

(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2005-291205

(P2005-291205A)

(43) 公開日 平成17年10月20日(2005.10.20)

(51) Int.Cl.⁷

FO1D 11/08

F1

FO1D 11/08

テーマコード(参考)

FO1D 5/28

FO1D 5/28

3GO02

FO2C 7/28

FO2C 7/28

A

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2005-94395 (P2005-94395)
 (22) 出願日 平成17年3月29日 (2005.3.29)
 (31) 優先権主張番号 10/813,102
 (32) 優先日 平成16年3月30日 (2004.3.30)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(71) 出願人 390041542
 ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ
 GENERAL ELECTRIC CO
 MPANY
 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
 100093908
 弁理士 松本 研一
 (74) 代理人 100105588
 弁理士 小倉 博
 (74) 代理人 100106541
 弁理士 伊藤 信和
 (74) 代理人 100129779
 弁理士 黒川 俊久

最終頁に続く

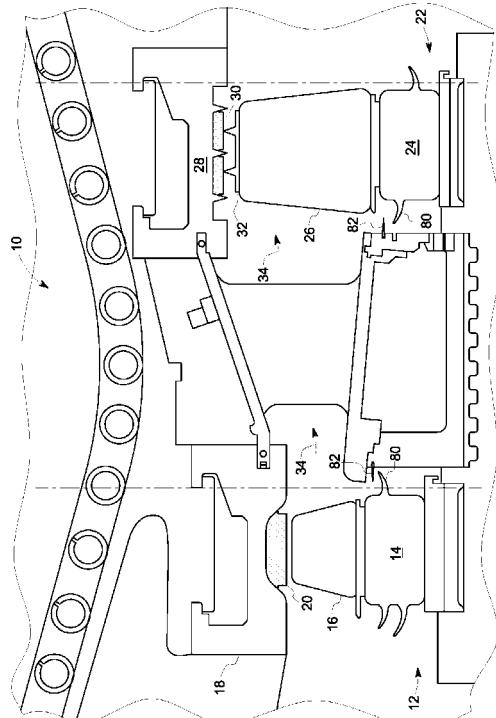
(54) 【発明の名称】 ターボ機械のためのシール装置及び方法

(57) 【要約】

【課題】 蒸気又はガスタービン(10)内の回転ブレード(16, 26)と該回転ブレード(16, 26)を囲む固定シュラウド(18, 28)との間で使用するコンプライアント・シール(20, 30)を開示する。

【解決手段】 本シール(20, 30)は、回転ブレード(16, 26)の先端の摺擦による摩耗に対して実質的に耐性がある先端表面(36)と、バイアス要素を含む弾性バイアス部材(38)とを含む。従って、耐摩耗性表面(36)は、回転ブレード(16, 26)と固定シュラウド(18, 28)との間のガス流路をシールするために回転ブレード(16, 26)の先端に対してバイアスされる。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

固定ハウジング(18、28)と軸線(40、46)の周りで回転するように取付けられた複数のブレード(16、26)とを含むターボ機械(10)用のシール組立体(20、30)であって、

前記複数のブレード(16、26)の先端に物理的に近接した位置で該シール組立体(20、30)の先端として配置された実質的耐摩耗性表面(36)と、

前記実質的耐摩耗性表面(36)と前記固定ハウジング(18、28)との中間に配置(38)されたバイアス部材(38)と、を含み、

前記耐摩耗性表面(36)が、前記複数のブレード(16、26)の先端に向かってバイアスされている、
シール組立体(20、30)。

【請求項 2】

前記実質的耐摩耗性表面(36)が硬質セラミック材料を含む、請求項1記載のシール組立体(20、30)。

【請求項 3】

前記実質的耐摩耗性表面(36)が硬質金属材料を含む、請求項1記載のシール組立体(20、30)。

【請求項 4】

前記実質的耐摩耗性表面(36)が硬質サーメット材料を含む、請求項1記載のシール組立体(20、30)。

【請求項 5】

前記バイアス部材(38)が複数のばねプランジャ(50)を含み、各ばねプランジャ(50)が、

エンクロージャ(52)と、

前記エンクロージャ(52)内部に配置されたバイアス要素と、

前記実質的耐摩耗性表面(36)上に配置された突出ボタン(56)と、をさらに含む、
請求項1記載のシール組立体(20、30)。

【請求項 6】

前記バイアス要素が複数のばね座金(53、54)を含む、請求項5記載のシール組立体(20、30)。

【請求項 7】

前記ばねプランジャ(50)を支持する裏当て(58)と、

ボックス形状を有しつつその底部で開口している、前記裏当て(58)上に配置されたスカート(62)と、

前記スカート(62)と前記裏当て(58)との界接面に配置された補助シール要素(60)と、

をさらに含む、請求項5記載のシール組立体(20、30)。

【請求項 8】

前記バイアス部材(38)が、前記固定ハウジング(18、28)と前記実質的耐摩耗性表面(36)との中間に配置された波形ばね(70)の少なくとも1つの波形を備えたバイアス要素を含む、請求項1記載のシール組立体(20、30)。

