔の少なくとも一部を覆うことができる。更に、タービンが定常状態運転及びその近傍に達すると、シール装置は、ロータに対して移動せず、従って、引き続きタービンの定常状態運転中に入口孔の少なくとも一部を覆う。よって、シール装置は、ガスタービンの全運転状態にて入口孔への空気流を制御するよう動作することができる。本発明の1つの例示的な実施形態において、ステータ及びロータ部品間の軸方向偏位は、約0.01インチから約0.5インチである。更に、本発明の種々の実施形態において、シール装置は、シールハブの内周に装着された1以上のプリリストルを含むことができる。このシールハブの外周は更に、1以上のスパークに装着することができ、ここで1以上のスパークは、ステータの内周に装着することができる。ロータ及びステータ間の相対移動は、最大軸方向偏位の地点で入口孔を少なくとも部分的に覆うロータ表面上のプリリストルの動きを促進することができる。更に、スパークは、ステータ及びロータ間の軸方向空気流を許容することができるよう円周方向に配列され、従って、流れの最小損失をもたらす。

【0029】

方法600は、ブロック604に続いて終了することができる。

【0030】

図6の方法600で説明された工程は、必ずしも図6に記載された順序で実行する必要はなく、本発明の実施形態に係る好適なあらゆる順序で実施することができる。加えて、本発明の特定の実施形態では、図6に記載の要素又は工程の全てよりも多いか又は少ない要素又は工程を実施することができる。

【0031】

本発明の実施形態は、蒸気タービン、ガスタービン、及び同様のものなど、異なるタイプのタービンに適用することができる。更に、本発明の実施形態はまた、ガスタービンのタービンセクション又は圧縮機セクションなど、タービンの異なるセクション内で使用することができる。上述の明細書において取り上げられ／提供されたあらゆる実施例は、単に説明の目的で提供され、どのようにも本発明の範囲を限定するものではないことは明らかであろう。

【0032】

本明細書は最良の形態を含む実施例を使用して本発明を開示し、また当業者が、あらゆる装置又はシステムを実施及び使用し、更にあらゆる組込み方法を実行することを含む、本発明の実施を行うことも可能にする。本発明の特許保護される範囲は、請求項によって定義され、当業者であれば想起される他の実施例を含むことができる。このような他の実施例は、請求項の文言と差違のない構造要素を有する場合、或いは、請求項の文言と僅かな差違を有する均等な構造要素を含む場合には、本発明の範囲内にあるものとする。

【符号の説明】

【0033】

- 100 時間にに対するリム-ボア温度勾配のプロット
- 200 タービンセクション
- 202 ロータ
- 204 ステータ
- 206 中実ホイール
- 208 環状ホイール
- 210 バケット
- 212 ノズル
- 214 リム
- 216 ボア
- 218 中心軸線
- 220 空気流通路
- 222 入口孔
- 224 シール装置

10

20

30

40

50

- 2 2 6 中実ホイールの複数の孔
 2 3 0 圧縮機主要空気流通路
 2 3 2 圧縮機及びタービンセクションに向かう残りの空気
 2 3 4 タービンセクションを冷却 / パージするために向かう残りの空気
 3 0 0 タービンセクション部
 3 0 2 金属スパーク
 3 0 4 ブリストル
 3 0 6 ブリストルパック
 3 0 8 シールハブ
 4 0 0 シール装置の正面図 10
 4 0 2 開口
 5 0 0 時間にに対するロータ及びステータの軸方向偏位のプロット
 5 0 2 時間にに対するステータの軸方向偏位を示す曲線
 5 0 4 時間にに対するロータの軸方向偏位を示す曲線
 5 0 6 時間にに対するロータ及びステータ間の相対軸方向偏位を示す曲線
 6 0 0 ロータの半径方向の温度勾配を制御するための方法
 6 0 5 ブロック
 6 1 0 ブロック

