(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2020年6月4日(04.06.2020)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2020/110503 A1

(51) 国際特許分類:
F04C 18/356 (2006.01) *F16C 33/16* (2006.01)
F04C 29/00 (2006.01) *F16C 33/24* (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2019/040994

(22) 国際出願日： 2019年10月17日(17.10.2019)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(30) 優先権データ：
特願 2018-220258 2018年11月26日(26.11.2018) JP

(71) 出願人: 株式会社富士通ゼネラル(**FUJITSU GENERAL LIMITED**) [JP/JP]; 〒2138502 神奈川県川崎市高津区末長３丁目３番１７号 Kanagawa (JP).

(72) 発明者: 上田 健史(**UEDA, Kenshi**); 〒2138502 神奈川県川崎市高津区末長３丁目３番１７号 株式会社富士通ゼネラル内 Kanagawa (JP).

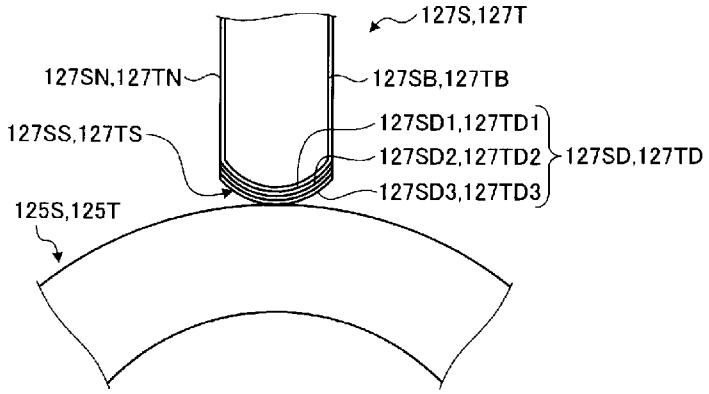
(74) 代理人: 特許業務法人酒井国際特許事務所(**SAKAI INTERNATIONAL PATENT OFFICE**); 〒1000013 東京都千代田区霞が関３丁目８番１号 虎の門三井ビルディング Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT,

(54) **Title:** ROTARY COMPRESSOR

(54) 発明の名称： ロータリ圧縮機

[図3]



(57) **Abstract:** A first vane (127S) of a rotary compressor (1) is provided with a base material (127SB), a diamond-like carbon coating film (127SD) and a nitrided film (127SN). The base material (127SB) contains a nitride-forming element. The diamond-like carbon coating film (127SD) is made from diamond-like carbon, and coats a tip (127SS), which is in contact with a first ring-shaped piston (125S), of the first vane (127S). The nitrided film (127SN) contains a nitride of the nitride-forming element, and is formed between the base material (127SB) and the diamond-like carbon coating film (127SD). The effective film thickness of the diamond-like carbon coating film (127SD) is 0.20 μm or more, wherein the effective film thickness is measured by carrying out a micro slurry-jet erosion test using 3-μm spherical alumina particles.

WO 2020/110503 A1

[続葉有]

QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

(57) 要約:ロータリ圧縮機(1)の第1ベーン(127S)は、母材(127SB)とダイヤモンド状炭素皮膜(127SD)と窒化処理膜(127SN)とを備えている。母材(127SB)は、窒化物形成元素を含んでいる。ダイヤモンド状炭素皮膜(127SD)は、ダイヤモンド状炭素から形成され、第1ベーン(127S)のうちの第1環状ピストン(125S)に当接する先端(127SS)を被覆している。窒化処理膜(127SN)は、窒化物形成元素の窒化物を含有し、母材(127SB)とダイヤモンド状炭素皮膜(127SD)との間に形成されている。ダイヤモンド状炭素皮膜(127SD)に球形アルミナ3μm粒子を用いてマイクロスラリージェットエロージョン試験を施すことにより測定される有効膜厚は、0.20μm以上である。

明　細　書

発明の名称 ： ロータリ圧縮機

技術分野

[0001]　本発明は、ロータリ圧縮機に関する。

背景技術

[0002]　空気調和機や冷凍機などに用いられるロータリ圧縮機が知られている。ロータリ圧縮機は、シリンダとピストンとベーンとを備えている。シリンダは、ピストンを収納し、ピストンの外周面に対向する内周面が形成されている。ベーンは、シリンダの内周面に形成された溝内に格納され、先端部がピストンの外周部に当接することにより、ピストンとシリンダとに囲まれたシリンダ室を吸入室と圧縮室とに区画する。ロータリ圧縮機は、ピストンを回転させることにより冷媒を圧縮する。ロータリ圧縮機は、冷媒を圧縮するときに、ベーンがシリンダとピストンとに摺動し、これらの摺動部に焼付きや摩耗が発生する可能性がある。ベーンのうちのピストンに当接する先端にダイヤモンド状炭素層（アモルファス炭素層）を含む被覆層が形成されることにより、ベーンの耐摩耗性および耐焼付き性を向上させたロータリ圧縮機が知られている（特許文献１参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２０１７－１４９９０号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004]　ベーンは、シリンダ等に摺動する部分の耐摩耗性および耐焼付き性を向上させるために、窒化処理が施されることがある。このとき、ダイヤモンド状炭素層は、耐衝撃性が劣化するという問題がある。

[0005]　開示の技術は、上記に鑑みてなされたものであって、ベーンの耐衝撃性に優れたロータリ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

[0006] 本願の開示するロータリ圧縮機の一態様は、シリンダと、シリンダの内周面に沿って公転するピストンと、シリンダに設けられたベーン溝からシリンダ室内に突出してシリンダとピストンとの間に形成されるシリンダ室を吸入室と圧縮室とに区画するベーンとを備えている。ベーンは、窒化物形成元素を含む母材と、ダイヤモンド状炭素から形成され、ベーンのうちのピストンに当接する先端を被覆するダイヤモンド状炭素皮膜と、窒化物形成元素の窒化物を含有し、母材とダイヤモンド状炭素皮膜との間に形成される窒化処理膜とを有している。被覆膜に球形アルミナ３μｍ粒子を用いてマイクロスラリージェットエロージョン試験を施すことにより測定される有効膜厚は、０．２０μｍ以上である。

発明の効果

[0007] 開示のロータリ圧縮機は、ベーンの耐衝撃性を向上させることができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]図１は、実施例のロータリ圧縮機を示す縦断面図である。

[図2]図２は、実施例のロータリ圧縮機の第１の圧縮部及び第２の圧縮部を示す横断面図である。

[図3]図３は、実施例のロータリ圧縮機の下ピストン及び上ピストンと下ベーン及び上ベーンとの摺動部を示す部分断面図である。

[図4]図４は、複数のサンプルにマイクロスラリージェットエロージョン試験を施すことにより測定されたエロージョン深さとエロージョン率とを示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0009] 以下に、本発明を実施するための形態（実施例）につき、図面を参照しつつ詳細に説明する。

実施例

[0010] 図１は、実施例のロータリ圧縮機を示す縦断面図である。図２は、実施例

のロータリ圧縮機の第１の圧縮部及び第２の圧縮部を示す横断面図である。

[0011] 図１に示すように、ロータリ圧縮機１は、密閉された縦置き円筒状の圧縮機筐体１０の下部に配置された圧縮部１２と、圧縮機筐体１０の上部に配置され、回転軸１５を介して圧縮部１２を駆動するモータ１１と、を備えている。

[0012] モータ１１のステータ１１１は、円筒状に形成され、圧縮機筐体１０の内周面に焼きばめされて固定されている。モータ１１のロータ１１２は、円筒状のステータ１１１の内部に配置され、モータ１１と圧縮部１２とを機械的に接続する回転軸１５に焼きばめされて固定されている。

[0013] 圧縮部１２は、第１の圧縮部１２Ｓと第２の圧縮部１２Ｔとを備えており、第２の圧縮部１２Ｔは、第１の圧縮部１２Ｓの上側に配置されている。図２に示すように、第１の圧縮部１２Ｓは、環状の第１シリンダ１２１Ｓを備えている。第１シリンダ１２１Ｓは、環状の外周から張り出した第１側方張出部１２２Ｓを備え、第１側方張出部１２２Ｓには、第１吸入孔１３５Ｓと第１ベーン溝１２８Ｓが放射状に設けられている。また、第２の圧縮部１２Ｔは、環状の第２シリンダ１２１Ｔを備えている。第２シリンダ１２１Ｔは、環状の外周から張り出した第２側方張出部１２２Ｔを備え、第２側方張出部１２２Ｔには、第２吸入孔１３５Ｔと第２ベーン溝１２８Ｔが放射状に設けられている。

