

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4436543号
(P4436543)

(45) 発行日 平成22年3月24日 (2010. 3. 24)

(24) 登録日 平成22年1月8日 (2010. 1. 8)

(51) Int. Cl.

F I

F O 2 C 7/18 (2006. 01)

F O 2 C 7/18

A

F O 1 D 25/12 (2006. 01)

F O 2 C 7/18

E

F O 2 C 7/00 (2006. 01)

F O 1 D 25/12

E

F O 2 C 7/00

D

請求項の数 13 外国語出願 (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2000-213619 (P2000-213619)
 (22) 出願日 平成12年7月14日 (2000. 7. 14)
 (65) 公開番号 特開2001-140658 (P2001-140658A)
 (43) 公開日 平成13年5月22日 (2001. 5. 22)
 審査請求日 平成19年7月3日 (2007. 7. 3)
 (31) 優先権主張番号 09/489672
 (32) 優先日 平成12年1月24日 (2000. 1. 24)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)
 (31) 優先権主張番号 09/442091
 (32) 優先日 平成11年11月17日 (1999. 11. 17)
 (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
 クタデイ、リバーロード、1 番
 (74) 代理人 100137545
 弁理士 荒川 聡志
 (72) 発明者 イアン・デビッド・ウィルソン
 アメリカ合衆国、サウス・カロライナ州、
 モールディン、バレー・グリーン、1 1 2
 8 番

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ガスタービン用蒸気冷却系の部品を分解し、交換し、組み立てる方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

動翼 (2 2 、 2 4 、 2 6 、 2 8) を装着した軸方向に離隔したホイール (1 4 、 1 6 、 1 8 、 2 0) 、 および前記ホイール間のスペース (3 0 、 3 2 、 3 4) 、 ならびに冷却媒体を流すための複数の部品からなる動翼を冷却するための冷却系を有するタービンロータ (R) であって、 前記部品が、 ほぼ軸方向に延びロータの回りで互いに円周方向に離隔して冷却媒体を流すための流路を規定する複数のチューブ (5 6 、 5 8) 、 ほぼ半径方向に延び冷却媒体を流すための流路を規定する複数のチューブ (5 4 、 6 0) 、 ならびに前記ロータの一部を形成して前記軸方向および半径方向に延びるチューブを相互に連結する複数の流れ方向変換要素 (2 2 4 、 2 2 6) を有する後部ディスク (4 6) を含んでおり、 前記流れ方向変換要素が前記軸方向チューブおよび半径方向チューブの流れ通路間で冷却媒体を連通させ方向変換する流路を有している前記タービンロータにおいて、 前記冷却系の少なくとも一部を分解する方法であって、

前記後部ディスク (4 6) から前記流れ方向変換要素 (2 2 4 、 2 2 6) を取り外し、 前記後部ディスクから前記半径方向チューブ (5 4 、 6 0) を半径方向外側方向に取り外し、 そして前記軸方向チューブ (5 6 、 5 8) をほぼ後部方向に取り外す工程を含む方法。

【請求項 2】

前記半径方向チューブが連結部材 (2 5 2) によって前記流れ方向変換要素に解放可能なように結合されており、 前記流れ方向変換要素を取り外す前に、 前記連結部材を前記流

れ方向変換要素から外すことによって前記流れ方向変換要素を前記半径方向チューブから外すことを含む、請求項 1記載の方法。

【請求項 3】

前記連結部材を外した後半径方向チューブを半径方向内側方向に移動させることを含む、請求項 2記載の方法。

【請求項 4】

半径方向チューブを前記半径方向内側方向に移動させた後前記半径方向チューブを半径方向外側方向に前記ロータから取り外すことを含む、請求項 3記載の方法。

【請求項 5】

軸方向チューブが保持部品（286）によって後方への軸方向の動きに抗してロータ内に保持されており、さらに、保持部品を取り外して軸方向チューブを後方への軸方向の動きに対して解放する工程を含む、請求項 1記載の方法。

10

【請求項 6】

前記保持部品が各軸方向チューブの両側に一对の保持プレートを含んでおり、これらプレートをロータから取り外すためにほぼ円周方向に、その後ほぼ半径方向に移動する工程を含む、請求項 5記載の方法。

【請求項 7】

前記ロータが、前記軸方向チューブの少なくともひとつおよび前記動翼の少なくともひとつの内部冷却通路と連通している少なくともひとつのマニホルド（SM、RM）、ならびにひとつの軸方向チューブとマニホルドを相互に連結するスプーリー（128、180）を含んでおり、スプーリーをひとつの軸方向チューブと共に軸方向後方に取り外すかまたはひとつの軸方向チューブを取り外した後にスプーリーを軸方向後方に別途取り外す工程を含む、請求項 1記載の方法。

20

【請求項 8】

前記ロータが前記軸方向チューブの少なくともひとつおよび前記ロータの隣接する複数のホイールの各々の少なくともひとつの動翼の内部冷却通路と連通している少なくともひとつのマニホルド（SM、RM）を含んでおり、前記隣接するホイールがスペーサにより互いに軸方向に離隔されており、前記スペーサが前記マニホルドと隣接するホイールの前記ひとつの動翼との間に冷却媒体を流すためのクロスオーバーチューブ（146、196）を有しており、ひとつの動翼を軸方向に移動して前記隣接するホイールから解放することによって前記隣接するホイールの前記ひとつの動翼を取り外し、前記クロスオーバーチューブをひとつの動翼が取り外された隣接するホイールに向かって軸方向に移動することによって前記クロスオーバーチューブを前記スペーサから取り外す工程を含む、請求項 1記載の方法。

30

【請求項 9】

前記ロータが前記動翼を装着した隣接するホイールを含んでおり、前記ホイールがスペーサ（30）によって互いに軸方向に離隔されており、前記ロータがさらに前記スペーサの両側に第一と第二のマニホルド（SM、RM）を含んでおり、前記第一のマニホルド（SM）は、前記軸方向チューブのひとつ（56）に連結されていて、前記第一のマニホルドと前記ホイールのひとつの少なくともひとつの動翼（22）との間に冷却媒体を流すために前記スペーサを貫通して延びる第一のクロスオーバーチューブ（146）をもっており、前記第二のマニホルド（RM）は、前記軸方向チューブの別のひとつ（58）に連結されていて、前記第二のマニホルドと前記ホイールの別のひとつの少なくともひとつの動翼（24）との間に冷却媒体を流すために前記スペーサを貫通して延びる第二のクロスオーバーチューブ（196）をもっており、前記動翼（22、24）を前記ホイールから取り外し、その後前記クロスオーバーチューブを軸方向に移動することによってクロスオーバーチューブを前記スペーサから取り外す工程を含む、請求項 1記載の方法。

40

【請求項 10】

前記ロータが前記軸方向チューブ（56、58）の少なくともひとつおよび前記動翼（22、24）の少なくともひとつの内部冷却通路と連通している少なくともひとつのマニ

50

ホルド（ＳＭ、ＲＭ）を含んでおり、ロータに対するマニホルドの軸方向の移動によりマニホルドをロータから取り外し、ひとつのマニホルドをほぼ半径方向外側方向にロータから引き抜く工程を含む、請求項１記載の方法。

【請求項１１】

マニホルドを取り外す工程がマニホルドを軸方向に移動する前にマニホルドを半径方向内側に移動することを含む、請求項１０記載の方法。

【請求項１２】

前記冷却系の前記少なくとも一部を分解した後、前記取り外した部品のひとつを実質的に同等な交換部品と交換することを含めて前記取り外した部品を再度取り付けることを含む、請求項１記載の方法。

【請求項１３】

前記ロータが半径方向チューブ（５４、６０）と供給源（５２）との間で冷却媒体を連通させるための軸方向に延びるボアチューブアセンブリ（４８）を含んでおり、ボアチューブアセンブリをロータから軸方向後方に取り外す工程を含む、請求項１記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】

本発明は、広い意味でタービンに係り、特に、高温ガス流路部品を冷却し使用後の冷却用蒸気を帰還、たとえば複合サイクル系に使用される熱回収蒸気発生器に戻すための閉鎖回路蒸気冷却路を用いる発電用の陸上ガスタービンに係る。さらに特定すると、本発明は、ガスタービン用蒸気冷却系の部品を分解・取り外し、交換し、そして組み立てる方法に係る。

【０００２】

【従来の技術】

高温ガス流路部品、たとえばガスタービンの動翼の蒸気冷却はすでに提案されており、陸上発電プラントで効果があることが分かっている。ガスタービンは一般に空気冷却され、たとえば、ジェットエンジンは高温ガス部品を冷却するために圧縮機排出空気を用いるが、冷却材として蒸気を用いる場合に伴う損失が冷却目的で圧縮機ブリード空気（抽気）を抜き出すことによる損失ほどには大きくないという点で蒸気冷却の方が効率的である。また、複合サイクル運転の場合、ガスタービン部品を冷却する際に蒸気が受け取る熱エネルギーは複合サイクル運転の蒸気タービンを駆動する上で有用な仕事として回収されるので蒸気冷却が特に有利である。

【０００３】

本出願の譲受人に譲渡されている米国特許第５，５９３，２７４号には、冷却用蒸気をロータの高温ガス部品、たとえば動翼に供給し使用後の冷却用蒸気を帰還するための同軸の蒸気通路を有するガスタービンが開示されている。しかし、冷却目的の蒸気の供給と帰還においてさまざまな改善と改良が本発明によって提供される。

【０００４】

【発明が解決しようとする課題】

【０００５】

【課題を解決するための手段】

本発明は、ガスタービンロータの閉鎖回路蒸気冷却系の構成部品を分解し、分解した蒸気冷却系のひとつ以上の部品を新しい部品と交換し、冷却系を修繕するためにこの新しい部品を含めた部品をタービンに再度取り付ける方法を提供する。これらの方法を説明する前に、ガスタービンの閉鎖回路蒸気冷却系の理解が必要である。一般に、この系は、冷却入口スクロールからの冷却用蒸気を受容しほぼガスタービンロータの軸線に沿って蒸気を通過するためにボアチューブアセンブリを含んでいる。供給された冷却用蒸気はほぼ半径方向に向きを変えられ、後部シャフトディスク内のチューブを通して流れ、ロータのリムに隣接して冷却蒸気を搬送する。冷却用蒸気は、ガスタービンロータを形成している積み重ねられたホイールとスペーサ内の開口を通して延びる複数の供給通路またはチューブによ

