

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6001853号
(P6001853)

(45) 発行日 平成28年10月5日 (2016. 10. 5)

(24) 登録日 平成28年9月9日 (2016. 9. 9)

(51) Int. Cl.	F 1
F 0 1 D 11/00 (2006. 01)	F O 1 D 11/00
F 0 2 C 7/28 (2006. 01)	F O 2 C 7/28 B
F 0 4 D 29/10 (2006. 01)	F O 4 D 29/10 A
F 1 6 J 15/22 (2006. 01)	F 1 6 J 15/22

請求項の数 10 外国語出願 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2011-282559 (P2011-282559)	(73) 特許権者	390041542
(22) 出願日	平成23年12月26日 (2011. 12. 26)		ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ
(65) 公開番号	特開2012-145102 (P2012-145102A)		アメリカ合衆国、ニューヨーク州 1 2 3
(43) 公開日	平成24年8月2日 (2012. 8. 2)		4 5、スケネクタデイ、リバーロード、1
審査請求日	平成26年12月22日 (2014. 12. 22)		番
(31) 優先権主張番号	12/987, 052	(74) 代理人	100137545
(32) 優先日	平成23年1月7日 (2011. 1. 7)		弁理士 荒川 聡志
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(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	100113974
			弁理士 田中 拓人

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ターボ機械においてブラシシールセグメントを調整するためのシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

可動支持部 (6 8) と、
 前記可動支持部 (6 8) に結合されたブラシ (4 6) と、
 前記可動支持部 (6 8) に結合された付勢要素 (7 8) と、
 を含むブラシシールセグメント (4 0) を備えるシステムであって、
 前記付勢要素 (7 8) が、同じ軸方向に前記可動支持部 (6 8) 全体を付勢してロータ (2 2) とステータ (4 2) との間のスペース (8 6) 内のブラシクリアランス (8 4) を変更するよう構成され、
 前記ステータ (4 2) は、角度付き底部を有するチャンバを備え、
 前記可動支持部 (6 8) の一部は、前記チャンバ内に配置され、
 前記付勢要素 (7 8) は、前記角度付き底部とともに、同じ軸方向及び半径方向に前記可動支持部 (6 8) を付勢して、前記ロータ (2 2) と前記ステータ (4 2) との間のスペース (8 6) 内の前記ブラシクリアランス (8 4) を変更するよう構成されている、
 システム。

【請求項 2】

前記可動支持部 (6 8) が、前記ロータ (2 2) の回転軸 (4 4) に対して角度付き移動経路を有し、該角度付き移動経路が、約 0 度よりも大きく且つ約 9 0 度よりも小さい角度 (1 4 6) を有する、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 3】

10

20

前記付勢要素（７８）が、前記角度付き移動経路に沿ってのみ移動するよう前記可動支持部（６８）を付勢するように構成されている、請求項２に記載のシステム。

【請求項４】

前記可動支持部（６８）が、前記ロータ（２２）の回転軸（４４）に沿った軸方向移動経路を有する、請求項２に記載のシステム。

【請求項５】

前記付勢要素（７８）が、軸方向移動経路の後に前記角度付き移動経路に沿って移動するよう前記可動支持部（６８）を付勢するように構成されている、請求項４に記載のシステム。

【請求項６】

前記付勢要素（７８）が、同じ軸方向に前記可動支持部（６８）を付勢して、前記ブラシ（４６）を前記ロータ（２２）上の溝（１２０）内に移動させるよう構成されている、請求項１に記載のシステム。

【請求項７】

前記付勢要素（７８）が、前記可動支持部（６８）を第１の位置から第２の位置に付勢し、前記ブラシ（４６）と前記ロータ（２２）との間のスペース（８６）内の前記ブラシクリアランス（８４）を増大させるよう構成され、前記可動支持部（６８）が、流体流にตอบสนองして、前記第２の位置から前記第１の位置に移動して前記ブラシクリアランス（８４）を減少させるよう構成され、前記流体流が、前記付勢要素（７８）とは反対方向に前記可動支持部（６８）を付勢するよう構成されている、請求項１に記載のシステム。

【請求項８】

前記付勢要素（７８）がバネを含む、請求項１に記載のシステム。

【請求項９】

前記システムが、前記ロータ（２２）、前記ステータ（４２）及び前記ブラシシールセグメント（４０）を有するターボ機械（３８）を備える、請求項１に記載のシステム。

【請求項１０】

前記ロータ（２２）と前記ステータ（４２）との間で環状配列の複数のシールセグメント（４０）を更に備え、前記複数のシールセグメント（４０）の隣接するセグメントが中間付勢要素（５６）を含む、請求項９に記載のシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本明細書で開示される主題は、ターボ機械に関し、より詳細にはそれぞれのロータの周りに配置されたブラシシールセグメントを有するタービン及び圧縮機に関する。

【背景技術】

【０００２】

ブラシシールのようなシールは、隣接する部品間の流体流れを遮断する。回転機械では、シールは、静止部品と回転部品との間の流体流れを遮断することができる。ターボ機械のような一部の回転機械において、シールは、定常状態及び過渡状態を生じる場合があり、これらの状態は互いに大きく異なる。例えば、過渡状態は、回転機械の始動又はシャットダウンに相当することができる。これらの過渡状態の間、回転機械は、相当な温度勾配、膨張差、振動及び他の動的挙動を生じる可能性がある。結果として、過渡状態は、シール及び／又は静止及び回転部品間のシール境界面に損傷を与える可能性が高い。詳細には、過渡状態は、ブラシシールの半径方向摩耗を生じ、漏洩流を増大させる可能性がある。従って、ブラシシールによる損傷のリスクにより、ターボ機械のような特定の回転機械におけるブラシシールの使用が制限される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００３】

【特許文献１】米国特許第 7 7 1 7 6 7 1 号明細書

【発明の概要】

【 0 0 0 4 】

本願出願当初の特許請求の範囲に記載された発明の幾つかの実施形態について要約する。これらの実施形態は、特許請求の範囲に記載された発明の技術的範囲を限定するものではなく、本発明の可能な形態を簡単にまとめたものである。実際、本発明は、以下に記載する実施形態と同様のものだけでなく、異なる様々な実施形態を包含する。

