

(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
2024年10月3日(03.10.2024)



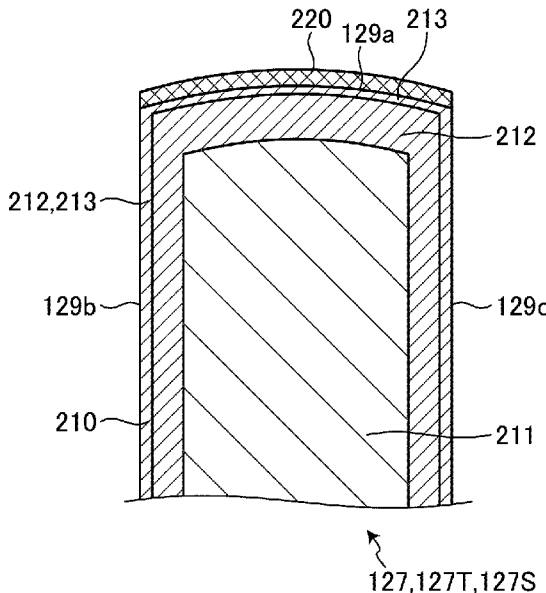
(10) 国際公開番号

WO 2024/202509 A1

- (51) 国際特許分類:
F04C 18/356 (2006.01) C22C 38/18 (2006.01)
C21D 1/06 (2006.01) C23C 8/26 (2006.01)
C21D 9/00 (2006.01) C23C 8/38 (2006.01)
C22C 38/00 (2006.01) F04C 29/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2024/003124
- (22) 国際出願日: 2024年1月31日(31.01.2024)
- (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 2023-056184 2023年3月30日(30.03.2023) 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
- 川県川崎市高津区末長3丁目3番17号 Kanagawa (JP).
- (72) 発明者: 佐々木 崇洋 (SASAKI, Takahiro); 〒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). 泉 泰幸 (IZUMI, Yasuyuki); 〒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). 古川 基信 (FURUKAWA, Motonobu); 〒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: 弁理士法人酒井国際特許事務所 (SAKAI INTERNATIONAL PATENT OFFICE);

(54) Title: VANE, COMPRESSOR, AND METHOD OF MANUFACTURING VANE

(54) 発明の名称: ベーン、圧縮機、およびベーンの製造方法



(57) Abstract: A vane (127) is for partitioning a cylinder chamber, which is surrounded by a cylinder (121T), a piston (125T), and an end plate (160T) of a compressor (1), into a suction chamber (131T) and a compression chamber (133T), and comprises a base material (210) formed from a material having a chromium content of more than 4.5 wt%, and a hard film (220) that covers a tip surface (129a) of the base material (210). In the base material (210), a substrate layer (211) and a nitride diffusion layer (212) are formed, or a dense layer (213) composed mainly of Fe₄N is formed on the nitride diffusion layer (212) in addition to the substrate layer (211) and the

〒1000013 東京都千代田区霞が関3丁目8番1号 虎ノ門ダイビルイースト 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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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))

nitride diffusion layer (212). The hard film (220) is formed on a surface of either the nitride diffusion layer (212) or the dense layer (213) of the base material (210).

(57) 要約: ペーン (127) は、圧縮機 (1) のシリンダ (121T) とピストン (125T) と端板 (160T) とに囲まれるシリンダ室を吸入室 (131T) と圧縮室 (133T) とに区画するものであり、クロムの含有量が4.5wt%を超える材料から形成される母材 (210) と、母材 (210) のうちの先端面 (129a) を被覆する硬質皮膜 (220) を備え、母材 (210) には、基材層 (211) および窒化拡散層 (212) が形成され、もしくは、基材層 (211) および窒化拡散層 (212) に加えて窒化拡散層 (212) の上に Fe_4N を主成分とする緻密層 (213) が形成され、硬質皮膜 (220) は、母材 (210) の窒化拡散層 (212) もしくは緻密層 (213) のいずれかの層の表面に形成される。

明 細 書

発明の名称： ベーン、圧縮機、およびベーンの製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、ベーン、圧縮機、およびベーンの製造方法に関する。

背景技術

[0002] ロータリ圧縮機の圧縮部としては、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、シリンダの両端のそれぞれを塞ぐ一对の端板と、を備えており、シリンダの内周面とピストンの外周面と一对の端板とに囲われるシリンダ室が形成され、このシリンダ室を吸入室と圧縮室とに区画するベーンが、シリンダに形成されたベーン溝に配置されているものがある。この種のベーンの外周面は、ピストンの外周面に対して摺動する先端面と、ベーン溝の内面に対して摺動する側面と、端板に対して摺動する端面と、を有している。したがって、ベーンの摺動面（先端面、側面、端面）には、ピストンや端板に対して繰り返し摺動しても摩耗しにくい耐摩耗性と、摺動による摩擦熱でベーン自身の温度が上昇しても変質しにくい耐焼き付き性が求められる。特にベーンの前端面は、ピストンとの摺動時にピストンの外周面から受ける圧力が大きいため、これに耐えられる高い硬度（耐摩耗性）が求められる。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2013-155749号公報

特許文献2：特開昭60-26195号公報

特許文献3：特開平11-280648号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 特許文献1に記載される回転式圧縮機に搭載されるベーンの製造工程では、まず、高速度鋼を母材として形成されたベーンの外表面に窒化処理を施す

ことで、ベーンを形成する基材の表面全体の組成を窒化拡散層に変化させている。なお、高速度鋼自体はC r含有量が少ない鋼材（例えば、C r含有量が3.8 [wt%] ~ 4.5 [wt%] 程度）であるため、ベーンを形成する母材の表面を窒化処理するだけでは、ベーンの摺動面として必要な耐摩耗性、耐焼き付き性を十分に得られない。そこで、特許文献1に記載されるベーンの製造工程では、窒化拡散層が外表面に露出した母材の表面全体に、さらに高硬度コーティング層としてのDLC（ダイヤモンドライクカーボン）層を形成し、ベーンの摺動面として必要な耐摩耗性、耐焼き付き性を確保している。しかし、特許文献1に記載されるような、ベーンを形成する母材の表面全体に高硬度コーティング層を形成する場合、高硬度コーティング層を形成する粒子をベーンの表面全体に密着させるために、高硬度コーティング層の成膜装置内で、複数のベーン同士の距離を離して配置した状態でコーティング処理を行うことになる。このため、一度にコーティング処理できるベーンの個数が少なくなり、ベーンの製造コストが増大する問題がある。

[0005] 一方、C r含有量が多い鋼材を母材として形成されたベーンが開示される先行技術も知られている（特許文献2）。特許文献2に記載されるロータリコンプレッサでは、C r含有量が多い鋼材を母材として形成されたベーンの表面全体に窒化処理を施すことによって窒化拡散層を形成し、このC r含有量が多い窒化拡散層をベーンの摺動面とすることで、耐摩耗性、耐焼き付き性を確保している。しかし、特許文献2に記載されるようなベーンは、ベーンの摺動面のうち側面及び端面として必要な耐摩耗性、耐焼き付き性は十分に得られるが、ピストンによって大きな力を受け且つピストンとの摺動時に接触する面積が小さいために大きな面圧を受ける、ベーンの先端面として必要な硬度が不足し、先端面の摩耗が進行するおそれがある。また、このようなベーンは、C r含有量が多い鋼材を窒化処理することで、ベーンを形成する母材の表面に形成された窒化拡散層の上に、硬く脆い窒化化合物層、いわゆる白層が厚く形成されてしまう。このため、仮にベーンの硬度をさらに高めるために窒化化合物層の上に高硬度コーティング層を形成しようとしても

、窒化化合物層と共に高硬度コーティング層が剥離するおそれがあり、高硬度コーティング層の密着性が低い問題がある。

[0006] 特許文献3には、窒化処理によって表面に窒化化合物層が形成されたベーンと高硬度コーティング層との密着性を高める技術が記載されている。特許文献3に記載される回転圧縮機では、ベーンを形成する母材の表面を窒化処理した後、高硬度コーティング層を形成する前に、窒化処理された母材の表面に高硬度コーティング層の構成分子のイオンを照射している。これにより、ベーンを形成する母材の表面に、高硬度コーティング層の構成分子とベーンの母材の構成分子とが結合した混合層が形成される。そして、混合層の上に高硬度コーティング層を形成することで、窒化化合物層が形成された母材と高硬度コーティング層との密着性を高められる。しかし、特許文献3のように混合層を形成する特殊な工程を追加すると、ベーンの製造コストが増大する問題がある。

[0007] 開示の技術は、上記に鑑みてなされたものであって、ベーンの先端面を形成する母材から硬質皮膜が剥離することを防止しつつ、ベーンの製造コストを低減するベーン、圧縮機、およびベーンの製造方法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

[0008] 本願の開示するベーンの一態様は、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、前記シリンダの端部を塞ぐ端板と、を備える圧縮機に用いられ、前記シリンダと前記ピストンと前記端板とに囲われるシリンダ室を、吸入室と圧縮室とに区画するベーンであり、前記ベーンは、クロムの含有量が4.5wt%を超える材料から形成される母材と、前記母材のうちの先端面を被覆する硬質皮膜と、を有し、前記母材には、基材層および窒化拡散層、もしくは、前記基材層および前記窒化拡散層に加えて前記窒化拡散層の上に Fe_4N を主成分とするガンマプライム相から成る緻密層が、形成され、前記硬質皮膜は、前記母材の前記窒化拡散層、もしくは、前記母材の前記緻密層の、いずれかの層の表面に形成される。

発明の効果

[0009] 本願の開示するペーンの一態様によれば、ペーンの先端面を形成する母材から硬質皮膜が剥離することを防止しつつ、ペーンの製造コストを低減することができる。

