

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4815080号  
(P4815080)

(45) 発行日 平成23年11月16日(2011.11.16)

(24) 登録日 平成23年9月2日(2011.9.2)

(51) Int.Cl.		F I
<b>F O 1 D</b> 5/02	<b>(2006.01)</b>	F O 1 D 5/02
<b>F 1 6 C</b> 19/06	<b>(2006.01)</b>	F 1 6 C 19/06
<b>F 1 6 C</b> 19/36	<b>(2006.01)</b>	F 1 6 C 19/36
<b>F 1 6 C</b> 33/60	<b>(2006.01)</b>	F 1 6 C 33/60

請求項の数 8 外国語出願 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2001-287933 (P2001-287933)	(73) 特許権者	390041542
(22) 出願日	平成13年9月21日 (2001.9.21)		ゼネラル・エレクトリック・カンパニー
(65) 公開番号	特開2002-206401 (P2002-206401A)		アメリカ合衆国、ニューヨーク州、スケネクタデー、リバーロード、1番
(43) 公開日	平成14年7月26日 (2002.7.26)	(74) 代理人	100137545
審査請求日	平成20年9月18日 (2008.9.18)		弁理士 荒川 聡志
(31) 優先権主張番号	09/668908	(72) 発明者	バリー・リン・オールモン
(32) 優先日	平成12年9月22日 (2000.9.22)		アメリカ合衆国、オハイオ州、メインビル、ストロベリー・ヒル・レーン、7791番
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(72) 発明者	クリストファー・チャールズ・グリーン
			アメリカ合衆国、オハイオ州、ハミルトン、ニュー・ロンドン・ロード、1230番

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 不釣合状態のロータ組立体を支持するための方法及び装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ガスタービンエンジンのロータ(26)のための軸受組立体(46)であって、外レース(54)と内レース(56)を備える対をなすレース(50)と、前記内レースと外レースの間にあり、円錐状シャフト(86)に接続されて支持フレーム(44)上に前記ロータ(42)を支持するように構成された回転要素(52)と、上流側面(114)、下流側面(116)並びに該上流側及び下流側面の間で延びる球状の面(100)を備え、ガスタービンエンジン構造への動的荷重と前記ロータへの静的曲げ荷重を減少させるように構成された取り付けレース(102)と、前記取り付けレースの前記上流側及び下流側面(114、116)を固定するリテーナ(104、105)と

を備え、

前記リテーナが、前記取り付けレースに軸方向の初期荷重を与えることを特徴とする軸受組立体(46)。

【請求項2】

前記リテーナは、前記軸受組立体の中に前記取り付けレースを維持するように構成されたことを特徴とする、請求項1に記載の軸受組立体(46)。

【請求項3】

前記リテーナ(104、105)が、通常作動中において前記ロータ(26)に対する前記取り付けレース(102)の位置を維持するようにさらに構成されていることを特徴

とする、請求項 2 に記載の軸受組立体 ( 4 6 )。

【請求項 4】

前記取り付けレース ( 1 0 2 ) は、前記軸受組立体 ( 4 6 ) と前記ロータシャフトの間にある、請求項 2 に記載の軸受組立体 ( 4 6 )。

【請求項 5】

前記外及び内レース ( 5 4 、 5 6 ) の少なくとも 1 つは、前記前記取り付けレース ( 1 0 2 ) と前記支持フレーム ( 4 4 ) との間にある、請求項 2 に記載の軸受組立体 ( 4 6 )。

【請求項 6】

前記軸受組立体のリテーナ ( 1 0 4 、 1 0 5 ) が、予め定められたモーメント荷重において破壊するように構成されていることを特徴とする、請求項 2 に記載の軸受組立体 ( 4 6 )。

10

【請求項 7】

前記内レース ( 5 6 ) は、分割レース合わせ体からなる、請求項 2 に記載の軸受組立体 ( 4 6 )。

【請求項 8】

前記外レース ( 5 4 ) は、分割レース合わせ体からなる、請求項 2 に記載の軸受組立体 ( 4 6 )。

【発明の詳細な説明】

【 0 0 0 1 】

【発明の属する技術分野】

20

本発明は、一般的にガスタービンエンジンのロータ組立体に関し、より具体的にはガスタービンエンジンのロータ組立体の軸受組立体に関する。

【 0 0 0 2 】

【従来の技術】

ガスタービンエンジンは、一般的にロータ組立体と、圧縮機と、タービンとを含む。ロータ組立体は、ロータシャフトから半径方向外方に延びるファンブレードの列を備えたファンを含む。ロータシャフトは、動力と回転運動をタービンから圧縮機とファンへ伝達するもので、複数の軸受組立体により縦方向に支持されている。さらに、ロータ組立体は、ロータ組立体の重力中心を通る回転軸を持つ。公知の軸受組立体は、回転要素と、対をなすレースとを含み、回転要素は、対をなすレースの中に支持される。ロータの臨界速度に余裕を持たせるために、ロータ組立体は 3 つの軸受組立体に支持されており、そのうちの 1 つはスラスト軸受組立体で、2 つはローラ軸受組立体である。スラスト軸受組立体はロータシャフトを支持し、ロータシャフト組立体の軸方向と半径方向の動きを最小限にする。残りのローラ軸受組立体は、ロータシャフトの半径方向の動きを支持する。