【 0 0 0 5 】

第 1 の実施形態では、システムはブラシシールセグメントを含む。ブラシシールセグメントは、可動支持部と、該可動支持部に結合されたブラシと、可動支持部に結合された付勢要素とを含む。付勢要素は、軸方向で可動支持部を付勢してロータとステータとの間のスペース内のブラシクリアランスを変更するよう構成されている。

10

【 0 0 0 6 】

第 2 の実施形態では、システムは、ロータ及びステータを有するターボ機械を含み、ロータは溝を有し、ステータはチャンバを有する。本システムはまた、ブラシシールセグメントを含む。ブラシシールセグメントは、チャンバに結合された可動支持部と、可動支持部に結合されたブラシと、可動支持部に結合された付勢要素とを含む。付勢要素は、チャンバ内で第 1 の位置から第 2 の位置に可動支持部を付勢し、ブラシを溝内に移動させるよう構成される。可動支持部は、チャンバ内で第 2 の位置から第 1 の位置に可動支持部を付勢し、ブラシを溝の外に移動させるよう構成される。

20

【 0 0 0 7 】

第 3 の実施形態では、システムは、ブラシシールセグメントを含む。ブラシシールセグメントは、ヘッド、延長部及びシール面を有する可動支持部を含み、該ヘッドがチャンバ内に取り付けられるよう構成される。ブラシシールセグメントはまた、シール面に沿って可動支持部に結合されたブラシを含み、該シール面が本質的にブラシからなる。ブラシシールセグメントはまた、可動支持部に結合された付勢要素を含み、該付勢要素は、可動支持部を第 1 の位置から第 2 の位置に付勢し、ブラシとロータとの間のスペース内のブラシクリアランスを増大させるよう構成され、可動支持部は、スペースからチャンバへの流体流に応答して、第 2 の位置から第 1 の位置に移動してブラシクリアランスを減少させるよう構成される。

30

【 0 0 0 8 】

本発明の上記その他の特徴、態様及び利点については、図面と併せて以下の詳細な説明を参照することによって理解を深めることができるであろう。図面を通して、同様の部材には同様の符号を付した。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 9 】

【図 1】ブラシ摩耗を低減し且つタービン効率を高める特徴要素を備えたブラシシールセグメントを有するタービンシステムの一実施形態のブロック図。

【図 2】複数のブラシシールセグメントを有するターボ機械の一実施形態の部分断面図。

【図 3】図 2 の線 3 - 3 で囲まれた隣接するブラシシールセグメント間に配置される中間付勢要素の一実施形態の部分断面図。

40

【図 4】図 2 の線 4 - 4 で囲まれた、図 2 のターボ機械のステータ、ブラシシールセグメント及びロータの一実施形態の部分断面図。

【図 5】ブラシシールセグメントの定常状態位置を示す、図 2 及び図 4 の線 5 - 5 に沿った、ステータ、ブラシシールセグメント及びロータの一実施形態の部分側断面図。

【図 6】ブラシシールセグメントの過渡状態を示す、図 5 のステータ、ブラシシールセグメント及びロータの一実施形態の部分側断面図。

【図 7】ブラシシールセグメントの過渡状態を示す、図 2 及び図 4 の線 5 - 5 に沿った、ステータ、ブラシシールセグメント及びロータの一実施形態の部分側断面図。

【図 8】ブラシシールセグメントの定常状態位置を示す、図 7 のステータ、ブラシシール

50

セグメント及びロータの部分側断面図。

【図 9】ブラシシールセグメントの過渡状態を示す、図 2 及び図 4 の線 5 - 5 に沿った、ステータ、ブラシシールセグメント及びロータの一実施形態の部分側断面図。

【図 10】ブラシシールセグメントの定常状態位置を示す、図 9 のステータ、ブラシシールセグメント及びロータの部分側断面図。

【図 11】ブラシシールセグメントの過渡状態を示す、図 2 及び図 4 の線 5 - 5 に沿った、ステータ、ブラシシールセグメント及びロータの一実施形態の部分側断面図。

【図 12】ブラシシールセグメントの定常状態位置を示す、図 11 のステータ、ブラシシールセグメント及びロータの部分側断面図。

【図 13】図 11 及び 12 の線 13 - 13 で囲まれた、図 11 及び 12 のブラシシールセグメントの可動支持部のヘッドとステータとの間の界接部の一実施形態の部分側断面図。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、本発明の 1 以上の特定の実施形態について説明する。これらの実施形態を簡潔に説明するため、現実の実施に際してのあらゆる特徴について本明細書に記載しないこともある。実施化に向けての開発に際して、あらゆるエンジニアリング又は設計プロジェクトの場合と同様に、実施毎に異なる開発者の特定の目標（システム及び業務に関連した制約に従うことなど）を達成すべく、実施に特有の多くの決定を行う必要があることは明らかであろう。さらに、かかる開発努力は複雑で時間を要することもあるが、本明細書の開示内容に接した当業者にとっては日常的な設計、組立及び製造にすぎないことも明らかである。

【0011】

本発明の様々な実施形態の構成要素について紹介する際、単数形で記載したものは、その構成要素が 1 以上存在することを意味する。「含む」、「備える」及び「有する」という用語は内包的なものであり、記載した構成要素以外の追加の要素が存在していてもよいことを意味する。

【0012】

開示される実施形態は、ターボ機械の定常状態中にはロータと共にシールを形成し、他方、ターボ機械の過渡運転又は状態（例えば、始動、シャットダウン又は他の動的状態）中にはロータとのブラシ接触を回避するように設計された、タービン（例えば、ガス又は蒸気タービン）又は圧縮機などのターボ機械内の独立した可動（例えば、格納可能）ブラシシールセグメントに関する。以下で検討するように、付勢要素（例えば、バネ）は、軸方向、半径方向及び／又は角度付き移動経路に沿って軸方向及び／又は半径方向にブラシシールセグメントを付勢し、過渡運転中にロータとステータとの間のスペースにおけるブラシクリアランスを増大させる。定常状態中は、反対向きの力、すなわち作動機構が付勢要素に打ち勝ってブラシシールセグメントを反対の軸方向及び／又は半径方向に移動させ、これによりブラシシールクリアランスが減少し、ブラシシールセグメントのシール効果が向上する。例えば、反対向きの力は、作動流体の漏洩流とすることができる。別の実施例によれば、タービンエンジンの始動後、流体の漏洩流（例えば、蒸気又は燃焼ガス）は、付勢要素の付勢に打ち勝つ圧力差を生成することができる。結果として、ブラシシールセグメントは、軸方向、半径方向及び／又は角度付き移動経路に沿って軸方向及び／又は半径方向に移動して、ブラシシールクリアランスが減少し、ロータとのシールを向上させる。特定の実施形態では、ロータは、過渡運転中にブラシクリアランスをもたらす溝を含む。例えば、ブラシシールセグメント（又は、環状配列の複数のブラシシールセグメント）は、過渡状態の間には溝（例えば、環状溝）の上にあり、定常状態運転中は溝から離れて移動しブラシクリアランスを低減することができる。他の実施形態では、ブラシシールセグメントは、ヘッド、延長部及びシール面を有する可動支持部を含む。ヘッドは、静止部品（例えば、ステータ）のチャンバ内に取り付けられ、シール面は、他のシールなしで本質的にブラシからなる。例えば、ブラシシールセグメントは、支持リングには結合されず、チャンバ内で独立又は自立している。ブラシシールセグメントの独立構成は、ターボ機

