

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6124659号  
(P6124659)

(45) 発行日 平成29年5月10日(2017.5.10)

(24) 登録日 平成29年4月14日(2017.4.14)

(51) Int.Cl.

F 1

FO4D 29/42 (2006.01)  
FO4D 1/08 (2006.01)  
FO4D 17/12 (2006.01)FO4D 29/42  
FO4D 29/42  
FO4D 29/42  
FO4D 29/42  
FO4D 1/08B  
J  
G  
P  
A

請求項の数 5 (全 12 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号

特願2013-85110(P2013-85110)

(22) 出願日

平成25年4月15日(2013.4.15)

(65) 公開番号

特開2014-206132(P2014-206132A)

(43) 公開日

平成26年10月30日(2014.10.30)

審査請求日

平成27年10月26日(2015.10.26)

(73) 特許権者 000005108

株式会社日立製作所

東京都千代田区丸の内一丁目6番6号

(74) 代理人 110000350

ポレール特許業務法人

(72) 発明者 柳原 一智

東京都豊島区東池袋四丁目5番2号 株式会社日立製作所 インフラシステム社内

(72) 発明者 三浦 治雄

東京都豊島区東池袋四丁目5番2号 株式会社日立製作所 インフラシステム社内

審査官 加藤 一彦

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】多段遠心流体機械

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

回転軸に複数の羽根車が取り付けられてロータを形成する多段遠心流体機械であって、円筒形状のアウターバレルと、このアウターバレルに嵌合し前記ロータとの間で作動ガスの流路を形成するインナーケーシングを備え、前記インナーケーシングを前記アウターバレルの一端側で固定するシェアキーを有し、前記インナーケーシングは駆動側ヘッド法兰ジとスラスト側ヘッド法兰ジと、前記駆動側ヘッド法兰ジとスラスト側ヘッド法兰ジの間に配置されるインナーバレルとを有し、前記インナーバレルを第1グループインナーバレルと第2グループインナーバレルとで構成し、これら第1グループインナーバレルと第2グループインナーバレルの各々は周方向複数個所に設けたタイボルトで締結されていると共に、各々の外周部に設けた溝部間を複数の連結部材で連結し、前記連結部材は断面字型であって、前記第1、第2グループインナーバレルの一方のインナーバレルに形成された溝に固定され、他方のインナーバレルに形成された溝には軸方向に隙間を持つて嵌合していることを特徴とする多段遠心流体機械。

## 【請求項 2】

前記隙間の大きさは、前記インナーケーシングの軸方向製作誤差以上であることを特徴とする請求項1に記載の多段遠心流体機械。

## 【請求項 3】

前記アウターバレルは少なくとも2段の段差を有し、一方の段差は前記駆動側ヘッド法兰ジに嵌合する部分に形成され、他方の段差はこの多段遠心圧縮機の初段の吸込み流路

が形成されるインナーバレルの近傍に形成されていることを特徴とする請求項 2 に記載の多段遠心流体機械。

【請求項 4】

前記アウターバレルの 2 段の段差に対応して、前記駆動側ヘッドフランジ及び前記インナーバレルに前記アウターバレルの段差にインロー嵌めあい可能な段差を形成したことを特徴とする請求項 3 に記載の多段遠心流体機械。

【請求項 5】

前記タイボルトがこの圧縮機の吐出流路を横切る部分に、ベーン形状のスペーサを前記タイボルトに対応して設け、このスペーサに前記タイボルトが貫通する孔を形成したこと 10 を特徴とする請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項に記載の多段遠心流体機械。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明はポンプや圧縮機などの多段遠心流体機械に係り、特に多段遠心機械が有するインナーバレルの締結・保持構造に関する。

【背景技術】

【0002】

従来の一軸多段型の遠心圧縮機の例が、特許文献 1 や非特許文献 1 に記載されている。特許文献 1 に記載の遠心圧縮機では、インナーバレル型ケーシングを有し、このケーシングの内周面であって軸方向端部近傍に円環状の溝を形成している。一方、ケーシングの軸方向端面を閉塞するヘッドカバーの外側外周部には、段付部が形成されている。そして、第 1 のシェアキーがケーシングの溝部およびヘッドカバーの段付部の双方に、この第 1 のシェアキーに隣接して配置された第 2 のシェアキーがケーシングの溝に、それぞれ係止している。 20

【0003】

第 1、第 2 のシェアキーは、それぞれ周方向に複数個に分割されており、各分割部材はケーシングに径方向で固定されているが、軸方向では互いに締結されていない。また、第 1 のシェアキー部材と第 2 のシェアキー部材間にはせん断力が作用するが、このせん断力による各分割部材の若干の変位を、径方向に許容している。

【0004】

また非特許文献 1 に記載の CO2 圧縮用の高圧の遠心圧縮機では、吐出圧力が 550 bar にも達し、特許文献 1 の圧縮機と同様に複数のシェアキーを外側ケーシングに形成した溝に係止している。その際、内側ケーシングに接するシェアキーを段付型にした点が特許文献 1 と相違している。 30

