

(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11月19日(19.11.2020)



(10) 国際公開番号

WO 2020/230799 A1

(51) 国際特許分類:
F04D 19/04 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2020/019034

(22) 国際出願日: 2020年5月12日(12.05.2020)

(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 2019-092143 2019年5月15日(15.05.2019) JP

(71) 出願人: エドワーズ株式会社 (**EDWARDS JAPAN LIMITED**) [JP/JP]; 〒2768523 千葉県八千代市吉橋 1 0 7 8 番地 1 Chiba (JP).

(72) 発明者: 大立 好伸 (**OHTACHI Yoshinobu**); 〒2768523 千葉県八千代市吉橋 1 0 7 8 番地 1 エドワーズ株式会社内 Chiba (JP). 前島 靖 (**MAEJIMA Yasushi**); 〒2768523 千葉県八千代市吉橋 1 0 7 8 番地 1 エドワーズ株式会社内 Chiba (JP). 高阿田 勉 (**TAKAADA Tsutomu**); 〒2768523 千葉県八千代市吉橋 1 0

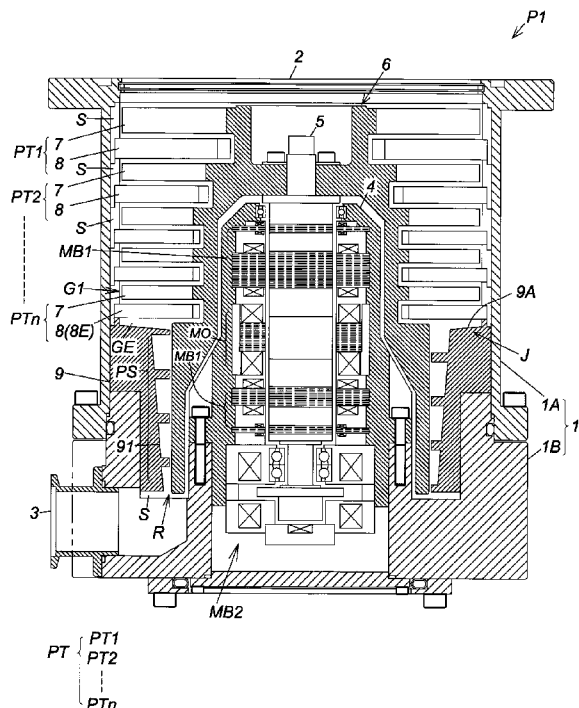
7 8 番地 1 エドワーズ株式会社内 Chiba (JP). 山口 俊樹 (**YAMAGUCHI Toshiki**); 〒2768523 千葉県八千代市吉橋 1 0 7 8 番地 1 エドワーズ株式会社内 Chiba (JP).

(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, 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, 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,

(54) **Title:** VACUUM PUMP, AND FIXED COMPONENT OF SCREW GROOVE PUMP UNIT OF SAME

(54) 発明の名称: 真空ポンプとそのネジ溝ポンプ部の固定部品



(57) **Abstract:** [Problem] To provide a vacuum pump suitable for preventing backflow of particles from the vacuum pump to a vacuum chamber side. [Solution] A vacuum pump P1 is provided with a turbo molecular pump unit PT which vents gas molecules by means of rotating blades 7 and fixed blades 8, and a screw groove pump unit PS which is provided downstream of the turbo molecular pump unit, and which vents the gas molecules by means of a screw groove flow passage R formed by a cylindrical rotating component (cylindrical portion 6) and a cylindrical fixed component (screw groove pump unit stator 9) provided at the outer periphery of the rotating component, wherein a rebound preventing means J for preventing particles rebounding from the screw groove pump unit toward the turbo molecular pump unit is provided downstream of the turbo molecular pump unit.

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：【課題】真空ポンプから真空チャンバ側への粒子の逆流を防止するのに好適な真空ポンプを提供する。【解決手段】真空ポンプP 1は、回転翼7と固定翼8とによりガス分子を排気するターボ分子ポンプ部P Tと、ターボ分子部より下流に設けられるとともに、円筒状の回転部品（円筒部6）とその外周に設けた円筒状の固定部品（ネジ溝ポンプ部ステータ9）とで形成されるネジ溝流路Rによりガス分子を排気するネジ溝ポンプ部P Sと、を備え、ターボ分子ポンプ部より下流には、ネジ溝ポンプ部からターボ分子ポンプ部の方向への粒子の跳ね返りを防止する反跳防止手段Jが設けられる。

明 細 書

発明の名称：真空ポンプとそのネジ溝ポンプ部の固定部品

技術分野

[0001] 本発明は、半導体製造装置、フラット・パネル・ディスプレイ製造装置、ソーラー・パネル製造装置におけるプロセスチャンバ、その他の真空チャンバのガス排気手段として利用される真空ポンプとそのネジ溝ポンプ部の固定部品に関し、特に、真空ポンプから真空チャンバ側への粒子の逆流を防止するのに好適なものである。

背景技術

[0002] ターボ分子ポンプやねじ溝式ポンプなどの真空ポンプは、高真空を必要とする真空チャンバの排気に多用されている。図7は、真空チャンバのガス排気手段として従来の真空ポンプを採用した排気システムの概要図である。

[0003] 図7の排気システムを構成する従来の真空ポンプZは、吸気口2から排気口3までの間に、ターボ分子ポンプ部PTを有し、ターボ分子ポンプ部PTの下流に更にネジ溝ポンプ部PSを有している。

[0004] 従来の真空ポンプZにおける前述のターボ分子ポンプ部PTは、排気段PT1、PTnごとに、放射状に所定間隔で配置された複数の回転翼7と固定翼8とを有し、その回転翼7と固定翼8とでガス分子を排気する構造になっている。

[0005] ところで、図7の排気システムでは、真空チャンバCHや圧力調整バルブBL側から真空ポンプZの方向に粒子が自重で落下してくる場合がある。このように落下してくる粒子は、ターボ分子ポンプ部PTの構造上の隙間を通過して、最終的にはネジ溝ポンプ部ステータ9（固定部品）の上面に衝突し、ネジ溝ポンプ部PSからターボ分子ポンプ部PTの方向に跳ね返る。そして、図7の排気システムでは、そのような跳ね返りによって散乱する一部の粒子Paが、ターボ分子ポンプ部PTの構造上の隙間や吸気口2を通過して、真空チャンバCHの方向に逆流する場合がある。

[0006] 前記のような粒子の跳ね返り方向を制御することにより、真空チャンバCHの方向に逆流する粒子の数を減らす手段として、従来は、ネジ溝ポンプ部PSの固定部品（具体的には、円筒状の回転部品6と対向することでガス分子を排気するためのネジ溝流路Rを形成しているネジ溝ポンプ部ステータ9）の上面9Aを傾斜させるように構成している（特許文献1の段落0019の記載を参照）。

[0007] しかしながら、ネジ溝ポンプ部ステータ（固定部品）上面9Aの表面粗さによる凹凸の高低差に比べて粒子の粒径が例えば 10^{-3} 倍である等、該上面9Aの表面粗さに対して粒子が十分に小さい場合もある。この場合、ネジ溝ポンプ部ステータ（固定部品）上面9Aに衝突した粒子は不規則に反射する。このため、前記のようにネジ溝ポンプ部ステータ（固定部品）上面9Aを傾斜させる従来の構成では、ネジ溝ポンプ部ステータ（固定部品）上面9Aでの粒子の跳ね返り方向を十分に制御することができず、真空チャンバCHの方向に逆流する粒子の数を効果的に減らすことができないという問題点がある。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献1：特許第6414401号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] 本発明は前記問題点を解決するためになされたもので、その目的は、真空ポンプから真空チャンバ側への粒子の逆流を防止するのに好適な真空ポンプを提供することである。