10

20

30

40

50

ってロータのリムに沿って軸方向に供給される。各供給通路またはチューブは供給マニホルドセグメントに冷却用蒸気を供給する。これら複数のセグメントはロータの回りで互いに円周方向に離隔している。各供給マニホルドセグメントは、第一と第二のタービンホイール、好ましくはガスタービンの第一段と第二段のそれぞれの動翼に冷却用蒸気を供給して動翼を冷却するための複数の出口ポートと供給流路を含んでいる。使用後の冷却用蒸気は動翼から帰還流路と入口ポートを介して、ロータのリムの回りで互いに円周方向に離隔した複数の帰還マニホルドセグメントに戻る。帰還マニホルドセグメントはその各々が、ロータのリムに沿って後部シャフトディスクまで延びる軸方向の帰還チューブに連結されている。この帰還チューブに沿って軸方向に流れる使用後の冷却用蒸気は、後部ディスク内を延びる半径方向のチューブに供給されてボアチューブアセンブリに戻り、帰還、たとえば複合サイクル系の熱回収蒸気発生器へと出て行く。

10

【0006】

上に一般的に記載した冷却蒸気系のいくつかのさまざまな局面は特に重要である。たとえば、供給熱媒体と戻り熱媒体の流れはロータのリムのところで半径方向と軸方向との間で変化する。流れの方向を変化させるために軸方向のチューブおよび半径方向のチューブと連通している新規な構造と用法のエルボが、後部ディスクで半径方向に開口しているスロット内に設けられる。たとえば、供給蒸気の流れを半径方向から、ロータのリムに沿う蒸気供給チューブと連通している軸方向に方向変換するために半径方向の供給チューブに相互連結するエルボが設けられる。同様に、エルボは軸方向の帰還チューブと半径方向のチューブとを相互に連結して、使用後の冷却媒体の流れの方向を軸方向から半径方向に変化させる。これらエルボは、後部ディスクのスロット内に容易に組み込まれる一体鋳造された部品が好ましい。

20

【0007】

冷却用蒸気供給マニホルドと使用後の冷却用蒸気帰還マニホルドは円周方向に離隔したマニホルドセグメントで具現される。供給マニホルドセグメントと帰還マニホルドセグメントはまた軸方向にも互いに離隔している。各マニホルドは一对の隣接するホイールの動翼と連通している。たとえば、各供給マニホルドセグメントは隣接するホイールの特定の動翼とその軸方向の両側で連通している。同様に、帰還マニホルドセグメントは、やはりこれら帰還マニホルドセグメントの両側にある特定の動翼からの使用後の冷却用蒸気を受容する。供給マニホルドセグメントおよび帰還マニホルドセグメントを動翼内の各種通路と相互に連結するにはスプーリーを使用する。

30

【0008】

上記冷却系は蒸気の流れによって劣化し易いさまざまな構成部品から形成されており、その結果そのような部品は時間がたつと故障することがあることが了解されよう。したがって、劣化したかまたは予定したメンテナンス計画で交換しなければならない部品を交換することにより、タービンの蒸気冷却系を、好ましくは予定した運転休止時に修繕するのが望ましい。その結果、そのような部品を交換するために、タービンロータ内の蒸気冷却系のさまざまな部品にアクセスする必要がある。本発明は、蒸気冷却系のさまざまな部品を分解・取り外し、そしてその代わりに交換部品を取り付けることを可能にする。

【0009】

これを達成するために、半径方向と軸方向との間で流れを方向変換させる後部ディスクのエルボを最初に取り外すことによって、後部ディスクの供給チューブと半径方向のチューブおよびロータのリムを通して延びる軸方向の供給チューブと帰還チューブを取り外すことができる。これらエルボは後部ディスクのダブテールグループ内に装着されていて軸方向後方に取り外せる。エルボは、これらエルボと半径方向のチューブを相互に連結するスプリングクリップによって半径方向のチューブを半径方向でそれらの最も外側の位置に支持している。エルボのスプリングクリップと保持リングを取り外すことによってエルボを軸方向後方に移動させると、半径方向のチューブを後部ディスクから半径方向外側に向かって取り外すことができる。

40

【0010】

50

エルボを取り外したら、軸方向に延びる供給チューブと帰還チューブを軸方向後方への動きに抗して固定している保持プレートを円周方向に移動させた後半径方向に動かす。これにより、軸方向のチューブが、ロータのホイールとスペーサから軸方向後方へ向けて取り外せるようになる。軸方向のチューブを引き抜く際には、軸方向のチューブとマニホルドを相互に連結しているスプーリーをこれと一緒に引き抜くか、またはこれらスプーリーはホイールとスペーサの整列された開口を通して別途引き抜いてもよい。

【 0 0 1 1 】

隣接するホイールの動翼を取り外すことにより、供給マニホルドと帰還マニホルドおよび動翼の間のクロスオーバーチューブが露出されて軸方向に引き抜かれるようになる。クロスオーバーチューブを取り外した後、マニホルドセグメントを、半径方向内側に動かした

10

【 0 0 1 2 】

ボアチューブアセンブリは同様にロータから取り外される。最初に半径方向に延びるピンを後部ディスクから外すことにより、エンドキャップアセンブリを後部ディスクから解放する。その後、軸方向後方に向けてボアチューブアセンブリをロータから引き抜くことができる。

【 0 0 1 3 】

冷却系の各種部品をすべてロータから抜き出したらこれら部品を検査し、必要に応じてまたは予定した基準で交換することができることが了解されよう。詳細は後述するが、冷却系の部品を再度取り付けるには逆の手順を用いる。

20

【 0 0 1 4 】

本発明の好ましい態様によると、動翼を装着した軸方向に離隔したホイール、およびこれらホイール間のスペーサ、ならびに冷却媒体を流すための複数の部品（これら部品はロータ内に配置された複数のチューブを含んでおり、これらチューブは冷却媒体を動翼へ、および動翼から流すための流路を定める）からなる動翼を冷却するための閉鎖回路冷却系を有するタービンロータにおいて、その冷却系の1つ以上の部品を修復する方法であって、ロータから少なくともひとつのチューブを取り外し、修復したそのひとつのチューブまたはそのひとつのチューブの交換部品をロータに取り付ける工程を含む方法が提供される。

【 0 0 1 5 】

本発明の別の好ましい態様によると、動翼を装着した軸方向に離隔したホイール、およびこれらホイール間のスペーサ、冷却媒体を流すための複数の部品（これら部品は、ほぼ軸方向に延びロータの回りで互いに円周方向に離隔して冷却媒体を流すための流路を定めている複数のチューブ、ほぼ半径方向に延び冷却媒体を流すための流路を定めている複数のチューブ、ならびにロータの一部を形成しており軸方向および半径方向に延びるチューブを相互に連結する複数の流れ方向変換要素を有する後部ディスクを含んでおり、流れ方向変換要素は軸方向チューブおよび半径方向チューブの流路間で冷却媒体を連通させかつ方向変換する流路を有している）からなる動翼を冷却するための冷却系を有するタービンロータにおいて、冷却系の少なくとも一部を分解する方法であって、後部ディスクから流れ方向変換要素を取り外し、後部ディスクから半径方向チューブを半径方向外側方向に取り外し、そして軸方向チューブをほぼ後方に取り外す工程を含む方法が提供される。

30

40

【 0 0 1 6 】

本発明のさらに別の好ましい態様によると、動翼を装着した軸方向に離隔したホイール、およびこれらホイール間のスペーサ、ならびに冷却媒体をロータ内で動翼へ、および動翼から流すための複数の部品からなる動翼を冷却するための閉鎖回路冷却系を有するタービンロータにおいて、冷却系の1つ以上の部品を修復する方法であって、ロータから冷却系部品の少なくともひとつを取り外し、修復したそのひとつの冷却系部品またはそのひとつの冷却系部品の交換部品をロータに取り付ける工程を含む方法が提供される。

【 0 0 1 7 】

【 発明の実施の形態 】

図1に、本発明の好ましい具体例を含むタービンセクションの全体を10で示す。タービ

50

ンセクション 10 はタービンロータ R を取り囲むタービンハウジング 12 を含んでいる。この具体例の場合、ロータ R はホイール 14、16、18、20 からなる連続する 4 つの段を含んでおり、これらはそれぞれ円周方向に離隔した動翼またはブレード 22、24、26、28 を担持している。これらホイールはスペーサ 30、32、34 の間に交互に配置されている。スペーサ 30、32、34 の外側リムは複数の静翼またはノズル 36、38、40 と半径方向に整合して位置しており、ノズルの第一組 42 は第一の動翼 22 の前方に位置している。したがって、図示されている 4 段タービンでは第一段がノズル 42 と動翼 22 とからなり、第二段がノズル 36 と動翼 24 とからなり、第三段がノズル 38 と動翼 26 とからなり、最後に第四段がノズル 40 と動翼 28 とからなることが分かる。ロータのホイールとスペーサは、これらホイールとスペーサ中に整列された開口を通る複数の円周方向に離隔したボルト 44 によって互いに固定されている。タービンセクションの回りには複数の燃焼器（そのうちのひとつを 45 として示す）が配列されていて、ロータを回転させるためノズルと動翼からなるタービンセクションの高温ガス流路に高温の燃焼ガスを提供する。また、ロータは、後部シャフトを定めるボアチューブアセンブリ（全体を 48 で示す）と一体に形成された後部ディスク 46 も含んでいる。

10

【0018】

好ましくは最初の 2 段の少なくとも一方、好ましくは両方の組の動翼 22 と 24 には冷却用の熱媒体が供給される。この熱媒体は冷却用蒸気であるのが好ましい。冷却用蒸気はボアチューブアセンブリ 48 を介して供給され戻される。図 1 と 2 に関して、好ましい態様においては、ボアチューブアセンブリ 48 は、蒸気供給源、たとえばプレナム 52 から供給される冷却用蒸気を後部ディスク 46 に設けられている半径方向に延びる複数のチューブ 54 へ流す環状の通路 50 を含んでいる。チューブ 54 は円周方向に離隔して軸方向に延びる熱媒体供給チューブ 56 と連通しており、これら熱媒体供給チューブ 56 は第一段と第二段の動翼内の冷却用通路と連通している。高温の使用後の、すなわち戻される冷却用蒸気は、第一段と第二段の動翼から、円周方向に離隔して軸方向に延びる複数の帰還チューブ 58 を通って流れる。帰還チューブ 58 はその後部端において、後部ディスク 46 内で半径方向を内側に向かって延びる帰還チューブ 60 と連通している。使用後の蒸気は、チューブ 60 から、ボアチューブアセンブリ 48 の中央ボア 88 中に流れ、供給源に戻るか、または複合サイクル系で用いられる熱回収蒸気発生器へと流れる。

20

【0019】

以上の説明から分かるように、それぞれ軸方向に延びる供給チューブ 56 と帰還チューブ 58 はロータのリムに隣接してロータの円周に沿って配置されており、各々の供給チューブと帰還チューブは軸方向に積み重ねられたホイールとスペーサを貫通して軸方向に整列された開口を通して延びている。たとえば、第四段のホイール 20 とスペーサ 34 の整列された開口 62 と 64 を図 3 A に示す。同様に整列された開口が第一段、第二段、第三段のホイールとスペーサに設けられている。

