

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号  
特許第6091303号  
(P6091303)

(45) 発行日 平成29年3月8日(2017.3.8)

(24) 登録日 平成29年2月17日(2017.2.17)

(51) Int.Cl.

F I

FO4C 18/356 (2006.01)

FO4C 29/00 (2006.01)

FO4C 18/356 N

FO4C 29/00 C

請求項の数 3 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2013-83998 (P2013-83998)	(73) 特許権者	000006013
(22) 出願日	平成25年4月12日 (2013.4.12)		三菱電機株式会社
(65) 公開番号	特開2014-206102 (P2014-206102A)		東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(43) 公開日	平成26年10月30日 (2014.10.30)	(74) 代理人	100085198
審査請求日	平成27年8月5日 (2015.8.5)		弁理士 小林 久夫
		(74) 代理人	100098604
			弁理士 安島 清
		(74) 代理人	100087620
			弁理士 高梨 範夫
		(74) 代理人	100125494
			弁理士 山東 元希
		(74) 代理人	100141324
			弁理士 小河 卓
		(74) 代理人	100153936
			弁理士 村田 健誠

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ローリングピストン形圧縮機

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ステータ及びロータを有する電動機と、  
一端が前記ロータに固定され、偏心部が形成されたシャフトと、  
円筒状のシリンダー室が形成されたシリンダー、前記偏心部に摺動自在に取り付けられて該偏心部と共に前記シリンダー室内を偏心回転運動するピストン、及び、前記シリンダーに形成されたベーン溝に摺動自在に設けられ、一方の端部に付与された押圧力によって他方の端部が前記ピストンの外周面に当接し、前記シリンダー室内を吸入ポートが設けられた吸入室と吐出ポートが設けられた圧縮室とに仕切るベーンを有する圧縮機構部と、  
を備えたローリングピストン形圧縮機であって、  
前記シリンダー室の中心軸と垂直な断面において、  
前記ベーンの前記ピストンに当接する側の端部は、円弧形状に形成されており、  
該円弧形状の中心は、前記ベーンの長手方向の中心線に対して、圧縮室側にオフセットを有しており、  
前記ベーン溝の長手方向の中心線は、該中心線と平行な前記シリンダー室の、前記吸入ポートと前記吐出ポートとの間に位置する半径方向に沿った前記中心軸を通る直線に対して、前記シリンダー室の前記中心軸を通る前記直線の直交方向で前記吸入室側にオフセットを有していることを特徴とするローリングピストン形圧縮機。

【請求項 2】

前記ベーンの表面が該ベーンの母材よりも耐摩耗性が向上するように、

前記ベーンの表面に表面処理が施されていることを特徴とする請求項 1 に記載のローリングピストン形圧縮機。

【請求項 3】

使用される冷媒が  $\text{CO}_2$  冷媒であることを特徴とする請求項 1 又は請求項 2 に記載のローリングピストン形圧縮機。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えば冷凍冷蔵空調用機器及び給湯用機器等のヒートポンプを利用した冷凍サイクルに使用されるローリングピストン形圧縮機に関するものである。

10

【背景技術】

【0002】

従来のローリングピストン形圧縮機の圧縮機構部は、円筒状のシリンダー室が形成されたシリンダーと、電動機によって回転駆動されるシャフトの偏心部に摺動自在に取り付けられ、該偏心部と共にシリンダー室内を偏心回転運動するピストンと、シリンダーに形成されたベーン溝に摺動自在に設けられ、一方の端部に付与された押圧力によって他方の端部がピストンの外周面に当接し、前記シリンダー室内を吸入室と圧縮室とに仕切るベーンと、を備えている（特許文献 1 参照）。

【0003】

そして、シリンダー室の中心軸と垂直な断面（例えば、電動機と圧縮機構部が上下方向に並設された縦置き型のローリングピストン形圧縮機の場合には横断面）において、このような従来のローリングピストン形圧縮機の圧縮機構部を観察した場合、ベーンのピストンに当接する側の端部（以下、先端部と称する）は、円弧形状に形成されている。また、この円弧形状の中心は、シリンダー室の中心軸と垂直な断面において、ベーンの長手方向の中心線（ベーンの幅の中心を通り、ベーンの長手方向に延設された仮想直線）上となっている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開昭 58 - 220993 号公報（第 2，3 図等）

30

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

図 5 は、従来のローリングピストン形圧縮機のベーン近傍を示す拡大図である。また、図 6 は、従来のローリングピストン形圧縮機のベーン周りに作用する力関係を説明するための説明図である。なお、図 5 及び図 6 は、シリンダー室の中心軸と垂直な断面を示したものである。