[0014] 図２に示すように、第１シリンダ１２１Ｓには、モータ１１の回転軸１５と同心に、円形の第１シリンダ内周面１２３Ｓが形成されている。第１シリンダ内周面１２３Ｓ内には、第１シリンダ１２１Ｓの内径よりも小さい外径の第１環状ピストン１２５Ｓが配置され、第１シリンダ内周面１２３Ｓと第１環状ピストン１２５Ｓとの間に、冷媒を吸入し圧縮して吐出する第１シリンダ室１３０Ｓが形成される。第２シリンダ１２１Ｔには、モータ１１の回転軸１５と同心に、円形の第２シリンダ内周面１２３Ｔが形成されている。第２シリンダ内周面１２３Ｔ内には、第２シリンダ１２１Ｔの内径よりも小さい外径の第２環状ピストン１２５Ｔが配置され、第２シリンダ内周面１２

３Ｔと第２環状ピストン１２５Ｔとの間に、冷媒を吸入し圧縮して吐出する第２シリンダ室１３０Ｔが形成される。

[0015] 第１シリンダ１２１Ｓには、第１シリンダ内周面１２３Ｓから径方向に、シリンダ高さ全域に亘る第１ベーン溝１２８Ｓが形成され、第１ベーン溝１２８Ｓ内に、平板状の第１ベーン１２７Ｓが、摺動自在に嵌合されている。第２シリンダ１２１Ｔには、第２シリンダ内周面１２３Ｔから径方向に、シリンダ高さ全域に亘る第２ベーン溝１２８Ｔが形成され、第２ベーン溝１２８Ｔ内に、平板状の第２ベーン１２７Ｔが、摺動自在に嵌合されている。

[0016] 図２に示すように、第１ベーン溝１２８Ｓの径方向外側には、第１側方張出部１２２Ｓの外周部から第１ベーン溝１２８Ｓに連通するように第１スプリング穴１２４Ｓが形成されている。第１スプリング穴１２４Ｓには、第１ベーン１２７Ｓの背面を押圧する図示しない第１ベーンスプリングが挿入されている。第２ベーン溝１２８Ｔの径方向外側には、第２側方張出部１２２Ｔの外周部から第２ベーン溝１２８Ｔに連通するように第２スプリング穴１２４Ｔが形成されている。第２スプリング穴１２４Ｔには、第２ベーン１２７Ｔの背面を押圧する図示しない第２ベーンスプリングが挿入されている。

[0017] ロータリ圧縮機１の起動時は、この第１ベーンスプリングの反発力により、第１ベーン１２７Ｓが、第１ベーン溝１２８Ｓ内から第１シリンダ室１３０Ｓ内に突出し、その先端が、第１環状ピストン１２５Ｓの外周面に当接する。第１ベーン１２７Ｓにより、第１シリンダ室１３０Ｓが、第１吸入室１３１Ｓと、第１圧縮室１３３Ｓとに区画される。また、同様に、第２ベーンスプリングの反発力により、第２ベーン１２７Ｔが、第２ベーン溝１２８Ｔ内から第２シリンダ室１３０Ｔ内に突出し、その先端が、第２環状ピストン１２５Ｔの外周面に当接する。第２ベーン１２７Ｔにより、第２シリンダ室１３０Ｔが、第２吸入室１３１Ｔと、第２圧縮室１３３Ｔとに区画される。

[0018] 第１シリンダ１２１Ｓには、第１ベーン溝１２８Ｓの径方向外側と圧縮機筐体１０内とを開口部Ｒ（図１参照）で連通して圧縮機筐体１０内の圧縮された冷媒を導入し、第１ベーン１２７Ｓに冷媒の圧力により背圧をかける第

１圧力導入路１２９Ｓが形成されている。なお、圧縮機筐体１０内の圧縮された冷媒は、第１スプリング穴１２４Ｓからも導入される。第２シリンダ１２１Ｔには、第２ベーン溝１２８Ｔの径方向外側と圧縮機筐体１０内とを開口部Ｒ（図１参照）で連通して圧縮機筐体１０内の圧縮された冷媒を導入し、第２ベーン１２７Ｔに冷媒の圧力により背圧をかける第２圧力導入路１２９Ｔが形成されている。なお、圧縮機筐体１０内の圧縮された冷媒は、第２スプリング穴１２４Ｔからも導入される。

[0019] 第１シリンダ１２１Ｓの第１側方張出部１２２Ｓには、第１吸入室１３１Ｓに外部から冷媒を吸入するために、第１吸入室１３１Ｓと外部とを連通させる第１吸入孔１３５Ｓが設けられている。第２シリンダ１２１Ｔの第２側方張出部１２２Ｔには、第２吸入室１３１Ｔに外部から冷媒を吸入するために、第２吸入室１３１Ｔと外部とを連通させる第２吸入孔１３５Ｔが設けられている。第１吸入孔１３５Ｓ及び第１吸入孔１３５Ｓの断面は円形である。

[0020] また、図１に示すように、第１シリンダ１２１Ｓと第２シリンダ１２１Ｔの間には、中間仕切板１４０が配置され、第１シリンダ１２１Ｓの第１シリンダ室１３０Ｓ（図２参照）と第２シリンダ１２１Ｔの第２シリンダ室１３０Ｔ（図２参照）とを仕切っている。中間仕切板１４０は、第１シリンダ１２１Ｓの上端部と第２シリンダ１２１Ｔの下端部を閉塞している。

[0021] 第１シリンダ１２１Ｓの下端部には、下端板１６０Ｓが配置され、第１シリンダ１２１Ｓの第１シリンダ室１３０Ｓを閉塞している。また、第２シリンダ１２１Ｔの上端部には、上端板１６０Ｔが配置され、第２シリンダ１２１Ｔの第２シリンダ室１３０Ｔを閉塞している。下端板１６０Ｓは、第１シリンダ１２１Ｓの下端部を閉塞し、上端板１６０Ｔは、第２シリンダ１２１Ｔの上端部を閉塞している。

[0022] 下端板１６０Ｓには、副軸受部１６１Ｓが形成され、副軸受部１６１Ｓに、回転軸１５の副軸部１５１が回転自在に支持されている。上端板１６０Ｔには、主軸受部１６１Ｔが形成され、主軸受部１６１Ｔに、回転軸１５の主

軸部１５３が回転自在に支持されている。

[0023] 回転軸１５は、互いに１８０°位相をずらして偏心させた第１偏心部１５２Ｓと第２偏心部１５２Ｔとを備えている。第１偏心部１５２Ｓは、第１の圧縮部１２Ｓの第１環状ピストン１２５Ｓに回転自在に嵌合している。第２偏心部１５２Ｔは、第２の圧縮部１２Ｔの第２環状ピストン１２５Ｔに回転自在に嵌合している。

[0024] 回転軸１５が回転すると、第１環状ピストン１２５Ｓが、第１シリンダ内周面１２３Ｓに沿って第１シリンダ１２１Ｓ内を図２の時計回りに公転し、これに追随して第１ベーン１２７Ｓが往復運動する。この第１環状ピストン１２５Ｓ及び第１ベーン１２７Ｓの運動により、第１吸入室１３１Ｓ及び第１圧縮室１３３Ｓの容積が連続的に変化し、圧縮部１２は、連続的に冷媒を吸入し圧縮して吐出する。また、回転軸１５が回転すると、第２環状ピストン１２５Ｔが、第２シリンダ内周面１２３Ｔに沿って第２シリンダ１２１Ｔ内を図２の時計回りに公転し、これに追随して第２ベーン１２７Ｔが往復運動する。この第２環状ピストン１２５Ｔ及び第２ベーン１２７Ｔの運動により、第２吸入室１３１Ｔ及び第２圧縮室１３３Ｔの容積が連続的に変化し、圧縮部１２は、連続的に冷媒を吸入し圧縮して吐出する。

