(19)日本国特許庁(JP)　(12)公開特許公報(A)　(11)特許出願公開番号
特開2005-155461
(P2005-155461A)
(43)公開日　平成17年6月16日(2005.6.16)

(51)Int.Cl.[7]	F I		テーマコード（参考）
F04C 29/00	F04C 29/00	U	3H029
C10M 101/02	C10M 101/02		4H104
C10M 105/38	C10M 105/38		4K029
C10M 107/24	C10M 107/24		4K044
C10M 107/34	C10M 107/34		

審査請求 未請求　請求項の数 1　ＯＬ　（全 14 頁）　最終頁に続く

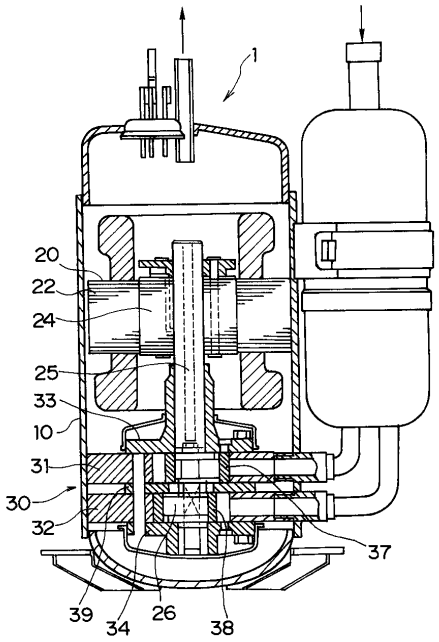
(21)出願番号　特願2003-395546 (P2003-395546)
(22)出願日　平成15年11月26日 (2003.11.26)

(71)出願人　000001889
三洋電機株式会社
大阪府守口市京阪本通２丁目５番５号
(74)代理人　100079049
弁理士　中島　淳
(74)代理人　100084995
弁理士　加藤　和詳
(74)代理人　100085279
弁理士　西元　勝一
(74)代理人　100099025
弁理士　福田　浩志
(72)発明者　石川　和久
大阪府守口市京阪本通２丁目５番５号　三洋電機株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】圧縮機

(57)【要約】
【課題】　潤滑油の潤滑特性が劣らず、スラッジの発生がほとんど生じず、硬質被膜が高い密着性、耐磨耗性を有する圧縮機を提供する。
【解決手段】　少なくとも、シリンダと、前記シリンダ内で偏心回転するローラと、前記ローラの偏心回転に伴って摺動するベーンと、潤滑油とを備え、冷媒を圧縮する圧縮機であって、
前記潤滑油が、鉱物油、ポリオールエステル、ポリビニルエーテルおよびポリアルキレングリコールのいずれかで、４０℃における動粘度が１５～８０mm^2／ｓであり、
前記冷媒が炭化水素冷媒であり、
前記ベーンが、前記ローラとの接触部分に、混在硬質被膜を有し、
前記混在硬質被膜が、Ｃｒと、Ｔｉ、Ｚｒ、Ｖ、Ｍｏからなる群から選択される１以上の金属とを含有する窒化物からなることを特徴とする圧縮機。
【選択図】　図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
密閉容器内に圧縮要素を備えて潤滑油にて摺動部分の潤滑を行い、冷媒を圧縮する圧縮機であって、
前記潤滑油が、鉱物油、ポリオールエステル、ポリビニルエーテルおよびポリアルキレングリコールのいずれかで、４０℃における動粘度が１５～８０ｍｍ^2／ｓであり、
前記冷媒が炭化水素冷媒であり、前記摺動部分に混在硬質被膜を有し、
前記混在硬質被膜が、Ｃｒと、Ｔｉ、Ｚｒ、Ｖ、Ｍｏからなる群から選択される１以上の金属とを含有する窒化物からなることを特徴とする圧縮機。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、冷凍装置や空気調和機等に使用される圧縮機に関する。
【背景技術】
【０００２】
近年、冷凍冷蔵装置、空調装置等に用いられる圧縮機は、高性能化、高効率化に伴い使用条件が厳しくなってきている。
一方、オゾン層破壊等の環境問題を考慮して、従来から使用されてきたジクロロジフルオロメタンやクロロジフルオロメタン等の含塩素冷媒から、炭化水素等の冷媒への変更が検討され順次実現されている。
また、炭化水素冷媒等に対して使用される潤滑油としては、これらと相溶性のあるエステル系油、エーテル系油、それらの混合油などがある。
【０００３】
しかし、塩素を含まない炭化水素などの冷媒は、環境面では優れているが、塩素を含有しないため、鉄などを母材とするベーンなどの部材に塩化鉄の被膜が形成されず、潤滑性能が低くなったり、圧縮機の摺動材の特性を低下させることがあった。
【０００４】
そこで、ローラの母材としては、鋳鉄または合金鋳鉄に焼き入れを施したものを用い、ベーンの母材にはステンレス鋼や工具鋼またはそれらに窒化処理等の表面処理を施したものを使用することが提案されている（例えば、特許文献１～３参照）。
また、鋼製品に対する表面硬化処理として、硬質クロムめっきや物理蒸着法（ＰＶＤ法）等の硬質被膜コーティングも行われている。
【０００５】
しかし、冷媒が炭化水素冷媒に代わり、潤滑油がエステル系油やエーテル系油に移行すると、以下のような問題が生じる。すなわち、従来の表面処理、例えば、イオン窒化処理の場合は、摩擦係数が高いために冷凍回路内に水分が存在し、摩擦により高温になるとエステル系油やエーテル系油が加水分解されて酸が発生する。そして、発生した酸により金属石鹸等のスラッジが形成され、このスラッジがベーンの表面の摺動部に堆積したり、腐食、摩耗するなどの問題が生じることがあった。
【特許文献１】特開平２－１５９３６１号公報
【特許文献２】特開平３－２０２４６０号公報
【特許文献３】特開２００１－２７１７７４号公報
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【０００６】
以上から、本発明は、上記課題を解決することを目的とする。すなわち、本発明は、炭化水素冷媒を使用しても、潤滑油の潤滑特性が劣らず、運転中にスラッジなどの発生がほとんど生じず、硬質被膜が高い密着性および耐磨耗性を有する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】

