

(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
2015年6月11日(11.06.2015)



(10) 国際公開番号

WO 2015/083195 A1

- (51) 国際特許分類:
F04C 18/16 (2006.01) F04C 29/00 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2013/007063
- (22) 国際出願日: 2013年12月2日(02.12.2013)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 株式会社飯塚鉄工所 (IIZUKA & CO., LTD.) [JP/JP]; 〒9450812 新潟県柏崎市半田三丁目15番16号 Niigata (JP). 国立大学法人東北大学 (TOHOKU UNIVERSITY) [JP/JP]; 〒9808577 宮城県仙台市青葉区片平二丁目1番1号 Miyagi (JP).
- (72) 発明者: 飯塚 肇 (IIZUKA, Hajime); 〒9450812 新潟県柏崎市半田三丁目15番16号 Niigata (JP). 川端 洋成 (KAWABATA, Yosei); 〒9808577 宮城県仙台市青葉区片平二丁目1番1号 国立大学法人東北大学内 Miyagi (JP). 大見 忠弘 (OHMI, Tadahiro); 〒9808577 宮城県仙台市青葉区片平二丁目1番1号 国立大学法人東北大学内 Miyagi (JP).

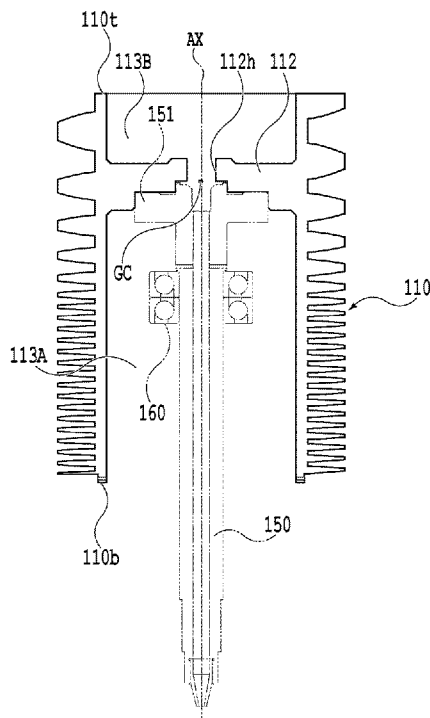
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, 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, 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, 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:

— 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: SCREW VACUUM PUMP

(54) 発明の名称: スクリュー真空ポンプ



(57) Abstract: Provided is a screw vacuum pump that has a higher exhaust velocity by achieving high-speed rotation of a screw rotor. A bearing (160) that rotatably supports a rotary shaft (150A) with a male rotor (110) coupled thereto is disposed in a hollow portion (113A) of the male rotor (110). The coupling portion between the male rotor (110) and the rotary shaft (150A) is located substantially at the center of gravity (GC) of the male rotor (110) in the hollow portion (113A) in a rotation axis (AX) direction.

(57) 要約: スクリューロータの高速回転化を実現して排気速度が高められたスクリュー真空ポンプを提供する。雄ロータ(110)が連結された回転シャフト(150A)を回転自在に支持する軸受(160)が、雄ロータ(110)の中空部(113A)内に配置され、雄ロータ(110)と回転シャフト(150A)との連結部は、回転軸線(AX)方向において、中空部(113A)内の雄ロータ(110)の略重心(GC)の位置に配置されている。

WO 2015/083195 A1

明 細 書

発明の名称：スクリー真空ポンプ

技術分野

[0001] 本発明は、スクリー真空ポンプに関する。

背景技術

[0002] 一般的には、半導体デバイス、液晶や有機EL等を使用する表示デバイス、太陽電池デバイス等の機能デバイスを製造する製造装置や生産システムにおいては、ポンプ性能による適用範囲の限度から多種多様のポンプが数多く使用される。これに対して、例えば、特許文献1～3に開示されたようなタイプのスクリー真空ポンプは、分子流域から粘性流域まで広範囲の排気が可能で排気性能が排気ガス種に依存しない。このため、ガス種毎にポンプを替える、圧力条件の変化に対応してポンプを据え代る、複数の排出箇所を有する生産システムにおける排出箇所毎に適したポンプを用意する、といった煩雑さを招くこともない。排気速度に依存しなければ同一種のポンプを使用すればよく、いちいち排気箇所毎にポンプを選定する煩わしさは生じない。仮に、上記タイプのポンプにおいて低コスト化が実現して商業化されれば、その普及度は著しいものになり、産業の発展に大いに貢献することが容易に予想される。

先行技術文献

特許文献

- [0003] 特許文献1：国際公開W02011／148797
特許文献2：国際公開W02012／004181
特許文献3：特開2004－263629号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0004] 上記タイプのポンプでは、できるだけ高速にスクリーロータを回転させることができれば、ポンプを小型化しつつ高排気速度化を実現できる。スク

リューロータの回転を高速化すると、数千rpm～一万rpmのような目標回転数に達する前に、スクリーロータに許容できない振動が発生してしまう。

[0005] 本発明の目的の一つは、スクリーロータの高速回転化を実現して排気速度が高められたスクリー真空ポンプを提供することにある。

本発明のもう一つの目的は、高速運転に於いて振動が発生しても許容範囲内の振動に留めることが可能で静粛安定運転に優れたスクリー真空ポンプを提供することにある。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の第1の観点のスクリー真空ポンプは、互いに噛み合うスクリー歯を有する雄ロータおよび雌ロータを有し、

前記雄ロータ及び雌ロータのスクリー歯部は、回転軸線方向の上端側に形成された不等リード不等傾斜角スクリー部と、回転軸線方向の下端側に形成された前記不等リード不等傾斜角スクリー部に連続する等リードスクリー部とを有し、

前記雄ロータおよび雌ロータの少なくとも一方のロータは、回転軸線方向の上端面および下端面で開口する中空部を有し、

前記少なくとも一方のロータに連結されるとともに前記中空部に少なくとも一部が収容された回転シャフトを有し、

前記中空部内に収容され、前記回転シャフトを回転自在に支持する軸受を有し、

前記少なくとも一方のロータと前記回転シャフトとの連結部は、回転軸線方向において、前記少なくとも一方のロータの重心の位置付近に配置されている、ことを特徴とする。

[0007] 本発明の第2の観点のスクリー真空ポンプは、互いに噛み合うスクリー歯を有する雄ロータおよび雌ロータを有し、

前記雄ロータおよび雌ロータの少なくとも一方のロータは、回転軸線方向の上端面および下端面で開口する中空部を有し、

前記少なくとも一方のロータに連結されるとともに前記中空部に少なくとも一部が収容された回転シャフトを有し、

前記中空部内に収容され、前記回転シャフトを回転自在に支持する軸受を有し、

前記少なくとも一方のロータと前記回転シャフトとの連結部は、前記少なくとも一方のロータの上端部および下端部から離れた前記中空部内に配置されている、ことを特徴とする。