30

【 0 0 0 3 】

エンジンの作動中、ファンブレードの破片がブレードの残部から分離することがある。それに応じて、大きな回転不釣合荷重は、損傷したファンの中で発生し、ファンシャフト軸受、ファン軸受支持体、及びファン支持体フレームによって実質的に支持されることになる。

【 0 0 0 4 】

40

損傷を与える可能性がある異常な不釣合荷重の影響を最小にするために、公知のエンジンは、ファンの支持システムに付加的な強度を与える寸法にされたファンロータ支持システムのための支持部品を含む。しかしながら、支持部品の強度を増すことは、望ましくない形でエンジン全体の重量を増大させ、実質的なロータの不釣合なしでエンジンが作動する場合には、エンジン全体の効率を低下させることになる。

【 0 0 0 5 】

【発明が解決しようとする課題】

他の公知のエンジンは、ファンの支持システムからファンロータを切り離す、機械的に弱められた部分、すなわち 1 次ヒューズを備えた軸受支持体を含む。そのような過程で、ファンシャフトはその不釣合になった重心に近い、新しい回転中心を探す。このヒューズ部

50

は、ロータ空隙余裕と組み合わせられて、荷重削減装置又はLRDと呼ばれる。LRDは、ファン支持システムに対する回転動的荷重を減少させる。

【0006】

1次ヒューズが破壊した後、縦揺れするファンロータは、しばしば次の最も近い軸受に大きなモーメントを誘起する。次の最も近い軸受は、第2軸受位置として知られている。第2軸受に誘起されたモーメントは、ファンロータに局所的な高い曲げ荷重及び応力荷重を誘起する。高い曲げ応力を緩和するために、第2軸受位置の半径方向剛性及び縦揺れ回転方向剛性が柔らかくされ、又は除かれる。しかしながら、エンジンの安全な停止と航空機を着陸させるのに要する時間の間において、その後のエンジンのウィンドミルを維持するためには、残る軸受組立体は機能を保たなければならない、帰投時のウィンドミル速度以上のファン臨界速度の余裕を得るために半径方向の剛性を維持しなければならない。

10

【0007】

【課題を解決するための手段】

例示的な実施形態では、ガスタービンエンジンのロータ組立体は、エンジン構造全体に対する動的荷重を減少させるロータ組立体支持システムを含む。ロータ組立体支持システムは、ファンに連結され、複数の軸受組立体と支持体により縦方向に支持されたロータシャフトを含む。具体的に述べると、第1軸受ハウジングは、1次ヒューズを含み、これはファンの不釣合の結果として、予め定められた荷重にさらされると破壊する。第1軸受組立体の後方で、かつ第1軸受組立体に続いて下流側にある第2軸受組立体が、さらに支持フレームへの動的荷重を減少させ、従って、軸受に局所的に誘起される静的シャフト曲げ応力を減少させることを助ける。

20

【0008】

第2軸受組立体は、対をなすレース、回転要素、及び取り付けレースを含む。対をなすレースは、内レースと外レースを含み、それぞれその中に回転要素を受ける寸法にされている。取り付けレースは球状の面を含み、リテーナによって軸受組立体に固定される。リテーナは予め定められたモーメント荷重に曝されると破壊するが、通常のエンジン作動荷重には耐える。これらのリテーナは、以下2次ヒューズと呼ばれる。

【0009】

作動中、1次ヒューズが破壊し、予め定められたレベル以上のモーメント荷重が第2軸受組立体に伝達されると、第2軸受組立体のリテーナが破壊する。第2ヒューズが破壊した後、第2軸受のモーメント剛性が除かれ、ファンシャフトが球状の面上でさらなる縦揺れ回転を行うことができるようにする。結果として、軸受組立体は、ロータへの静的曲げ荷重と、支持フレーム構造へ伝達される動的荷重を減少させることを助ける。そして、軸受位置の半径方向支持が維持され、ファンのウィンドミル速度以上の臨界速度の余裕を与える。

30

【0010】

【発明の実施の形態】

図1は、ファン組立体12、高圧圧縮機14、及び燃焼器16を含むガスタービンエンジン10の概略図である。エンジン10はまた、高圧タービン18、低圧タービン20、及びブースタ22を含む。ファン組立体12は、ロータディスク26から半径方向外方に延びるファンブレード24の列を持つ。エンジン10は吸気側28と排気側30を持つ。

40

【0011】

作動中、空気はファン組立体12を通り、加圧空気は高圧圧縮機14に供給される。高度に加圧された空気は、燃焼器16に供給される。燃焼器16からの空気流(図1には示さず)は、タービン18、20を駆動し、タービン20はファン組立体12を駆動する。

【0012】

図2は、図1に示すエンジン10のようなガスタービンエンジンと共に使用することができるロータ軸受組立体40の断面図である。一実施形態では、ガスタービンエンジンは、オハイオ州シンシナティ所在のジェネラル・エレクトリック・カンパニーから入手できるGE90である。ロータ軸受組立体40は、ロータディスク26(図1に示す)とロータ

50

シャフト42を含み、ロータシャフト42はロータディスク26から半径方向外方に延びるファンブレード24の列(図1に示す)を支持する。ロータシャフト42は、該ロータシャフト42を構造的支持フレーム44に支持するための縦方向に離れて位置する軸受組立体46、48によって、構造的支持フレーム44上に回転可能に固定されている。一実施形態では、軸受組立体48は、第1軸受46の後方の第2軸受位置に配置されており、ファンスラスト軸受である。