【０００７】
上記課題を解決するため、鋭意検討の結果、本発明者らは、下記本発明により当該課題を解決できることを見出した。
すなわち、本発明は、密閉容器内に圧縮要素を備えて潤滑油にて摺動部分の潤滑を行い、冷媒を圧縮する圧縮機であって、
前記潤滑油が、鉱物油、ポリオールエステル、ポリビニルエーテルおよびポリアルキレングリコールのいずれかで、４０℃における動粘度が２０～１２０ｍｍ^2／ｓであり、
前記冷媒が、炭化水素冷媒であり、前記摺動部分に混在硬質被膜を有し、
前記混在硬質被膜が、Ｃｒと、Ｔｉ、Ｚｒ、Ｖ、Ｍｏからなる群から選択される１以上の金属とを含有する窒化物からなることを特徴とする圧縮機である。
前記混在硬質被膜は、ＣｒＮとＴｉＮとからなり、前記ＴｉＮを３～２５質量％を含有してなることが好ましい。
【発明の効果】
【０００８】
本発明によれば、炭化水素冷媒を使用しても、潤滑油の潤滑特性が劣らず、運転中にスラッジなどの発生がほとんど生じず、硬質被膜が高い密着性および耐磨耗性を有する圧縮機を提供することができる。
【発明を実施するための最良の形態】
【０００９】
本発明の圧縮機により圧縮される冷媒としては、炭化水素冷媒（以下、単に「冷媒」ということがある）を使用する。かかる冷媒としては、イソブタン（Ｒ６００ａ）、プロパン（Ｒ２９０）、プロピレン（Ｒ１２７０）、ブタン（Ｒ６００）等を使用することが好ましく、冷蔵庫に用いる場合には、イソブタンを用いている。
上記炭化水素冷媒は、地球温暖化に対する影響が小さく、環境保護の面で特に有意である。
【００１０】
本発明の圧縮機に用いる潤滑油の基油は、４０℃における動粘度が、１５～８０ｍｍ^2／ｓである。これは、動粘度が１５ｍｍ^2／ｓ未満であると潤滑特性が悪化し、８０ｍｍ^2／ｓを超えるとオイル戻りが低下するからである。
【００１１】
潤滑油の基油としては、鉱物油、ポリオールエステル、ポリビニルエーテルまたはポリアルキレングリコールを使用する。
【００１２】
上記ポリオールエステルやポリビニルエーテル等の潤滑油に対しては、リン酸エステル系耐摩耗剤、グリシジルエーテルからなるエポキシ、カルボジイミド等の酸捕捉剤、フェノール系酸化防止剤、ベンゾトリアゾール系の銅不活性化剤などを単独あるいは２種以上を組み合わせて添加することができる。また、他の公知の添加剤を適宜配合しても差し支えない。
【００１３】
リン酸エステル系耐摩耗剤の添加量は、特に限定されないが潤滑油に対して０．１～２．０質量％添加することが好ましい。
この０．１質量％未満であるとリン酸エステル系耐摩耗剤によるリン酸被膜がうまく生成されないため、潤滑性が低下し、境界潤滑域で摩耗が起こるとともに基油の劣化が生じることがある。２．０質量％を超えるとリン酸エステル系耐摩耗剤による腐食摩耗が生じるとともにリン酸エステル系耐摩耗剤の分解物が基油に悪影響を及ぼし基油の劣化を促進することがある。
【００１４】
グリシジルエーテルからなるエポキシ化合物、カルボジイミド化合物の添加量は、特に限定されないが潤滑油に対して０．０１～１０質量％添加することが好ましい。
この０．０１重量％未満であるとエポキシ化合物、カルボジイミド化合物の添加効果が

現れないため、熱化学的安定性が劣ることがある。この１０重量％を超えると、スラッジ化して堆積する恐れがある。

【００１５】

潤滑油には、長期保存下の酸化劣化を防止する目的で、添加剤としてフェノール系酸化防止剤を加えることが好ましい。添加量は、０．０１～１．０質量％とすることが好ましく、０．０５～０．３質量％とすることがより好ましい。