[0025] 図１に示すように、下端板１６０Ｓの下側には、下端板カバー１７０Ｓが配置され、下端板１６０Ｓとの間に下マフラー室１８０Ｓを形成している。そして、第１の圧縮部１２Ｓは、下マフラー室１８０Ｓに開口している。すなわち、下端板１６０Ｓの第１ベーン１２７Ｓ近傍には、第１シリンダ１２１Ｓの第１圧縮室１３３Ｓと下マフラー室１８０Ｓとを連通する第１吐出孔１９０Ｓ（図２参照）が設けられている。第１吐出孔１９０Ｓには、圧縮された冷媒の逆流を防止するリード弁型の第１吐出弁２００Ｓが配置されている。

[0026] 下マフラー室１８０Ｓは、環状に形成された１つの室であり、第１の圧縮部１２Ｓの吐出側を、冷媒通路１３６（図２参照）を通して上マフラー室１８０Ｔ内に連通させる連通路の一部である。冷媒通路１３６は、下端板１６

０Ｓ、第１シリンダ１２１Ｓ、中間仕切板１４０、第２シリンダ１２１Ｔ及び上端板１６０Ｔを貫通している。下マフラー室１８０Ｓは、吐出冷媒の圧力脈動を低減させる。また、第１吐出弁２００Ｓに重ねて、第１吐出弁２００Ｓの撓み開弁量を制限するための第１吐出弁押え２０１Ｓが、第１吐出弁２００Ｓとともにリベットにより固定されている。第１吐出孔１９０Ｓ、第１吐出弁２００Ｓ及び第１吐出弁押え２０１Ｓは、下端板１６０Ｓの第１吐出弁部を構成している。

[0027] 図１に示すように、上端板１６０Ｔの上側には、上端板カバー１７０Ｔが配置され、上端板１６０Ｔとの間に上マフラー室１８０Ｔを形成している。上端板１６０Ｔの第２ベーン１２７Ｔ近傍には、第２シリンダ１２１Ｔの第２圧縮室１３３Ｔと上マフラー室１８０Ｔとを連通する第２吐出孔１９０Ｔ（図２参照）が設けられている。第２吐出孔１９０Ｔには、圧縮された冷媒の逆流を防止するリード弁型の第２吐出弁２００Ｔが配置されている。また、第２吐出弁２００Ｔに重ねて、第２吐出弁２００Ｔの撓み開弁量を制限するための第２吐出弁押え２０１Ｔが、第２吐出弁２００Ｔとともにリベットにより固定されている。上マフラー室１８０Ｔは、吐出冷媒の圧力脈動を低減させる。第２吐出孔１９０Ｔ、第２吐出弁２００Ｔ及び第２吐出弁押え２０１Ｔは、上端板１６０Ｔの第２吐出弁部を構成している。

[0028] 下端板カバー１７０Ｓ、下端板１６０Ｓ、第１シリンダ１２１Ｓ及び中間仕切板１４０は、下側から挿通されて第２シリンダ１２１Ｔに設けられたメネジにネジ込まれた複数の通しボルト１７５により第２シリンダ１２１Ｔに締結される。上端板カバー１７０Ｔ及び上端板１６０Ｔは、上側から挿通されて第２シリンダ１２１Ｔに設けられた前記メネジにネジ込まれた通しボルト（図示せず）により第２シリンダ１２１Ｔに締結される。複数の通しボルト１７５等により一体に締結された下端板カバー１７０Ｓ、下端板１６０Ｓ、第１シリンダ１２１Ｓ、中間仕切板１４０、第２シリンダ１２１Ｔ、上端板１６０Ｔ及び上端板カバー１７０Ｔは、圧縮部１２を構成している。圧縮部１２のうち、上端板１６０Ｔの外周部が、圧縮機筐体１０にスポット溶接

により固着され、圧縮部１２を圧縮機筐体１０に固定している。

[0029] 円筒状の圧縮機筐体１０の外周壁には、軸方向に離間して下部から順に、第１貫通孔１０１及び第２貫通孔１０２が、夫々第１吸入管１０４及び第２吸入管１０５を通すために設けられている。また、圧縮機筐体１０の外側部には、独立した円筒状の密閉容器からなるアキュムレータ２５が、アキュムホルダー２５２及びアキュムバンド２５３により保持されている。

[0030] アキュムレータ２５の天部中心には、冷媒回路の蒸発器に接続するシステム接続管２５５が接続されている。アキュムレータ２５の底部に設けられた底部貫通孔２５７には、第１低圧連絡管３１Ｓ及び第２低圧連絡管３１Ｔが固着されている。第１低圧連絡管３１Ｓ及び第２低圧連絡管３１Ｔは、一端がアキュムレータ２５の内部上方まで延設され、他端が、夫々第１吸入管１０４及び第２吸入管１０５の他端に接続されている。

[0031] 冷媒回路の低圧冷媒をアキュムレータ２５を介して第１の圧縮部１２Ｓに導く第１低圧連絡管３１Ｓは、吸入部としての第１吸入管１０４を介して第１シリンダ１２１Ｓの第１吸入孔１３５Ｓ（図２参照）に接続されている。また、冷媒回路の低圧冷媒をアキュムレータ２５を介して第２の圧縮部１２Ｔに導く第２低圧連絡管３１Ｔは、吸入部としての第２吸入管１０５を介して第２シリンダ１２１Ｔの第２吸入孔１３５Ｔ（図２参照）に接続されている。すなわち、第１吸入孔１３５Ｓ及び第２吸入孔１３５Ｔは、冷媒回路の蒸発器に並列に接続されている。

[0032] 圧縮機筐体１０の天部には、冷媒回路と接続し高圧冷媒を冷媒回路の凝縮器側に吐出する吐出部としての吐出管１０７が接続されている。すなわち、第１吐出孔１９０Ｓ及び第２吐出孔１９０Ｔは、冷媒回路の凝縮器に接続されている。

[0033] 圧縮機筐体１０内には、およそ第２シリンダ１２１Ｔの高さまで潤滑油が封入されている。また、潤滑油は、回転軸１５の下部に挿入される図示しないポンプ羽根により、回転軸１５の下端部に取付けられた給油パイプ１６から吸上げられ、圧縮部１２を循環する。潤滑油は、圧縮部１２を循環するこ

とにより、摺動部品（第１環状ピストン１２５Ｓ及び第２環状ピストン１２５Ｔ）の潤滑を行なうとともに、圧縮部１２の微小隙間のシールをする。

[0034] 図３は、実施例のロータリ圧縮機の第１環状ピストン１２５Ｓ及び第２環状ピストン１２５Ｔと第１ベーン１２７Ｓ及び第２ベーン１２７Ｔとの摺動部を示す部分断面図である。第１ベーン１２７Ｓは、母材１２７ＳＢと窒化処理膜１２７ＳＮとダイヤモンド状炭素皮膜１２７ＳＤとを備えている。母材１２７ＳＢは、高炭素クロム軸受鋼ＳＵＪ２から形成され、第１ベーン１２７Ｓの形状を形成している。母材１２７ＳＢは、高炭素クロム軸受鋼ＳＵＪ２から形成されていることにより、表面硬度がＨＲＣ５５以上である。なお、母材１２７ＳＢは、高炭素クロム軸受鋼ＳＵＪ２と異なる他の材料から形成されてもよい。その材料は、クロムＣｒを含有する金属材料であり、高速度工具鋼ＳＨＫ５１、ＳＵＳ４４０Ｃが例示される。

[0035] 窒化処理膜１２７ＳＮは、母材１２７ＳＢを被覆している。窒化処理膜１２７ＳＮは、母材１２７ＳＢが窒化処理されることにより生成される材料から形成され、クロムＣｒの窒化物を含有し、クロムＣｒの窒化物が分散して析出している。窒化処理膜１２７ＳＮは、このため、母材１２７ＳＢに比較して、硬く、耐摩耗性に優れている。

[0036] ダイヤモンド状炭素皮膜１２７ＳＤは、ダイヤモンド状炭素皮膜１２７ＳＤと母材１２７ＳＢとの間に窒化処理膜１２７ＳＮが形成されるように、第１ベーン１２７Ｓのうちの先端１２７ＳＳを被覆している。先端１２７ＳＳは、第１ベーン１２７Ｓの表面のうちの第１環状ピストン１２５Ｓと摺動する領域である。ダイヤモンド状炭素皮膜１２７ＳＤは、ダイヤモンド状炭素皮膜１２７ＳＤ３と中間皮膜１２７ＳＤ２と金属皮膜１２７ＳＤ１とが積層されることにより形成されている。ダイヤモンド状炭素皮膜１２７ＳＤは、母材１２７ＳＢの側から金属皮膜１２７ＳＤ１、中間皮膜１２７ＳＤ２、ダイヤモンド状炭素皮膜１２７ＳＤ３の順で積層されている。