械内のブラシシールセグメント用の軸方向スペース要求を低減する。可動支持部はまた、付勢要素に結合され、ブラシとロータとの間のブラシクリアランスの量を決定する際に漏洩流に応答する。別の実施形態では、複数のブラシシールセグメントは、ロータとステータとの間に環状配列を形成してシールを形成し、ここでブラシシールセグメントは、隣接するブラシシールセグメント間の摩擦を低減するために中間付勢要素を含む。ブラシシールセグメントの設計により、過渡状態中に発生するブラシシール摩耗が低減され、ブラシシールセグメントによって占有される軸方向スペースが低減され、また、ターボ機械内でより多くのブラシシールが可能となり、効率が向上する。

【 0 0 1 3 】

ブラシシールセグメントの開示される実施形態は、タービン（例えば、ガス又は蒸気タービン）及び圧縮機などのあらゆる好適なターボ機械で利用することができる。しかしながら、検討の目的で、図 1 において開示される実施形態は、ガスタービンシステムの関連で示されている。図 1 は、ブラシ摩耗を低減し且つタービン効率を向上させる特徴要素を備えたブラシシールセグメントを有するタービンシステム 10 の一実施形態のブロック図である。例えば、ブラシシールセグメントは、タービンシステムの過渡状態中にロータとのブラシ接触を回避（例えば、クリアランスの増大）し、タービンシステムの定常状態中にロータとのシールを形成（例えば、クリアランスの低減）するよう設計することができる。従って、ブラシシールセグメントは、移動可能、調整可能、格納可能又はタービンシステム 10 の作動条件に自動的に応答するものとして説明することができる。

【 0 0 1 4 】

タービンシステム 10 は、該タービンシステム 10 を駆動するために天然ガス及び / 又は水素リッチ合成ガスなどの液体又はガス燃料を用いることができる。図示のように、1 以上の燃料ノズル 12 は、供給燃料 14 を吸い込み、燃料と空気を混合し、最適な燃焼、エミッション、燃料消費量及び出力空気燃料混合気を得るための好適な比率で空気燃料混合気を分配することができる。タービンシステム 10 は、1 以上の燃焼器 16 内部に配置される 1 以上の燃料ノズル 12 を含むことができる。空気燃料混合気は、燃焼器 16 内の燃焼室にて燃焼し、これにより高温加圧排出ガスを生成する。燃焼器 16 は、タービン 18 を通って排出出口に向けて排出ガスを導く。排出ガスがタービンを通過すると、ガスにより、タービンブレードがタービンシステム 10 の軸線に沿ってシャフト又はロータ 22 を強制回転させる。以下で説明するように、ブラシシールセグメントは、ロータ 22 とタービン 18 の静止部品（例えば、ステータ）との間に環状配列で配置され、定常状態中にシールを形成し、また、過渡状態中にブラシクリアランスを提供することができる。ロータ 22 は、ブラシシールセグメントのブラシ用に 1 以上の溝を含むことができる。

【 0 0 1 5 】

図示のように、ロータ 22 は、圧縮機 24 を含む、タービンシステム 10 の種々の部品に接続することができる。圧縮機 24 はまた、ロータ 22 に結合されたブレードを含む。圧縮機 24 はまた、ロータ 22 と圧縮機 24 の静止部品との間に環状配列でブラシシールセグメントを含むことができ、ここでブラシシールセグメントは、作動状態に応答する。ロータ 22 が回転すると、圧縮機 24 内のブレードもまた回転し、これにより吸気口 26 からの空気が圧縮機 24 を通って加圧され、燃料ノズル 12 及び / 又は燃焼器 16 内に流入する。ロータ 22 はまた、負荷 28 に接続することができ、該負荷は、例えば発電プラント内の発電機又は航空機上のプロペラのような輸送手段又は定置負荷とすることができる。負荷 28 は、タービンシステム 10 の回転出力によって動力を供給することができるあらゆる好適な装置を含むことができる。

【 0 0 1 6 】

図 2 は、複数のブラシシールセグメント 40 を有するターボ機械 38（例えば、図 1 のタービン 18 又は圧縮機 24）の一部の実施形態の断面図である。ターボ機械 38 は、静止ステータ 42 内に配置されたロータ 22 を含む。ターボ機械 38 はまた、複数のブラシシールセグメント 40 を含む。図示のように、ブラシシールセグメント 40 は、ロータ 22 の回転軸 44 の周りにロータ 22 とステータ 42 間で環状配列を形成する。ブラシシ

10

20

30

40

50

ルセグメント４０の数は、ロータ２２の直径又は他の設計考慮事項によって決まる。特定の実施形態では、ブラシシールセグメント４０の数は、２～１２又はそれ以上の範囲にわたることができる。ブラシシールセグメント４０から延びるブラシ４６は、ロータ２２が円周方向４５に回転するとき定常状態でロータ２２とシールを形成する。過渡状態中（例えば、始動、シャットダウン又は他の動的条件）、ブラシクリアランスは、ブラシシールセグメント４０上での摩耗を低減するため及びロータ２２への損傷を低減するため、更に発熱を低減するためにブラシ４６とロータ２２との間でより大きくなっている。図示のように、各ブラシシールセグメント４０は弓形形状を含む。図３に示すように、中間付勢要素５６（例えば、パネ）は、隣接するブラシシール４０間に配置され、セグメントをロータから離れて移動させ及びあるクリアランスを維持し、更に隣接するセグメント４０間の摩擦を低減するための力を提供する。中間付勢要素５６はまた、隣接ブラシシールセグメント４０間の適正な整列を可能にすることができる。例えば、中間付勢要素５６は、１つのブラシシールセグメント４０が隣接するブラシシールセグメント４０と逆の方向に移動して、セグメント４０を妨害する可能性を低減することができる。従って、中間付勢要素５６が、過渡状態及び定常状態に相当する異なる位置間でブラシシールセグメント４０の移動の自由度を確保することができる。