【請求項 9】

前記実質的耐摩耗性表面(36)と前記固定ハウジング(18、28)との中間に配置されたエンクロージャをさらに含み、前記エンクロージャが、上部半体(66、76)及び下部半体(68、78)をさらに含み、前記波形ばね(70)が、前記エンクロージャの上部半体(66、76)と下部半体(68、78)との中間に配置されている、請求項8記載のシール組立体(20、30)。

【請求項 10】

10

30

40

50

前記エンクロージャの上部半体(66、76)が、その端縁において該エンクロージャの下部半体(68、78)内に摺動挿入されている、請求項9記載のシール組立体(20、30)。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、総括的にはターボ機械において使用するシールの分野に関し、具体的には、タービン内のロータブレードのような回転構成部品とタービン内のシュラウドのような固定構成部品との界接面において使用するコンプライアント・シールに関する。

【背景技術】

【0002】

回転及び固定構成部品間にシール構成を必要とする用途は多数ある。このようなシールは、該シールが機能する環境、それに対して該シールがシールを形成する流体及び該シールが作動すると予想される温度範囲のような要因に応じて構成が異なる可能性がある。タービン及び類似の用途においては、シールは、一般的に、例えばタービンブレードのような様々な段の回転構成部品とその内部で回転構成部品が回転するハウジング又はシュラウドのような対応する固定構成部品との間に設けられる。

【0003】

ガス及び蒸気タービンの効率及び性能は、ノズル先端とロータとの間だけでなくロータブレード先端と固定シュラウドとの間の間隙によっても影響を受ける。ガス及び蒸気タービンの設計においては、ロータブレードの先端と周囲の固定シュラウドとの間に精密な公差を有することが望ましい。タービン段においては、ロータブレードの先端と固定シュラウドとの間の間隙を通過する作動流体のいかなる部分もロータブレードには全く作用せず、タービン段の仕事効率の低下を招くことになる。同様に、圧縮機段におけるこのような漏洩は、結果として圧縮効率の低下につながる。一般的に、シュラウド又は固定構成部品がロータブレードの先端を囲むのを緊密にすればするだけ、ターボ機械の効率は高まる。

【0004】

しかしながら、ロータブレード先端とシュラウドとの間の間隙寸法は、タービンエンジンの様々な運転モードの間に変化する。このことの主な理由は、エンジン内部におけるロータのブレード先端とそれらを囲むシュラウドとの間の異なる熱膨張である。その場合に、作動流体の高い温度により、シュラウドとロータブレードとの間に、シュラウドがロータブレードよりも低い温度になるような熱的不一致が生じる。シュラウドとブレードとの間の熱等価が回復するまでの時間間隔は、過渡期間と呼ぶことができる。シュラウドとブレードとの間の間隙は、構成部品がその定常状態及び寸法に達するまでのこの過渡期間中に減少し、界接面の摺擦を引き起こし、それによってブレード材料を急速に摩耗されることになる。

【0005】

機械的及び空気力学的力もまた、固定シュラウドとロータブレード先端との界接面における間隙に影響を与える可能性がある。一部のタービン構成における間隙の変化は、臨界速度を越えるタービンにより生じる場合もある。このような間隙変化に適応するために、コンプライアント(compliant)・シールが必要とされることになる。このコンプライアント・シールもまた、ロータブレードとシュラウドとの間の干渉を招く可能性がある。航空機エンジンのような一部の用途では、運転(離陸及び着陸のような)の間の機械的な力により、同様な間隙変化が生じる可能性がある。

【0006】

上述の問題を解決するための従来の方法は、固定シュラウド表面上に、それらに対して摺擦するロータブレードに比較してその材料が摩耗可能すなわちアブレイダブル(a b r a d a b l e)であるように設計したシールを使用することを含む。このようなシステムでは、過渡期間中に、ブレード先端は、シュラウドに対して接触又は摺擦して、シュラウド材料をすり減らすか又は取り去る。これは、回転要素に対する損傷を回避し、過渡期間

10

20

30

40

50

中の摺擦を防止するために大きな冷間組立間隙を設けなければならない非アブレイダブル・システムと比較して小さな間隙、従ってより良好なシール作用をもたらす。しかしながら、このアブレイダブル・システムは、シール材料の寿命が短いという欠点を免れない。さらに、従前のアブレイダブル・シールでは、焼結金属、金属ハニカム及び多孔性セラミックスのようなシュラウド用の様々な材料が提案されてきたにも拘わらず、望ましい可撓性が得られなかつた。過渡的負熱荷又は衝撃負荷のような過渡状態による摩耗の後には、摺擦又は接触によって生じたギャップ又は摩耗は、剥取り、摩滅及び剥離のために干渉深さよりも大きくなる。