図面の簡単な説明

- [0010] [図1]図1は、実施例1のペーンを備える圧縮機を示す縦断面図である。
[図2]図2は、実施例1の圧縮機の圧縮部を示す分解斜視図である。
[図3]図3は、実施例1のペーンを示す斜視図である。
[図4]図4は、実施例1のペーンの硬質皮膜及び窒化層を示す断面図である。
[図5]図5は、実施例1のペーンの先端部を拡大して示す断面図である。
[図6]図6は、実施例1のペーンの製造方法を説明するための模式図である。
[図7]図7は、窒化处理直後の母材の表面を示す断面図である。
[図8]図8は、実施例1における硬質皮膜の形成工程の一例を説明するための模式図である。
[図9]図9は、実施例2のペーンの先端部を拡大して示す断面図である。
[図10]図10は、実施例2における硬質皮膜の形成工程の一例を説明するための模式図である。

発明を実施するための形態

[0011] 以下に、本願が開示する実施形態にかかるペーン、圧縮機、およびペーンの製造方法について図面を参照して説明する。なお、以下の記載により本開示の技術が限定されるものではない。また、以下の記載においては、同一の構成要素に同一の符号を付与し、重複する説明を省略する。

実施例 1

[0012] (圧縮機の構成)

図1は、実施例1のペーンを備える圧縮機を示す縦断面図である。図1に示すように、圧縮機1は、本体容器10の内部に、冷媒をアキュムレータ25から吸入して圧縮した冷媒を本体容器10の内部に吐出する圧縮部12と

、圧縮部 1 2 を駆動するモータ 1 1 と、が收容され、圧縮部 1 2 で圧縮された高圧冷媒を本体容器 1 0 の内部に吐出し、さらに吐出管 1 0 7 を通して冷凍サイクルに吐出するロータリ圧縮機である。また、圧縮機 1 は、モータ 1 1 の駆動力を圧縮部 1 2 に伝える回転軸 1 5 と、本体容器 1 0 の外周面に固定されたアキュムレータ 2 5 を備える。

[0013] 本体容器 1 0 には、冷凍サイクルの低圧冷媒を圧縮部 1 2 に吸入するための上圧縮部吸入管 1 0 2 T 及び下圧縮部吸入管 1 0 2 S が本体容器 1 0 を貫通して設けられている。詳しくは、本体容器 1 0 に上ガイド管 1 0 1 T が例えらう付けによって固定され、上圧縮部吸入管 1 0 2 T は上ガイド管 1 0 1 T の内側を通過して上ガイド管 1 0 1 T に例えらう付けによって固定されている。同様に、本体容器 1 0 に下ガイド管 1 0 1 S が例えらう付けによって固定され、下圧縮部吸入管 1 0 2 S は下ガイド管 1 0 1 S の内側を通過して下ガイド管 1 0 1 S に例えらう付けによって固定されている。

[0014] 圧縮部 1 2 で圧縮された高圧冷媒を本体容器 1 0 の内部から冷凍サイクルに吐出するための吐出管 1 0 7 が本体容器 1 0 における上部を貫通して設けられている。本体容器 1 0 における下部には、圧縮機 1 全体を支持するベース部材 3 1 0 が溶接によって固定されている。

[0015] アキュムレータ 2 5 は、アキュムレータ 2 5 の内部に冷凍サイクルから冷媒を吸入するアキュムレータ吸入管 2 7 と、気体冷媒を圧縮部 1 2 に送るための上気液分離管 3 1 T 及び下気液分離管 3 1 S と、を備える。アキュムレータ吸入管 2 7 は、アキュムレータ 2 5 における上部に接続されている。上気液分離管 3 1 T は、上連絡管 1 0 4 T を介して上圧縮部吸入管 1 0 2 T と接続されている。下気液分離管 3 1 S は、下連絡管 1 0 4 S を介して下圧縮部吸入管 1 0 2 S と接続されている。

[0016] 図 2 は、実施例 1 の圧縮機 1 の圧縮部 1 2 を示す分解斜視図である。図 1 及び図 2 に示すように、圧縮部 1 2 は、上シリンダ 1 2 1 T と、下シリンダ 1 2 1 S と、中間仕切板 1 4 0 と、上端板 1 6 0 T と、下端板 1 6 0 S と、を有しており、上端板 1 6 0 T、上シリンダ 1 2 1 T、中間仕切板 1 4 0、

下シリンダ121S、下端板160Sの順に積層され、複数のボルト175により固定されている。上端板160Tには主軸受部161Tが設けられている。下端板160Sには副軸受部161Sが設けられている。回転軸15には主軸部153と、上偏心部152Tと、下偏心部152Sと、副軸部151と、が設けられている。回転軸15は、圧縮部12に支持される主軸部153及び副軸部151を有する。回転軸15の主軸部153が上端板160Tの主軸受部161Tに嵌め込まれ、回転軸15の副軸部151が下端板160Sの副軸受部161Sに嵌め込まれることにより、回転軸15は主軸受部161T及び副軸受部161Sに回転自在に支持される。

[0017] モータ11は、外側に配置されたステータ111と、内側に配置されたロータ112と、を有している。ステータ111は、本体容器10の内周面10aに例えば焼嵌めや溶接によって固定されている。ロータ112は、回転軸15に焼嵌めによって固定されている。

[0018] 本体容器10の内部には、圧縮部12の摺動部材の潤滑、及びシリンダ室内の高圧部と低圧部とのシールのために、圧縮部12がほぼ浸漬する量の潤滑油18が封入されている。

[0019] 次に、図2を用いて圧縮部12を詳しく説明する。上シリンダ121Tには内部に円筒状の上中空部130Tが設けられ、上中空部130Tには上ピストン125Tが配置されている。上ピストン125Tは回転軸15の上偏心部152Tに嵌め込まれている。下シリンダ121Sには内部に円筒状の下中空部130Sが設けられ、下中空部130Sには下ピストン125Sが配置されている。下ピストン125Sは回転軸15の下偏心部152Sに嵌め込まれている。

[0020] 上シリンダ121Tには上中空部130Tから外周側へ延びる上ベーン溝128Tが設けられており、上ベーン溝128Tに上ベーン127Tが配置されている。上シリンダ121Tには外周から上ベーン溝128Tに通じる上スプリング穴124Tが設けられており、上スプリング穴124Tに上スプリング126Tが配置されている。下シリンダ121Sには下中空部13

0 Sから外周側へ延びる下ベーン溝128 Sが設けられており、下ベーン溝128 Sに下ベーン127 Sが配置されている。下シリンダ121 Sには外周から下ベーン溝128 Sに通じる下スプリング穴124 Sが設けられており、下スプリング穴124 Sに下スプリング126 Sが配置されている。

[0021] 上ベーン127 Tの一端が上スプリング126 Tによって上ピストン125 Tに押し当てられることにより、上シリンダ121 Tの上中空部130 Tにおいて上ピストン125 Tの外側の空間が、上シリンダ室である上吸入室131 Tと上圧縮室133 Tに区画される。上シリンダ121 Tには、外周から上吸入室131 Tに連通する上吸入穴135 Tが設けられている。上吸入穴135 Tには上圧縮部吸入管102 Tが接続されている。下ベーン127 Sの一端が下スプリング126 Sによって下ピストン125 Sに押し当てられることにより、下シリンダ121 Sの下中空部130 Sにおいて下ピストン125 Sの外側の空間が、下シリンダ室である下吸入室131 Sと下圧縮室133 Sに区画される。下シリンダ121 Sには、外周から下吸入室131 Sに連通する下吸入穴135 Sが設けられている。下吸入穴135 Sには下圧縮部吸入管102 Sが接続されている。

[0022] 上端板160 Tには、上端板160 Tを貫通して上圧縮室133 Tに連通する上吐出穴190 Tが設けられている。上端板160 Tには、上吐出穴190 Tを開閉するリード弁である上吐出弁200 Tと、上吐出弁200 Tの反りを規制する上吐出弁押さえ201 Tと、が上リベット202 Tによって固定されている。上端板160 Tの上側には、上吐出穴190 Tを覆う上端板カバー170 Tが配置され、上端板160 Tと上端板カバー170 Tとで閉塞される上端板カバー室180 Tが形成される。上端板カバー170 Tは、上端板160 Tと上シリンダ121 Tとを固定する複数のボルト175によって上端板160 Tに固定される。上端板カバー170 Tには、上端板カバー室180 Tと本体容器10の内部を連通する上端板カバー吐出穴172 Tが設けられている。また、圧縮部12が本体容器10内に設けられる際、本体容器10の内周面10 aが上端板160 Tの外周面182 aに焼き嵌め

されると共に、本体容器10と溶接された複数の溶接部によって接合される。本実施例1における上端板160Tの構造の詳細については後述する。

[0023] 下端板160Sには、下端板160Sを貫通して下圧縮室133Sに連通する下吐出穴190Sが設けられている。下端板160Sには、下吐出穴190Sを開閉するリード弁である下吐出弁200Sと、下吐出弁200Sの反りを規制する下吐出弁押さえ201Sと、が下リベット202Sによって固定されている。下端板160Sの下側には、下吐出穴190Sを覆う下端板カバー170Sが配置され、下端板160Sと下端板カバー170Sとで閉塞される下端板カバー室180Sを形成する（図1参照）。下端板カバー170Sは、下端板160Sと下シリンダ121Sとを固定する複数のボルト175によって下端板160Sに固定される。

[0024] また、圧縮部12には、下端板160S、下シリンダ121S、中間仕切板140、上端板160T及び上シリンダ121Tを貫通し、下端板カバー室180Sと上端板カバー室180Tとを連通する冷媒通路穴136（図2参照）が設けられている。

[0025] 以下に、回転軸15の回転による冷媒の流れを説明する。回転軸15の回転によって、回転軸15の上偏心部152Tに嵌め込まれた上ピストン125T、及び下偏心部152Sに嵌め込まれた下ピストン125Sが公転運動することにより、上吸入室131T及び下吸入室131Sが容積を拡大しながら冷媒を吸入する。冷媒の吸入路として、冷凍サイクルの低圧冷媒は、アキュムレータ吸入管27を通してアキュムレータ25の内部に吸入され、気体冷媒だけが上気液分離管31T及び下気液分離管31Sに吸入される。上気液分離管31Tに吸入された気体冷媒は、上連絡管104Tと上圧縮部吸入管102Tとを通過して上吸入室131Tに吸入される。同様に、下気液分離管31Sに吸入された気体冷媒は、下連絡管104Sと下圧縮部吸入管102Sとを通過して下吸入室131Sに吸入される。

