

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B1)

(11)特許番号
特許第7301247号
(P7301247)

(45)発行日 令和5年6月30日(2023.6.30)

(24)登録日 令和5年6月22日(2023.6.22)

(51)国際特許分類	F I			
F 0 4 B 39/02 (2006.01)	F 0 4 B 39/02	Q		
F 0 4 C 18/02 (2006.01)	F 0 4 B 39/02	B		
F 0 4 C 29/02 (2006.01)	F 0 4 C 18/02	3 1 1 Y		
	F 0 4 C 29/02	3 1 1 D		
	F 0 4 C 29/02	3 4 1 A		
請求項の数 18 (全29頁)				

(21)出願番号	特願2022-578668(P2022-578668)	(73)特許権者	000006013 三菱電機株式会社 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号
(86)(22)出願日	令和4年6月16日(2022.6.16)	(74)代理人	110001461 弁理士法人きさ特許商標事務所
(86)国際出願番号	PCT/JP2022/024058	(72)発明者	山口 義文 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
審査請求日	令和4年12月19日(2022.12.19)	(72)発明者	片桐 大輔 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
(31)優先権主張番号	特願2021-134809(P2021-134809)	(72)発明者	井戸 慎一郎 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
(32)優先日	令和3年8月20日(2021.8.20)	(72)発明者	山田 博之
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		
早期審査対象出願			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 軸受構造、圧縮機及び冷凍サイクル装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

潤滑油が通る主給油孔が軸方向に設けられた円筒形状を有する回転体と、前記回転体との間に隙間を有して径方向外側に設けられ、前記回転体を軸周りに回転自在なように保持するすべり軸受と、を備えた回転機械であって、

前記回転体には、前記隙間と前記主給油孔とを連通し、前記潤滑油が通る分岐給油孔が設けられ、

前記分岐給油孔の前記回転体の回転方向後側には、前記潤滑油から異物を分離する異物分離部が設けられ、

前記異物分離部は、前記分岐給油孔の途中または流入口側に設けられている、

軸受構造。

【請求項2】

潤滑油が通る主給油孔が軸方向に設けられた円筒形状を有する回転体と、前記回転体との間に隙間を有して径方向外側に設けられ、前記回転体を軸周りに回転自在なように保持するすべり軸受と、を備えた回転機械であって、

前記回転体には、前記隙間と前記主給油孔とを連通し、前記潤滑油が通る分岐給油孔が設けられ、

前記分岐給油孔の前記回転体の回転方向後側には、前記潤滑油から異物を分離する異物分離部が設けられ、

前記異物分離部は、直接には前記隙間につながらず前記分岐給油孔における排出口側の

一部を介して前記隙間に連通する
軸受構造。

【請求項 3】

前記異物分離部は、前記分岐給油孔の内壁のうち回転方向後側の内壁部に設けられた凹形状の異物分離空間である

請求項 1 又は 2 に記載の軸受構造。

【請求項 4】

前記異物分離空間は、軸方向において、少なくとも前記分岐給油孔の軸方向の幅以上の幅を有する

請求項 3 に記載の軸受構造。

10

【請求項 5】

潤滑油が通る主給油孔が軸方向に設けられた円筒形状を有する回転体と、前記回転体との間に隙間を有して径方向外側に設けられ、前記回転体を軸周りに回転自在なように保持するすべり軸受と、を備えた回転機械であって、

前記回転体には、前記隙間と前記主給油孔とを連通し、前記潤滑油が通る分岐給油孔が設けられ、

前記分岐給油孔の前記回転体の回転方向後側には、前記潤滑油から異物を分離する異物分離部が設けられ、

前記回転体は、シャフトで構成され、

前記シャフトは、前記分岐給油孔の一部を含む第 1 部材と、前記分岐給油孔の残りの部分を含む第 2 部材と、により構成されている

20

軸受構造。

【請求項 6】

潤滑油が通る主給油孔が軸方向に設けられた円筒形状を有する回転体と、前記回転体との間に隙間を有して径方向外側に設けられ、前記回転体を軸周りに回転自在なように保持するすべり軸受と、を備えた回転機械であって、

前記回転体には、前記隙間と前記主給油孔とを連通し、前記潤滑油が通る分岐給油孔が設けられ、

前記分岐給油孔の前記回転体の回転方向後側には、前記潤滑油から異物を分離する異物分離部が設けられ、

30

前記回転体は、

円筒形状のシャフトと、

前記シャフトの外周部に嵌められ、前記シャフトとともに回転する円筒形状のスリーブと、により構成され、

前記回転体の前記分岐給油孔は、

前記シャフトに設けられたシャフト給油孔と、

前記スリーブに設けられたスリーブ給油孔と、を含むものであり、

前記シャフト給油孔の開口縁における回転方向後側には、前記シャフトの前記外周部が凹んで形成された第 1 外周凹部が設けられ、

前記異物分離部は、前記シャフトの前記第 1 外周凹部と前記スリーブの内周面とにより形成されている

40

軸受構造。

【請求項 7】

前記回転体の周方向において、前記スリーブ給油孔は、前記シャフト給油孔と同じ位置に設けられており、

前記回転体の前記分岐給油孔は、前記シャフト給油孔と前記スリーブ給油孔とで構成されている

請求項 6 に記載の軸受構造。

【請求項 8】

前記回転体の周方向において、前記スリーブ給油孔は、前記シャフト給油孔よりも回転

50

方向前側の位置に設けられており、

前記シャフト給油孔の前記開口縁における回転方向前側には、前記シャフトの前記外周部が凹んで形成された第2外周凹部が設けられ、前記シャフトの前記第2外周凹部と前記スリーブの前記内周面とにより給油空間が形成され、

前記回転体の前記分岐給油孔は、前記シャフト給油孔と前記スリーブ給油孔と前記給油空間とにより構成されている

請求項6に記載の軸受構造。

【請求項9】

前記シャフトの前記外周部における前記スリーブに覆われた部分には、前記第1外周凹部から軸方向に離れて設けられた異物貯留溝と、前記第1外周凹部と前記異物貯留溝とを

10

連通させる異物排出溝と、が形成されている

請求項6～8のいずれか一項に記載の軸受構造。

【請求項10】

前記シャフトの前記外周部における前記スリーブに覆われた部分には、前記シャフト給油孔の前記開口縁から離間して前記開口縁の軸方向両側に異物貯留溝が設けられ、

前記第1外周凹部は、軸方向において2つの前記異物貯留溝の間に渡って設けられている

請求項6～8のいずれか一項に記載の軸受構造。

【請求項11】

前記シャフトの前記外周部における前記スリーブに覆われた部分には、前記シャフト給油孔の前記開口縁から離間して前記開口縁の軸方向両側に異物貯留溝が設けられ、

20

前記第1外周凹部と前記第2外周凹部とは、ひと続きに設けられ、軸方向において2つの前記異物貯留溝の間に渡って設けられており、

前記シャフト給油孔は、前記第1外周凹部及び前記第2外周凹部の側面に対して傾斜して交わり、回転方向後方へ傾いている

請求項8に記載の軸受構造。

【請求項12】

前記シャフトの軸方向の一部には、前記シャフトの前記外周部が樽型となるクラウニング部が設けられ、

前記シャフト給油孔及び前記第1外周凹部は、前記シャフトの前記クラウニング部に設けられ、

30

前記スリーブは、前記クラウニング部の外周を覆うように前記シャフトの前記外周部に嵌められている

請求項6～8のいずれか一項に記載の軸受構造。

【請求項13】

前記シャフトの軸方向の一部には、前記シャフトの前記外周部が樽型となるクラウニング部が設けられ、

前記シャフト給油孔及び前記第1外周凹部は、前記シャフトの前記クラウニング部に設けられ、

前記スリーブは、前記クラウニング部の外周を覆うように前記シャフトの前記外周部に嵌められ、

40

前記異物貯留溝は、前記クラウニング部における軸方向の端部に設けられている

請求項9に記載の軸受構造。

【請求項14】

前記シャフトの前記外周部における前記スリーブに覆われた前記部分には、前記異物貯留溝と、前記異物貯留溝と前記シャフトの前記外周部における前記部分の外側とを連通させる異物排出空間と、が形成されている

請求項11に記載の軸受構造。

【請求項15】

前記回転体は、前記すべり軸受の内周面と直接しゅう動するように支持されたシャフトであって、前記シャフトの前記分岐給油孔から回転方向後側に向けて設けられた異物排出

50

孔を含むものであり、

前記異物分離空間は、前記シャフトの前記分岐給油孔と前記異物排出孔とにより形成されている

請求項 3 に記載の軸受構造。

【請求項 1 6】

前記分岐給油孔の入口から前記主給油孔内に延びた異物分離壁を備える

請求項 1 又は 2 に記載の軸受構造。

【請求項 1 7】

請求項 1 又は 2 に記載の軸受構造と、

前記軸受構造を収容する密閉容器と、を備えた

圧縮機。

10

【請求項 1 8】

請求項 1 7 に記載の圧縮機と、蒸発器と、減圧装置と、凝縮器とが冷媒配管を介して接続された冷媒回路を有する

冷凍サイクル装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本開示は、給油孔が設けられたシャフトと、シャフトを支持するすべり軸受とを有する軸受構造、圧縮機及び冷凍サイクル装置に関する。

20

【背景技術】

【0002】

一般に、圧縮機等の回転機械は、回転運動するシャフトと、シャフトを回転自在に保持するすべり軸受と、を有する軸受構造を備えている。シャフトには、シャフトとすべり軸受とのしゅう動部に潤滑油を供給する給油孔が設けられている。従来の圧縮機において、シャフトの内部に設けられ、軸方向に延びた主給油孔と、主給油孔からシャフトの半径方向に分岐した分岐給油孔と、を備えたものがある（例えば、特許文献 1 参照）。シャフトが回転しているとき、主給油孔の潤滑油には径方向外側へ向かう遠心力が作用することにより、潤滑油は主給油孔から分岐給油孔へ流れて、すべり軸受とシャフトとのしゅう動部に供給される。しゅう動部で摩擦を生じさせる要因の一つとして、しゅう動部で生じた摩擦粉等の異物が潤滑油とともに、シャフトの給油構造を介してしゅう動部に供給されることが考えられる。しゅう動部に潤滑油とともに供給された異物は、シャフトの外周面とすべり軸受の内周面との間に挟まれた状態で、両者のしゅう動に伴ってシャフトの回転方向へ運ばれる。このとき、シャフトの外周面及びすべり軸受の内周面が異物により削られることで、しゅう動部で摩擦が生じ、摩擦粉が生じて圧縮機内の異物（摩擦粉を含む）の量がさらに増える。したがって、異物によるすべり軸受とシャフトとの摩擦を抑制するには、異物を潤滑油から分離することが効果的である。

30

【0003】

特許文献 1 の圧縮機において、クランク軸（シャフト）の外周面には、周方向において分岐給油孔が設けられた位置をクランク軸の回転方向最前の位置として、この位置に、分岐給油孔と連通し、軸方向に延びた給油溝が設けられている。また、特許文献 1 の圧縮機において、クランク軸の外周面には、周方向において給油溝が設けられている位置よりも回転方向後方の位置に、分岐給油孔に連通せず、軸方向に延びた排出溝が設けられており、給油溝と排出溝の間にはしゅう動領域が形成されている。特許文献 1 の圧縮機によれば、分岐給油孔を介してクランク軸とすべり軸受との間に供給された異物のうち、一定の大きさの異物（例えば、この隙間よりも大きい異物）は、給油口から出た後すぐに給油溝に捕集されて軸受構造の外に排出され、あるいは、給油口から出た後、しゅう動領域を通った後に排出溝に捕集されて軸受構造の外に排出される。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

50

【 0 0 0 4 】

【文献】特開 2 0 1 5 - 1 6 1 2 0 9 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 5 】

しかしながら、特許文献 1 に記載の圧縮機では、給油溝及び排出溝といった異物分離空間が、潤滑油の流れる方向で給油口よりも後側すなわち下流側に設けられているので、すべり軸受とクランク軸との間に供給される異物の量を低減することができない。また、特許文献 1 に記載の圧縮機では、すべり軸受とクランク軸との間に供給された異物のうち、例えば両者間の隙間（クリアランス）程度又はそれ以下の大きさを有する異物は、給油溝及び排出溝のいずれにも捕集されずに隙間に残ってしまい、しゅう動部を摩耗させる。したがって、特許文献 1 では、シャフト等の回転体とすべり軸受とのしゅう動部における摩耗を抑制する効果が十分に得られない。