【0007】

さらに、異なる解決方法が当技術分野では公知であり、固定シュラウドの内面にブラシシールを使用することを含む。ブラシシールの1つの実施は、固定シュラウドの内周面上に支持した複数のブリストル・パックを、ブリストル・パックの内径におけるブリストル分布が実質的に連続するように使用することを含む。ブリストル・パックの内径は、シュラウド・ロータブレード間隙が減少すると、ブリストルが曲がることにより半径方向外向きに圧縮される適度なコンプライアント表面として機能することができる。しかしながら、ブラシシールは、一般的に温度が650～700を超えないような蒸気タービン及び圧縮機段では十分に作用するが、温度が800を超える可能性があるような第1又は第2段ガスタービンエンジンには必ずしも好適であるとはいえない。その上に、このようなシールは、その纖維質構造のために元来多孔性を有するので、作動流体の漏洩の原因となる。ブラシシールはまた、ブリストルとブレード先端との間の連続的な摺擦により摩耗を受けやすいことが知られている。さらに、一部のシュラウドの断続した性質により、このようなブラシシールのブリストルには該ブリストルがシュラウドのすき間に接触するという問題が生じる可能性がある。

10

20

30

40

【特許文献1】米国特許6,536,773号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

従って、タービン又は圧縮機のブレード先端のような回転構成部品とシュラウドのような固定構成部品との界面において使用するシール装置には、回転部品に生じる損傷及びシュラウド先端材料の摩耗を最小にするように、ブレード先端とシュラウドとの間の半径方向間隙における相対変化に実質的に適合することになるような該シール装置に対する必要性が存在する。さらに、エンジン効率を向上させるために、作動流体の漏洩を効果的に減少させながら異なる蒸気又はガスタービンエンジン段における高温に耐えることができるシール装置に対する必要性が存在する。

【課題を解決するための手段】

【0009】

本発明は、このような必要性に応えるように設計した新規なシール方法を提供する。1つの例示的な実施形態では、ターボ機械用のシール組立体は、シール組立体の先端として配置された実質的耐摩耗性表面とバイアス部材とを含む。ターボ機械は、固定ハウジングと軸線の周りで回転するように取付けられた複数のブレードとを含む。実質的耐摩耗性先端表面は、ブレードの先端に物理的に近接した位置に配置され、またバイアス部材は、実質的耐摩耗性表面と固定ハウジングとの間に配置される。従って、シール組立体は、複数のブレードの先端に対してバイアスされる。

【0010】

本方法の別の態様は、タービンの固定及び回転構成部品間のガス流路をコンプライアントにシールする方法を目的とする。実質的耐摩耗性表面が、回転構成部品の先端に対して係合する。バイアス部材が、実質的耐摩耗性表面と固定構成部品との間に配置される。固定及び回転構成部品間のガス流路は、耐摩耗性表面をバイアスさせて該耐摩耗性表面を回転構成部品に対して付勢することによってシールされる。

【0011】

50

本発明のこれらの及び他の特徴、態様及び利点は、図面全体を通して同じ符号が同じ部品を表している添付の図面を参照して以下の詳細な説明を読むことにより、一層良く理解されることになるであろう。

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

ここで図1を参照すると、その全体を参照符号10で示した例示的なタービンエンジンエンジンの部分が示されている。タービン10は、燃焼器の列（この図には図示せず）によって発生された高温ガスを受け、その高温ガスは後述するように環状の高温ガス流路34に沿って送給される。タービン段12、22は、環状の高温ガス流路34に沿って配置される。各こののような段は、複数の円周方向に間隔を置いて配置されたロータブレードすなわちバケットと固定シュラウド組立体とを備えたロータ組立体を含む。各段はまた、回転ブレードの先端と固定シュラウドとの間の高温ガスの通路をシールするためのシール組立体を含む。例えば、図示するように、段12は、複数の円周方向に間隔を置いて配置されたブレード16と、固定シュラウド組立体18と、回転ブレード16と固定シュラウド18との界面において係合するシール組立体20とを備えたロータ組立体14を含む。同様に、段22は、複数の円周方向に間隔を置いて配置されたブレード26と、固定シュラウド組立体28と、回転ブレード26と固定シュラウド28との界面において係合するシール組立体30とを備えたロータ組立体24を含む。

【0013】

一般的に、より高次のタービン段においては、各回転ブレードすなわちバケットは、その先端に部分シュラウドを有する場合があり、隣接して配置したシュラウド付きブレードは、連続した回転リングを形成するようになる。各バケットシュラウドは、図示するように1つ又はそれ以上のレール又はナイフ状隆起部を有することができる。この設計は、隣接するブレードの先端間で高温ガスが高温で漏洩するのを防止するより良好なシールを形成する。このようなタービン段は、これ以降はシュラウド式の段と呼ぶ。図1に示す実施においては、ロータ組立体24は、シュラウド式の段であり、各ブレード26は、その先端に部分シュラウド32を含む。これと対照的に、段12は、ロータ組立体14上に取付けられた剥き出しのブレード16を含む非シュラウド式の段として図示している。後で分かることであろうが、提案したシール組立体及び本シール方法は、非シュラウド式だけでなくシュラウド式のタービン段にも使用することができる。