[0037] すなわち、ダイヤモンド状炭素皮膜１２７ＳＤ３は、ダイヤモンド状炭素皮膜１２７ＳＤのうちの母材１２７ＳＢの側の反対側に配置され、外側に露

出している。ダイヤモンド状炭素皮膜１２７ＳＤ３は、ダイヤモンド状炭素（アモルファス炭素）から形成されている。金属皮膜１２７ＳＤ１は、ダイヤモンド状炭素皮膜１２７ＳＤのうちの母材１２７ＳＢの側に配置され、窒化処理膜１２７ＳＮに直接に密着されている。金属皮膜１２７ＳＤ１は、クロムＣｒから形成されている。中間皮膜１２７ＳＤ２は、ダイヤモンド状炭素皮膜１２７ＳＤ３と金属皮膜１２７ＳＤ１との間に配置されている。中間皮膜１２７ＳＤ２は、クロムＣｒの濃度と炭素Ｃの濃度とが中間皮膜１２７ＳＤ２の厚さの方向において濃度傾斜を有している。すなわち、中間皮膜１２７ＳＤ２のうちの金属皮膜１２７ＳＤ１に近い部分は、クロムＣｒの濃度が炭素Ｃの濃度より高い。中間皮膜１２７ＳＤ２のうちのダイヤモンド状炭素皮膜１２７ＳＤ３に近い部分は、炭素Ｃの濃度がクロムＣｒの濃度より高い。

[0038] 第２ベーン１２７Ｔは、第１ベーン１２７Ｓと同様にして、形成されている。すなわち、第２ベーン１２７Ｔは、母材１２７ＴＢと窒化処理膜１２７ＴＮとダイヤモンド状炭素皮膜１２７ＴＤとを備えている。第２ベーン１２７Ｔは、母材１２７ＴＢの全体が窒化処理膜１２７ＳＮに被覆され、先端１２７ＳＳがダイヤモンド状炭素皮膜１２７ＴＤにさらに被覆されている。ダイヤモンド状炭素皮膜１２７ＴＤは、ダイヤモンド状炭素皮膜１２７ＴＤ３と中間皮膜１２７ＴＤ２と金属皮膜１２７ＴＤ１とが積層されることにより形成されている。

[0039] 第１環状ピストン１２５Ｓは、回転軸１５が回転することにより、第１シリンダ１２１Ｓの第１シリンダ内周面１２３Ｓに沿って公転運動する。第１環状ピストン１２５Ｓは、公転運動することにより、外周面４１が第１シリンダ１２１Ｓの第１シリンダ内周面１２３Ｓと摺動し、上端面４２が中間仕切板１４０と摺動し、下端面４３が下端板１６０Ｓと摺動することがある。第１環状ピストン１２５Ｓは、公転運動することにより、さらに、外周面４１が第１ベーン１２７Ｓの先端１２７ＳＳと摺動する。

[0040] 以下に、回転軸１５の回転による冷媒の流れを説明する。第２シリンダ室

１３０Ｔ内において、回転軸１５の回転によって、回転軸１５の第２偏心部１５２Ｔに嵌合された第２環状ピストン１２５Ｔが、第２シリンダ１２１Ｔの第２シリンダ内周面１２３Ｔに沿って公転する。このことにより、第２吸入室１３１Ｔが容積を拡大しながら第２吸入管１０５から冷媒を吸入し、第２圧縮室１３３Ｔが容積を縮小しながら冷媒を圧縮する。圧縮した冷媒の圧力が第２吐出弁２００Ｔの外側の上マフラー室１８０Ｔの圧力より高くなると、第２吐出弁２００Ｔが開いて第２圧縮室１３３Ｔから上マフラー室１８０Ｔへ冷媒が吐出される。上マフラー室１８０Ｔに吐出された冷媒は、上端板カバー１７０Ｔに設けられた上端板カバー吐出孔１７２Ｔ（図１参照）から圧縮機筐体１０内に吐出される。

[0041] また、第１シリンダ室１３０Ｓ内において、回転軸１５の回転によって、回転軸１５の第１偏心部１５２Ｓに嵌合された第１環状ピストン１２５Ｓが、第１シリンダ１２１Ｓの第１シリンダ内周面１２３Ｓに沿って公転する。このことにより、第１吸入室１３１Ｓが容積を拡大しながら第１吸入管１０４から冷媒を吸入し、第１圧縮室１３３Ｓが容積を縮小しながら冷媒を圧縮する。圧縮した冷媒の圧力が第１吐出弁２００Ｓの外側の下マフラー室１８０Ｓの圧力より高くなると、第１吐出弁２００Ｓが開いて第１圧縮室１３３Ｓから下マフラー室１８０Ｓへ冷媒が吐出される。下マフラー室１８０Ｓに吐出された冷媒は、冷媒通路１３６及び上マフラー室１８０Ｔを通って上端板カバー１７０Ｔに設けられた上端板カバー吐出孔１７２Ｔ（図１参照）から圧縮機筐体１０内部に吐出される。

[0042] 圧縮機筐体１０内に吐出された冷媒は、モータ１１により形成される通路を通って、モータ１１の上方に導かれ、圧縮機筐体１０上部の吐出管１０７から吐出される。モータ１１により形成される通路としては、ステータ１１１外周に設けられた上下を連通する切欠き（図示せず）、又はステータ１１１の巻線部の隙間（図示せず）、又はステータ１１１とロータ１１２との隙間１１５（図１参照）が含まれる。

[0043] 潤滑油は、回転軸１５に形成される給油孔を通って、複数の摺動面に供給

され、それぞれの摺動面を潤滑する。複数の摺動面としては、副軸受部１６１Ｓと副軸部１５１との摺動面、主軸受部１６１Ｔと主軸部１５３との摺動面、第１偏心部１５２Ｓと第１環状ピストン１２５Ｓとの摺動面、第２偏心部１５２Ｔと第２環状ピストン１２５Ｔとの摺動面が含まれる。

[0044] ［ベーンの製造工程］

第１ベーン１２７Ｓを作製する製造工程では、まず、第１中間作製物が作製される。第１中間作製物は、母材１２７ＳＢを形成する材料から形成され、第１ベーン１２７Ｓと同じ形状に形成されている。第１中間作製物は、窒化処理されることにより、第２中間作製物に形成される。第２中間作製物は、母材１２７ＳＢと窒化処理膜１２７ＳＮとから形成され、母材１２７ＳＢが窒化処理膜１２７ＳＮにより被覆されている。第２中間作製物は、ＤＬＣ（Ｄｉａｍｏｎｄ－Ｌｉｋｅ　Ｃａｒｂｏｎ）製膜が施されることにより、第２中間作製物のうちの先端１２７ＳＳに対応する部分にダイヤモンド状炭素皮膜１２７ＳＤが製膜される。このＤＬＣ製膜は、公知であり、たとえば、「摺動部品向けＤＬＣ膜の機械特性および摺動特性評価」ＫＯＢＥ　ＳＴＥＥＬ　ＥＮＧＩＮＥＥＲＩＮＧ　ＲＥＰＯＲＴＳ／Ｖｏｌ．６６Ｎｏ．２（Ｍａｒ．２０１７）に開示されている。このＤＬＣ製膜は、さらに、「２．スパッタリング法によるＤＬＣ薄膜の作製」Ｊ．Ｐｌａｓｍａ　Ｆｕｓｉｏｎ　Ｒｅｓ．Ｖｏｌ．９２，Ｎｏ．６（２０１６）ＰＰ．４５４－４５９に開示されている。このＤＬＣ製膜では、第２中間作製物のうちの母材１２７ＳＢに対応する部分に５０Ｖ以上のバイアス電圧が印加される状態で、ダイヤモンド状炭素皮膜１２７ＳＤが成膜される。第２中間作製物は、ダイヤモンド状炭素皮膜１２７ＳＤが製膜されることにより、第１ベーン１２７Ｓに形成される。第２ベーン１２７Ｔに関しても、第１ベーン１２７Ｓと同様に、作製される。

[0045] 図４は、複数のサンプルにマイクロスラリージェットエロージョン試験を施すことにより測定されたエロージョン深さとエロージョン率とを示すグラフである。マイクロスラリージェットエロージョン試験は、材料表面の精密