[0008] 本発明の第3の観点のスクリー真空ポンプは、互いに噛み合うスクリー歯を有する雄ロータおよび雌ロータを有し、

前記雄ロータ及び雌ロータのスクリー歯部は、不等リード不等傾斜角スクリー部と、前記不等リード不等傾斜角スクリー部に連続する等リードスクリー部とを有し、

気体の吸気口及び吐出口を備えるとともに前記雄ロータおよび雌ロータを収容するステータを有し、

前記雄ロータおよび雌ロータの少なくとも一方のロータは、回転軸線方向の下端面で開口する中空部を有し、

前記少なくとも一方のロータに連結されるとともに前記中空部に少なくとも一部が収容された回転シャフトを有し、

前記中空部内に収容され、前記回転シャフトを回転自在に支持する軸受を有し、

前記少なくとも一方のロータは、前記少なくとも一方のロータ回転バランスを調整するための質量を取り付けるための複数のマス取付け部を有し、

前記ステータは、当該ステータの外部から前記複数のマス取付け部にアクセス可能に形成されている、ことを特徴とする。

発明の効果

[0009] 本発明によれば、高速回転により生じる振動を抑制でき、高速回転化されて排気速度が高められたスクリー真空ポンプが提供される。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]本発明の一実施形態に係るガス排気ポンプの断面図。

[図2]本発明の一実施形態に係る雄ロータと回転シャフトとの連結位置を示す模式図。

[図3]従来のロータと回転シャフトとの連結位置を示す模式図。

[図4]従来のロータにおいて発生する一次共振を示す図。

[図5A]図1のガス排気ポンプの雄ロータの上端側から見た外観斜視図。

[図5B]図1のガス排気ポンプの雄ロータの下端側から見た外観斜視図。

[図6]マス取付け部へのアクセス方法を説明するための断面図。

[図7]軸封装置および軸受周辺の構造を示す断面図。

[図8]オイル量調整リングの構造を示す斜視図。

[図9A]サポート部材の上面図。

[図9B]サポート部材の断面図。

[図10]モータステータの外観斜視図。

[図11]オイル循環システムのオイル流通経路を示す断面図。

[図12]オイル循環システムの他の実施形態を示す断面図。

[図13]図12のオイルタンクにおけるオイルの冷却経路の一例を示す模式図。

[図14]オイル循環システムのさらに他の実施形態を示す断面図。

発明を実施するための形態

[0011] 以下に添付図面を参照しながら、本発明の実施形態について詳細に説明する。なお、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能構成を有する構成要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。

[0012] 第1実施形態

図1～図11を参照して、本発明の第1の実施形態に係るスクリー真空ポンプについて説明する。まず、スクリー真空ポンプの基本構成について説明する。スクリー真空ポンプ100は、図1に示すように、噛み合い隙間を保ちつつ相互に噛み合った状態で配置されて逆方向に同期して回転する一対の雄ロータ110及び雌ロータ120と、雄ロータ110及び雌ロータ

１２０を収納するステータ１３０と、雌雄のロータ１１０、１２０にそれぞれ連結された回転シャフト１５０Ａ、１５０Ｂと、回転シャフト１５０Ａに一体的に設けられた駆動モータ１４０と、回転シャフト１５０Ａを回転自在に支持する軸受ベアリング１６０、１６１、１６２と、回転シャフト１５０Ａ、１５０Ｂの下端部に取り付けられた一对の同期ギア１７０Ａ、１７０Ｂと、ステータ１３０の下方に設けられてオイルＯＬを収容するオイルリザーバ３００と、回転シャフト１５０Ａ、１５０Ｂの下端部に設けられて回転シャフト１５０Ａ、１５０Ｂの回転を利用して遠心力によりオイルリザーバ３００内のオイルＯＬを押し上げるための押上げヘッド１８０と、オイルリザーバ３００に収容されたオイルＯＬを水冷式で冷却する冷却装置１９０と、軸受１６０の上方に配置された軸封装置２３０と、軸封装置２３０を支持するサポート部材２００と、を備える。

[0013] 図１において、雌ロータ１２０内の構造の詳細が省略されているが、雌ロータ１２０側にも、雄ロータ１１０と同様に軸受が設けられており、回転シャフト１５０Ｂは回転自在に支持されており、雄ロータ１１０側と同様の軸封装置、サポート部材等を備えているが、駆動モータは設けられていない。なお、本発明はこれに限定されるわけではなく、雌ロータ側の回転シャフト１５０Ｂに駆動モータを一体的に設けてもよいし（この場合には、例えば、インバータを用いて同期するように回転制御される。）、また、雌ロータ側の軸封装置、サポート部材等の構成を雄ロータ１１０側と異ならせることも可能である。

[0014] ステータ１３０は、ステンレス鋼等の金属で形成され、図１に示すように、雄ロータ１１０及び雌ロータ１２０を収納する本体部１３１と、本体部１３１の下端部に固定されるとともに排気口１３６が形成されたベース部１３２と、本体部１３１の上端側を覆うエンドプレート１３３と、エンドプレート１３３に固定されて吸気口１３５を画定する吸気口部１３４とを有する。

[0015] ステータ１３０と雄ロータ１１０と雌ロータ１２０とは、協働して、ガスを移送圧縮する気体作動室を形成する。雄ロータ１１０及び雌ロータ１２０

は、噛み合い隙間を保ちつつ相互に噛み合うスクリー歯 111、121 を外周側にそれぞれ有している。これら雄ロータ 110 及び雌ロータ 120 のスクリー歯 111、121 は、吸気口 135 側に配置されて、ガスを移送圧縮する不等リード不等傾斜角スクリー部（以下、不等リードスクリー部という）111a、121a と、不等リードスクリー部 111a、121a に連続し、ガスを移送する等リードスクリー部 111b、121b とを有している。等リードスクリー部 111b、121b は、等リード等傾斜角で形成されて、直線の歯筋を有している。不等リードスクリー部 111a、121a は、吸気口 135 側から排気口 136 側に向けてリードおよび傾斜角（リード角）が徐々に小さくなるように形成されて、曲線の歯筋を有している。この不等リードスクリー部 111a、121a では、リード角が雄ロータ 110 及び雌ロータ 120 の回転角にしたがって変化し、雄ロータ 110 及び雌ロータ 120 とステータ 130 により形成される気体作動室の 1 リード間の容積が吸気口 135 側から排気口 136 側に向けて連続的に減少することで、ガスの移送圧縮が行われる。

[0016] 回転シャフト 150A は、ステンレス鋼等の金属で形成され、上端部側を、軸受 160 を介してサポート部材 200 により回転自在に支持され、雄ロータ 110 と同軸状に連結されている。サポート部材 200 の構造については後述する。回転シャフト 150A の下端部側には、軸受 161 および 162 が設けられており、軸受 161 は第 1 軸受ホルダ 137、軸受 162 は第 2 軸受ホルダ 138 により保持されている。第 1 軸受ホルダ 137 は、サポート部材 200 の下端部に固定され、第 2 軸受ホルダ 138 は、ベース部 132 に固定されている。

[0017] 軸受 160 は、アンギュラー玉軸受であり、雄ロータ 110 および回転シャフト 150A の荷重の大部分を支持している。軸受 161、162 もアンギュラー玉軸受であるが、これらは、主に、雄ロータ 110 の高速回転中に発生する可能性のある回転シャフト 150A の振れを抑制するために設けられている。なお、軸受 160～162 の潤滑については後述する。

