

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4839979号
(P4839979)

(45) 発行日 平成23年12月21日 (2011.12.21)

(24) 登録日 平成23年10月14日 (2011.10.14)

(51) Int. Cl.

F 1

F O 4 D 17/12 (2006.01)

F O 4 D 17/12

F O 4 D 27/00 (2006.01)

F O 4 D 27/00

Z

F O 4 D 29/08 (2006.01)

F O 4 D 29/08

E

請求項の数 2 (全 7 頁)

(21) 出願番号 特願2006-174719 (P2006-174719)
 (22) 出願日 平成18年6月26日 (2006.6.26)
 (65) 公開番号 特開2008-2412 (P2008-2412A)
 (43) 公開日 平成20年1月10日 (2008.1.10)
 審査請求日 平成21年2月20日 (2009.2.20)

(73) 特許権者 000005452
 株式会社日立プラントテクノロジー
 東京都豊島区東池袋四丁目5番2号
 (74) 代理人 110000350
 ポレール特許業務法人
 (72) 発明者 大藪 圭史
 東京都足立区中川四丁目13番17号
 株式会社日立プラ
 ントテクノロジー内

審査官 大谷 謙仁

(56) 参考文献 特開平09-072292 (JP, A)

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 多段遠心圧縮機

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

同一の回転軸に多数の遠心羽根車を取り付けた多段遠心圧縮機であって、各段の前記遠心羽根車はケーシングに收容されており、初段の前記遠心羽根車の吸込み側は吸込ラインに接続され、最終段を除く各段の前記遠心羽根車の下流側にその段の吐出流路であって次段への吸込み流路となる静止流路が連続して形成されており、最終段の前記遠心羽根車は吐き出し流路に接続されており、一つの前記吸込みラインから吸込んだガスだけを圧縮するようにした多段遠心圧縮機において、前記回転軸に取り付けた初段遠心羽根車の吸込み側位置および最終段遠心羽根車の吐出側位置に、それぞれ円筒状のバランスドラムを設け、各バランスドラムよりも軸端側にバランス空間を形成し、初段遠心羽根車の吸込み側位置に設けた前記バランス空間には、多段に形成された前記遠心羽根車の中で初段と最終段とを除く中間段の遠心羽根車の吐出側と連通する第1の連通手段(91)を接続し、前記最終段遠心羽根車の吐出側位置に設けた前記バランス空間には、前記第1の連通手段が接続された中間段よりさらに最終段側で最終段以外の段の遠心羽根車の吐出側と連通する第2の連通手段(92)を接続し、前記ケーシングの内周部であって、前記各バランスドラムの外周に対向する部分にラビリンスシールを設け、各前記バランス空間よりも軸端側にドライガスシール装置を設け、前記ドライガスシール装置と各前記バランス空間との間に第2のラビリンスシールを設け、この第2のラビリンスシール同士を連通する第3の連通手段(93)を設けたことを特徴とする多段遠心圧縮機。

【請求項 2】

前記第 1 または第 2 の連通手段は、中間段遠心羽根車の下流に設けた中間ノズルとバランス空間とを接続する配管であることを特徴とする請求項 1 に記載の多段遠心圧縮機。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は多段遠心圧縮機に係り、特に、同一の軸に多数の遠心羽根車を取り付けた多段遠心圧縮機に関する。

【背景技術】

【0002】

従来の一軸多段遠心圧縮機の例が、特許文献 1 に記載されている。この公報に記載の遠心圧縮機では、内部のガス漏れがなくかつ軸推力がバランスするように、低圧段である第 1 群の羽根車の吸込み側の外側に推力バランス環を設けている。推力バランス環の外側にはバランス室を設け、このバランス室に第 1 群の吐出ガスをバランスラインを経由して導いている。したがって、推力バランス環の両面には、吐出圧と吸込み圧が作用し、この差圧が羽根車方向への推力となり、推力がバランスする。また、仕切り板にラビリンスを設けて、第 2 群の吸込みガスが第 1 群羽根車側に漏れるのを防止している。

【0003】

【特許文献 1】特開平 9 - 7 2 2 9 2 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで上記特許文献 1 に記載の多段遠心圧縮機では、バランス室を均圧化してスラスト力を低減することについては考慮されているものの、起動時に中間ノズル圧力が負圧になってドライガスシールに逆圧がかかる事態、を回避することについては十分には考慮されていない。