課題を解決するための手段

[0010] 前記目的を達成するために、本発明は、回転翼と固定翼とによりガス分子を排気するターボ分子ポンプ部と、前記ターボ分子部より下流に設けられるとともに、円筒状の回転部品とその外周に設けた円筒状の固定部品とで形成

されるネジ溝流路により前記ガス分子を排気するネジ溝ポンプ部と、を備えた真空ポンプにおいて、前記ターボ分子ポンプ部より下流に、前記ネジ溝ポンプ部から前記ターボ分子ポンプ部の方向への粒子の跳ね返りを防止する反跳防止手段を設けたことを特徴とする。

[0011] 前記本発明において、前記反跳防止手段は、前記ターボ分子ポンプ部と対向している前記固定部品の上面が傾斜し、かつ、平滑になっていることを特徴としてもよい。

[0012] 前記本発明において、前記反跳防止手段は、前記ターボ分子ポンプ部と対向している前記固定部品の上部に凹部を備えた構造であることを特徴としてもよい。

[0013] 前記本発明において、前記凹部は、前記固定部品を貫通する形状になっており、更に、粒子捕捉空間と接続されていることを特徴としてもよい。

[0014] 前記本発明において、前記凹部は、前記回転翼の外端側に設けられる隙間の直下付近に位置することを特徴としてもよい。

[0015] 前記本発明において、前記凹部は、少なくとも一部の面が平滑になっていることを特徴としてもよい。

[0016] また、本発明は、回転翼と固定翼とによりガス分子を排気するターボ分子ポンプ部より下流に設けられるとともに、円筒状の回転部品とでネジ溝流路を形成し前記ガス分子を排気する、真空ポンプのネジ溝ポンプ部の固定部品であって、前記ネジ溝ポンプ部から前記ターボ分子ポンプ部の方向への粒子の跳ね返りを防止する反跳防止手段を備えたことを特徴とする。

[0017] 前記本発明において、『反跳』とは、何かに当たって跳ね返ることを意味する。また『隙間の直下』とは、当該隙間の” まっすぐ下” だけでなく、当該隙間の” すぐ下” という状態を含む。これらのことは上述の実施形態でも同様とする。

発明の効果

[0018] 本発明では、前述の反跳防止手段により、ネジ溝ポンプ部からターボ分子ポンプ部の方向への粒子の跳ね返りが防止されるため、そのような跳ね返り

の粒子が真空ポンプ上流の真空チャンバ側へ逆流する割合が減少する点で、真空ポンプから真空チャンバ側への粒子の逆流を防止するのに好適な真空ポンプを提供し得る。

図面の簡単な説明

[0019] [図1]本発明を適用した真空ポンプの断面図。

[図2]図1の真空ポンプにおけるネジ溝ポンプ部を構成する固定部品の断面図。

[図3]図3(a)はネジ溝ポンプ部ステータ(固定部品)の上面が傾斜していない場合における該上面での跳ね返りによる粒子の理想的な散乱確立の説明図、同図(b)は図1のようにネジ溝ポンプ部ステータ(固定部品)の上面が傾斜している場合における該上面での跳ね返りによる粒子の理想的な散乱確立の説明図。

[図4]反跳防止手段の構成例(その2)を適用した真空ポンプの断面図。

[図5]図5(a)は図4の真空ポンプにおけるネジ溝ポンプ部を構成する固定部品の上面図、図5(b)は同図(a)のA矢視断面図。

[図6]図6(a)(b)(c)は図5(a)に示したB部の詳細図。

[図7]真空チャンバのガス排気手段として従来の真空ポンプを採用した排気システムの概要図。

発明を実施するための最良の形態

[0020] 以下、本発明を実施するための最良の形態について、添付した図面を参照しながら詳細に説明する。

[0021] 図1は、本発明を適用した真空ポンプの断面図、図2は、図1の真空ポンプにおけるネジ溝ポンプ部を構成する固定部品の断面図である。

[0022] 図1を参照すると、同図の真空ポンプP1は、断面筒状の外装ケース1と、外装ケース1内に配置された円筒部6(ロータ)と、円筒部6を回転可能に支持する支持手段と、円筒部6を回転駆動する駆動手段を備えている。

[0023] 外装ケース1は、筒状のポンプケース1Aと有底筒状のポンプベース1Bとをその筒軸方向に締結ボルトで一体に連結した有底円筒形になっており、

ポンプケース 1 A の上端部側は、ガスを吸気するための吸気口 2 として開口し、また、ポンプベース 1 B の下端部側面には、外装ケース 1 外へガスを排気するための排気口 3 を設けてある。

[0024] 吸気口 2 は、図示しない圧力調整バルブを介して、半導体製造装置のプロセスチャンバなどのように高真空となる真空チャンバに接続される。排気口 3 は、図示しない補助ポンプに連通接続される。

[0025] ポンプケース 1 A 内の中央部には各種電装品を内蔵する円筒状のステータコラム 4 が設けられている。図 1 の真空ポンプ P 1 では、ポンプベース 1 B とは別部品としてステータコラム 4 を形成してポンプベース 1 B の内底にネジ止め固定することで、ステータコラム 4 をポンプベース 1 B 上に立設しているが、これとは別の実施形態として、このステータコラム 4 をポンプベース 1 B の内底に一体に立設してもよい。

[0026] ステータコラム 4 の外側には前述の円筒部 6 が設けられている。円筒部 6 は、ポンプケース 1 A 及びポンプベース 1 B に内包され、かつ、ステータコラム 4 の外周を囲む円筒形状になっている。

[0027] ステータコラム 4 の内側には回転軸 5（ロータ軸）が設けられている。回転軸 5 は、その上端部が吸気口 2 の方向を向き、その下端部がポンプベース 1 B の底面の方向を向くように配置してある。また、回転軸 5 は、磁気軸受（具体的には、公知の 2 組のラジアル磁気軸受 MB 1 と 1 組のアキシャル磁気軸受 MB 2）により回転可能に支持されている。さらに、ステータコラム 4 の内側には駆動モータ MO が設けられており、この駆動モータ MO により回転軸 5 はその軸心周りに回転駆動される。

[0028] 回転軸 5 の上端部はステータコラム 4 の円筒上端面から上方に突出し、その突出した回転軸 5 の上端部に対して円筒部 6 の上端側がボルト等の締結手段で一体に取付け固定されている。したがって、円筒部 6 は、回転軸 5 を介して、磁気軸受（ラジアル磁気軸受 MB 1、アキシャル磁気軸受 MB 2）で回転可能に支持されており、また、この支持状態において、駆動モータ MO を起動すると、円筒部 6 は、回転軸 5 と一体にその回転軸心周りに回転する

ことができる。要するに、図1の真空ポンプP1では、回転軸5と磁気軸受が円筒部6を回転可能に支持する支持手段として機能し、また、駆動モータMOが円筒部6を回転駆動する駆動手段として機能する。