[0018] 駆動モータ１４０は、回転シャフト１５０Ａの軸受１６０と１６１の間に固定されたモータロータ１４１と、所定のギャップ１４３が形成されるようにモータロータ１４１の周囲に配置されかつサポート部材２２０に固定されたステータ１４２を有し、ポンプの外部から交流電力を受けることにより駆動される。

[0019] 振動抑制構造

ここで、雌雄のロータの高速回転時に発生する振動の抑制のための構造について説明する。図３は、従来の雄ロータと回転シャフトの関係を示す模式図である。図３に示すロータ５１０は、外周側のスクリー歯については雄ロータ１１０と同じであるが、上端部５１０ｔに回転シャフト５５０との連結部５１２が形成され、回転軸線方向の下端面で開口する中空部５１１を有し、回転シャフト５５０の一部および回転シャフト５５０を回転自在に支持する軸受５６０が中空部５１１に収容されている。

[0020] このロータ５１０を高速回転させると、７０００ｒｐｍ近辺に１次の共振点が存在し、図４に示すような振動が発生することが判明した。この振動の変形モードは、拘束部である軸受５６０を基点とする軸曲げ変形である。

[0021] 本発明では、ロータの共振周波数を高めるために、図２に示す構造を採用している。図２に示すように、雄ロータ１１０は、回転軸線ＡＸ方向の下端面１１０ｂで開口する下側中空部１１３Ａと上端面１１０ｔで開口する上側中空部１１３Ｂを有し、下側中空部１１３Ａと上側中空部１１３Ｂとは、連結部１１２に形成された貫通孔１１２ｈを介して連通している。連結部１１２は、回転シャフトの上端部に形成されたフランジ部１５１に連結される。この連結部１１２は、雄ロータ１１０の上端面１１０ｔおよび下端面１１０ｂから離れた位置に配置されており、連結部１１２の回転軸線ＡＸ方向は、雄ロータ１１０の重心ＧＣの付近に位置する。このように、回転シャフト１５０と雄ロータ１１０との連結位置を雄ロータ１１０の重心ＧＣの位置に移動させ、拘束部である軸受１６０と回転シャフト１５０および雄ロータ１１０との連結部との距離を従来と比べて短縮化することで、雄ロータ１１０の

共振周波数を高めることができることがわかった。具体的には、雄ロータ 110 の 1 次の共振点を 10000 rpm 超に高めることができた。また、回転シャフト 150 と雄ロータ 110 との連結位置を雄ロータ 110 の内部とすることで、回転シャフト 150 の全長を従来と比較して短縮化することができ、軽量化、振動抑制等の点でも有利となる。なお、雄ロータ 110 についてのみ説明したが、雌ロータ 120 についても同様の構造が採用される。

[0022] バランス調整機構

次に、本実施形態に係るスクリー真空ポンプのバランス調整機構について説明する。図 5 A に示すように、雄ロータ 110 の上端側にある、不等リードスクリー部 111 a の終端に形成された複数の端面部 114 には、雄ロータ 110 の回転バランスを調整するための質量としてのねじ M を取り付けるための複数のマス取付け部 114 h が配置されている。マス取付け部 114 h は、例えば、ねじ穴で構成される。端面部 114 は、回転軸線 A X を中心とする円周方向に等間隔に配置され、回転軸線 A X に対して直交している。複数のマス取付け部 114 h は、周方向に沿って配列されているとともに、半径方向にも等間隔に配列されている。雄ロータ 110 の下端には、図 5 B に示すように、円盤状プレート 115 が雄ロータ 110 に一体的に形成されている。円盤状プレート 115 の中心は、回転軸線 A X に一致しており、円盤状プレート 115 の外周面 115 f は、回転軸線 A X に平行である。この外周面 115 f に、複数のマス取付け部 115 h が周方向に沿って等間隔に形成されている。マス取付け部 115 h は、例えば、円盤状プレート 115 の中心に向けて形成されたねじ穴で構成される。マス取付け部 115 h には、雄ロータ 110 の回転バランスを調整するための質量としてのねじ M が取り付け可能である。

[0023] マス取付け部 114 h およびマス取付け部 115 h に選択的にねじ M を取り付けることで、雄ロータ 110 単体の回転バランスを調整することはもちろん可能であるが、ここで重要なことは、スクリー真空ポンプ 100 を組み立てた後に、これらマス取付け部 114 h およびマス取付け部 115 h に

アクセス可能となっていることである。回転に関与する各構成部品のバランスをとったとしても、スクリー真空ポンプ100を組み立てた後に、回転系が確実にバランスしているとは限らず、回転バランスの調整がさらに必要な場合がある。このため、本発明では、図6に示すように、ステータ130のベース部132に、ステータ130の外部からマス取付け部115hへのアクセスを可能にする通路132aが形成されている。通路132aは、通常は密封され、必要な場合にのみ開放される。雄ロータ110の上端側のマス取付け部114hは、図1に示したように、吸気口135を通じてステータ130の外部からアクセス可能である。なお、本実施形態では、マス取付け部を雄ロータ110の上下端に設けたが、これに限定されるわけではなく、例えば、雄ロータ110の回転軸線方向の中間部にマス取付け部を形成することも可能である。なお、雄ロータ110についてのみ説明したが、雌ロータ120についても同様の構造が採用される。

[0024] オイル循環システム

次に、オイル循環システムについて説明する。なお、雄ロータ110側のオイル循環システムについてのみ説明するが、雌ロータ120側についても同様の構造が採用可能である。図1に示したように、回転シャフト150Aは、その中心部を長手方向に延在する貫通孔により形成されたオイル供給路152を有する。回転シャフト150Aに形成された貫通孔の下端面の開口が、オイルOLが流入する流入口153となっており、貫通孔の上端面の開口は、雄ロータ110の連結部112に固定された栓部材156で密閉されている。ここで、図7に拡大して示すように、オイル供給路152は、軸受160の上方に形成された回転シャフト150Aの半径方向に延びるオイル供給路152aと連通しており、回転シャフト150Aの外周面で開口するオイル供給路152aの終端が、オイルOLが流出する流出口154となっている。オイル供給路152aは、回転軸線AXに関して対称な位置の2箇所形成され、各オイル供給路152aには、オイルOLの流量を所定量に調整するように規定された流路面積の流路155hが形成された流量調整部

材 1 5 5 がねじ込まれている。

[0025] 図 1 に戻って、回転シャフト 1 5 0 A の流入口 1 5 3 には、オイルリザーバ 3 0 0 からオイル O L を遠心力及びドラッグ効果により上方へ押し上げる押し上げヘッド 1 8 0 が設けられている。押し上げヘッド 1 8 0 は、上下方向に貫通する貫通孔を有し、この貫通孔の内周面は、下方から上方に向けて拡径するテーパ状に形成されている。押し上げヘッド 1 8 0 は、回転シャフト 1 5 0 A の下端に固定され、スクリー真空ポンプ 1 0 0 の駆動時には、回転シャフト 1 5 0 A と共に回転し、前述したテーパ状の内周面及び回転シャフト 1 5 0 A、1 5 0 B の回転を利用した遠心力と、ドラッグ効果とにより、オイルリザーバ 3 0 0 から潤滑オイルを押し上げるように構成されている。回転する押し上げヘッド 1 8 0 により押し上げられたオイル O L は、オイル供給路 1 5 2 の内壁を伝って上方に向けて移動し、オイル供給路 1 5 2 a および流量調整部材 1 5 5 を通じて流出口 1 5 4 から回転シャフト 1 5 0 A の外部へ吐出される。