【００１６】

また、潤滑油には、ベンゾトリアゾール系の銅不活性化剤を加えることができ、添加量は１～１００ｐｐｍとすることが好ましく、５～５０ｐｐｍとすることがより好ましい。

【００１７】

図１に、本発明の圧縮機の例として、２シリンダ方式のロータリコンプレッサの断面構造を示す。

ロータリコンプレッサ１は、円筒状の密閉容器１０と、密閉容器１０内に収容された電動機２０及び圧縮要素３０を備える。電動機２０は、密閉容器１０の内壁部に固定されたステータ２２とロータ２４とにより構成されている。ロータ２４の中心に取り付けられた回転軸２５は、圧縮要素３０のローラ３８に嵌合している。

この圧縮要素３０は、上シリンダ３１、下シリンダ３２と、これら上下シリンダ３１、３２の上下の開口部を閉鎖する上部軸受３３、下部軸受け３４と、前記上下シリンダ３１、３２間に介在する仕切板３９と、上ローラ３７および下ローラ３８により構成されている。そして、上下ローラ３７、３８は、回転軸２５の一部に偏心して設けられたクランク部２６に嵌合している。

【００１８】

ここで、上シリンダ３１および下シリンダ３２、並びに、上ローラ３７および下ローラ３８は、それぞれ同様の構成であるため、下シリンダ３２、下ローラ３８について、図２を参照して説明する。

下シリンダ３２には、冷媒の吸入口２３および吐出口３５が設けられており、下シリンダ３２内にはリング状のローラ３８が回転自在に位置している。ローラ３８は、その内周面３８ｂがクランク部２６の外周面２６ａに接触し、ローラ３８の外周面３８ａはシリンダ３２の内周面３２ｂに接触する。

シリンダ３２には、ベーン４０が摺動自在に往復動するベーンスロット４１が形成され、ベーン４０の後ろ（図面上、上方）に設けられた付勢部材、例えばバネ４２の付勢力により、ベーン４０の先端部分４０ａがローラ３８の外周面３８ａに押し付けられる事となる。このようにベーン４０をローラ３８に向けて付勢し、また、ベーン４０の背面に圧縮された冷媒を導入することにより、ベーン先端部分４０ａとローラ３８との接触が確実となり、ベーン４０とびによる圧縮漏れを極力防止できる。そして、これらベーン４０、ローラ３８、シリンダ３２、下部軸受３４、仕切板３９にて圧縮室５０が画成される。

【００１９】

図２の図面上、回転軸２５が反時計廻り方向に回転すると、ローラ３８もシリンダ３２内で偏心回転する。このとき、ローラ３８の偏芯回転に伴ってベーン４０が摺動する事により、ベーン４０が冷媒吸い込み側の低圧室と冷媒吐出側の高圧室とを仕切る事となる。このように、ローラ３８の偏芯回転とベーン４０の摺動により、吸入口２３から吸込まれた低圧の冷媒は、圧縮されて高圧となり、吐出口３５から吐出される。この吸込み（低圧）－圧縮－吐出（高圧）の工程において、ローラ３８とベーン４０との接触部に、押付力Ｆｖが発生する。

【００２０】

図３に、本発明の圧縮機、即ちロータリコンプレッサ１に用いられるベーン４０の概略断面図を示す。ベーン４０には、少なくとも、その母材４０ｂの先端部分４０ａの摺動部分、即ちローラ３８との接触部分に硬質被膜４０ｃが形成されていることが好ましい。

【００２１】

すなわち、図４に示すように、ローラ３８との接触部分のみに硬質被膜４０ｃを形成し

てもよい。ベーン４０の先端部分であって、且つローラ３８と接触しない部分に混在硬質被膜を形成しないことで、ベーン側面がシリンダとの摺動により摩耗しても、混在硬質被膜の端部に達する事が無いので、混在硬質被膜の剥離を防止する事ができ、製品の信頼性をより向上させることができる。

【００２２】

ベーン先端部分の硬質被膜４０ｃを形成しない領域（図５の未形成領域４０ｅに相当）は、ベーン４０の硬質被膜４０ｃの両側であって、ベーン４０の稜線（側面の平坦部と先端Ｒ部との境）から、シリンダ３２内のローラ３８のクランク角度θ９０°におけるローラ３８とベーン４０の接点未満、および、クランク角度θ２７０°におけるローラ３８とベーン４０の接点未満の領域とすることが好ましい。

ここで、θは図６に示すように、ベーン４０の中心線からローラ３８とシリンダ３２の接触部分までの角度を示している。

具体的には、図５において、未形成領域４０ｅの幅Ｘ（稜線から硬質被膜４０ｃの端部までの距離）は、１０～５００μｍとすることが好ましく、当該範囲とすることで、硬質被膜４０ｃの耐磨耗性の発現を効果的なものとしながら、混在硬質被膜の剥離を防止することができる。