[0026] 次に、回転軸15の回転による吐出冷媒の流れを説明する。回転軸15の回転によって、回転軸15の上偏心部152Tに嵌合された上ピストン12

5 Tが公転運動することにより、上圧縮室133 Tが容積を縮小しながら冷媒を圧縮し、圧縮した冷媒の圧力が上吐出弁200 Tの外側の上端板カバー室180 Tの圧力よりも高くなったとき、上吐出弁200 Tが開いて上圧縮室133 Tから上端板カバー室180 Tへ冷媒を吐出する。上端板カバー室180 Tに吐出された冷媒は、上端板カバー170 Tに設けられた上端板カバー吐出穴172 Tから本体容器10内に吐出される。

[0027] また、回転軸15の回転によって、回転軸15の下偏心部152 Sに嵌め込まれた下ピストン125 Sが公転運動することにより、下圧縮室133 Sが容積を縮小しながら冷媒を圧縮し、圧縮した冷媒の圧力が下吐出弁200 Sの外側の下端板カバー室180 Sの圧力よりも高くなったとき、下吐出弁200 Sが開いて下圧縮室133 Sから下端板カバー室180 Sへ冷媒を吐出する。下端板カバー室180 Sに吐出された冷媒は、冷媒通路穴136及び上端板カバー室180 Tを通過して上端板カバー170 Tに設けられた上端板カバー吐出穴172 Tから本体容器10内に吐出される。

[0028] 本体容器10内に吐出された冷媒は、ステータ111の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）を通過してモータ11の上方に導かれ、本体容器10の上部に配置された吐出管107から吐出される。

[0029] 次に、潤滑油18の流れを説明する。本体容器10の下部に封入されている潤滑油18は、回転軸15の遠心力により回転軸15の内部（図示せず）を通過して圧縮部12に供給される。圧縮部12に供給された潤滑油18は、冷媒に巻き込まれ霧状となって冷媒と共に本体容器10の内部に排出される。霧状となって本体容器10の内部に排出された潤滑油18はモータ11の回転力によって遠心力で冷媒と分離され、油滴となって再び本体容器10の下部に戻る。しかし一部の潤滑油18は分離されずに冷媒と共に冷凍サイクルに排出される。冷凍サイクルに排出された潤滑油18は冷凍サイクルを循環してアキュムレータ25に戻り、アキュムレータ25の内部で分離されア

キュムレータ 25 における下部に滞留する。アキュムレータ 25 における下部に滞留した潤滑油 18 は吸入冷媒と共に上吸入室 131T、下吸入室 131S に吸入される。

[0030] (圧縮機 1 の特徴的な構成)

次に、実施例 1 のベーンの特徴的な構成について説明する。図 3 は、実施例 1 のベーンを示す斜視図である。上ベーン 127T と下ベーン 127S (以下、ベーン 127 とも称する。) は構造が同一であるため、以下、上ベーン 127T について説明し、下ベーン 127S の説明を省略する。上ベーン 127T は、上ピストン 125T の外周面に対して摺動する先端面 129a と、上ベーン溝 128T の内面に対して摺動する第 1 側面 129b 及び第 2 側面 129c と、を有する。また、上ベーン 127T は、上端板 160T の端面に対して摺動する第 1 端面 129d と、端板としての中間仕切板 140 の端面に対して摺動する第 2 端面 129e と、上スプリング 126T によって押圧される背面 129f と、を有する。なお、下ベーン 127S について補足すると、下ベーン 127S は、端板としての中間仕切板 140 の端面に対して摺動する第 1 端面 129d と、下端板 160S の端面に対して摺動する第 2 端面 129e と、を有する。第 1 側面 129b 及び第 2 側面 129c、第 1 端面 129d 及び第 2 端面 129e は、それぞれ平坦な板状に形成されている。

[0031] 上ベーン 127T の先端面 129a は、第 1 端面 129d 及び第 2 端面 129e に直交する方向から見たときに、円弧状に形成されている。上ベーン 127T の背面 129f には、上スプリング 126T の端部が係合する係合部 138 が、平坦な背面 129f の一部を切り欠いて形成されている。

[0032] 上ベーン 127T は、母材 210 と硬質皮膜 220 とを備えている。母材 210 は、クロム (Cr) の含有量が 4.5 [wt%] を超える材料によって、後述する基材層 211 が形成されている。材料の一例としては、クロム (Cr) の含有量が 16 [wt%] ~ 18 [wt%] 程度の SUS440C (マルテンサイト系ステンレス鋼の一種)、クロム (Cr) の含有量が 4.

8 [wt%] ~ 5.5 [wt%] 程度のSKD61（ダイス鋼の一種）、クロム（Cr）の含有量11.0 [wt%] ~ 13.0 [wt%] 程度のSKD11（ダイス鋼の一種）などが用いられている。このように上ベーン127Tは、クロム（Cr）の含有量が4.5 [wt%] を超える材料によって母材210の基材層211が形成されることで耐摩耗性及び耐焼き付き性が適正に確保されている。また、上ベーン127Tは、クロム（Cr）の含有量が10 [wt%] を超えるステンレス鋼によって母材210の基材層211が形成される場合には、特に摺動面積が広い第1側面129b及び第2側面129cの耐摩耗性、耐焼き付き性を十分に確保することができる。

[0033] 図4は、実施例1のベーン127の硬質皮膜220を示す断面図である。図4は、ベーン127の第1端面129d及び第2端面129eに直交する断面を示している。図5は、実施例1のベーン127の先端部を拡大して示す断面図である。図5は、ベーン127の第1側面129b及び第2側面129cに直交する断面を示している。

[0034] 図4に示すように、上ベーン127Tの先端面129aには、硬質皮膜220が形成されている。また、母材210の外周面の全域には、基材層211を覆うように窒化拡散層212が形成されており、窒化拡散層212の上に、緻密層213が形成されている。

[0035] 図5に示すように、上ベーン127Tの先端面129aの全域には、硬質皮膜220が形成されている。硬質皮膜220は、母材210の緻密層213の表面の側に形成され、緻密層213に密着している。硬質皮膜220は、ビッカース硬さが1500HV以上である材料から形成されている。硬質皮膜220は、ダイヤモンドライクカーボン（Diamond-Like Carbon：DLC、ダイヤモンド状炭素）、窒化クロム（CrN）、窒化ニクロム（Cr₂N）等が例示される。上ベーン127Tは、上ベーン127Tの先端面129aに硬質皮膜220が設けられていることにより、先端面129aの耐摩耗性が適正に確保されている。

[0036] （ベーンの製造方法）

実施例1のベーンの製造方法は、以上のように構成された実施例1のベーン127を製造する方法である。図6は、実施例1のベーンの製造方法を説明するための模式図である。図6は、実施例1のベーンの製造方法により、ベーン127の性状が変化する過程を示している。

[0037] 窒化処理前のベーン127の母材210は、クロム(Cr)の含有量が4.5[w t %]を超える材料によって母材210の全体が形成される。実施例では、母材210において、窒化処理前の母材210と同じ組成である領域を基材層211と称する。母材210の基材層211におけるクロム(Cr)の含有量が高いことにより、ベーン127の耐摩耗性及び耐焼き付き性が適正に確保される。実施例1のベーン127では、例えば、クロム(Cr)の含有量が16[w t %]~18[w t %]程度のマルテンサイト系ステンレス鋼によって母材210の基材層211が形成される。ベーン127は、クロム(Cr)の含有量が10[w t %]を超えるステンレス鋼によって母材210の基材層211が形成されることで、特に摺動面積が広い第1側面129b及び第2側面129cの耐摩耗性、耐焼き付き性を十分に確保することができる。

[0038] 母材210が形成された後、母材210が焼き入れ(金属をオーステナイト組織になるまで加熱した後、急冷してマルテンサイト組織を得る熱処理)される。この焼き入れにより、母材210の耐摩耗性、機械的強度が向上する。母材210の焼き入れ後、母材210が焼き戻し(焼き入れ等により不安定となった組織を持つ金属を適切な温度に保持することで金属の組織を安定化させる熱処理)される。この焼き戻しにより、母材210の靱性が向上する。

[0039] 母材210が焼き戻しされた後に、母材210は窒化処理される(ステップS1)。窒化処理は、ガス窒化やガス軟窒化、イオン窒化等が例示される。窒化処理では、母材210の表面から内部に窒素原子Nが浸透して拡散し、ステップS1の処理が施された後の母材210の表面には、窒化層214が形成される。そのため、窒化層214は、基材層211を囲むように形成

される。ここでの窒化層 214 は、窒化処理によって基材層 211 の組織が変化することで形成された層を指す。なお、母材 210 において、窒化処理される直前の段階での母材 210 の基材層 211 と同じ組成で形成されている箇所は、窒化処理の以後も基材層 211 と称する。

[0040] 図 7 は、窒化処理された直後の母材 210 の表面を拡大して示す断面図である。窒化層 214 は、実施形態では、窒化拡散層 212 と窒化化合物層 216（白層）とから形成されている。窒化拡散層 212 は、基材層 211 の外表面の側に形成されている。窒化拡散層 212 は、体心立方晶構造の α （アルファ）相から形成され、窒化拡散層 212 には、窒素原子 N が固溶している。窒化化合物層 216（白層）は、緻密層 213 と多孔質層 217 とから形成されている。緻密層 213 は、窒化拡散層 212 の外表面の側に形成されている。緻密層 213 は、窒化鉄 Fe_4N を主成分とし、面心立方晶構造の γ' （ガンマプライム）相から形成されている。多孔質層 217 は、緻密層 213 の外表面の側に形成され、窒化処理された直後の母材 210 の外表面に露出するように形成されている。また多孔質層 217 は、窒化鉄 Fe_2N 、 Fe_3N を主成分とし、最密六方晶構造の ϵ （イプシロン）相から形成されている。そのため、窒化処理された直後の母材 210 の表面には、多孔質層 217、緻密層 213、窒化拡散層 212、基材層 211 が、外側から順にこの順番で並んでいる。