[0026] オイル量調整機構

図 7 に戻ると、回転シャフト 1 5 0 A の軸受 1 6 0 と流出口 1 5 4 との間に、環状のオイル量調整リング 2 2 0 が設けられている。オイル量調整リング 2 2 0 は、回転シャフト 1 5 0 A に固定されている。オイル量調整リング 2 2 0 は、図 8 に示すように、環状の下板部 2 2 1、下板部 2 2 1 に対向する環状の上板部 2 2 2、下板部 2 2 1 と上板部 2 2 2 とを内周側で連結する連結壁部 2 2 3 とを有する。連結壁部 2 2 3 には、回転シャフト 1 5 0 A の半径方向に延びるオイル供給路 1 5 2 a の流出口 1 5 4 と対応する位置に形成された流通孔 2 2 5 が形成されている。下板部 2 2 1 には、軸受 1 6 0 に潤滑するためのオイル O L を供給する複数のオイル供給孔 2 2 6 が周方向に沿って等間隔に配列されている。下板部 2 2 1 の外周の上部には、鰐部 2 4 が形成されている。鰐部 2 4 は、下板部 2 2 1 の外周面 2 2 8 に嵌め込まれる後述する受止め板 2 1 0 と下板部 2 2 1 との間からオイル O L が下方へ落下するのを防ぐ役割を果たす。

[0027] ここで、オイル量調整リング２２０を設けた理由について説明する。雄ロータ１１０および回転シャフト１５０Ａの荷重を回転自在に支持する軸受１６０には、高速回転中に潤滑のためのオイルＯＬを供給する必要があるが、この供給量が過剰であると、軸受１６０から発生する熱が増大してしまうことが判明した。このため、本発明では、軸受１６０の上方にオイル量調整リング２２０を設けて、オイルＯＬの供給量を最適化している。オイル量調整リング２２０のオイル供給孔２２６は、オイルＯＬの供給量が最適になるように、その数および寸法があらかじめ調整されている。なお、オイルＯＬの供給量の微調整が必要な場合には、例えば、必要な数のオイル供給孔２２６だけを残して、不要なオイル供給孔２２６を金属板等で塞ぐことで対応できる。なお、オイル量調整リング２２０は、本発明のオイル量調整機構はこれに限定されるわけではない。また、オイル量調整リング２２０は、回転シャフト１５０Ａに固定されているが、回転シャフト１５０Ａに固定せずにオイル量調整機構を実現することも可能である。

[0028] 図７において、受止め板２１０は、環状に形成され、軸受１６０の上部をオイル量調整リング２２０とともに覆うとともに、サポート部材２００に固定されている。受止め板２１０は、回転シャフト１５０Ａの流出口１５４から吐出されたオイルＯＬを、後述するサポート部材２００に形成された複数の流入口２０１ａ、２０２ａに導くために設けられており、複数の流入口２０１ａ、２０２ａに対応する位置に流通孔２１０ｈが形成されている。

[0029] サポート部材２００は、ステンレス鋼等の金属で形成され、図９Ａ、９Ｂに示すように、円筒状に形成されており、図１に示したように、雄ロータ１１０の円筒状の中空部１１３Ａ内に配置され、サポート部材２００の外周面２０６と中空部１１３Ａの内壁面との間には、僅かな隙間が形成されるようになっている。また、サポート部材２００は、下端部がステータ１３０のベース部１３２に固定され、ベース部１３２から、中空部１１３Ａの開口を通じて、不等リードスクリー部１１１ａの途中まで達するように回転軸線ＡＸの方向に延在している。このような配置により、サポート部材２００は、

気体の圧縮熱により高温になる雄ロータ 110 からの熱が伝達される。特に、雄ロータ 110 は、不等リードスクリー部 111 a の等リードスクリー部 111 b 側の終端部で最も高温になると予想されるが、この近くにサポート部材 200 を配置することで、雄ロータ 110 の熱を効果的に受けることができる。また、サポート部材 200 は、軸受保持部 203 に軸受 160 を保持しているので、軸受 160 で発生する熱も効果的に受けることができる。軸受保持部 203 の外周側には、上下方向に延びるオイル OL が流通する、複数の第 1 流路 201 および複数の第 2 流路 202 が形成されている。第 1 流路 201 は、流入口 201 a から流入するオイル OL を駆動モータ 140 のモータロータ 141 とモータステータ 142 との間に形成される空隙 143 へ分配するように形成されている。第 2 流路 202 は、流入口 202 a から流入するオイル OL をモータステータ 142 の外周面 142 a 上に分配するように形成されている。すなわち、サポート部材 200 は、本発明の流路部材およびガイド部材を兼ねている。なお、本発明は、これに限定されるわけではなく、流路部材およびガイド部材を別部材とすることも可能である。

[0030] モータステータ 142 は、図 10 に示すように、外周面 142 a に形成された、回転軸線方向に延びる複数の溝部 142 b を有する。この溝部 142 b は、サポート部材 200 の内壁面 205 と協働して、第 2 流路 202 から供給されるオイル OL を流通させるための流路を形成する。

[0031] オイルリザーバ 300 は、図 1 に示すように、ステータ 130 の下部に形成され、オイル OL を貯留するために設けられ、オイルリザーバ 300 内には、冷却装置 190 の冷却パイプ 191 が配置されている。冷却装置 190 は、オイルリザーバ 300 に貯留されたオイル OL を水冷式で冷却するものであり、オイルリザーバ 300 内に配置され冷却水を循環させる冷却パイプ 191 と、冷却パイプ 191 に冷却水を供給する冷却ポンプ 192 を有する。

[0032] 軸封装置 230 は、回転シャフト 150 A の流出口 154 から供給される

オイルＯＬおよびその蒸気が、ステータ１３０と雄ロータ１１０と雌ロータ１２０とが協働して形成する気体作動室に侵入しないように回転シャフト１５０Ａをシールしている。軸封装置２３０は、図７に示すように、環状に形成されてサポート部材２００の上端部に固定された保持部材２３１と、第１リップシール２３３ａおよび第２リップシール２３３ｂを保持する第１シールアセンブリ２３２と、第１シールアセンブリ２３２に隣接して配置されかつリップシール２３４ａを保持する第２シールアセンブリ２３４と、第２シールアセンブリ２３４に隣接して設けられたラビリンスシール２３５とを有する。回転シャフト１５０Ａの表面に接触する第１および第２リップシール２３３ａ、２３３ｂと、リップシール２３４ａは、耐熱性、化学的安定性、低摩擦性、適度な弾性を有することを特徴とし、好ましくは、フッ素化樹脂で構成されるのが望ましい。