【００２３】

硬質被膜４０ｃとしては、混在硬質被膜（「硬質被膜」ということがある）が挙げられる。

混在硬質被膜は、Ｃｒと、Ｔｉ、Ｚｒ、Ｖ、Ｍｏからなる群から選択される１以上の金属とを含有する窒化物からなる。

特に耐摩耗性及び密着性を考慮すると、混在硬質被膜がＣｒＮとＴｉＮとからなり、混在硬質被膜中にＴｉＮが３～２５質量％含有されてなることが好ましい。

【００２４】

上記硬質被膜４０ｃは、従来のＣｒＮ被膜だけの場合よりも高密着性を維持しながら、ＣｒＮ被膜よりも高い耐摩耗性を発揮することができる。従って、かかる硬質被膜４０ｃを母材４０ｂの先端部分４０ａの摺動部分（先端摺動部分）、即ちローラ３８との接触部分に設けることで、硬質被膜４０ｃの剥離を生じることなく、また高い耐摩耗性を維持することができる。従って、当該ベーン４０を具備するロータリコンプレッサ１は、長時間稼動してもベーン４０の摩耗や被膜の剥離を極力防止するため、耐摩耗性が向上し、安定して使用できる点で、信頼性の向上を図る事ができる。

なお、以下、「先端部分」という場合は、少なくともローラ３８との接触部分を含む領域をいう。

【００２５】

前記ベーン４０の母材４０ｂは、普通鋼、低合金鋼、高合金鋼、オーステナイト鋼等の鉄系材料からなることが好ましい。また、その縦弾性係数は、1.96×10^{5}～2.45×10^{5}Ｎ／ｍｍ^{2}であることが好ましい。縦弾性係数を上記範囲とすることで、耐摩耗性および信頼性をより向上させることができる。また、縦弾性係数が1.96×10^{5}Ｎ／ｍｍ^{2}より小さいと、充分な耐摩耗性が得らないことがあり、2.45×10^{5}Ｎ／ｍｍ^{2}より大きいと、適度な弾性変形が得られず応力低減が図れないので充分な耐摩耗性が得らないことがある。

【００２６】

更に、ローラ３８の母材も普通鋼、低合金鋼、高合金鋼、オーステナイト鋼等の鉄系材料からなることが好ましい。その縦弾性係数は、9.81×10^{4}～1.47×10^{5}Ｎ／ｍｍ^{2}であることが好ましい。縦弾性係数を上記範囲とすることで、耐摩耗性および信頼性をより向上させることができる。また、縦弾性係数が9.81×10^{4}より小さいと、ローラ３８としての十分な耐摩耗性が得られないことがあり、1.47×10^{5}Ｎ／ｍｍ^{2}より大きいと、適度な弾性変形が得られずベーン４０とローラ３８との間の応力低減が図れないので充分な耐摩耗性が得らないことがある。

【００２７】

また、硬質被膜４０ｃは、図７及び図８に示す如く、ベーン４０の先端部分４０ａに形成しても良いし、図９に示す如く、ベーンの全面に形成しても良い。

【００２８】

図７は、母材４０ｂを窒化処理を施して窒化層４０ｄを形成し、その後、ベーン先端部分４０ａに硬質被膜４０ｃを形成するものであり、図８は、ベーン４０の先端部分４０ａに硬質被膜４０ｃを形成した後、窒化処理を施して窒化層４０ｄ形成するものである。窒化層４０ｄは、硬質被膜４０ｃ上には形成されないため、硬質被膜４０ｃを形成した後、窒化処理すると、図８の如き層となる。

図８の場合、図面上、硬質被膜４０ｃの左右両側に形成される傾斜面上に、この傾斜にあわせて窒化層４０ｄが形成されるため、窒化層４０ｄにより硬質被膜４０ｃの脱落が抑えられ、硬質被膜４０ｃの剥離の更なる防止効果を奏する。

また、図９に示す如く、ベーン４０の全面に窒化層４０ｄを形成した後、更にベーン４０全面に硬質被膜４０ｃを形成しても良い。この場合、ベーン４０先端部分４０ａの耐摩耗性の向上を図ると共に、ベーン４０のベーンスロット４１との摺動部分も耐摩耗性の向上を図る事ができ、以って、ベーン４０の耐久性向上を図る事ができる。

【００２９】

窒化層は、イオン窒化法やガス窒化法等の方法で母材の鉄を窒化させることで形成することができる。

窒化層を例えばガス窒化法で形成する場合、その条件としては、処理温度４８０℃、保持時間３Ｈｒ、アンモニアガス流量６m^3／Ｈｒ、窒素と硫化水素混合ガス１Ｌ／ｍｉｎとする事が好ましい。この窒化層４０ｄの厚さは２０～１００μｍの範囲とし、好ましくは３０～４０μｍとする。

【００３０】

硬質被膜もＰＶＤ（Ｐｈｙｓｉｃａｌ　Ｖａｐｏｒ　Ｄｅｐｏｓｉｔｉｏｎ；物理蒸着）法やＣＶＤ（Ｃｈｅｍｉｃａｌ　Ｖａｐｏｒ　Ｄｅｐｏｓｉｔｉｏｎ；化学蒸着）法等、種々の方法で形成することができるが、成膜時の加熱により窒化層４０ｄの表面硬化層を失うことがなく、摺動特性の向上に有効な強固な付着力を示す被膜の形成が可能なＰＶＤ法を用いることが望ましい。