[0029] 図1の真空ポンプP1では、先に説明した円筒部6の略中間より上流がターボ分子ポンプ部PTとして機能し、このターボ分子ポンプ部PTの下流側、つまり円筒部6の略中間より下流がネジ溝ポンプ部PSとして機能する。以下、このターボ分子ポンプ部PTとネジ溝ポンプ部PSの構成、排気動作について説明をする。

[0030] 《ターボ分子ポンプ部PTの構成》

円筒部6の略中間より上流の円筒部6外周面には、円筒部6と一体に回転する複数の回転翼7が設けられており、これらの回転翼7は、円筒部6の回転中心軸（具体的には回転軸5の軸心）若しくは外装ケース1の軸心（以下「真空ポンプ軸心」という）を中心として放射状に所定間隔で配置されている。

[0031] 一方、ポンプケース1Aの内周側には複数の固定翼8が設けられており、これらの固定翼8もまた、回転翼7と同じく、真空ポンプ軸心を中心として放射状に所定間隔で配置されている。なお、ポンプケース1Aの内周側には真空ポンプ軸心方向に沿って段積みされた複数のスペーサSが設けられており、これらのスペーサSによって固定翼8は所定位置に位置決め固定されている。

[0032] そして、図1の真空ポンプP1では、前記のように放射状に所定間隔で配置された複数の回転翼7と固定翼8とからなる排気段PT1が真空ポンプ軸心に沿って多段に設けられることによって、ターボ分子ポンプ部PTを構成している。

[0033] つまり、図1の真空ポンプP1のターボ分子ポンプ部PTでは、それぞれの排気段PT1、PT2、…PTnごとに、放射状に所定間隔で配置された複数の回転翼7と固定翼8とを備え、これらによりガス分子を排気するガス排気構造を形成している。

[0034] いずれの回転翼 7 も、円筒部 6 の外径加工部と一体的に切削加工で切り出し形成したブレード状の切削加工品であって、ガス分子の排気に最適な角度で傾斜している。いずれの固定翼 8 もまた、ガス分子の排気に最適な角度で傾斜している。

[0035] 《ターボ分子ポンプ部 P T による排気動作》

駆動モータ M O の起動により、最上段の排気段 P T 1 では、回転軸 5 および円筒部 6 と一体に複数の回転翼 7 が高速で回転し、回転翼 7 の傾斜面（具体的には、回転方向前面でかつ下向き（吸気口 2 から排気口 3 に向かう方向、以降下向きと略する）の傾斜面）によって、吸気口 2 から入射したガス分子に対して下向きかつ接線方向の運動量を付与する。このような運動量を有するガス分子が、固定翼 8 の傾斜面（具体的には、回転翼 7 と回転方向に逆向きの下向きの傾斜面）によって、次の排気段 P T 2 へ送り込まれる。

[0036] そして、次の排気段 P T 2 およびそれ以降の排気段でも、最上段の排気段 P T 1 と同じく、前記のような回転翼 7 によるガス分子への運動量の付与と固定翼 8 によるガス分子の送り込み動作とが行われることで、吸気口 2 付近のガス分子は、円筒部 6 の下流に向かって順次移行するように排気される。

[0037] 《ネジ溝ポンプ部の構成》

ネジ溝ポンプ部 P S は、円筒部 6 の外周側（具体的には、円筒部 6 の略中間より下流の円筒部 6 部分の外周側）にネジ溝流路 R を形成する手段として、ネジ溝ポンプ部ステータ 9（図 2 参照）を有しており、このネジ溝ポンプ部ステータ 9 は、ネジ溝ポンプ部 P S の固定部品として、外装ケース 1 の内側に取付けてある。

[0038] ネジ溝ポンプ部ステータ 9 は、その内周面が円筒部 6 の外周面に対向する円筒形の固定部材であって、円筒部 6 の略中間より下流の円筒部 6 部分を囲むように配置してある。

[0039] また、円筒部 6 の略中間より下流の円筒部 6 部分は、ネジ溝ポンプ部 P S の回転部品として回転する部分であって、ネジ溝ポンプ部ステータ 9 の内側に、所定のギャップを介して挿入・収容されている。

[0040] ネジ溝ポンプ部ステータ 9 の内周部には、深さが下方に向けて小径化したテーパコーン形状に変化するネジ溝 9 1（図 2 参照）を形成してある。このネジ溝 9 1 はネジ溝排気部ステータ 9 の上端から下端にかけて螺旋状に刻設してある。

[0041] 前記のようなネジ溝 9 1 を備えたネジ溝ポンプ部ステータ 9 により、円筒部 6 の外周側には、ガス排気のためのネジ溝流路 R が形成される。なお、図示は省略するが、先に説明したネジ溝 9 1 を円筒部 6 の外周面に形成することで、前記のようなネジ溝流路 R が設けられるように構成してもよい。

[0042] ネジ溝ポンプ部 P S では、ネジ溝 9 1 と円筒部 6 の外周面でのドラッグ効果により、気体を圧縮しながら移送するため、ネジ溝 9 1 の深さは、ネジ溝流路 R の上流入口側（吸気口 2 に近い方の流路開口端）で最も深く、その下流出口側（排気口 3 に近い方の流路開口端）で最も浅くなるように設定してある。

[0043] ネジ溝流路 R の入口（上流開口端）は、最下段の排気段 P T n を構成する固定翼 8 E とネジ溝ポンプ部ステータ 9 との間の隙間（以下「最終隙間 G E」という）に向って開口し、また、同ネジ溝流路 R の出口（下流開口端）は、ポンプ内排気口側流路 S を通じて排気口 3 に連通している。

[0044] ポンプ内排気口側流路 S は、円筒部 6 やネジ溝ポンプ部ステータ 9 の下端部とポンプベース 1 B の内底部との間に所定の隙間（図 1 の真空ポンプ P 1 では、ステータコラム 4 の下部外周を一周する形態の隙間）を設けることによって、ネジ溝流路 R の出口から排気口 3 に至るように形成してある。

[0045] 《ネジ溝ポンプ部 P S における排気動作》

先に説明した複数の排気段 P T 1、P T 2、… P T n の排気動作による移送によって前述の最終隙間 G E に到達したガス分子は、ネジ溝流路 R に移行する。移行したガス分子は、略中間より下流の円筒部 6 の回転によって生じるドラッグ効果によって、遷移流から粘性流に圧縮されながらポンプ内排気口側流路 S に向かって移行する。そして、ポンプ内排気口側流路 S に到達したガス分子は排気口 3 に流入し、図示しない補助ポンプを通じて外装ケース

1の外へ排気される。

[0046] 《粒子の反跳とその反跳防止手段Jの説明》

図7を参照すると、真空チャンバCH内でのケミカルプロセスにより副次的に生成される微粒子状のプロセス副生成物は、真空チャンバCH内を浮遊・拡散し、自重やガス分子による移送効果により真空ポンプP1の吸気口2に向って落下すると想定される。さらに真空チャンバCHの内壁面に付着堆積した堆積物や圧力調整バルブBLに付着堆積した堆積物等も、振動などによって剥がれ落ち、自重により真空ポンプP1の吸気口2に向って落下すると想定される。また、吸気口2に到来した粒子Paは、回転翼7と固定翼8との間の隙間からなるターボ分子ポンプ部PTのガス分子排気流路や、回転翼7の外端とスペーサSとの間に設けられる回転構造上の隙間G1（以下「ターボ分子ポンプ部PTの回転隙間G1」という）を通して、円筒部6の下流、具体的には最終隙間GEの方向に落下する。この落下によって最終隙間GEに到達した粒子Paは、ネジ溝ポンプ部ステータ9（固定部品）の上面に衝突し、ネジ溝ポンプ部PSからターボ分子ポンプ部PTの方向に跳ね返る。このように跳ね返った一部の粒子Paは、回転隙間G1や吸気口2を通して、真空チャンバCHの方向に逆流する場合がある。