その様なフッ素化樹脂の例としては、(1)完全フッ素化樹脂、例えば、ポリテトラフルオロエチレン（ＰＴＦＥ）等、(2)部分フッ素化樹脂、例えば、ポリクロロトリフルオロエチレン（ＰＣＴＦＥ、ＣＴＦＥ）、ポリフッ化ビニリデン（ＰＶＤＦ）、ポリフッ化ビニル（ＰＶＦ）等、(3)フッ素化樹脂共重合体、例えば、ペルフルオロアルコキシフッ素樹脂（ＰＦＡ）、四フッ化エチレン・六フッ化プロピレン共重合体（ＦＥＰ）、エチレン・四フッ化エチレン共重合体（ＥＴＦＥ）、エチレン・クロロトリフルオロエチレン共重合体（ＥＣＴＦＥ）等、等々のフッ素化樹脂が挙げられる。これらの中で、ＰＦＡ、ＰＴＦＥが特に好ましい。

これらの樹脂は、ニッケル（Ｎｉ）、フッ化ニッケル（ＮｉＦ₂）等の金属上に設けることで耐熱性を飛躍的に向上させることが出来るので、本発明に於いてはこのような態様は特に好ましいものである。

[0033] 保持部材２３１には、シールガス供給路２３１ａが形成され、このシールガス供給路２３１ａには窒素ガス等のシールガスが供給され、第１シールアセンブリ２３２の本体に形成されたガス通路２３２ａから上端側および下端側に向けて流れ、第１シールアセンブリ２３２の本体に形成されたガス通路

232bを通じて排出される。なお、シールガスの供給経路および排出経路(図示せず)は、サポート部材200およびステータ130に形成され、この供給経路を通じてポンプ外部からシールガスが供給され、ガス通路232bを通過したからのシールガスは、図示しない排出経路を通じて、ポンプの外部に排出され図示しない回収装置により回収される。ここで回転シャフト150Aがステンレス鋼で形成されていると、温度が180℃程度以上に上昇すると、PTFEはステンレス鋼の触媒効果により熱分解する可能性がある。このため、本実施形態では、オイル循環システムによりポンプ内の熱を効率よく外部に放出してリップシールの温度上昇を抑制するが、リップシールの劣化を防いで安定したシール性能を長期間得るために、Niが最も熱分解抑制効果が高いので、回転シャフト150Aの、第1および第2リップシール233a、233bと、リップシール234aとの接触部分にニッケルメッキ膜或いはフッ化ニッケル膜を施すことが好ましい。

[0034] 減圧機構

ここで、本実施形態のオイル循環システムにより循環するオイルが空気中にあると、オイルに気泡が発生し、オイルの冷却効率が低下してしまう。また、リップシールのPTFEは、温度が上昇した状態で酸素ガスに触れると、酸化分解されて劣化し易い。これを防ぐためには、循環するオイル中の溶存酸素を除去することが極めて重要である。このため、本実施形態では、オイルが循環する空間を密閉空間とするとともに、この密閉空間を減圧することが好ましい。オイルが循環する空間を減圧するには、例えば、スクリー真空ポンプ100により形成される真空を利用することができる。別のポンプを設けて減圧することも可能である。減圧は、例えば、空気の飽和溶解度が大気圧における飽和溶解度の半分程度になる圧力まですればよい。

[0035] 次に、上記したオイル循環システムのオイル循環について図11を参照して説明する。スクリー真空ポンプ100を駆動すると、図11に示すように、回転する押上げヘッド180によりオイルリザーバ300内で冷却されたオイルOLは、回転シャフト150Aのオイル供給路152、オイル供

給路 1 5 2 a および流出口 1 5 4 を通じてオイル量調整リング 2 2 0 の下板部 2 2 1 および受止め板 2 1 0 の上に供給され、一部のオイル O L は、軸受 1 6 0 の潤滑のために、下板部 2 2 1 のオイル供給孔 2 2 6 を通じて軸受 1 6 0 に供給され、このオイル O L は軸受 1 6 0 から落下して駆動モータ 1 4 0 のギャップ 1 4 3 に供給される。受止め板 2 1 0 の上に供給されたオイル O L は、第 1 および第 2 の流路 2 0 1、2 0 2 に分配される。軸受 1 6 0 で発生する熱は、軸受 1 6 0 に直接供給されたオイル O L によって吸収されるとともに、軸受 1 6 0 の周囲を通過する第 1 および第 2 の流路 2 0 1、2 0 2 を流通するオイル O L によって吸収される。第 1 および第 2 の流路 2 0 1、2 0 2 を流通するオイル O L は、回転シャフト 1 5 0 A 側および雄ロータ 1 1 0 側から受ける熱を吸収したのち、駆動モータ 1 4 0 のギャップ 1 4 3 とモータステータ 1 4 2 の外周面に溝 1 4 2 b により形成された流路を流通する。これにより、駆動モータ 1 4 0 から発生する熱は効率良く吸収される。駆動モータ 1 4 0 を通過したオイル O L は、オイルリザーバ O L 内に落下するが、一部は、潤滑のために、軸受 1 6 1、1 6 2 と同期ギア 1 7 0 A、1 7 0 B の噛み合い部分に供給された後にオイルリザーバ O L 内に落下する。オイルリザーバ O L 内に落下するオイル O L は温度が上昇しているが、オイルリザーバ O L 内で冷却装置 1 9 0 により所定の温度まで冷却される。なお、雄ロータ 1 1 0 についてのみ説明したが、雌ロータ 1 2 0 についても同様のオイル循環システムを採用できる。

[0036] 本実施形態は、押上げヘッド 1 8 0 により潤滑および冷却のために供給できるオイル O L の量は、押上げヘッド 1 8 0 の回転速度に依存するのである程度限られている。サポート部材 2 0 0 やオイル量調整リング 2 2 0 を設けることにより、限られた量のオイル O L を効率よく潤滑および冷却に使用し、スクリー真空ポンプ 1 0 0 の温度上昇を防ぐことができる。この結果、スクリー真空ポンプ 1 0 0 の高速運転化が可能となる。

[0037] 第 2 実施形態（オイル循環システム）

次に、さらに冷却効率の高いオイル循環システムを図 1 2 および図 1 3 を

参照して説明する。なお、第1実施形態と同様の構成部分には、同一の符号を使用している。図12に示すオイルリザーバ300Aは、断熱材で形成されたタンク301と、タンク301の内部に設けられタンク301とともに閉空間CSを形成するための底板304と、閉空間CSに同心状に配置されてオイルOLの流路を形成するための複数の第1の仕切り部材305と、オイルOLの流路を形成するためにタンク301の半径方向に配置された第2の仕切り部材306とを有している。タンク301の上部には、押し上げヘッド180が挿入されるとともに回転シャフト150Aのオイル供給路と連通するオイル流出口302と、回収されたオイルが流入する流入口303とを有する。流入口303は、タンク301の最外周領域R1に配置され、オイル流出口302は、タンク301の中心領域R2に配置されている。タンク301内の底部には、冷却液320が流れるようになっており、冷却器の冷却液320は底板304に全面的に接触している。

[0038] 閉空間CSを図13に示すように流れるオイルOLの熱交換効率を上げるためには、オイルの循環によるオイルOLの流れは、レイノズル数2000～3000程度の乱流となるように設計することが好ましい。また、タンク301内でレイノズル数が一定になるように、オイルOLの流路断面積は一定にすることが好ましい。

[0039] ここで、オイルOLを押し上げヘッド180内に向けて押し上げてやると、押し上げヘッド180によるオイル押し上げ量を増加することが分かっている。たとえば、タンク301の一部をフレキシブルな材料で形成し、このフレキシブルな部分をタンク301の外部から押圧して弾性変形させ、閉空間CSの容積を減少させることで、オイルOLを押し上げヘッド180内に向けて押し上げることができる。