【0005】

従来のターボ機械の例が、特許文献 2 に記載されている。この明細書に記載のバレル型ケーシングを有するターボ機械では、両側面が開放された円筒形の外ケーシングの内周側に内ケーシングを含むステータ及び羽根車や回転軸からなるロータを収容し、ケーシングの両軸端面部を閉止部材で閉止している。その際、閉止部材をシェアキーでケーシングに保持している。さらに、閉止部材の内側側面には、環状の溝が形成されており、この環状の溝に、内ケーシングの側面に形成した環状の突起と外ケーシングの内周側の側面に形成した環状の突起を係合させている。 40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0006】

【特許文献 1】特開 2010-255459 号公報

【特許文献 2】米国特許出願公開第 2008/0031732 号明細書

【非特許文献】

【0007】

【非特許文献 1】Kidd, H Allan et al., "Unique Compression Solutions for CO2 Ap 50

lications" , Supercritical CO<sub>2</sub> Power Cycle Symposium , May 24 - 25 , 2011 , Boulder , Colorado

### 【発明の概要】

#### 【発明が解決しようとする課題】

##### 【0008】

バレル型の高圧の多段遠心圧縮機では、内部を流通する作動ガスが高圧であるから、バレルケーシングの内部に保持される各部品もその作動圧に耐えうる強度や厚さに設定される。そのため、上記各先行文献においては、各部品の軸方向厚さを所定の製作誤差内で製作し、各部品を軸方向に隙間なく組み上げた状態でバレル型ケーシングの内部に収容している。組み上げた内ケーシングを含むステータ部と羽根車や回転軸を含むロータ部は、シェアキー部で各部品の製作誤差を吸収してバレル型の外ケーシングに係止され、高圧時の変形に耐えられるようにしている。 10

##### 【0009】

このようにシェアキーを用いると、構造自体は比較的簡素になる。しかし、シェアキー部で各部品の製作誤差を吸収する必要があるので、バレル型の外ケーシングに収容される各部品について、組み立てた状態で製作誤差の測定をした後、予め定めた寸法修正部を2次加工し、シェアキー部における軸方向隙間が0.1mm以下程度になるよう抑制している。

##### 【0010】

この場合、バレルケーシングに収容される内ケーシングを形成する各部材に、十分な軸方向締結力が作用せずに相互の部品間にわずかな隙間が形成されたまま組み立てられると、軸方向長さの測定誤差に起因したシェアキー部の隙間の誤差が増大する。また、大型の圧縮機の場合には、2次加工に要する工数の増加やコストの増加を引き起こすとともに、1次加工時との条件の違いにより、加工精度の確保が不十分になる恐れがある。 20

##### 【0011】

本発明は上記従来技術の不具合に鑑みなされたものであり、その目的は、高圧の一軸多段型の流体機械において、バレル型ケーシングにシェアキーを用いた場合に、シェアキー部での軸方向位置決めのための2次加工を不要とすることにある。

#### 【課題を解決するための手段】

##### 【0012】

上記目的を達成する本発明の特徴は、多段遠心流体機械が、回転軸に複数の羽根車が取り付けられてロータを形成するものであって、円筒形状のアウターバレルと、このアウターバレルに嵌合しロータとの間で作動ガスの流路を形成するインナーケーシングを備え、インナーケーシングをアウターバレルの一端側で固定するシェアキーを有し、インナーケーシングは駆動側ヘッドフランジとスラスト側ヘッドフランジと、駆動側ヘッドフランジとスラスト側ヘッドフランジの間に配置されるインナーバレルとを有し、インナーバレルを第1グループインナーバレルと第2グループインナーバレルとで構成し、これら第1グループインナーバレルと第2グループインナーバレルの各々は周方向複数個所に設けたタイボルトで締結されていると共に、各々の外周部に設けた溝部間に複数の連結部材で連結し、第1、第2グループインナーバレルの一方のインナーバレルに形成された溝に固定され、他方のインナーバレルに形成された溝には軸方向に隙間を持って嵌合していることにある。 40

##### 【0013】

そしてこの特徴において、隙間の大きさは、インナーケーシングの軸方向製作誤差以上であることが望ましい。

##### 【0014】

また、アウターバレルは少なくとも2段の段差を有し、一方の段差は前記駆動側ヘッドフランジに嵌合する部分に形成され、他方の段差はこの多段遠心圧縮機の初段の吸込み流路が形成されるインナーバレルの近傍に形成されていてもよく、アウターバレルの2段の段差に対応して、駆動側ヘッドフランジ及びインナーバレルにアウターバレルの段差にイ 50

ンロー嵌めあい可能な段差を形成してもよい。さらに、タイボルトがこの圧縮機の吐出流路を横切る部分に、ベーン形状のスペーサをタイボルトに対応して設け、このスペーサにタイボルトが貫通する孔を形成してもよい。