[0041] 母材 210 が窒化処理された後に、母材 210 は表面が削られる（ステップ S2）。この工程では、先端面 129a と第 1 側面 129b と第 2 側面 129c と第 1 端面 129d と第 2 端面 129e とに形成された窒化化合物層 216 の表層がそれぞれ削られる。これにより、窒化処理に伴って母材 210 の表面に生じた微少な膨らみや微少な凹部を有する表層を削り、第 1 側面 129b と第 2 側面 129c と第 1 端面 129d と第 2 端面 129e とを平坦化とすることで、上ベーン溝 128T（下ベーン溝 128S）の内面、上端板 160T（下端板 160S）及び中間仕切板 140 の端面に対して摺動するベーン 127 の寸法精度や面精度（平面度）を確保することができる。

実施例1では、ステップS2の処理が施された後の母材210の表面に緻密層213が露出するように、窒化化合物層216（白層）の少なくとも多孔質層217が除去される。

[0042] 母材210の表面が削られた後に、母材210の先端面129aに硬質皮膜220が形成される（ステップS3）。硬質皮膜220は、ビッカース硬さが1500HV以上である材料から形成されている。その材料としては、例えば、ダイヤモンドライクカーボン（DLC）、窒化クロム（CrN）、窒化ニクロム（Cr₂N）等が例示される。これにより、ベーン127の先端面129aの耐摩耗性が向上する。実施例1では、先端面129aの緻密層213に密着するように、硬質皮膜220が形成される。

[0043] 硬質皮膜220の形成は、例えば、成膜装置に設けられる処理室で、真空蒸着、スパッタリングによって形成される。図8は、実施例1における硬質皮膜220の形成工程の一例を説明するための模式図である。硬質皮膜220を形成する形成工程（ステップS3）では、成膜装置に設けられた処理室に複数の母材210が配列される。このとき、複数の母材210は、隣り合わせに置かれた母材210の各側面129b、129c同士、すなわち、対向する第1側面129bと第2側面129cが接するように並べると共に、隣り合わせに置かれた母材210の各端面129d、129e同士、すなわち、対向する第1端面129dと第2端面129eが接するように、配列される。成膜装置は、このように並べられた複数の母材210の各先端面129aに硬質皮膜220を一括して形成する。これにより、1度の形成工程で硬質皮膜220が形成される母材210の個数を増やせるので、ベーン127の製造コストを低減することができる。

[0044] さらに、隣り合う母材210の各側面129b、129c同士、端面129d、129e同士が接するように並べることで、側面129b、129c、端面129d、129eに硬質皮膜220が形成されないように、側面129b、129c、端面129d、129eをマスクングすることができる。このように、ベーン127へのコーティングのマスクング部材として他の

ベーン127を利用することで、母材210の硬質皮膜220を形成しない面をマスキングする工程を別途設ける必要がなく、マスキング工程を削減することができる。ベーンの製造方法は、マスキング工程が削減されることにより、ベーン127の製造コストを低減することができる。

[0045] 硬質皮膜220が緻密層213に密着する場合の密着性は、硬質皮膜220が多孔質層217に密着する場合の密着性に比較して良好である。このため、硬質皮膜220を緻密層213に密着させるように作製された実施例1のベーン127は、多孔質層217を介して硬質皮膜220と母材210とが密着している他のベーンに比較して、硬質皮膜220を母材210により強く密着させることができ、先端面127aから硬質皮膜220が剥離することを防止することができる。

[0046] また、多孔質層217は、硬度が高い一方で脆いという特性を有している。このため、多孔質層217を除去することで母材210の表面に緻密層213を露出させたのちに緻密層213に密着するように硬質皮膜220が形成された実施例1のベーン127は、多孔質層217を介して硬質皮膜220と母材210とが密着している他のベーンに比較して、高い面圧で摺動する際に多孔質層が脱落してしまうことによる異常摩耗を未然に防ぐことができる。

[0047] (実施例1のベーン127の効果)

実施例1のベーン127は、上シリンダ121T(下シリンダ121S)と、上シリンダ121T(下シリンダ121S)の内周面に沿って公転する上ピストン125T(下ピストン125S)と、上シリンダ121T(下シリンダ121S)の端部を塞ぐ上端板160T(下端板160S、中間仕切板140)とを備える圧縮機1に用いられ、上シリンダ121T(下シリンダ121S)と上ピストン125T(下ピストン125S)と上端板160T(下端板160S、中間仕切板140)とに囲われる上シリンダ室(下シリンダ室)を、上吸入室131T(下吸入室131S)と上圧縮室133T(下圧縮室133S)とに区画する。ベーン127は、クロム(Cr)の含

有量が4.5wt%を超える材料から形成される母材210と、母材210のうちの先端面129aを被覆する硬質皮膜220とを有している。母材210には、基材層211および窒化拡散層212、もしくは、基材層211および窒化拡散層212に加えて窒化拡散層212の上に窒化鉄 Fe_4N を主成分とするガンマプライム相から成る緻密層213が、形成されている。硬質皮膜220は、母材210の窒化拡散層212、もしくは、母材210の緻密層213の、いずれかの層の表面に形成されている。これにより、ベーン127は、特に高い耐摩耗性が必要な先端面129aの硬度を硬質皮膜220により確保する一方、硬質皮膜220が形成されていない（先端面129a以外の）摺動面の耐摩耗性と耐焼き付き性をも確保し、かつ先端面129aから硬質皮膜220が剥離することを防止することができる。

[0048] また、実施例1のベーン127の母材210は、上シリンダ121T（下シリンダ121S）に摺動する第1側面129bおよび第2側面129c、および、上端板160T（下端板160S、中間仕切板140）に摺動する第1端面129d（第2端面129e）をさらに備えている。母材210の第1側面129bおよび第2側面129cと第1端面129d（第2端面129e）とは、窒化拡散層212、もしくは、窒化鉄 Fe_4N を主成分とするガンマプライム相から成る緻密層213、もしくは、窒化鉄 Fe_2N 、 Fe_3N を主成分とする多孔質層217のうち、いずれかの層が外表面に露出している。これにより、ベーン127は、先端面129a以外の摺動面（第1側面129bと第2側面129cと第1端面129dと第2端面129e）についても、耐摩耗性と耐焼き付き性を十分に確保することができる。

[0049] また、実施例1のベーン127の硬質皮膜220のビッカース硬さは、1500HV以上である。これにより、ベーン127は、先端面129aの耐摩耗性を適正に確保することができる。たとえば、硬質皮膜220は、ダイヤモンドライクカーボン（DLC）から形成されている。これにより、ベーン127は、先端面129aの耐摩耗性を特に適正に確保することができる。

[0050] また、実施例1のベーン127の母材210は、クロム(Cr)の含有量が10.5wt.%以上であるステンレス鋼から形成されている。たとえば、母材210は、クロム(Cr)の含有量が16[w t %]~18[w t %]程度のマルテンサイト系ステンレス鋼から形成されている。このように、ベーン127は、母材210の基材層211におけるクロム(Cr)の含有量が高いことで、特に摺動面積が広い第1側面129bと第2側面129cと第1端面129dと第2端面129eとについても、耐摩耗性、耐焼き付き性を十分に確保することができる。

[0051] 実施例1のベーンの製造方法は、実施例1のベーン127を製造するときに利用される製造方法であり、母材210を窒化処理することにより、母材210に、窒化処理によって基材層211の組織が変化することで形成された窒化層214(窒化拡散層212と、緻密層213と、窒化鉄 Fe_2N 、 Fe_3N を主成分とする多孔質層217とを含む)を形成する工程(ステップS1)と、母材210に窒化層214が形成された後に、先端面129aの窒化層214のうちの少なくとも多孔質層217を除去して、窒化層214のうちの緻密層213を露出させる工程(ステップS2)と、緻密層213を露出させた後に、先端面129aの緻密層213の表面に硬質皮膜220を形成する工程(ステップS3)とを備えている。このようなベーンの製造方法によれば、硬質皮膜220を母材210の先端面129aの緻密層213に強く密着させることができるので、ベーン127の先端面129aを形成する母材210から硬質皮膜220が剥離することを防止することができる。

[0052] また、母材210は、上シリンダ121T(下シリンダ121S)と摺動する第1側面129bおよび第2側面129c、および、上端板160T(下端板160S、中間仕切板140)と摺動する第1端面129d(第2端面129e)をさらに備えている。実施例1のベーンの製造方法では、母材210に硬質皮膜220を形成する工程(ステップS3)において、隣り合う母材210の第1側面129bおよび第2側面129c同士または第1端

面129d（第2端面129e）同士を接触させるように、複数の母材210を配置し、複数の母材210の各先端面129aに硬質皮膜220を一度に形成する。このようなベーンの製造方法によれば、例えば、1度の形成工程で硬質皮膜220が形成される母材210の個数を増やせるので、ベーン127の製造コストを低減することができる。また、例えば、ベーン127へのコーティングのマスキング部材として他のベーン127を利用することで、ベーン127の製造コストを低減することができる。