**【0013】**

例示的な実施形態では、各軸受組立体48は、対をなすレース50と回転要素52を含む。対をなすレース50は、外レース54と該外レース54から半径方向内方にある内レース56を含む。回転要素52は、内レース56と外レース54との間に配置されている。軸受組立体48は、ロータシャフト42と支持フレーム44によって半径方向に境界された、密閉環状室58の中に囲われている。回転要素52は、複数個の要素からなるものとしてでき、これはボール軸受又はローラ軸受を含むが、それだけに限定されるものではない。

10

**【0014】**

支持フレーム44は、軸受支持体72の中に形成され、外レース54を受ける寸法にされた凹部70を含む。外レース54は、該外レース54の外表面74が軸受支持体72の内面76に隣接するように、スパナナット73により軸受支持体の中に固定されている。他の実施形態では、外レース54は、スパナナット73により支持体フレーム凹部70の中に固定される。ファスナ78が、軸受支持体72と外レース54を凹部70の中に固定する。一実施形態では、軸受支持体72は半径方向に可撓性である。外レース54の面79は、回転可能な接触状態に回転要素52を受けような外形及び寸法にされている。

20

**【0015】**

内レース56は面80と内面82を含む。内レースの面80は、回転可能な接触状態で回転要素52を受けような外形及び寸法にされている。内レース56は、該内レースの内面82が凹部84の外表面88に隣接するように、円錐状シャフト86中の凹部84の中に固定されている。一実施形態では、内レース56は分割レース合わせ体で、回転要素52はボール軸受である。別の実施形態では、外レース54は分割レース合わせ体で、回転要素52はボール軸受である。

**【0016】**

円錐状シャフト86は、ファンロータシャフト42から半径方向外方に延び、外部分90及び内部分92と、それらの間を延びる本体94を含む。凹部84は円錐状シャフトの外部分90の中を延び、内レース56を受ける寸法にされている。軸受スパナナット96が円錐状シャフトの凹部84の中に内レース56を固定する。本体94は、軸受組立体48に対して軸方向スラストの支持と半径方向の支持とを与える。円錐状シャフトの内部分92は、内面98を含む。内面98は、取り付けレース102の面100に対して、スライド可能な接触状態で嵌合するような形状にされている。

30

**【0017】**

取り付けレース102は、ロータ組立体40に対する静的荷重と、支持フレーム44に対する動的荷重を減少させる。取り付けレース102は、対のリテーナ104、105により、ファンのロータシャフト42に固定されている。一実施形態では、リテーナ104、105は、ばねクランプであり、シャフトの内部分92に軸方向の初期荷重を与えることができる。したがって、取り付けレース102は、ロータシャフト42と同時に回転する。ファンロータシャフト42は、リテーナ104の内面114とリテーナ105の内面116の間にギャップ(図示せず)が存在するような状態で取り付けレース102とリテーナ104、105を受ける寸法にされた、凹部110を含む。取り付けレースの面100は球上の面である。一実施形態では、取り付けレースの面100は半径方向に薄く、取り付けレース102に組み付けるために、弾性的に卵形にされる。

40

**【0018】**

取り付けレース102は、円錐状シャフトの内部分92の幅122と実質的に等しい幅1

50

20を持ち、組み立てられたとき、円錐状シャフトの内部分92の上流側124は、リテーナの内面114と実質的に同一平面上にあり、かつ円錐状シャフトの内部分92の下流側126はリテーナの内面116と実質的に同一平面上にある。軸方向の初期荷重は、円錐状シャフトの内部分92が取り付けレース102と実質的に同一平面上に取り付けられていない場合には、取り付けレース102に対して円錐状シャフトの内部分92が回転するのを制限しない。

【0019】

ロータ組立体40の組み立て中、軸受組立体48と取り付けレース102を、ファンロータシャフト42の上に予め組み立てることができる。軸受組立体48と取り付けレース102とをロータシャフト42に予め組み付けることは、主エンジンの組み立て中における組立体の損傷と軸受の汚染を最小限にする。さらに、取り付けレース102は、リテーナ104、105によりファンロータシャフト42に固定されているので、各リテーナ104、105と取り付けレース102との間のギャップが除かれる。ギャップは、リテーナ104、105が、取り付けレース102に制御された量の軸方向の初期荷重を与え得る寸法にされている。また、リテーナ104、105は、組み立て中と通常の作動中、シャフト42に対して、取り付けレース102を実質的にスクエアに維持する。

【0020】

エンジン10の作動中、エンジン10の不釣合は、ファン組立体12(図1に示す)と最も前方のエンジン軸受に加わる、高い半径方向の力を引き起こすことになる。高い半径方向の力は、エンジンの第1軸受位置で、1次ヒューズ部分128の破壊を引き起こすことがある。1次ヒューズの破壊は、ファン組立体12が新しい回転軸の周りを回転することを可能にするので、従って、ロータシャフト42の重心は変わり、ロータシャフト42に曲げ荷重が誘起され、この曲げ荷重が第2エンジン軸受位置の軸受組立体48にモーメント荷重を誘起する。リテーナ104、105は、ロータシャフト42に加わる予め定められたモーメント荷重で破壊する材料から作られている。リテーナ104、105が破壊した後、取り付けレースの球状の面100は、シャフトの回転中心(図示せず)がその新しいロータの重心の回転中心へ近づくように、シャフト42の縦揺れを可能にする。