10

【 0 0 0 6 】

本開示は、上記のような課題を解決するためになされたもので、回転体とすべり軸受とのしゅう動部における摩耗を従来よりも抑制した軸受構造、圧縮機及び冷凍サイクル装置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 0 7 】

本開示に係る軸受構造は、潤滑油が通る主給油孔が軸方向に設けられた円筒形状を有する回転体と、前記回転体との間に隙間を有して径方向外側に設けられ、前記回転体を軸周りに回転自在なように保持するすべり軸受と、を備えた回転機械であって、前記回転体には、前記隙間と前記主給油孔とを連通し、前記潤滑油が通る分岐給油孔が設けられ、前記分岐給油孔の前記回転体の回転方向後側には、前記潤滑油から異物を分離する異物分離部が設けられ、前記異物分離部は、前記分岐給油孔の途中または流入側側に設けられている。また、本開示に係る軸受構造は、潤滑油が通る主給油孔が軸方向に設けられた円筒形状を有する回転体と、前記回転体との間に隙間を有して径方向外側に設けられ、前記回転体を軸周りに回転自在なように保持するすべり軸受と、を備えた回転機械であって、前記回転体には、前記隙間と前記主給油孔とを連通し、前記潤滑油が通る分岐給油孔が設けられ、前記分岐給油孔の前記回転体の回転方向後側には、前記潤滑油から異物を分離する異物分離部が設けられ、前記異物分離部は、直接には前記隙間につながらず前記分岐給油孔における排出口側の一部を介して前記隙間に連通する。

20

30

また、本開示に係る軸受構造は、潤滑油が通る主給油孔が軸方向に設けられた円筒形状を有する回転体と、前記回転体との間に隙間を有して径方向外側に設けられ、前記回転体を軸周りに回転自在なように保持するすべり軸受と、を備えた回転機械であって、前記回転体には、前記隙間と前記主給油孔とを連通し、前記潤滑油が通る分岐給油孔が設けられ、前記分岐給油孔の前記回転体の回転方向後側には、前記潤滑油から異物を分離する異物分離部が設けられ、前記回転体は、シャフトで構成され、前記シャフトは、前記分岐給油孔の一部を含む第 1 部材と、前記分岐給油孔の残りの部分を含む第 2 部材と、により構成されている。

40

また、本開示に係る軸受構造は、潤滑油が通る主給油孔が軸方向に設けられた円筒形状を有する回転体と、前記回転体との間に隙間を有して径方向外側に設けられ、前記回転体を軸周りに回転自在なように保持するすべり軸受と、を備えた回転機械であって、前記回転体には、前記隙間と前記主給油孔とを連通し、前記潤滑油が通る分岐給油孔が設けられ、前記分岐給油孔の前記回転体の回転方向後側には、前記潤滑油から異物を分離する異物分離部が設けられ、前記回転体は、円筒形状のシャフトと、前記シャフトの外周部に嵌められ、前記シャフトとともに回転する円筒形状のスリーブと、により構成され、前記回転体の前記分岐給油孔は、前記シャフトに設けられたシャフト給油孔と、前記スリーブに設けられたスリーブ給油孔と、を含むものであり、前記シャフト給油孔の開口縁における回転方向後側には、前記シャフトの前記外周部が凹んで形成された第 1 外周凹部が設けられ

50

、前記異物分離部は、前記シャフトの前記第 1 外周凹部と前記スリーブの内周面とにより形成されている。

【 0 0 0 8 】

また、本開示に係る圧縮機は、上記の軸受構造と、前記軸受構造を収容する密閉容器とを備えている。

【 0 0 0 9 】

また、本開示に係る冷凍サイクル装置は、上記の圧縮機と、蒸発器と、減圧装置と、凝縮器とが冷媒配管を介して接続された冷媒回路を有する。

【発明の効果】

【 0 0 1 0 】

本開示によれば、分岐給油孔の回転方向後側には、潤滑油から異物を分離する異物分離部が設けられている。よって、回転体を流れる潤滑油に異物が含まれる場合でも、分岐給油孔を流れる潤滑油及び異物に、慣性力が作用することを利用して、潤滑油よりも密度の大きい異物を異物分離部において潤滑油から分離できる。したがって、回転体の分岐給油孔から、回転体とすべり軸受との間に異物が供給されること自体が抑制されるので、すべり軸受とシャフトとのしゅう動部における摩耗を従来よりも抑制することができる。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 1 1 】

【図 1】実施の形態 1 に係る軸受構造の横断面図である。

【図 2】図 1 の A - A 線に沿うシャフトの縦断面図である。

【図 3】実施の形態 1 に係る軸受構造の異物分離空間の変形例を示す縦断面図であり、軸受構造におけるすべり軸受を切断してシャフトの外周面を露出させた縦断面図である。

【図 4】図 3 の A - A 線に沿うシャフトの縦断面図である。

【図 5】図 4 のシャフトにおける分岐給油孔付近を含む破線 C で囲った部分の部分拡大図である。

【図 6】実施の形態 2 に係る軸受構造のシャフトの横断面図である。

【図 7】図 6 の A - A 線に沿う縦断面図である。

【図 8】図 6 の B - B 線に沿う縦断面図である。

【図 9】実施の形態 2 に係る軸受構造のシャフトの変形例を示す横断面図である。

【図 10】図 9 の A - A 線に沿う縦断面図であり異物分離空間の加工方法を示す図である。

【図 11】実施の形態 3 に係る軸受構造の回転体の構成を示す縦断面図である。

【図 12】図 11 の A - A 線に沿う部分横断面図である。

【図 13】実施の形態 4 に係る軸受構造の回転体の構成を示す縦断面図である。

【図 14】図 13 の A - A 線に沿う部分横断面図である。

【図 15】実施の形態 5 に係る軸受構造の回転体の構成を示す縦断面図である。

【図 16】図 15 の A - A 線に沿う部分横断面図である。

【図 17】実施の形態 6 に係る軸受構造の回転体の構成を示す縦断面図である。

【図 18】図 17 の A - A 線に沿う部分横断面図である。

【図 19】実施の形態 6 に係る軸受構造の回転体の第 1 変形例を示す縦断面図である。

【図 20】図 19 の A - A 線に沿う部分横断面図である。

【図 21】実施の形態 6 に係る軸受構造の回転体の第 2 変形例を示す横断面図である。

【図 22】実施の形態 6 に係る軸受構造の回転体の第 3 変形例を示す縦断面図である。

【図 23】図 22 の A - A 線に沿う部分横断面図である。

【図 24】実施の形態 6 に係る軸受構造の回転体の第 4 変形例を示す横断面図である。

【図 25】実施の形態 6 に係る軸受構造の回転体の第 5 変形例を示す横断面図である。

【図 26】実施の形態 7 に係る軸受構造のシャフトの変形例を示す縦断面図である。

【図 27】図 26 の A - A 線に沿う部分横断面図である。

【図 28】実施の形態 8 に係る圧縮機の構成を示す縦断面図である。

【図 29】実施の形態 8 に係る圧縮機を備えた冷凍サイクル装置の冷媒回路を示す回路図である。

10

20

30

40

50

【発明を実施するための形態】

【0012】

実施の形態1.

図1は、実施の形態1に係る軸受構造1の横断面図である。図2は、図1のA-A線に沿うシャフト3の縦断面図である。軸受構造1は、圧縮機12（後述の図28参照）等の回転機械に設けられる。以下、図1及び図2を用いて、軸受構造1の構成について説明する。

【0013】

図1に示されるように、軸受構造1は、円筒形状を有する回転体と、回転体の径方向外側に設けられたすべり軸受2と、を備えている。すべり軸受2は、円筒形状を有しており、回転機械の密閉容器103（後述の図28参照）に固定される。回転体は、すべり軸受2の内側に挿入され、すべり軸受2によって軸Ax周りに回転自在に保持されている。

10

【0014】

実施の形態1では、回転体はシャフト3で構成されており、すべり軸受2の内周面21に対してシャフト3の外周部32がしゅう動する。シャフト3の外周部32とすべり軸受2の内周面21との間には隙間G（いわゆる、クリアランス）が形成されている。

【0015】

シャフト3の内部には、潤滑油が流れる主給油孔5が軸方向に設けられている。軸方向とは、シャフト3の軸Axが延びる方向である。主給油孔5は、シャフト3の軸Axを中心軸とした略円筒形状を有し、シャフト3の軸方向の下端に開口部を有している。シャフト3の回転に伴い、この開口部を介して潤滑油が主給油孔5に流入する。主給油孔5内の潤滑油は軸方向に流れ、給油ポンプなどで圧送されていても良い。

20

【0016】

また、シャフト3には、主給油孔5から径方向外側へ分岐した円柱状の分岐給油孔6が設けられている。分岐給油孔6は、シャフト3の内周面33に流入口を有し、シャフト3の外周部32に排出口32oを有しており、シャフト3とすべり軸受2との間の隙間Gと、主給油孔5とを連通させる。シャフト3の回転に伴い、主給油孔5に流入した潤滑油は、分岐給油孔6を通り、排出口32oを介して排出される。

【0017】

シャフト3の外周部32とすべり軸受2の内周面21との間の隙間Gは、シャフト3の分岐給油孔6から排出された潤滑油で満たされている。シャフト3が回転する際のすべり軸受2の内周面21とシャフト3の外周部32との摩擦が、潤滑油により軽減される。

30

【0018】

主給油孔5の潤滑油には、摩耗粉等の異物8が含まれている場合がある。摩耗粉等の異物8は、例えばすべり軸受2とシャフト3とのしゅう動部等で生じる。異物8は、潤滑油とともに回転機械の密閉容器内を循環するので、異物8が潤滑油から分離されずにそのまますべり軸受2とシャフト3との間に供給されると、その異物8によってさらに摩耗が生じ、異物8の量が増える場合がある。

【0019】

そこで、すべり軸受2とシャフト3のしゅう動部の隙間Gに潤滑油が供給されるまでの潤滑油の流路において、異物を分離する構造（以下、異物分離部ともいう）が設けられている。異物分離部が設けられる場所の選択肢は大きく分けて、シャフト3の分岐給油孔6における排出口32o側、分岐給油孔6の途中、及び分岐給油孔6の流入口側の3箇所ある。シャフト3における分岐給油孔6の排出口32o側、途中及び流入口側の3箇所うちの1箇所に異物分離部が設けられる構成としても、あるいは2箇所以上に異物分離部を設ける構成としてもよい。

40

【0020】

実施の形態1の軸受構造1では、分岐給油孔6の途中で、潤滑油から異物8を分離する異物分離部が設けられている。具体的には、分岐給油孔6の内壁31のうち回転方向（矢印R方向）後側の内壁部31aにおいて、排出口32oよりも手前側に、異物分離部であ

50

る凹形状の異物分離空間 7 a が設けられている。換言すると、異物分離空間 7 a は、直接には主給油孔 5 とつながっておらず、分岐給油孔 6 における流入口側の一部を介して主給油孔 5 に連通し、また、直接には隙間 G につながっておらず、分岐給油孔 6 における排出口 3 2 o 側の一部を介して隙間 G に連通している。

【 0 0 2 1 】

図 1 を参照して、主給油孔 5 の潤滑油に異物 8 が含まれる場合において、隙間 G への潤滑油の供給前に潤滑油から異物 8 を分離するメカニズムについて説明する。回転するシャフト 3 の主給油孔 5 内に存在する潤滑油は、シャフト 3 と同じ回転方向（矢印 R 方向）に旋回流を形成する。旋回流を形成する潤滑油中に異物 8 が存在すると、異物 8 には遠心力が作用するため、異物 8 はシャフト 3 の内周面 3 3 すなわち主給油孔 5 の内壁面に押し当てられる。このとき、分岐給油孔 6 と主給油孔 5 との境界部に存在する異物 8 は、遠心力によって、主給油孔 5 よりも径方向外側の分岐給油孔 6 に潤滑油とともに放出される。

10

【 0 0 2 2 】

また、シャフト 3 と同じ角速度で回転する回転座標系においては、異物 8 には、遠心力の他に、見かけの力であるコリオリ力（図 1 に白抜き矢印 F c で示される）がシャフト 3 の回転方向（矢印 R 方向）とは逆方向に作用する。このコリオリ力によって、異物 8 は、図中に矢印 F 2 で示されるように、分岐給油孔 6 の内壁 3 1 における回転方向（矢印 R 方向）後側の内壁部 3 1 a 側へ漸近するように軌跡を描いて移動する。