【0014】

図2は、図1に示す非シュラウド式のタービン段12に使用した本方法による例示的なシール機構の実施形態を示す。図2は、円周方向が紙面の平面に対して垂直である、段12の部分断面図を表す。ロータブレード16は、燃焼器（この図には図示せず）からの高温ガス流を受けたとき軸線40の周りで回転する。シュラウド組立体18は、ブレード16を囲み、かつ軸線40とほぼ同軸である。ブレード16とシュラウド18との界面において係合したシール組立体20には、後で説明するコンプライアント・シール機構が組み入れられる。

【0015】

コンプライアント・シール組立体20は、大まかに言って硬質被覆シール表面36とバイアス部材38とを含む。硬質被覆シール先端表面36は、ブレード16の先端に接近した位置に配置される。ブレード先端と硬質皮膜との間の間隙は、エンジン間隙過渡プロフィールに基づいて設定される。表面36は、一般的に少なくとも熱的過渡期間中（つまり、回転及び固定構成部品間の異なる熱膨張の期間中）にブレード16の先端が該表面36に摺擦することによって生じる摩耗に対して実質的に耐性がある酸化アルミニウム（Al₂O₃）或いは硬質金属又はサーメット皮膜（トリバロイ（triballoy）・コバルト系のWC・CoCr、炭化Cr・NiCr）のような硬質セラミック材料で作られる。

【0016】

バイアス部材38は、シール表面36とシュラウド組立体18の内周面との間に配置さ

10

20

30

40

50

れる。バイアス部材 3 8 は、本質的に必要な度合の弾性を示すバイアス要素を含む。効果的なシールを得るために、耐摩耗性表面 3 6 は、バイアス要素に予荷重を与えることによってブレード 1 6 に向かってバイアスされて、少なくともタービンの特定の運転フェーズ時に該シール表面 3 6 をブレード 1 6 の先端に対して付勢する。熱的過渡段階の間のような、ブレード 1 6 の先端と硬質被覆表面 3 6 との間で起こりがちなあらゆる接触又は摺擦時に、バイアス部材 3 8 は、ブレード 1 6 の先端が硬質被覆表面 3 6 に接触することによって生じる荷重に応じて圧縮される傾向がある。その結果、シュラウド表面 3 6 の材料摩耗が減少する。ブレード先端とシュラウドとの間の正常な間隙は、熱的安定段階に達すると回復される。提案した機構は、最大 95 %までのコンプライアンス性を達成するのに役立つことができると推定される。このことは、固定及び回転構成部品間の 100 ミリメートル (mm) の半径方向の干渉の場合に、侵入の 95 mm が、コンプライアント部材 3 8 の圧縮によって吸収され、また 5 mm が、ブレード材料のほぼ無視し得る摩耗である硬質被覆表面 3 6 の摩耗によって吸収されることを意味する。

【 0 0 1 7 】

本明細書で用いる場合、「バイアス」又は「バイアスさせる」という用語は、それぞれ「付勢」又は「付勢する」或いは「エネルギー付与」又は「エネルギー付与する」ことを意味しようとするものであることに留意されたい。後述するように、本説明におけるバイアス部材又は要素の役割は、ある程度の荷重又は力をシール表面に与えることである。しかし、この力は、剛性のシール表面により生じることになる力よりも著しく小さいので、摺擦接触が生じた時に回転ブレードに作用する荷重力は低下する。このバイアス又はエネルギー付与作用は、組立体がさらにコンプライアントになり、シール表面の位置で良好なシールを形成しながら摩耗を減少させることを可能にする。

【 0 0 1 8 】

図 3 は、全体を参照符号 2 2 で示す、シュラウド式のタービン段におけるコンプライアント・シール組立体 3 0 の例示的な実施を示す。この図は、円周方向が紙面の平面に対して垂直である部分断面図を表す。先に述べたように、各ブレード 2 6 は、その先端に部分シュラウド構造体 3 2 を有する。隣接して配置したブレードのシュラウド付き先端 3 2 は、内側又は回転シュラウドとも呼ばれる実質的に連続した回転内側リングを形成する。固定シュラウド 2 8 は、ロータ軸線 4 6 とほぼ同軸であり、外側又は固定シュラウドと呼ばれる連続した外側リングを形成する。