な機械的特性を計測する技術として公知であり、たとえば、「進化する表面改質の度合を精密に評価するMSE試験」潤滑経済2017年12月号（No.632）PP.36-42に記載されている。このマイクロスラリージェットエロージョン試験では、球形アルミナ３μｍ粒子が用いられている。あるエロージョン深さに対応するエロージョン率は、サンプルを構成する材料の表面からそのエロージョン深さだけ離れた部位の耐摩耗性の程度を示している。エロージョン率は、エロージョン率の値が小さいほど耐摩耗性が大きいことを示している。そのマイクロスラリージェットエロージョン試験では、その測定されたエロージョン深さとエロージョン率との関係に基づいて有効膜厚が測定される。有効膜厚は、有効膜厚の値が大きいほど耐衝撃性が大きいことを示している。

[0046] 複数のサンプルは、サンプルＮｏ．１とサンプルＮｏ．２とサンプルＮｏ．３とを含んでいる。サンプルＮｏ．１は、比較例１のロータリ圧縮機の下ベーンの先端である。比較例１のロータリ圧縮機の下ベーンは、第１ベーン１２７Ｓの製造工程と異なる他の製造工程により作製されている。その製造工程は、第１ベーン１２７Ｓの製造工程から窒化処理の工程が省略され、かつ、ＤＬＣ製膜で第２中間作製物に印加されるバイアス電圧が０Ｖであり、他の部分は第１ベーン１２７Ｓの製造工程と同じである。サンプルＮｏ．２は、比較例２のロータリ圧縮機の下ベーンの先端である。比較例２のロータリ圧縮機の下ベーンは、第１ベーン１２７Ｓの製造工程と異なるさらに他の製造工程により作製されている。その製造工程は、ＤＬＣ製膜で第２中間作製物に印加されるバイアス電圧が０Ｖであり、他の部分は第１ベーン１２７Ｓの製造工程と同じである。サンプルＮｏ．３は、実施例のロータリ圧縮機の第１ベーン１２７Ｓの先端１２７ＳＳである。

[0047] 図４のグラフの曲線３０１は、サンプルＮｏ．１におけるエロージョン深さとエロージョン率との関係を示している。曲線３０１は、サンプルＮｏ．１の有効膜厚が約０．５０μｍであることを示し、サンプルＮｏ．１の有効膜厚の範囲が、エロージョン深さが０μｍから約０．５０μｍまでの範囲であることを示している。曲線３０１は、さらに、サンプルＮｏ．１の有効膜

厚の範囲内のエロージョン率が約０．０１４μｍ／ｇであることを示している。曲線３０２は、サンプルＮｏ．２におけるエロージョン深さとエロージョン率との関係を示している。曲線３０２は、サンプルＮｏ．２の有効膜厚が約０．１３μｍであることを示し、サンプルＮｏ．１の有効膜厚の範囲が、エロージョン深さが０μｍから約０．１３μｍまでの範囲であることを示している。曲線３０２は、さらに、サンプルＮｏ．２の有効膜厚の範囲内のエロージョン率が約０．０３５μｍ／ｇであることを示している。曲線３０３は、サンプルＮｏ．３におけるエロージョン深さとエロージョン率との関係を示している。曲線３０３は、サンプルＮｏ．３の有効膜厚が約１．１７μｍであることを示し、サンプルＮｏ．３の有効膜厚の範囲が、エロージョン深さが０μｍから１．０８μｍまでの範囲であることを示している。曲線３０３は、さらに、サンプルＮｏ．３の有効膜厚の範囲内のエロージョン率が約０．０１０μｍ／ｇであることを示している。

[0048] 表１には、複数のサンプルに対応する複数のベーン仕様と複数の有効膜厚と複数のエロージョン率が示されている。

[表1]

（表1）

	ベーン仕様	有効膜厚（μm）	エロージョン率（μm/g）
No.1	窒化無し+皮膜層	約0.50（基準）	約0.014（基準）
No.2	窒化有り+皮膜層	約0.13（劣位）	約0.035（劣位）
No.3	窒化有り+皮膜層（硬度UP）	約1.17（優位）	約0.010（優位）

[0049] 複数のエロージョン率は、サンプルＮｏ．２に形成される被覆膜のエロージョン率がサンプルＮｏ．１に形成される被覆膜のエロージョン率より大きいことを示している。すなわち、複数のエロージョン率は、サンプルＮｏ．２に形成される被覆膜の耐摩耗性がサンプルＮｏ．１に形成される被覆膜の耐摩耗性より劣っていることを示している。複数のエロージョン率は、さら

に、窒化処理膜を介して母材を被覆する被覆膜の耐摩耗性が、母材を直接被覆する被覆膜の耐摩耗性より劣っていることを示している。

[0050] 複数のエロージョン率は、サンプルＮｏ．３に形成される被覆膜のエロージョン率が、サンプルＮｏ．２に形成される被覆膜のエロージョン率より小さいことを示している。すなわち、複数のエロージョン率は、サンプルＮｏ．３に形成される被覆膜の耐摩耗性が、サンプルＮｏ．２に形成される被覆膜の耐摩耗性より優れていることを示している。複数のエロージョン率は、さらに、被覆膜製膜時のバイアス電圧が５０Ｖ以上である被覆膜が被覆膜製膜時のバイアス電圧が０Ｖである被覆膜より優れていることを示している。

[0051] 複数のエロージョン率は、サンプルＮｏ．３に形成される被覆膜のエロージョン率が、サンプルＮｏ．１に形成される被覆膜のエロージョン率に概ね等しいことを示している。すなわち、複数のエロージョン率は、サンプルＮｏ．３に形成される被覆膜の耐摩耗性が、サンプルＮｏ．１に形成される被覆膜の耐摩耗性と概ね同等であることを示している。複数のエロージョン率は、さらに、被覆膜製膜時のバイアス電圧が５０Ｖ以上であるときに、窒化処理膜を介して母材を被覆する被覆膜の耐摩耗性の劣化を防止することを示している。

[0052] 複数の有効膜厚は、サンプルＮｏ．１の有効膜厚がサンプルＮｏ．２の有効膜厚より大きいことを示している。すなわち、複数の有効膜厚は、サンプルＮｏ．１の耐衝撃性がサンプルＮｏ．２の耐衝撃性より優れていることを示している。複数の有効膜厚は、さらに、窒化処理膜を介して母材を被覆する被覆膜の耐衝撃性が、母材を直接被覆する被覆膜の耐衝撃性より劣っていることを示している。

[0053] 複数の有効膜厚は、サンプルＮｏ．３に形成される被覆膜の有効膜厚が、サンプルＮｏ．２に形成される被覆膜の有効膜厚より大きいことを示している。すなわち、複数の有効膜厚は、サンプルＮｏ．３に形成される被覆膜の耐衝撃性が、サンプルＮｏ．２に形成される被覆膜の耐衝撃性より優れていることを示している。複数の有効膜厚は、さらに、被覆膜製膜時のバイアス

電圧が５０Ｖ以上である被覆膜の耐衝撃性が被覆膜製膜時のバイアス電圧が０Ｖである被覆膜の耐衝撃性より優れていることを示している。

[0054] 複数の有効膜厚は、サンプルＮｏ．３に形成される被覆膜の有効膜厚が、サンプルＮｏ．１に形成される被覆膜の有効膜厚より大きいことを示している。すなわち、複数の有効膜厚は、サンプルＮｏ．３に形成される被覆膜の耐衝撃性が、サンプルＮｏ．１に形成される被覆膜の耐衝撃性より優れていることを示している。複数の有効膜厚は、さらに、被覆膜製膜時のバイアス電圧が５０Ｖ以上であるときに、窒化処理膜を介して母材を被覆する被覆膜の耐衝撃性を向上させることを示している。

[0055] また、第１ベーン１２７Ｓは、先端１２７ＳＳ以外の部分が窒化処理膜１２７ＳＮに被覆されていることにより、比較例１のロータリ圧縮機の下ベーンに比較して、先端１２７ＳＳ以外の部分の耐摩耗性が優れている。このため、実施例のロータリ圧縮機は、第１ベーン１２７Ｓのうちの第１シリンダ１２１Ｓと中間仕切板１４０と下端板１６０Ｓとに接触する部分の耐摩耗性に優れている。また、第２ベーン１２７Ｔも、第１ベーン１２７Ｓと同様に、先端１２７ＴＳ以外の部分が窒化処理膜１２７ＴＮに被覆されていることにより、先端１２７ＴＳ以外の部分の耐摩耗性が優れている。このため、実施例のロータリ圧縮機は、第２ベーン１２７Ｔのうちの第２シリンダ１２１Ｔと中間仕切板１４０と上端板１６０Ｔとに接触する部分の耐摩耗性に優れている。