【 0 0 2 3 】

一方、分岐給油孔 6 の内部の潤滑油にも同様のコリオリ力が作用するが、潤滑油と異物 8 との密度差により、異物 8 に作用するコリオリ力の方が潤滑油に作用するコリオリ力よりも大きい。よって、図中に矢印 F 2 で示される異物 8 の軌跡は、図中に矢印 F 1 で示される潤滑油の軌跡よりも、回転方向（矢印 R 方向）後方へ曲がったものとなり、分岐給油孔 6 の内部において異物 8 と潤滑油とが分離する。そして、回転方向（矢印 R 方向）後側の内壁部 3 1 a 側に漸近するように移動する異物 8 は、内壁部 3 1 a に設けられた異物分離空間 7 a に入り、排出口 3 2 o よりも手前で捕捉される。

20

【 0 0 2 4 】

図 2 に示される例では、軸 A x が延びる方向である軸方向（図 2 では紙面上下方向）における異物分離空間 7 a の幅（以下、異物分離空間 7 a の軸方向の幅という）が、軸方向における分岐給油孔 6 の幅（分岐給油孔 6 の径であり、以下、分岐給油孔 6 の軸方向の幅という）と同じとなるように異物分離空間 7 a が設けられている。なお、異物分離空間 7 a の軸方向の幅が、分岐給油孔 6 の軸方向の幅よりも短い場合でも、分岐給油孔 6 の排出口 3 2 o よりも手前で異物 8 を捕捉する一定の効果は得られる。ただし、異物分離空間 7 a の軸方向の幅を分岐給油孔 6 の軸方向の幅以上とすることにより、分岐給油孔 6 においてより多くの異物 8 を異物分離空間 7 a に流入させることができるので、なお良い。

30

【 0 0 2 5 】

実施の形態 1 の回転体は、シャフト 3 で構成されており、図 1 及び図 2 に示される例では、シャフト 3 において少なくともすべり軸受 2 と対向した部位は一部品で構成されている。このような回転体すなわちシャフト 3 の製造には、例えば 3 D プリントを用いることができる。3 D プリントを用いることにより、分岐給油孔 6 の内壁 3 1 の途中に異物分離空間 7 a を設け、且つ、シャフト 3 を継ぎ目がなく不可分な構成とすることができる。3 D プリントを用いると、分岐給油孔 6 において、複雑な異物分離空間 7 a を容易に形成することができる。

40

【 0 0 2 6 】

以上のように、実施の形態 1 に係る軸受構造 1 は、潤滑油が通る主給油孔 5 が軸方向に設けられた円筒形状を有する回転体と、回転体との間に隙間 G を有して径方向外側に設けられ、回転体を軸周りに回転自在なように保持するすべり軸受 2 と、を備えている。回転体には、隙間 G と主給油孔 5 とを連通し、潤滑油が通る分岐給油孔 6 が設けられ、分岐給油孔 6 の回転体の回転方向後側（回転方向とは逆方向の側）には、潤滑油から異物を分離する異物分離部（例えば、異物分離空間 7 a ）が設けられている。

50

【 0 0 2 7 】

これにより、分岐給油孔 6 の回転方向（矢印 R 方向）後側には、潤滑油から異物 8 を分離する異物分離部が設けられている。よって、回転体を流れる潤滑油に異物 8 が含まれる場合でも、分岐給油孔 6 を流れる潤滑油及び異物 8 に、慣性力が作用することを利用して、潤滑油よりも密度の大きい異物 8 を異物分離部において潤滑油から分離できる。したがって、回転体の分岐給油孔 6 から、回転体とすべり軸受 2 との間に異物 8 が供給されること自体が抑制されるので、すべり軸受 2 とシャフト 3 とのしゅう動部における摩耗を従来よりも抑制することができる。

【 0 0 2 8 】

また、異物分離部は、分岐給油孔 6 の内壁 3 1 のうち回転方向後側の内壁部 3 1 a に設けられた凹形状の異物分離空間 7 a である。これにより、異物 8 が回転体の主給油孔 5 から潤滑油の流れに沿って分岐給油孔 6 に移動しても、分岐給油孔 6 を流れる潤滑油及び異物 8 に、慣性力的一种であるコリオリ力が作用することを利用して、潤滑油よりも密度の大きいから異物 8 を異物分離空間 7 a に流入させ、潤滑油から分離でき、異物 8 がすべり軸受 2 と回転体のしゅう動部に供給されることを抑制することができる。

10

【 0 0 2 9 】

また、異物分離空間 7 a は、軸方向において、少なくとも分岐給油孔 6 の軸方向の幅以上の幅を有する。これにより、分岐給油孔 6 においてより多くの異物 8 を異物分離空間 7 a に流入させることができるので、なお良い。

【 0 0 3 0 】

図 3 は、実施の形態 1 に係る軸受構造 1 の異物分離空間 7 a の変形例を示す縦断面図であり、軸受構造におけるすべり軸受 2 を切断してシャフト 3 の外周面を露出させた縦断面図である。図 4 は、図 3 の A - A 線に沿うシャフト 3 の縦断面図である。図 5 は、図 4 のシャフト 3 における分岐給油孔 6 付近を含む破線 C で囲った部分の部分拡大図である。図 4 及び図 5 には、異物 8 の排出方向が二点鎖線の白抜き矢印 F d で示される。また、図 5 には、コリオリ力の作用方向が実線の白抜き矢印 F c で示される。

20

【 0 0 3 1 】

図 3 に示されるように、分岐給油孔 6 の途中でシャフト 3 の外部に向けて連通する異物排出孔 3 2 f が設けられている。図 3 ~ 5 のシャフト 3 を軸長方向の真上から見た時に時計方向に軸は回転している（図 1 の矢印 R を参照）。この場合、図 4 及び図 5 に示されるように、回転方向後側に異物粒子にコリオリ力が作用する（図 5 の白抜き矢印 F c を参照）。このため、異物排出孔 3 2 f は、分岐給油孔 6 の内壁 3 1 から回転方向後側に延びるように設けられる。また、異物排出孔 3 2 f は、分岐給油孔 6 の内壁 3 1 から軸方向の下側に延びるように設けられ、異物排出孔 3 2 f の出口 3 2 f o は、シャフト 3 の外周面においてすべり軸受 2 から露出した部分すなわしゅう動部の外側に設けられる。異物排出孔 3 2 f は、軸方向で上側に延伸しても下側に延伸してもよいが、下側に延伸することが好ましい。下側に延伸することで、潤滑油よりも密度が大きい異物 8 を、潤滑油の流れから分離して排出し易いからである。異物排出孔 3 2 f の直径は異物粒子よりも大きいサイズである必要がある。一方、異物排出孔 3 2 f の直径が大きすぎると、すべり軸受 2 とシャフト 3 との間に形成される隙間 G（図 3 参照）に供給される油量が少なくなるため、異物排出孔 3 2 f の直径の上限は分岐給油孔 6 の直径の 5 分の 1 程度がよい。

30

40

【 0 0 3 2 】

以上のように、図 3 ~ 図 5 に示される変形例では、回転体は、すべり軸受 2 の内周面 2 1 と直接しゅう動するように支持されたシャフト 3 であって、回転体の分岐給油孔 6 から回転方向後側に向けて設けられた異物排出孔 3 2 f を含むものである。そして、異物分離空間 7 a は、シャフト 3 の分岐給油孔 6 と異物排出孔 3 2 f とにより形成されている。

【 0 0 3 3 】

これにより、異物分離空間 7 a を図 4 に示される異物排出孔 3 2 f で構成することで、図 1 に示されるように異物分離空間 7 a が凹形状である場合と比べ、異物分離空間 7 a 内に出口 3 2 f o へ向かう潤滑油及び異物 8 の流れが生じる。そして、異物排出孔 3 2 f は

50

分岐給油孔 6 から回転方向後側に向けて設けられているので、潤滑油及び異物 8 が分岐給油孔 6 を通る際に潤滑油よりも密度が大きい異物 8 が、異物排出孔 3 2 f に流入し易く、異物 8 の分離が容易となる。

【 0 0 3 4 】

実施の形態 2 .

図 6 は、実施の形態 2 に係る軸受構造 1 のシャフト 3 の横断面図である。図 7 は、図 6 の A - A 線に沿う縦断面図である。図 8 は、図 6 の B - B 線に沿う縦断面図である。

【 0 0 3 5 】

図 6 ~ 図 8 に示されるように、実施の形態 2 の軸受構造 1 においても、実施の形態 1 の場合と同様に、回転体はシャフト 3 で構成されており、すべり軸受 2 の内周面 2 1 に対してシャフト 3 の外周部 3 2 がしゅう動する。また、実施の形態 2 においても、実施の形態 1 の場合と同様に、シャフト 3 には、主給油孔 5、分岐給油孔 6 及び異物分離空間 7 a が設けられている。

10

【 0 0 3 6 】

実施の形態 2 では、シャフト 3 が、分岐給油孔 6 を分割するように複数の部材で構成されている点が、実施の形態 1 の場合とは異なり、その他の構成は実施の形態 1 の場合と同様である。実施の形態 2 では、実施の形態 1 と同一部分には同一符号を付し、実施の形態 1 との相違点を中心に説明するものとする。

【 0 0 3 7 】

図 6 ~ 図 8 に基づき、シャフト 3 の一構成例について説明する。図 6 に示されるように、シャフト 3 は、シャフト 3 の大部分を構成する第 2 部材 3 b と、シャフト 3 の外周側の一部を構成する第 1 部材 3 a と、により構成されている。第 2 部材 3 b には、主給油孔 5 と、分岐給油孔 6 及び異物分離空間 7 a における主給油孔 5 側の部分と、が含まれる。また、第 1 部材 3 a には、分岐給油孔 6 及び異物分離空間 7 a における排出口 3 2 o 側の部分が含まれる。つまり、第 1 部材 3 a と第 2 部材 3 b とが組み立てられて、シャフト 3 の分岐給油孔 6 及び異物分離空間 7 a が形成されている。

20

【 0 0 3 8 】

第 1 部材 3 a は、分岐給油孔 6 の中心線と垂直に交わり、且つ異物分離空間 7 a を通る第 1 平面部 3 5 a を有し、第 2 部材 3 b もまた、分岐給油孔 6 の中心線と垂直に交わり、且つ異物分離空間 7 a を通る第 2 平面部 3 5 b を有している。第 1 平面部 3 5 a 及び第 2 平面部 3 5 b はそれぞれ、軸 A x と略平行な面である。なお、図 6 において分岐給油孔 6 の中心線は B - B 線と重複するので図示を省略している。

30

【 0 0 3 9 】

第 1 部材 3 a において第 1 平面部 3 5 a の横方向両端には、例えば凹凸面で構成された第 1 嵌合部 3 6 a が形成され、第 2 部材 3 b において第 2 平面部 3 5 b の横方向両端には、例えば凹凸面で構成され、第 1 嵌合部 3 6 a と嵌合する第 2 嵌合部 3 6 b が形成されている。第 2 部材 3 b の第 2 嵌合部 3 6 b は、第 1 部材 3 a の外周側に回り込むように設けられた一对の爪（不図示）を形成しており、この一对の爪により、第 1 部材 3 a が第 2 部材 3 b の径方向外側に抜け落ちないように構成されている。第 1 嵌合部 3 6 a と第 2 嵌合部 3 6 b とが嵌合することにより、第 1 部材 3 a の第 1 平面部 3 5 a と第 2 部材 3 b の第 2 平面部 3 5 b とが対面する。

40

【 0 0 4 0 】

次に、このようなシャフト 3 の製造方法について説明する。まず、図 6 に示されるように、主給油孔 5 を有する円筒形状のシェル材の外周側の一部を他の部分から切り離して、第 1 部材 3 a と第 2 部材 3 b とが形成される。このとき、横方向の両側では、凹凸面でシェル材が分割されて第 1 嵌合部 3 6 a 及び第 2 嵌合部 3 6 b が形成される。また、横方向の中央部では、軸 A x と平行な面でシェル材が分割されて第 1 平面部 3 5 a 及び第 2 平面部 3 5 b が形成される。外周側の一部が第 1 部材 3 a となり、他の部分が第 2 部材 3 b となる。

【 0 0 4 1 】

50

また、図 7 に示されるように、シェル材において軸方向の予め決められた高さに、シェル材の外周部から主給油孔 5 へ貫通する円柱状の分岐給油孔 6 が開口される。分岐給油孔 6 は、第 1 部材 3 a と第 2 部材 3 b とを貫通するように径方向に設けられる。その後、第 1 部材 3 a を第 2 部材 3 b から軸方向に引き抜いて第 1 部材 3 a と第 2 部材 3 b とが分離される。