【0006】

従来のローリングピストン形圧縮機は、ベーン 11 のピストン 9 に当接しない側の端部（シリンダー室の径方向で見た場合に外方となる端部。以下、背面側端部と称する）の外方となる位置に、スプリングが配置されている。そして、このスプリングの反力により、ベーンの背面側端部には、押圧力が付与されている。また、圧縮機構部で圧縮された冷媒が密閉容器内に吐出される高圧シェル型のローリングピストン形圧縮機において、上記スプリングを収納する穴部が密閉容器内と連通している場合、ベーンのピストンに当接しない側の端部には、密閉容器内の冷媒の圧力（圧縮機構部で圧縮された冷媒の圧力）も押圧力として付与される。このため、ベーン 11 の背面側端部には、スプリングの反力（場合によっては、密閉容器内の冷媒の圧力を含む）による圧力  $P_d$  が作用している。また、ベーン 11 の先端部に対しては、該先端部とピストン 9 の外周面との接触部 201（シリンダー室の中心軸と垂直な平面において、ベーン 11 の先端部の円弧形状の中心点とピストン 9 の中心点とを結ぶ直線と、ベーン 11 の先端部とが交わる箇所）を境に、吸入室 12

40

50

からは圧力  $P_s$  が作用し、圧縮室 13 側からは圧力  $P_c$  が作用している。したがって、図 5 に示すように、ベーン 11 の背面側端部に作用する圧力 ( $P_d$ ) と先端部に作用する圧力 ( $P_s$ ,  $P_c$ ) との圧力差によって生じるベーン先端押付力  $F_v$  によって、ベーン 11 の先端部がピストン 9 の外周面に当接することとなる。

【0007】

また、従来のローリングピストン形圧縮機において冷媒を圧縮する際、ベーン 11 におけるシリンダー 5 のシリンダー室内に突出した部分には、図 6 に示すような力が作用する。詳しくは、ベーン 11 とベーン溝 10 との間には数ミクロンの隙間 21 がある。また、冷媒を圧縮する際、ベーン 11 は、圧縮室 13 と吸入室 12 の差圧によって発生する圧力荷重  $P$  によって、該隙間 21 分だけ微小に傾斜する。このため、ベーン 11 は、ベーン溝 10 の吸入側において吸入室 12 側の端部である接触部 301 と接触し、ベーン溝 10 の吐出側において圧縮室 13 側の端部である接触部 302 と接触する。つまり、これら接触部にはそれぞれ、吸入側反力  $N_1$  と吐出側反力  $N_2$  が発生する。接触部 301 の摩擦係数を  $\mu_1$ 、接触部 302 の摩擦係数を  $\mu_2$  とそれぞれ定義すると、ベーン 11 がベーン溝 10 内を摺動する際に吸入側に発生する摩擦力  $f_1$  は  $\mu_1 \times N_1$ 、吐出側に発生する摩擦力  $f_2$  は  $\mu_2 \times N_2$  となる。したがって、ベーン 11 の側面部に発生する摩擦力の総和  $F_{side}$  (以下、ベーンサイド摩擦力と称する) は、 $F_{side} = f_1 + f_2 = \mu_1 \times N_1 + \mu_2 \times N_2$  で示される。

【0008】

図 7 は、従来のローリングピストン形圧縮機においてシリンダー室内をピストンが偏心回転運動した際の、圧縮室内の圧力とベーンサイド摩擦力との関係を示す図である。また、図 8 は、このローリングピストン形圧縮機においてシリンダー室内をピストンが偏心回転運動した際の、圧縮室内の圧力とベーン先端押付力との関係を示す図である。

ここで、図 7 は、横軸にピストン 9 を偏心回転運動させるシャフトの位相 [deg] (回転角度) を示し、左側の縦軸に圧縮室 13 内の圧力  $P_c$  [MPa] を示し、右側の縦軸にベーンサイド摩擦力  $F_{side}$  [N] を示している。また、図 8 は、横軸にピストン 9 を偏心回転運動させるシャフトの位相 [deg] (回転角度) を示し、左側の縦軸に圧縮室 13 内の圧力  $P_c$  [MPa] を示し、右側の縦軸にベーン先端押付力  $F_v$  [N] を示している。

なお、図 7 及び図 8 において、シャフトの位相 0 [deg] は、ピストン 9 がベーン溝 10 に最も近づいた状態を示している。また、シャフトの位相 0 [deg] は、ピストン 9 がベーン溝 10 から最も離れた状態を示している。

【0009】

図 7 に示すように、シャフト (つまりピストン 9) の位相が進むにつれて、圧縮室 13 内の体積が減少し、圧縮室 13 内の圧力  $P_c$  は上昇していく。そして、圧縮室 13 内の圧力  $P_c$  が所定の圧力 (= 吐出圧力) になると、圧縮室 13 内の冷媒は図示せぬ吐出口から吐出され、その後の圧縮室 13 内の圧力は一定となる。このとき、ベーンサイド摩擦力  $F_{side}$  も、圧縮室 13 内の圧力  $P_c$  と同様に、圧縮室 13 内の圧力  $P_c$  が所定の圧力 (= 吐出圧力) になるまで増加し、当該所定の圧力 (= 吐出圧力) で最大の値となる。これは、圧縮室 13 内の圧力  $P_c$  の上昇に伴って、圧縮室 13 と吸入室 12 の差圧によって発生する圧力荷重  $P$  が増加していくためである。一方、図 8 に示すように、ベーン先端押付力  $F_v$  は、圧縮室 13 内の圧力  $P_c$  が所定の圧力 (= 吐出圧力) になるまで低下し、当該所定の圧力 (= 吐出圧力) で最小の値となる。