[0056] ［実施例のロータリ圧縮機の効果］

実施例のロータリ圧縮機は、第１シリンダ１２１Ｓと第１環状ピストン１２５Ｓと第１ベーン１２７Ｓとを備えている。第１環状ピストン１２５Ｓは、第１シリンダ１２１Ｓの内周面に沿って公転する。第１ベーン１２７Ｓは、第１シリンダ１２１Ｓに設けられた第１ベーン溝１２８Ｓから突出し、第１シリンダ１２１Ｓと第１環状ピストン１２５Ｓとの間に形成される第１シリンダ室１３０Ｓを第１吸入室１３１Ｓと第１圧縮室１３３Ｓとに区画する。第１ベーン１２７Ｓは、母材１２７ＳＢとダイヤモンド状炭素皮膜１２７

ＳＤと窒化処理膜１２７ＳＮとを備えている。母材１２７ＳＢは、窒化物形成元素を含んでいる。ダイヤモンド状炭素皮膜１２７ＳＤは、ダイヤモンド状炭素から形成され、第１ベーン１２７Ｓのうちの第１環状ピストン１２５Ｓに当接する先端１２７ＳＳを被覆している。窒化処理膜１２７ＳＮは、窒化物形成元素の窒化物を含有し、母材１２７ＳＢとダイヤモンド状炭素皮膜１２７ＳＤとの間に形成されている。ダイヤモンド状炭素皮膜１２７ＳＤに球形アルミナ３μｍ粒子を用いてマイクロスラリージェットエロージョン試験を施すことにより測定される有効膜厚は、０．２０μｍ以上である。このようなロータリ圧縮機１の第１ベーン１２７Ｓは、先端１２７ＳＳ以外の部分に窒化処理膜１２７ＳＮが被覆されている場合でも、先端１２７ＳＳの耐衝撃性が優れている。

[0057] 実施例のロータリ圧縮機の第１ベーン１２７Ｓのダイヤモンド状炭素皮膜１２７ＳＤは、有効膜厚が０．２０μｍ以上になるように形成されているが、有効膜厚が０．５０μｍ以上になるように形成されてもよい。このとき、ダイヤモンド状炭素皮膜１２７ＳＤは、さらに耐衝撃性が優れている。実施例のロータリ圧縮機の第１ベーン１２７Ｓのダイヤモンド状炭素皮膜１２７ＳＤは、さらに、有効膜厚が１．００μｍ以上になるように形成されてもよい。このとき、ダイヤモンド状炭素皮膜１２７ＳＤは、さらに耐衝撃性が優れている。

[0058] 実施例のロータリ圧縮機の第１ベーン１２７Ｓのダイヤモンド状炭素皮膜１２７ＳＤは、さらに、図４に示されているように、有効膜厚が１．０８μｍ以下になるように形成されてもよい。第１ベーン１２７Ｓは、ダイヤモンド状炭素皮膜１２７ＳＤの有効膜厚が１．０８μｍ以下であっても、所定の耐衝撃性を有している。

[0059] 実施例のロータリ圧縮機は、第２ベーン１２７Ｔのダイヤモンド状炭素皮膜１２７ＴＤも第１ベーン１２７Ｓのダイヤモンド状炭素皮膜１２７ＳＤと同様に形成されているが、一方のみが、有効膜厚が０．２０μｍ以上になるように形成されていてもよい。なお、実施例のロータリ圧縮機１では、複シ

リンダ式ロータリ圧縮機に形成されているが、単シリンダ式ロータリ圧縮機に形成されてもよい。このようなロータリ圧縮機も、ベーンの先端以外の部分に窒化処理膜が被覆されているときでも、ベーンの先端の耐衝撃性の劣化を防止し、ベーンの先端の耐衝撃性を向上させることができる。

[0060] 以上、実施例を説明したが、前述した内容により実施例が限定されるものではない。また、前述した構成要素には、当業者が容易に想定できるもの、実質的に同一のもの、いわゆる均等の範囲のものが含まれる。さらに、前述した構成要素は適宜組み合わせることが可能である。さらに、実施例の要旨を逸脱しない範囲で構成要素の種々の省略、置換及び変更のうち少なくとも１つを行うことができる。

符号の説明

[0061] １　ロータリ圧縮機
１２　圧縮部
１２Ｓ　第１の圧縮部（圧縮部）
１２Ｔ　第２の圧縮部（圧縮部）
１２１Ｓ　第１シリンダ（シリンダ）
１２１Ｔ　第２シリンダ（シリンダ）
１２３Ｓ　第１シリンダ内周面（内周面）
１２３Ｔ　第２シリンダ内周面（内周面）
１２５Ｓ　第１環状ピストン（ピストン）
１２５Ｔ　第２環状ピストン（ストン）
１２７Ｓ　第１ベーン（ベーン）
１２７ＳＢ　母材
１２７ＳＤ　ダイヤモンド状炭素皮膜
１２７ＳＤ１　金属皮膜
１２７ＳＤ２　中間皮膜
１２７ＳＤ３　ダイヤモンド状炭素皮膜
１２７ＳＮ　窒化処理膜

１２７ＳＳ　先端

１２７Ｔ　　第２ベーン（ベーン）

１２７ＴＢ　母材

１２７ＴＤ　ダイヤモンド状炭素皮膜

１２７ＴＤ１　金属皮膜

１２７ＴＤ２　中間皮膜

１２７ＴＤ３　ダイヤモンド状炭素皮膜

１２７ＴＮ　窒化処理膜

１２８Ｓ　　第１ベーン溝（ベーン溝）

１２８Ｔ　　第２ベーン溝（ベーン溝）

１３０Ｓ　　第１シリンダ室（シリンダ室）

１３０Ｔ　　第２シリンダ室（シリンダ室）

１３１Ｓ　　第１吸入室（吸入室）

１３１Ｔ　　第２吸入室（吸入室）

１３３Ｓ　　第１圧縮室（圧縮室）

１３３Ｔ　　第２圧縮室（圧縮室）

請求の範囲

[請求項1] シリンダと、

前記シリンダの内周面に沿って公転するピストンと、

前記シリンダに設けられたベーン溝から突出して前記シリンダと前記ピストンとの間に形成されるシリンダ室内を吸入室と圧縮室とに区画するベーンとを備え、

前記ベーンは、

窒化物形成元素を含む母材と、

ダイヤモンド状炭素から形成され、前記ベーンのうちの前記ピストンに当接する先端を被覆するダイヤモンド状炭素皮膜と、

前記窒化物形成元素の窒化物を含有し、前記母材と前記ダイヤモンド状炭素皮膜との間に形成される窒化処理膜とを有し、

前記ダイヤモンド状炭素皮膜に球形アルミナ３μｍ粒子を用いてマイクロスラリージェットエロージョン試験を施すことにより測定される有効膜厚は、０．２０μｍ以上である

ロータリ圧縮機。

[請求項2] 前記有効膜厚は、０．５０μｍ以上である

請求項１に記載のロータリ圧縮機。

[請求項3] 前記有効膜厚は、１．００μｍ以上である

請求項２に記載のロータリ圧縮機。

[請求項4] 前記有効膜厚は、１．０８μｍ以下である

請求項１から請求項３のいずれか一項に記載のロータリ圧縮機。

[請求項5] シリンダと、

前記シリンダの内周面に沿って公転するピストンと、

前記シリンダに設けられたベーン溝から突出して前記シリンダと前記ピストンとの間に形成されるシリンダ室内を吸入室と圧縮室とに区画するベーンとを備え、

前記ベーンは、

窒化物形成元素を含む母材と、

ダイヤモンド状炭素から形成され、前記ベーンのうちの前記ピストンに当接する先端を被覆するダイヤモンド状炭素皮膜と、

前記窒化物形成元素の窒化物を含有し、前記母材と前記ダイヤモンド状炭素皮膜との間に形成される窒化処理膜とを有し、

前記ダイヤモンド状炭素皮膜に球形アルミナ３μｍ粒子を用いてマイクロスラリージェットエロージョン試験を施すことにより測定されるエロージョン率は、０．０１４μｍ／ｇ以下である