#### 【発明の効果】

#### 【0015】

本発明によれば、バレル型ケーシングにシェアキーを用いた高圧の多段遠心流体機械において、バレル型ケーシング内部に収容される内ケーシングを軸方向に2グループにグループ化し、各グループを軸方向に製作誤差以上の隙間を有して嵌合する連結部材を配置しているので軸方向位置決めが容易になる。また、シェアキー部で軸方向位置決めのための2次加工が不要となる。

10

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0016】

【図1】本発明に係る多段遠心流体機械の一実施例の縦断面図である。

【図2】図1のA矢視断面図である。

【図3】図1のB矢視断面図である。

【図4】図1の要部拡大図である。

【図5】図4のC部詳細図である。

【図6】図5のE-E線断面図である。

【図7】図4のD部詳細図である。

#### 【発明を実施するための形態】

#### 【0017】

以下、本発明に係る多段遠心流体機械の一例を、一軸多段型の遠心圧縮機200を例にとり説明する。

20

図1は、バレル型ケーシング10を有する一軸多段遠心圧縮機200の縦断面図である。図2は、図1のA矢視断面図でありロータ3部を除いた図、図3は図1のB矢視断面図でありロータ3部を除いた図である。また図4は、図1の要部の拡大詳細図である。

#### 【0018】

図1に示すように、回転軸30には複数枚(図では5枚)の羽根車41~81が取り付けられており、これらはロータ3を構成する。回転軸30の両軸端部には、一対のラジアル軸受31、32が配設されており、一方のラジアル軸受31のさらに軸端側にはスラスト軸受36が配設されている。ラジアル軸受31、32は、回転軸30を回転可能に支承する。スラスト軸受36は、ロータ3に加わるスラスト負荷を支承する。

30

#### 【0019】

なお、スラスト軸受36に加わるスラスト負荷を低減するために、初段及び第2段羽根車41、51の組と、第3段から最終段の羽根車の組61~81は、その心板の背面側で対向する背向型となっている。また、スラスト軸受36よりも軸端側は、カバー37で覆われている。

#### 【0020】

羽根車41~81と両ラジアル軸受31、32間には、ロータ3内部で圧縮され高圧となつた作動ガスが外部へ漏洩するのを防止するために、シール手段34、35が配設されている。シール手段34、35には、外部からシールガスが図示しないガスシール手段により供給される。

40

#### 【0021】

多段遠心圧縮機200のケーシング10は、2重胴型のケーシングであり、インナーケーシング1とアウターバレル2とを有している。アウターバレル2には、図示しない吸込みノズルから初段羽根車41へ作動ガスを供給するための吸込み流路17aと、最終段羽根車81から図示しない吐出ノズルを経由して、この遠心圧縮機200の外部へ圧縮ガスを吐出するための吐出流路17dとが形成されている。さらに、中間段の羽根車を背面对向させているために、中間段の圧縮ガスを一旦機外へ取り出して冷却するための吐出流路17cおよび圧縮機200内へ戻すための吸込み流路17bも形成されている。

50

## 【0022】

図2に、中間段圧縮機60の吸込み流路17bを横断面図で示す。初段圧縮機40の吸込み流路17aも同様の構成である。図3に中間段圧縮機70の吐出流路17cを横断面図で示す。最終段圧縮機80の吐出流路17dも同様の構成である。これらの図から分かるように、流路17a～17dはアウターバレル2を半径方向に貫通する孔形状に形成されている。なお、アウターバレル2は、内面側が段付の円筒状のケーシングである。

## 【0023】

一方、インナーケーシング1は、ロータ3とともに多段遠心圧縮機200の作動ガス流路を形成する。インナーケーシング1は、初段羽根車41への吸込み流路18aを形成するスラスト側ヘッドフランジ12と、中間段羽根車への吸込み流路18bを形成する駆動側ヘッドフランジ11が両軸端部側に有している。さらに、2個のヘッドフランジ11、12間には、羽根車を出た流れを次段羽根車へ導く流路を形成するために、バンドルとも呼ばれるインナーバレル4が配設されている。

## 【0024】

インナーバレル4は水平2分割形状であり、水平分割された各インナーバレル4は、軸方向に複数に分割されている。そしてインナーバレル4は、背面对向している羽根車間で2つのグループに分けられており、各グループはタイボルト141、143で一体化されている。

## 【0025】

ここで、インナーケーシング1をアウターバレル2に安定して保持するために、シェアキー21、22と呼ばれる係止部材を用いている。シェアキー21、22を使用するので、インナーケーシング1のスラスト側ヘッドフランジ12の外周部であって機外側端部には、段付部12aを形成する。この段付部12aに対応して、アウターバレル2のスラスト側の内周面に、溝部14bを形成する。

## 【0026】

溝部14bと段付部12aには、周方向複数個所で円弧状の第1、第2シェアキー21、22が係止する。第2のシェアキー22は溝部14b及び段付部12aの双方に係止する。一方、第2のシェアキー22に連接する第1のシェアキー21は段付形状をしており、段付部21aでアウターバレル2の溝部14bの角部14aに係止する。