【0005】

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、多段遠心圧縮機において、スラストバランスを維持しながらシールガス量を低減することにある。本発明の他の目的は、起動時のような過渡状態でも多段遠心圧縮機の信頼性を向上させることにある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

上記目的は、同一の回転軸に多数の遠心羽根車を取り付けた多段遠心圧縮機であって、各段の前記遠心羽根車はケーシングに収容されており、初段の前記遠心羽根車の吸込み側は吸込ラインに接続され、最終段を除く各段の前記遠心羽根車の下流側にその段の吐出流路であって次段への吸込み流路となる静止流路が連続して形成されており、最終段の前記遠心羽根車は吐き出し流路に接続されており、一つの前記吸込みラインから吸込んだガスだけを圧縮するようにした多段遠心圧縮機において、前記回転軸に取り付けた初段遠心羽根車の吸込み側位置および最終段遠心羽根車の吐出側位置に、それぞれ円筒状のバランスドラムを設け、各バランスドラムよりも軸端側にバランス空間を形成し、初段遠心羽根車の吸込み側位置に設けた前記バランス空間には、多段に形成された前記遠心羽根車の中で初段と最終段とを除く中間段の遠心羽根車の吐出側と連通する第 1 の連通手段（91）を接続し、前記最終段遠心羽根車の吐出側位置に設けた前記バランス空間には、前記第 1 の連通手段が接続された中間段よりさらに最終段側で最終段以外の段の遠心羽根車の吐出側と連通する第 2 の連通手段（92）を接続し、前記ケーシングの内周部であって、前記各バランスドラムの外周に対向する部分にラビリンスシールを設け、各前記バランス空間よりも軸端側にドライガスシール装置を設け、前記ドライガスシール装置と各前記バランス空間との間に第 2 のラビリンスシールを設け、この第 2 のラビリンスシール同士を連通する第 3 の連通手段（93）を設けたことにより達成される。

そしてこの特徴において、前記第 1 または第 2 の連通手段は、中間段遠心羽根車の下流

10

20

30

40

50

に設けた中間ノズルとバランス空間とを接続する配管であってもよい。

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、軸端部にバランスドラムを設け、このバランスドラムよりもさらに軸端側に形成したバランス室に中間段羽根車からの吐出ガスの一部を導くようにしたので、スラストバランスを維持しながらシールガス量を低減できる。また、起動時のような過渡状態でも多段遠心圧縮機の信頼性を向上できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

本発明に係る多段遠心圧縮機80の一実施例を、図1を用いて説明する。図1は、多段遠心圧縮機80の模式図である。図示しない駆動機により駆動される回転軸11には、複数の遠心羽根車1～7が固定されて取り付けられている。回転軸11および遠心羽根車1～7で構成されるロータは、静止部であるケーシング15内に保持されている。回転軸11の両端部には図示を省略した軸受装置が取り付けられており、回転軸11を回転自在にラジアル方向及びスラスト方向に支持する。

【0010】

初段羽根車1として用いられる最左端の羽根車と軸受装置間、および最終段羽根車7として用いられる最右端の羽根車と軸受装置間には、この遠心圧縮機80の作動ガスであるプロセスガスが、遠心圧縮機80の外部に漏れるのを防止するために、ドライガスシールタイプの軸封装置61、62が設けられている。軸封装置61、62は、回転軸11に取り付けたドライガスシール回転環61A、62Aと、このドライガスシール回転環61A、62Aに対向し、ケーシング15に取り付けたドライガスシール静止環61B、62Bとを有している。

【0011】

初段羽根車1よりも軸端側であってこの初段羽根車1に隣り合って、円筒状のバランスドラム21が回転軸11に取り付けられている。同様に、最終段羽根車7よりも軸端側であってこの最終段羽根車7に隣り合って、円筒状のバランスドラム22が回転軸11に取り付けられている。バランスドラム21、22に対向するケーシング15の壁面には、バランスラビリンス26、27が取り付けられている。バランスドラム21、22の背面側である軸端側には、シールラビリンス33、34とバランスラビリンス26、27で仕切られたバランス空間31、32が形成されている。

【0012】

シールラビリンス33、34は、回転軸11との間で非接触シールとして作用し、それぞれ2段のシール33a、33b；34a、34bで形成されている。シールラビリンス33、34に隣り合って上述のドライガスシール61、62が配置されている。ドライガスシール61、62の軸方向前後側には、シールガス空間51、52およびドライガスシールリーク空間71、72が形成されている。