【００１７】

図４は、ブラシシールセグメント４０に関して更に詳細に示す。図４は、図２の線４－４で囲まれた図２のターボ機械３８のステータ４２、ブラシシールセグメント４０及びロータ２２の実施形態の部分図である。ステータ４２は、溝又はチャンバ６６（例えば、環状チャンバ）を含む。各ブラシシールセグメント４０は、以下でより詳細に示すようにチャンバ６６に結合される。ブラシシールセグメント４０は、可動（例えば、格納可能）支持部６８を含む。可動支持部６８はシール面６９を含む。ブラシ４６は、シール面６９に沿って可動支持部６８に結合される。特定の実施形態では、シール面６９は、他のあらゆるシールなしで本質的にブラシからなる。ブラシ４６は、多数のブリストル７０（例えば、金属ブリストル）を含み、ロータ２２の外周７２とシールを形成する。特定の実施形態では、ブラシ４６のブリストル７０は、可動支持部６８の長さ７４に沿って複数の列（図５～図１０を参照）で整列することができる。幾つかの実施形態では、個々のブリストル７０は、約０．１～２０ミルの直径を含むことができる。特定の実施形態では、個々のブリストル７０は、約２０～２００ミルの長さを含むことができる。ブリストル７０の材料は、金属、プラスチック、木材、セラミック又は他の材料を含むことができる。材料の実施例は、Haynes 25合金、Hastelloy（登録商標）又は他のタイプの合金を含む。可動支持部６８は、ロータ２２の回転軸４４に沿った軸方向及び／又は半径方向の移動経路に対して軸方向及び／又は半径方向に可動支持部６８を付勢する１以上の付勢要素７８（例えば、パネ）のための１以上のポケット７６を含む。一実施形態では、可動支持部６８は、ロータ２２の回転軸４４に対して角度付き移動経路を含む。付勢要素７８は、可動支持部６８に結合され、板バネのようなバネを含むことができる。図示のように、付勢要素７８は、ポケット７６の長さにならって延びる細長い弓形のバネ要素である。特定の実施形態では、付勢要素７８は、バネ荷重バー、カム、液圧シリンダ、空気圧装置又は他の何れかの付勢要素を含むことができる。

【００１８】

図５～図１２に示すように、付勢要素７８は、過渡状態中に可動支持部６８を第１の位置から第２の位置まで付勢し、ロータ２２とステータ４２（例えば、ブラシ４６）との間のスペース８６内のブラシクリアランス８４を増大させるよう構成される。過渡状態中の増大したブラシクリアランスにより、ブラシシールセグメント４０に対する摩耗が低減され、ロータ２２への損傷が低減され、更に発熱が低減される。以下でより詳細に説明するように、流体流れ又は漏洩流れ（例えば、蒸気、燃焼ガス、その他）は、可動支持部６８を付勢要素７８とは反対方向に付勢するよう構成される。定常状態中、スペース８６からチャンバ６６への漏洩流れに反応して、可動支持部６８は、第２の位置から第１の位置に移動し、ロータ２２とステータ４２（すなわちブラシ４６）との間のスペース８６内のブ

10

20

30

40

50

ラシクリアランス 8 4 を低減しシールを形成するよう構成される。

【 0 0 1 9 】

図 5 及び図 6 は、図 2 及び図 4 の線 5 - 5 に沿った、ステータ 4 2、ブラシシールセグメント 4 0 及びロータ 2 2 の実施形態の部分側断面図である。ステータ 4 2 は、溝又はチャンバ 6 6 (例えば、環状チャンバ)を含む。独立又は自立式ブラシシールセグメント 4 0 は、支持リングなしでチャンバ 6 6 内に配置される。ブラシシールセグメント 4 0 は、可動支持部 6 8、ブラシ 4 6 及び可動支持部 6 8 のポケット 7 6 内に配置される付勢要素 7 8 のペアを含む。可動支持部 6 8 は、ヘッド 9 6、延長部 9 8 及びシール面 6 9 を含む。図示のように、可動支持部 6 8 は、チャンバ 6 6 に結合される。詳細には、可動支持部 6 8 のヘッド 9 6 は、チャンバ 6 6 内に取り付けられるよう構成され、その結果、ヘッド 9 6 は、チャンバ 6 6 内での限定された移動範囲を有する。ヘッド 9 6 は、ステータ 4 2 の開口 1 0 0 よりも幅広であり、チャンバ 6 6 内へのヘッド 9 6 の取り付けを可能にする。可動支持部 6 8 の延長部 9 8 は、半径方向 1 0 2 で開口 1 0 0 を通ってヘッド 9 6 から延びる。ブラシ 4 6 は、ヘッド 9 6 から延長部 9 8 を通り、更にシール面 6 9 を通って延びる。シール面 6 9 は、他のシールなしに本質的にブラシ 4 6 からなる。