【0010】

ここで、シャフト (つまりピストン 9) の位相が 0 [deg] から 180 [deg] までの間は、ピストン 9 がベーン溝 10 から離れていくこととなる。このため、このようなピストン 9 の動作にベーン 11 が追従するためには、ベーン 11 がベーン先端押付力  $F_v$  によってピストン 9 へ押付けられながら移動する必要がある。つまり、ベーン先端押付力  $F_v >$  ベーンサイド摩擦力  $F_{side}$  となっている必要がある。なお、シャフト (つまりピストン 9) の位相が 180 [deg] 以降は、ピストン 9 がベーン溝 10 に近づいてい

10

20

30

40

50

くこととなる。このため、ベーン 11 は、ピストン 9 によってベーン溝 10 に押し込まれることとなるので、ベーン先端押付力  $F_v$  及びベーンサイド摩擦係数  $F_{side}$  に関係なく、ピストン 9 の動作に追従することができる。

#### 【0011】

しかしながら、 $CO_2$  冷媒（炭酸ガス冷媒）のようなポリトロプ指数が高い冷媒を用いた場合、及び、軽負荷時の低圧縮比でローリングピストン形圧縮機を運転した場合には、シャフト（つまりピストン 9）の位相が  $180 [deg]$  となる前に、圧縮室 13 内の圧力  $P_c$  が所定の圧力（＝吐出圧力）に到達しやすい。つまり、 $CO_2$  冷媒のようなポリトロプ指数が高い冷媒を用いた場合、及び、軽負荷時の低圧縮比でローリングピストン形圧縮機を運転した場合、ピストン 9 の動作にベーン 11 が追従するためにはベーン先端押付力  $F_v >$  ベーンサイド摩擦係数  $F_{side}$  となっている必要がある状態において、圧縮室 13 内の圧力  $P_c$  が所定の圧力（＝吐出圧力）に到達することとなる。このため、従来のローリングピストン形圧縮機は、圧縮室 13 内の圧力  $P_c$  が所定の圧力（＝吐出圧力）に到達するまでにベーン先端押付力  $F_v <$  ベーンサイド摩擦係数  $F_{side}$  となっていると、ピストン 9 の動作にベーン 11 が追従できなくなる。

#### 【0012】

図 9 及び図 10 は、ベーンがピストンに追従できなくなった場合に発生する問題を説明するための説明図である。なお、図 9 は、シャフト（つまりピストン）の位相が  $0 [deg]$  から  $180 [deg]$  までの間における、ベーン及びピストンの位置関係を示している。また、図 10 は、図 9（c）の状態におけるシリンダー室内の冷媒流れを示している。

#### 【0013】

図 9（a）に示すように、シャフト（つまりピストン 9）の位相が  $0 [deg]$  となったときに冷媒の圧縮工程が開始される。その後、当該圧縮工程においてベーン先端押付力  $F_v >$  ベーンサイド摩擦係数  $F_{side}$  となっている状態（図 9（b）参照）までは、ベーン 11 はピストン 9 の動作に追従することができる。しかしながら、冷媒が圧縮されて圧縮室 13 内の圧力  $P_c$  が所定の圧力（＝吐出圧力）に近づくと共に、ベーン先端押付力  $F_v$  が低下し、ベーンサイド摩擦係数  $F_{side}$  は増加する。このため、図 9（c）に示すように、ベーン先端押付力  $F_v$  がベーンサイド摩擦係数  $F_{side}$  を下回ると、ベーン 11 がピストン 9 に追従できずに離れてしまう。ベーン 11 がピストン 9 から離れると、圧縮室 13 から吸入室 12 へ冷媒が流入することによって両室の圧力差が縮小し、圧縮室 13 内の圧力  $P_c$  が低下するため、図 9（d）に示すように、ベーン先端押付力  $F_v$  は大きくなる。したがって、ベーン 11 は再びピストン 9 に向かって増速しながら動きだし、ピストン 9 と衝突して再接触するため、接触部がダメージを受けたり、衝突音が発生するという問題点があった。

#### 【0014】

また、図 10 に示すように、ベーン 11 とピストン 9 とが離れると、矢印 22 に示すように圧縮室 13 の高圧冷媒ガスが吸入室 12 側へ漏れることにより、ローリングピストン形圧縮機の性能が低下するという問題点も生じていた。

