

(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2005-155459
(P2005-155459A)

(43) 公開日 平成17年6月16日(2005.6.16)

(51) Int. Cl.⁷

F04C 29/00
C23C 30/00
F04B 39/00
F04C 18/356

F I

F04C 29/00
C23C 30/00
F04B 39/00
F04C 18/356

テーマコード(参考)

3H003
3H029
4K044
P

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願2003-395544 (P2003-395544)
(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】

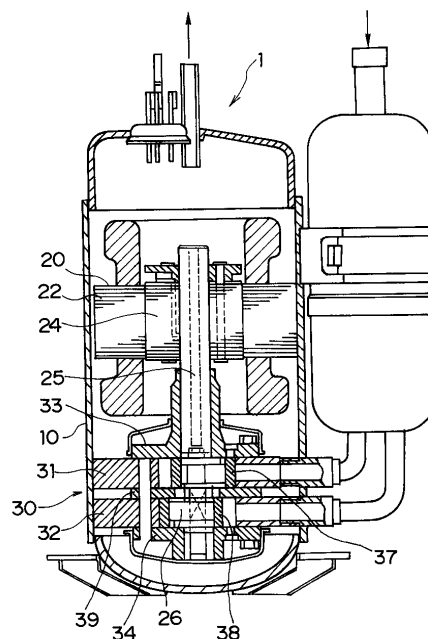
【課題】 硬質被膜の剥離を防止し、CrNコーティング被膜よりも高い密着性を有すると共に、高い耐摩耗性を有する摺動部材(例えばロータリコンプレッサではベーン)を備えた信頼性の高い圧縮機を提供する。

【解決手段】 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、を所定の比率で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。

【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、を所定の比率で含有する窒化物からなることを特徴とする圧縮機。

【請求項 2】

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CrNとTiNとからなり、前記TiNを3～25質量%含有してなることを特徴とする請求項1記載の圧縮機。

10

【請求項 3】

圧縮要素は、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ペーンとを備えており、ペーン先端部分であって、且つローラと接触しない部分には混在硬質被膜を形成しないことを特徴とする請求項1又は2記載の圧縮機。

【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】

20

【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、塩素を含まないR134a、R410AのHFC系冷媒や、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、HFC系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】

30

しかし、塩素を含まないHFC系冷媒は、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ペ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、ペ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】

40

しかし、冷媒がR134a、R410AのHFC系冷媒や炭化水素冷媒であって、潤滑油がエステル系油やエーテル系油に移行すると、従来の表面処理、例えばイオン窒化処理では、耐力性が不足してしまい、部材が摩耗しやすくなったり、冷凍機油に起因する劣化物が発生し、キャピラリーチューブなどを詰まらせるなどの問題が生じる。

また、CrNコーティング処理等の硬質被膜コーティングの場合は、被膜が運転中に剥離する問題や更なる高耐力の要求の問題があった。そのため、これらのペーンを備えたロータリコンプレッサは長期に亘り高い信頼性を維持して運転することができない場合があった。

【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

50

【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、硬質被膜の剥離を防止し、CrNコーティング被膜よりも高い密着性を有すると共に、高い耐摩耗性を有する摺動部材（例えばロータリコンプレッサではベーン）を備えた信頼性の高い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、を所定の比率で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。

具体的には、回転圧縮機の種類であるロータリコンプレッサの場合、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、

前記ベーンが、少なくともその先端摺動部分であって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、を所定の比率で含有する窒化物からなる圧縮機である。

また、密閉容器内に冷媒を圧縮する圧縮要素と潤滑油を備えた圧縮機であって、摺動部分に混在硬質被膜を有し、前記混在硬質被膜がCrNとTiNとからなり、前記TiNを3～25質量%含有してなる圧縮機である。

また、ロータリコンプレッサの場合、圧縮要素は、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を備えており、ベーン先端部分であって、且つローラと接触しない部分には混在硬質被膜を形成しない圧縮機

【発明の効果】

【0008】

本発明によれば、硬質被膜の剥離を防止し、CrNコーティング被膜よりも高い密着性を有すると共に、高い耐摩耗性を有するベーンを備えた信頼性の高い圧縮機を提供することができる。

また、混在硬質被膜がCrNとTiNとからなり、前記TiNを3～25質量%含有することにより、摺動部分での耐摩耗性の向上を図る事ができる。

更に、ベーン先端部分であって、且つローラと接触しない部分には混在硬質被膜を形成しない態様とした場合、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、以って、製品の信頼性向上を図る事ができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