## 【0027】

なお、アウターバレル2の駆動側部の内周側および初段圧縮機の吸込み流路18a近傍には、段付部が形成されている。アウターバレル2の駆動側部の段付部13dはインナーケーシング1の駆動側ヘッドフランジ11に形成した位置決め部11dと、吸込み流路18a近傍に形成した段付部16aは、インナーケーシングの段付部16bとそれぞれインロー結合している。このインロー結合部は、シェアキー21、22と協働して、インナーケーシング1とアウターバレル2を軸方向に位置決めする。

## 【0028】

次に、インナーケーシング1の中央部に位置するインナーバレル4部の詳細を、図4を用いて説明する。なお、各段圧縮機40～80は、吸込み流路と、羽根車と、羽根車下流に形成されるディフューザ及びディフューザ流路と、次段羽根車の吸込み流路に接続するリターンチャネル部を基本構成としている。ただし、後述するように、途中で機外に吐出される第2段圧縮機と最終段圧縮機はリターンチャネル部を有していない。以下の記載では、初段圧縮機40についてだけ、詳述するが、各段圧縮機の構成及び作用等は初段圧縮機と同様である。

## 【0029】

作動ガスは、遠心羽根車41及び回転軸30に取り付けたカラー42で形成される吸込み口から初段羽根車41に流入する。そして初段羽根車41で圧縮された後、羽根車41の下流側であって半径方向外方に形成された羽根付きディフューザ45及びディフューザ流路46を経て、U字状に形成された流路から半径方向内向きの流れとなってリターンチャネル部47に流入する。リターンチャネル部47の最内径側は第2段圧縮機の吸込み流

10

20

30

40

50

路となっており、この吸込み流路を経て作動ガスは第2段圧縮機50に流入する。第2段羽根車51で圧縮されて高圧となった作動ガスは、第2段のディフューザ流路を経た後、一旦機外へ吐出される。

#### 【0030】

各段圧縮機40～80の圧縮ガスが機外および他段圧縮機に漏えいしないように、シール手段が設けられている。回転軸30の両軸端部には上述した通り、静止環34b(35b)及び回転環34a(35a)を有するガスシール手段34、35が配置されており、このガスシール手段34、35よりも内側に隣り合ってラビリンスシール11c、12cが配設されている。また各段圧縮機では、羽根車の吸込み口の周囲に吸込み側ラビリンスシール43が、心板の背面側に背面側ラビリンスシール44が配置されている。

10

#### 【0031】

アウターバレル2に形成された半径方向に延びる吸込み流路17aに、インナーケーシング1のリング状の吸込み流路18aが接続している。吸込み流路18aは、インナーバレル4のスラスト側端部に配置されるインナーバレル部材116と、これに対向するスラスト側ヘッドフランジ12間に形成される。吸込み流路18aの軸方向間隔を確保するため及び後述するタイボルト141を保持するために、インナーバレル部材116のスラスト側端面であって、外径側には、周方向に吸込み流路17a部分だけ空間が形成されたスペーサ部116bが設けられている。さらに、このスペーサ部116bを保持するためにリング状の吸込み流路壁116aが設けられており、吸込み流路壁116aはスラスト側ヘッドフランジ12の機内側端面に係合している。

20

#### 【0032】

インナーバレル部材116の内径側であって吸込み流路18aに面する面と反対面、すなわち背面側には、前面側が初段ディフューザ流路46に、背面側がリターンチャネル部47に面するインナーバレル部材116dが配置されている。このインナーバレル部材116dには、初段圧縮機40の羽根付きディフューザ45とリターンチャネル部47のベーンが取り付けられており、作動ガス流路の軸方向幅を確保する。

#### 【0033】

インナーバレル部材116dのさらに背面側には、外径側がインナーバレル部材116にインロー結合し、内径側の前面側が初段のリターンチャネル部47に面し背面側が第2段のディフューザ流路に面するインナーバレル部材115が配置されている。このインナーバレル部材115の背面側には、一方の端面が第2段のディフューザ流路に、他方の端面が最終段のディフューザ流路に面する円板状のインナーバレル部材114が配設されている。

30

#### 【0034】

インナーバレル部材116、115、114を串刺しにするように、タイボルト141が周方向に間隔を置いて複数本設けられている。タイボルト141が第2段圧縮機のリング状の吐出流路58を横切る部分には、この吐出流路58の軸方向幅を保持し、かつタイボルト141が吐出流路58に露出するのを防止するために、ベーン形状のスペーサ59が取り付けられている。スペーサ59には、タイボルト141が貫通する孔59aが形成されている(図3参照)。