[0047] 以上のことから、図1の真空ポンプP1では、粒子の逆流による真空チャンバCHの汚染を防止するため、ターボ分子ポンプ部PTより下流に、ネジ溝ポンプ部PSからターボ分子ポンプ部PTの方向への粒子の跳ね返りを防止する反跳防止手段Jを設けている。

[0048] 《反跳防止手段Jの構成例（その1）》

反跳防止手段Jの具体的な構成例（その1）として、図1の真空ポンプP1では、図2にも示したように、ターボ分子ポンプ部PTと対向しているネジ溝ポンプ部ステータ9（固定部品）の上面9Aが傾斜し、かつ、平滑、具体的には平滑の一例として鏡面となるように構成している。この鏡面は、例えば、ネジ溝ポンプ部ステータ9（固定部品）の上面9Aを研磨等の機械加工によって形成してもよいし、予め鏡面仕上げされた板体をネジ溝ポンプ部

ステータ 9（固定部品）の上面 9 A に設置してもよく、また、これら以外の方法で形成してもよい。

[0049] また、図 1 の真空ポンプ P 1 では、粒子 P a の跳ね返り方向をネジ溝流路 R の方向に傾けることでネジ溝流路 R 側への粒子 P a の移行を促進するために、ネジ溝ポンプ部ステータ 9（固定部品）の上面は、ネジ溝流路 R の上流端に向かって下り勾配の傾斜面となるように構成している。

[0050] 図 3（a）は、ネジ溝ポンプ部ステータ（固定部品）の上面が傾斜していない場合における該上面での跳ね返りによる粒子の理想的な散乱確立の説明図、同図（b）は、図 1 のように、ネジ溝ポンプ部ステータ（固定部品）の上面が傾斜している場合における該上面での跳ね返りによる粒子の理想的な散乱確立の説明図である。

[0051] 図 3（a）および（b）に示したように、粒子力学上、ネジ溝ポンプ部ステータ 9（固定部品）上面 9 A での跳ね返りによる粒子 P a の散乱は、該上面の法線 n と密接な関係があり、法線 n から所定角度 θ 傾いた範囲（以下「粒子の散乱範囲」という）で生じる。

[0052] このため、図 3（b）のようにネジ溝ポンプ部ステータ 9 の（固定部品）上面 9 A が傾斜している場合は、該上面 9 A の法線 n がネジ溝流路 R の上流端に向かって傾いている分、粒子 P a の散乱範囲がネジ溝流路 R の上流端に近くなる、つまり、該上面 9 A で跳ね返る粒子 P a は下向き（ターボ分子ポンプ部 P T とは反対方向）の指向性が強くなることから、ネジ溝流路 R 側への粒子 P a の移行が促進される。

[0053] ところで、ネジ溝ポンプ部ステータ（固定部品）上面 9 A の表面粗さによる凹凸の高低差に比べて粒子の粒径が例えば 10^{-3} 倍である等、該上面の表面粗さに対して粒子が十分に小さい場合は、該上面に衝突した粒子は前述の散乱範囲より広い範囲で不規則に反射するため、ネジ溝ポンプ部ステータ（固定部品）上面 9 A が傾斜している構成だけでは、粒子の反射方向を十分に制御することができず、ネジ溝ポンプ部 P S からターボ分子ポンプ部 P T の方向への粒子の跳ね返りを効果的に防止することができない。

[0054] 以上のことから、図1の真空ポンプP1では、前記のように傾斜したネジ溝ポンプ部ステータ9（固定部品）の上面9Aを鏡面とする、つまり該上面の平滑度を鏡面仕上げの状態まで高めることにより、該上面での粒子の不規則な反射を少なくし、ネジ溝ポンプ部PSからターボ分子ポンプ部PTの方向への粒子の跳ね返りを効果的に防止できるようにしている。

[0055] 最下段の排気段PTnを構成する回転翼7または固定翼8の下面（ネジ溝ポンプ部9のネジ溝ポンプ部ステータ（固定部品）上面9Aと対向する面）の表面粗さに対して粒子が十分に小さい場合は、その回転翼7または固定翼8の下面に衝突した粒子もまた、前述の散乱範囲より広い範囲で不規則に反射する。このため、そのような不規則な反射による粒子の散乱を防止することでネジ溝流路R側への粒子Paの移行を促進する手段として、最下段の排気段PTnを構成する回転翼7または固定翼8の下面を鏡面としてもよい。

[0056] 例えば、鏡面仕上げとしては、JIS規格での仕上げ記号の算術平均粗さRaが3.2以下となるような仕上げ加工が挙げられるが、これに限定はしない。より好ましくは、算術平均粗さRaが1.60以下の仕上げ加工とする。

[0057] 《反跳防止手段Jの構成例（その2）》

図4は、反跳防止手段の構成例（その2）を適用した真空ポンプP2の断面図、図5（a）は図4の真空ポンプにおけるネジ溝ポンプ部を構成する固定部品の断面図、図5（b）は同図（a）のA矢視断面図である。

[0058] 図4の真空ポンプP2の基本的な構成は、先に説明した図1の真空ポンプP1と共通であるため、図4の真空ポンプP2では図1の真空ポンプP1と同一の部材に同一の符号を付し、その詳細説明は省略する。

[0059] 反跳防止手段Jの構成例（その2）として、図4の真空ポンプP2では、ターボ分子ポンプ部PTと対向しているネジ溝ポンプ部ステータ9（固定部品）の上部に、凹部J1（図5（a）（b）を参照）を備えている。この凹部J1は、ネジ溝ポンプ部ステータ（固定部品）上面9A付近の粒子を捕捉する空間として機能する。また、図5（a）（b）を参照すると、同図の真

空ポンプ P 2 では凹部 J 1 を複数設けている。

[0060] ところで、吸気口 2 に到来した粒子 P a の数が増大すると、それに応じて、ネジ溝ポンプ部ステータ 9（固定部品）上面付近における粒子の数も増大し、ネジ溝ポンプ部ステータ 9（固定部品）上面付近では、粒子同士の衝突による粒子の散乱が生じ易く、ターボ分子ポンプ部 P T の方向へ跳ね返る粒子の数が増えるものと想定される。

[0061] 図 4 の真空ポンプ 1 では、前述のように吸気口 2 に到来した粒子 P a の数が増大した場合でも、ネジ溝ポンプ部ステータ 9（固定部品）上面付近における一部の粒子が凹部 J 1 に入り込んで該凹部 J 1 で捕捉されることから、前記のような粒子同士の衝突による粒子の散乱が減少し、その結果、ターボ分子ポンプ部 P T の方向へ跳ね返る粒子の数は減る。

[0062] 前記凹部 J 1 の具体的な構成例として、図 4 の真空ポンプ P 2 では、かかる凹部 J 1 はネジ溝ポンプ部ステータ 9（固定部品）を貫通する形状となるように構成している。つまり、当該凹部 J 1 はその底が抜けて該凹部 J 1 とは別の粒子捕捉空間 J 2 に連通し接続された構造になっている。