【 0 0 2 0 】

図示のように、可動支持部 6 8 は、ポケット 7 6 内の支持部の前部 1 0 4 (例えば、上流側)と後部 1 0 6 (例えば、下流側)に付勢要素 7 8 を含む。各付勢要素 7 8 は、バネ (例えば、板バネ)を含むことができる。付勢要素 7 8 に起因して、可動支持部 6 8 は、図 5 及び図 6 それぞれに示される第 1 の位置と第 2 の位置との間のロータ 2 2 の回転軸 4 4 に対して半径方向 1 0 2 及び 1 0 8 で半径方向の移動経路を有する。図 6 に示すように、過渡状態中 (例えば、始動、シャットダウン又は他の動的状態)、付勢要素 7 8 は、可動支持部 6 8 をチャンバ 6 6 内で第 1 の位置 (図 5) から第 2 の位置まで半径方向 1 0 8 で付勢し、これによりブラシ 4 6 とロータ 2 2 との間のスペース 8 6 内のブラシクリアランス 8 4 を増大させるよう構成される。可動支持部 6 8 はまた、スペース 8 6 からチャンバ 6 6 への漏洩流 1 1 0 に応答して、第 2 の位置 (図 6) から第 1 の位置 (図 5) に移動して、ブラシクリアランス 8 4 を低減するよう構成される。例えば、運転中 (例えば、始動後)、作動流体 1 0 9 (例えば、蒸気又は燃焼ガス)が前部 1 0 4 でブラシシールセグメント 4 0 に接近し、作動流体 1 0 9 の少なくとも一部がステータ 4 2 のチャンバ 6 6 内への流れ 1 1 0 として分流される。特定の実施形態では、作動流体 1 0 9 は、タービンシステム 1 0 における漏洩流であり、流れ 1 1 0 は、単に作動流体 1 0 9 の分流部分に過ぎない。特定の実施形態では、作動流体 1 0 9 は、漏洩流として説明されない場合もあるが、流れ 1 1 0 は、チャンバ 5 6 6 への分流に起因して依然として漏洩流として説明することができる。図 5 に示すように、漏洩流 1 1 0 は、定常状態中に付勢要素 7 8 とは反対方向 (すなわち、半径方向 1 0 2) で可動支持部 6 8 を付勢するよう構成される。結果として、ブラシシールセグメント 4 0 のブラシ 4 6 は、ロータ 2 2 の外面と界接し、シールを形成する。従って、ブラシシールセグメント 4 0 の構成により、過渡状態中に生じるブラシシール摩耗が減少し、ブラシシールセグメントにより占有される軸方向スペースが低減され、更にターボ機械 3 8 内でより多くのブラシシールが可能となり、効率が向上する。

【 0 0 2 1 】

図 7 及び図 8 は、図 2 及び図 4 の線 5 - 5 に沿った、ステータ 4 2、ブラシシールセグメント 4 0 及びロータ 2 2 の実施形態の部分側断面図である。一般に、ステータ 4 2、自立式ブラシシールセグメント 4 0 及びロータ 2 2 は、構造的に、以下で説明するように可動性の点である程度の変動を伴って図 5 及び図 6 で説明した通りである。ロータ 2 2 は、外面 7 2 の周りに配置された溝 1 2 0 (例えば、環状溝)を含む。ブラシシールセグメント 4 0 は、可動支持部 6 8 のヘッド 9 6 の後部 1 0 6 に結合される付勢要素 7 8 (例えば、バネ)を含む。付勢要素 7 8 に起因して、可動支持部 6 8 は、図 8 及び図 7 それぞれに示される第 1 の位置と第 2 の位置との間のロータ 2 2 の回転軸 4 4 に沿って軸方向 1 2 2 及び 1 2 4 で軸方向の移動経路を有する。

【 0 0 2 2 】

図 7 に示すように、付勢要素 7 8 は、可動支持部 6 8 軸方向 1 2 4 に付勢し、ロータ 2 2 とステータ 4 2 (すなわち、ブラシ 4 6) との間のスペース 8 6 内のブラシクリアランス 8 4 を変更するよう構成される。換言すると、付勢要素 7 8 は、可動支持部 6 8 を軸方向 1 2 4 に付勢して、ブラシ 4 6 をロータ 2 2 上の溝 1 2 0 内に移動させるよう構成される。詳細には、過渡状態中、付勢要素 7 8 は、可動支持部 6 8 をチャンバ 6 6 内で第 1 の位置 (図 8) から第 2 の位置 (図 7) まで軸方向 1 2 4 で付勢してブラシ 4 6 を溝 1 2 0 内に移動させ、これによりブラシ 4 6 とロータ 2 2 との間のスペース 8 6 内のブラシクリアランス 8 4 を増大させるよう構成される。図 8 に示すように、可動支持部 6 8 はまた、第 2 の位置 (図 7) から第 1 の位置 (図 8) に移動して、例えば、ブラシ 4 6 を溝 1 2 0 から外に移動させてロータ 2 2 の外面 7 2 とシールを形成することによって、漏洩流 1 1 0 に応答してブラシクリアランス 8 4 を低減するよう構成される。例えば、運転中 (例えば、始動後)、作動流体 1 0 9 又は漏洩流 1 1 0 (例えば、蒸気又は燃焼ガス) が、前部 1 0 4 においてブラシシールセグメント 4 0 に軸方向 1 2 2 に接近する。結果として、漏洩流 1 1 0 は、前部 1 0 4 上の高圧 1 2 6 と後部 1 0 6 上の低圧 1 2 8 による圧力差を生成する。実際には、定常状態中、圧力 1 2 6 が、付勢要素 7 8 及び圧力 1 2 8 により加わる力よりも大きくなると、漏洩流 1 1 0 は、付勢要素 7 8 とは反対方向 (例えば、軸方向 1 2 2) に可動支持部 6 8 を付勢するよう構成される。ブラシシールセグメント 4 0 のこの軸方向移動 1 2 2 は、セグメント 4 0 をロータ 2 2 と近接した (例えば、小さなクリアランス 8 4 で) 状態で溝 1 2 0 から外に移動させる。ブラシシールセグメント 4 0 の可変クリアランス 8 4 に起因して、図示の実施形態はブラシシール摩耗を低減し、ブラシシールセグメントにより占有される軸方向スペースを低減する。加えて、図示の実施形態は、効率を向上させるためにターボ機械 3 8 内でより多くのブラシシールの使用を可能にする。