40

#### 【0035】

タイボルト141は、インナーバレル部材114に端部を埋め込まれており、反対端に設けたナット142でインナーバレル部材116、115をインナーバレル部材114に締め込む構造となっている。ナット142とタイボルト141の端部は、スラスト側ヘッドフランジ12に形成された孔12fに収容される。タイボルト141で連結された3個のインナーバレル部材116、115、114は、第1グループインナーバレルを形成する。

#### 【0036】

第3段圧縮機60から最終段圧縮機80までの作動ガス流路を形成するために、インナーバレル4では、外径側に軸方向に隣り合って3個のインナーバレル部材111、112

50

、113が、内径側に2個のインナーバレル部材111b、112bが配置されている。そして、インナーバレル部材111、112、113は、周方向に間隔をおいて複数本設けられたタイボルト143で連結されることにより、第2グループインナーバレルを構成する。第1グループインナーバレルを構成するインナーバレル部材114と第2グループインナーバレルを構成するインナーバレル部材113との間であって外径側には、最終段圧縮機80の吐出流路幅を確保するために、ベーン形状のスペーサ89が配置されている。

#### 【0037】

ここで、タイボルト143の先端は、インナーバレル部材113に埋め込まれており、タイボルト143の反対端はナット144でインナーバレル部材111、112をインナーバレル部材113に締め込むようになっている。タイボルト143の埋め込み端と反対端側、すなわち頭部側は、リング状であって吸込み流路17b部分だけ周方向に切り欠いたスペーサ部146に形成した孔146fに保持される。スペーサ部146は、駆動側ヘッドフランジ11の一部であって軸方向に突き出ている。また、スペーサ部146は、第3段圧縮機60の吸込み流路18bの流路幅を確保する。

#### 【0038】

ここで本発明の特徴として、インナーバレル4を第1グループインナーバレル及び第2グループインナーバレルの2グループから構成している。そのため、これら2グループをタイボルト141、143で締結する構成及び第2グループインナーバレルを駆動側ヘッドフランジ11にボルト131で接続する構成を採用している。これにより、最終段圧縮機80の吐出ガス圧がタイボルト141、143に作用するのを回避している。この詳細を、図5ないし図7により説明する。

#### 【0039】

図5は、図4のC部拡大図であり、第1グループインナーバレルと第2グループインナーバレルを締結する構造である。図6は、図5のE-E断面図である。第1グループインナーバレルを構成するインナーバレル部材114では、最終段圧縮機80の吐出流路88に面する側の端部近傍であって外周部に、周方向に延びる断面L字型の溝117が形成されている。同様に、第2グループインナーバレルを形成するインナーバレル部材113が最終段圧縮機80の吐出流路88に面する側の端部近傍であって外周部に、周方向に延びる断面L字型の溝118が形成されている。そして、これらの溝117、118に、周方向間隔をおいて断面L字型の複数の連結部材122が嵌合している。

#### 【0040】

すなわち、断面L字型の連結部材122は、一方側にボルト貫通部123aを、他方側に嵌合部123bを有し、その間を水平部124が接続している。ボルト貫通部123aは、第1グループインナーバレルのインナーバレル部材114の深溝部である嵌合部114bに嵌合する。水平部124は、2つのインナーバレル部材114、113間にまたがっている。嵌合部123bは、第2グループインナーバレルのインナーバレル部材113の深溝部である嵌合部113cに嵌合する。

#### 【0041】

ボルト貫通部123aには、ボルト121の頭部が収容されるボルト孔125aとこのボルト孔に接続し、ボルト121のねじ部が嵌合するボルト孔125bが形成されている。ボルト121は、これらの孔125a、125bに嵌合し、インナーバレル部材114に螺合する。第2グループインナーバレルのインナーバレル部材113と連結部材122は、軸方向に最大製作寸法誤差以上の隙間113b、126bを有しながら、組み立てられる。なお、1個の連結部材122に付き、周方向の複数個所(図6では3か所)で、連結部材122とインナーバレル部材113、114をボルト締結する。これにより、連結部材122は第1グループインナーバレルに固定される。

#### 【0042】

図7に、図4のD部拡大図を示す。図7は、第2グループインナーバレルを駆動側ヘッドフランジ11に連結する構造を示したものである。第2グループインナーバレルを構成

10

20

30

40

50

するインナーバレル部材 111 が第3段圧縮機 60 の吸込み流路 18b に面する側の近傍であって外周部に、周方向に延びるボルト用溝 111c が形成されている。このボルト用溝 111c の側面に、軸方向に延びる複数個の貫通孔（ボルト孔）111d を形成する。

【0043】

インナーバレル部材 111 の吸込み流路 18b 側の表面には、吸込み流路 18b 幅を維持するために、リング状であって周方向に吸込み流路 17b 部分だけ切り欠かれたスペーサ部 146 に接している。このスペーサ部 146 には、軸方向に延びる複数のボルトねじ孔 146a が形成されている。従って、インナーバレル部材に形成したボルト孔及びスペーサ部 146 に形成したボルトねじ孔 146a にボルト 131 を螺合することにより、第2グループインナーバレルと駆動側ヘッドフランジ 11 は接続され、一体化される。