以下、本発明の圧縮機について図面を参照して詳細に説明する。なお、本発明は、これらに限定されるものではない。

【0010】

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

10

20

30

40

50

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 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。

【0011】

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 との接触が確實となり、ベーン 40 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。

【0012】

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 の偏心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 の偏心回転とベーン 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 F_v が発生する。

【0013】

図 3 に、本発明の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。

【0014】

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。

【0015】

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 90° 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 270° 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、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

10

20

30

40

50

までの距離)は、10～500 μ m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の耐摩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。

【0016】

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以上の金属とを所定の比率で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。

【0017】

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、当該ペーン40を具備するロータリコンプレッサは、長時間稼動してもペーン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。

【0018】

前記ペーン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、 $1.96 \times 10^5 \sim 2.45 \times 10^5$ N/mm²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/mm²より小さいと、十分な耐摩耗性が得られないことがあり、 2.45×10^5 N/mm²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十分な耐摩耗性が得られないことがある。

【0019】

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、 $9.81 \times 10^4 \sim 1.47 \times 10^5$ N/mm²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/mm²より大きいと、適度な弾性変形が得られずペーン40とローラ38との間の応力低減が図れないので十分な耐摩耗性が得られないことがある。

【0020】

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

【0021】

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、ペーン先端部分40aに硬質被膜40cを形成するものであり、図8は、ペーン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の剥離が抑えられ、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、ペーン40の全面に窒化層40dを形成した後、更にペーン40全面に硬質被膜40cを形成しても良い。この場合、ペーン40先端部分40aの耐摩

10

20

30

40

50

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。

【0022】

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 $6\text{ m}^3/\text{Hr}$ 、窒素と硫化水素混合ガス $1\text{ L}/\text{min}$ とする事が好ましい。この窒化層40dの厚さは $20\sim 100\text{ }\mu\text{m}$ の範囲とし、好ましくは $30\sim 40\text{ }\mu\text{m}$ とする。

【0023】

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。

【0024】

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 $3\text{ }\mu\text{m}$ 、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 3.99 Pa 、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。

【0025】

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。

【0026】

硬質被膜の膜厚(平均厚さ)は、耐摩耗性の点から $2\sim 10\text{ }\mu\text{m}$ とすることが好ましく、 $3\sim 5\text{ }\mu\text{m}$ とすることがより好ましい。

【0027】

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HFC系冷媒を用い、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。

【0028】

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

10

20

30

40

50

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。

【0029】

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HFC系冷媒を用い、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中、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。

【0030】

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を通して圧縮機100に至り庫内を冷却する。

10

【0031】

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。

【0032】

冷媒としては、環境への配慮を考慮して、塩素を含まない炭化フッ化水素系冷媒（例えば、R410A、R134a等のHFC冷媒）、炭化水素冷媒（例えば、イソブタン、プロパン、プロピレン等）、炭酸ガス冷媒等を使用することが好ましい。

20

【0033】

冷媒として塩素を含まない炭化フッ化水素系冷媒および炭化水素冷媒を使用する場合、本発明のロータリコンプレッサ1に用いる潤滑油の基油は、40における動粘度が、15～80 mm^2/s であることが好ましい。これは、動粘度が15 mm^2/s 未満であると潤滑特性が悪化し、80 mm^2/s を超えるとオイル戻りが悪くなるためである。

一方、冷媒として、炭酸ガス冷媒を使用する場合、本発明のロータリコンプレッサ1に用いる潤滑油の基油は、40における動粘度が、20～120 mm^2/s であることが好ましい。これは、動粘度が20 mm^2/s 未満あるいは120 mm^2/s を超えると潤滑特性やオイル戻りが不適となる恐れがあり好ましくない。

30

更には、40における動粘度を32～110 mm^2/s とする事がより好ましい。

【0034】

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であることが好ましい。

【0035】

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。

40

【0036】

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。

【0037】

50

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。

【0038】

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。

【0039】

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。

【0040】

図1に示すような本発明のロータリコンプレッサは、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。

【0041】

〔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。

【0042】

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3 μ m、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。

【0043】

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、比較実験例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、比較実験例1と同様に形成したベーンを作製した。

【0044】

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3 μ m)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Cr₂N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。

【0045】

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、大気中の雰囲気中で、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