30

【0020】

図 3 A に示されているように、冷却媒体供給チューブ 56 と帰還チューブ 58 を支持するためにホイールとスペーサの開口内のさまざまな位置にブッシングが設けられている。たとえば、スペーサ 34 を貫通する開口 64 の両端に隣接してブッシング 66 と 68 が配置されている。同様のブッシングが第三段スペーサ 32 の両端に配置されている。ホイール 16 の前方開口とスペーサ 30 の後部開口にはそれぞれブッシング 73 と 75 が設けられている。同様のブッシングが供給チューブの整列された開口に設けられている。

40

【0021】

図 3 A には帰還チューブ 58 が詳しく例示されている。しかし、ロータのリムの回りで離隔されている供給チューブと帰還チューブは本発明に関連する面において類似であり、特に注記する以外は一方の説明で他方の説明として十分であることが了解されよう。また、供給チューブ 56 と帰還チューブ 58 はロータ軸線 A（図 3 A）から等しい半径のところに中心があり、円周方向に互いに等間隔で離隔している。各チューブは、チューブの長さに沿って軸方向に離隔した位置に隆起した複数のランド 70 を有する薄壁構造体からなっ

50

ている。これらランド70の軸方向の位置は、ホイールとスペーサを貫通する開口のプッシングの位置に一致している。ランド70間は薄壁チューブセクション72である。ランド70の外側外面は薄壁セクション72の外面より半径方向外側にあることが了解されよう。各ランド70と隣接する薄壁セクション72との間に遷移セクション74が設けられている。遷移セクションはランドの外面から半径方向内側に向かって薄壁セクションの外面まで遷移する弧形の外面をもっている。各チューブの後部部分に隣接して拡大ランドまたはフランジ76が設けられている。供給チューブおよび帰還チューブ、これらのロータ内における保持方法ならびにこれらのためのシールに関する詳細な説明に関しては、1999年6月16日、1999年5月3日および1999年6月14日にそれぞれ出願された米国特許出願第09/334,187号、第09/304,202号および第09/332,330号(代理人整理番号51DV-9817, 839-561; 51DV-9856, 839-581および51DV-9858, 839-583。これらの開示内容は引用したことにより本明細書に含まれているものとする)を参照されたい。

10

【0022】

ここで、特に図3B~3Dを参照すると、ボアチューブアセンブリ48はロータの一部を形成しており、ロータ軸線Aの回りで回転するように装着されている。ボアチューブアセンブリ48は後部ディスク46を含んでおり、冷却媒体、たとえば蒸気のタービン動翼への流れを提供すると共に使用後の冷却媒体を帰還へ流す通路を提供している。すでに述べたように、冷却用蒸気は、複合サイクル系における閉鎖回路の蒸気冷却供給および帰還系の一部として、すなわち、高圧蒸気タービン排気から切り離して提供されてもよいし、または、実在するインプラント供給源から供給されてもよい。ボアチューブアセンブリ48は、外側チューブ82と、ロータシャフトの回転軸線に関して外側チューブ82と同心の内側チューブ84とを含んでいる。この外側チューブ82と内側チューブ84は環状の冷却用蒸気供給通路86を定め、一方内側チューブ84は使用後の冷却用蒸気通路88を提供している。特に図3Cを参照すると、ボアチューブアセンブリ48の回りに蒸気グランド90が配置されており、プレナム52を定めている。この蒸気グランド90は固定されており、ボアチューブアセンブリ48はシャフト軸線Aの回りで回転することが了解される。蒸気プレナム52は、図には示していない適切な供給源からの蒸気供給源に連結されており、冷却用蒸気を外側チューブ82と内側チューブ84との間の通路86に供給するように外側チューブ82を貫通して形成されている蒸気入口94と連通している。図3Cを参照すると、ラビリンスタイプのシール96と98、好ましくはスプリングバイアス式のシールが、外側チューブ82の回りをシールするように蒸気グランド90の両側に設けられている。この設計の変形では、ラビリンスシールの代わりにブラシシールを用いてもよいし、ラビリンスシールとブラシシールを組み合わせてもよい。蒸気グランド90の後部端は、帰還Rで概略的に示した使用後の冷却用蒸気を受容する固定蒸気パイプに連結されている。また、蒸気グランドは、ラビリンスシールを通り越して漏れる蒸気を集めてその蒸気が後部主軸受け104へ向け外側に流れ出ないようにするための漏れ蒸気プレナム100と102も含んでいる(図3C)。軸受け104は通常の軸受けであって、後部ディスク46と一体の後部シャフト106を含んでいる。したがって、このシャフト106はボアチューブアセンブリ80と共に回転可能である。

20

30

40

【0023】

図3Bを参照して、ボアチューブアセンブリ48の前方端は全体を108として示すエンドキャップアセンブリを含んでいる。このエンドキャップ108は、熱媒体供給通路86から半径方向チューブ54に熱媒体を連通させ、また使用後の冷却用蒸気を半径方向の帰還チューブ60から帰還通路88に戻すための流路を含んでいる。このエンドキャップアセンブリ108の詳細に関しては、1998年12月18日に出願された米国特許出願第09/216,363号(代理人整理番号51DV-9802, 839-540。この開示内容は引用したことにより本明細書に含まれているものとする)を参照されたい。

【0024】

ここで図4と5を参照すると、冷却媒体供給チューブ56はその各々が全体をSMで示す

50

マニホルドに冷却媒体を供給することが分かる。マニホルド S M は、円周方向に離隔した複数の供給マニホルドセグメント 120 (図 9) を含んでおり、これらはスペーサ 30 の後面と第二段ホイール 16 の前面との間に位置しているのが好ましい。セグメント 120 は各供給チューブ 56 に対して設けられており、それぞれ半径方向を内側に延びる中央懸垂突起部 124 を有する弧形リム 122 (図 9) を含んでいる。突起部 124 は、冷却媒体供給チューブ 56 と連結するように軸方向に後部方向に向かって開口した入口ポート 126 をもっている。特に、図 5 を参照すると、スプーリー (spoolie) 128 が冷却媒体供給チューブ 56 の前方端と入口ポート 126 とを連結している。このスプーリーは球形の端部を有する短いチューブからなる。たとえば、スプーリー 128 は冷却媒体供給チューブ 56 の末端で環状の内面と係合する球形端部 130 をもっている。同様に、スプーリー 128 の反対側の末端はマニホルドセグメント 120 の入口ポート 126 の環状の内面と係合する球形端部 132 をもっている。ここに開示したすべてのスプーリーの末端の球形形状により、このスプーリーと結合連結する部分または通路とスプーリーとの間の相対運動が可能になる。この特定の例では、軸方向の熱膨張および遠心荷重に起因する各スプーリー 128、供給チューブ 56 およびマニホルドセグメント 120 の間の動きが受け入れられる。

【0025】

また、マニホルド 120 は、マニホルドセグメント 120 内部のプレナム 138 (図 5) と連通してそれぞれの軸方向端面に沿って複数の出口ポート 134、136 も含んでいる。本例では、マニホルドセグメント 120 は、冷却媒体を隣接するホイールの動翼、たとえば第二段ホイール 16 の動翼に供給するように軸方向の後部方向に開口する 6 個の出口ポート 134 をもっている。また、マニホルドセグメント 120 は軸方向の前方向に開口する 6 個の出口ポート 136 (図 5) を含んでいる。各出口ポート 136 は、第一段と第二段のホイール 14 と 16 の間のスペーサ 30 を貫通する通路 140 と軸方向で整合している。

【0026】

特に、各後部出口ポート 134 とホイール 16 の動翼 24 の前方一体延長部 144 との間にスプーリー 142 が配置されている。この一体延長部 144 は、動翼と一体的に鋳造されたものが好ましく、第二段動翼の冷却媒体入口を形成する。この延長部 144 は動翼ダブテール鋳造品と一体的に中実のブロック形態で鋳造すると安価に提供できることが判明している。延長ブロックを鋳造した後、機械加工、すなわちドリル加工して、スプーリー 142 を受容する軸方向入口開口を開ける。このようなブロック形態での初期一体鋳造により、動翼ダブテールの開口の正確な位置の許容公差が改善される。しかし、動翼ダブテールにあらかじめドリルで開けた穴に別の中実のチューブをろう付けしてスプーリー 142 を受け入れることができることが分かる。スプーリー 142 は、スプーリー 128 と類似のタイプのもの、すなわち、出口ポート 134 と延長部 144 の部分に嵌る球状の端部をもつものである。

【0027】

各通路 140 には供給クロスオーバーチューブ 146 が備わっており、このチューブ 146 は供給マニホルドセグメント 120 の軸方向前方に面する出口ポート 136 と別のスプーリー 148 を介して連通している。すなわち、各クロスオーバーチューブ 146 の後部端はスプーリー 148 の前方球状部分を受容する環状のシートをもっており、一方出口ポート 136 は同様に各々がスプーリー 148 の後部球状部分を受容する環状のシートをもっている。図 5 に示されているように、各クロスオーバーチューブ 146 は、その後部端に隣接して直径方向に拡大したランド 150 を、またそのクロスオーバーチューブの長さの中間に直径方向に拡大したランド 152 をもっている。また各クロスオーバーチューブ 146 は拡大された部分 152 の前方端に半径方向に拡大したフランジ 154 も含んでおり、このフランジ 154 はスペーサ 30 を貫通する開口 140 の前方端で面取り部 156 に当接する。各クロスオーバーチューブ 146 は第一段ホイール 14 に向かって前方に伸びており、また軸方向に離隔した一対のフランジ 158 と 160 をもっていてチューブ 1

10

20

30

40

50

46の片持ち前方端部で保持スリーブスタンドオフを形成している。クロスオーバーチューブ146の前方端はスプーリー162に接続されており、このスプーリー162はその反対側の末端で第一段ホイールの動翼の後部延長部164に接続されている。したがって、延長部164は第一段動翼の冷却媒体入口を形成する。クロスオーバーチューブ146は、フランジ154がスペーサ30の面に対して係合していることにより、後部方向、すなわち図5で左から右への軸方向の動きに対して固定されている。第一段ホイールの各動翼の各後部延長部164は、延長部144と同様に、ブロック形態で動翼ダブテールと共に一体的に鋳造し、機械加工した軸方向開口をもつのが好ましい。

【0028】

保持スリーブ166はクロスオーバーチューブ146のフランジ158と160の上に載っており、各スリーブ166はその後部端がフランジ154と係合している。各保持チューブの反対側の端は168で外側に拡がり、第一段の動翼の後部面からある限られた距離だけ離隔してクロスオーバーチューブ146の軸方向の膨張を許容している。クロスオーバーチューブと保持スリーブの詳細に関しては、1999年5月14日に出願された同時係属中の米国特許出願第09/312,334号(この開示内容は引用したことにより本明細書に含まれているものとする)を参照されたい。

【0029】

また、供給マニホールドセグメントは、そのマニホールドの翼の先端に、その後部面に沿って凹み127(図9)を含んでいる。スペーサ30の後部面にある円周方向に離隔し半径方向を内側に向かうフランジがこの凹みに係合して、供給マニホールドを正しい位置に保持すると共に供給チューブとのその接続を保つ。