実施例 2

- [0053] 実施例2のベーンは、図9および図10に示されているように、既述の実施例1のベーン127の緻密層213が省略される点を除いて、既述の実施例1のベーン127と同じである。図9は、実施例2のベーンを示す断面図である。図10は、実施例2のベーンの製造方法を説明するための模式図である。図10は、実施例2のベーンの製造方法により、ベーン127の性状が変化する過程を示している。
- [0054] 図9に示すように、実施例2のベーンは、既述の実施例1のベーン127と同様に、先端面129aの全域に硬質皮膜220が形成されている。硬質皮膜220は、母材210の窒化拡散層212の表面に形成され、窒化拡散層212に密着している。実施例2のベーンは、後述の母材210の表面を削る工程において、多孔質層217だけでなく緻密層213も除去された結果、硬質皮膜220が窒化拡散層212に密着している点で、実施例1のベーンと異なる。
- [0055] 実施例2のベーンの製造方法は、実施例2のベーン127を製造する方法であり、図10に示されているように、実施例2のベーンの製造方法のステップS1は、既述の実施例1のベーンの製造方法のステップS1と同様である。一方、実施例2のベーンの製造方法では、既述の実施例1のベーンの製造方法のステップS2の工程が、他の工程であるステップS4に置換されている。また、実施例2のベーンの製造方法では、実施例1のベーンの製造方法のステップS3の工程が、他の工程であるステップS5に置換されている

。実施例2のベーンの製造方法では、ステップS1で母材210が窒化処理された後に、母材210の表面が削られ、母材210の表面に窒化拡散層212が露出するように、緻密層213と多孔質層217とが除去される（ステップS4）。ステップS4で母材210の表面が削られた後に、ステップS4の処理が施された後の母材210の先端面129aの窒化拡散層212の上に、硬質皮膜220が形成される（ステップS5）。このようなベーンの製造方法によれば、ステップS5の処理で形成された硬質皮膜220が、母材210の窒化拡散層212の表面に形成されて窒化拡散層212に密着するように、実施例2のベーン127が適切に作製される。

[0056] 硬質皮膜220が窒化拡散層212に密着する場合の密着性は、硬質皮膜220が緻密層213に密着する密着性と概ね同等であり、硬質皮膜220が多孔質層217に密着する場合の密着性に比較して良好である。このため、実施例2のベーンは、既述の実施例1のベーン127と同様に、多孔質層217を介して硬質皮膜220と母材210とが密着している他のベーンに比較して、硬質皮膜220を母材210の先端面129により強く密着させることができ、先端面127aから硬質皮膜220が剥離することを防止することができる。

[0057] 実施例2のベーンは、母材210の外表面のうち、第1側面129bと第2側面129cと第1端面129dと第2端面129eとにおいて、窒化拡散層212が外表面に露出するように形成されている。窒化拡散層212は、緻密層213と同様に、基材層211に比較して、耐摩耗性と耐焼き付き性が良好である。このため、実施例2のベーンは、硬質皮膜220が形成されていない摺動箇所（側面・端面）であっても、既述の実施例1のベーン127と同様に、十分な耐摩耗性と耐焼き付き性を確保することができる。

[0058] また、実施例2のベーンは、窒化処理により形成された白層である窒化化合物層216（緻密層213、多孔質層217）の全体が除去されている。そのため、実施例1のように緻密層213をベーン127の外表面に露出させる場合に比べ、緻密層213が窒化拡散層212の表面から脱落する可能

性を排除できる。

[0059] これに対し、記述の実施例1のベーンは、窒化処理により形成された白層である窒化化合物層216（緻密層213、多孔質層217）のうち、多孔質層217のみを除去（例えば、白層の表層を数 μm 程度除去）すればよい。そのため、実施例2のベーンに比べて加工が容易である。

[0060] ところで、既述の実施例2のベーンの製造方法では、ステップS4で緻密層213と多孔質層217との両方が除去されるように母材210の表面全体が削られているが、先端面129aと異なる面（側面・端面）に緻密層213が残存するように、母材210の表面が削られてもよい。このようなベーンの製造方法により作製されたベーンも、既述の実施例のベーンと同様に、硬質皮膜220が窒化拡散層212に密着していることにより、硬質皮膜220が形成されていない面の耐摩耗性と耐焼き付き性を確保しつつ、先端面129aから硬質皮膜220が剥離することを防止することができる。

[0061] ところで、既述の実施例のベーンの製造方法では、ステップS2またはステップS4で多孔質層217が除去されるように母材210の表面全体が削られているが、先端面129aと異なる面（側面・端面）に多孔質層217が残存するように、削られてもよい。このようなベーンの製造方法により作製されたベーンも、既述の実施例のベーンと同様に、硬質皮膜220が緻密層213または窒化拡散層212に密着していることにより、硬質皮膜220が形成されていない面の耐摩耗性と耐焼き付き性を確保しつつ、先端面129aから硬質皮膜220が剥離することを防止することができる。

[0062] ところで、既述の実施例のベーンの製造方法では、側面・端面同士が密着した状態で複数の母材210の先端面129aに硬質皮膜220が形成されているが、側面・端面同士が密着していない状態で複数の母材210の先端面129aに硬質皮膜220が形成されてもよい。このとき、複数の母材210の先端面129aと異なる面（側面・端面）は、硬質皮膜220が形成されないように、マスキングされてもよい。

[0063] なお、既述の実施例では、圧縮機1として、上シリンダ121Tと下シリ

ンダ121Sの2つのシリンダ121を備える2シリンダ式のロータリ圧縮機を例示したが、シリンダ121を1つだけ備える1シリンダ式のロータリ圧縮機であってもよい。

[0064] 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

[0065]	1	圧縮機
	121T	上シリンダ (シリンダ)
	121S	下シリンダ (シリンダ)
	125T	上ピストン (ピストン)
	125S	下ピストン (ピストン)
	127	ベーン
	127T	上ベーン (ベーン)
	127S	下ベーン (ベーン)
	129a	先端面
	129b	第1側面
	129c	第2側面
	129d	第1端面
	129e	第2端面
	160T	上端板 (端板)
	160S	下端板 (端板)
	210	母材
	211	基材層
	212	窒化拡散層

- 2 1 3 緻密層
- 2 1 4 窒化層
- 2 1 6 窒化化合物層（白層）
- 2 1 7 多孔質層
- 2 2 0 硬質皮膜

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、
前記シリンダの端部を塞ぐ端板と、
を備える圧縮機に用いられ、
前記シリンダと前記ピストンと前記端板とに囲われるシリンダ室を吸入室と圧縮室とに区画するベーンであり、
クロムの含有量が4.5 wt %を超える材料から形成される母材と、
前記母材のうちの先端面を被覆する硬質皮膜と、を有し、
前記母材には、基材層および窒化拡散層が形成され、もしくは、前記基材層および前記窒化拡散層に加えて前記窒化拡散層の上に Fe_4N を主成分とするガンマプライム相から成る緻密層が、形成され、
前記硬質皮膜は、前記母材の前記窒化拡散層、もしくは、前記母材の前記緻密層の、いずれかの層の表面に形成される、
ことを特徴とする、ベーン。
- [請求項2] 前記母材は、前記シリンダに摺動する側面、および、前記端板に摺動する端面をさらに備え、
前記母材の前記側面と前記端面とには、前記窒化拡散層、もしくは、 Fe_4N を主成分とするガンマプライム相から成る前記緻密層、もしくは、 Fe_2N 、 Fe_3N を主成分とする多孔質層のうち、いずれかの層が露出している、
請求項1に記載のベーン。
- [請求項3] 前記硬質皮膜のビッカース硬さは、1500HV以上である
請求項1に記載のベーン。
- [請求項4] 前記硬質皮膜は、ダイヤモンド状炭素から形成される
請求項3に記載のベーン。
- [請求項5] 前記母材は、クロムの含有量が10.5 wt. %以上であるステン

レス鋼から形成される

請求項1に記載のベーン。

[請求項6] 前記母材は、マルテンサイト系ステンレス鋼から形成される
請求項5に記載のベーン。

[請求項7] 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、
前記シリンダの端部を塞ぐ端板と、
前記シリンダと前記ピストンと前記端板とに囲われるシリンダ室を
吸入室と圧縮室とに区画するベーンとを備え、
前記ベーンは、
クロムの含有量が4.5 wt %を超える材料から形成される母材と
、
前記母材のうちの先端面を被覆する硬質皮膜と、を有し、
前記母材には、基材層および窒化拡散層が形成され、もしくは、前
記基材層および前記窒化拡散層に加えて前記窒化拡散層の上に Fe_4N
を主成分とするガンマプライム相から成る緻密層が形成され、
前記硬質皮膜は、前記母材の前記窒化拡散層、もしくは、前記母材
の前記緻密層の、いずれかの層の表面に形成される
圧縮機。

[請求項8] 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、
前記シリンダの端部を塞ぐ端板と、
前記シリンダと前記ピストンと前記端板とに囲われるシリンダ室を
、吸入室と圧縮室とに区画するベーンとを備え、
前記ベーンは、
クロムの含有量が4.5 wt %を超える材料から形成される母材と
、
前記母材のうちの先端面を被覆する硬質皮膜と、を有し、

前記母材には、基材層および窒化拡散層が形成され、もしくは、前記基材層および前記窒化拡散層に加えて前記窒化拡散層の上に、 Fe_4N を主成分とするガンマプライム相から成る緻密層が、形成される
圧縮機、

に用いられる前記ベーンの製造方法であり、

前記母材の前記基材層を窒化处理することにより、前記母材に、前記窒化拡散層と、前記緻密層と、 Fe_2N 、 Fe_3N を主成分とする多孔質層と、を含む窒化層を形成する工程と、

前記母材に前記窒化層が形成された後に、前記窒化層のうちの少なくとも多孔質層を除去して、前記窒化層のうちの前記窒化拡散層もしくは前記緻密層を露出させる工程と、

前記窒化拡散層もしくは前記緻密層を露出させた後に、前記先端面の前記窒化拡散層もしくは前記緻密層の表面に前記硬質皮膜を形成する工程と、を備える、

ベーンの製造方法。

[請求項9]