[0040] 代替的には、図14に示すように、タンク300Aにプランジャ装置340を設けるとともに、流入口303に逆流防止機構340を介して補助タンク330を接続する。プランジャ装置340のプランジャチップ341が先端に接続されたプランジャロッド342の後端部は、シリンダ装置360の

ピストンロッド 361 に接続され、プランジャチップ 341 は往復運動可能になっている。プランジャチップ 341 を前進させていくと、閉空間 CS の容積が減少し、オイル OL が押上げヘッド 180 内に向けて押し上げられる。このとき逆流防止機構 340 により、タンク 301 内のオイル OL は流入口 303 を逆流しない。また、プランジャチップ 341 を後退させる際には、補助タンク 330 に回収されたオイル OL が存在するため、押上げヘッド 180 内のオイル OL がオイルタンク 301 内に戻るのを防ぐことができる。

[0041] 以上、添付図面を参照しながら本発明の実施形態について詳細に説明したが、本発明はかかる例に限定されない。本発明の属する技術の分野における通常の知識を有する者であれば、特許請求の範囲に記載された技術的思想の範疇内において、各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、これらについても、当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。

符号の説明

- [0042] 100 スクリュー真空ポンプ
110 雄ロータ
111 スクリュー歯
111a 不等リード不等傾斜角スクリュー部
111b 等リードスクリュー部
111c 接続部
113a 中空部
113b 中空部
114 平板部
114h 取付け穴
115 円盤部
115h 取付け穴
120 雌ロータ

- 1 2 1 スクリュー歯
- 1 2 1 a 不等リード不等傾斜角スクリュー部
- 1 2 1 b 等リードスクリュー部
- 1 3 0 ステータ
- 1 3 5 吸気口
- 1 3 6 排気口
- 1 4 0 駆動モータ
- 1 4 1 モータロータ
- 1 4 2 モータステータ
- 1 4 2 a 外周面
- 1 4 2 b 流路用溝
- 1 4 3 ギャップ
- 1 5 0 回転シャフト
- 1 5 2, 1 5 2 a オイル供給路
- 1 5 6 閉塞部材
- 1 6 0, 1 6 1, 1 6 2 軸受
- 1 8 0 押上げヘッド
- 1 9 0 冷却装置
- 2 0 0 サポート部材
- 2 0 1 第 1 流路
- 2 0 1 a 流入口
- 2 0 2 第 2 流路
- 2 0 2 a 流入口
- 2 1 0 受止め板
- 2 2 0 オイル量調整リング
- 2 3 0 軸封装置
- 2 3 1 保持部材
- 2 3 2 第 1 シールアセンブリ

2 3 3 a 第1リップシール
2 3 3 b 第2リップシール
2 3 4 第2シールアセンブリ
2 3 4 a リップシール
2 3 5 ラビリンスシール
O L オイル
M ネジ

請求の範囲

- [請求項1] 互いに噛み合うスクリー歯を有する雄ロータおよび雌ロータを有し、
- 前記雄ロータ及び雌ロータのスクリー歯部は、回転軸線方向の上端側に形成された不等リード不等傾斜角スクリー部と、回転軸線方向の下端側に形成された前記不等リード不等傾斜角スクリー部に連続する等リードスクリー部とを有し、
- 前記雄ロータおよび雌ロータの少なくとも一方のロータは、回転軸線方向の上端面および下端面で開口する中空部を有し、
- 前記少なくとも一方のロータに連結されるとともに前記中空部に少なくとも一部が収容された回転シャフトを有し、
- 前記中空部内に収容され、前記回転シャフトを回転自在に支持する軸受を有し、
- 前記少なくとも一方のロータと前記回転シャフトとの連結部は、回転軸線方向において、前記少なくとも一方のロータの重心の位置付近に配置されている、ことを特徴とするスクリー真空ポンプ。
- [請求項2] 互いに噛み合うスクリー歯を有する雄ロータおよび雌ロータを有し、
- 前記雄ロータおよび雌ロータの少なくとも一方のロータは、回転軸線方向の上端面および下端面で開口する中空部を有し、
- 前記少なくとも一方のロータに連結されるとともに前記中空部に少なくとも一部が収容された回転シャフトを有し、
- 前記中空部内に収容され、前記回転シャフトを回転自在に支持する軸受を有し、
- 前記少なくとも一方のロータと前記回転シャフトとの連結部は、前記少なくとも一方のロータの上端部および下端部から離れた前記中空部内に配置されている、ことを特徴とするスクリー真空ポンプ。
- [請求項3] 互いに噛み合うスクリー歯を有する雄ロータおよび雌ロータを有

し、

前記雄ロータ及び雌ロータのスクリー歯部は、不等リード不等傾斜角スクリー部と、前記不等リード不等傾斜角スクリー部に連続する等リードスクリー部とを有し、

気体の吸気口及び吐出口を備えるとともに前記雄ロータおよび雌ロータを収容するステータを有し、

前記雄ロータおよび雌ロータの少なくとも一方のロータは、回転軸線方向の下端面で開口する中空部を有し、

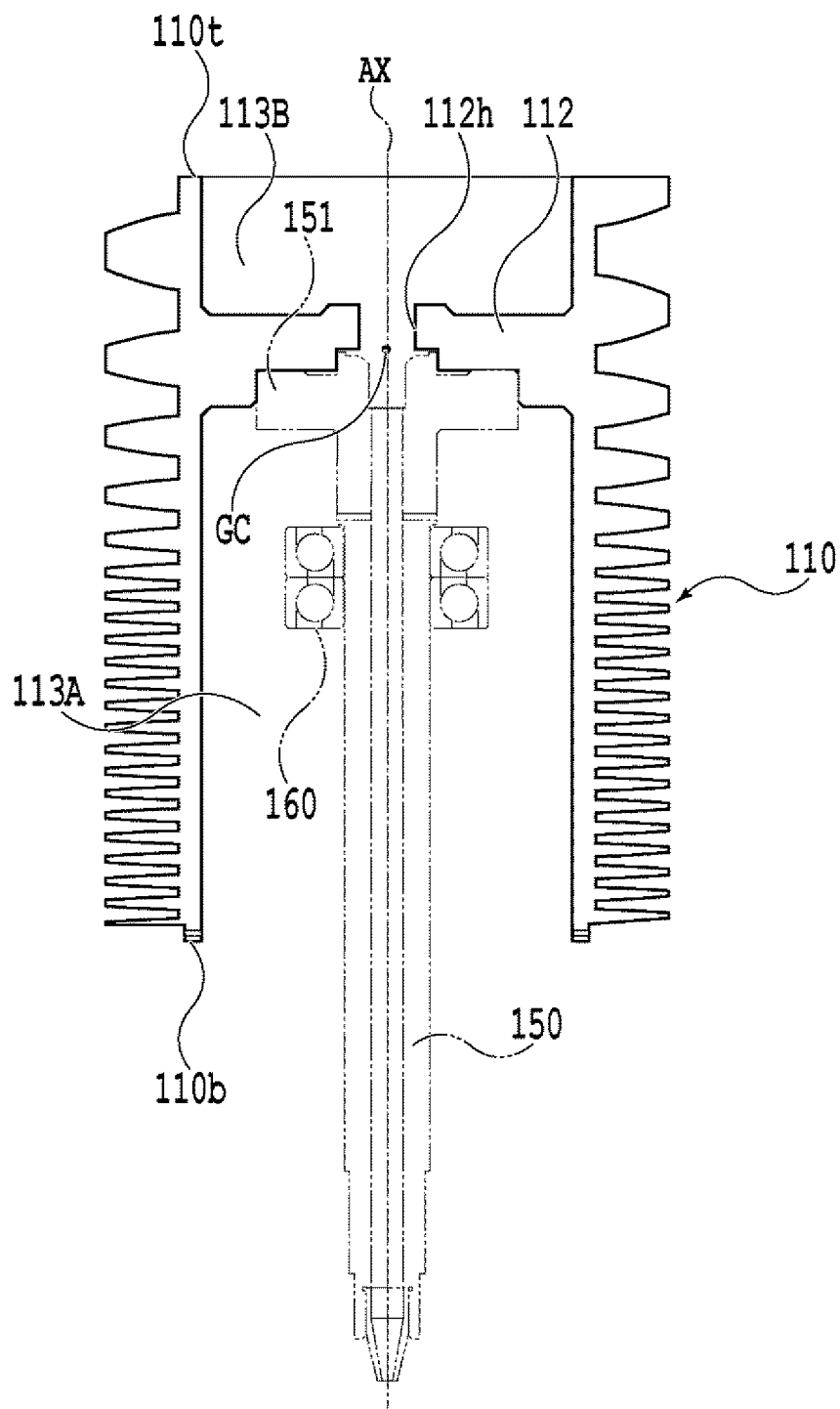
前記少なくとも一方のロータに連結されるとともに前記中空部に少なくとも一部が収容された回転シャフトを有し、