【 0 0 2 3 】

図 9 及び図 1 0 は、図 2 及び図 4 の線 5 - 5 に沿った、ステータ 4 2、ブラシシールセグメント 4 0 及びロータ 2 2 の実施形態の部分側断面図である。一般に、ステータ 4 2、独立式ブラシシールセグメント 4 0 及びロータ 2 2 は、構造的に、以下で説明するように可動性の点である程度の変動を伴って図 5 及び図 6 で説明した通りである。ブラシシールセグメント 4 0 は、可動支持部 6 8 のヘッド 9 6 の後部 1 0 6 に結合される付勢要素 7 8 (例えば、バネ) を含む。付勢要素 7 8 の数は、1 ~ 1 0 又はそれ以上の範囲に及ぶことができる。図示のように、ステータ 4 2 は、チャンバ 6 内への開口 1 0 0 に隣接する角度付き底部 1 3 8 及び 1 4 0 を含み、これによりチャンバ 6 6 内でヘッド 9 6 の角度付き移動経路を定める。底部 1 3 8 及び 1 4 0 は、約 0 ~ 9 0 度、1 ~ 8 9 度、5 ~ 6 0 度、5 ~ 4 5 度、5 ~ 3 0 度又は 1 0 ~ 2 0 度の範囲にわたる、ロータ 2 の回転軸 4 4 に対する角度 1 4 2 を含む。可動支持部 6 8 のヘッド 9 6 はまた、ステータ 4 2 の底部 1 3 8 及び 1 4 0 と合致するような角度 1 4 4 が付けられる。例えば、ロータ 2 2 の回転軸 4 4 に対するヘッド 9 6 の角度 1 4 4 は、約 0 ~ 9 0 度、1 ~ 8 9 度、5 ~ 6 0 度、5 ~ 4 5 度、5 ~ 3 0 度又は 1 0 ~ 2 0 度の範囲に及ぶ。付勢要素 7 8 並びにステータ 4 2 の底部 1 3 8 及び 1 4 0 の角度付き構成に起因して、可動支持部 6 8 は、図 1 0 及び 9 それぞれに示される第 1 及び第 2 の位置間でほぼ軸方向 1 2 2、1 2 4 及び半径方向 1 0 2、1 0 6 で回転軸 4 4 に対して角度付き移動経路を有する。角度付き移動経路は、約 0 ~ 9 0 度、1 ~ 8 9 度、5 ~ 6 0 度、5 ~ 4 5 度、5 ~ 3 0 度又は 1 0 ~ 2 0 度の範囲に及ぶ角度 1 4 6 を有する。図示のように、付勢要素 7 8 は、可動支持部 6 8 を付勢し角度付き移動経路に沿ってのみ移動するよう構成される。他の実施形態 (例えば、図 1 1 及び 1 2) では、1 以上の付勢要素 7 8 は、角度付き移動経路に加えて、他の移動経路 (例えば、軸方向) に沿って可動支持部を付勢するよう構成される。

【 0 0 2 4 】

図 9 に示すように、付勢要素 7 8 は、軸方向 1 2 4 及び半径方向 1 0 8 で角度付き移動経路 1 4 5 に沿って可動支持部 6 8 を付勢し、ロータ 2 2 とステータ 4 2 (例えば、ブラシ 4 6) との間のスペース 8 6 内のブラシクリアランス 8 4 を変更するよう構成される。

詳細には、過渡状態中、付勢要素 7 8 は、軸方向 1 2 4 及び半径方向 1 0 8 でチャンバ 6 6 内において可動支持部 6 8 を第 1 の位置 (図 1 0) から第 2 の位置 (図 9) まで付勢し、ブラシ 4 6 とロータ 2 2 との間のスペース 8 6 内のブラシクリアランス 8 4 を増大させるよう構成される。図 1 0 に示すように、可動指示部 6 8 はまた、漏洩流 1 1 0 に応答して、第 2 の位置 (図 9) から第 1 の位置 (図 1 0) まで移動してブラシクリアランス 8 4 を減少させ、ロータ 2 2 の外面 7 2 とシールを形成するよう構成される。例えば、運転中 (例えば、始動後)、漏洩流 1 1 0 の一部としての流体 (例えば、蒸気又は燃焼ガス) が軸方向 1 2 2 に流れ、可動支持部 6 8 の後部 1 0 6 にかかる圧力よりも支持部 6 8 の前部 1 0 4 により大きな圧力が加わる。実際には、定常状態中、圧力 1 2 6 が要素 7 8 及び圧力 1 2 8 によって作用される力よりも大きい場合、漏洩流 1 1 0 は、付勢要素 7 8 とは反対方向 (例えば、軸方向 1 2 2 及び半径方向 1 0 2) に可動支持部 6 8 を付勢するよう構成される。ブラシシールセグメント 4 0 の可変のクリアランス 8 4 に起因して、図示の実施形態は、ブラシシール摩耗を低減し、ブラシシールセグメントにより占有される軸方向スペースを低減する。加えて、図示の実施形態により、効率を高めるためにターボ機械 3 8 内でより多くのブラシシールの使用を可能にする。

【 0 0 2 5 】

図 1 1 及び 1 2 は、図 2 及び図 4 の線 5 - 5 に沿った、ステータ 4 2、独立式ブラシシールセグメント 4 0 及びロータ 2 2 の実施形態の部分側断面図である。一般に、ステータ 4 2、独立式ブラシシールセグメント 4 0 及びロータ 2 2 は、構造的に、以下で説明するように可動性の点である程度の変動を伴って図 5 及び図 6 で説明した通りである。ブラシシールセグメント 4 0 は、可動支持部 6 8 のヘッド 9 6 の後部 1 0 6 に結合される付勢要素 7 8 (例えば、バネ) を含む。特定の実施形態では、付勢要素 7 8 は、波形バネ (すなわち、バネ作用を与えるためにワイヤーに付加された波状部を有するコイル状平ワイヤー) を含むことができる。図示のように、ステータ 4 2 の底部 1 3 8 及び 1 4 0 は、チャンバ 6 6 に面する上面 1 5 6、1 5 8 を含み、上面 1 5 6、1 5 8 は、溝又は凹部を含む。可動支持部 6 8 のヘッド 9 6 は、可動支持部 6 8 のヘッド 9 6 は、図 1 3 に関して以下で説明するように、漏洩流 1 1 0 に応答して溝付き上面 1 5 6、1 5 8 と相互作用するよう構成された突出部を含む。付勢要素 7 8 及びステータ 4 2 の底部 1 3 8、1 4 0 の溝付き上面 1 5 6、1 5 8 の構成に起因して、可動支持部 6 8 は、ロータ 2 2 の回転軸 4 4 に沿って軸方向の移動経路を有する。加えて、可動支持部 6 8 は、図 1 2 及び 1 1 それぞれにおいて図示される第 1 及び第 2 の位置間でほぼ軸方向 1 2 2、1 2 4 及び半径方向 1 0 2、1 0 8 でロータ 2 2 の回転軸 4 4 に対して角度が付けられた移動経路を有する。角度付き移動経路は、約 0 ~ 90 度、1 ~ 89 度、5 ~ 60 度、5 ~ 45 度、5 ~ 30 度又は 10 ~ 20 度の範囲の角度を有する。図示のように、付勢要素 7 8 は、可動支持部 6 8 を付勢して、軸方向の移動経路の後に第 1 の位置 (図 1 2) から第 2 の位置 (図 1 1) への角度付き移動経路に沿って移動するよう構成される。