【0013】

初段羽根車1の吸込み部には、吸込みライン41が接続されており、圧力Psでプロセスガスが吸込まれる。初段羽根車1から第6段羽根車6までは、各段の下流側にその段の吐出流路であって次段への吸込み流路となる静止流路42～47が形成されている。この静止流路42～47は、必要に応じて羽根付ディフューザや羽根無しディフューザ、リターンベーン等が配置されている。最終段羽根車7の下流側には吐出流路48が接続されており、最終段羽根車7で昇圧されたプロセスガスを集めて、圧縮機80外の需要元に供給する。

【0014】

ここで、左右のシールガス空間51、52同士は、シールガスライン（配管）94で接続されており、シール用のドライガス49がこのシールガスライン94を経てシールガス空間51、52に元圧Pgで吹き込まれる。また、左右のドライガスシールリーク空間71、72同士は、ドライガスリークライン（配管）95で接続されている。ドライガス

シール 6 1 , 6 2 部でシールに使用されドライガスシールリーク空間 7 1 , 7 2 に流入したガスは、このドライガスリークライン 9 5 から、圧力 P_f でリークガス 5 0 としてフレアに送られる。さらに、2 段に形成したシールラビリンス 3 3 , 3 4 では、各々の中間にシールガス吹き込み空間 3 3 c , 3 4 c が形成されており、このシールガス吹き込み空間 3 3 c , 3 4 c 同士を、シールラビリンス均圧ライン (配管) 9 3 で接続している。

【 0 0 1 5 】

本実施例で最も特徴的な構成は、左右のバランス空間 3 1 , 3 2 に中間段羽根車の吐出側を接続したことにある。具体的には、初段羽根車 1 側に設けたバランスドラム 2 1 に隣り合うバランス空間 3 1 と第 3 段羽根車 3 の吐出流路 4 4 とを第 1 バランス配管 9 1 で接続する。一方、最終段羽根車 7 側に設けたバランスドラム 2 1 に隣り合うバランス空間 3 2 と第 5 段羽根車の吐出流路 4 6 とを第 2 バランス配管 9 2 で接続する。

10

【 0 0 1 6 】

このように構成した本実施例の多段遠心圧縮機 8 0 の動作を、以下に説明する。回転軸 1 1 が回転駆動されると、各段の羽根車 1 ~ 7 は吸込みライン 4 1 または前段の吐出ライン 4 2 ~ 4 6 から吸込まれたプロセスガスを圧縮し、昇圧して次段羽根車 2 ~ 7 または吐出ライン 4 8 に送る。

【 0 0 1 7 】

その際、吸込み側のバランスドラム 2 1 には、圧縮機 8 0 の吸込み圧力 P_s と第 3 段羽根車 3 の吐出圧力 P_{3d} との差圧が作用する。その結果、バランスドラム 2 1 には、図で白抜き矢印で示した右方向のスラスト力が発生する。吐出側のバランスドラム 2 2 には、最終段羽根車 7 の吐出圧力 P_d と第 5 段羽根車 5 の吐出圧力 P_{5d} との差圧が作用する。その結果、バランスドラム 2 2 には図で白抜き矢印で示した右方向のスラスト力が発生する。一方、各羽根車 1 ~ 7 では、心板の背面に作用するガス圧と側板の背面に作用するガス圧の差に起因して、図で黒抜き矢印で示した左方向のスラスト力が発生する。そこで、2 つのバランスドラム 2 1 , 2 2 の径を調整して、羽根車 1 ~ 7 に作用するスラスト力に対抗させる。

20

【 0 0 1 8 】

バランス空間 3 1 , 3 2 よりも軸端側に設けたシールラビリンス 3 3 , 3 4 では、シールガス吹き込み空間 3 3 c , 3 4 c 同士を、シールラビリンス均圧ライン 9 3 で接続しているので、2 つのシールガス吹き込み空間 3 3 c , 3 4 c は均圧化される。さらに、シールガス吹き込み空間 3 3 c , 3 4 c はラビリンス 3 3 b , 3 4 a を介してバランス空間 3 1 , 3 2 に隣り合っているから、シールラビリンス 3 3 , 3 4 は、バランス空間 3 1 , 3 2 の中間の圧力で均圧される。