前記母材の先端面は、前記ベーンの幅方向の中心が前記ピストンに向かって突出する曲面状に形成され、

前記硬質皮膜を形成する工程において、前記母材の前記先端面における前記曲面状の範囲に前記硬質皮膜が形成される、

請求項8に記載のベーンの製造方法。

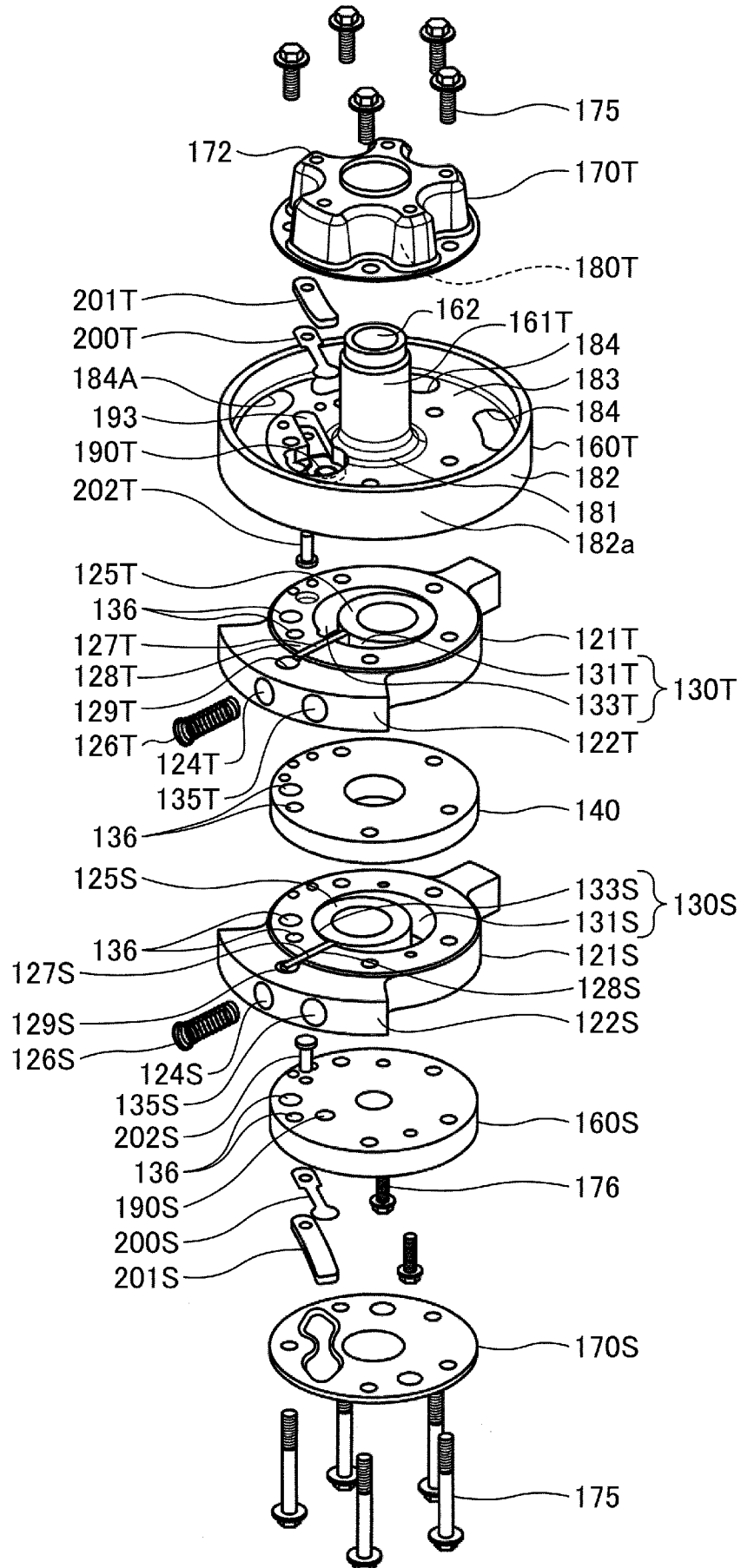
[請求項10]

前記母材は、前記シリンダと摺動する側面、および、前記端板と摺動する端面をさらに備え、

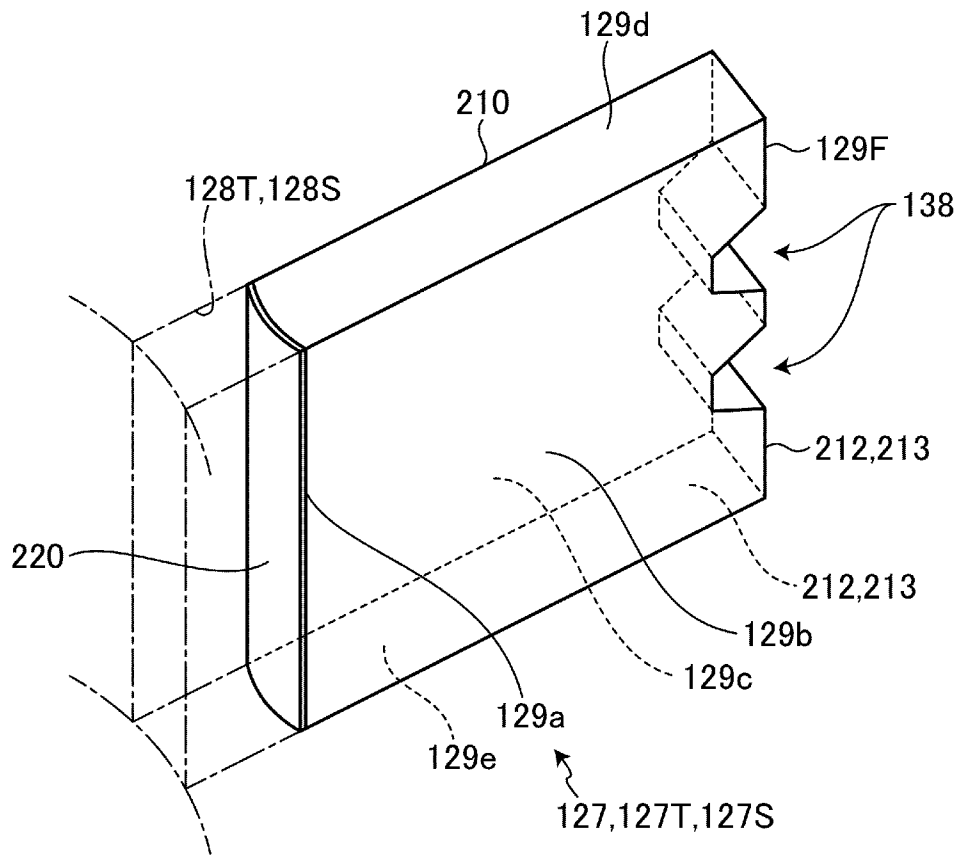
前記母材に前記硬質皮膜を形成する工程において、複数の母材のうちの隣り合う2つの母材の前記側面同士または前記端面同士が接触するように、前記複数の母材が配置され、前記複数の母材の各先端面に前記硬質皮膜を一度に形成する

請求項8に記載のベーンの製造方法。

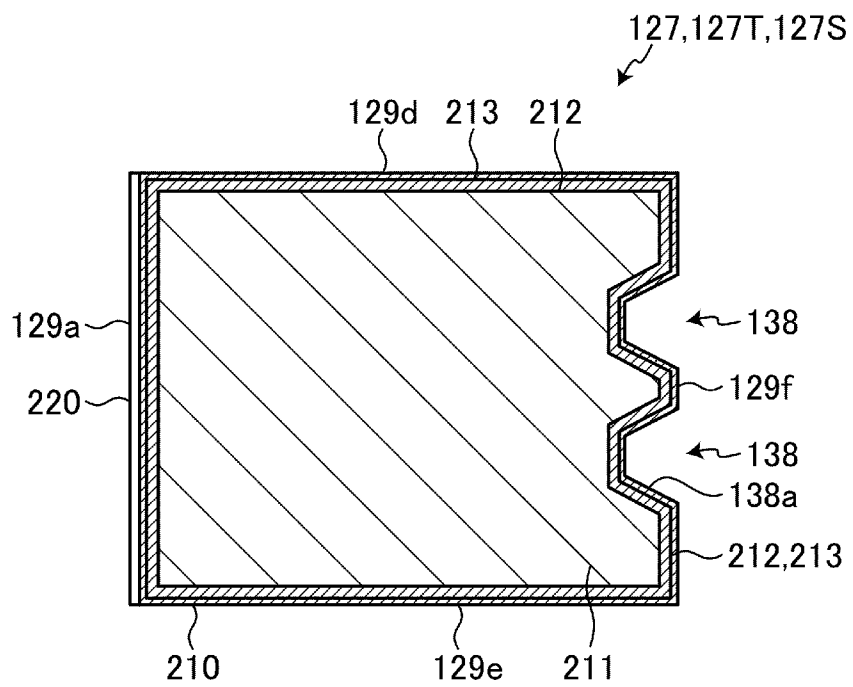
[図2]



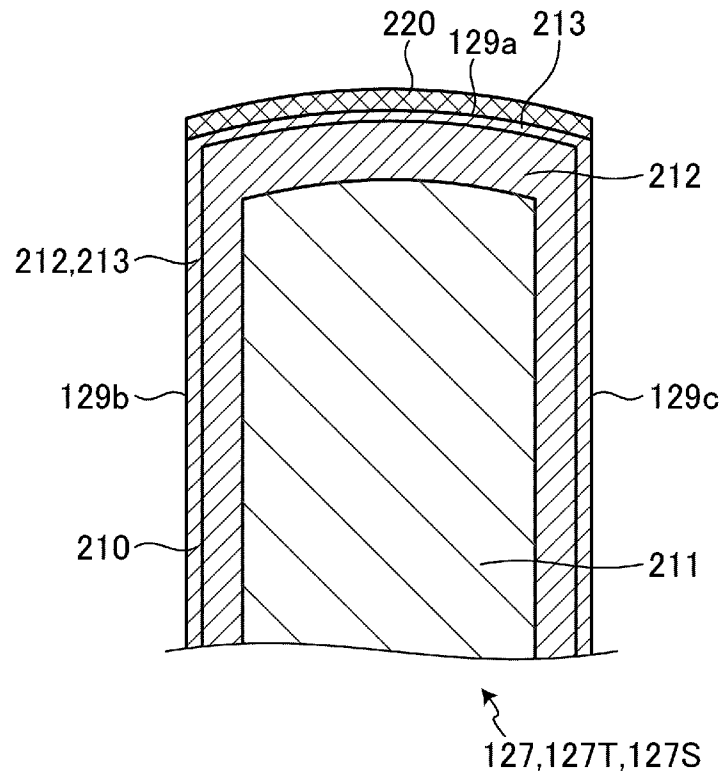
[図3]