【 0 0 2 6 】

図 1 1 に示すように、付勢要素 7 8 は、可動支持部 6 8 を軸方向 1 2 4 及び半径方向 1 0 8 に付勢して、ロータ 2 2 とステータ 4 2 (例えば、ハブ 4 6) との間のスペース 8 6 内内のブラシクリアランス 8 4 を変化させるよう構成される。詳細には、過渡状態中、付勢要素 7 8 は、軸方向 1 2 4 及び半径方向 1 0 8 でチャンバ 6 6 内において可動支持部 6 8 を第 1 の位置 (図 1 2) から第 2 の位置 (図 1 1) まで付勢し、ブラシ 4 6 とロータ 2 2 との間のスペース 8 6 内のブラシクリアランス 8 4 を増大させるよう構成される。図 1 2 に示すように、可動指示部 6 8 はまた、漏洩流 1 1 0 に応答して、第 2 の位置 (図 1 1) から第 1 の位置 (図 1 2) まで移動してブラシクリアランス 8 4 を減少させ、ロータ 2 2 の外面 7 2 とシールを形成するよう構成される。例えば、運転中 (例えば、始動後)、漏洩流 1 1 0 の一部としての流体 (例えば、蒸気又は燃焼ガス) が軸方向 1 2 2 に流れ、可動支持部 6 8 の後部 1 0 6 にかかる圧力よりも支持部 6 8 の前部 1 0 4 により大きな圧力が加わる。実際には、定常状態中、圧力 1 2 6 が要素 7 8 及び圧力 1 2 8 によって作用される力よりも大きい場合、漏洩流 1 1 0 は、付勢要素 7 8 とは反対方向 (例えば、軸方

向 1 2 2 及び半径方向 1 0 2) に可動支持部 6 8 を付勢するよう構成される。

【 0 0 2 7 】

図 1 3 は、可動支持部 6 8 のヘッド 9 6 とステータ 4 2 との間の相互作用を示している。図 1 3 は、図 1 1 及び 1 2 の線 1 3 - 1 3 で囲まれた、図 1 1 及び 1 2 のブラシシールセグメント 4 0 の可動支持部 6 8 のヘッド 9 6 とステータ 4 2 との間の界接部の一実施形態の部分側断面図である。図 1 3 の詳細事項は、ステータ 4 2 の底部 1 3 8、1 4 0 と、可動支持部 6 8 のヘッド 9 6 の対応する端部 1 6 8、1 7 0 の両方に当てはまる。ステータ 4 2 の底部 1 3 8、1 4 0 は、上面 1 5 6、1 5 8 を含み、その各々が、端部 1 6 8、1 7 0 の突出部 1 7 4 と相互作用するよう構成された溝 1 7 2 を含む。或いは、特定の実施形態では、端部 1 6 8、1 7 0 は溝 1 7 2 を含み、底部 1 3 8 及び 1 4 0 は突出部 1 4 0 を含む。加えて、他の実施形態では、端部 1 6 8、1 7 0 及び底部 1 3 8、1 4 0 の構成は、角度付き移動範囲を可能にする種々の湾曲及び / 又は角度付き形状を含めるように変えることができる。

【 0 0 2 8 】

図 1 1 及び 1 2 において上述したような漏洩流 1 1 0 (例えば、始動後) に応答して、ヘッド 9 6 の端部 1 6 8、1 7 0 は、最初に、軸方向 1 2 2 で軸方向の移動経路 1 7 6 に沿って移動し、次いで、突出部 1 7 0 が溝 1 7 2 内に配置されるまでほぼ軸方向 1 2 2 及び半径方向 1 0 2 で角度付き移動経路に沿って移動する。過渡状態に応答して、ヘッド 9 6 は、反対方向に移動する。換言すると、ヘッド 9 6 の端部 1 6 8、1 7 0 は、最初に、ほぼ軸方向 1 2 4 及び半径方向 1 0 8 で角度付き移動経路 1 8 0 に沿って移動し、次いで、軸方向 1 2 4 で軸方向移動経路 1 8 2 に沿って移動する。ブラシシールセグメント 4 0 の可変クリアランス 8 4 に起因して、図示の実施形態は、ブラシシール摩耗を低減し、ブラシシールセグメントにより占有される軸方向スペースを低減する。加えて、図示の実施形態は、効率を向上させるためにターボ機械 3 8 内でより多くのブラシシールの使用を可能にする。

【 0 0 2 9 】

記載された実施形態の技術的作用は、ターボ機械 3 8 の過渡運転又は状態 (すなわち、始動、シャットダウン又は他の動的状態) 中にロータ 2 2 とのブラシ接触を回避すると共に、ターボ機械 3 8 の定常状態中にはロータ 2 2 とのシールを形成する、ターボ機械 3 8 における可動 (例えば、格納可能) ブラシシールセグメント 4 0 (タービン 1 8 (例えば、ガス又は蒸気タービン) 又は圧縮機 2 4 など) をシステムに提供することを含む。ブラシシールセグメント 4 0 の可動性又は格納性 (例えば、軸方向及び / 又は半径方向での) は、過渡状態中に生じるブラシシール摩耗を低減することができる。加えて、ブラシシールセグメント 4 0 は、独立又は自立式 (例えば、支持リングがない) のものであり、従って、ブラシシールセグメント 4 0 により占有される軸方向スペースを低減することができる。全体として、ブラシシールセグメント 4 0 の設計は、効率を高めるためにターボ機械 3 8 内でより多くのブラシシールを使用できるようにする。

【 0 0 3 0 】

本明細書では、本発明を最良の形態を含めて開示するとともに、装置又はシステムの製造・使用及び方法の実施を始め、本発明を当業者が実施できるようにするため、例を用いて説明してきた。本発明の特許性を有する範囲は、特許請求の範囲によって規定され、当業者に自明な他の例も包含する。かかる他の例は、特許請求の範囲の文言上の差のない構成要素を有しているか、或いは特許請求の範囲の文言と実質的な差のない均等な構成要素を有していれば、特許請求の範囲に記載された技術的範囲に属する。