【 0 0 1 9 】

ブレード 2 6 の先端における部分シュラウド 3 2 は、その数が一般的には 2 つであるレール又はナイフエッジ 4 4 から成る。内側シュラウド上のナイフエッジ 4 4 は、半径方向外向きに向いた実質的に連続した円周方向レールを形成する。外側シュラウドの内周面は、半径方向内向きに向いた複数の連続したナイフエッジ 4 2 を有する。内側シュラウド上のナイフエッジは、外側シュラウド上のナイフエッジと噛合って、図に示すようなラビリンス構造を形成する。図 3 に示す実施形態によると、コンプライアント・シール 3 0 は、外側シュラウド上の 2 つの連続ナイフエッジ間に配置される。非シュラウド式の段の場合のシール組立体と同様に、シュラウド式のタービン段の場合の各コンプライアント・シール組立体 3 0 は、内側シュラウド上のナイフエッジ 4 4 に近接して配置された硬質被覆表面 3 6 と、硬質被覆表面 3 6 と外側シュラウド 2 8 との間に配置された部分弹性バイアス部材 3 8 とを含む。内側シュラウド 3 2 と外側シュラウド 2 8 との間の高温ガス通路のシール作用は、バイアス部材 3 8 に予荷重を与えて硬質被覆表面 3 6 を内側シュラウド 3 2 上のナイフエッジ 4 4 に対して付勢することによって行われる。

【 0 0 2 0 】

図 4 は、バイアス部材としてねプランジャを用いた、本方法の態様によるコンプライアント・シール組立体 4 8 の 1 つの実施形態の斜視図を示す。図 4 は、シール組立体の 1 つのセグメントを示す。一般的に、シール組立体は、互いに隣接して組み立てられてリングを形成する多数のこののようなセグメントを含む。バイアス部材は、裏当て 5 8 上に配置された 1 つ又はそれ以上のねプランジャ 5 0 を含む。このようなバイアス要素は、シ

10

20

30

40

50

ラウドの周面の周りで互いに一直線になった又はオフセットした状態にすることができるに留意されたい。さらに、バイアス要素は、異なる剛性又は機械特性を有することができる。ばねプランジャ 50 は、ばねボタンの形態で裏当て 58 の上方に突出する。実際には、図 4 に示す組立体は、それに対して該組立体が適合する外側シュラウドの外形とそれに向かってシール組立体が付勢されるブレード又は内側シュラウドの外形とに沿った弓形形状を有することができる。

【0021】

次に図 5 を参照すると、図 4 に示す矢印 1 で表した平面に沿って切断した断面で、図 4 に示すばねプランジャを示す部分断面斜視図が示されている。ばねプランジャ 50 は、図に符号 53、54 として表した、積重ね構成の複数のばね座金を備えたバイアス要素を含む。ばね座金 53、54 は、一般的にそれに限定されないが、中でも合金鋼又はニッケル基合金を含む耐熱性及び耐クリープ性金属合金を含む。一般的に、タービン段における運転温度がより高い場合には、ばね座金としては、より高位の貴金属が一層好適であるといえる。ばね座金 53、54 は、図 4 に示す裏当て 58 上に又はその内部に受けられたエンクロージャ 52 内に配置される。ばねプランジャはさらに、エンクロージャ 52 から外に突出したボタン 56 を含む。

【0022】

図 6 は、ばねプランジャ 50 を通る切断断面を示す、シール組立体 48 の部分断面斜視図を示す。図 7 は、図 6 に示す矢印 2 で表した平面に沿って切断した、ばねプランジャ 50 を通る断面の断面図である。ここで図 6 及び図 7 を参照すると、ボックス形状のスカート 62 が、突出ボタン 56 の上部に配置されている。底部で開口したスカート 62 は、ばねプランジャ 50 によってばね荷重が加えられており、半径方向に可撓性である。裏当て 58 とスカート 62 との間の間隙は、ばね座金の数及び構成とエンクロージャ 52 の高さとに応じて決まる。スカート 62 と裏当て 58 との間を高温ガスが通過する可能性を防止するために、スカート 52 と裏当て 58 との界面にセラミック・ロープシールのような補助シール要素 60 を係合させることができる。硬質被覆先端表面 36 は、スカート 62 の外面上に配置され、またブレードの先端又はレールのような回転構成部品に近接して配置される。

【0023】

本方法によりコンプライアントにシールするための機構の別の実施形態は、バイアス要素として波形ばねを含むバイアス部材を使用する。図 8 は、波形ばね装置を使用したコンプライアント・シール組立体の例示的な実施形態を示す分解斜視図である。コンプライアント・シール組立体は、タービンエンジンの大きさに応じて、完全リング又は複数のセグメントを含むことができる。

【0024】

ここで図 8 を参照すると、全体を参照符号 64 で表したコンプライアント・シール組立体のセグメントは、バイアス要素としての波形ばね 70 と硬質被覆先端表面 36 とを含む。セグメント当たりの波の数、波の幅及び波の高さは、主として必要な半径方向コンプライアンスと波形ばねの材料の弾性とに応じて決まる。波形ばね材料は、それに限定されないが、中でも、合金鋼又はニッケル基合金を含む耐高温性及び耐クリープ性合金を含む。波形ばね 70 は、ボックスのようなエンクロージャ内部に配置される。エンクロージャは、上部半体 66 と下部半体 68 とを含み、波形ばね 70 は、この 2 つの半体間に配置される。1 つの特定の製造方式では、波形ばね 70 は、エンクロージャの上部半体 66 にスポット溶接される。好ましくは上述のようなセラミック材料を含む先端表面 36 は、エンクロージャの上部半体 66 の外面上に配置される。先端表面 36 は、過渡段階の間に、波形ばね 70 が半径方向に圧縮された状態でブレードの先端又はレールに対して摺擦して、先端表面 36 の摩耗を最小にする。図示した実施形態では、エンクロージャの上部半体 66 の端縁は、下部半体 68 の端縁内に摺動挿入されるか又は下部半体 68 の端縁と相互にかみ合わされる。エンクロージャの上部半体 66 と下部半体 68 との間の高温ガスの通過は、補助シール部材 72 によってシールされる。補助シール部材 72 は、端縁においてエン