【0030】

要約すると、円周方向に離隔し軸方向に延びる冷却媒体供給チューブ56が、ロータの回りで円周方向に配置された供給マニホールドセグメント120のプレナム138に冷却媒体、好ましくは蒸気を供給する。この冷却媒体は、第二段ホイール16の動翼24に冷却媒体を供給するように出口ポート134を通して軸方向後部方向に流れる。また、この冷却媒体は、出口ポート136を介して軸方向前方向にも供給され、クロスオーバーチューブ146を通り第一段ホイール14の動翼22中に流れる。図3Aと4には第二段の動翼24を通る流路が示されているが、第一段と第二段のホイールの動翼内の流れは本発明の一部を構成しない。

【0031】

ここで図6を参照すると、第一段と第二段のホイールの動翼からの使用後の冷却媒体は全体をRMで示す帰還マニホールドに戻り、この帰還マニホールドRMは使用後の冷却用蒸気を帰還チューブ58に供給する。帰還マニホールドRMは円周方向に離隔した複数の帰還マニホールドセグメント170(図8)を含んでおり、これらセグメントはスペーサ30の前方面と第一段ホイール14の後部面との間に位置しているのが好ましい。図8を参照して、各セグメントは半径方向外側のリム172と内側に延びる突起部174とをもち、これらリム172と突起部174がプレナム176を定めている。各突起部174は、軸方向後部方向に開口して戻り蒸気をマニホールドセグメント170からスプーリー180を介して帰還チューブ158へ流す出口ポート178をもち、この排出口すなわち出口ポート178はスプーリー180の球状端部182とはめ合い係合するほぼ環状のシートをもち、スプーリー180の反対側の端は帰還チューブ58の前方端の環状シート186と係合する同様な球状部分184をもち、

【0032】

各帰還マニホールドセグメント170のリム172は、後方に開口する複数、たとえば6個の入口ポート188と、前方に開口する複数、たとえば6個の入口ポート190とを含んでいる。第一段の動翼22からの使用後の冷却媒体をマニホールドセグメント170に連通させるために、第一段動翼22の動翼ダブテールの各々の後面に延長部192が好ましくは一体的に鋳造されており、冷却媒体出口を形成している。両端に球状の部分をもつスプーリー194が各延長部192の末端の環状部分と各入口ポート190に嵌っている。

10

20

30

40

50

したがって、使用後の冷却媒体は第一段の動翼 2 2 から延長部 1 9 2、スプーリー 1 9 4 および入口ポート 1 9 0 を通って円周方向に配置されたマニホールドプレナム 1 7 6 中に流れる。

【 0 0 3 3 】

第二段の動翼 2 4 からの使用後の冷却用蒸気を帰還マニホールドプレナム 1 7 6 に連通させるために、介在するスペーサ 3 0 を貫通して軸方向に延びるボアホール 1 9 8 を通って複数のクロスオーバー帰還チューブ 1 9 6 が設けられている。帰還クロスオーバーチューブ 1 9 6 は各々がボアホール 1 9 8 と係合するためのランド 2 0 0、2 0 2、2 0 4 をもっている。拡大した直径のフランジ 2 0 6 がスペーサ 3 0 を貫通する開口 1 9 8 の縁に当接して帰還クロスオーバーチューブ 1 9 6 の軸方向前方への動きを阻止する。保持スリーブ 2 0 8 はその一端でフランジ 2 0 6 と係合し、反対側には拡がった端をもっていて第二段動翼の前面との間に小さい軸方向の隙間を定めている。したがって、クロスオーバーチューブ 1 9 6 は、スペーサ 3 0 の後面に対するそのフランジ 2 0 6 の係合により前方への軸方向の動きに対して固定され、また第二段動翼の前面に対する保持スリーブの拡がった端の係合により（スリーブ 2 0 8 の前方端がフランジ 2 0 6 に当接して）その軸方向後方への動きが制限される。

【 0 0 3 4 】

すでに記載した態様と同様に、スプーリー 2 1 0 が、第二段動翼の好ましくは一体的に鋳造された延長部 2 1 2 とクロスオーバーチューブ 1 9 6 の後部端とを相互に連結している。この延長部 2 1 2 は第二段動翼の冷却媒体出口を形成している。同様に、スプーリー 2 1 4 は、帰還クロスオーバーチューブ 1 9 6 の前方端と帰還マニホールドセグメント 1 7 0 の入口ポート 1 8 8 とを相互に連結している。スプーリー 2 1 0 と 2 1 4 はすでに記載したのと同様な構成であり、すなわち隣接する部品の環状表面に嵌合する球状の部分をもっている。

【 0 0 3 5 】

図 6 に示されているように、クロスオーバーチューブ 1 9 6 は軸方向に隣接する半径方向に差し込まれた供給マニホールドセグメント 1 2 0 の上を通ることが分かる。しかし、図 4 と 5 に戻ると、供給マニホールドセグメント 1 2 0 と第一段動翼 2 2 とを相互に連結し供給マニホールドセグメントリム 1 2 2 の両端または先端に位置する少なくとも一対の供給クロスオーバーチューブ 1 4 6 が、帰還マニホールドセグメント 1 7 0 の中央部分に同じ円周方向位置で形成された開口 2 2 0（図 4）を貫通して軸方向に通ることが分かる。供給マニホールドセグメント 1 2 0 からの残りの供給クロスオーバーチューブ 1 4 6 は円周方向で隣接する帰還マニホールドセグメント 1 7 0 のリム 1 7 2 の外側翼の下を通る。また、図 4 を見ると分かるように、供給マニホールドセグメント 1 2 0 が帰還マニホールドセグメント 1 7 0 の半径方向内側に離隔しているばかりでなく、これらセグメント 1 2 0 と 1 7 0 は円周方向で互いにずれている。

【 0 0 3 6 】

各帰還マニホールドセグメントはまた、マニホールドセグメントの翼の先端にその前面に沿って凹み 1 7 5 も含んでいる。スペーサ 3 0 の前面にある円周方向に離隔し半径方向内側に向かうフランジ 1 7 7（図 5）が凹み 1 7 5 と係合して帰還マニホールドセグメントを帰還チューブと共に正しい位置に保持する。

【 0 0 3 7 】

第一段と第二段の動翼の帰還冷却系を要約すると、使用後の冷却媒体、たとえば蒸気は後方に流れ、第一段動翼 2 2 からダブテール延長部 1 9 2 およびスプーリー 1 9 4 を通り入口ポート 1 9 0 を介して帰還マニホールドセグメントプレナム 1 7 6 中に流れる。第二段動翼 2 4 からの使用後の冷却用蒸気は動翼ダブテール延長部 2 1 2 からスプーリー 2 1 0、クロスオーバーチューブ 1 9 6 およびスプーリー 2 1 4 を介して前方に流れ、入口ポート 1 8 8 を介して帰還マニホールドセグメントプレナム 1 7 6 中に流れる。使用後の冷却用蒸気はプレナム 1 7 6 からスプーリー 1 8 0 を通って帰還チューブ 5 8 中に流れ、結合したエルボおよび半径方向の半径方向チューブならびに軸方向の通路 8 8 を通って流れて帰還

に至る。

【 0 0 3 8 】

また、連結部は環状のシートをもっているが、薄壁スプーリーの球状端部 1 3 2 は作動中の離脱および／または破碎を防ぐために嵌め合い部の球状シートによく適合しうることも分かる。球状シートは、遠心荷重がかかったときの半径方向の動きを阻止するためにスプーリーの半径方向の配向が特に重要である。スプーリー末端での締めは漏れを防ぎ、遠心荷重にうち勝つのに十分な予備荷重を提供し、作動中の自己整合を可能にする。スプーリーの球状末端はトリバロイ(Triballoy) 8 0 0 で被覆してあるのが好ましい。スプーリーの球状端部とそのための球状シートの一例を図 1 5 に示した。このスプーリー 2 4 9 は球状端部 2 5 1 を有するスプーリー 1 2 8、1 4 2、1 4 8、1 6 2、1 9 4、2 1 0、2 1 4 または 1 7 0 のいずれかであってもよい。隣接する部分 2 5 3 は環状のシートまたは図示されている球状のシート 2 5 5 をもっていることができる。

10

【 0 0 3 9 】

ここで図 2、3 B および 1 0 ~ 1 4 を参照して供給熱媒体および戻り熱媒体を軸方向と半径方向との間で遷移させるための後部ディスク 4 6 内の相互連結部、たとえばエルボについて説明する。図 2 を参照すると後部ディスク 4 6 は円周方向に離隔した一般にダブル（あり溝）形の半径方向に開口している複数のスロット 2 2 2 を含んでいる。これらスロット 2 2 2 は供給相互連結部および戻り相互連結部、たとえばエルボ 2 2 4 および 2 2 6 を含む流れ方向変換要素を受容する。各エルボは後部ディスク 4 6 の回りのダブルとほぼ相補的な形状の外面をもっており、これらエルボがスロット 2 2 2 中に軸方向に挿入され、半径方向外側への動きに対して保持されるようになっている。図 1 0 に供給エルボ 2 2 4 を示す。供給エルボ 2 2 4 は、鑄造材料から形成されているのが好ましく、長手方向に延びるボアセクション 2 2 8 と半径方向に延びるボアセクション 2 3 0 とをもっており、これらセクションは図示したように 9 0 ° 向きを変える遷移ボア 2 3 2 を介して互いに連通している。エルボ 2 2 4 の後部端は半径方向内側に開口しているグループ 2 3 4 を含んでいる。

20

【 0 0 4 0 】

図 1 1 に帰還エルボ 2 2 6 を示す。帰還エルボ 2 2 6 は軸方向に延びるボア開口 2 3 8 と半径方向に延びるボア開口 2 4 0 とを含んでおり、これら開口は 9 0 ° 向きを変える遷移ボア 2 4 2 を介して互いに連通している。帰還エルボ 2 2 6 の後部端は半径方向内側に開口するグループ 2 4 4 を含んでいる。供給エルボ 2 2 4 と帰還エルボ 2 2 6 の半径方向に開口しているボア 2 3 0 と 2 4 0 は、いずれも円周方向および軸方向に互いにずれており円周方向および半径方向にずれた供給チューブ 5 4 と帰還チューブ 6 0 をそれぞれ受け入れることが分かる。

30

【 0 0 4 1 】

供給エルボ 2 2 4 および帰還エルボ 2 2 6 の軸方向に延びるボア 2 0 8 および 2 1 8 は、すでに記載したスプーリーと同様な構造のスプーリーを介して軸方向に延びる供給チューブ 5 6 および帰還チューブ 5 8 とそれぞれ相互に連結している。帰還エルボ 2 2 6 と軸方向に延びる帰還チューブ 5 8 とを相互に連結するスプーリー 2 4 6 の一例を図 3 A に示した。同様のスプーリーが供給エルボ 2 2 4 と供給チューブ 5 6 とを相互に連結している。