【 0 0 4 2 】

図 8 に示される第 1 部材 3 a と第 2 部材 3 b とを分離した後、第 1 部材 3 a 及び第 2 部材 3 b それぞれに、異物分離空間 7 a が形成される。実施の形態 2 の図 6 ~ 8 に示される例では、分岐給油孔 6 をシャフト 3 の径方向で分断するようにシャフト 3 が第 1 部材 3 a と第 2 部材 3 b とに分けられるので、フライス加工により異物分離空間 7 a を形成することができる。具体的には、第 1 部材 3 a において第 1 平面部 3 5 a からフライス加工を行い、また、第 2 部材 3 b において第 2 平面部 3 5 b からフライス加工を行うことで、異物分離空間 7 a を形成することができる。

10

【 0 0 4 3 】

その後、第 1 部材 3 a の第 1 嵌合部 3 6 a と第 2 部材 3 b の第 2 嵌合部 3 6 b とが噛み合うように第 1 部材 3 a と第 2 部材 3 b とが組み立てられて、分岐給油孔 6 及び異物分離空間 7 a が形成される。

【 0 0 4 4 】

なお、製造方法において、分岐給油孔 6 を形成する工程を実施するタイミングは上記のタイミングに限定されない。例えば、シェル材を第 1 部材 3 a と第 2 部材 3 b とに切り離す工程よりも前に、分岐給油孔 6 を形成する工程が行われてもよい。

20

【 0 0 4 5 】

また、シャフト 3 を構成する部材の数及びシャフト 3 を構成する各部材の形状は、特に上記のものに限定されない。

【 0 0 4 6 】

図 9 は、実施の形態 2 に係る軸受構造 1 のシャフト 3 の変形例を示す横断面図である。図 10 は、図 9 の A - A 線に沿う縦断面図であり異物分離空間 7 a の加工方法を示す図である。図 6 ~ 図 8 の構成例では、軸 A x に平行な面でシャフト 3 が分割されていたが、図 9 ~ 図 10 に示される変形例では、シャフト 3 は軸 A x に垂直な面で分割されている。

【 0 0 4 7 】

30

図 9 に示されるように、シャフト 3 は、シャフト 3 の軸方向の一方すなわち上側部分を構成し、分岐給油孔 6 及び異物分離空間 7 a の上側部分を含む第 1 部材 3 a (不図示) と、シャフト 3 の軸方向の他方すなわち下側部分を構成し、分岐給油孔 6 及び異物分離空間 7 a の下側部分を含む第 2 部材 3 b と、を有している。第 1 部材 3 a と第 2 部材 3 b とが組み立てられて、シャフト 3 の分岐給油孔 6 及び異物分離空間 7 a が形成される。つまり、実施の形態 2 の変形例では、図 9 に示されるように、第 1 部材 3 a (不図示) 及び第 2 部材 3 b のいずれも略円柱形状を有している。また、実施の形態 2 の変形例では、図 10 に示されるように、分岐給油孔 6 及び異物分離空間 7 a のそれぞれは四角形状の断面形状を有している。

【 0 0 4 8 】

40

図示していないが、実施の形態 2 の変形例では、第 1 部材 3 a の下端部と第 2 部材 3 b の上端部とで嵌合する構成とされ、第 1 部材 3 a の下面部と第 2 部材 3 b の上面部 3 5 c とが対向する。

【 0 0 4 9 】

実施の形態 2 の図 9 ~ 10 に示される変形例では、分岐給油孔 6 を軸 A x に垂直な面で上下に分断するようにシャフト 3 が第 1 部材 3 a と第 2 部材 3 b とに切り分けられるので、フライス加工により異物分離空間 7 a を形成することができる。具体的には、第 2 部材 3 b において上面部 3 5 c からフライス加工を行い、また、第 1 部材 3 a において下面部からフライス加工を行うことで、異物分離空間 7 a を形成することができる。具体的には、回転する切削工具 2 0 0 を、第 2 部材 3 b の上面部 3 5 c において分岐給油孔 6 の予定

50

位置に下ろして切削する。また、分岐給油孔 6 の中心線に対して横方向に垂直にフライス加工を施すことにより、異物分離空間 7 a が形成される。

【 0 0 5 0 】

なお、図 1 0 に示されるように分岐給油孔 6 及び異物分離空間 7 a のそれぞれが四角形状の断面形状を有する場合、第 2 部材 3 b にのみフライス加工を行い、第 1 部材 3 a の下面部により分岐給油孔 6 及び異物分離空間 7 a の上壁を構成するようにしてもよい。

【 0 0 5 1 】

実施の形態 2 の図 6 ~ 8 に示される例、及び図 9 ~ 1 0 の変形例においても、分岐給油孔 6 で異物 8 が潤滑油から分離され異物分離空間 7 a に捕集されるので、実施の形態 1 の場合と同様に、従来よりもしゅう動部の摩耗を抑制することができるという効果が得られる。

10

【 0 0 5 2 】

また、実施の形態 2 に係る軸受構造 1 において、回転体は、シャフト 3 で構成され、シャフト 3 は、分岐給油孔 6 の一部を含む第 1 部材 3 a と、分岐給油孔 6 の残りの部分を含む第 2 部材 3 b と、により構成されている。

【 0 0 5 3 】

これにより、第 1 部材 3 a と第 2 部材 3 b との分割面（第 1 平面部 3 5 a 等）からフライス加工を施して異物分離空間 7 a が形成できるので、3 D プリント等の特別な装置が不要となり、製造コストの増加を回避できる。

【 0 0 5 4 】

実施の形態 3 .

図 1 1 は、実施の形態 3 に係る軸受構造 1 の回転体の構成を示す縦断面図である。図 1 2 は、図 1 1 の A - A 線に沿う部分横断面図である。実施の形態 3 では、回転体が、シャフト 3 と、シャフト 3 の外周部 3 2 に嵌められ円筒形状のスリーブ 9 と、により構成されている点が、実施の形態 1 の場合とは異なり、その他の構成は実施の形態 1 の場合と同様である。実施の形態 3 では、実施の形態 1 と同一部分には同一符号を付し、実施の形態 1 との相違点を中心に説明するものとする。以下、実施の形態 3 の軸受構造 1 について、図 1 1 及び図 1 2 に基づき説明する。

20

【 0 0 5 5 】

スリーブ 9 は、シャフト 3 に固定されており、シャフト 3 と同じ回転数で回転する。つまり、実施の形態 3 では、すべり軸受 2 としゅう動する相手材はスリーブ 9 であり、すべり軸受 2 の内周面 2 1 とスリーブ 9 の外周部 9 2 との間の隙間 G（図 1 参照）に、潤滑油が供給される。

30

【 0 0 5 6 】

図 1 2 に示されるように、スリーブ 9 には、径方向に貫通するスリーブ給油孔 6 2 が設けられ、シャフト 3 には、径方向に貫通するシャフト給油孔 6 1 が設けられ、スリーブ給油孔 6 2 とシャフト給油孔 6 1 とにより、回転体の分岐給油孔 6 が構成されている。回転体の周方向において、スリーブ給油孔 6 2 は、シャフト給油孔 6 1 と同じ位置に設けられ、スリーブ給油孔 6 2 とシャフト給油孔 6 1 とが一直線上に配置され、直接連通している。スリーブ 9 の外周部 9 2 に設けられたスリーブ給油孔 6 2 の開口部が、分岐給油孔 6 の排出口 9 2 o となる。

40

【 0 0 5 7 】

ここで、スリーブ給油孔 6 2 とシャフト給油孔 6 1 とが一直線上に配置されるとは、図 1 2 に示されるように、シャフト給油孔 6 1 の中心線（図 1 2 に一点鎖線で示される）とスリーブ給油孔 6 2 の中心線とが一直線上に配置されることをいう。図 1 2 に示される例では、スリーブ給油孔 6 2 とシャフト給油孔 6 1 とが一直線上に設けられ、且つ、スリーブ給油孔 6 2 は、シャフト給油孔 6 1 の径と同じ径を有し、スリーブ給油孔 6 2 とシャフト給油孔 6 1 との境界部で分岐給油孔 6 の内壁 3 1 は面一になっている。なお、スリーブ給油孔 6 2 とシャフト給油孔 6 1 の径は異なっても良い。

【 0 0 5 8 】

50

図 1 1 及び図 1 2 には、シャフト 3 が一部材で構成されるものとして示しているが、実施の形態 2 で示したような複数の部材を組立てることにより異物分離空間 7 a を形成する、複数の部材でシャフト 3 が構成されていてもよい。

【 0 0 5 9 】

シャフト給油孔 6 1 の排出口 3 2 o の縁部における回転方向（矢印 R 方向）後側には、シャフト 3 の外周部 3 2 が凹んで形成された第 1 外周凹部 3 2 a が設けられている。異物分離空間 7 a は、シャフト 3 の第 1 外周凹部 3 2 a とスリーブ 9 の内周面 9 1 とにより形成されている。すなわち、実施の形態 3 においても、異物分離空間 7 a は、回転体の分岐給油孔 6 の内壁 3 1 のうち回転方向（矢印 R 方向）後側の内壁部 3 1 a に、排出口 9 2 o よりも手前に設けられている。

10

【 0 0 6 0 】

以下、実施の形態 3 の軸受構造 1 の製造方法の一例について説明する。スリーブ 9 にスリーブ給油孔 6 2 を形成し、シャフト 3 にシャフト給油孔 6 1 及び第 1 外周凹部 3 2 a を形成した後、スリーブ給油孔 6 2 とシャフト給油孔 6 1 とが対向するようにシャフト 3 の外周部 3 2 にスリーブ 9 を嵌めて固定する。

【 0 0 6 1 】

なお、分岐給油孔 6 を形成するタイミングは上記の場合に限定されない。例えば、シャフト 3 の外周部 3 2 にスリーブ 9 を嵌めた状態でスリーブ 9 の外周部 9 2 側からスリーブ給油孔 6 2 及びシャフト給油孔 6 1 をあけ、その後、スリーブ 9 とシャフト 3 とを分離して、シャフト 3 に第 1 外周凹部 3 2 a を形成してもよい。

20

【 0 0 6 2 】

以上のように、実施の形態 3 に係る軸受構造 1 においても、分岐給油孔 6 で異物 8 が潤滑油から分離され異物分離空間 7 a に捕集されるので、実施の形態 1 の場合と同様に、従来よりもしゅう動部の摩耗を抑制することができるという効果が得られる。

【 0 0 6 3 】

また、実施の形態 3 では、回転体は、円筒形状のシャフト 3 と、シャフト 3 の外周部 3 2 に嵌められ、シャフト 3 とともに回転する円筒形状のスリーブ 9 と、により構成されている。回転体の分岐給油孔 6 は、シャフト 3 に設けられたシャフト給油孔 6 1 と、スリーブ 9 に設けられたスリーブ給油孔 6 2 と、を含むものである。シャフト給油孔 6 1 の開口縁（排出口 3 2 o の縁部）における回転方向（矢印 R 方向）後側には、シャフト 3 の外周部 3 2 が凹んで形成された第 1 外周凹部 3 2 a が設けられている。異物分離空間 7 a は、シャフト 3 の第 1 外周凹部 3 2 a とスリーブ 9 の内周面 9 1 とにより形成されている。

30

【 0 0 6 4 】

これにより、シャフト 3 とスリーブ 9 とを分離した状態でシャフト 3 の外周部 3 2 に第 1 外周凹部 3 2 a を設け、その後にシャフト 3 とスリーブ 9 とを組み付けることで、分岐給油孔 6 の途中に異物分離空間 7 a を有する軸受構造 1 を製造できる。よって、3 D プリント等の特別な装置を用いずに容易に製造できる。

【 0 0 6 5 】

また、回転体の周方向において、スリーブ給油孔 6 2 は、シャフト給油孔 6 1 と同じ位置に設けられており、回転体の分岐給油孔 6 は、シャフト給油孔 6 1 とスリーブ給油孔 6 2 とで構成されている。これにより、分岐給油孔 6 において潤滑油の主流の流れが阻害されないので、異物 8 を異物分離空間 7 a に分離しつつ、潤滑油をしゅう動部へ円滑に供給することができる。

40

【 0 0 6 6 】

実施の形態 4 .