[0063] また、前記凹部 J 1 は少なくともその一部の面が平滑になっていてもよい。前記凹部 J 1 が貫通しない形状、つまり凹部 J 1 が側面と底面によって構成される場合において、例えば当該凹部 J 1 の側面を鏡面仕上げ等によって平滑なものとし、それに比べて当該凹部 J 1 の底面の粗さを悪くした場合は、底面での粒子の捕捉効果や運動エネルギーの低減効果を高めることができる。

[0064] さらに、上述のように前記凹部 J 1 が貫通する形状になっている場合において、その凹部 J 1 の側面を鏡面仕上げ等によって平滑なものとし場合は、粒子捕捉空間 J 2 への粒子の移行をスムーズにできる。

[0065] 前記粒子捕捉空間 J 2 の具体的な構成例として、図 4 の真空ポンプ P 2 では、ポンプベース 1 B の上部とネジ溝ポンプ部ステータ 9（固定部品）との間に所定のギャップを設けることで、ポンプベース 1 B の上面とポンプケース 1 A の内面とネジ溝ポンプ部ステータ 9（固定部品）の外面とで囲まれた

空間を粒子捕捉空間 J 2 として採用しているが、これに限定されることはない。

[0066] 前記粒子捕捉空間 J 2 を備えた構成の場合、凹部 J 1 に入り込んだ粒子は、更に粒子捕捉空間 J 2 に入り込み、粒子捕捉空間 J 2 でも捕捉されることから、凹部 J 1 においての粒子同士の衝突がし難くなる点で、当該凹部 J 1 の効果すなわち粒子の捕捉と、それによるターボ分子ポンプ部 P T 方向への跳ね返り粒子数の減少という作用効果を長期に亘って維持することができる。

[0067] また、前記凹部 J 1 の具体的な構成例として、図 4 の真空ポンプ P 2 では、かかる凹部 J 1 は回転翼 7 の外端側に設けられる隙間、すなわちターボ分子ポンプ部 P T の回転隙間 G 1 の直下付近に位置するように構成している。

[0068] ネジ溝ポンプ部ステータ 9（固定部品）上面付近の粒子はターボ分子ポンプ部 P T の回転隙間 G 1 から落下してくるものが多いため、図 4 の真空ポンプ P 2 のように、その回転隙間 G 1 の直下付近に凹部 J 1 が位置するように構成することで、効率よく凹部 J 1 で粒子を捕捉することが可能となり、ターボ分子ポンプ部 P T 方向への跳ね返り粒子数の更なる減少という作用効果が期待できる。

[0069] また、回転隙間 G 1 の直下付近に凹部 J 1 があることで、ネジ溝ポンプ部ステータ（固定部品）上面 9 A に対する跳ね返りに寄与する面積が少なくなるだけでなく、ターボ分子ポンプ部 P T の回転隙間 G 1 を介して吸気口 2 側への跳ね返っていく粒子が多く存在すると思われる回転隙間 G 1 の直下付近の上面が減少する為、ターボ分子ポンプ部 P T 方向への跳ね返り粒子数の更なる減少という作用効果も期待できる。

[0070] 以上説明した凹部の断面形状やその数や配置構成等については、必要に応じて適宜変更することができる。例えば、凹部 J 1 の断面形状としては、図 6（a）のような角穴の断面形状、同図（b）のような長孔の断面形状、または同図（c）のような丸穴の断面形状を採用することができる。凹部 J 1 の数は、図 5（a）の例に限定されることはなく、必要に応じて適宜増減す

ることができる。また、凹部 J 1 の配置構成も、図 5 (a) の例に限定されることはなく、必要に応じて適宜変更することができる。

[0071] 《作用効果》

以上説明した実施形態の真空ポンプ P 1、P 2 では、反跳防止手段 J により、ネジ溝ポンプ部 P S からターボ分子ポンプ部 P T の方向への粒子の跳ね返りが防止されるため、そのような跳ね返りの粒子が真空ポンプ P 1、P 2 上流の真空チャンバ側へ逆流する割合が減少する点で、真空ポンプ P 1、P 2 から真空チャンバ側への粒子の逆流を防止するのに好適である。

[0072] 本発明は、以上説明した実施形態に限定されるものではなく、本発明の技術的思想内で当分野において通常の知識を有する者により多くの変形が可能である。

[0073] 例えば、前述の《反跳防止手段の構成例（その 1）》と《反跳防止手段の構成例（その 2）》は、必要に応じて適宜組み合わせて採用してもよい。

符号の説明

[0074] 1 外装ケース

1 A ポンプケース

1 B ポンプベース

2 吸気口

3 排気口

4 ステータコラム

5 回転軸

6 円筒部（回転部品）

6 1 凹部

6 2 凸部

7 回転翼

8 固定翼

9 ネジ溝ポンプ部ステータ（ネジ溝ポンプ部の固定部品）

9 A ネジ溝ポンプ部ステータ（ネジ溝ポンプ部の固定部品）の上面

9 1 ネジ溝
B L 圧力調整バルブ
C H 真空チャンバ
G 1 ターボ分子ポンプ部の回転隙間
G E 最終隙間
J 反跳防止手段
J 1 凹部
J 2 粒子捕捉空間
M B 1 ラジアル磁気軸受
M B 2 アキシャル磁気軸受
M O 駆動モータ
P 1、P 2 真空ポンプ
P a 微粒子
P S ネジ溝ポンプ部
P T ターボ分子ポンプ部
P T 1 最上段の排気段
P T n 最下段の排気段
R ネジ溝流路
S ポンプ内排気口側流路
Z 従来の真空ポンプ