#### 【0015】

なお、従来のローリングピストン式圧縮機において上記の問題点を解決するためには、シリンダー 5 のベーン溝 10 に高精度な研磨加工を実施することにより、摺動時の摩擦係数  $\mu_1$ 、 $\mu_2$  を低減させることも考えられる。しかしながら、シリンダー 5 のベーン溝 10 に高精度な研磨加工を実施すると、加工コストが上がり、ローリングピストン形圧縮機が高価になってしまう。

#### 【0016】

本発明は、上述のような問題点を解決するためになされたものであり、ベーン溝に高精度な加工を施さなくとも、ベーンがピストンに追従することが可能なローリングピストン形圧縮機を提供することを目的とする。

#### 【課題を解決するための手段】

## 【 0 0 1 7 】

本発明に係るローリングピストン形圧縮機は、ステータ及びロータを有する電動機と、一端が前記ロータに固定され、偏心部が形成されたシャフトと、円筒状のシリンダー室が形成されたシリンダー、前記偏心部に摺動自在に取り付けられて該偏心部と共に前記シリンダー室内を偏心回転運動するピストン、及び、前記シリンダーに形成されたベーン溝に摺動自在に設けられ、一方の端部に付与された押圧力によって他方の端部が前記ピストンの外周面に当接し、前記シリンダー室内を吸入ポートが設けられた吸入室と吐出ポートが設けられた圧縮室とに仕切るベーンを有する圧縮機構部と、を備えたローリングピストン形圧縮機であって、前記シリンダー室の中心軸と垂直な断面において、前記ベーンの前記ピストンに当接する側の端部は、円弧形状に形成されており、該円弧形状の中心は、前記ベーンの長手方向の中心線に対して、圧縮室側にオフセットを有しており、前記ベーン溝の長手方向の中心線は、該中心線と平行な前記シリンダー室の、前記吸入ポートと前記吐出ポートとの間に位置する半径方向に沿った前記中心軸を通る直線に対して、前記シリンダー室の前記中心軸を通る前記直線の直交方向で前記吸入室側にオフセットを有しているものである。

10

## 【発明の効果】

## 【 0 0 1 8 】

本発明に係るローリングピストン形圧縮機は、シリンダー室の中心軸と垂直な断面において、ベーンのピストンに当接する側の端部が円弧形状に形成されており、該円弧形状の中心がベーンの長手方向の中心線に対して圧縮室側にオフセットを有している。このため、本発明に係るローリングピストン形圧縮機は、従来のローリングピストン形圧縮機と比べ、ベーンのピストンに当接する側の端部において、吸入室から作用する圧力  $P_s$  が増加し、圧縮室から作用する圧力  $P_c$  が減少する。したがって、本発明に係るローリングピストン形圧縮機は、従来のローリングピストン形圧縮機と比べ、ベーンのピストンに当接しない側の端部に作用する圧力とピストンに当接する側の端部に作用する圧力との圧力差によって生じるベーン先端押付力  $F_v$  を大きくすることができる。

20

## 【 0 0 1 9 】

すなわち、本発明に係るローリングピストン形圧縮機は、ベーン先端押付力  $F_v$  を大きくすることにより、シリンダーのベーン溝に高精度な研磨加工を施さなくとも、 $CO_2$  冷媒のようなポリトロプ指数が高い冷媒を用いた場合、及び、軽負荷時の低圧縮比でローリングピストン形圧縮機を運転した場合でも、ベーンをピストンに追従させることができる。

30

## 【図面の簡単な説明】

## 【 0 0 2 0 】

【図 1】本発明の実施の形態 1 に係るローリングピストン形圧縮機を示す縦断面図である。

【図 2】本発明の実施の形態 1 に係るローリングピストン形圧縮機の圧縮機構部を示す横断面図である。

【図 3】本発明の実施の形態 1 に係るローリングピストン形圧縮機のベーン近傍を示す拡大図である。

40

【図 4】本発明の実施の形態 2 に係るローリングピストン形圧縮機のシリンダーを示す図であり、ベーン溝近傍を示す拡大図である。

【図 5】従来のローリングピストン形圧縮機のベーン近傍を示す拡大図である。

【図 6】従来のローリングピストン形圧縮機のベーン周りに作用する力関係を説明するための説明図である。

【図 7】従来のローリングピストン形圧縮機においてシリンダー室内をピストンが偏心回転運動した際の、圧縮室内の圧力とベーンサイド摩擦力との関係を示す図である。

【図 8】従来のローリングピストン形圧縮機においてシリンダー室内をピストンが偏心回転運動した際の、圧縮室内の圧力とベーン先端押付力との関係を示す図である。

【図 9】ベーンがピストンに追従できなくなった場合に発生する問題を説明するための説

50

明図である。

【図 10】ベーンがピストンに追従できなくなった場合に発生する問題を説明するための説明図である。

【発明を実施するための形態】

【0021】

以下、図面を用いて、本発明に係るローリングピストン形圧縮機の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。なお、以下に説明する実施の形態によって本発明が限定されるものではない。また、図 1 を含め、以下の図面では各構成部材の大きさの関係が実際のものとは異なる場合がある。また、以下の各実施の形態において、従来のローリングピストン形圧縮機と同じ構成には、同じ符号を付している。

10

【0022】

実施の形態 1 .