【００３１】

具体的には、高速度工具鋼（ＳＫＨ５１）の母材の表面に、ＰＶＤ法により、Ｃｒと、Ｔｉとを含有する窒化物からなる混在硬質被膜（膜厚３μｍ、ＣｒＮ：ＴｉＮ＝７５：２５～９７：３（質量比））を形成し、ベーンを作製することができる。

ＰＶＤ法による硬質被膜の形成は、例えば、イオンプレーティング法によって温度４００℃、圧力３．９９Ｐａ、バイアス３０Ｖでイオンプレーティング被膜を形成することができる。即ち、窒素等の反応ガス中にＣｒ、Ｔｉを蒸発させ、気相状態でイオン化して、マイナスにバイアスされた母材４０ｂ表面に反応ガスと蒸発物質イオンとの反応生成物であるＣｒＮ型窒化クロムとＴｉＮ型窒化チタンとの混合物からなるイオンプレーティング被膜を形成することができる。

【００３２】

イオンプレーティングは、アーク式イオンプレーティング装置によって行うことができる。アーク式イオンプレーティング装置は、アーク放電下で硬質被膜の材料を蒸発させイオン化させて、これに電界を加えて加速し、母材表面に硬質被膜の材料を蒸着させるものである。当該方法では、装置の中にセットされた母材の温度は５００℃以下とすることがより好ましい。この温度は、母材の熱処理温度（焼戻し温度）に近似した温度であり、この温度管理により、母材がその熱処理温度を大きく越えて加熱されることは無いため、熱的ダメージを受けることもない。

【００３３】

硬質被膜の膜厚（平均厚さ）は、耐摩耗性の点から２～１０μｍとすることが好ましく、３～５μｍとすることがより好ましい。

【００３４】

以上のような硬質被膜を有するベーン等を具備するロータリコンプレッサ１は、種々の冷凍サイクルに適用することができる。

例えば、冷蔵庫などに用いられる冷凍サイクルは、図１０に示す如く、冷媒として炭化水素冷媒を用い、圧縮機１００、凝縮器１２０、膨張機構１４０、蒸発器１６０とを環状に配管接続して構成されるものである。

そして、図示しないが、冷蔵庫は、断熱箱体にて被冷却物を貯蔵する庫内を画成し、この断熱箱体の外側に、前記圧縮機１００及び凝縮器１２０、膨張機構１４０、例えば膨張弁やキャピラリーチューブなどを収納する機械室が形成されているものである。尚、前記蒸発器１６０は、断熱箱体内の適所に配置されている。

以上の構成により、図１０中実線矢印に示す方向に冷媒が流れて冷凍サイクルを構成する。即ち、圧縮機１００から吐出された高温高圧の冷媒は、凝縮器１２０にて外気と熱交換する事により凝縮し、膨張機構１４０で絞られて蒸発器１６０で蒸発する。この蒸発器１６０の蒸発作用によって、冷蔵庫の庫内を冷却するものである。

また、図１１は、自動販売機やヒートポンプ給湯器に用いられる冷凍サイクルの概念図を示しており、当該冷凍サイクルは、冷媒として炭化水素冷媒を用い、圧縮機１００、凝縮器１２０、膨張機構１４０、蒸発器１６０、四方弁１８０を含む。また図１１、実線および破線の矢印はそれぞれ冷媒が流れる方向を示し、実線は通常の冷却を行う場合を、破線は除霜もしくは暖房を行う場合を示す。

【００３５】

例えば、自動販売機の庫内を冷却する場合、圧縮機１００で圧縮された高温高圧の冷媒ガスは、四方弁１８０を通り凝縮器１２０で冷却され、低温高圧の冷媒液となる。この冷媒液は膨張機構１４０（例えば、キャピラリーチューブ、温度式膨張弁など）で減圧され、僅かにガスを含む低温低圧液となって蒸発器１６０に至り、室内の空気から熱を得て蒸発し、再び四方弁１８０を通って圧縮機１００に至り庫内を冷却する。

【００３６】

蒸発器１６０を除霜もしくは暖房する場合は、四方弁１８０を冷媒が破線を通るように切り替えて冷媒の流れを冷房の場合とは逆方向に変えればよい。冷媒の流れを逆方向に切り替えることで、蒸発器１６０が凝縮器１２０に切り替わり、除霜もしくは暖房が可能となる。

【００３７】

図１に示すような本発明のロータリコンプレッサ１は、前述したヒートポンプ式の給湯器以外、冷凍庫や冷蔵庫等の冷凍装置、エアコン等の空気調和機等に適用することができる。

【００３８】

〔実験例〕

本発明の一態様であるロータリコンプレッサに使用されるベーンについて、その有効性を以下に示す実験例１～３および比較実験例１，２により説明する。

【００３９】

まず、比較実験例１では、母材の表面に、ＰＶＤ法により、ＣｒとＴｉとを含有する窒化物からなる混在硬質被膜（膜厚３μｍ、ＣｒＮ：ＴｉＮ＝５０：５０（質量比））を形成したベーンを作製した。