10

【0044】

次にこのように構成した本発明に係る遠心圧縮機の組み立て手順の概要を示す。初めに、回転軸 30 に羽根車 41、51、…やカラー 42 等を取り付け、ロータ 3 を完成する。このロータ 3 の周囲を水平分割構造のインナーバレル 4 で覆う。上述した通り、インナーバレル 4 はタイボルト 141、143 により第1グループインナーバレルと第2グループインナーバレルにグループ化されているが、両グループを連結部材 122 で連結することにより、1 個のインナーバレル 4 が形成される。次に、インナーバレル 4 と駆動側ヘッドフランジ 11 をボルト 131 で締結する。このボルト 131 は、インナーバレル 4 の外周側から六角レンチ等の工具を使用することで、所定の締結力で締結される。

【0045】

20

次にアウターバレル 2 に、駆動側ヘッドフランジ 11 及びインナーバレル 4、ロータ 3 が一体化された組立体を、反駆動側から駆動側（図 1 で左側から右側）へ向けて組み込む。その際、アウターバレル 2 及び駆動側ヘッドフランジ 11 のそれぞれに設けた段差部 11d、13d を用いてアウターバレル 2 に駆動側ヘッドフランジ 11 及び第2グループインナーバレルを位置決めする。また、アウターバレル 2 に設けた段差部 16a 及びインナーバレル部材 116 に設けた段差部 16b を用いて、インナーバレル 4 を、より正確には第1グループインナーバレルをアウターバレル 2 に位置決めする。

【0046】

その後、スラスト側ヘッドフランジ 12 をアウターバレル 2 に組み込む。アウターバレル 2 にスラスト側ヘッドフランジ 12 が組み込まれたら、アウターバレル 2 の内面側に形成された溝部 14b にシェアキー 21、22 を取り付ける。これにより、多段遠心圧縮機の主要部の組み立てが完成する。

30

【0047】

以上説明したように、連結部材 122 がインナーバレル部材 113 に、インナーバレル 4 の軸方向最大製作寸法誤差以上の軸方向隙間 113b、126b を持って嵌合しているので、インナーバレル 4 やヘッドフランジ 11、12 等の各部材の製作誤差等はこの嵌合部で吸収される。これにより、アウターバレル 2 に形成した 2 つの段差部 13d、16a に駆動側ヘッドフランジの段差部 11d、インナーバレル 4 の段差部 16b を押し当てるだけで多段遠心圧縮機の軸方向位置決めが可能になる。また、インナーバレルの寸法誤差に起因する余分な応力が位置決め部 11d、13d；16a、16b に負荷される恐れがない。さらに、組み立て時に遠心圧縮機 200 の各構成部材の軸方向寸法を計測して、シェアキー 21、22 の軸方向長さを調整する必要もない。

40

【0048】

上記構成の本発明に係る遠心圧縮機 200 の動作を、次に説明する。図示しない原動機で回転軸 30 を回転させると、吸込み流路 17a から吸い込まれた作動ガスは、初段圧縮機 40 及び第2段圧縮機 50 で圧縮されて高温高圧になり、吐出流路 17c から一旦機外に吐出され、図示しない冷却器で冷却された後、再び吸込み流路 17b から機内に流入する。そして第3段圧縮機 60、第4段圧縮機 70、最終段圧縮機 80 で圧縮されて順次圧力を増し、吐出流路 17d から機外へ吐出される。

【0049】

50

さらに、運転時には、遠心圧縮機 200 の最終段圧縮機 80 から高温・高圧の吐出ガスが吐出され、この吐出圧力が第 1 グループインナーバレルと第 2 グループインナーバレルを吐出流路 88 を境にして軸方向に引き離すように作用する。この引き離す力を、アウターバレル 2 の段差部 13d と駆動側ヘッドフランジの段差部 11d、シェアキー 21、22 が負担するようにしたので、タイボルト 141、143 には吐出圧力に起因する負荷がほとんど掛からない。したがって、従来最も懸念されたタイボルト 141、143 の破損等の不具合を完全に回避できる。

#### 【0050】

以上説明したように本実施例によれば、駆動側ヘッドフランジとアウターバレルのインローブ部およびタイボルトへの吐出圧力に起因する負荷が低減されたので、タイボルトの強度不足に起因する不具合を回避できる。また、位置決め部と荷重負担部とをインナーバレルとアウターバレルの段差部およびシェアキーとで分担しているので、アウターバレルとヘッドフランジの段差部およびシェアキーで確実に圧縮機運転時の吐出圧力に起因する軸方向に引き離す力を負担できる。これにより、従来用いられてきたインナーバレルの外径側への突起とアウターバレルの内面溝での嵌合構造による荷重負担の場合よりも、より高圧の吐出圧力条件まで荷重を負担できる。