図 1 3 は、実施の形態 4 に係る軸受構造 1 の回転体の構成を示す縦断面図である。図 1 4 は、図 1 3 の A - A 線に沿う部分横断面図である。

【 0 0 6 7 】

実施の形態 4 の軸受構造 1 においても、実施の形態 3 の場合と同様に、回転体はシャフト 3 とスリーブ 9 とで構成されている。ただし、実施の形態 4 では、回転体の分岐給油孔

50

6の形状が、実施の形態3の場合とは異なる。以下、図13～図14を参照して、実施の形態4に係る軸受構造1の構成について説明する。

【0068】

実施の形態4では、図14に示されるように、回転体の周方向において、スリーブ給油孔62は、シャフト給油孔61よりも回転方向（矢印R方向）前側の位置に設けられており、スリーブ給油孔62の入口は、シャフト給油孔61の排出口32oよりも回転方向前側に設けられている。回転体は、スリーブ給油孔62とシャフト給油孔61とを連通させる給油空間63を有しており、分岐給油孔6は、シャフト給油孔61とスリーブ給油孔62と給油空間63とにより構成されている。

【0069】

シャフト給油孔61の排出口32oの縁部における回転方向（矢印R方向）前側には、シャフト3の外周部32が凹んで形成された第2外周凹部32bが設けられている。給油空間63は、シャフト3の第2外周凹部32bとスリーブ9の内周面91とにより形成されている。すなわち、実施の形態4では、シャフト給油孔61の排出口32oの縁部における回転方向（矢印R方向）後側と前側の双方において、シャフト3の外周部32が凹んだ構成とされている。

【0070】

図13及び図14に示される例では、第1外周凹部32a及び第2外周凹部32bは、図13に示されるように、シャフト給油孔61の排出口32oの軸方向の幅と同じ幅を有し、第1外周凹部32aと第2外周凹部32bとにより横長の長形状を呈している。そして、図13及び図14に示される例では、第1外周凹部32aと第2外周凹部32bとは、図14に示されるように、シャフト3の外周部32が同一平面で切り欠かれた形状とされている。

【0071】

以下、実施の形態4の軸受構造1の製造方法の一例について説明する。スリーブ9にスリーブ給油孔62を形成し、シャフト3にシャフト給油孔61を形成する。また、シャフト3の外周部32に切削工具200を当てつつ、シャフト給油孔61の中心線と垂直な面に沿って横方向に通過させることで、第1外周凹部32a及び第2外周凹部32bを形成する。その後、シャフト3の第2外周凹部32bとスリーブ給油孔62とが対向するようにシャフト3の外周部32にスリーブ9を嵌めて固定する。

【0072】

以上のように、実施の形態4に係る軸受構造1においても、分岐給油孔6で異物8が潤滑油から分離され異物分離空間7aに捕集されるので、実施の形態1の場合と同様に、従来よりもしゅう動部の摩耗を抑制することができるという効果が得られる。

【0073】

また、実施の形態4では、回転体の周方向において、スリーブ給油孔62は、シャフト給油孔61よりも回転方向（矢印R方向）前側の位置に設けられている。シャフト給油孔61の開口縁（排出口32oの縁部）における回転方向前側には、シャフト3の外周部32が凹んで形成された第2外周凹部32bが設けられ、シャフト3の第2外周凹部32bとスリーブ9の内周面91とにより給油空間63が形成されている。そして、回転体の分岐給油孔6は、シャフト給油孔61とスリーブ給油孔62と給油空間63とにより構成されている。

【0074】

これにより、分岐給油孔6における排出口92oよりも手前側において異物8を滞留させる空間の容積を増加させることができ、より多くの異物8を回転体内に留めることができるので、異物8が排出口92oから外側へ流出することが抑制される。また、スリーブ給油孔62を、シャフト給油孔61よりも回転方向（矢印R方向）前側の位置に設けることによって、分岐給油孔6がスリーブ給油孔62よりも手前で回転方向前側に曲がった構成となる。よって、潤滑油よりも大きなコリオリ力が作用する異物8がスリーブ給油孔62に到達することが抑制される。これは、回転中のシャフト3においては、回転方向とは

10

20

30

40

50

逆方向に作用するコリオリ力よりも大きな回転方向の力は異物 8 に作用しないためである。したがって、実施の形態 4 では、分岐給油孔 6 が一直線に設けられた実施の形態 3 の場合と比べ、すべり軸受 2 とスリーブ 9 の隙間 G に供給される異物 8 の量をさらに抑制することができる。

【 0 0 7 5 】

実施の形態 5 .

図 1 5 は、実施の形態 5 に係る軸受構造 1 の回転体の構成を示す縦断面図である。図 1 6 は、図 1 5 の A - A 線に沿う部分横断面図である。

【 0 0 7 6 】

実施の形態 5 の軸受構造 1 においても、実施の形態 3 の場合と同様に、回転体はシャフト 3 とスリーブ 9 とで構成されている。ただし、実施の形態 5 では、シャフト 3 の形状が、実施の形態 3 の場合とは異なる。以下、図 1 5 ~ 図 1 6 を参照して、実施の形態 5 に係る軸受構造 1 の構成について説明する。

【 0 0 7 7 】

実施の形態 5 では、シャフト 3 は、外周部 3 2 が樽型となるクラウニング部 3 c を有している。クラウニング部 3 c は、シャフト 3 における軸方向の一部に設けられている。スリーブ 9 は、クラウニング部 3 c の外周部を覆うようにシャフト 3 の外周部 3 2 に嵌められて固定されており、クラウニング部 3 c とスリーブ 9 とは同じ回転数で回転する。クラウニング部 3 c は、シャフト 3 が傾斜した場合でも、すべり軸受 2 とスリーブ 9 とが平行の位置関係を維持するように設けられている。

【 0 0 7 8 】

シャフト給油孔 6 1 及び第 1 外周凹部 3 2 a は、シャフト 3 のクラウニング部 3 c に設けられており、クラウニング部 3 c に設けられた第 1 外周凹部 3 2 a とスリーブ 9 の内周面 9 1 とによって異物分離空間 7 a が形成されている。なお、図 1 5 には、実施の形態 3 の構成にクラウニング部 3 c を適用した場合について示しているが、実施の形態 4 の構成にクラウニング部 3 c を適用してもよい。実施の形態 4 の構成にクラウニング部 3 c を適用する場合、クラウニング部 3 c に、シャフト給油孔 6 1、第 1 外周凹部 3 2 a 及び第 2 外周凹部 3 2 b が設けられる。

【 0 0 7 9 】

以上のように、実施の形態 5 に係る軸受構造 1 においても、分岐給油孔 6 で異物 8 が潤滑油から分離され異物分離空間 7 a に捕集されるので、実施の形態 1 の場合と同様に、従来よりもしゅう動部の摩耗を抑制することができるという効果が得られる。

【 0 0 8 0 】

また、実施の形態 5 では、シャフト 3 の軸方向の一部には、シャフト 3 の外周部 3 2 が樽型となるクラウニング部 3 c が設けられ、シャフト給油孔 6 1 及び第 1 外周凹部 3 2 a は、シャフト 3 のクラウニング部 3 c に設けられている。そして、スリーブ 9 は、クラウニング部 3 c の外周を覆うようにシャフト 3 の外周部 3 2 に嵌められている。これにより、シャフト 3 にクラウニング部 3 c が設けられている場合でも異物 8 を分離する構成を適用でき、汎用性が増す。

【 0 0 8 1 】

実施の形態 6 .

図 1 7 は、実施の形態 6 に係る軸受構造 1 の回転体の構成を示す縦断面図である。図 1 8 は、図 1 7 の A - A 線に沿う部分横断面図である。

【 0 0 8 2 】

実施の形態 6 の軸受構造 1 においても、実施の形態 5 の場合と同様に、シャフト 3 にクラウニング部 3 c が設けられ、クラウニング部 3 c の外周部を覆うようにスリーブ 9 が設けられ、クラウニング部 3 c の外周部に第 1 外周凹部 3 2 a が設けられている。ただし、実施の形態 6 では、シャフト 3 の外周部 3 2 に異物貯留溝 3 2 c 及び異物排出溝 3 2 d が形成されている点が、実施の形態 5 の場合とは異なる。以下、図 1 7 ~ 図 1 8 を参照して、実施の形態 6 に係る軸受構造 1 の構成について説明する。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 3 】

第 1 外周凹部 3 2 a、異物貯留溝 3 2 c 及び異物排出溝 3 2 d は、シャフト 3 の外周部 3 2 においてスリーブ 9 に覆われた部分に形成されている。異物貯留溝 3 2 c は、第 1 外周凹部 3 2 a から軸方向に離れた位置において、周方向に沿って設けられている。異物排出溝 3 2 d は、第 1 外周凹部 3 2 a と異物貯留溝 3 2 c とを連通させる。異物分離空間 7 a に捕集された異物 8 が異物貯留溝 3 2 c を介して異物貯留溝 3 2 c に流れ込み、異物貯留溝 3 2 c により回収される。

【 0 0 8 4 】

図 1 7 に示される例では、異物貯留溝 3 2 c は、クラウニング部 3 c における軸方向の端部に設けられている。具体的には、シャフト 3 の外周部 3 2 においてクラウニング部 3 c よりも上の部分とクラウニング部 3 c との境界、及び、シャフト 3 の外周部 3 2 においてクラウニング部 3 c よりも下の部分とクラウニング部 3 c との境界に、それぞれ異物貯留溝 3 2 c が形成されている。図 1 7 に示される例では、2 つの異物貯留溝 3 2 c は、それぞれが異物分離空間 7 a と離間して設けられており、第 1 外周凹部 3 2 a の上端から上側の異物貯留溝 3 2 c に向かって異物排出溝 3 2 d が設けられ、また、第 1 外周凹部 3 2 a の下端から下側の異物貯留溝 3 2 c に向かって異物排出溝 3 2 d が設けられている。

【 0 0 8 5 】

異物排出溝 3 2 d の形状は、異物 8 に作用するコリオリ力の向きを参考にして決められる。図 1 7 に示される例では、第 1 外周凹部 3 2 a から延伸する異物排出溝 3 2 d は、シャフト 3 の回転方向（矢印 R 方向）とは逆方向を向くように傾斜している。すなわち、異物排出溝 3 2 d は、第 1 外周凹部 3 2 a から異物貯留溝 3 2 c に向かうに従い回転方向と逆向きすなわち回転方向後方に傾斜して設けられている。このように異物排出溝 3 2 d が設けられることにより、異物貯留溝 3 2 c から異物分離空間 7 a に異物 8 が逆流することが抑制される。

【 0 0 8 6 】

実施の形態 6 においても、実施の形態 5 の場合と同様に、シャフト給油孔 6 1 はシャフト 3 のクラウニング部 3 c に設けられている。図 1 8 に示される例では、実施の形態 3 の場合と同様に、スリーブ給油孔 6 2 とシャフト給油孔 6 1 とは一直線上で直接連通して設けられている。なお、実施の形態 4 に示されるように、周方向において、スリーブ給油孔 6 2 はシャフト給油孔 6 1 よりもシャフト 3 の回転方向前側に設けられ、給油空間 6 3 を介してスリーブ給油孔 6 2 とシャフト給油孔 6 1 とが連通する構成としてもよい。

【 0 0 8 7 】

コリオリ力の作用により潤滑油と分離して異物分離空間 7 a に捕集された異物 8 は、さらに、コリオリ力の作用により、異物分離空間 7 a から異物排出溝 3 2 d を通じて異物貯留溝 3 2 c に流れ込み、回収される。実施の形態 6 の場合、異物排出溝 3 2 d が設けられているので、シャフト 3 が逆方向に回転しない限り、異物貯留溝 3 2 c から異物分離空間 7 a に異物 8 が逆流することはない。

【 0 0 8 8 】

以上のように、実施の形態 6 に係る軸受構造 1 においても、分岐給油孔 6 で異物 8 が潤滑油から分離され異物分離空間 7 a に捕集されるので、実施の形態 1 の場合と同様に、従来よりもしゅう動部の摩耗を抑制することができるという効果が得られる。

【 0 0 8 9 】

また、実施の形態 6 では、シャフト 3 の外周部 3 2 におけるスリーブ 9 に覆われた部分には、第 1 外周凹部 3 2 a から軸方向に離れて設けられた異物貯留溝 3 2 c と、第 1 外周凹部 3 2 a と異物貯留溝 3 2 c とを連通させる異物排出溝 3 2 d と、が形成されている。

【 0 0 9 0 】

これにより、異物分離空間 7 a に捕集された異物 8 を異物貯留溝 3 2 c に回収することによって、より多くの異物 8 を回転体内に滞留させることができるので、すべり軸受 2 とスリーブ 9 との間隙 G に供給される異物 8 の量を抑制することができる。さらには、回収した異物 8 を排出口 9 2 o からより深い流路すなわち異物貯留溝 3 2 c に滞留させる

10

20

30

40

50

ことができる。よって、異物分離空間 7 a に一度捕集された異物 8 が再び分岐給油孔 6 に流れてしまうことが抑制され、隙間 G へ供給される異物 8 の量をより確実に低減することができる。