40

【 0 0 4 2 】

図 1 2 を参照すると、供給チューブ 5 4 と帰還チューブ 6 0 の半径方向外側端は各々カラー 2 5 0 をもっている。このカラーの外側端は拡がっており、それぞれのエルボの半径方向に延びるボア 2 3 0 または 2 4 0 とフレアはめ合い係合してエルボと半径方向チューブとの間の流体連通を確立している。半径方向チューブと流れ方向変換要素、たとえばエルボとを相互に連結するために、図 1 3 に示した連結部材、たとえばスプリングクリップ 2 5 2 を使用する。各スプリングクリップは、円周方向に離隔して半径方向外側に向かい開口 2 5 8 のあるボス 2 5 6 が設けられている半径方向部 2 5 4 を有するアングルからなっている。スプリングクリップ 2 5 2 のほぼ軸方向に延びる部分 2 6 0 は軸方向に延びる一対の脚 2 6 1 をもっており、この一対の脚はほぼ半円形の開口 2 6 2 を定めており、その

50

末端に隣接して半径方向外側に突出する一対のボス 2 6 4 で終わっている。図 1 2 に示されているように、スプリングクリップ 2 5 2 は、軸方向セクション 2 6 0 のアームをカラー 2 5 0 の下にして関連するエルボ 2 2 4 または 2 2 6 にボルト 2 6 3 で固定される。特に、ボス 2 6 4 はカラー 2 5 0 の下側と係合する。半径方向供給チューブ 5 4 と半径方向帰還チューブ 5 6 は軸方向に互いにずれているので、帰還チューブ 6 0 の半径方向外側端を固定するのに用いるクリップの脚 2 6 1 は供給チューブ 5 4 の端を固定するのに用いるクリップの脚 2 6 より長いことが了解されよう。

【 0 0 4 3 】

図 3 B に示されているように、後部ディスク 4 6 のスロット 2 2 2 間の後面は半径方向内側に開口するグループ 2 6 6 をもっている。エルボ 2 2 4 と 2 2 6 がスロット 2 2 2 内に軸方向に挿入されると、円周方向に延びるバンドまたはワイヤ 2 6 8 (これは半径方向外側に向けてバネ荷重をかけてもよい) がグループ 2 3 4、2 4 4 および 2 6 6 内に挿入されて後方への軸方向の変位に対してエルボを保持し、グループ 2 6 6 とバンド 2 6 8 がエルボに対する軸方向ストップを形成することが了解されよう。エルボ 2 2 4 と 2 2 6 の後部フランジ 2 7 0 と 2 7 2 は後部ディスク 4 6 の後面に突き当たりロータに対するエルボの軸方向前方への動きを阻止する。図 1 4 は、後部ディスク 4 6 の対応するスロット 2 2 2 内にある供給エルボと帰還エルボを示している。

【 0 0 4 4 】

ここで図 1 8 と 1 9 を参照すると、供給チューブ 5 6 と帰還チューブ 5 8 の後部端をロータに固定する保持アセンブリが示されている。図 1 9 には、チューブ、たとえば帰還チューブ 5 8 が半径方向に拡大したランド 2 8 0 と共に示されている。四番目のホイール 2 0 の後面にある座ぐりした凹み 2 8 4 内にブッシング 2 8 2 が配置されている。チューブ 5 8 の高くなったランド 2 8 0 の前方端がブッシング 2 8 2 の内部フランジに対して当接してチューブの軸方向前方への動きを阻止する。各ランドの後肩は一対の保持部品、たとえばプレート 2 8 6 に当接し、後方への動きを阻止する。この保持プレート 2 8 6 は後部ディスクの前面に当接する。

【 0 0 4 5 】

図 1 8 を参照すると、ホイール後面は環状の凹み 2 8 8 を含んでおり、この凹みを通してチューブを受容する開口が通っている。この凹み 2 8 8 の半径方向の両端はフランジ 2 9 0 と 2 9 2 で仕切られ、これらフランジは保持プレート 2 8 6 に対し半径方向内側と外側のストップをそれぞれ形成している。半径方向外側のフランジ 2 9 0 は円周方向に離隔した複数のインデントまたはスロット 2 9 4 を含んでおり、これらにより以下に記載するように保持プレート 2 8 6 の取り外しのためのアクセス開口が得られる。フランジ 2 9 0 には各チューブ開口位置のホイールの後面の回りで円周方向に離隔した位置に縮小アクセススロット 2 9 8 が形成されて、保持プレートへのアクセススロットが与えられており、これによってプレートを取り外し位置にシフトすることができる。

【 0 0 4 6 】

図 1 8 に示されているように、各保持プレート 2 8 6 はそれぞれのフランジ 2 9 0 と 2 9 2 の曲率に対応して曲がった外側と内側のエッジ 3 0 0 と 3 0 2 を含んでおり、そのためプレートはそれらフランジ間に受容されることができる。保持プレートの半径方向外側のエッジ 3 0 0 から外側に向かって耳 3 0 4 が突出しており、外側フランジ 2 9 0 のアクセススロット 2 9 4 の一端中に突き出ている。各保持アセンブリの保持プレートは互いに鏡像関係にある。各プレートの内側エッジはチューブの半径に対応する半径の半円形のエッジ 3 0 6 をもっている。したがって、保持プレート 2 8 6 はフランジ 2 9 0 と 2 9 2 の間に位置しており、チューブ 5 8 の円周方向両側にまたがっている。保持プレート 2 8 6 を高くなったランド 2 8 2 の後の正しい位置にロックするために、一対のピンすなわちストップ 3 1 0 を後部ホイールの面内の開口中に挿入し、保持プレート 2 8 6 の円周方向外側のエッジと係合させて、プレート 2 8 6 がチューブをまたぐその位置から円周方向に分離する動きを阻止する。ピン 3 1 0 の取り外しおよび保持プレートの取り外しのためのピンへのアクセスはその上にあるウィンディジプレートを取り外した後に可能になる。その後

、スロット 2 9 4 を介して工具を挿入することにより後部シャフトから後方にピン 3 1 0 を引き抜く。ピン 3 1 0 を取り外すと、各保持プレートは、それが保持していたチューブから離れて円周方向にスライドしてスロット 2 9 4 と半径方向に整列させることができる。このように整列させれば、保持プレートは半径方向外側の方向に引き抜かれる位置になる。

【 0 0 4 7 】

ここで図 3 B と 1 6 を参照して蒸気冷却回路を含む部品を分解する方法について説明する。エルボ 2 2 4 と 2 2 6 は保持ワイヤ 2 6 8 により図 3 に示されている位置に保持されていることを思い起こされたい。また、スプリングクリップ 2 5 2 がエルボにボルト止めされ、半径方向チューブ 5 4 と 6 0 を半径方向最も外側の位置に保持する役目を果たしている。半径方向チューブと軸方向チューブを取り外すためには、最初にワイヤ 2 6 8 を取り外し、スプリングクリップ 2 5 2 のボルト 2 6 3 をエルボからねじ外し、同様に取り外す。スプリングクリップ 2 5 2 を取り外すことにより、半径方向チューブ 5 4 と 6 0 はその上端が露出し、半径方向内側へ動けるように解放される。チューブ 5 4 と 6 0 を半径方向内側に移動させることにより、エルボ 2 2 4 と 2 2 6 の軸方向で後方へのスライド移動ができるようになる。エルボの上のカバープレートも解放される。エルボを直接軸方向チューブに結合しているスプーリーもまた軸方向にエルボと共に取り外すか、またはエルボとは別に軸方向後方に引き抜いてもよい。図 1 6 には、帰還エルボ 2 2 6 と帰還チューブ 5 8 を相互に連結しているスプーリー 2 4 6 が示されている。エルボとスプーリーを取り外したら、図 1 7 に示されているように半径方向チューブ 5 4 と 6 0 を半径方向外側に向けて引き抜く。

【 0 0 4 8 】

ここで図 1 8 と 1 9 を参照して、保持プレート 2 8 6 が解放され取り外されると、軸方向の供給チューブ 5 6 と帰還チューブ 5 8 を軸方向後方に向けて引き抜くことができる。プレート 2 8 6 を解放するには、最初にその上にあるウィンディジプレート 2 8 7 を取り外した後、ピン 3 1 0 を、特に後部ディスク 4 6 の外側リムの軸方向開口 2 8 9 を介して、ホイール 2 0 から後方へ取り外す。ピン 3 1 0 を取り外すと各保持プレートはそれが保持していたチューブから離れて円周方向をスライド移動することが可能になり、半径方向最も外側のフランジ 2 9 0 を通ってスロット 2 9 4 と半径方向に整列することになる。いったん整列されたら、保持プレート 2 8 6 を図 1 9 の矢印で示されているように半径方向外側に引き抜く。保持プレート 2 8 6 はチューブの軸方向後方への動きを阻止する唯一の手段であるので、チューブ 5 6 と 5 8 は軸方向を後方へ引き抜くことができる。帰還チューブ 5 8 の取り外しを図 2 0 に示したが、その移動方向は矢印で示されている。帰還チューブ 5 8 の軸方向の引き抜きと共に、帰還チューブ 5 8 の前方端と帰還マニホールド R M とを相互に連結するスプーリー 1 8 0 も取り外されることが了解されよう。スプーリー 1 8 0 が帰還チューブ 5 8 から切り離されたら、帰還チューブ 5 8 の置かれたホイールとスペーサを貫通する整列された開口を通して取り外すことができる。

【 0 0 4 9 】

同様に、軸方向の供給チューブ 5 6 を、図 2 2 に示されているように、ホイールとスペーサの整列された開口から軸方向後方へ引き抜く。その前方端にあるスプーリーも同様にチューブと共に引き抜くか、または別に引き抜いてもよい。

【 0 0 5 0 】

図 2 3 を参照して、クロスオーバーチューブとマニホールドを取り外すには、隣接するホイールの動翼、すなわち第一段と第二段のホイール 1 4、1 6 の動翼を取り外す。動翼を円周方向の配列に保持している保持ワイヤ（図示してない）を最初に取り外す。これにより、第一段ホイールの動翼は取り外しのために軸方向前方方向に移動できるようになり、また第二段ホイールの動翼は軸方向・半径方向の矢印で示されているように取り外しのために軸方向後方に移動できるようになる。動翼を取り外す際に、動翼とマニホールドを連結しているスプーリー 1 4 2、1 6 2、2 1 0、1 9 4 を動翼と共に軸方向に引く。あるいは、これらのスプーリーはクロスオーバーチューブ 1 4 6 と 1 9 6 と共に引き出すことがで