図 1 は、本発明の実施の形態 1 に係るローリングピストン形圧縮機を示す縦断面図である。また、図 2 は、このローリングピストン形圧縮機の圧縮機構部を示す横断面図である。なお、この実施の形態では一つの圧縮機構部を備えた単段圧縮ローリングピストン形圧縮機を示している。

【0023】

本実施の形態 1 に係るローリングピストン形圧縮機 100 は、円筒状の密閉容器 1 と、密閉容器 1 の内部上側に配置された電動機部 102 と、電動機部 102 の下側に配置され、電動機部 102 によって駆動される圧縮機構部 101 と、電動機部 102 の駆動力を圧縮機構部 101 に伝達するシャフト 4 とを備えている。

20

【0024】

電動機部 102 は、密閉容器 1 の内部上側の内周面に沿って環状に取り付けられたステータ 2 と、ステータ 2 の内側に若干の隙間を設けて挿入されるロータ 3 からなっており、ロータ 3 は中心部で鉛直方向にシャフト 4 に固定されている。

【0025】

シャフト 4 は、電動機部 102 のロータ 3 に固定される主軸 4a と、主軸 4a の反対側に設けられる副軸 4b と、主軸 4a と副軸 4b との間に形成される偏心部 4c とを有している。

【0026】

圧縮機構部 101 は、図 1 及び図 2 に示すように、シリンダー 5、ピストン 9、及びベーン 11 等を備える。

30

【0027】

シリンダー 5 は、密閉容器 1 の内周面に固定されており、その中心部に円筒状のシリンダー室 6 を有している。そして、このシリンダー室 6 には、シャフト 4 の偏心部 4c に摺動自在に取り付けられたピストン 9 が設けられている。また、シリンダー 5 のシリンダー室 6 の軸方向両端面は、上軸受け 7 と下軸受け 8 とで閉塞されている。これら上軸受け 7 及び下軸受け 8 は、シャフト 4 の主軸 4a 及び副軸 4b を回転自在に保持している。

【0028】

さらに、シリンダー 5 には、シリンダー室 6 の半径方向に沿ってベーン溝 10 が形成されている。このベーン溝 10 はシリンダー室 6 と連通しており、このベーン溝 10 には、このベーン溝 10 内を往復運動するベーン 11 が設けられている。また、ベーン 11 のピストン 9 に当接しない側の端部（シリンダー室 6 の径方向で見た場合に外方となる端部。以下、背面側端部と称する）の外方となる位置に、スプリング 14 が配置されている。そして、このスプリング 14 の反力により、ベーン 11 の背面側端部には、押圧力が付与されている。また、本実施の形態 1 に係るローリングピストン形圧縮機 100 は、圧縮機構部 101 で圧縮された冷媒が密閉容器 1 内に吐出される高圧シェル型のローリングピストン形圧縮機であり、スプリング 14 を収納する穴部 15 が密閉容器 1 内と連通している。このため、ベーン 11 の背面側端部には、密閉容器 1 内の冷媒の圧力（圧縮機構部 101 で圧縮された冷媒の圧力）も押圧力として付与されている。そして、ベーン 11 のピスト

40

50

ン 9 に当接する側の端部（以下、先端部と称する）に作用する力とベーン 1 1 の背面側端部に作用する上記押圧力との差によって、ベーン 1 1 にはベーン先端押付力  $F_v$  が働き、当該ベーン先端押付力  $F_v$  によってベーン 1 1 の先端部がピストン 9 の外周面に当接することとなる。これにより、シリンダー室 6 内（より詳しくは、ピストン 9 の外周面とシリンダー室 6 の内周面によって仕切られた空間）は、ベーン 1 1 により、吸入室 1 2 と圧縮室 1 3 に仕切られる。

【 0 0 2 9 】

ここで、本実施の形態 1 に係るローリングピストン形圧縮機 1 0 0 は、ベーン 1 1 の先端部を図 3 のように形成している。

【 0 0 3 0 】

図 3 は、本発明の実施の形態 1 に係るローリングピストン形圧縮機のベーン近傍を示す拡大図である。この図 3 は、横断面図（シリンダー室 6 の中心軸と垂直な断面を示した図）である。なお、図 3 には、二点鎖線で、従来のローリングピストン形圧縮機のベーンも示している。