ＰＶＤ法による硬質被膜の形成は、イオンプレーティング法によって温度４００℃、圧力３．９９Ｐａ、バイアス３０Ｖで行った。即ち、窒素等の反応ガス中にＣｒ、Ｔｉを蒸発させ、気相状態でイオン化して、マイナスにバイアスされた母材表面に反応ガスと蒸発物質イオンとの反応生成物であるＣｒＮ型窒化クロムとＴｉＮ型窒化チタンとの混合物からなる硬質混在被膜を形成した。また、母材には高速度工具鋼（ＳＫＨ５１）を用いた。

【００４０】

次に実験例１では、硬質混在被膜を、ＣｒＮ：ＴｉＮを７５：２５（質量比）とした以外は、比較実施例１と同様に形成したベーンを作製した。

実験例２では、硬質混在被膜を、ＣｒＮ：ＴｉＮを９５：５（質量比）とした以外は、

実験例１と同様に形成したベーンを作製した。

実験例３では、硬質混在被膜のＣｒＮ：ＴｉＮを、９７：３（質量比）とした以外は、実験例１と同様に形成したベーンを作製した。

【００４１】

また、比較実験例２として、母材の表面にＰＶＤ法によりＣｒＮだけからなる層（厚さ３μｍ）を形成したベーンを作製した。

ＰＶＤによる当該層の形成は、窒素等の反応ガス中にＣｒを蒸発させ、気相状態でイオン化して、マイナスにバイアスされた母材表面に反応ガスと蒸発物質イオンとの反応生成物であるＣｒＮ型窒化クロムとCr_2N型窒化クロムとの混合物からなるイオンプレーティング被膜を形成した。

【００４２】

そして、かかる５つのベーンについて、密着性試験（スクラッチ試験）及びアムスラー摩耗試験を行い、耐摩耗性及び密着性の評価を行った。

ここで、スクラッチ試験とは、コーティング試料の表面をダイヤモンド圧子で引っかき、コーティングの剥離荷重によって密着性を評価する方法である。また、アムスラー摩耗試験とは、大気中の雰囲気で、ローラにベーンを１００ｋｇｆの荷重で押し付け、ローラとベーンとの接触部分に冷凍機油を給油しながら２０時間続けて摩耗量を評価する方法である。

各実験例及び比較実験例に対しての密着性試験の結果は表１に示す通りである。また、アムスラー摩耗試験の結果は表２に示す通りである。

【００４３】

【表１】

表１

	ＣｒＮ/ＴｉＮ組成比率	密着性（Ｎ）
比較実験例２	１００／０	６１
比較実験例１	５０／５０	５６
実験例３	９７／３	６７
実験例２	９５／５	６７
実験例１	７５／２５	６１

【００４４】

【表２】

表２

	ＣｒＮ/ＴｉＮ 組成比率	試験片の摩耗量	
		固定片 0.1×(mm)	回転片（μｍ）
比較実験例２	１００／０	３．１	２
比較実験例１	５０／５０	３．６	２
実験例３	９７／３	２．９	２
実験例２	９５／５	２．８	１
実験例１	７５／２５	２．９	２

【００４５】

表１及び表２の評価結果を見ると、比較実験例１（ＣｒＮ：ＴｉＮ＝５０：５０）では、密着性において、比較実験例２（ＣｒＮ）が６１Ｎであるのに対して、５６Ｎと悪い結

果となっており、摩耗試験でも比較実験例２が、固定片が０．３１ｍｍ、回転片が２μｍであるのに対して、比較実験例１では、固定片が０．３６ｍｍと悪い結果となっている。以上の結果からＴｉＮの比率を高くしすぎるとＣｒＮ単独より悪い結果となった事がわかる。

【００４６】

次に、実験例１（ＣｒＮ：ＴｉＮを７５：２５）では、密着性において比較実験例と同等であるが、摩耗試験において、比較実験例２の固定片が０．３１ｍｍ、回転片が２μｍであるのに対して、実験例１では、固定片が０．２９ｍｍと良好な結果が得られた。

実験例２（ＣｒＮ：ＴｉＮを９５：５）の密着性では、比較実験例２の６１Ｎに対して、６７Ｎと良好な結果となり、更に摩耗試験でも、比較実験例２の固定片が０．３１ｍｍ、回転片が２μｍであるのに対して、実験例２では固定片が０．２８ｍｍ、回転片が１μｍと良好な結果が得られた。

また、実験例３（ＣｒＮ：ＴｉＮを９７：３）の密着性も、実験例２と同等の６７Ｎと比較実験例２の６１Ｎに対して良好な結果が得られた。また、摩耗試験では、実験例１同様、固定片が０．２９ｍｍ、回転片が２μｍと良好な結果が得られた。

【００４７】

以上の結果から、実験例１～３、即ち、ＴｉＮ含有率を３％～２５％とする事により、密着性、耐摩耗性で良好な結果が得られる事が判明した。特に、実験例２のＴｉＮ含有率５％とする事により、固定片のみならず、回転片の耐摩耗性も向上する結果となった。