【0021】

不釣合な半径方向荷重はシャフト42に対する回転を伴わないので、縦揺れ回転は一度起こる。不釣合な半径方向荷重は単一の場所にあるので、ロータシャフト42は、単一の曲げ位置のままである。結果として、取り付けレースの球状の面100は振動せず、軸受組立体の面79、80は、ロータシャフト42が回転する間、軸受組立体の回転要素52に対して同一平面状態を保つ。従って、リテーナ104、105が破壊した後は、軸受52を通して誘起されるモーメント荷重がないので、ロータ組立体40に伝達される静的曲げ荷重が減少する。さらに、表面98、100を通して伝達されるモーメント荷重がないため、軸受組立体48は半径方向と軸方向の荷重負担能力を維持する。

【0022】

拘束モーメントが解除されるため、ロータ組立体40はロータの重心に接近することが可能となり、支持フレーム44に誘起される動的荷重は減少する。さらに、球状の取り付け面100と回転要素52は、ロータシャフト42を支持フレーム44に対する軸方向位置に維持するので、ロータ組立体40とステータ組立体(図示せず)の間のタービンの衝突は、実質的に排除される。

【0023】

図3は、図1に示すエンジン10のような、ガスタービンエンジンと共に使用できる、ロータ組立体の断面図である。ロータ組立体200は実質的に図2に示すロータ組立体40と類似しており、ロータ組立体40の部品と同一のロータ組立体200の部品は、図3においても図2と同じ参照符号を使用して示している。ロータ組立体200は、支持フレーム44上にロータシャフト42を支持するための縦方向に離れて位置する軸受組立体46、48(それぞれ図2に示す)により、支持フレーム44に回転可能に支持された、ロータシャフト42を含む。一実施形態では、軸受組立体46または軸受組立体48(図2に

10

20

30

40

50

示す)は、第1軸受位置にあり、軸受組立体202は、第1軸受位置の後方の第2軸受位置にある。

【0024】

軸受組立体202は、対をなすレース204と回転要素206を含む。対をなすレース204は、外レース208と該外レース208から半径方向内方にある内レース210を含む。回転要素206は、内レース210と外レース208の間に配置されている。一実施形態では、軸受206はローラ軸受である。

【0025】

支持フレーム44は、複数のファスナ224により1次ヒューズ部分128(図2に示す)と軸受ハウジング222とに接続されている。軸受ハウジング222は、支持フレーム44から半径方向内方に、ファンのロータシャフト42に向かって延び、内部分230を含む。内部分230は、軸受組立体の外レース208を受けるための凹部232を含む。外レース208は、該外レース208の外表面234が凹部232の内面に隣接するように、ロックプレート72により軸受ハウジングの凹部232の中に固定されている。他の実施形態では、外レース208は、スパナナット73(図2に示す)と同様なスパナナットにより軸受ハウジングの凹部232の中に固定されている。外レース208の内面238は、回転可能な接触状態で回転要素206を受ける。

【0026】

内レース210は面240と内面242を含む。内レースの面240は凹部244を含み、それは回転可能な接触状態で回転要素206を受ける寸法にされている。取り付けレース250は、1次ヒューズが破壊した後、ロータ組立体200への静的曲げ荷重を減少させ、内レースの内面242が回転するのを可能にする。

【0027】

ファンのロータシャフト42は、取り付けレース250を受ける寸法にされた凹部252を含む。取り付けレース250は、ロータシャフト42に取り付けられたスパナナット256で適切な位置に固定されたリテーナ254、255により、凹部252の中に固定されている。従って、取り付けレース250は、ロータシャフト42と同時に回転する。リテーナ254、255は、ギャップ(図示せず)がリテーナ254の内面258とリテーナ255の内面260の間に存在するように凹部252の中へ取り付けレース250を固定する。ギャップは、リテーナ254、255がばねクランプとして働くことを可能にする。スパナナット256が回転力を与えられ、取り付けられると、リテーナ254、255の一部が、内レース210をクランプし、リテーナの残りの部分が、取り付けレース250をクランプし、通常の作動中の回転防止を行う。また、リテーナ254、255は、組み立て中と通常の作動中に、内レース210を、シャフト42に対して実質的にスクエアに保つ。

【0028】

取り付けレース250の面264は、軸受組立体の内レースの内面242に隣接しており、それは球状の面である。一実施形態では、取り付けレースの面264は半径方向に薄く、取り付けレース102に組み付けるために、弾性的に卵形にされる。内レースの内面242は、取り付けレースの面264に対して、スライド可能な接触状態で嵌合するような形状にされている。面264は、取り付けレース250の、それぞれ上流側と下流側258、260の間を、取り付けレース250の幅266を越えて延びる。

【0029】

エンジン10の作動中、エンジン10の不釣合は、ファン組立体12(図1に示す)と最も前方のエンジン軸受に加わる、高い半径方向の力を引き起こすことになる。高い半径方向の力は、エンジンの第1軸受位置で、1次ヒューズの部分128(図2に示す)の破壊を引き起こすことがある。1次ヒューズの部分128の破壊は、第2エンジン軸受位置で、軸受組立体202にモーメント荷重を誘起する。リテーナ254、255は、軸受組立体202に加わる予め定められたモーメント荷重のもとで、塑性的に破壊する材料から作られている。リテーナ254、255が破壊すると、取り付けレースの球状の面264が