【 0 0 3 1 】

図 3 に示すように、本実施の形態 1 に係るベーン 1 1 の先端部は、円弧形状に形成されている。そして、該円弧形状の中心 1 1 b は、ベーン 1 1 の長手方向の中心線 1 1 a（ベーン 1 1 の幅の中心を通り、ベーン 1 1 の長手方向に延設された仮想直線）に対して、圧縮室 1 3 側に寸法 だけオフセットしている（ずれている）。つまり、本実施の形態 1 に係るベーン 1 1 の先端部は、該先端部とピストン 9 の外周面との接触部 2 0 2 が従来のベーンの接触部 2 0 1 よりも圧縮室 1 3 側となっている。換言すると、本実施の形態 1 に係るベーン 1 1 の先端部は、従来のベーンよりも、吸入室 1 2 側に露出する面積が大きくなっており、圧縮室 1 3 側に露出する面積が小さくなっている。なお、本実施の形態 1 では、ベーン 1 1 の長手方向の中心線 1 1 a は、該中心線 1 1 a と平行なシリンダー室 6 の中心線（シリンダー室 6 の中心軸を通り、中心線 1 1 a と平行な直線）と同一位置となっている。

【 0 0 3 2 】

ここで、本実施の形態 1 では、半径の異なる 2 種類の円弧により、ベーン 1 1 の先端部を形成している。これに限らず、1 種類の半径の円弧でベーン 1 1 の先端部を形成してもよいし、3 種類以上の円弧でベーン 1 1 の先端部を形成してもよい。ベーン 1 1 の先端部を形成する円弧の中心が、ベーン 1 1 の長手方向の中心線に対して、圧縮室 1 3 側にオフセットしていればよい。

【 0 0 3 3 】

次に、上述のように構成されたローリングピストン形圧縮機 1 0 0 の動作について説明する。電動機部 1 0 2 が起動するとロータ 3 が回転し、ロータ 3 を固定したシャフト 4 の回転と共に、シャフト 4 の偏心部 4 c に取り付けられたピストン 9 がシリンダー室 6 内を偏心運動し、ベーン 1 1 がベーン溝 1 0 内を往復運動する。これにより、ベーン 1 1 によって仕切られた吸入室 1 2 と圧縮室 1 3 の容積が変化する。この容積変化により、吸入ポート 1 7 から吸入室 1 2 に吸入された作動冷媒が圧縮されて高温高圧となり、圧縮室 1 3 より吐出ポート 1 8、上軸受け 7 と吐出マフラー 1 9 によって囲まれる吐出マフラー室 2 0 を経て、密閉容器 1 内に吐出される。

【 0 0 3 4 】

上述のような冷媒の圧縮工程においては、図 3 で示すように、ベーン 1 1 の背面側端部には、スプリング 1 4 の反力及び密閉容器 1 内の冷媒の圧力による圧力  $P_d$  が作用している。また、ベーン 1 1 の先端部に対しては、該先端部とピストン 9 の外周面との接触部 2 0 2 を境に、吸入室 1 2 からは圧力  $P_s$  が作用し、圧縮室 1 3 側からは圧力  $P_c$  が作用している。したがって、図 3 に示すように、ベーン 1 1 の背面側端部に作用する圧力（ $P_d$ ）と先端部に作用する圧力（ $P_s$ 、 $P_c$ ）との圧力差によって生じるベーン先端押付力  $F_v$  によって、ベーン 1 1 の先端部がピストン 9 の外周面に当接することとなる。

また、上述のような冷媒の圧縮工程においては、図 6 で示したように、ベーン 1 1 の側

10

20

30

40

50

面部には、ベーンサイド摩擦力  $F_{side}$  が発生する。

このため、 $CO_2$  冷媒のようなポリトロプ指数が高い冷媒を用いた場合、及び、軽負荷時の低圧縮比でローリングピストン形圧縮機を運転した場合等、シャフト 4 の偏心部 4c (つまりピストン 9) の位相が  $180 [deg]$  となる前に、圧縮室 13 内の圧力  $P_c$  が所定の圧力 (= 吐出圧力) に到達する場合には、ベーン先端押付力  $F_v$  がベーンサイド摩擦力  $F_{side}$  を下回り、ベーン 11 がピストン 9 に追従できずに離れてしまうことが懸念される。

#### 【0035】

しかしながら、本実施の形態 1 では、図 3 に示したように、横断面視において、ベーン 11 の先端部の円弧形状の中心 11b は、ベーン 11 の長手方向の中心線 11a に対して、圧縮室 13 側に寸法 だけオフセットしている。つまり、本実施の形態 1 に係るベーン 11 の先端部は、従来のベーンよりも、吸入室 12 側に露出する面積が大きくなっており、圧縮室 13 側に露出する面積が小さくなっている。このため、本実施の形態 1 に係るローリングピストン形圧縮機 100 は、従来のローリングピストン形圧縮機と比べ、吸入室 12 からベーン 11 の先端部に作用する圧力  $P_s$  が増加し、圧縮室 13 からベーン 11 の先端部に作用する圧力  $P_c$  が減少する。つまり、本実施の形態 1 に係るローリングピストン形圧縮機 100 は、従来のローリングピストン形圧縮機と比べ、ベーン先端押付力  $F_v$  が増加する。