請求の範囲

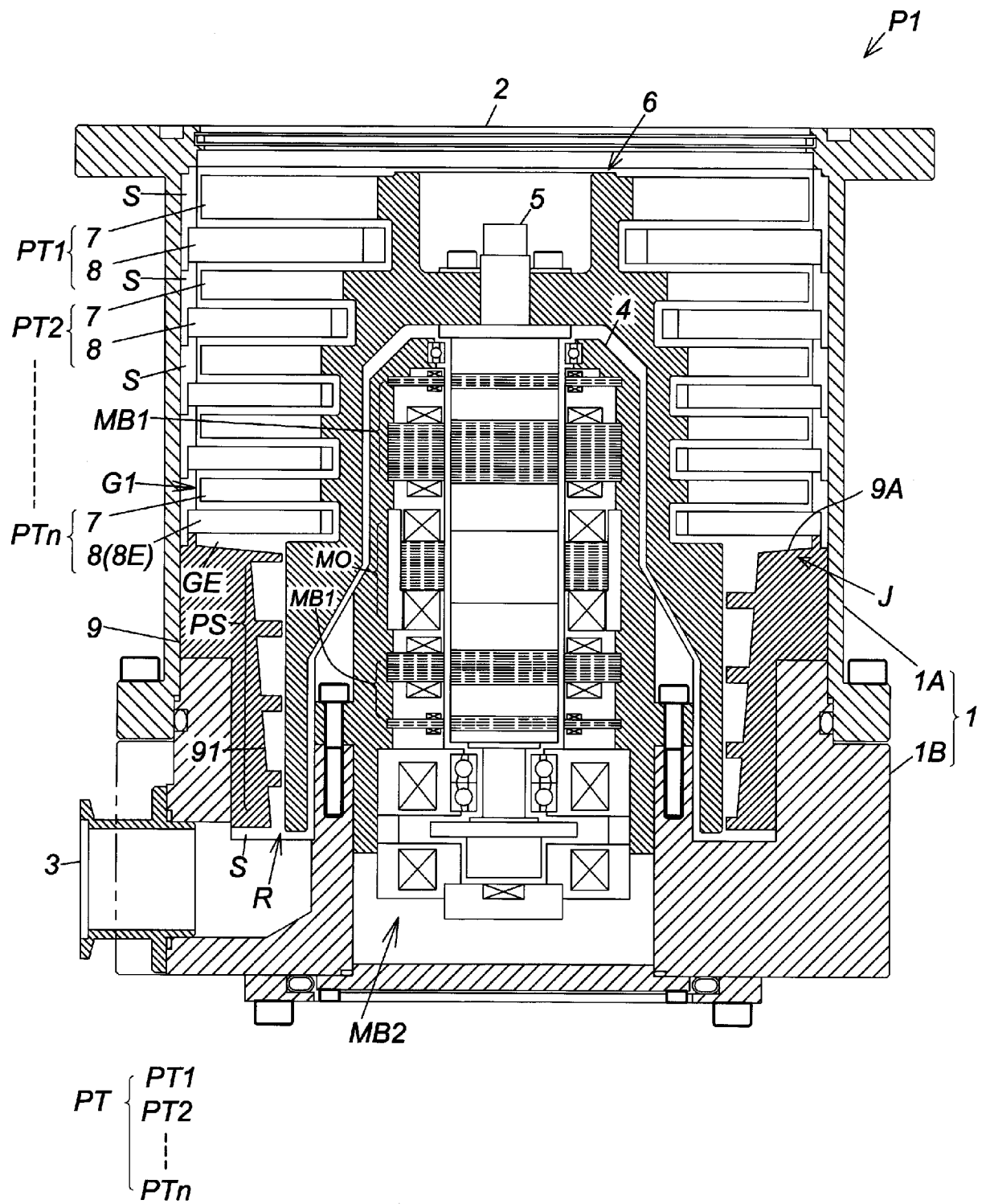
- [請求項1] 回転翼と固定翼とによりガス分子を排気するターボ分子ポンプ部と、
- 、
- 前記ターボ分子部より下流に設けられるとともに、円筒状の回転部品とその外周に設けた円筒状の固定部品とで形成されるネジ溝流路により前記ガス分子を排気するネジ溝ポンプ部と、を備えた真空ポンプにおいて、
- 前記ターボ分子ポンプ部より下流に、前記ネジ溝ポンプ部から前記ターボ分子ポンプ部の方向への粒子の跳ね返りを防止する反跳防止手段を設けたこと
- を特徴とする真空ポンプ。
- [請求項2] 前記反跳防止手段は、前記ターボ分子ポンプ部と対向している前記固定部品の上面が傾斜し、かつ、平滑になっていること
- を特徴とする請求項1に記載の真空ポンプ。
- [請求項3] 前記反跳防止手段は、前記ターボ分子ポンプ部と対向している前記固定部品の上部に凹部を備えた構造であること
- を特徴とする請求項1に記載の真空ポンプ。
- [請求項4] 前記凹部は、前記固定部品を貫通する形状になっており、更に、粒子捕捉空間と接続されていること
- を特徴とする請求項3に記載の真空ポンプ。
- [請求項5] 前記凹部は、前記回転翼の外端側に設けられる隙間の直下付近に位置すること
- を特徴とする請求項3から4のいずれか1項に記載の真空ポンプ。
- [請求項6] 前記凹部は、少なくとも一部の面が平滑になっていること
- を特徴とする請求項3から5のいずれか1項に記載の真空ポンプ。
- [請求項7] 回転翼と固定翼とによりガス分子を排気するターボ分子ポンプ部より下流に設けられるとともに、円筒状の回転部品とでネジ溝流路を形成し前記ガス分子を排気する、真空ポンプのネジ溝ポンプ部の固定部

品であって、

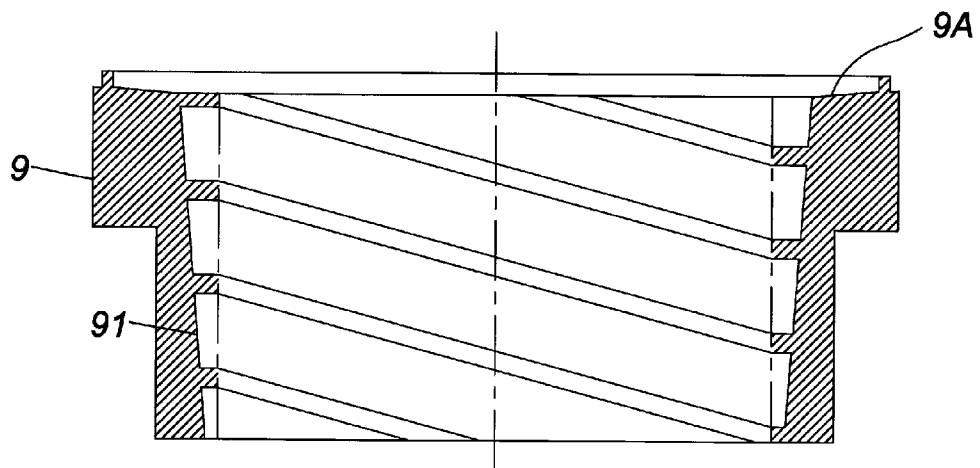
前記ネジ溝ポンプ部から前記ターボ分子ポンプ部の方向への粒子の
跳ね返りを防止する反跳防止手段を備えたこと

を特徴とする真空ポンプのネジ溝ポンプ部の固定部品。

[図1]

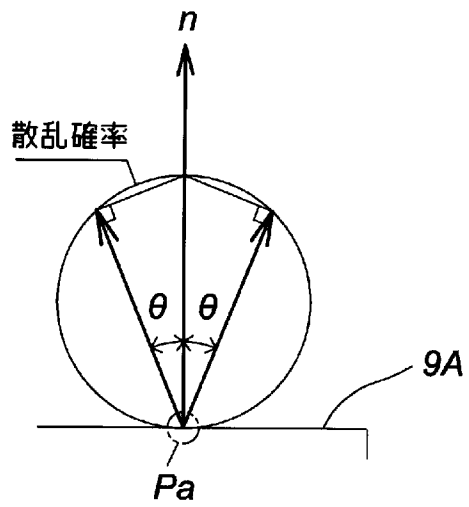


[図2]

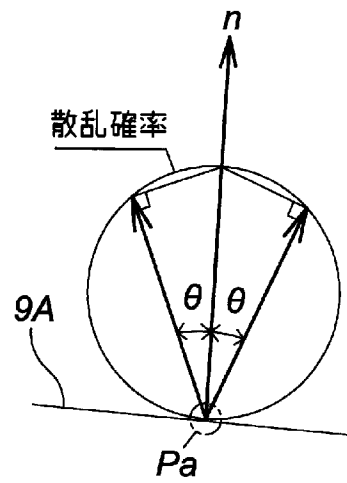


[図3]