10

20

30

40

50

クロージャの上部半体と下部半体との界接面に配置されたセラミック・ロープシールを含むことができる。

【0025】

図9は、バイアス要素として波形ばねを有するコンプライアント・シール組立体用の別の構成の分解斜視図を示す。この構成では、エンクロージャの上部半体76は、その2つの端縁において、図9に示すようなベローズ状の構造又はアコーディオン形状の構成を含む。このアコーディオン形状の構成は、波形ばね70と共同してボックスの上部半体76と下部半体78との間での高温ガスの通過を防止する望ましい可撓性シール作用を行う。ベローズ状の構造は、タービンシュラウドの固有半径又は曲率を可能にするスリットを有することができる。効果的なシール作用のためには、アコーディオン形状の構成を含むボックスの半径方向コンプライアンスは、一般的に波形ばねの半径方向コンプライアンスよりも低い。

【0026】

提案した方法の上述の実施形態は、タービン又は類似の機械における回転及び固定構成部品間のガス流路の効果的なシール作用を行うと同時に、回転構成部品及びシールのアブレイダブル材料の摩耗を著しく減少させる。しかしながら、上述の実施形態は、タービン段に対する使用に限定されるものではない。提案したシール組立体及びその中に組み入れた方法はまた、圧縮機段又は段間のノズルの内径においてさえ使用することができる。その上、この構成は、ブラシシール構成、特に内側回転要素又は要素の組（例えば、タービンブレード）が上述のように部分シュラウド付きである場合のブラシシール構成に優る明確な利点をもたらす。

【0027】

上述の方法は、タービン及び他の機械内の他の環境又は位置にも同様に用いることができるに留意されたい。例えば、上述の構成は、上述のようにタービンブレードすなわちバケットシールにだけでなくシャフトシールにも用いることができる。同様に、本明細書に述べたシール構成のコンプライアント構造は、図1に符号80で示したエンジェルウイングのようなタービンの段間において使用することができる。コンプライアント・シールは、図1に参照符号82で示した位置に配置することができる。

【0028】

本明細書では本発明の一部の特徴のみを例示しあつて説明してきたが、当業者は多くの改良及び変更に想到するであろう。特許請求の範囲に記載した参照符号は、本発明の技術的範囲を狭めるのではなくてそれらを容易に理解するためのものである。