#### 【0036】

したがって、本実施の形態 1 に係るローリングピストン形圧縮機 100 は、 $CO_2$  冷媒のようなポリトロプ指数が高い冷媒を用いた場合、及び、軽負荷時の低圧縮比でローリングピストン形圧縮機を運転した場合等、シャフト 4 の偏心部 4c (つまりピストン 9) の位相が  $180 [deg]$  となる前に、圧縮室 13 内の圧力  $P_c$  が所定の圧力 (= 吐出圧力) に到達する場合にも、ベーン先端押付力  $F_v$  がベーンサイド摩擦力  $F_{side}$  を下回ることを防止でき、ベーン 11 がピストン 9 に追従できずに離れてしまうことを防止できる (ベーン 11 のピストン 9 への追従性を向上できる)。

#### 【0037】

なお、本実施の形態 1 に係るベーン 11 の表面が該ベーン 11 の母材よりも耐摩耗性が向上するように、ベーン 11 の表面に表面処理を施してもよい。上述のように、本実施の形態 1 に係るローリングピストン形圧縮機 100 は従来よりもベーン先端押付力  $F_v$  が増加するが、ベーン 11 の表面に耐摩耗性を向上させる表面処理を施すことにより、ベーン 11 とピストン 9 との接触面における摺動状態を向上させることができる。

#### 【0038】

実施の形態 2 .

図 4 は、本発明の実施の形態 2 に係るローリングピストン形圧縮機のシリンダーを示す図であり、ベーン溝近傍を示す拡大図である。

なお、図 4 は、横断面図 (シリンダー室 6 の中心軸と垂直な断面を示した図) である。

#### 【0039】

実施の形態 1 では、ベーン 11 の長手方向の中心線 11a (つまり、ベーン溝 10 の長手方向の中心線 10a) は、該中心線 11a と平行なシリンダー室 6 の中心線 6a (シリンダー室 6 の中心軸を通り、中心線 11a と平行な直線) と同一位置になっていた。

一方、図 4、5 に示すように、本実施の形態 2 においては、ベーン 11 の長手方向の中心線 11a (つまり、ベーン溝 10 の長手方向の中心線 10a) は、該中心線 11a と平行なシリンダー室 6 の中心線 6a に対して、吸入室 12 側に寸法 だけオフセットしている (ずれている)。

#### 【0040】

このようにベーン 11 の長手方向の中心線 11a を吸入室 12 側にオフセットすることにより、本実施の形態 2 におけるベーン 11 の先端部とピストン 9 の外周面との接触部を、実施の形態 1 におけるベーン 11 の先端部とピストン 9 の外周面との接触部 202 と比べ、さらに圧縮室 13 側にすることができる。このため、本実施の形態 2 に係るローリン