10

20

30

40

50

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。

【0046】

【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

10

【0047】

【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

20

30

【0048】

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。

【0049】

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2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。

40

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3同様、固定片が0.29mm、回転片が2μmと良好な結果が得られた。

【0050】

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、

50

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。

また、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のベーンを用いて説明したが、他の摺動部分、例えば、図1に示すような回転軸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。

10

【図面の簡単な説明】

【0051】

【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】クランク角度を説明するための説明図である。

20

【図7】ベーンの一の実施例の説明図である。

【図8】ベーン他の実施例の説明図である。

【図9】ベーン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】

【0052】

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

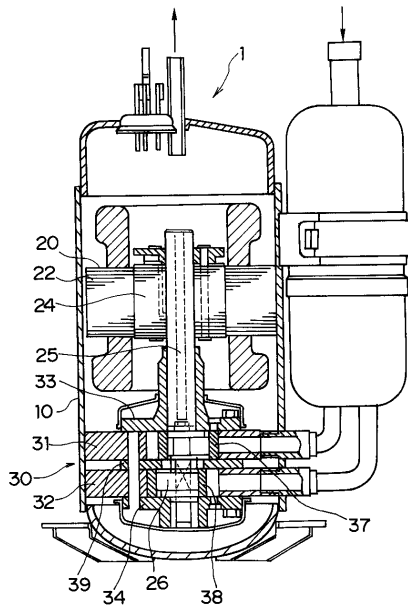
40b ... 母材

40c ... 硬質被膜

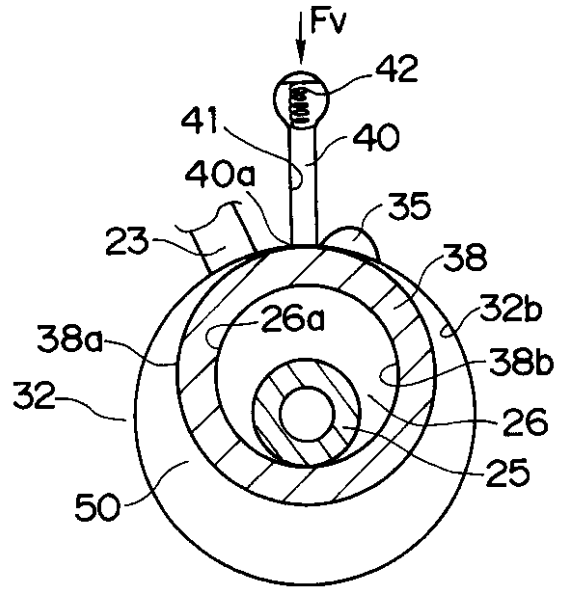
40d ... 窒化層

30

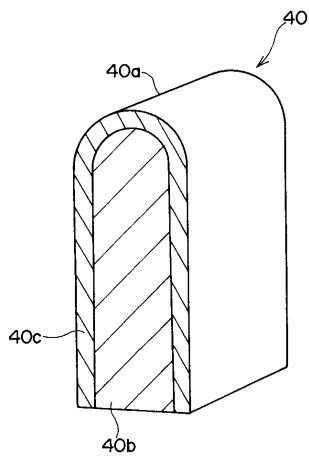
【 図 1 】



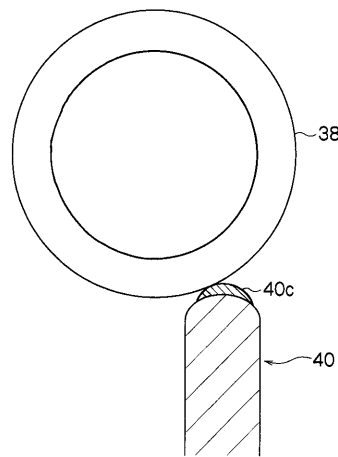
【 図 2 】



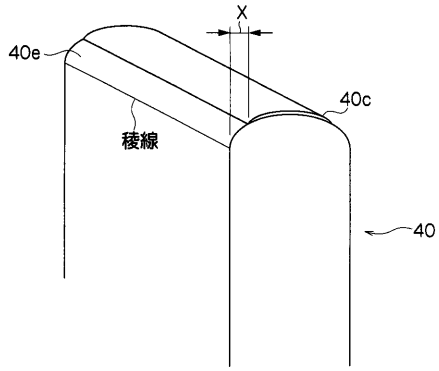
【 図 3 】



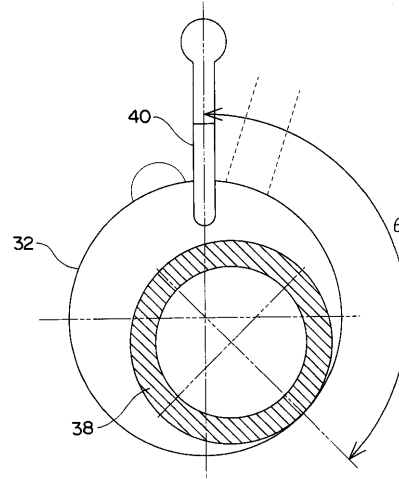
【 図 4 】



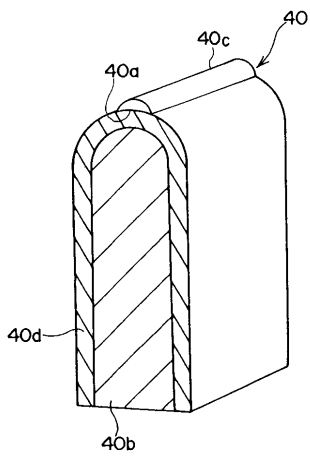
【 図 5 】



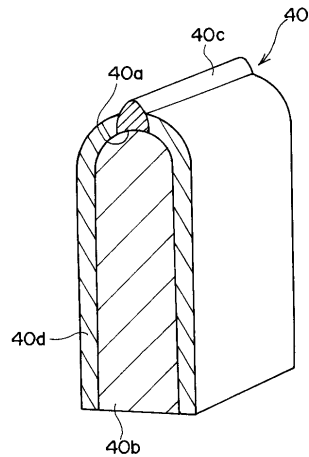
【 図 6 】



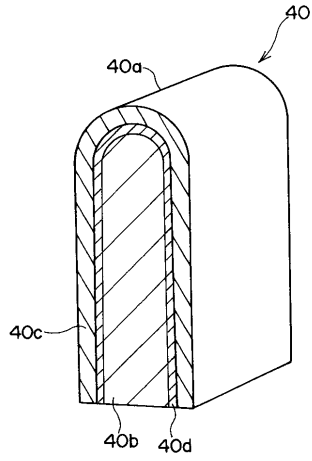
【 図 7 】



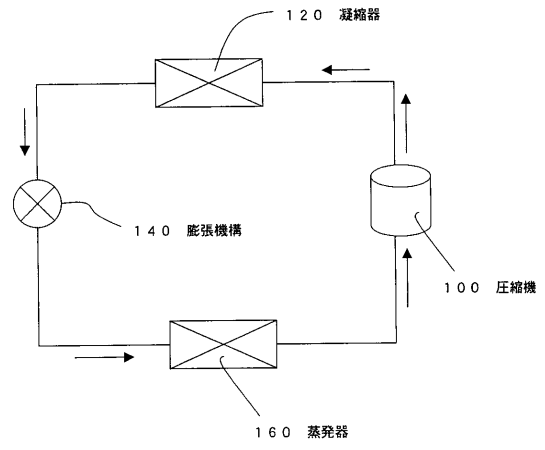
【 図 8 】



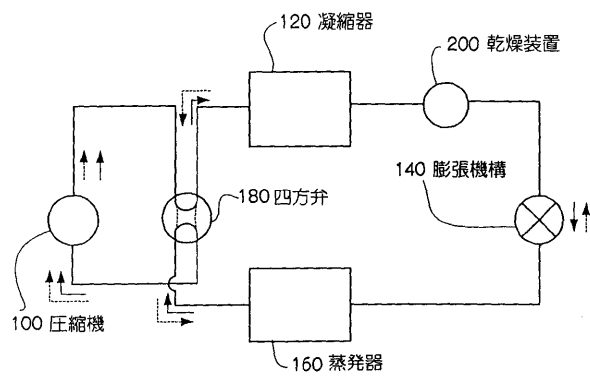
【 図 9 】



【 図 10 】



【 図 11 】



フロントページの続き

(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) 3H003 AA01 AB00 AC03 AD01 CA00 CB00

3H029 AA05 AA13 AB03 BB01 BB44 CC02 CC38

4K044 AA02 AB10 BA18 BB10 BC01 BC06 CA13