【 0 0 9 1 】

また、シャフト 3 の軸方向の一部には、シャフト 3 の外周部 3 2 が樽型となるクラウニング部 3 c が設けられ、シャフト給油孔 6 1 及び第 1 外周凹部 3 2 a は、シャフト 3 のクラウニング部 3 c に設けられている。スリーブ 9 は、クラウニング部 3 c の外周を覆うようにシャフト 3 の外周部 3 2 に嵌められており、異物貯留溝 3 2 c は、クラウニング部 3 c における軸方向の端部に設けられている。

【 0 0 9 2 】

これにより、クラウニング部 3 c の形状を利用して、樽型に膨らんだクラウニング部 3 c の外周部に膨らんだ部分に第 1 外周凹部 3 2 a 及び異物排出溝 3 2 d といった凹みを設け、クラウニング部 3 c の端部のくびれた部分に異物貯留溝 3 2 c を設けることができる。よって、スリーブ 9 との間に異物 8 を滞留させる構造を容易に形成できる。

【 0 0 9 3 】

図 1 9 は、実施の形態 6 に係る軸受構造 1 の回転体の第 1 変形例を示す縦断面図である。図 2 0 は、図 1 9 の A - A 線に沿う部分横断面図である。図 1 9 及び図 2 0 に基づき、実施の形態 6 の第 1 変形例について説明する。

【 0 0 9 4 】

図 2 0 に示されるように、実施の形態 6 の第 1 変形例では、実施の形態 4 の場合と同様に、周方向において、スリーブ給油孔 6 2 はシャフト給油孔 6 1 よりもシャフト 3 の回転方向前側に設けられている。クラウニング部 3 c の外周部には第 1 外周凹部 3 2 a と第 2 外周凹部 3 2 b とがひとつながりに設けられ、第 1 外周凹部 3 2 a とスリーブ 9 の内周面 9 1 とにより形成された給油空間 6 3 により、スリーブ給油孔 6 2 とシャフト給油孔 6 1 とが連通されている。また、実施の形態 6 の変形例では、軸 A x と平行な面内に形成された第 1 外周凹部 3 2 a 及び第 2 外周凹部 3 2 b の側面 3 2 s に対して、シャフト給油孔 6 1 が傾斜して設けられている。具体的には、シャフト給油孔 6 1 の排出口 3 2 o が、スリーブ給油孔 6 2 の入口から離れるように、シャフト給油孔 6 1 は回転方向（矢印 R 方向）後方へ傾斜している。

【 0 0 9 5 】

図 1 9 に示されるように、シャフト給油孔 6 1 の排出口 3 2 o の縁部から離間して縁部の軸方向両側に、異物貯留溝 3 2 c が設けられている。実施の形態 6 の変形例では、第 1 外周凹部 3 2 a と第 2 外周凹部 3 2 b とは、シャフト給油孔 6 1 の排出口 3 2 o の縁部全てを含むように、上側の異物貯留溝 3 2 c と下側の異物貯留溝 3 2 c との間にわたって設けられている。すなわち、異物分離空間 7 a は異物貯留溝 3 2 c に直接つながっており、異物排出溝 3 2 d は設けられていない。

【 0 0 9 6 】

実施の形態 6 の第 1 変形例のシャフト 3 において、ひと続きの異物分離空間 7 a 及び給油空間 6 3 を形成する方法として、実施の形態 4 の場合と同様に、例えば、フライス加工によってクラウニング部 3 c の外周部の周方向の一部を除去加工する方法がある。

【 0 0 9 7 】

以上のように、実施の形態 6 の第 1 変形例では、シャフト 3 の外周部 3 2 におけるスリーブ 9 に覆われた部分には、シャフト給油孔 6 1 の開口縁（排出口 3 2 o の縁部）から離間してその軸方向両側に異物貯留溝 3 2 c が設けられている。第 1 外周凹部 3 2 a は、軸方向において 2 つの異物貯留溝 3 2 c の間に渡って設けられている。これにより、異物排出溝 3 2 d を設ける必要がないので、製造工程が簡素化される。

【 0 0 9 8 】

また、実施の形態 6 の第 1 変形例では、シャフト 3 の外周部 3 2 におけるスリーブ 9 に覆われた部分には、シャフト給油孔 6 1 の開口縁（排出口 3 2 o の縁部）から離間してその軸方向両側に異物貯留溝 3 2 c が設けられている。第 1 外周凹部 3 2 a と第 2 外周凹部

10

20

30

40

50

3 2 bとは、ひと続きに設けられ、軸方向において2つの異物貯留溝3 2 cの間に渡って設けられている。そして、シャフト給油孔6 1は、第1外周凹部3 2 a及び第2外周凹部3 2 bの側面3 2 sに対して傾斜して交わり、回転方向後方へ傾いている。

【0 0 9 9】

これにより、異物8を含んだ潤滑油がスリーブ給油孔6 2から離れた空間へ放出されるので、潤滑油よりも大きなコリオリ力が作用する異物8がスリーブ給油孔6 2に到達することがより確実に抑制される。結果、隙間Gに供給される異物8の量をさらに抑制することができる。

【0 1 0 0】

図2 1は、実施の形態6に係る軸受構造1の回転体の第2変形例を示す横断面図である。図2 1に示されるように、第2変形例では、シャフト3の外周部3 2の輪郭が、円弧と複数の直線を組み合わせた形状とされる。なお、シャフト3の外周部3 2の輪郭は、複数の直線から成る多角形又は複数の円弧から成る多円弧の形状であっても良い。第2変形例では、シャフト3の外周部3 2とスリーブ9の内周部とにより異物分離空間7 aが形成される。これにより、シャフト給油孔6 1から出た潤滑油中の異物8を捕集することができる。結果、隙間Gに供給される異物8の量を抑制することができる。

10

【0 1 0 1】

図2 2は、実施の形態6に係る軸受構造1の回転体の第3変形例を示す縦断面図である。図2 3は、図2 2のA - A線に沿う部分横断面図である。図2 3には、図2 0に示したシャフト給油孔6 1と第1外周凹部3 2 a及び第2外周凹部3 2 bの側面3 2 sとの投影位置が破線Pで示される。

20

【0 1 0 2】

図2 2に示されるように、第3変形例では、シャフト3において樽型のクラウニング部3 cの上側と下側とに、それぞれ異物貯留溝3 2 cを介して円筒形状の円筒部3 dが設けられている。また、シャフト3において上側の円筒部3 dのさらに上側には、円筒部3 dに対して偏心した偏心部3 0が設けられている。シャフト3の軸方向でクラウニング部3 cと、その上側及び下側にそれぞれ設けられた異物貯留溝3 2 c及び円筒部3 dとは、スリーブ9により覆われ、偏心部3 0は、スリーブ9から露出している。

【0 1 0 3】

第3変形例では、図2 2及び図2 3に示されるように、シャフト3の円筒部3 dの外周部3 2に切り欠きを設けることにより、スリーブ9の内周面9 1との間に異物排出空間3 2 eが設けられている。図2 2に示されるように、異物排出空間3 2 eは、上側の円筒部3 dの外周部3 2に、その上端から下端まで軸方向に延伸して設けられ、異物貯留溝3 2 cと円筒部3 dの上方の空間とを連通する。シャフト給油孔6 1から出た異物8は、図2 2に矢印F 2 0で示される軌跡を描きながら、回転方向(矢印R方向)へ回転するシャフト3に対して回転方向後側へ移動しつつ、第1外周凹部3 2 a、異物貯留溝3 2 c、及び異物排出空間3 2 eを通過してシャフト3の外部に排出される。

30

【0 1 0 4】

なお、図示していないが、シャフト給油孔6 1の上側の円筒部3 dだけでなく下側の円筒部3 dにも異物排出空間3 2 eを設けても良い。また、図2 2ではシャフト3の外周部3 2におけるスリーブ9で覆われた部分にのみ異物排出空間3 2 eが設けられているが、異物排出空間3 2 eは、シャフト3の外周部3 2におけるスリーブ9から露出した部分まで延出していても良い。

40

【0 1 0 5】

また、異物排出空間3 2 eは、図1 7の異物排出溝3 2 dの形状のように、シャフト3が回転した時に異物分離空間7 aから異物を積極的に排出する方向に傾斜した形状を有するものであっても良い。すなわち、異物排出空間3 2 eは、軸方向で入口である異物貯留溝3 2 cの側から出口に向かうに従い回転方向(矢印R方向)と逆向きすなわち回転方向後方に傾斜して設けられても良い。

【0 1 0 6】

50

さらに、異物排出空間 3 2 e は、図 2 2 及び図 2 3 に示されるように、シャフト給油孔 6 1 の投影位置よりも回転方向後方の角度に設けても良い。すなわち、図 2 3 に示されるように、投影したシャフト給油孔 6 1 (破線 P 参照) の中心軸線 L 1 よりも異物排出空間 3 2 e の中心軸線 L 2 が回転方向 (矢印 R 方向) で後方となるように、異物排出空間 3 2 e が設けられてもよい。ここで、異物排出空間 3 2 e の中心軸線 L 2 とは、シャフト 3 の周方向における異物排出空間 3 2 e の中心とシャフト 3 の軸 A x とを通る直線である。なお、図 2 3 には、シャフト給油孔 6 1 の投影位置を、破線 P を用いて図示したが、図 2 2 に示されるように、軸方向において異物排出空間 3 2 e が設けられる位置はシャフト給油孔 6 1 が設けられる位置と異なる。

【 0 1 0 7 】

以上のように、図 2 2 及び図 2 3 に示される第 3 変形例では、シャフト 3 の外周部 3 2 におけるスリーブ 9 で覆われた部分には、異物貯留溝 3 2 c と、異物貯留溝 3 2 c とシャフト 3 の外周部 3 2 におけるスリーブ 9 で覆われた部分の外側とを連通させる異物排出空間 3 2 e と、が形成されている。これにより、異物分離空間 7 a と給油空間 6 3 に捕集された異物が異物排出空間 3 2 e を通じて軸受構造の外側に排出される。結果、隙間 G に供給される異物 8 の量をさらに抑制することができる。

【 0 1 0 8 】

図 2 4 は、実施の形態 6 に係る軸受構造の回転体の第 4 変形例を示す横断面図である。図 2 4 に示されるように、スリーブ 9 の内周面 9 1 にキー溝のように、異物排出空間 3 2 e を設けてもよい。異物排出空間 3 2 e によって、異物分離空間 7 a に滞留する異物 8 を多く含んだ潤滑油を積極的に排出することができる。

【 0 1 0 9 】

図 2 5 は、実施の形態 6 に係る軸受構造の回転体の第 5 変形例を示す横断面図である。図 2 5 に示されるように、実施の形態 6 の第 5 変形例では、異物分離空間 7 a がスリーブ 9 の内周面 9 1 に設けられている。第 5 変形例において異物分離空間 7 a は、例えばワイヤ放電加工によって形成される。ワイヤ放電加工によりスリーブ 9 の内周面 9 1 の軸方向の全長にわたって溝が形成された場合、実施の形態 6 の第 4 変形例 (図 2 4 参照) で示した異物排出空間 3 2 e も同時に形成される。異物分離空間 7 a を形成する方法は上記の方法に限定されず、異物分離空間 7 a は、内面研削盤によってスリーブ 9 の内周面 9 1 に凹みを加工することで形成しても良い。

【 0 1 1 0 】

以上のように、異物分離空間 7 a 及び異物排出空間 3 2 e をスリーブ 9 に設けた場合でも、異物分離空間 7 a 及び異物排出空間 3 2 e をシャフト 3 に設けた場合と同様、異物分離空間 7 a に捕集された異物 8 が異物排出空間 3 2 e を通じて軸受構造の外側に排出される。結果、隙間 G に供給される異物 8 の量をさらに抑制することができる。

【 0 1 1 1 】

実施の形態 7 .