この結果から、ＴｉＮ含有量５％前後（４％～６％）で、密着性、固定片及び回転片の耐摩耗性のいずれも向上すると言える。

尚、Ｔｉに代えてＺｒ、Ｖ、ＭｏとＣｒとの混在硬質被膜であっても、ＣｒＮ単独に比較して良好となる。

更に、混在硬質被膜に代えて、傾斜硬質被膜や積層硬質被膜であっても良い。

以上、ロータリコンプレッサ１のベーン４０を用いて説明したが、他の摺動部分、例えば回転軸２５と上下部軸受３３、３４の摺動部分であっても良い。更に、本発明はスクロールコンプレッサの摺動部分に用いても良いし、レシプロコンプレッサの摺動部分に用いてもよい。

【図面の簡単な説明】

【００４８】

【図１】２シリンダ方式のロータリコンプレッサの断面構造を示す説明図である。

【図２】図１に示したロータリコンプレッサのシリンダ、ローラ、ベーンなどの関係を示す断面説明図である。

【図３】図１に示したロータリコンプレッサのベーンの説明図である。

【図４】ベーンとローラとが接触した状態を示す説明図である。

【図５】ベーンの先端部分の一態様を示す説明図である。

【図６】クランク角度θを説明するための説明図である。

【図７】ベーンの一の実施例の説明図である。

【図８】ベーンの他の実施例の説明図である。

【図９】ベーンの他の実施例の説明図である。

【図１０】ロータリコンプレッサを適用した冷凍サイクルの回路図である。

【図１１】ロータリコンプレッサを適用した冷凍サイクルの他の実施例を示す回路図である。

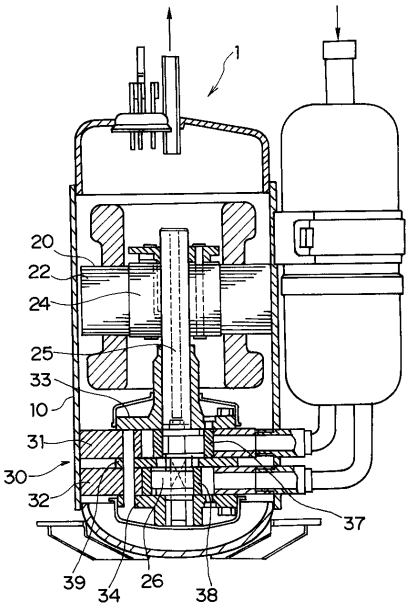
【符号の説明】

【００４９】

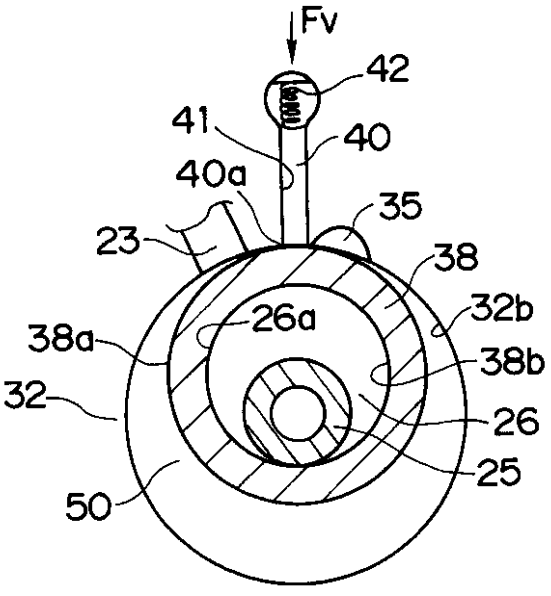
３１，３２…シリンダ
２３…吸入口
３５…吐出口
２６…クランク部
３８…ローラ