10

20

30

40

50

回転し、シャフト42の縦揺れを可能にする。シャフト42は、シャフトの回転中心がシャフト42の重心に接近するように縦揺れする。不釣合な半径方向の荷重はシャフト42に対する回転を伴わないので、この縦揺れ回転は一度起こる。結果として、取り付けレースの球状の面242は振動せず、軸受組立体の面238、240は、ロータシャフト42が回転する間、軸受組立体の軸受要素206に対して、同一平面状態を保つ。従って、リテーナ254が破壊し、シャフト42が縦揺れした後は、軸受206を通して伝達されるモーメント荷重がないので、ロータ組立体200に伝達される静的曲げ荷重は減少する。

【0030】

シャフトの回転中心がシャフトの重心に接近するので、フレーム44を支持する動的荷重もまた減少する。1次ヒューズは、スラスト軸受またはロータの軸方向位置を保っている軸受内に収められている。第2軸受はローラ軸受であり、ローラ軸受は軸方向荷重を伝達しないので、1次ヒューズが破壊すると、ロータシャフト42は自由に軸方向に移動することができるようになる。結果として、軸方向の運動は、タービン20に摩擦を通して回転エネルギーを放出させることになる。

【0031】

図4は、図1で示すエンジン10のような、ガスタービンエンジンと共に使用できるロータ組立体300の断面図である。さらに具体的に述べると、図4は、ロータ組立体300が破壊した位置にある状態を示している。ロータ組立体300は、実質的に図2に示すロータ組立体40と類似しており、ロータ組立体40の部品と同一のロータ組立体300の部品は、図4においても図2と同じ参照符号を使用して示している。ロータ組立体300は、支持フレーム44上にロータシャフト42を支持するための縦方向に離れて位置する軸受組立体46、48(それぞれ図2に示す)により、支持フレーム44に回転可能に支持されたロータシャフト42を含む。具体的に述べると、軸受組立体302は、ロータ組立体300内においてシャフト42を支持する。一実施形態では、軸受組立体46はローラ軸受で、それは第1軸受位置にあり、軸受組立体302はファンスラスト軸受で、第1軸受位置より後方の第2軸受位置にある。

【0032】

軸受組立体302は、対をなすレース304と回転要素306を含む。対をなすレース304は、外レース308と該外レース308から半径方向内方にある内レース310を含む。一実施形態では、外レース308は分割レース合わせ体である。回転要素306は、内レース310と外レース308の間に配置されている。一実施形態では、回転要素306は、ボール軸受である。

【0033】

支持フレーム44は、軸受組立体の外レース308を受ける寸法にされている凹部332を含む。外レース308は、凹部332の内面334が外レース308の外面336に隣接するように、スパナナット333により軸受ハウジングの凹部332の中に固定されている。他の実施形態では、外レース308はロックプレートにより軸受ハウジングの凹部332の中に固定される。外レース308の面338は、回転可能な接触状態で回転要素306を受けるような形状にされている。

【0034】

内レース310は面340と内面342を含む。内レースの面340は、回転可能な接触状態で回転要素306を受ける形状にされている。内レース310は取り付けレース350に対してスライド可能な接触状態に保たれている。取り付けレース350は、ロータ組立体300に対する静的曲げ荷重と支持フレーム44に対する動的荷重を減少させる。

【0035】

ファンのロータシャフト42は、取り付けレース350とリテーナ354、355を受ける寸法にされた凹部352を含む。取り付けレース350は、リテーナ354、355により、凹部352の中に固定されている。リテーナ354、355は、ロータシャフト42に取り付けられたスパナナット356により、取り付けレース350に対し接触状態に保たれている。従って、取り付けレース350は、ロータシャフト42と同時に回転する

10

20

30

40

50

。リテーナ 354、355 は、ギャップ（図示せず）がリテーナ 354 の内面 358 とリテーナ 355 の内面 360 との間に存在するように、凹部 352 の中に取り付けレース 350 を固定する。

【0036】

取り付けレース 350 の面 364 は、軸受組立体の内レースの内面 342 に隣接しており、それは球状の面である。一実施形態では、取り付けレースの面 364 は半径方向に薄く、内レース 310 に組み付けるために、弾性的に卵形にされる。面 364 は、リテーナ 354、355 のそれぞれ上流側と下流側 358、360 の間を、取り付けレース 350 の幅 366 にわたって延びる。

【0037】

ロータ組立体 300 の組み立て中、リテーナ 354、355 は内レース 310 を固定するために締められるので、リテーナ 354、355 と、取り付けレース 350 の間のギャップは除かれる。ギャップは、リテーナ 354、355 が、取り付けレース 350 に制御された量の軸方向の初期荷重を与え得る寸法にされている。また、リテーナ 354、355 は、組み立て中と通常の作動中、シャフト 42 に対して、内レース 310 を実質的にスクエアに維持する。

【0038】

エンジン 10 の作動中、ロータシャフト 42 の重心が移動すると、ロータシャフト 42 の縦揺れ運動が、エンジンの第 1 軸受支持体において、1 次ヒューズ部分を破壊させる。1 次ヒューズ部分の破壊は、第 2 エンジン軸受位置において、軸受組立体 302 にモーメント荷重を誘起する。リテーナ 354、355 は、ロータシャフト 42 に加わる予め定められたモーメント荷重により破壊する材料から作られている。リテーナ 354、355 が破壊した後は、取り付けレースの球状の面 364 は、シャフト 42 の縦揺れを可能にするので、シャフトの回転中心は、新しいロータシャフトの重心の回転中心に接近する。不釣合な半径方向荷重はシャフト 42 に対する回転を伴わないので、縦揺れ回転は一度起こる。結果として、取り付けレースの球状の面 364 は振動せず、軸受組立体の面 338、340 は、ロータシャフト 42 の回転の間、軸受組立体の回転要素 306 に対して、同一平面状態を保つ。従って、リテーナ 354 が破壊した後、回転要素 306 を通して誘起されるモーメント荷重はないので、ロータ組立体 300 に伝達される動的荷重は減少する。