前記中空部内に収容され、前記回転シャフトを回転自在に支持する軸受を有し、

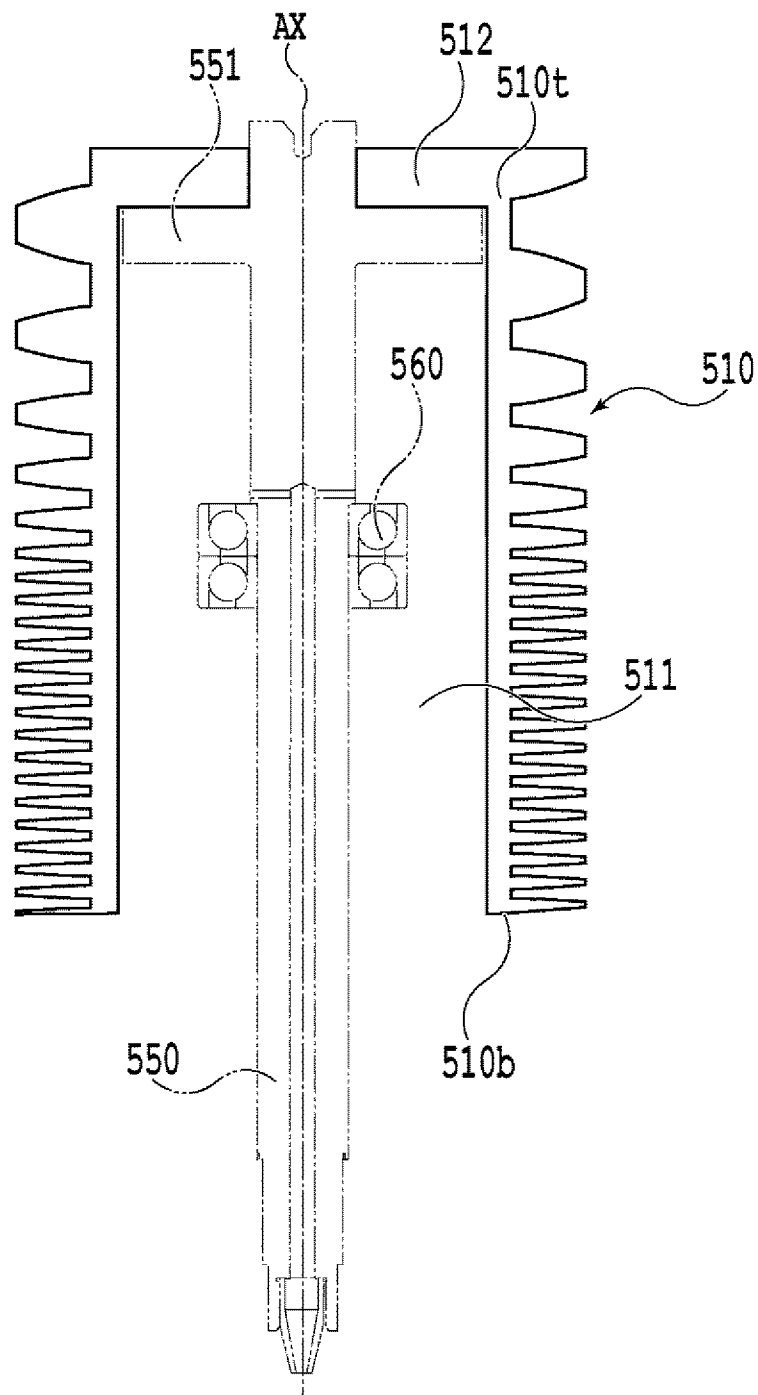
前記少なくとも一方のロータは、前記少なくとも一方のロータの回転バランスを調整するための質量を取り付けるための複数のマス取付け部を有し、

前記ステータは、当該ステータの外部から前記複数のマス取付け部にアクセス可能に形成されている、ことを特徴とするスクリー真空ポンプ。

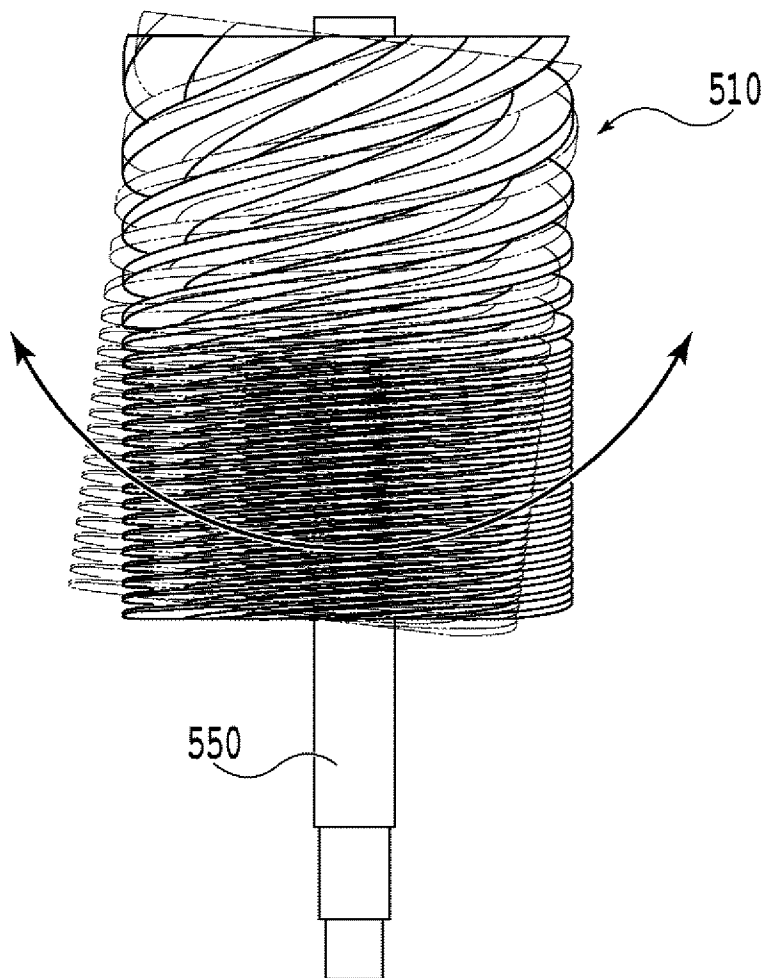
[図2]