10

#### 【符号の説明】

##### 【0051】

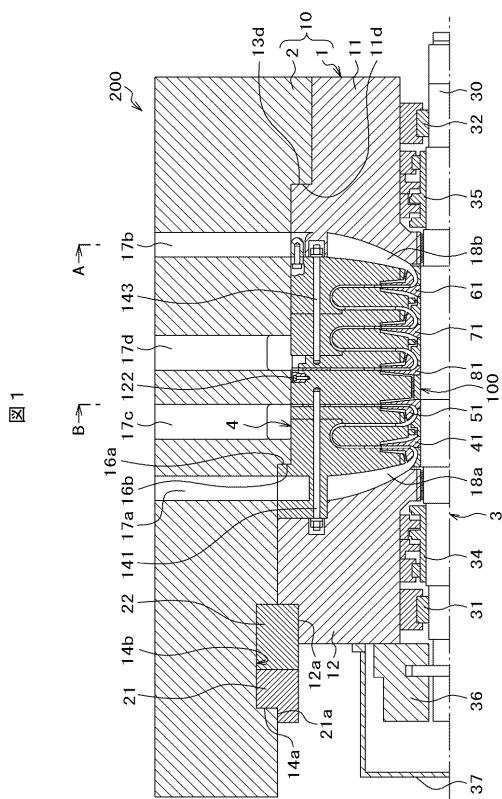
1 ... インナーケーシング、2 ... アウターバレル(アウターケーシング)、3 ... ロータ、4 ... インナーバレル、10 ... (バレル型)ケーシング、11 ... 駆動側ヘッドフランジ、11c ... ラビリンスシール、11d ... 位置決め部、12 ... スラスト側ヘッドフランジ、12a ... 段付部、12c ... ラビリンスシール、12f ... 孔、13d ... 段差部、14a ... 角部、14b ... 溝部、16a、16b ... 位置決め部、17a、17b ... 吸込み流路、17c、17d ... 吐出流路、18a、18b ... 吸込み流路、21 ... 第 1 のシェアキー、21a ... 段付部、22 ... 第 2 のシェアキー、30 ... 回転軸、30d ... スリーブ、31、32 ... ラジアル軸受、34 ... ガスシール手段、34a ... 回転環、34b ... 静止環、35 ... ガスシール手段、36 ... スラスト軸受、37 ... カバー、40 ... 初段圧縮機、41 ... 羽根車、42 ... カラー、43 ... 吸込み側ラビリンスシール、44 ... 背面側ラビリンスシール、45 ... 羽根付きディフューザ部、46 ... ディフューザ流路、47 ... リターンチャネル部、50 ... 第 2 段圧縮機、58 ... 吐出流路、59 ... スペーサ、59a ... タイボルト孔、60 ... 第 3 段圧縮機、70 ... 第 4 段圧縮機、80 ... 最終段圧縮機、88 ... 吐出流路、89 ... スペーサ、100 ... 圧縮部、111 ... (第 2 グループ)インナーバレル部材、111b ... インナーバレル部材、111c ... ボルト用溝、111d ... ボルト孔、112 ... (第 2 グループ)インナーバレル部材、112b ... インナーバレル部材、113 ... (第 2 グループ)インナーバレル部材、113b ... 軸方向隙間、113c ... 嵌合部、114 ... (第 1 グループ)インナーバレル部材、114b ... 嵌合部、114c ... ラビリンスシール、115 ... (第 1 グループ)、116 ... (第 1 グループ)インナーバレル部材、116a ... 吸込み流路壁、116b ... スペーサ部、116d ... インナーバレル部材、116c ... インナーバレル部材、117、118 ... (断面 L 字状)溝、121 ... ボルト、122 ... 連結部材、123a ... ボルト貫通部、123b ... 嵌合部、124 ... 水平部、125a、125b ... ボルト孔、126a ... 嵌合部、126b ... 軸方向隙間、131 ... ボルト、141 ... タイボルト、142 ... ナット、143 ... タイボルト、144 ... ナット、146 ... スペーサ部、146a ... ボルトねじ孔、146f ... 孔、147 ... 軸方向隙間、200 ... 多段遠心流体機械(多段遠心圧縮機)。