ロータリ圧縮機。

[請求項6] シリンダと、

前記シリンダの内周面に沿って公転するピストンと、

前記シリンダに設けられたベーン溝から突出して前記シリンダと前記ピストンとの間に形成されるシリンダ室内を吸入室と圧縮室とに区画するベーンとを備え、

前記ベーンは、

窒化物形成元素を含む母材と、

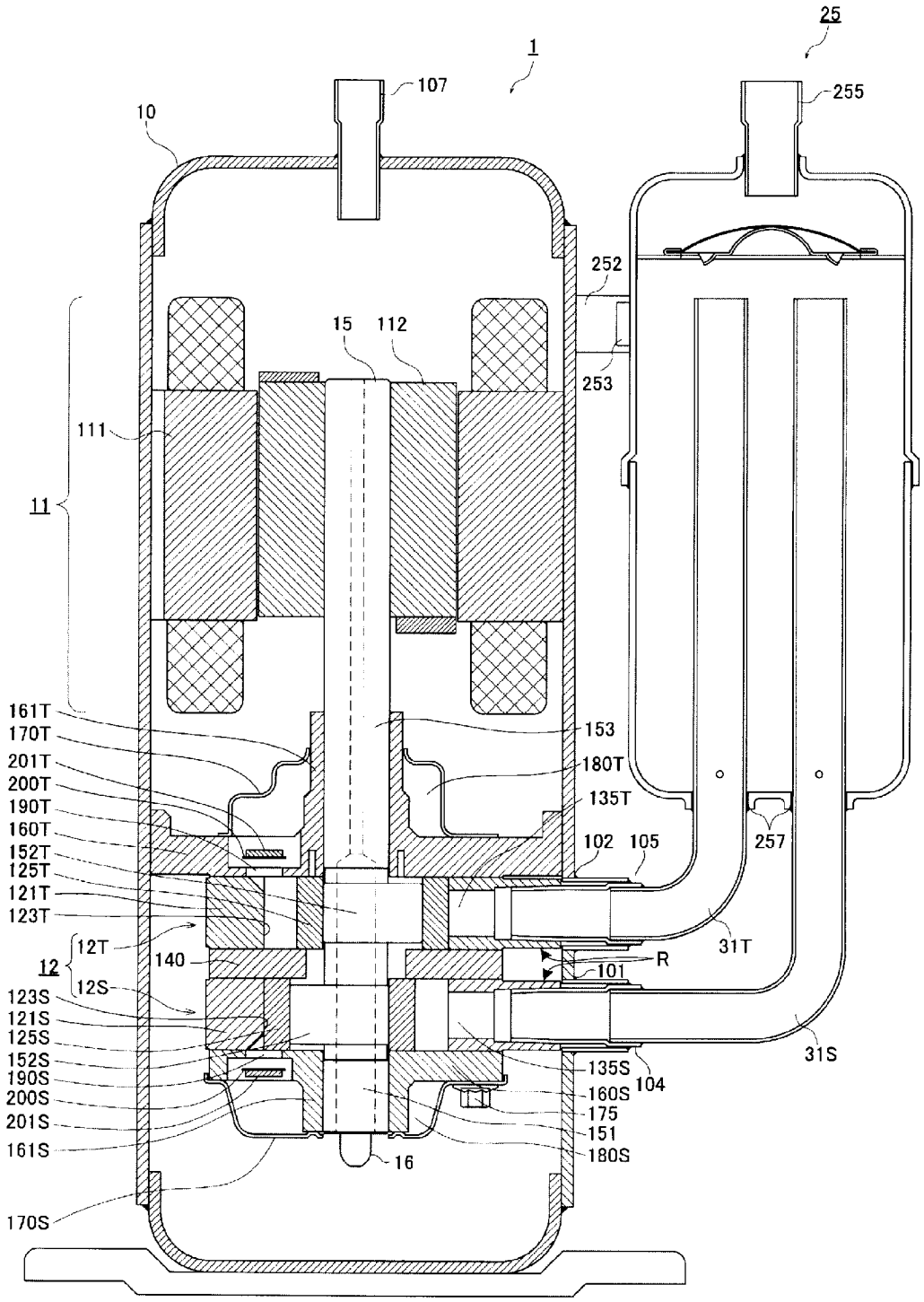
ダイヤモンド状炭素から形成され、前記ベーンのうちの前記ピストンに当接する先端を被覆するダイヤモンド状炭素皮膜と、

前記窒化物形成元素の窒化物を含有し、前記母材と前記ダイヤモンド状炭素皮膜との間に形成される窒化処理膜とを有し、

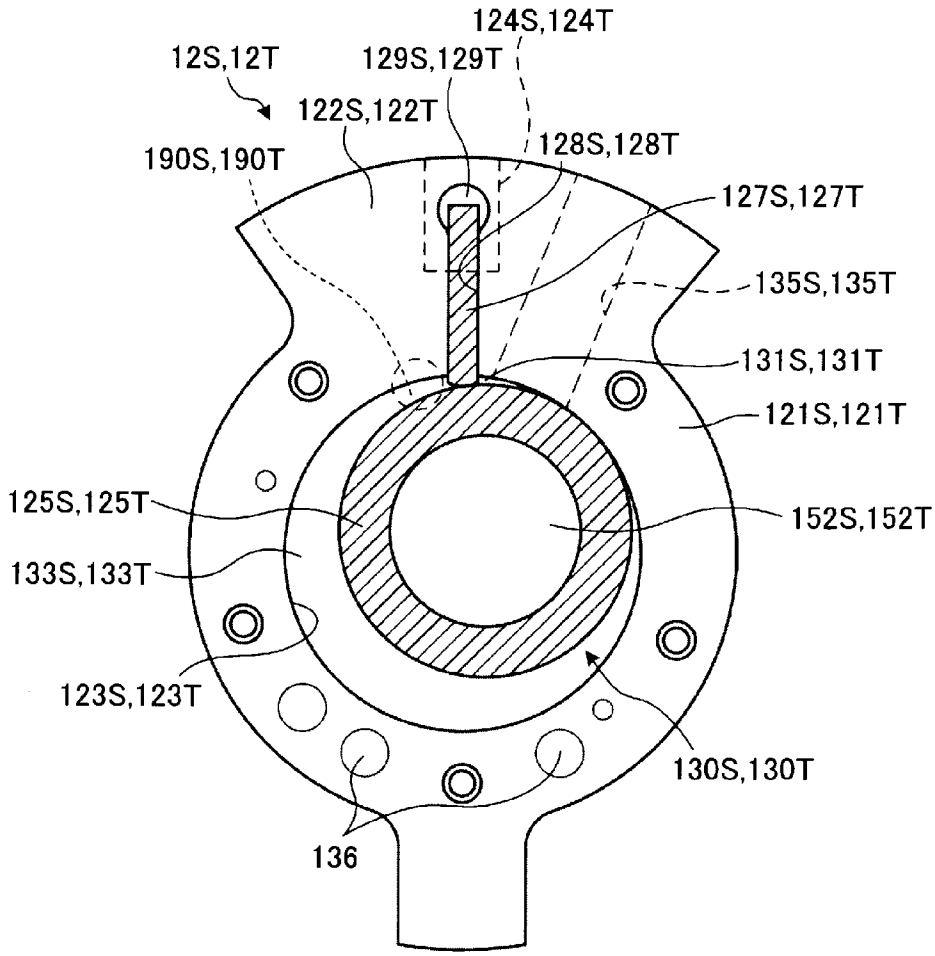
前記ダイヤモンド状炭素皮膜は、５０Ｖ以上のバイアス電圧が前記母材に印加される状態で成膜される