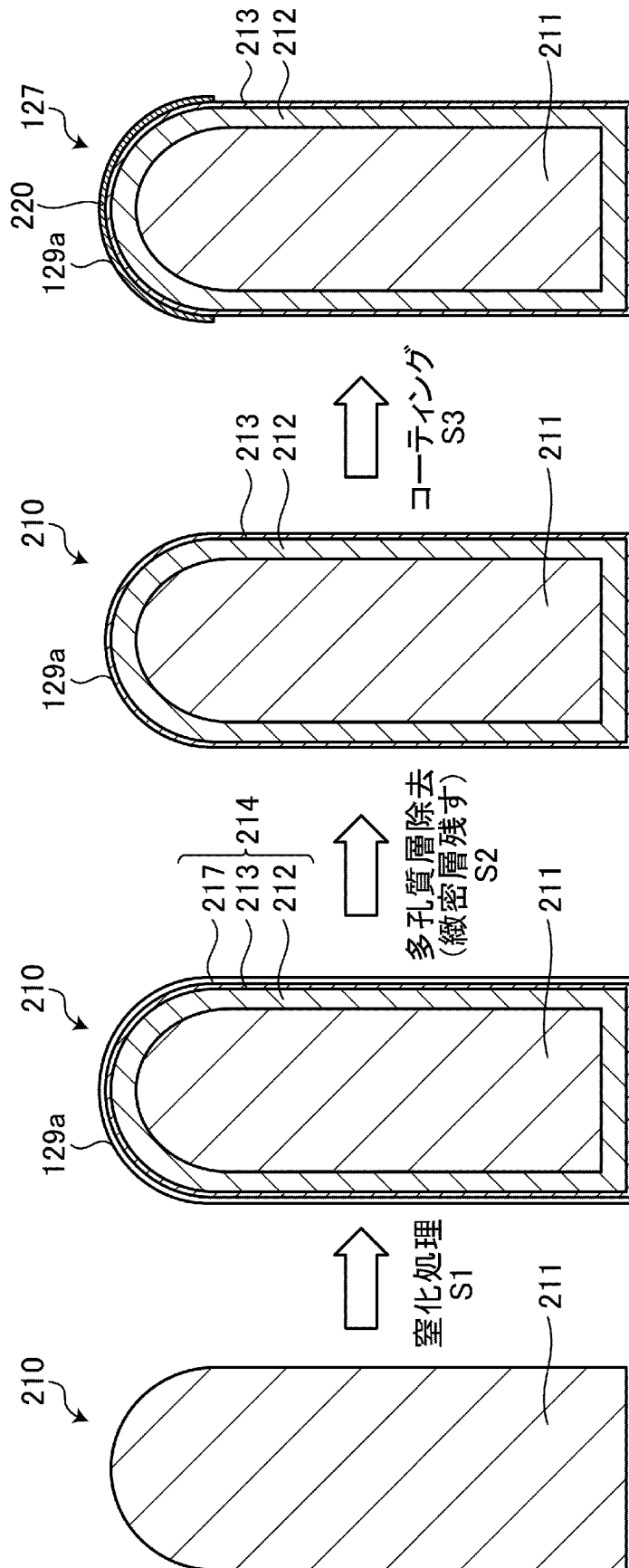
[図4]



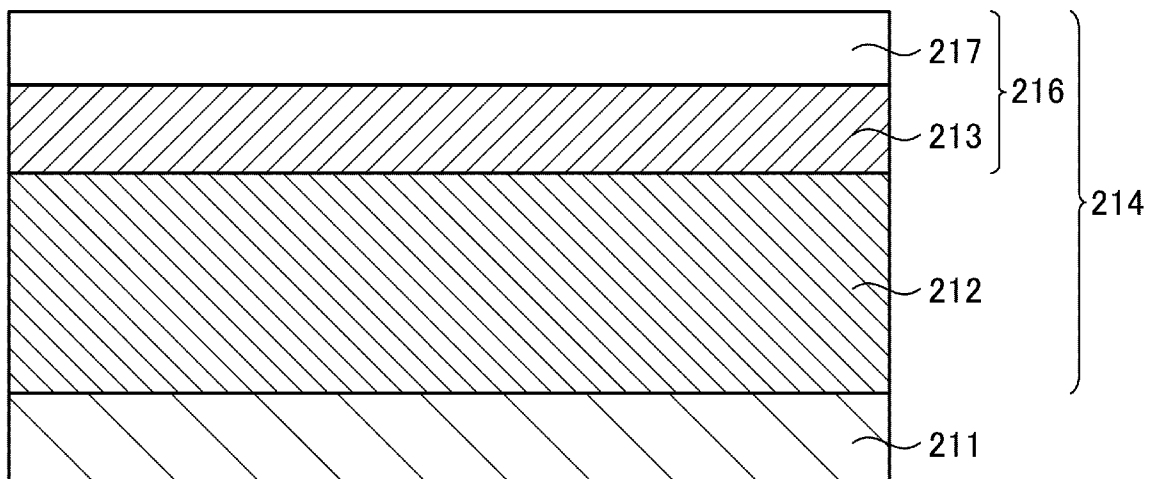
[図5]



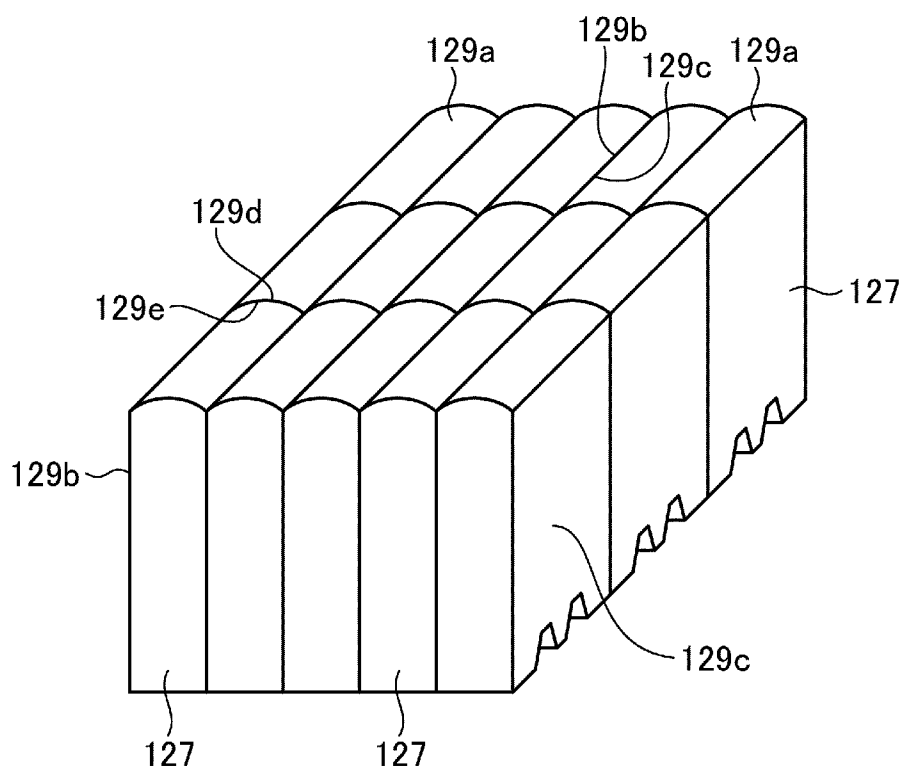
[図6]



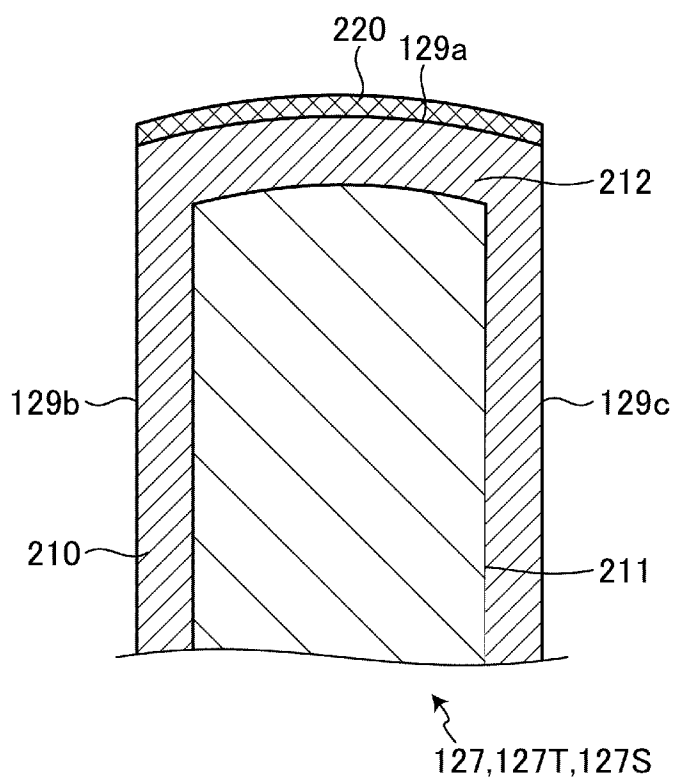
[図7]