【図 1】

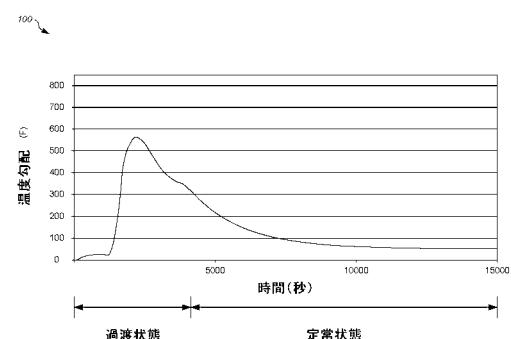


FIG. 1

【図 3】

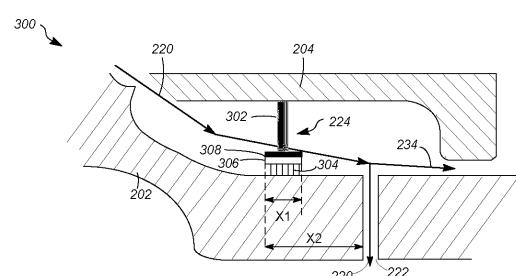


FIG. 3

【図 2】

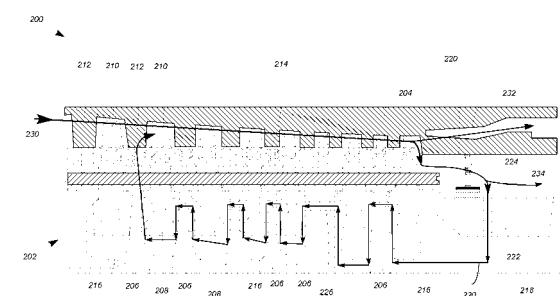


FIG. 2

【図 4】

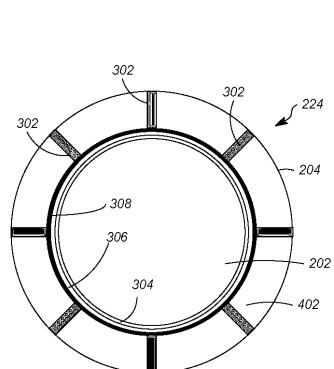


FIG. 4

【図5】

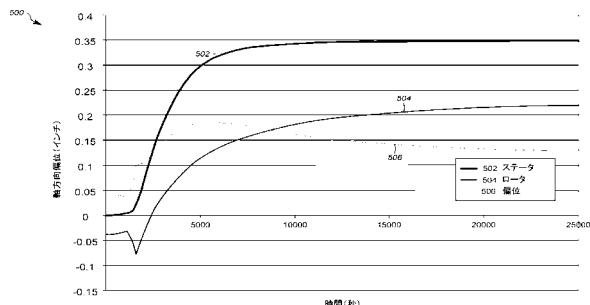


FIG. 5

【図6】

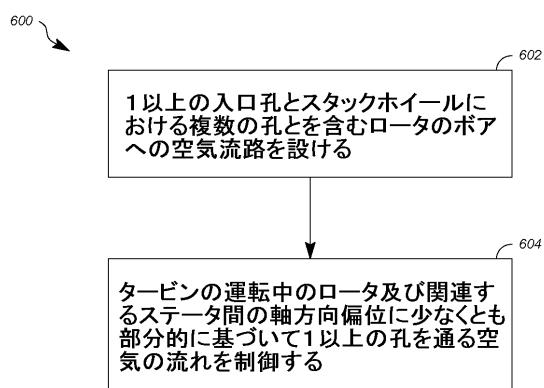


FIG. 6

フロントページの続き

(72)発明者 ジェヤマニ・エム・ドス

インド、560075、パンガロール、ニュー・シッパサンドラ、ラマ・テンブル・ストリート、
グラウンド・フロア、ナンバー102、サイ・シュリー・エンクレイヴ、ナンバー43

(72)発明者 スポドゥ・ディー・デオダール

インド、560037、パンガロール、ブルックフィールズ、サード・クロス、シックス・メイン
、エイイーシーエス・レイアウト、セカンド・フロア、ナンバー1447

(72)発明者 ハリ・ケイ・メカ

インド、560037、パンガロール、マラサハリ・ポスト、ムネコララ、ラジェシュワリ・レイ
アウト、セカンド・エイ・クロス、ナンバー22

審査官 岡本 健太郎

(56)参考文献 特開平11-229804(JP,A)

特表2003-513188(JP,A)

特開平09-013902(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F01D 5/08

F02C 7/18

F01D 11/08