【図面の簡単な説明】

【0029】

【図1】本方法の態様によるコンプライアント・シール組立体を使用した様々なタービン段を示すタービンエンジンの一部分の断面図。

【図2】本方法の態様による非シュラウド式のタービン段内に実施したコンプライアント・シール組立体を概略的に示す断面図。

【図3】本方法の態様によるシュラウド式のタービン段内に実施したコンプライアント・シール組立体を概略的に示す断面図。

【図4】シール組立体を回転構成部品に向かってバイアスさせるためのばねプランジャを使用する、先の図に示した形式のコンプライアント・シール組立体の一部分の斜視図。

【図5】図4に示すばねプランジャの断面斜視図。

【図6】図4に示すシール組立体の部分断面斜視図。

【図7】図6に示す組立体の詳細構造を示す断面図。

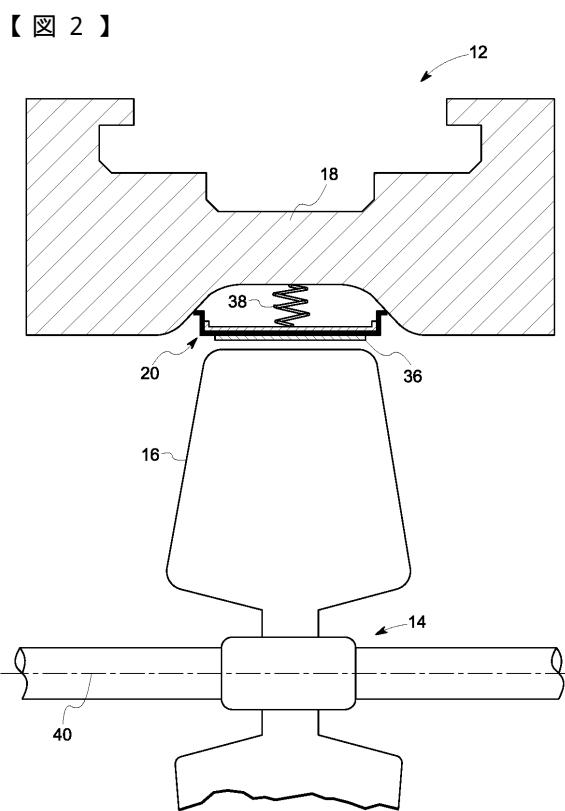
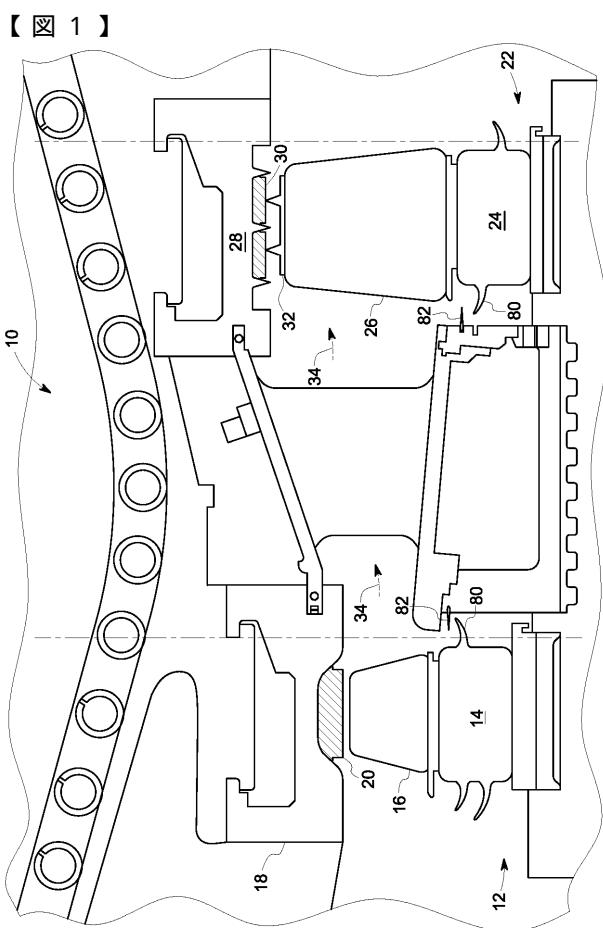
【図8】波形ばねがバイアス要素として働くシール組立体の実施形態の分解斜視図。

【図9】シール組立体の波形ばね装置の別の例示的な実施形態の分解斜視図。

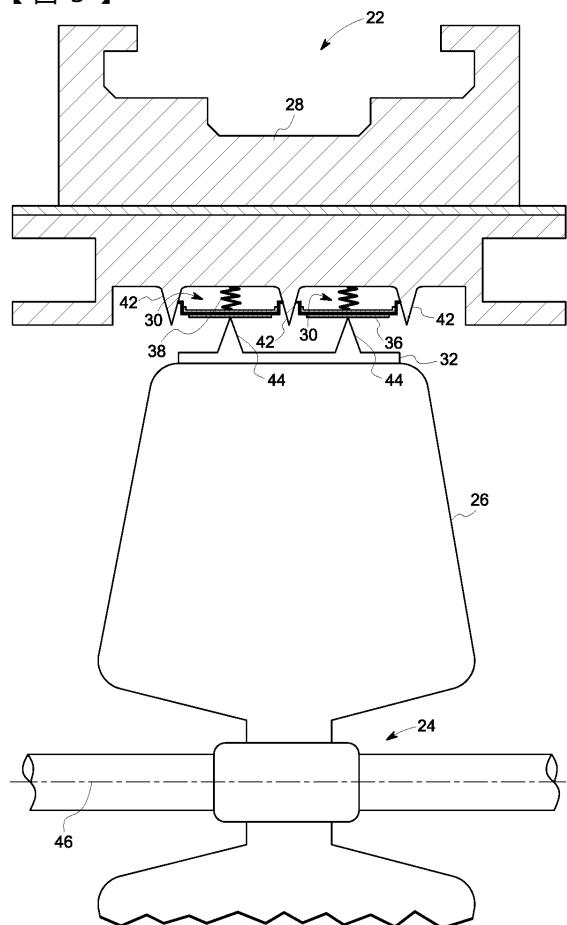
【符号の説明】

【0030】

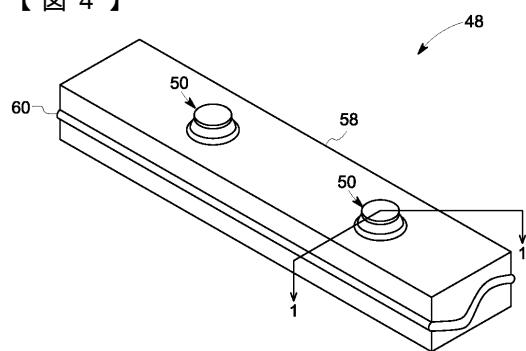
- 1 2、2 2 タービン段
 1 4、2 4 ロータ組立体
 1 6、2 6 回転ブレード
 1 8、2 8 固定シュラウド組立体
 2 0、3 0 シール組立体
 3 2 部分シュラウド構造体
 3 4 高温ガス流路
 8 0 エンジェルウィング