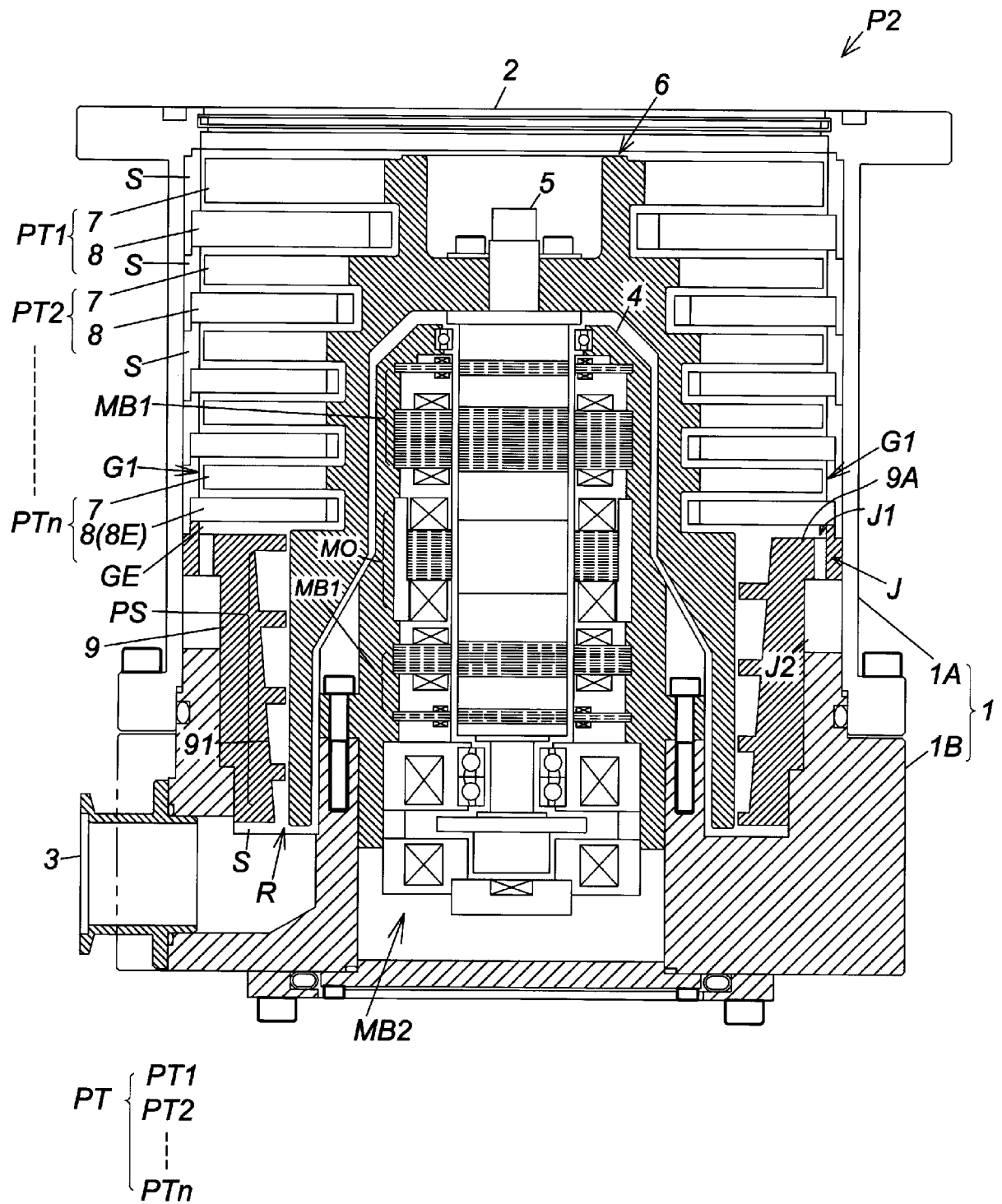
(a)



(b)

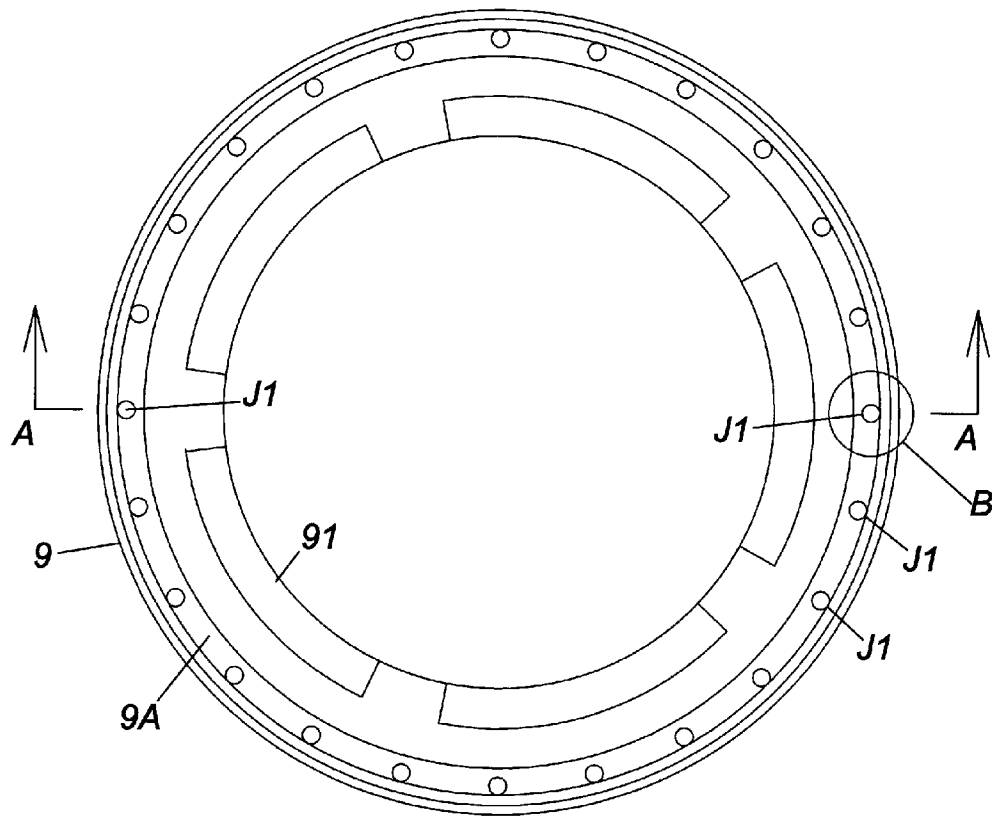


[図4]

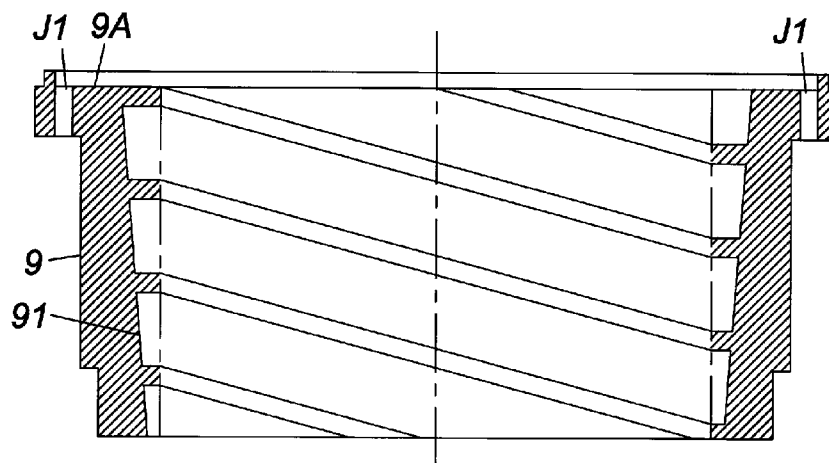


[図5]