【 符号の説明 】

【 0 0 3 1 】

- 1 0 タービンシステム
- 1 2 燃料ノズル
- 1 4 供給燃料
- 1 6 燃焼器

10

20

30

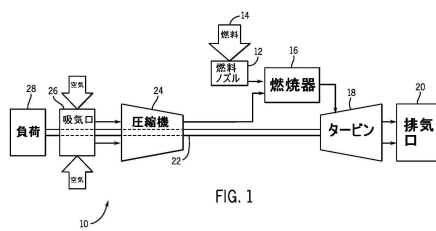
40

50

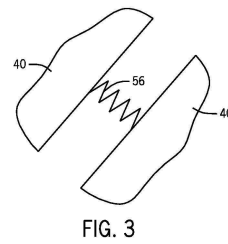
1 8	タービン	
2 0	排出出口	
2 2	ロータ	
2 4	圧縮機	
2 6	吸気口	
2 8	負荷	
3 8	ターボ機械	
4 0	ブラシシールセグメント	
4 2	ステータ	
4 4	回転軸	10
4 6	ブラシ	
5 6	中間付勢要素	
6 6	チャンバ	
6 8	可動支持部	
7 0	ブリストル	
7 2	外面	
7 4	長さ	
7 6	ポケット	
7 8	付勢要素	
8 4	ブラシクリアランス	20
8 6	スペース	
9 6	ヘッド	
9 8	延長部	
1 0 0	開口	
1 0 2	半径方向	
1 0 4	前部	
1 0 6	後部	
1 0 8	半径方向	
1 0 9	作動流体	
1 1 0	漏洩流	30
1 2 0	溝	
1 2 2	軸方向	
1 2 4	軸方向	
1 2 6	圧力	
1 2 8	圧力	
1 3 8	底部	
1 4 0	底部	
1 4 2	角度	
1 4 4	角度	
1 4 5	角度付き移動経路	40
1 4 6	角度	
1 5 6	上面	
1 5 8	上面	
1 6 8	端部	
1 7 0	端部	
1 7 2	溝	
1 7 4	突出部	
1 7 6	軸方向移動経路	
1 7 8	角度付き移動経路	
1 8 0	角度付き移動経路	50

1 8 2 軸方向移動経路

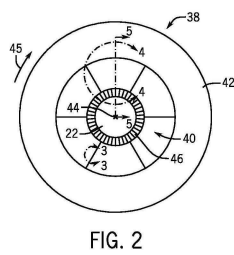
【図 1】



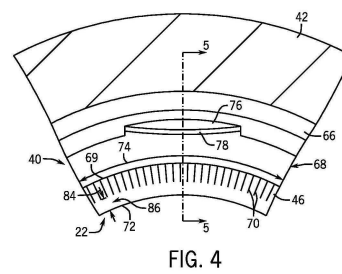
【図 3】



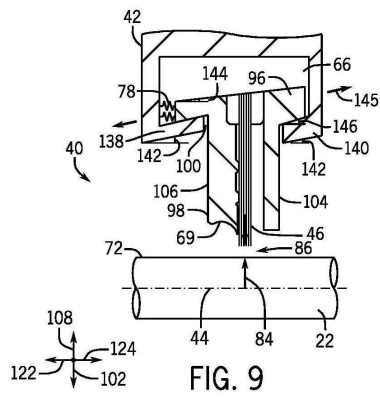
【図 2】



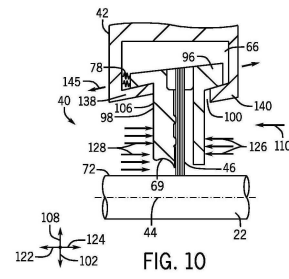
【図 4】



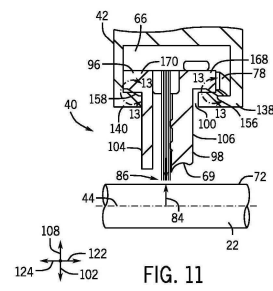
【図 9】



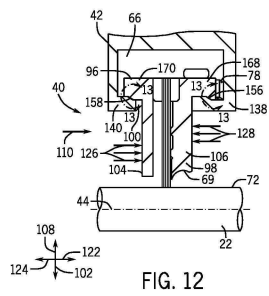
【図 10】



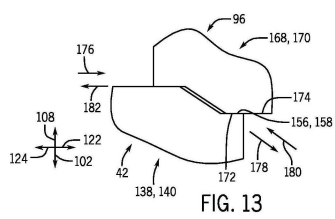
【図 11】



【図 12】



【図 13】



フロントページの続き

- (72)発明者 サルフィッカー・アリ
インド、カルナタカ、バンガロール、ホワイトフィールド・ロード、フェイズ・2、イーピーアイ
ピー、ナンバー122、ジョン・エフ・ウェルチ・テクノロジー・センター
- (72)発明者 サラヴァナ・バーヴァ・ティ
インド、カルナタカ、バンガロール、ホワイトフィールド・ロード、フェイズ・2、イーピーアイ
ピー、ナンバー122、ジョン・エフ・ウェルチ・テクノロジー・センター
- (72)発明者 センシュ・クマール・マハンカリ
インド、カルナタカ、バンガロール、ホワイトフィールド・ロード、フェイズ・2、イーピーアイ
ピー、ナンバー122、ジョン・エフ・ウェルチ・テクノロジー・センター
- (72)発明者 シャオチン・ツェン
アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネクタディ、ビルディング・59ダブリュ、リバー・ロー
ド、1番

審査官 橋本 敏行

- (56)参考文献 特開2006-132691(JP,A)
特開2007-162482(JP,A)
米国特許出願公開第2009/0081028(US,A1)
特開2002-375103(JP,A)
特開2002-070505(JP,A)
特開2000-154877(JP,A)
特開平05-195707(JP,A)
特表2003-521621(JP,A)
特開昭58-020905(JP,A)
特開平07-011908(JP,A)
米国特許第05810365(US,A)
米国特許第07717671(US,B2)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F01D1/00-11/24
F02C1/00-9/58
F04D1/00-13/16
17/00-19/02
21/00-25/16
29/00-35/00
F16J15/16-15/30
15/46-15/52
F23R3/00-7/00