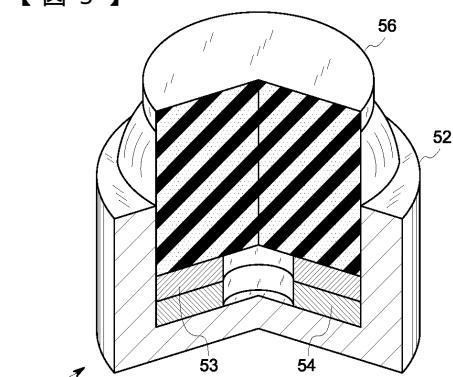
【図3】



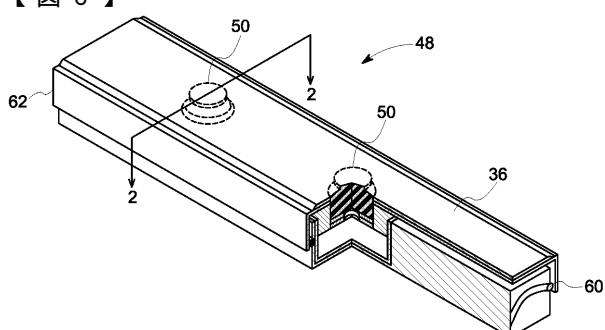
【図4】



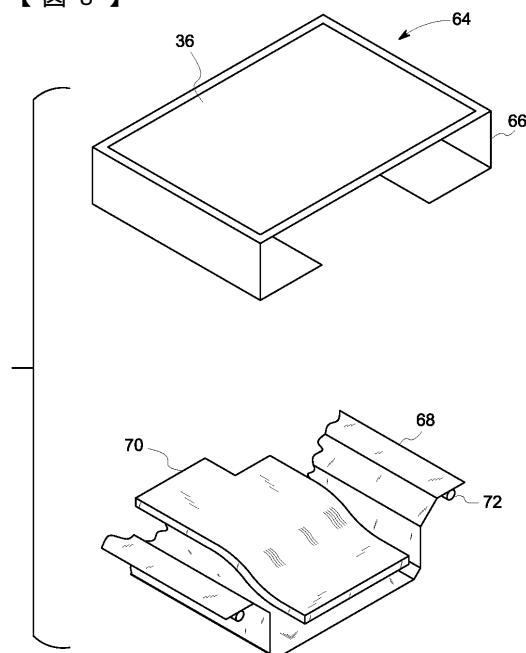
【図5】



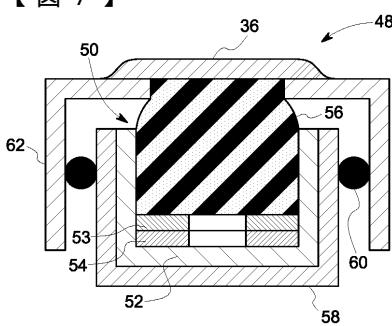
【図6】



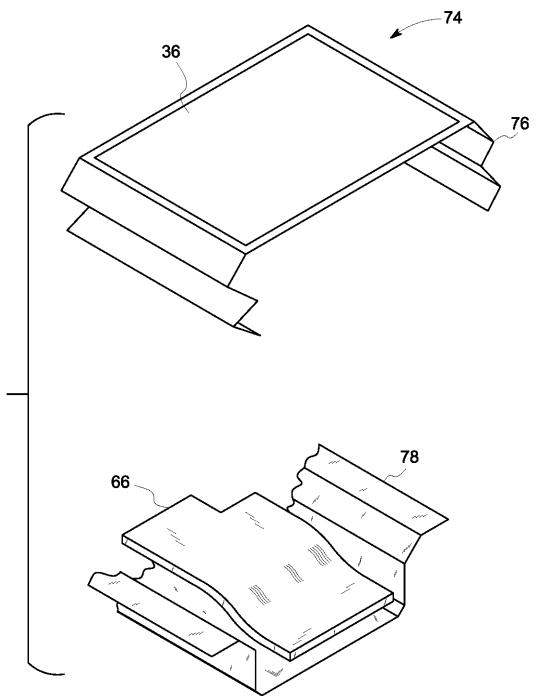
【図8】



【図7】



【図9】



フロントページの続き

(72)発明者 ファーシャッド・ガスリプーア

アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スコッティア、パインウッド・ドライブ、5番

(72)発明者 ムーチューザ・ロッカンドワラ

アメリカ合衆国、ニューヨーク州、クリフトン・パーク、ベルベデール・プレイス、3番

(72)発明者 レイモンド・エドワード・チュップ

アメリカ合衆国、ニューヨーク州、グレンビル、エイコーン・ドライブ、119番

(72)発明者 ニッティン・ベイト

アメリカ合衆国、ニューヨーク州、レックスフォード、アスター・ドライブ、45番

F ターム(参考) 3G002 EA04 EA05 EA08 HA04 HA12 HA13