30

【 0 0 1 9 】

つまり、第 5 段羽根車 5 の吐出圧力 P_{5d} と第 3 段羽根車 3 の吐出圧力 P_{3d} との間の圧力で、均圧化される。シールラビリンス 3 3 , 3 4 部に作用する圧力を均圧化したので、シールガス吹き込みライン (配管) 9 4 からシールガス空間 5 1 , 5 2 に吹き込むシールガスの圧力 P_g を、同一圧力とすることができる。その結果、両側の軸封装置 6 1 , 6 2 を同一のものとする事ができる。

【 0 0 2 0 】

ところで、プロセス用の多段遠心圧縮機 8 0 では、構成が比較的簡単で信頼性が高いので、軸封装置 6 1 , 6 2 にドライガスシールを多く用いる。本実施例でもドライガスシール 6 1 , 6 2 を回転軸 1 1 の両端部に配置している。ドライガスシール 6 1 , 6 2 ではシールガスの供給が不可欠である。シールガスとしては、圧縮機 8 0 から吐出されるプロセスガスを用いるのが最も容易である。

40

【 0 0 2 1 】

そこで、図示しないシールガス供給装置がプロセスガスの一部を必要圧力である P_g まで減圧して、シールガス空間 5 1 , 5 2 に吹き込む。シールガスのうちの微小量は、軸封装置 6 1 , 6 2 の回転環 6 1 A , 6 2 A と静止環 6 1 B , 6 2 B の間を通り抜けてフレアとして排出される。大部分のシールガスは、シールラビリンス 3 3 , 3 4 の隙間を通して

50

圧縮機 80 の吸込み側へ戻る。

【0022】

ドライガスシール 61, 62 では、シールガス空間 51, 52 とフレアに連通するシールリーク空間 71, 72 の間が逆圧にならないよう、シールガス圧力 P_g をフレア圧力 P_f より高圧に保つ必要がある ($P_g > P_f$)。逆圧が作用すると、ドライガスシール 61, 62 は破損に至るおそれがある。そこで、フレア圧力 P_f が高い場合には、シールガス圧力 P_g も高くせざるを得ない。通常シールガス圧力 P_g は圧縮機 80 の吸込み圧力よりも 10 kPa 程度だけ高くする。このようにフレア圧力 P_f を設定すると、シールラビリンス 41, 42 に作用する差圧が小さくなり、シールガス量を低減できる。

【0023】

しかしながら、本発明を冷凍機系圧縮機に適用した場合には、フレア圧力 P_f が高くなり、しかも圧縮機 80 の吸込み圧力がほぼ大気圧となる。そこで、ドライガスシール 61, 62 に逆圧が作用しないように、圧縮機 80 の吸込み圧力 P_s よりも高圧のシールガスを供給する必要がある。

【0024】

たとえば、フレア圧力 P_f が 0.3 MPa のエチレン冷凍圧縮機 80 のシールガス圧力 P_g は、0.31 MPa 以上必要である。このときの圧縮機 80 の吸込み圧力 P_s が 0.155 MPa であれば、従来方法によるシールラビリンス部 33, 34 の差圧は、0.16 MPa にもなり、シールガスの洩れ量が増大する。

【0025】

ここで、エチレン冷凍圧縮機 80 を例にとり本発明を説明すると、その圧縮比は 10.5 で、吸込み圧力は上述したように、0.155 MPa である。また、吸込み側のバランス空間 31 が第 3 段羽根車 3 の吐出ライン 44 に連通し、吐出側のバランス空間 32 が第 5 段羽根車 5 の吐出ライン 46 に連通している。これらの圧力は、第 3 段羽根車 3 の吐出圧力が 0.535 MPa、第 5 段羽根車 5 の吐出圧力が 0.98 MPa である。

【0026】

このとき、シールラビリンス部 33, 34 の圧力は 0.535 ~ 0.980 MPa の間の圧力となる。したがって、フレア圧力 P_f が 0.30 MPa と高くなっても、シールガス圧力 P_g をシールラビリンス部 33, 34 の圧力より 10 kPa 程度高くすればよい。すなわち、シールラビリンス部 33, 34 の差圧が 10 kPa 程度であるから、従来技術で必要であった 160 kPa 程度に比べて、シールガス圧の差圧が低下し、シールガス吹込み量を低減できる。