きる。これらのスプーリーを取り外した後、クロスオーバーチューブ 146 と 196 はスペーサのそれぞれの両端を介して取り外せるように解放される。図 24 と 25 に示されているように、供給マニホールドから第一段動翼までのクロスオーバーチューブ 146 は図 25 の矢印で示されている軸方向前方に引き抜くことができる。同様に、クロスオーバーチューブ 196 は、図 25 に示されているように、取り外された第二のホイールの動翼が占めていた空間中に軸方向後方に移動することができる。スプーリー 56、142、148、180、194、214 を取り外すと、マニホールドセグメントも取り外しのために解放される。マニホールドセグメント 120 と 170 を半径方向内側に短い距離だけ移動してスペーサの上を覆っているリップを外す。次にマニホールドセグメントを円周方向に短い距離だけ回転する。次いで、図 26 に矢印で示されているように、供給マニホールドセグメント 120 を軸方向に移動させ、その結果これを半径方向外側方向に取り外してスペーサ 30 上のリップを外すことができる。同様に、帰還マニホールドセグメント 170 を、半径方向内側に、円周方向に、軸方向前方に、そして半径方向外側方向に移動させてスペーサ 30 と第一段ホイール 14 との間から取り外す。

【0051】

ボアチューブアセンブリ 48 も後部シャフト 106 から引き抜くことができる。このボアチューブアセンブリ中の供給蒸気通路と戻り蒸気通路を定めている内側チューブ 84 と外側チューブ 82 はその前方端がエンドキャップ 108 に固定されていることも思い起こされよう。また、外側チューブ 82 とエンドキャップ 108 の外径は後部シャフト 106 の直径より小さく、ボアチューブアセンブリを軸方向後方に引き抜くことができる。図 3B を参照すると、半径方向に延びる複数の 1 つ、好ましくは 4 個のピン 300 が後部ディスク 46 の直径の小さくなった部分を通して延びている。半径方向のピン 300 の半径方向内側の末端はエンドキャップ 108 の外側周辺表面に形成された止まり穴または凹みに係合しており、これら内側と外側のボアチューブ 82 と 84 は、好ましくは溶接により、エンドキャップ 108 の末端に固定されている。

【0052】

半径方向のピン 300 をそのボアチューブ係合位置に保持するために、図 3B に示されているように、軸方向に延びる同じ複数のピン 302 が後部ディスクを通して挿入されている。この軸方向のピン 302 は半径方向のピンの半円形の切欠きに係合して半径方向のピン 300 をボアチューブアセンブリに係合した位置に保持している。

【0053】

したがって、ボアチューブアセンブリを取り外すには、軸方向のピン 302 を軸方向に取り外して半径方向のピンを半径方向外側に引き抜く動きに対して解放する。軸方向のピン 302 へのアクセスは、主軸受けカバーと補助部品の取り外しによって可能になる。半径方向のピン 300 をエンドキャップの穴から引き抜くことにより、半径方向の蒸気供給チューブ 54 と蒸気戻りチューブ 60 はすでに引き抜かれているので、ボアチューブアセンブリを修復および/または交換のために後部シャフトに沿って軸方向後方に引き抜くことができる。

【0054】

以上のことから、タービンを蒸気冷却するための蒸気流路を含むさまざまな部品を必要に応じ、または予定したメンテナンス間隔でタービンから分解・取り外し、修復または交換することができるということが了解される。これらさまざまな蒸気部品をタービンに組み立てるのはその分解に関して上に説明したのと逆の順序で行えばよい。

【0055】

現時点で最も実用的で好ましい態様と思われる具体例に関連して本発明を説明して来たが、本発明はこれら開示した具体例に限定されることはなく、特許請求の範囲の思想と範囲内に含まれるさまざまな修正および均等な配置構成を包含するものと理解されたい。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の好ましい具体例による冷却系の一部を含むタービンセクションを示すガスタービンの一部分の断面図である。

10

20

30

40

50

【図 2】説明を容易にするために一部を切り開き断面で示したタービンロータの一部の断片透視図である。

【図 3】図 3 A、3 B、3 C および 3 D の関係を示すブロック図である。

【図 3 A】ロータのリムを示す断片断面図であり、熱媒体帰還チューブが示されている図である。

【図 3 B】ロータの後部でそのリムに隣接する部分の拡大断面図であり、半径方向の供給チューブおよび帰還チューブならびにそれらとボアチューブアセンブリとの連通状態が示されている図である。

【図 3 C】図 3 B に示したボアチューブアセンブリの続きを構成する拡大断面図である。

【図 3 D】ボアチューブアセンブリの後部端の拡大断面図である。

【図 4】供給マニホールドセグメントおよび帰還マニホールドセグメントとそれぞれ相互に連結された供給チューブおよび帰還チューブを示す、一部破断して断面で示す断片透視図である。

【図 5】ほぼ図 4 の 5 - 5 線に沿って取った拡大断片断面図であり、供給マニホールドセグメントと、冷却媒体を隣接するホイールの動翼に連通させるさまざまな通路とが示されている図である。

【図 6】ほぼ図 4 の 6 - 6 線に沿って取った断片断面図であり、使用後冷却媒体を軸方向に隣接する動翼から帰還チューブへ戻すための帰還マニホールドセグメントが示されている図である。

【図 7】供給マニホールドセグメントと帰還マニホールドセグメントとの間の関係を示す縮小断面図である。

【図 8】帰還マニホールドセグメントの透視図である。

【図 9】供給マニホールドセグメントの透視図である。

【図 10】冷却媒体を軸流方向と半径流方向との間で方向変換するための供給エルボの断面図である。

【図 11】冷却媒体を軸流方向と半径流方向との間で方向変換するための帰還エルボの断面図である。

【図 12】エルボと後部ディスクの半径方向に延びる熱媒体搬送チューブとの間の連結部を示す一部断面の断片側面立面図である。

【図 13】エルボと半径方向チューブとの間を連結するスプリングクリップの透視図である。

【図 14】後部ディスクで前方方向に見た断片立面図である。

【図 15】断面で表した隣接する部品の球状シートに係合した球状端部を有する代表的なスプリーの断片立面図である。

【図 16】部品を取り外した状態を示し、その取り外しを容易にする移動の方向を示す図 3 と同様な図である。

【図 17】半径方向チューブの半径方向の取り外しを示す図 16 と同様な図である。

【図 18】四段タービンの四番目のホイールの後部端面の断片端面立面図である。

【図 19】図 18 に示した保持プレートの取り外しを示す断片断面図である。

【図 20】帰還チューブの軸方向後方への取り外しを示す図 3 A と同様な図である。

【図 21】帰還チューブとスプリーの軸方向後方への取り外しを示す図 6 と同様な図である。

【図 22】供給チューブとスプリーの後方への取り外しを示す図 5 と同様な図である。

【図 23】タービン動翼の第一段および第二段ホイールからの取り外しを示す図 3 A と同様な図である。

【図 24】供給クロスオーバーチューブの前部および後部スプリーの取り外しを示す図 5 と同様な図である。

【図 25】供給クロスオーバーチューブと帰還クロスオーバーチューブの取り外しを示す図 24 と同様な図である。

【図 26】マニホールドセグメントの取り外しを示す図 25 と同様な図である。

10

20

30

40

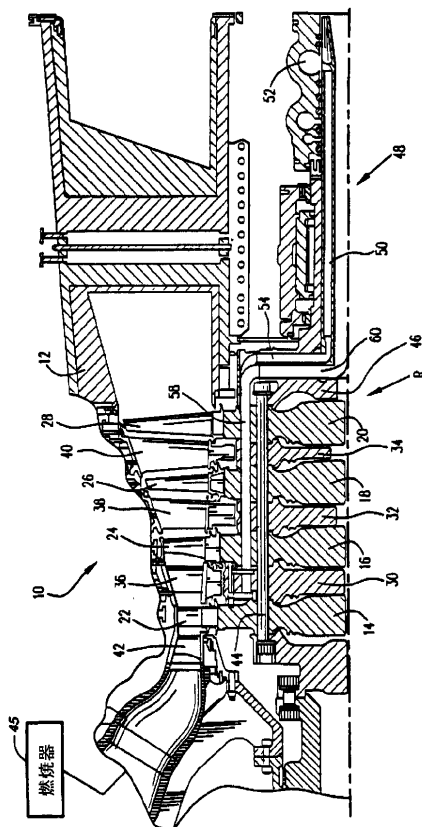
50

【符号の説明】

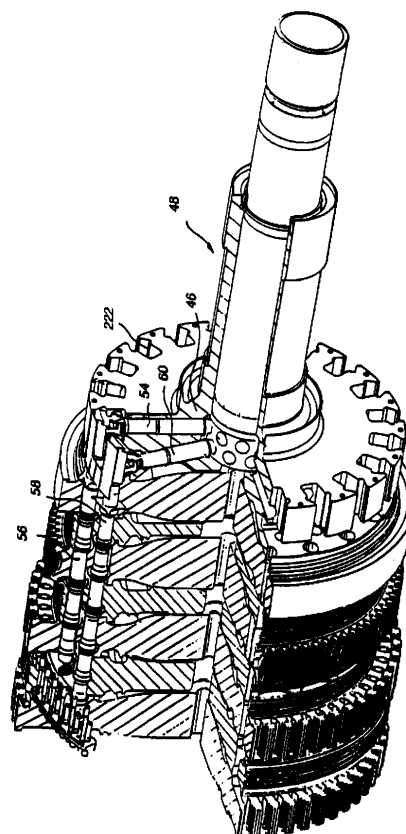
- R タービンロータ
 R M 帰還マニホルド
 S M 供給マニホルド
 14、16、18、20 ホイール
 22、24、26、28 動翼
 30、32、34 スペーサ
 46 後部ディスク
 48 ポアチューブアセンブリ
 52 供給源（プレナム）
 54、60 半径方向チューブ
 56、58 軸方向チューブ
 128、180 スプーリー
 146、196 クロスオーバーチューブ
 224、226 流れ方向変換要素（エルボ）
 252 連結部材（スプリングクリップ）
 286 保持部品（プレート）。