(a)

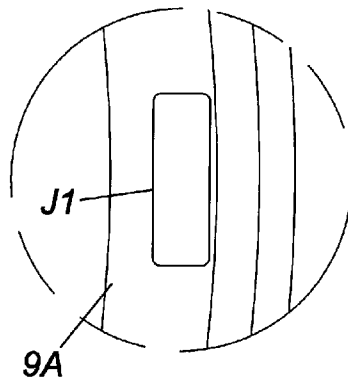


(b)

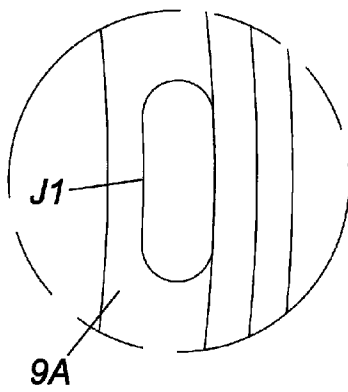


[図6]

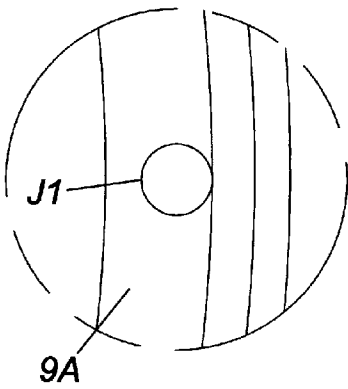
(a)



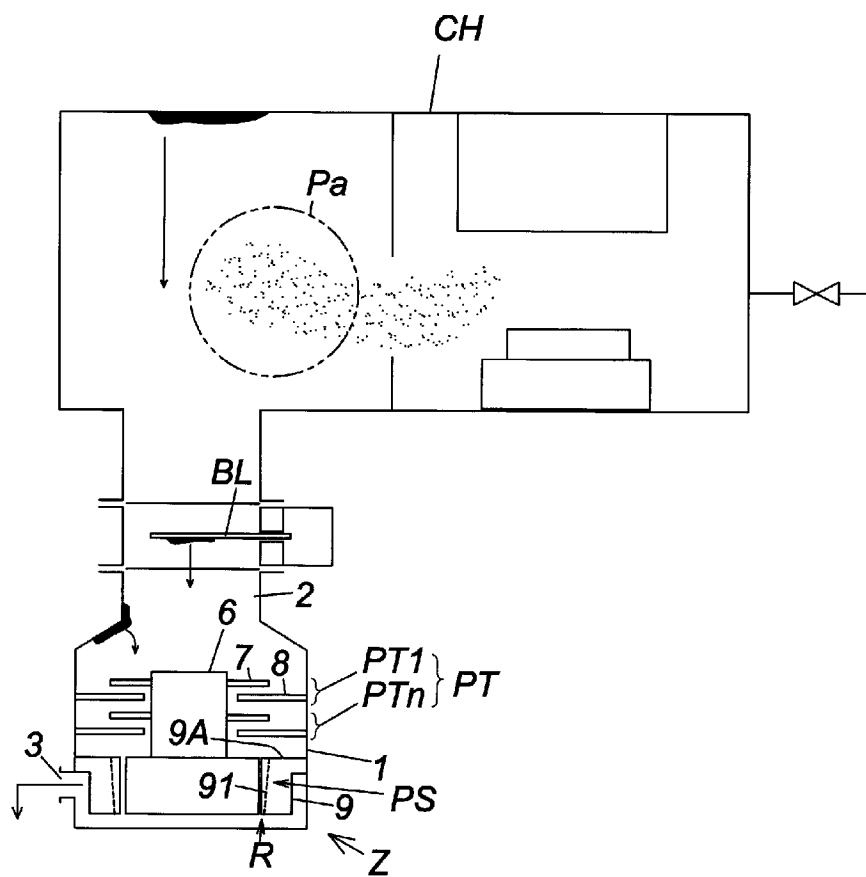
(b)



(c)



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/019034

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F04D 19/04 (2006.01) i

FI: F04D19/04 C; F04D19/04 G

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)

F04D19/04

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	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

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.
X	WO 2009/153874 A1 (SHIMADZU CORPORATION) 23.12.2009 (2009-12-23) paragraphs [0020]-[0021] [0027], fig. 1-5	1-2, 7
X A	WO 2011/070856 A1 (EDWARDS LIMITED) 16.06.2011 (2011-06-16) paragraph [0065], fig. 1, 10	1, 3, 5-7 4
X A	JP 2006-144590 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 08.06.2006 (2006-06-08) paragraphs [0029]- [0030], [0046], fig. 1-3	1, 7 3-6
A	JP 2018-178733 A (SHIMADZU CORPORATION) 15.11.2018 (2018-11-15) paragraph [0015], fig. 1-2, 7	1-7
A	JP 2004-76708 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 11.03.2004 (2004-03-11) paragraph [0025], fig. 1-2	1, 3-7



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

17 July 2020 (17.07.2020)

Date of mailing of the international search report

28 July 2020 (28.07.2020)

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
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/019034

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
WO 2009/153874 A1	23 Dec. 2009	(Family: none)	
WO 2011/070856 A1	16 Jun. 2011	CN 102667169 A paragraph [0090], fig. 1, 10 KR 10-2012-0115204 A	
JP 2006-144590 A	08 Jun. 2006	(Family: none)	
JP 2018-178733 A	15 Nov. 2018	US 2018/0283386 A1 paragraphs [0036]- [0037], fig. 1-2, 7 CN 108691787 A	
JP 2004-76708 A	11 Mar. 2004	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） F04D 19/04(2006.01)i FI: F04D19/04 C; F04D19/04 G		
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）） F04D19/04		
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 1971-2020年 日本国実用新案登録公報 1996-2020年 日本国登録実用新案公報 1994-2020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
X	WO 2009/153874 A1（株式会社島津製作所）23.12.2009（2009-12-23） 段落 [0020] - [0021] [0027], 図1-5	1-2, 7
X	WO 2011/070856 A1（エドワーズ株式会社）16.06.2011（2011-06-16） 段落 [0065], 図1, 10	1, 3, 5-7
A		4
X	JP 2006-144590 A（三菱重工業株式会社）08.06.2006（2006-06-08） 段落 [0029] - [0030] [0046], 図1-3	1, 7
A		3-6
A	JP 2018-178733 A（株式会社島津製作所）15.11.2018（2018-11-15） 段落 [0015], 図1-2, 7	1-7
A	JP 2004-76708 A（三菱重工業株式会社）11.03.2004（2004-03-11） 段落 [0025], 図1-2	1, 3-7
☐ 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		
国際調査を完了した日 17.07.2020		国際調査報告の発送日 28.07.2020
名称及びあて先 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		権限のある職員（特許庁審査官） 田谷 宗隆 30 3518 電話番号 03-3581-1101 内線 3358

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/JP2020/019034

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO	2009/153874	A1	23.12.2009	(ファミリーなし)	
WO	2011/070856	A1	16.06.2011	CN 102667169 A	
				段落 [0090] , 図1, 10	
				KR 10-2012-0115204 A	
JP	2006-144590	A	08.06.2006	(ファミリーなし)	
JP	2018-178733	A	15.11.2018	US 2018/0283386 A1	
				段落 [0036] - [0037] , 図1-2, 7	
				CN 108691787 A	
JP	2004-76708	A	11.03.2004	(ファミリーなし)	