【0039】

図 5 は、ロータ組立体 40（図 2 に示す）と、図 1 で示すエンジン 10 のようなガスタービンエンジンと共に使用できる軸受組立体 402 の断面図である。軸受組立体 402 は、ロータ組立体 40 のシャフト 42 を支持する。一実施形態では、軸受組立体 46 は、第 1 軸受位置にあり、軸受組立体 402 は、ファンスラスト軸受で、第 1 軸受位置より後方の第 2 軸受位置にある。

【0040】

軸受組立体 402 は、対をなすレース 404 と回転要素 406 を含む。対をなすレース 404 は、外レース 408 と、該外レース 408 から半径方向内方にある内レース 410 を含む。回転要素 406 は、内レース 410 と外レース 408 の間に配置されている。一実施形態では、回転要素 406 は、ボール軸受である。他の実施形態では、回転要素 406 はローラ軸受であり、内レース 410 は凹状の表面を含む（図示せず）。

【0041】

支持フレーム 44 は、第 1 軸受位置に隣接した 1 次ヒューズ部分 420 を含むハウジング 419 に結合されている。1 次ヒューズ部分 420 は、ロータシャフト 42 の重心が中心軸 60 から変位し、その結果生じるロータシャフト 42 の縦揺れ運動が、ハウジング 419 に予め定められた荷重を引き起こした場合に、破壊するように作られている。

【0042】

支持フレーム 44 は凹部 432 を含み、それは軸受組立体の外レース 408 と取り付けレース 434 を受ける寸法にされている。取り付けレース 434 は、支持フレーム 44 への動的荷重とロータシャフト 42 への静的曲げ荷重を減少させる。外レース 408 は、外レ

10

20

30

40

50

ース408の外周438が取り付けレース434の面440に隣接するように、ロックプレート72により軸受ハウジングの凹部432の中に固定されている。一実施形態では、ロックプレート72は、可撓性がある。別の実施形態では、ロックプレート72は、脆いタブを含む。外レース408の外周438は、取り付けレースの面440の形状に適合するように、形状が定められる。

#### 【0043】

取り付けレースの面440は、外レース408をスライド可能な接触状態で受ける形状とされており、それは球状の面である。一実施形態では、取り付けレースの面440は半径方向に薄く、外レースに組み付けるために、弾性的に卵形にされる。面440は、取り付けレース434のそれぞれ上流側と下流側444、446の間を、取り付けレース434の幅442にわたって延びる。取り付けレース434は、ロックプレート72により凹部432の中に固定されている。従って、取り付けレース434は、外レース408と支持フレーム44と共に静止状態にある。

10

#### 【0044】

ファスナ450が、ロックプレート72を貫いて延び、外レース408と取り付けレース434を凹部432の中に固定する。ロックプレート72は、リテーナタブ452を含み、該リテーナタブ452はロータシャフト42の重心が中心軸60から変位し、その結果生じたロータシャフト42の縦揺れ運動が、予め定められたモーメント荷重を越えた場合に、破壊するように作られている。一実施形態では、ロックプレート72は、該ロックプレート72から前方に延び、限界ストップを与えながらも、外レース408が支持フレームに対してより自由に回転できるようにする第2ショルダー（図示せず）を含む。

20

#### 【0045】

第2リテーナタブ454は、リテーナタブ452と実質的に類似しており、凹部432の下流側456に隣接した支持フレーム44から延びている。他の実施形態では、リテーナタブ454は、凹部の下流側456と外レースの下流側446の間の支持フレームの凹部432内にある。

#### 【0046】

内レース410は、面460と内面462を含む。内レースの面460は、回転可能な接触状態で回転要素406を受ける形状にされ、内レース410は、ファンのロータシャフト42により回転要素406に対して回転可能な接触状態に保持されている。ファンロータシャフト42は、内レース410を受ける寸法にされた凹部470を含む。内レース410は、スパナナット472により凹部470の中に固定されている。一実施形態では、内レース410は、分割レース合わせ体である。

30

#### 【0047】

エンジン10の作動中、ロータシャフト42の重心が中心軸60から変位すると、ロータシャフト42の縦揺れ運動が、1次ヒューズ部分420を、エンジンの第1軸受位置で破壊させる。1次ヒューズ部分420の破壊は、第2エンジン軸受位置においてモーメント荷重を軸受組立体402に誘起する。リテーナタブ452、454は、軸受組立体402に加わる予め定められたモーメント荷重のもとで、塑性的に破壊する材料から作られている。リテーナ452、454が破壊した後、シャフト42が縦揺れしたとき取り付けレース440が揺動し、半径方向荷重が球状の面440に関して回転する。シャフトの縦揺れが増えることは、シャフトの曲げ荷重応力と支持構造44に伝達される動的応力を減少させることを助ける。

40

#### 【0048】

球状の当接面での振動周波数とロータ速度の半径方向不釣合サイクルは熱発生の原因となり、それは取り付けレースの球状の面440を横切る当接圧力を増加させる。当接圧力が予め定められた値に到達し、それが加わるモーメント荷重よりも大きくなったとき、球状の面438、440は共にインターロック状態となる。このインターロック状態は、ロータシャフト42が低速度まで減速してから起こる。面438、440がインターロックされた後は、軸受の球状の面438、440内での唯一の拘束モーメントは、摩擦の結果で