20

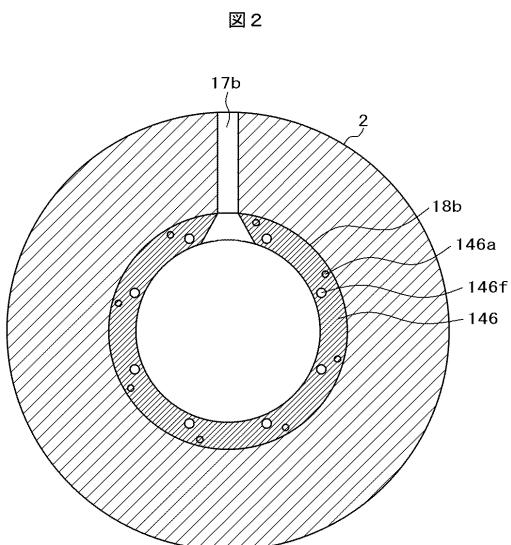
30

40

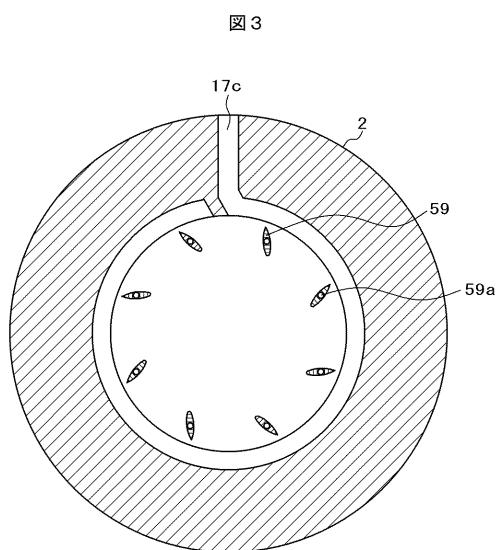
【 四 1 】



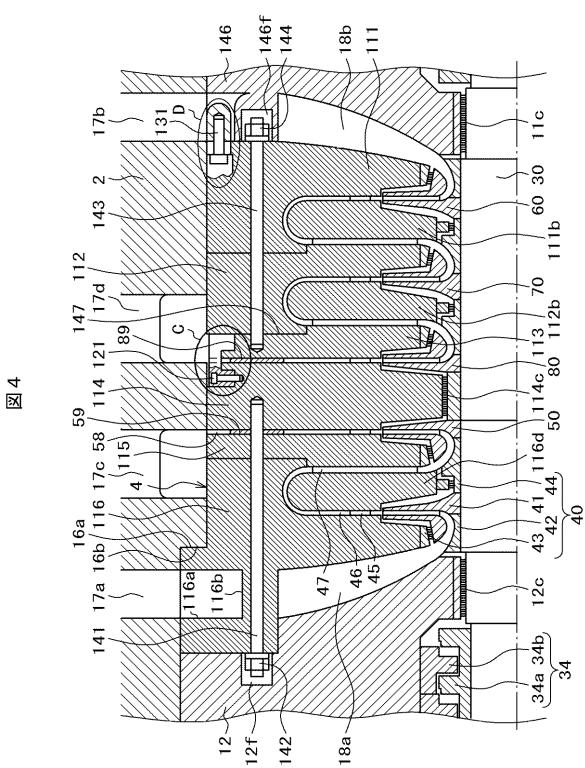
【 图 2 】



【図3】

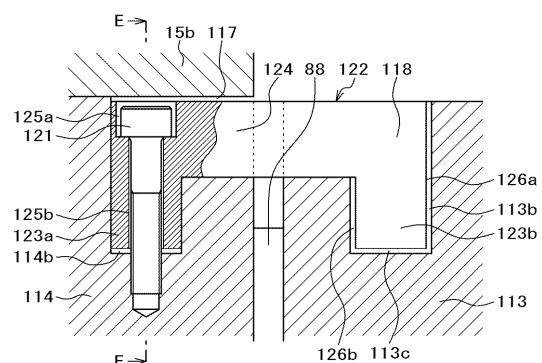


【 図 4 】



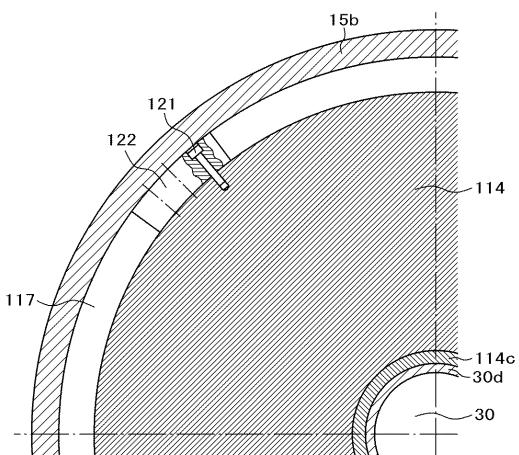
【図5】

図5



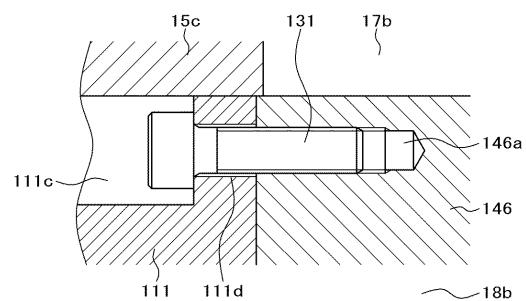
【図6】

図6



【図7】

図7



---

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I  
F 04D 17/12

(56)参考文献 米国特許第03153383(US, A)  
実開昭55-137295(JP, U)  
英国特許出願公告第00956731(GB, A)  
特開2003-269390(JP, A)  
特開昭60-067797(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F 04D 29/42  
F 04D 1/08  
F 04D 17/12