図 2 6 は、実施の形態 7 に係る軸受構造のシャフト 3 の変形例を示す縦断面図である。図 2 7 は、図 2 6 の A - A 線に沿う部分横断面図である。実施の形態 7 において、異物分離部は、分岐給油孔 6 の入口側に設けられ、分岐給油孔 6 の入口から主給油孔 5 内に延出した異物分離壁 7 b で構成される。図 2 6 及び図 2 7 に示されるように、異物分離壁 7 b が主給油孔 5 の中心付近まで設けられている。すなわち、分岐給油孔 6 の入口が、主給油孔 5 の内壁面 (シャフト 3 の内周面 3 3) よりも主給油孔 5 の中心の近くに設けられている。分岐給油孔 6 の入口に異物分離壁 7 b を形成する方法として、例えば分岐給油孔 6 内に円筒形状の異物分離壁形成部材 7 c を挿入する方法がある。分岐給油孔 6 内に挿入された異物分離壁形成部材 7 c における、主給油孔 5 内に突出した軸 A x 側の端部が、異物分離壁 7 b である。

【 0 1 1 2 】

図 2 7 に示されるように、異物分離壁 7 b における回転方向 (矢印 R 方向) 後側の壁部 7 b 1 と、主給油孔 5 の内壁面との間には、空間 7 a 1 が形成される。すなわち、分岐給

10

20

30

40

50

油孔 6 の入口から主給油孔 5 内に延出する異物分離壁 7 b により、分岐給油孔 6 の入口の回転方向（矢印 R 方向）後側には空間 7 a 1 が形成される。

【 0 1 1 3 】

シャフト 3 が回転している時、潤滑油は、シャフト 3 の下端から主給油孔 5 の中に、給油方向（矢印 F o 方向）である上向きに吸入される。主給油孔 5 の中の潤滑油は、シャフト 3 の回転方向（矢印 R 方向）と同じ方向の旋回流を生じながら上方へ移動する。旋回流を形成する潤滑油中に異物 8 が存在すると、異物 8 も潤滑油とともに旋回する。異物 8 には遠心力が作用するので、異物 8 は、主給油孔 5 内において軸 A x から遠い側をシャフト 3 の内周面 3 3 に沿ってシャフト 3 の回転方向（矢印 R 方向）と同じ方向に流れる。主給油孔 5 の内壁面（内周面 3 3）に沿って旋回する異物 8 は、異物分離壁 7 b の壁部 7 b 1 により回転方向前側への移動を阻止されて、分岐給油孔 6 の入口の回転方向後側の空間 7 a 1 に捕集される。

10

【 0 1 1 4 】

以上のように、実施の形態 7 に係る軸受構造 1 においても、分岐給油孔 6 の回転方向後側には異物 8 が潤滑油から分離される異物分離部が設けられているので、実施の形態 1 の場合と同様に、異物 8 によるしゅう動部の摩耗を抑制する効果が得られる。

【 0 1 1 5 】

また、実施の形態 7 に係る軸受構造 1 は、分岐給油孔 6 の入口から主給油孔 5 内に延びた異物分離壁 7 b を備え、異物分離壁 7 b と、異物分離壁 7 b により分岐給油孔 6 の入口の回転方向後側に形成される空間 7 a 1 とが、異物分離部として機能する。したがって、潤滑油及び異物 8 が流れる方向において分岐給油孔 6 の入口よりも上流側で、潤滑油から異物 8 を分離して捕集でき、異物 8 が分岐給油孔 6 の入口から吸い込まれること自体を抑制することができる。

20

【 0 1 1 6 】

実施の形態 8 .

図 2 8 は、実施の形態 8 に係る圧縮機 1 2 の構成を示す縦断面図である。実施の形態 8 では、図 1 7 及び図 1 8 に示される実施の形態 6 を、圧縮機 1 2 に適用した場合について説明する。圧縮機 1 2 は、例えば空調機及び冷凍機等の空調冷熱機器に使用される密閉型の圧縮機である。以下、圧縮機 1 2 がスクロール圧縮機であるものとして、図 2 8 に基づき圧縮機 1 2 の構成について説明する。なお、例えばロータリ圧縮機等の他の圧縮機に本開示を適用することもできる。実施の形態 8 では、実施の形態 1 と同一部分には同一符号を付し、実施の形態 1 との相違点を中心に説明するものとする。

30

【 0 1 1 7 】

圧縮機 1 2 は、外郭を構成する密閉容器 1 0 3 と、固定スクロール 1 0 1 と、揺動スクロール 1 0 2 と、偏心部 3 0 を有するクランクシャフト 1 0 7 と、を有する。密閉容器 1 0 3 には、冷媒の吸入口 1 0 9、及び、圧縮された冷媒の吐出口 1 1 0 が設けられている。クランクシャフト 1 0 7 は、上記のシャフト 3 に相当する。クランクシャフト 1 0 7 は、揺動スクロール 1 0 2 に冷媒を圧縮する動力を伝達する。固定スクロール 1 0 1 及び揺動スクロール 1 0 2 は、それぞれ渦巻状の歯型形状を有する。

【 0 1 1 8 】

また、圧縮機 1 2 は、円筒形状のスライダ 1 0 6 と、円筒形状のスリーブ 9 と、を有する。スライダ 1 0 6 は、クランクシャフト 1 0 7 の偏心部 3 0 に嵌められている。スリーブ 9 は、クランクシャフト 1 0 7 において揺動スクロール 1 0 2 を回転させて冷媒を圧縮した際に発生する反力を支持する箇所嵌められている。また、圧縮機 1 2 は、スライダ 1 0 6 に嵌められた揺動軸受 1 0 5 と、スリーブ 9 に嵌められた主軸受 1 0 4 と、クランクシャフト 1 0 7 の内部に設けられた主給油孔 5 と、クランクシャフト 1 0 7 及びスリーブ 9 にわたり設けられた分岐給油孔 6 と、を有する。また、クランクシャフト 1 0 7 の下部には給油ポンプ 1 1 1 が取り付けられている。給油ポンプ 1 1 1 はクランクシャフト 1 0 7 の回転により、油溜まり 1 0 8 の潤滑油を吸い上げ、主給油孔 5 に潤滑油を送る。

40

50

【 0 1 1 9 】

図 2 8 には、クランクシャフト 1 0 7 においてスリーブ 9 が嵌る箇所に、実施の形態 6 の異物分離空間 7 a が設けられる場合について示しており、回転体はシャフト 3 とスリーブ 9 とで構成されている。なお、本開示の圧縮機 1 2 には、実施の形態 1 ~ 7 のいずれの軸受構造 1 を適用してもよい。本開示の圧縮機 1 2 に、実施の形態 1 ~ 2、7 の軸受構造 1 を適用する場合、本開示の回転体、すなわちシャフト 3 及びスリーブ 9 の代わりに、実施の形態 1 ~ 2 のシャフト 3 を備えた構成となる。

【 0 1 2 0 】

以上のように、実施の形態 8 に係る圧縮機 1 2 は、軸受構造 1 と、軸受構造 1 を収容する密閉容器 1 0 3 と、を備えている。これにより、油溜まり 1 0 8 に存在する異物 8 が給油ポンプ 1 1 1 を介して主給油孔 5 に送られても、異物 8 が主軸受 1 0 4 とスリーブ 9 とのしゅう動部に供給されることを抑制できる。よって、しゅう動部の摩耗が抑制でき、圧縮機 1 2 の寿命が長くなる。

10

【 0 1 2 1 】

なお、本開示は、圧縮機 1 2 への適用に限定されるものではなく、回転体を介して回転体とすべり軸受 2 とのしゅう動部に潤滑油を供給する構成を有する他の回転機械に適用されても良い。また、本開示の圧縮機 1 2 が適用される冷凍サイクル装置 1 0 は、上記の空調冷熱機器に限定されない。

【 0 1 2 2 】

図 2 9 は、実施の形態 8 に係る圧縮機 1 2 を備えた冷凍サイクル装置 1 0 の冷媒回路 1 1 を示す回路図である。冷凍サイクル装置 1 0 は、冷媒が循環する冷媒回路 1 1 を備えている。ここでは、冷凍サイクル装置 1 0 が空調機であるものとして説明する。

20

【 0 1 2 3 】

冷媒回路 1 1 は、圧縮機 1 2、室外熱交換器 1 4、減圧装置 1 5、及び室内熱交換器 1 6 等が冷媒配管により接続されて形成されている。圧縮機 1 2 は、冷媒を圧縮し、冷媒回路 1 1 に循環させる。室外熱交換器 1 4 及び室内熱交換器 1 6 は、冷媒と空気とを熱交換させる。減圧装置 1 5 は、例えば膨張弁で構成され、冷媒を膨張させ減圧する。また、図 2 9 に示される例では、冷媒回路 1 1 は流路切替装置 1 3 を有している。流路切替装置 1 3 は、圧縮機 1 2 から吐出された冷媒の流路を切り替えるものであり、例えば四方弁で構成される。

30

【 0 1 2 4 】

流路切替装置 1 3 により、冷房と暖房とが切り替えられる。冷凍サイクル装置 1 0 は、各種アクチュエータを制御する不図示の制御装置を備えている。制御装置により、圧縮機 1 2 の周波数、減圧装置 1 5 の開度、及び流路切替装置 1 3 の切り替え等が制御される。冷房運転では、図 2 9 に実線矢印で示されるように、圧縮機 1 2 から吐出された冷媒は、室外熱交換器 1 4、減圧装置 1 5、及び室内熱交換器 1 6 の順に流れて圧縮機 1 2 に戻る。一方、暖房運転では、図 2 9 に破線矢印で示されるように、圧縮機 1 2 から吐出された冷媒は、室内熱交換器 1 6、減圧装置 1 5、及び室外熱交換器 1 4 の順に流れて圧縮機 1 2 に戻る。すなわち、室内の冷房時には室外熱交換器 1 4 が凝縮機として機能し、室内熱交換器 1 6 が蒸発器として機能し、室内の暖房時には室内熱交換器 1 6 が凝縮機として機能し、室外熱交換器 1 4 が蒸発器として機能する。よって、室内熱交換器 1 6 は、暖房時には、圧縮機 1 2 により圧縮された冷媒を放熱させて室内空気を暖め、冷房時には、減圧装置 1 5 で膨張した冷媒に吸熱させて室内空気を冷却する。

40

【 0 1 2 5 】

なお、冷媒回路 1 1 の構成は上記の構成に限定されない。例えば、流路切替装置 1 3 は省略することができる。

【 0 1 2 6 】

実施の形態 8 に係る冷凍サイクル装置 1 0 は、上記の圧縮機 1 2 と、蒸発器（例えば、室内熱交換器 1 6）と、減圧装置 1 5 と、凝縮器（例えば、室外熱交換器 1 4）とが冷媒配管を介して接続された冷媒回路 1 1 を有する。これにより、異物 8 によるしゅう動部の

50

摩耗が抑制された圧縮機 1 2 を備えることで、冷凍サイクル装置 1 0 の信頼性が向上する。

【符号の説明】

【 0 1 2 7 】

1 軸受構造、2 軸受、3 シャフト、3 a 第 1 部材、3 b 第 2 部材、3 c クラウニング部、3 d 円筒部、5 主給油孔、6 分岐給油孔、6 a 分岐給油孔内壁面、7 a 異物分離空間、7 a 1 空間、7 b 異物分離壁、7 b 1 壁部、7 c 異物分離壁形成部材、8 異物、9 スリーブ、1 0 冷凍サイクル装置、1 1 冷媒回路、1 2 圧縮機、1 3 流路切替装置、1 4 室外熱交換器、1 5 減圧装置、1 6 室内熱交換器、2 1 内周面、3 0 偏心部、3 1 内壁、3 1 a 内壁部、3 2 外周部、3 2 a 第 1 外周凹部、3 2 b 第 2 外周凹部、3 2 c 異物貯留溝、3 2 d 異物排出溝、3 2 e 異物排出空間、3 2 f 異物排出孔、3 2 f o 出口、3 2 o 排出口、3 2 r 内壁部、3 2 s 側面、3 3 内周面、3 5 a 第 1 平面部、3 5 b 第 2 平面部、3 5 c 上面部、3 6 a 第 1 嵌合部、3 6 b 第 2 嵌合部、6 1 シャフト給油孔、6 2 スリーブ給油孔、6 3 給油空間、9 1 内周面、9 2 外周部、9 2 o 排出口、1 0 1 固定スクロール、1 0 2 揺動スクロール、1 0 3 密閉容器、1 0 4 主軸受、1 0 5 揺動軸受、1 0 6 スライダー、1 0 7 クランクシャフト、1 0 8 油溜まり、1 0 9 吸入口、1 1 0 吐出口、1 1 1 給油ポンプ、2 0 0 切削工具、A x 軸、G 隙間。