４０…ベーン
４０ａ…ベーン先端部分
４０ｂ…母材
４０ｃ…硬質被膜
４０ｄ…窒化層

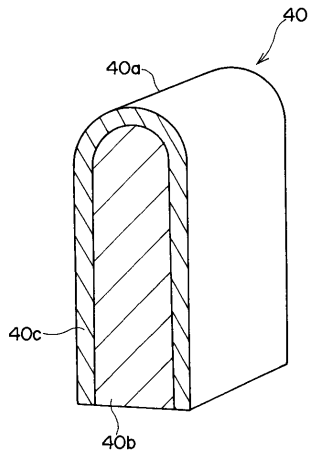
【図１】



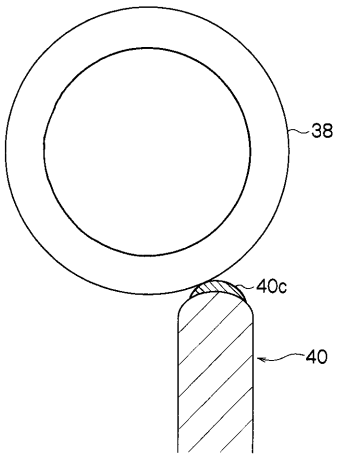
【図２】



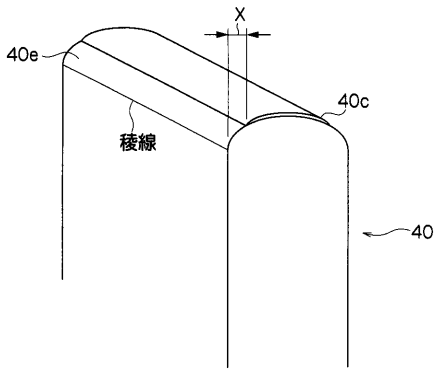
【図３】



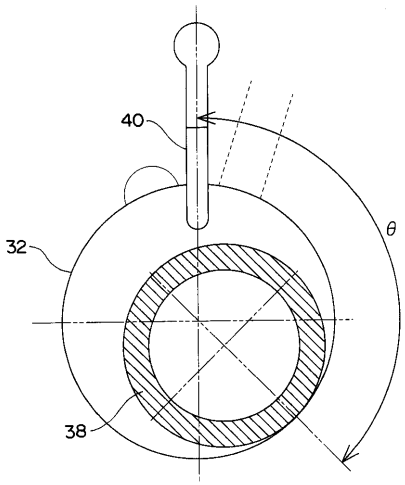
【図４】



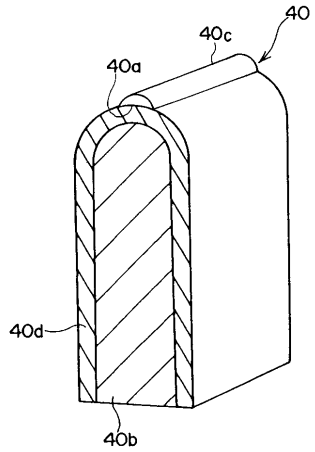
【図５】



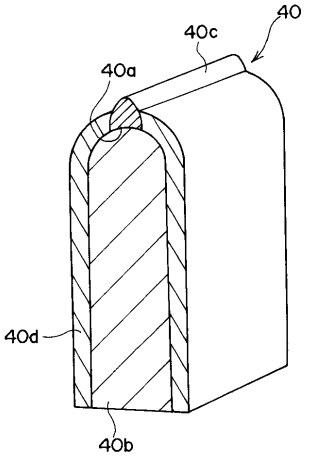
【図６】



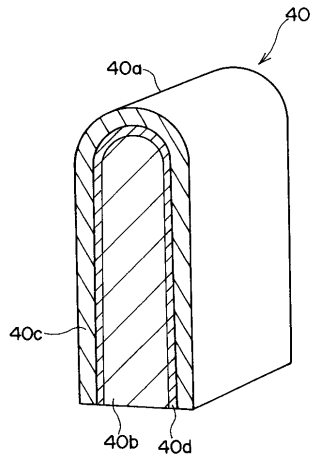
【図７】


40
40c
40a
40d
40b

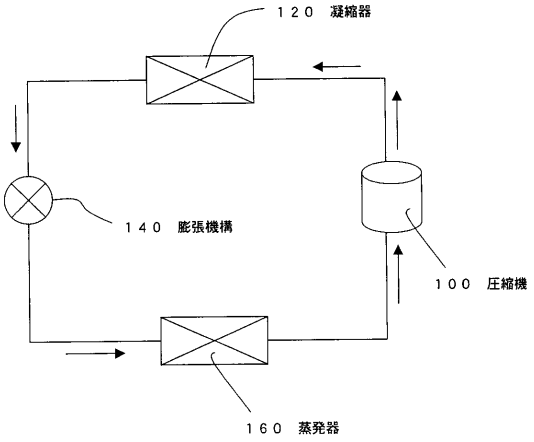
【図８】


40
40c
40a
40d
40b

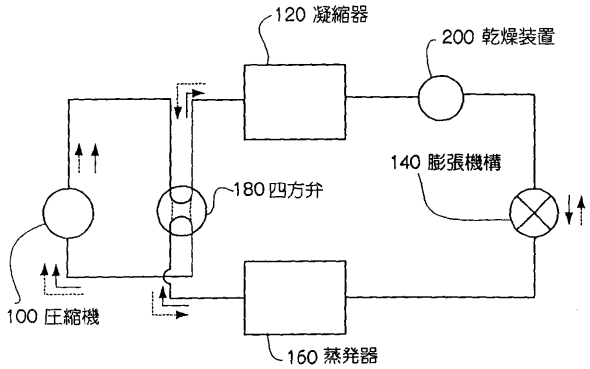
【図９】


40
40a
40c
40b
40d

【図１０】


１２０ 凝縮器
１４０ 膨張機構
１００ 圧縮機
１６０ 蒸発器

【図１１】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.[7]	FI		テーマコード（参考）
Ｃ２３Ｃ 14/06	Ｃ２３Ｃ 14/06	Ａ	
Ｃ２３Ｃ 30/00	Ｃ２３Ｃ 30/00	Ｃ	
Ｆ０４Ｃ 18/356	Ｆ０４Ｃ 18/356	Ｐ	
Ｆ０４Ｃ 29/02	Ｆ０４Ｃ 29/02	Ａ	
// Ｃ１０Ｎ 40:30	Ｃ１０Ｎ 40:30		

(72)発明者 須永 高史
大阪府守口市京阪本通２丁目５番５号 三洋電機株式会社内

Ｆターム(参考) 3H029 AA05 AA13 AB03 BB01 BB44 CC02 CC38
4H104 BB34A CB02A CB14A DA02A PA20
4K029 BA58 BA60 BC02 BD00 BD04
4K044 AA02 AB10 BA18 BB01 BC01 BC05 CA13