10

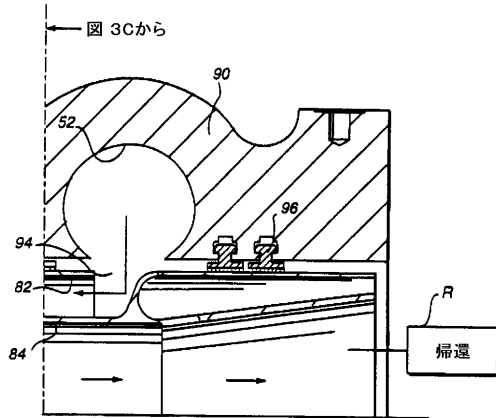
【図1】



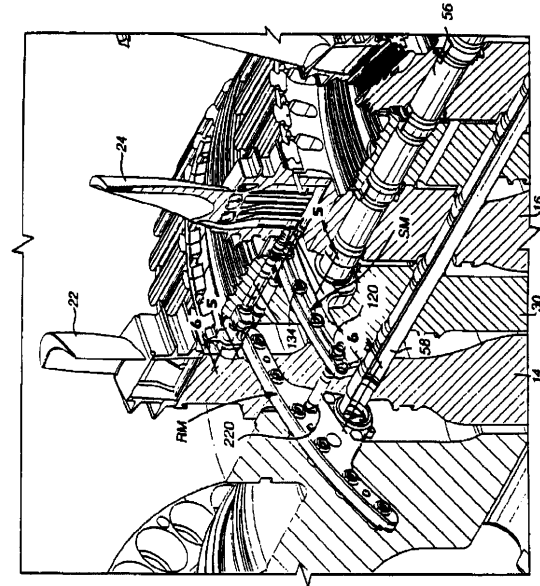
【図2】



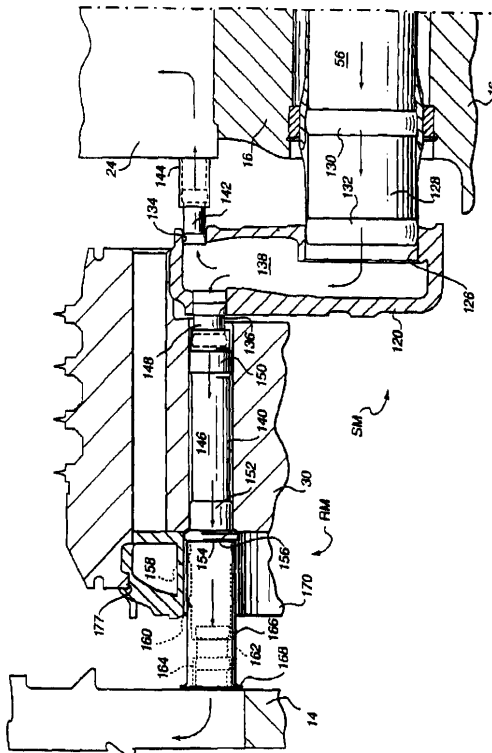
【図 3 D】



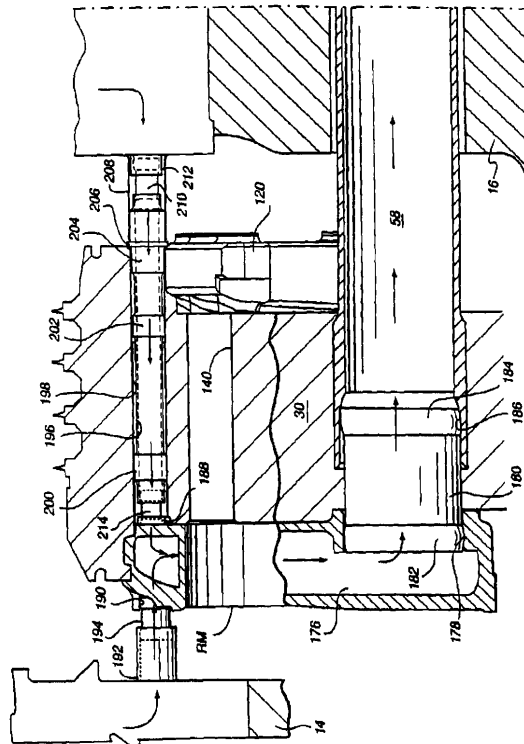
【図 4】



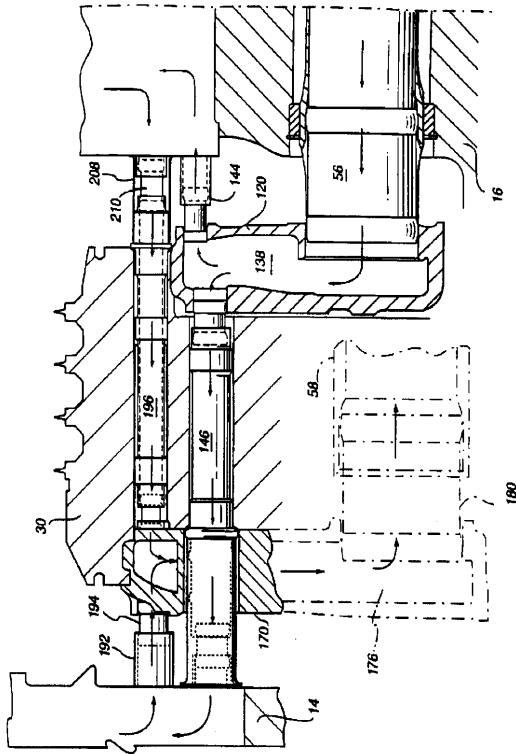
【図 5】



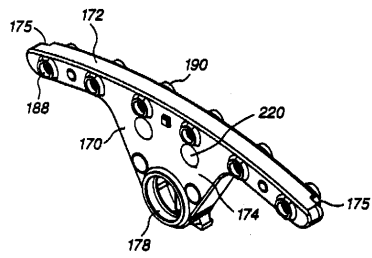
【図 6】



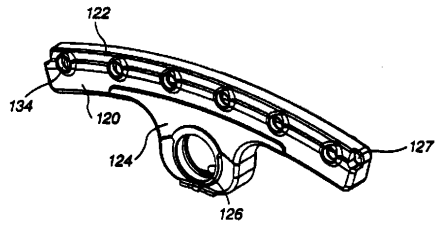
【図 7】



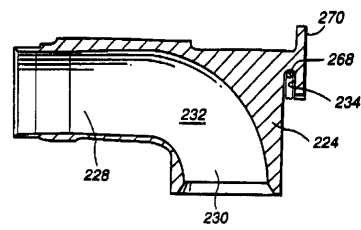
【図 8】



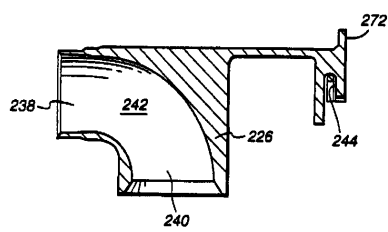
【図 9】



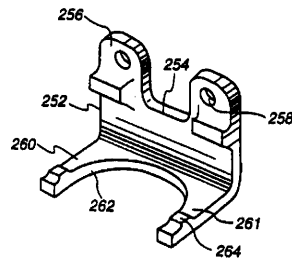
【図 10】



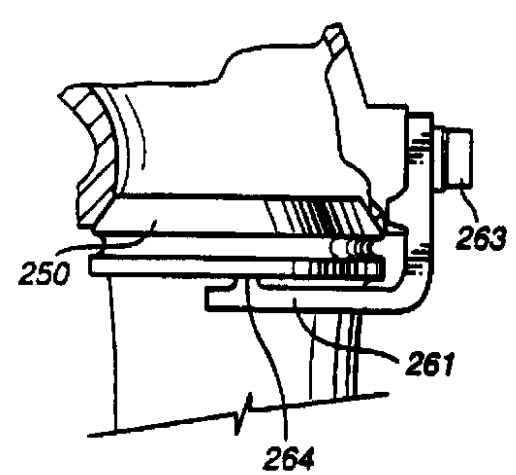
【図 11】



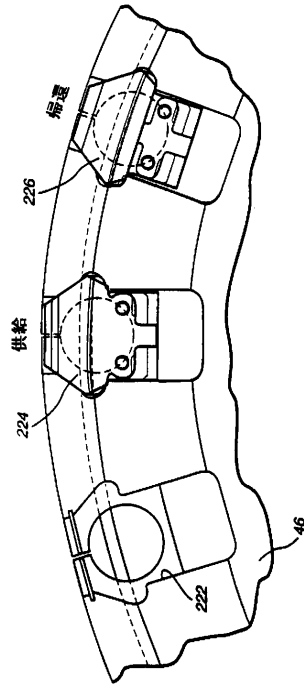
【図 13】



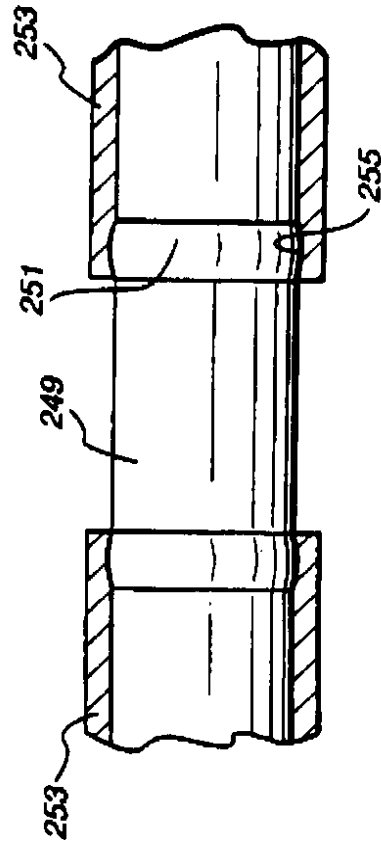
【図 12】



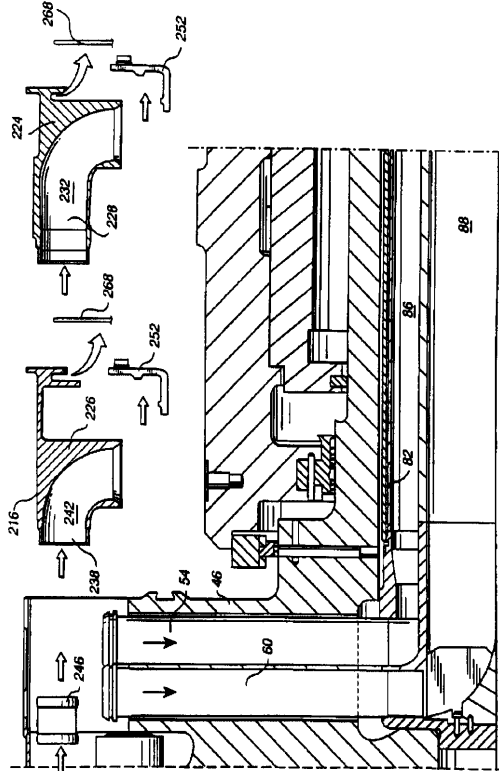
【図 14】



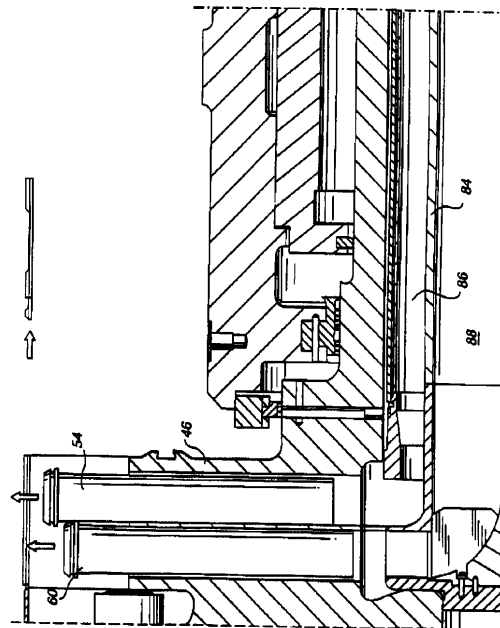
【図 15】