ロータリ圧縮機。

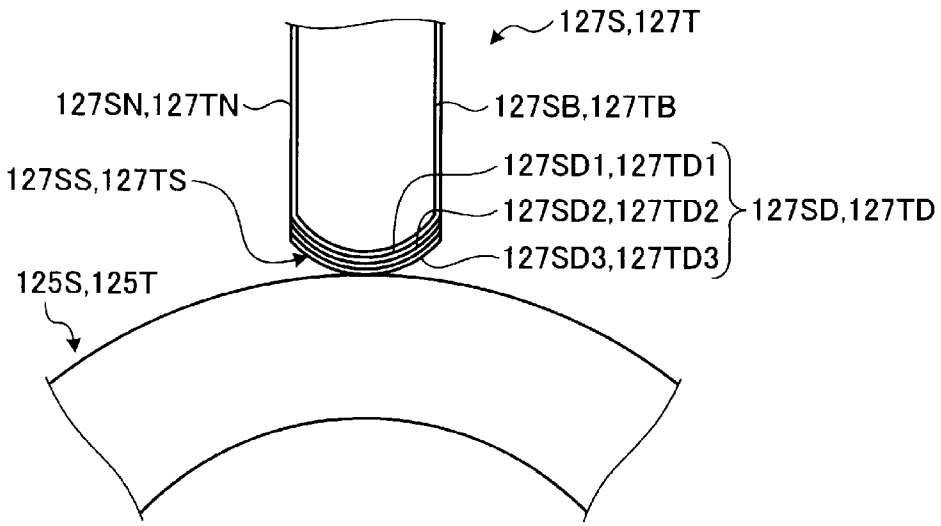
[図1]


25
1
107
255
10
252
15
112
253
111
11
161T
170T
201T
200T
190T
160T
152T
125T
121T
123T
153
180T
135T
102
105
257
12
12T
12S
140
31T
R
101
123S
121S
125S
152S
190S
200S
201S
161S
170S
135S
104
160S
175
151
180S
16
31S

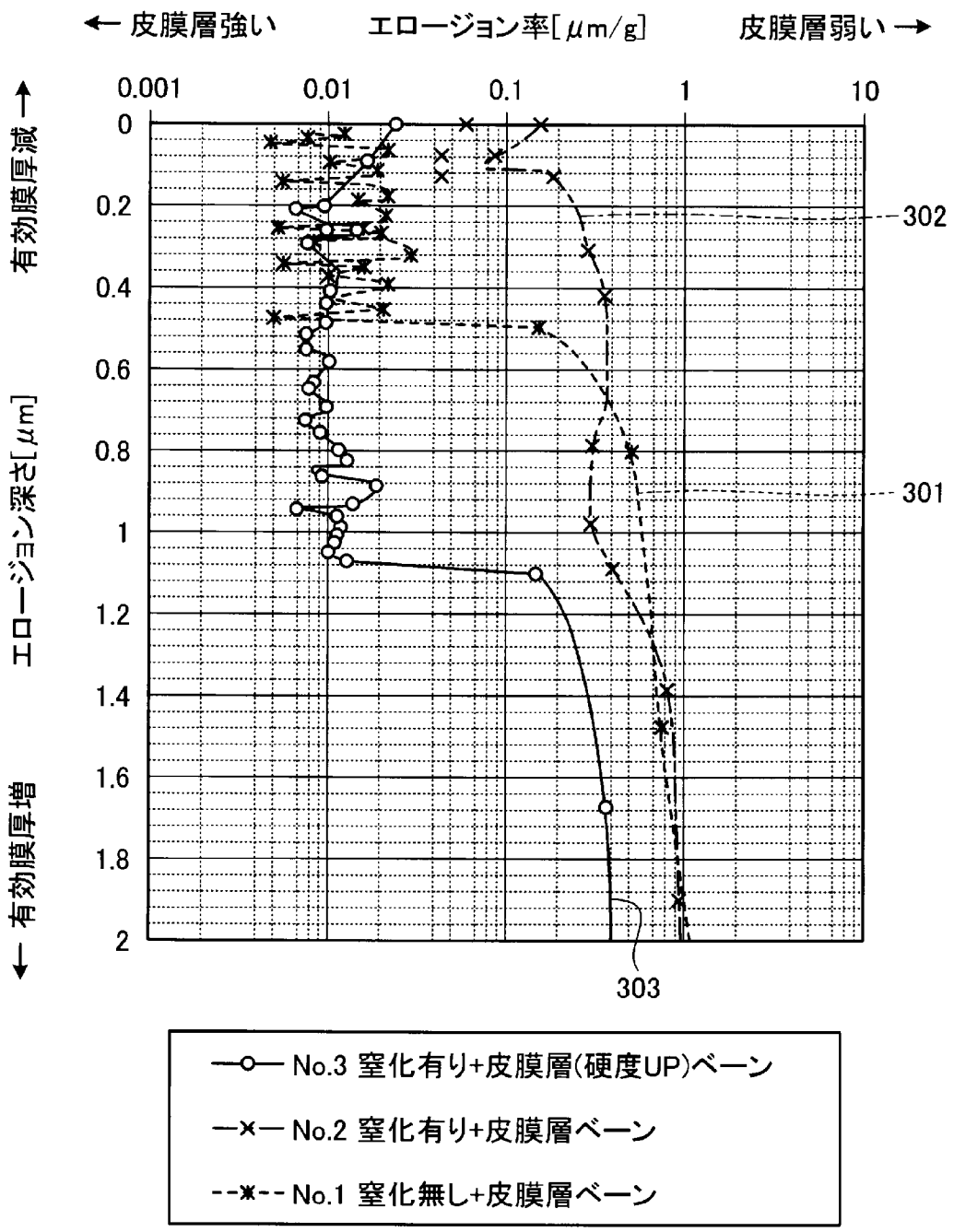
[図2]


124S,124T
12S,12T
129S,129T
122S,122T
128S,128T
190S,190T
127S,127T
135S,135T
131S,131T
121S,121T
125S,125T
152S,152T
133S,133T
123S,123T
130S,130T
136

[図3]


127S,127T
127SN,127TN
127SB,127TB
127SS,127TS
127SD1,127TD1
127SD2,127TD2
127SD3,127TD3
127SD,127TD
125S,125T

[図4]


← 皮膜層強い
エロージョン率[μm/g]
皮膜層弱い →
0.001
0.01
0.1
1
10
0
0.2
0.4
0.6
0.8
1
1.2
1.4
1.6
1.8
2
← 有効膜厚増
エロージョン深さ[μm]
有効膜厚減 →
302
301
303
No.3 窒化有り+皮膜層(硬度UP)ベーン
No.2 窒化有り+皮膜層ベーン
No.1 窒化無し+皮膜層ベーン

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/040994

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. F04C18/356(2006.01)i, F04C29/00(2006.01)i, F16C33/16(2006.01)i, F16C33/24(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl. F04C18/356, F04C29/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2000-80991 A (SANYO ELECTRIC CO., LTD.) 21 March 2000, paragraphs [0019], [0035], [0043], fig. 3 (Family: none)	1-6
Y	JP 2005-155650 A (SANYO ELECTRIC CO., LTD.) 16 June 2005, paragraphs [0018], [0019] (Family: none)	1-6
Y	JP 2013-155749 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 15 August 2013, paragraph [0018] (Family: none)	1-6

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search 26.11.2019	Date of mailing of the international search report 10.12.2019
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/040994

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 8-144975 A (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) 04 June 1996, paragraphs [0038]-[0043] (Family: none)	6
Y	JP 10-82390 A (SANYO ELECTRIC CO., LTD.) 31 March 1998, paragraph [0074] & US 6071103 A, column 10, line 52 to column 11, line 6 & CN 1171497 A & KR 10-0472594 B1	6

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１９／０４０９９４

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　F04C18/356(2006.01)i, F04C29/00(2006.01)i, F16C33/16(2006.01)i, F16C33/24(2006.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　F04C18/356, F04C29/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１９年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１９年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１９年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y	JP 2000-80991 A（三洋電機株式会社）2000.03.21, 段落[0019], 段落[0035], 段落[0043], 図３（ファミリーなし）	1-6
Y	JP 2005-155650 A（三洋電機株式会社）2005.06.16, 段落[0018]－[0019]（ファミリーなし）	1-6
Y	JP 2013-155749 A（三菱電機株式会社）2013.08.15, 段落[0018]（ファミリーなし）	1-6

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。　　☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
２６．１１．２０１９	１０．１２．２０１９

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　３Ｏ　１５７５
角田　貴章
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３５８

C（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
Y	JP 8-144975 A（松下電器産業株式会社）1996.06.04，段落[0038]－[0043]（ファミリーなし）	6
Y	JP 10-82390 A（三洋電機株式会社）1998.03.31，段落[0074] & US 6071103 A，第10欄第52行－第11欄第6行 & CN 1171497 A & KR 10-0472594 B1	6