10

20

30

40

50



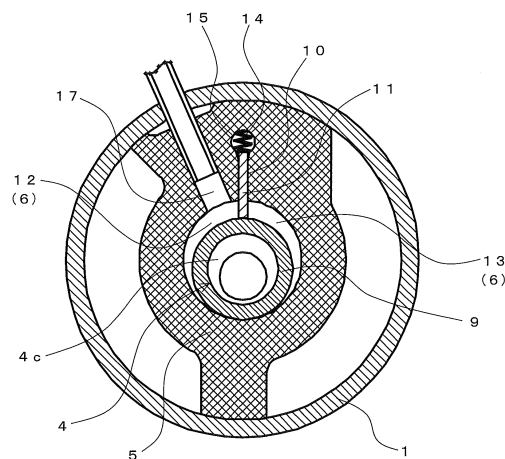
【 0 0 4 1 】

10

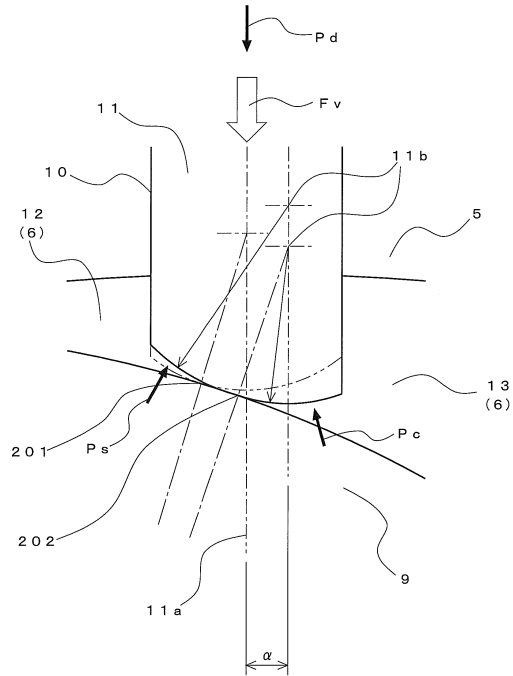
【 0 0 4 2 】

20

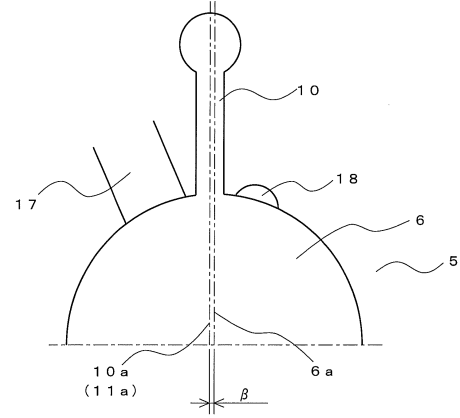
【图 2】



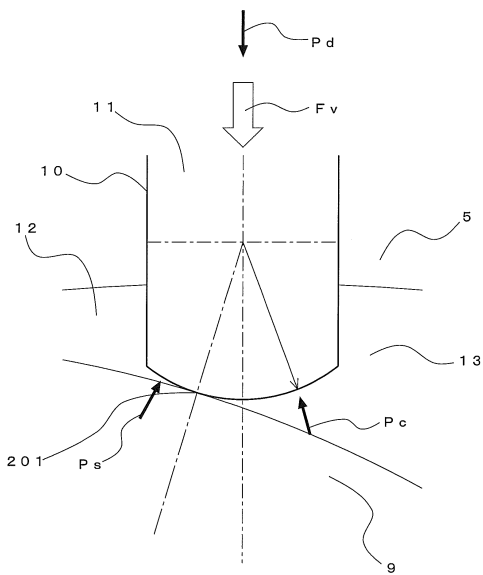
【図 3】



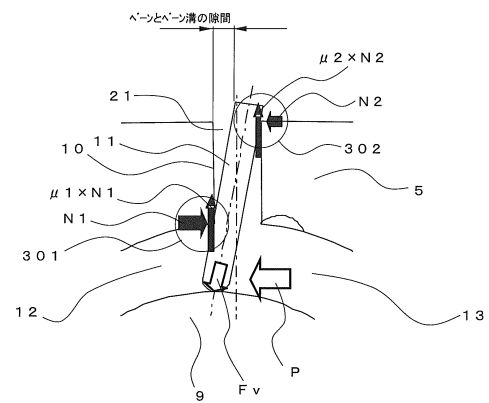
【図 4】



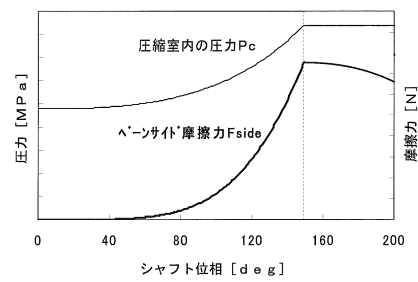
【図 5】



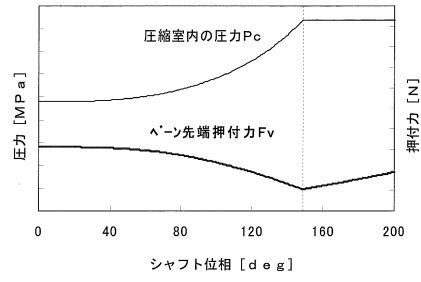
【図 6】



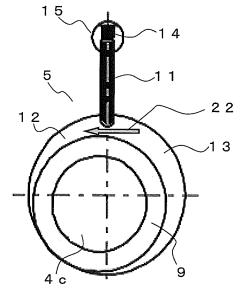
【図 7】



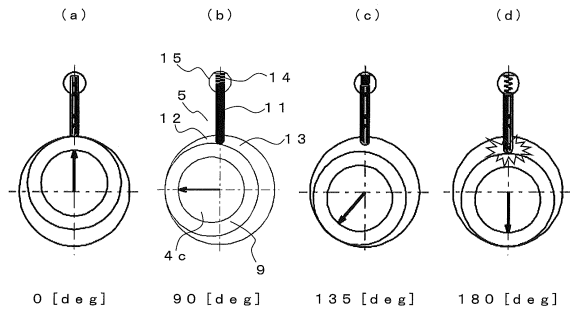
【図 8】



【図 10】



【図 9】



---

フロントページの続き

(74)代理人 100160831

弁理士 大谷 元

(72)発明者 服部 直隆

東京都千代田区九段北一丁目13番5号 三菱電機エンジニアリング株式会社内

審査官 新井 浩士

(56)参考文献 特開昭64-080788(JP,A)

特開平08-049675(JP,A)

特開2007-085208(JP,A)

特開2010-196711(JP,A)

特開2001-207975(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F04C 18/356

F04C 29/00