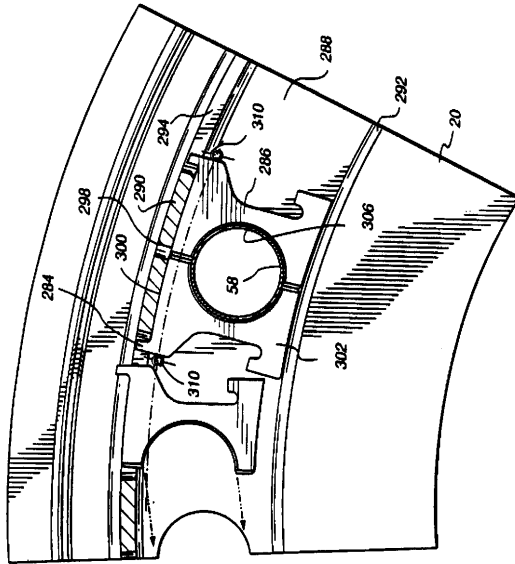
【図 16】



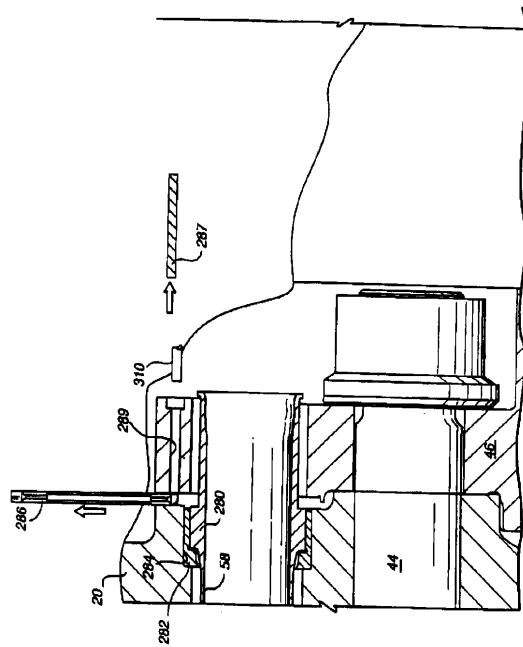
【図 17】



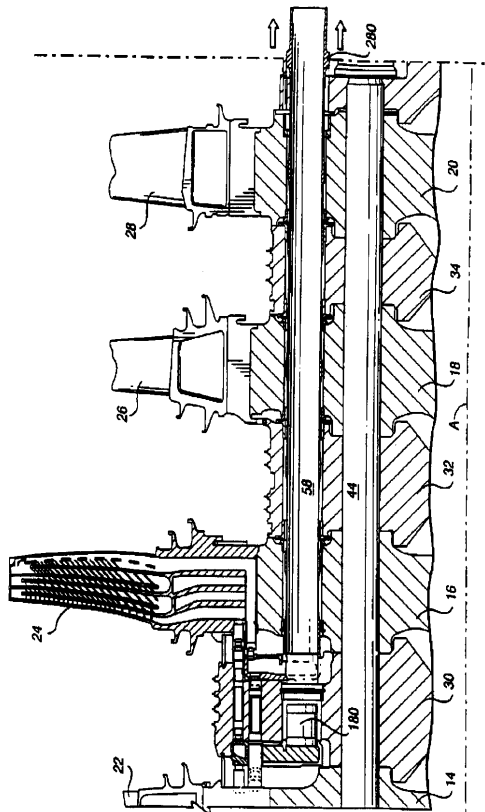
【図18】



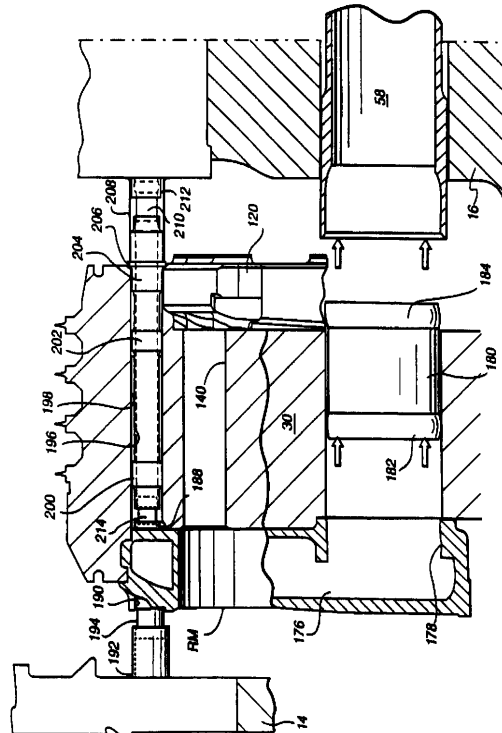
【図19】



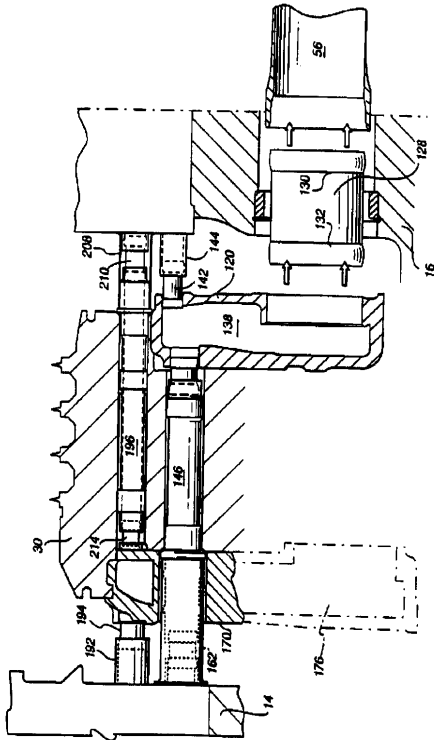
【図20】



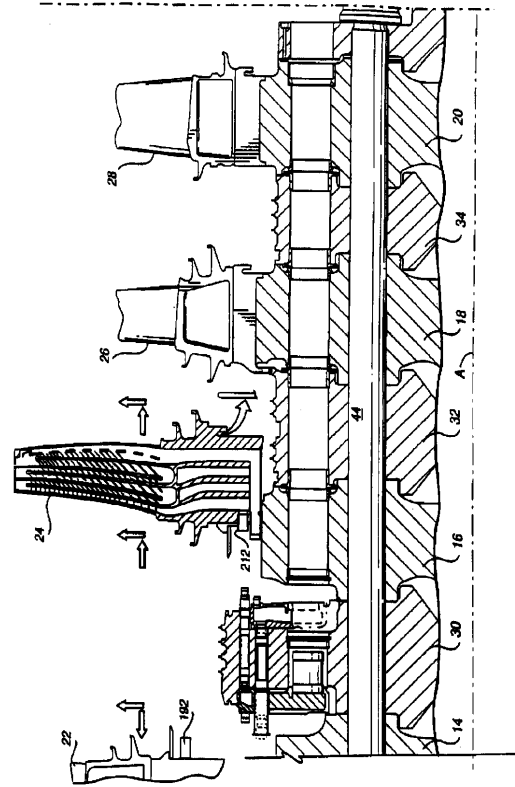
【図21】



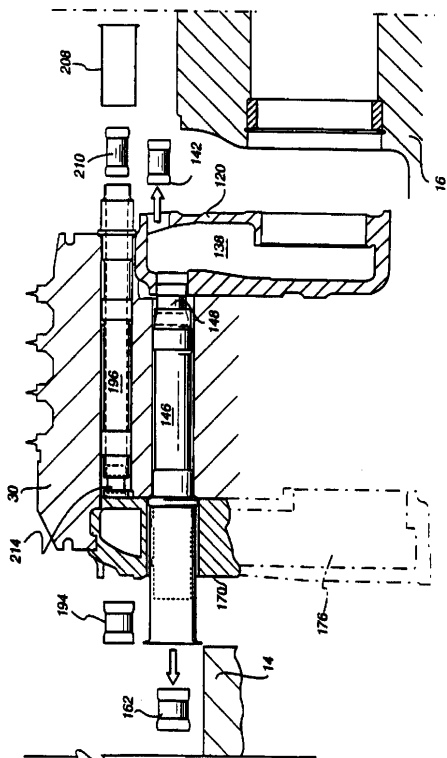
【図 22】



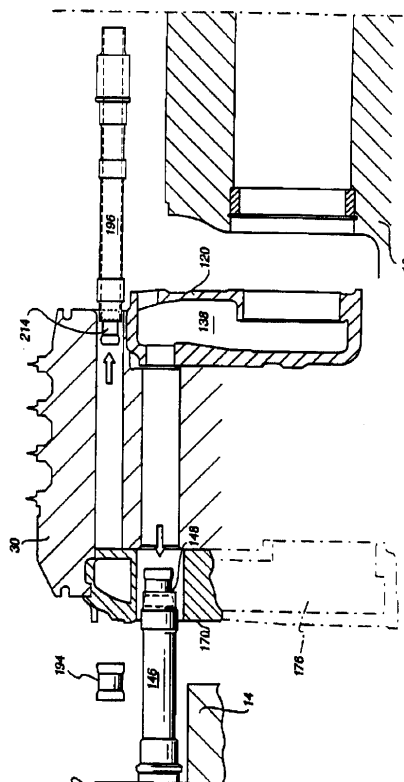
【図 23】



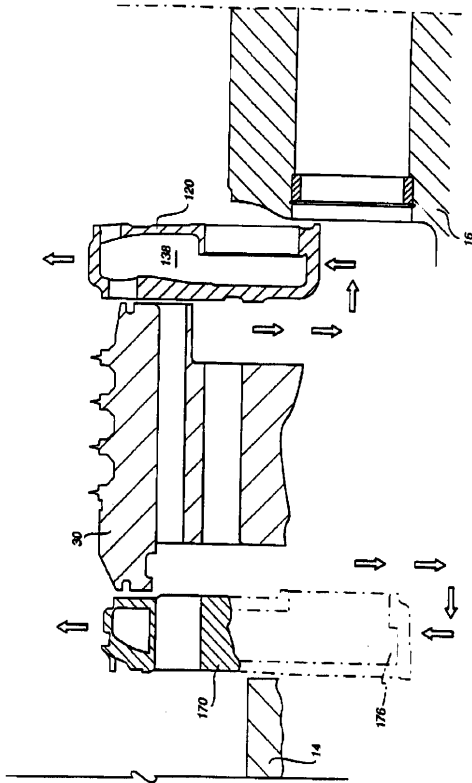
【図 24】



【図 25】



【図 26】



フロントページの続き

(72)発明者 ロナルド・リチャード・ウェソリック

アメリカ合衆国、ニューヨーク州、アルバニー、サー・チャールズ・ウェイ、505番

審査官 稲葉 大紀

(56)参考文献 特開平09-013902(JP,A)

特開平11-257012(JP,A)

特開平10-238301(JP,A)

特開平08-277725(JP,A)

特開平11-117702(JP,A)

特開平11-229804(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F02C 7/00

F01D 5/00,25/00