10

20

30

40

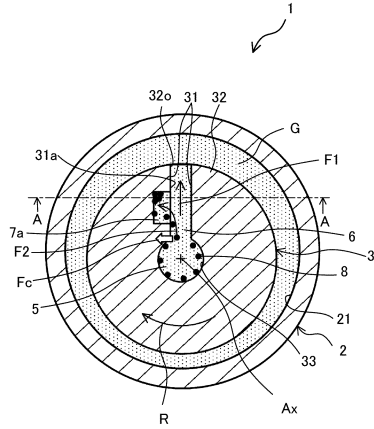
50

【要約】

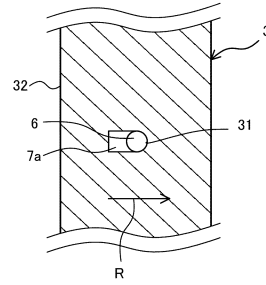
軸受構造は、潤滑油が通る主給油孔が軸方向に設けられた円筒形状を有する回転体と、回転体との間に隙間を有して径方向外側に設けられ、回転体を軸周りに回転自在なように保持するすべり軸受と、を備えた回転機械であって、回転体には、隙間と主給油孔とを連通し、潤滑油が通る分岐給油孔が設けられ、分岐給油孔の回転体の回転方向後側には、潤滑油から異物を分離する異物分離部が設けられている。

【図面】

【図 1】



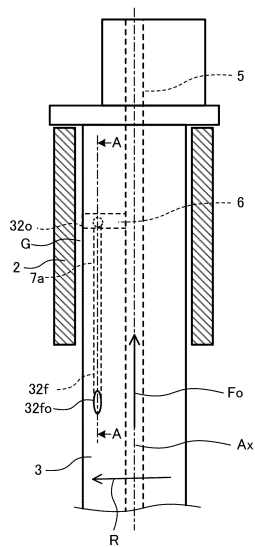
【図 2】



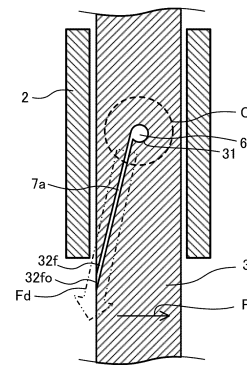
10

20

【図 3】



【図 4】

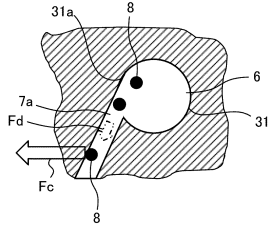


30

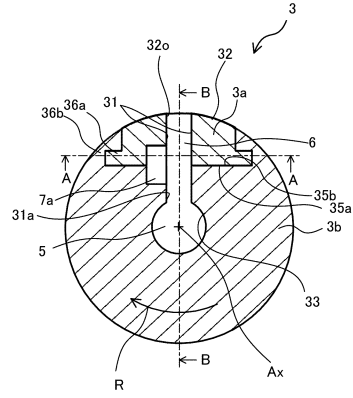
40

50

【 図 5 】

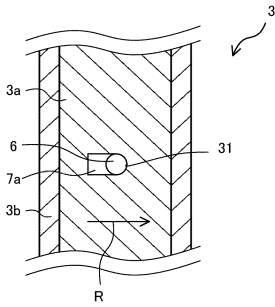


【 図 6 】

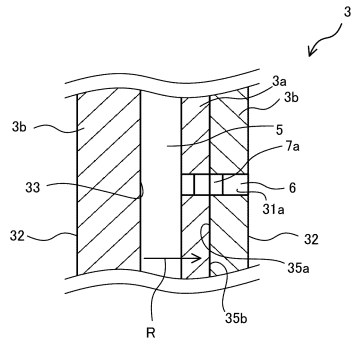


10

【 図 7 】



【 図 8 】



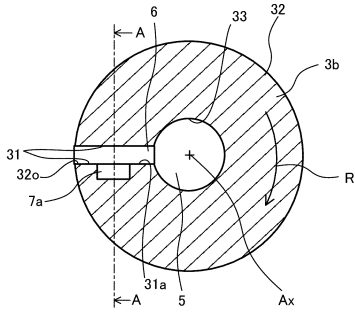
20

30

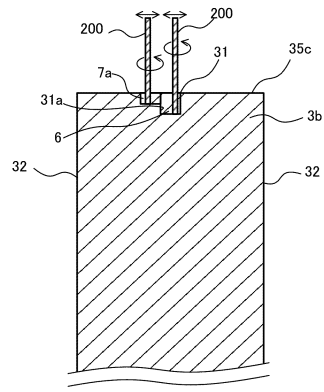
40

50

【図 9】

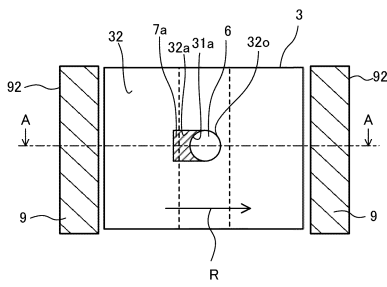


【図 10】

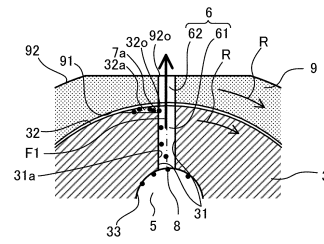


10

【図 11】

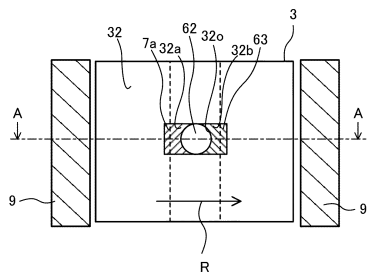


【図 12】

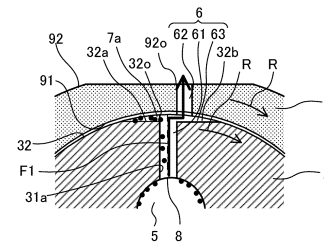


20

【図 13】



【図 14】

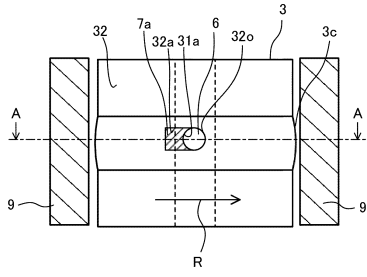


30

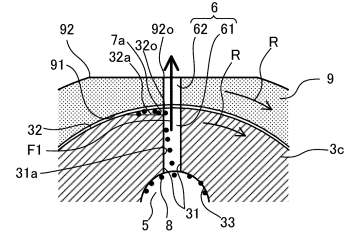
40

50

【図 15】

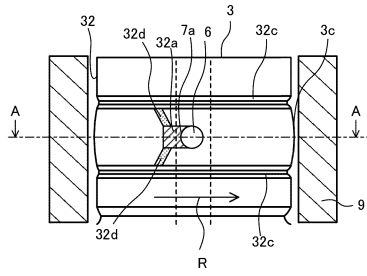


【図 16】

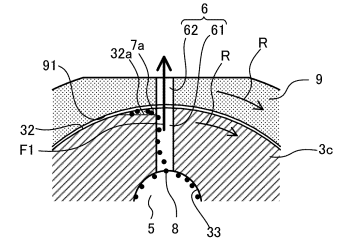


10

【図 17】

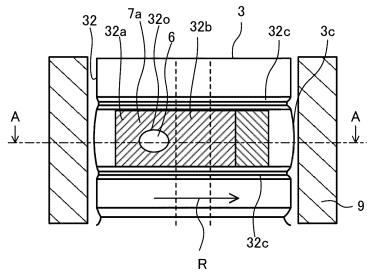


【図 18】

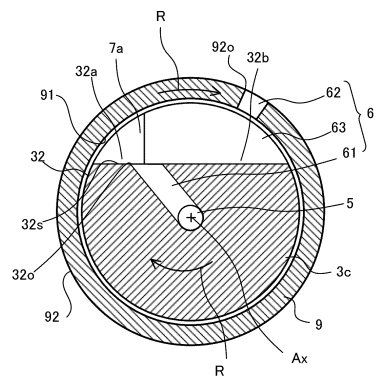


20

【図 19】



【図 20】

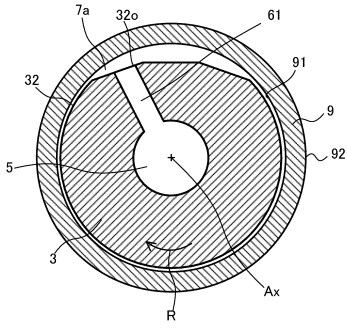


30

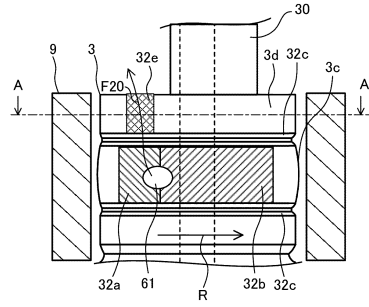
40

50

【図 2 1】

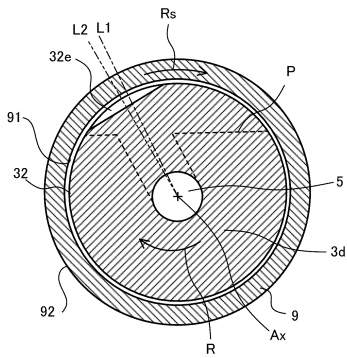


【図 2 2】

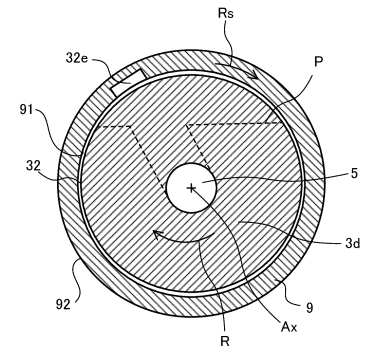


10

【図 2 3】

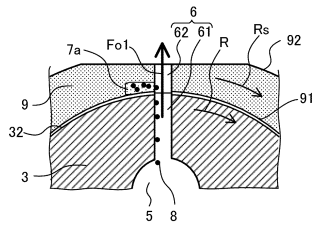


【図 2 4】

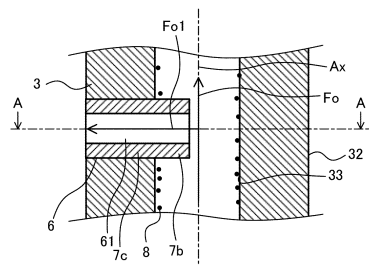


20

【図 2 5】



【図 2 6】

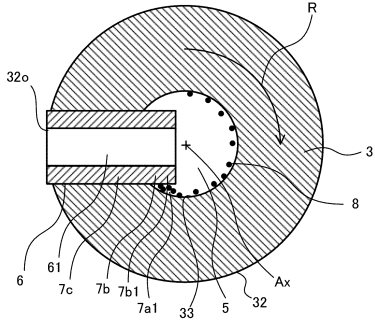


30

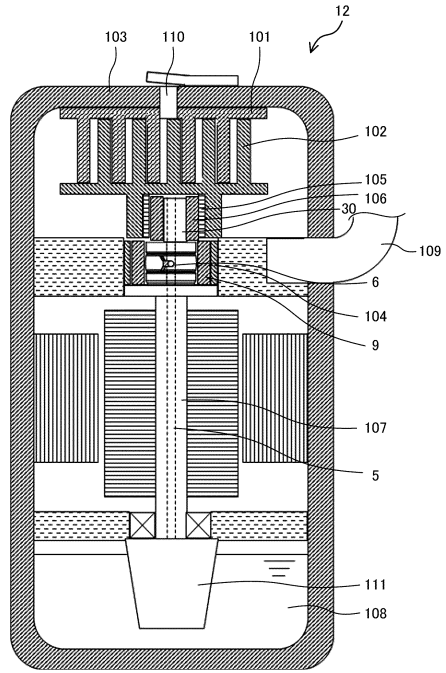
40

50

【 図 2 7 】



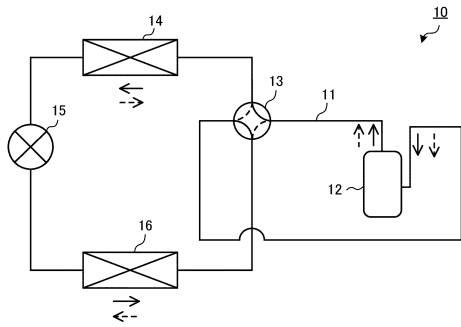
【 図 2 8 】



10

20

【 図 2 9 】



30

40

50

フロントページの続き

- 東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- (72)発明者 小曾根 伸憲
東京都千代田区丸の内二丁目7番3号 三菱電機株式会社内
- 審査官 大瀬 円
- (56)参考文献 国際公開第2014/155923(WO, A1)
実開昭53-007708(JP, U)
特開2003-042080(JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
F04B 39/02
F04C 29/02
F04C 18/02