【0027】

バランス空間 31, 32 は、それぞれ第 3 段および第 5 段羽根車 3, 5 の吐出ライン 44, 46 に連通しているので、圧縮機 80 を起動するとすぐに各羽根車 3, 5 の吐出圧力が上昇する。したがって、吸込み圧力 P_s が負圧となり、さらにシールガスの供給が瞬間的に間に合わなくても、シールガス空間 51, 52 にはバランス空間 31, 32 およびシールラビリンス均圧ライン 93 を通じて、第 3 段および第 5 段羽根車 3, 5 で圧縮された吐出ガスが流れ込み、シールガス空間 51, 52 が負圧になるのを防止できる。このように、ドライガスシール 61, 62 に逆圧がかからず、圧縮機 80 の信頼性が向上する。

【0028】

本実施例では、バランス空間 31 を第 3 段羽根車 3 の吐出ライン 44 に、バランス空間 32 を第 5 段羽根車 5 の吐出ライン 46 に連通させているが、バランス空間 31, 32 が連通する羽根車の吐出ラインは、これに限るものではなく、必要に応じて他の段の吐出ラインに変えることができる。ただし、シールラビリンス部 33, 34 の圧力は、それぞれ連通させる段の圧力範囲で均圧されるので、フレア圧力 P_f より高い圧力となるように連通する吐出ラインを選択する。

【0029】

また、バランス空間 31, 32 を図示しない中間ノズルに接続してもよい。ただし、中間ノズルが吸込用のノズルのときには、起動時に中間ノズル圧力が負圧になるおそれがある。

10

20

30

40

50

るので、ドライガスシールに逆圧が付加されないように保護手段を設ける必要がある。

【 0 0 3 0 】

本実施例によれば、圧縮機 8 0 の吸込み圧力 P_s が低く、フレア圧力 P_f が高い場合でも、従来に比べシールガス量を低減できる。シールガス量を低減したので、シールガスを圧縮機に供給するシールガス供給装置をコンパクト化でき、圧縮機システムのコストを低減できる。さらに、起動時のような過渡状態でも、軸封装置に逆圧が負荷されず、圧縮機の信頼性が向上する。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 3 1 】

【図 1】本発明に係る多段遠心圧縮機の一実施例の模式図である。

10

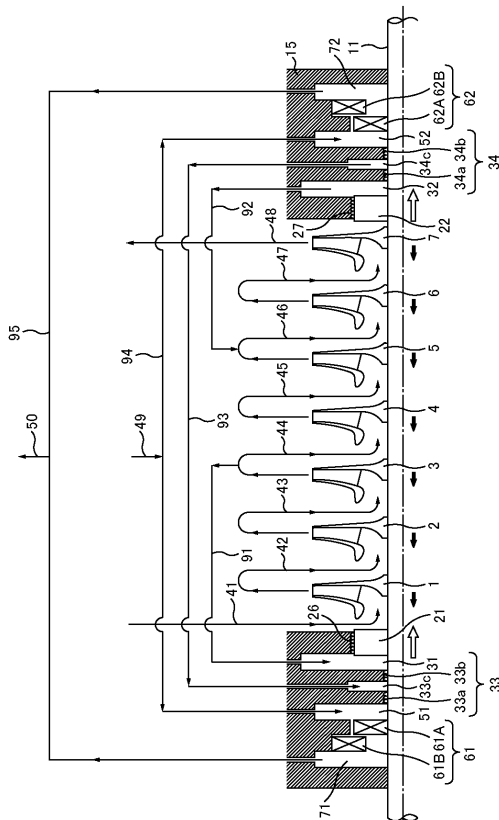
【符号の説明】

【 0 0 3 2 】

1 ~ 7 ... 羽根車、11 ... 回転軸、15 ... ケーシング、21, 22 ... バランスドラム、26, 27 ... バランスラビリンス、31, 32 ... バランス空間、33, 34 ... シールラビリンス、51, 52 ... シールガス空間、61, 62 ... 軸封装置（ドライガスシール）、61A, 62A ... ドライガスシール回転環、61B, 62B ... ドライガスシール静止環、71, 72 ... ドライガスシールリーク空間、80 ... 多段遠心圧縮機、91 ~ 95 ... 配管、 P_g ... シールガス圧力、 P_s ... 圧縮機吸込み圧力、 P_d ... 圧縮機吐出圧力、 P_f ... フレア圧力。

【図 1】

図 1



フロントページの続き

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

F 0 4 D 1 7 / 1 2

F 0 4 D 2 7 / 0 0

F 0 4 D 2 9 / 0 8