50

あり、それは摩擦係数と嵌合圧力と半径方向荷重の関数である。この摩擦に打ち勝つモーメント荷重は、面 4 4 0 がインターロックしたときに減少するので、回転要素 4 0 6 とシャフト 4 2 が過大応力を受けることはない。従って、シャフトの回転中心が新しいシャフトの重心に接近するので、支持構造 4 4 に伝達された動的荷重は減少する。

【 0 0 4 9 】

さらに、第 2 軸受がボール軸受であれば、1 次及び 2 次ヒューズの破壊の後、ロータは軸方向に保持される。第 2 軸受がローラ軸受であれば、ロータはヒューズの破壊後には、軸方向には保持されず、タービンは摩擦を通して、エネルギーを放出する。

【 0 0 5 0 】

上述のロータ組立体は費用面で効果があり、かつ信頼性が高い。ロータ組立体は、対をなすレースと取り付けレースとを含む軸受組立体を含む。取り付けレースは、リテーナによりロータ組立体の中に配置され、リテーナは予め定められたモーメント荷重が軸受組立体に作用したとき、塑性的に破壊する。作動中、リテーナが破壊すると、リテーナが破壊した後は軸受組立体を通して伝達されるモーメント荷重がないので、ロータ組立体に伝達される静的曲げ荷重は減少する。結果として、回転中心がロータシャフトの重心に接近するため、ロータ組立体は、ロータシャフトを支持する構造フレームに対し損傷を与える可能性がある動的荷重を伝達しない。さらに、不釣合なロータ組立体を支持する軸受が維持されるので、ロータ組立体は、ファンのウィンドミル周波数以上で回転周波数を維持する。

10

【 0 0 5 1 】

本発明を、種々の具体的な実施形態について説明してきたが、当業者には、本発明が特許請求の範囲の技術思想及び技術的範囲内の変更で実施することができることが理解されよう。