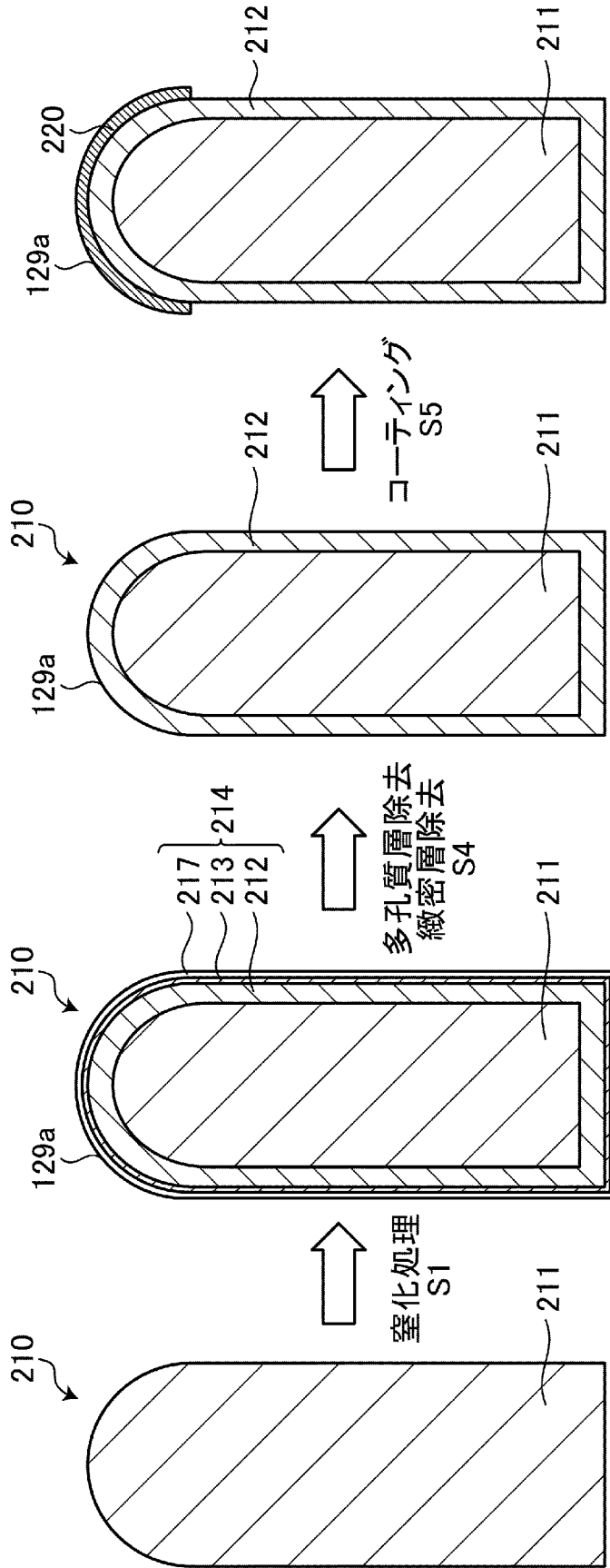
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/003124

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F04C 18/356(2006.01)i; **C21D 1/06**(2006.01)i; **C21D 9/00**(2006.01)i; **C22C 38/00**(2006.01)i; **C22C 38/18**(2006.01)i;
C23C 8/26(2006.01)i; **C23C 8/38**(2006.01)i; **F04C 29/00**(2006.01)i

FI: F04C18/356 P; F04C29/00 U; C23C8/26; C23C8/38; C21D9/00 A; C22C38/00 301Z; C22C38/00 302Z; C22C38/18;
 C21D1/06 A

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)

F04C18/356; C21D1/06; C21D9/00; C22C38/00; C22C38/18; C23C8/26; C23C8/38; 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 1971-2024
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2024
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2024

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 2005-155459 A (SANYO ELECTRIC CO., LTD.) 16 June 2005 (2005-06-16) paragraphs [0010]-[0026], fig. 1-7	1-10
Y	JP 2014-222027 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORPORATION) 27 November 2014 (2014-11-27) paragraph [0024]	1-10
Y	JP 5-78792 A (NIPPON PISTON RING CO., LTD.) 30 March 1993 (1993-03-30) paragraph [0017]	1-10
Y	JP 2005-16386 A (RIKEN CORP.) 20 January 2005 (2005-01-20) paragraphs [0009], [0012]	1-10
Y	WO 2013/051271 A1 (PANASONIC CORPORATION) 11 April 2013 (2013-04-11) paragraph [0041]	3-6, 9-10

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
 “D” document cited by the applicant in the international application
 “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

29 March 2024

Date of mailing of the international search report

09 April 2024

Name and mailing address of the ISA/JP

**Japan Patent Office (ISA/JP)
 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
 Japan**

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/003124

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2005-48687 A (MATSUSHITA ELECTRIC INDUSTRIAL CO., LTD.) 24 February 2005 (2005-02-24) paragraph [0021], fig. 2	10

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No. PCT/JP2024/003124

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2005-155459 A	16 June 2005	(Family: none)	
JP 2014-222027 A	27 November 2014	CN 203892190 U paragraph [0042]	
JP 5-78792 A	30 March 1993	(Family: none)	
JP 2005-16386 A	20 January 2005	(Family: none)	
WO 2013/051271 A1	11 April 2013	JP 2014-240702 A paragraph [0044]	
JP 2005-48687 A	24 February 2005	(Family: none)	

<p>A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））</p> <p>F04C 18/356(2006.01)i; C21D 1/06(2006.01)i; C21D 9/00(2006.01)i; C22C 38/00(2006.01)i; C22C 38/18(2006.01)i; C23C 8/26(2006.01)i; C23C 8/38(2006.01)i; F04C 29/00(2006.01)i FI: F04C18/356 P; F04C29/00 U; C23C8/26; C23C8/38; C21D9/00 A; C22C38/00 301Z; C22C38/00 302Z; C22C38/18; C21D1/06 A</p>																							
<p>B. 調査を行った分野</p> <p>調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））</p> <p>F04C18/356; C21D1/06; C21D9/00; C22C38/00; C22C38/18; C23C8/26; C23C8/38; F04C29/00</p> <p>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</p> <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2024年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2024年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2024年</td> </tr> </table> <p>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）</p>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2024年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2024年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2024年													
日本国実用新案公報	1922 - 1996年																						
日本国公開実用新案公報	1971 - 2024年																						
日本国実用新案登録公報	1996 - 2024年																						
日本国登録実用新案公報	1994 - 2024年																						
<p>C. 関連すると認められる文献</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>引用文献の カテゴリー*</th> <th>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</th> <th>関連する 請求項の番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Y</td> <td>JP 2005-155459 A (三洋電機株式会社) 16.06.2005 (2005 - 06 - 16) 段落0010-0026, 図1-7</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP 2014-222027 A (三菱電機株式会社) 27.11.2014 (2014 - 11 - 27) 段落0024</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP 5-78792 A (日本ピストンリング株式会社) 30.03.1993 (1993 - 03 - 30) 段落0017</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP 2005-16386 A (株式会社リケン) 20.01.2005 (2005 - 01 - 20) 段落0009, 0012</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>WO 2013/051271 A1 (パナソニック株式会社) 11.04.2013 (2013 - 04 - 11) 段落0041</td> <td>3-6, 9-10</td> </tr> <tr> <td>Y</td> <td>JP 2005-48687 A (松下電器産業株式会社) 24.02.2005 (2005 - 02 - 24) 段落0021, 図2</td> <td>10</td> </tr> </tbody> </table> <p><input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</p> <p>* 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 “D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献 “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抵触するものではなく、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</p>			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 2005-155459 A (三洋電機株式会社) 16.06.2005 (2005 - 06 - 16) 段落0010-0026, 図1-7	1-10	Y	JP 2014-222027 A (三菱電機株式会社) 27.11.2014 (2014 - 11 - 27) 段落0024	1-10	Y	JP 5-78792 A (日本ピストンリング株式会社) 30.03.1993 (1993 - 03 - 30) 段落0017	1-10	Y	JP 2005-16386 A (株式会社リケン) 20.01.2005 (2005 - 01 - 20) 段落0009, 0012	1-10	Y	WO 2013/051271 A1 (パナソニック株式会社) 11.04.2013 (2013 - 04 - 11) 段落0041	3-6, 9-10	Y	JP 2005-48687 A (松下電器産業株式会社) 24.02.2005 (2005 - 02 - 24) 段落0021, 図2	10
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 2005-155459 A (三洋電機株式会社) 16.06.2005 (2005 - 06 - 16) 段落0010-0026, 図1-7	1-10																					
Y	JP 2014-222027 A (三菱電機株式会社) 27.11.2014 (2014 - 11 - 27) 段落0024	1-10																					
Y	JP 5-78792 A (日本ピストンリング株式会社) 30.03.1993 (1993 - 03 - 30) 段落0017	1-10																					
Y	JP 2005-16386 A (株式会社リケン) 20.01.2005 (2005 - 01 - 20) 段落0009, 0012	1-10																					
Y	WO 2013/051271 A1 (パナソニック株式会社) 11.04.2013 (2013 - 04 - 11) 段落0041	3-6, 9-10																					
Y	JP 2005-48687 A (松下電器産業株式会社) 24.02.2005 (2005 - 02 - 24) 段落0021, 図2	10																					
<p>国際調査を完了した日</p> <p>29.03.2024</p>	<p>国際調査報告の発送日</p> <p>09.04.2024</p>																						
<p>名称及びあて先</p> <p>日本国特許庁 (ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号</p>	<p>権限のある職員（特許庁審査官）</p> <p>大瀬 円 30 4487</p> <p>電話番号 03-3581-1101 内線 3358</p>																						

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2024/003124

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2005-155459 A	16.06.2005	(ファミリーなし)	
JP 2014-222027 A	27.11.2014	CN 203892190 U 段落0042	
JP 5-78792 A	30.03.1993	(ファミリーなし)	
JP 2005-16386 A	20.01.2005	(ファミリーなし)	
WO 2013/051271 A1	11.04.2013	JP 2014-240702 A 段落0044	
JP 2005-48687 A	24.02.2005	(ファミリーなし)	