20

【 図面の簡単な説明 】

【 図 1 】 ガスタービンエンジンの概略図。

【 図 2 】 図 1 に示すガスタービンエンジンで使用されるロータ組立体の断面図。

【 図 3 】 図 2 に示すロータ軸受組立体の他の実施形態による断面図。

【 図 4 】 図 2 に示すロータ軸受組立体の別の実施形態による断面図。

【 図 5 】 図 2 に示すロータ軸受組立体のさらに別の実施形態による断面図。

30

【 符号の説明 】

4 0 ロータ軸受組立体

4 2 ロータシャフト

4 4 支持フレーム

4 6 第 1 軸受組立体

4 8 第 2 軸受組立体

5 2 回転要素

5 4 外レース

5 6 内レース

7 2 軸受支持体

7 3、9 6 スパナナット

7 8 ファスナ

8 6 円錐状シャフト

9 0 円錐状シャフトの外部分

9 2 円錐状シャフトの内部分

1 0 0 取り付けレースの面

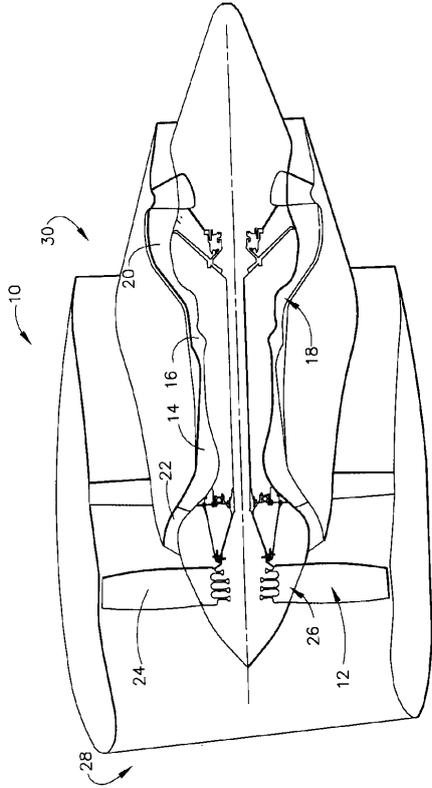
1 0 2 取り付けレース

1 0 4、1 0 5 リテーナ

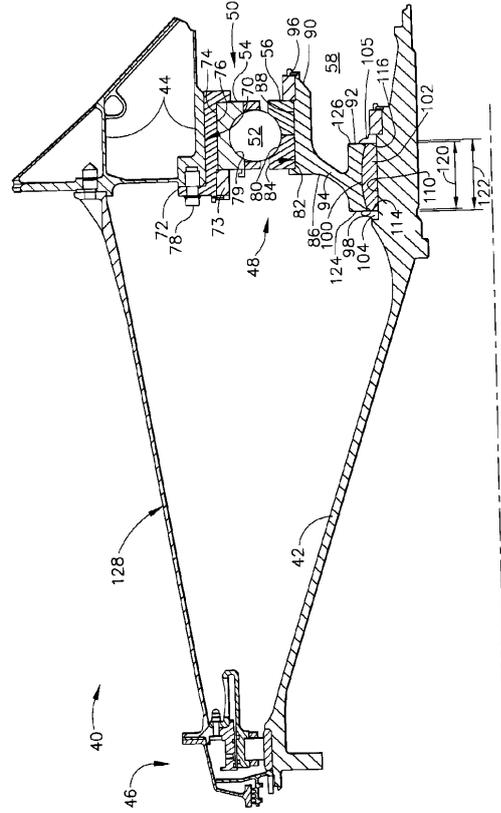
1 2 8 1 次ヒューズ部分

40

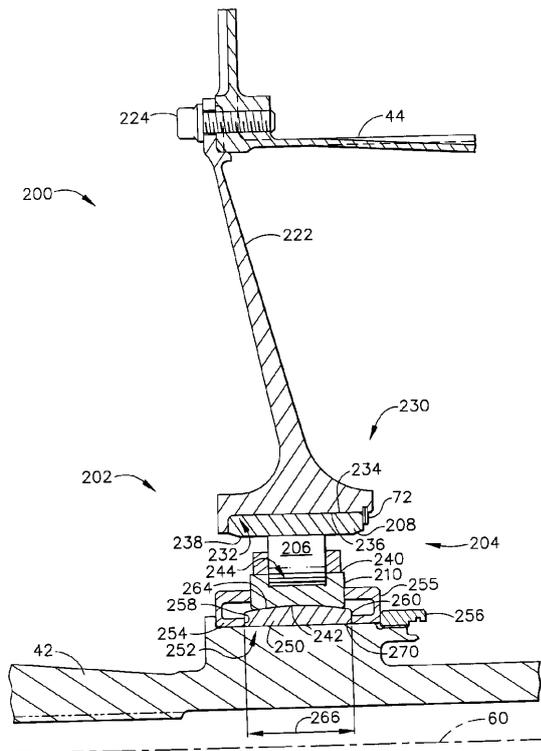
【図 1】



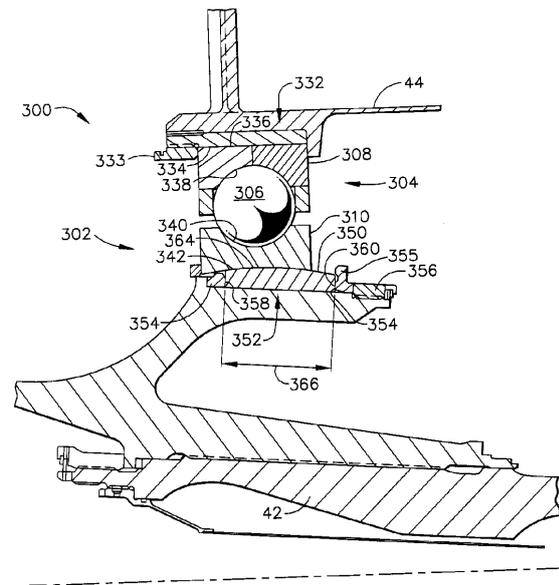
【図 2】



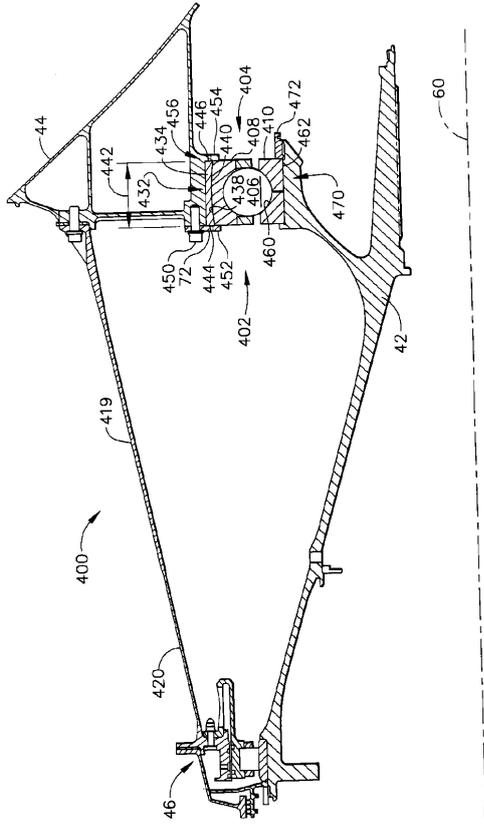
【図 3】



【図 4】



【図5】



## フロントページの続き

- (72)発明者 ケネス・リー・フィッシャー  
アメリカ合衆国、オハイオ州、ロックランド、ハリエ・ストリート、222番
- (72)発明者 ダニエル・エドワード・モールマン  
アメリカ合衆国、オハイオ州、シンシナティ、ガズリング・ロード、11212番
- (72)発明者 バラ・コラッティール  
アメリカ合衆国、オハイオ州、シンシナティ、ゼフィル・ストリート、10633番
- (72)発明者 ランディー・マリナス・ヴォンドレル  
アメリカ合衆国、オハイオ州、シャロンビル、シャロンビュー・ドライブ、3946番
- (72)発明者 モリス・グリーン・ペン  
アメリカ合衆国、オハイオ州、ウエスト・チェスター、アイボリー・ヒルズ・ドライブ、8082番
- (72)発明者 マイケル・ジョセフ・ガンボーン  
アメリカ合衆国、オハイオ州、メイソン、ホイップアーウィル・ドライブ、9774番
- (72)発明者 ジャン・クリストファー・スチリング  
アメリカ合衆国、オハイオ州、ミドルタウン、バハマ・ドライブ、7298番

審査官 粟倉 裕二

(56)参考文献 特開2000-192953(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F01D 5/02

F16C 19/06

F16C 19/36

F16C 33/60