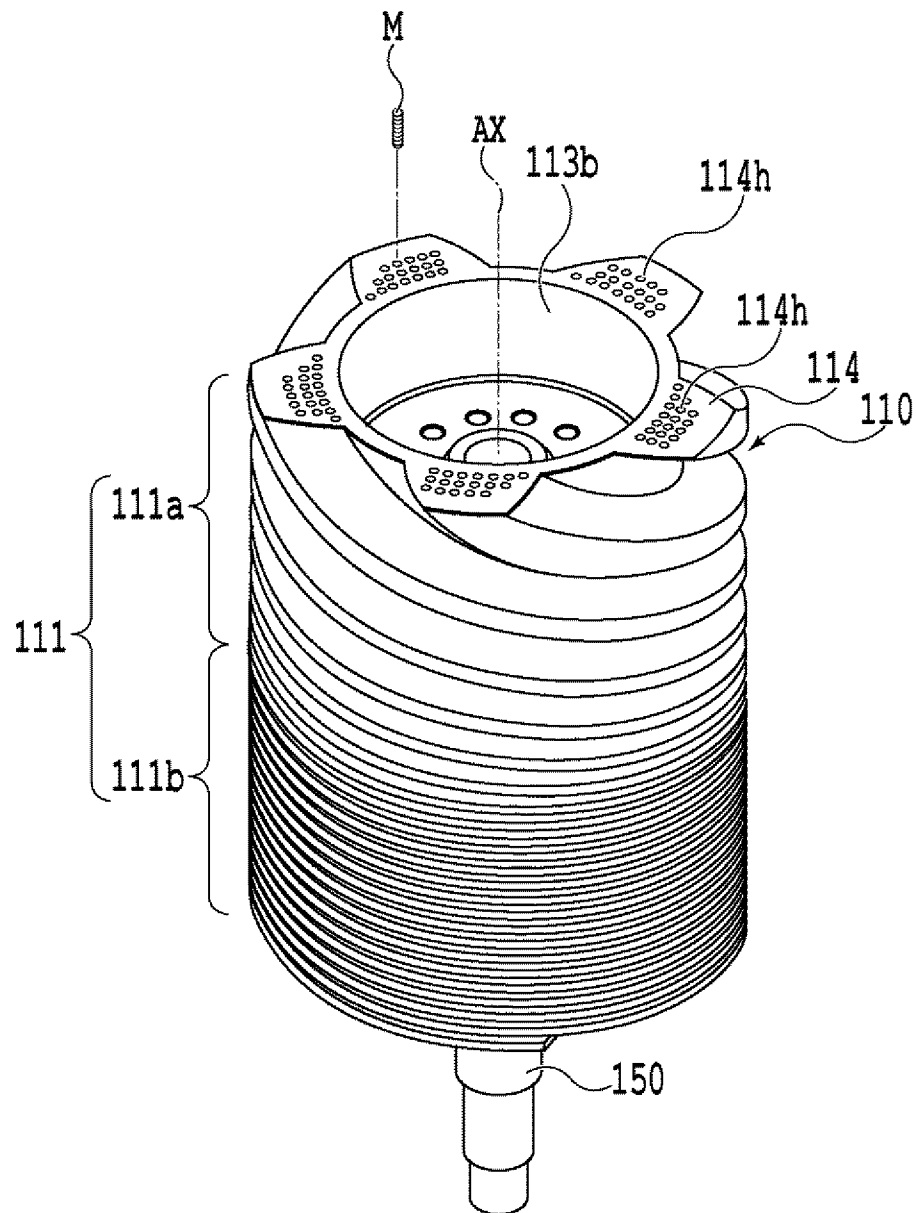
[図3]



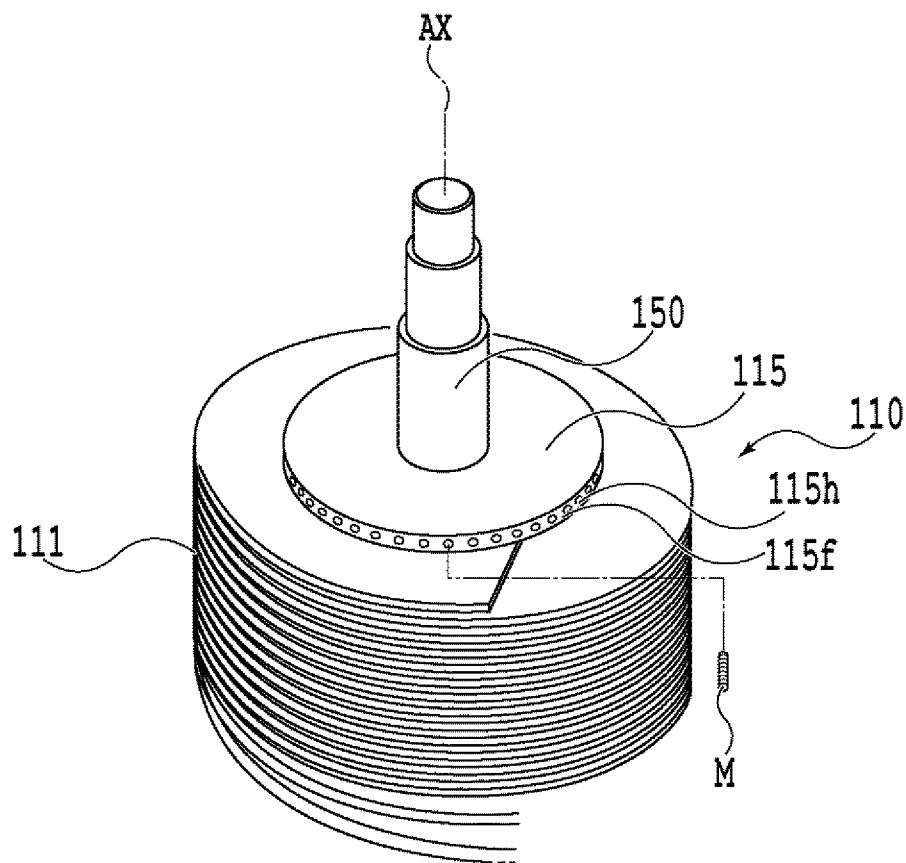
[図4]



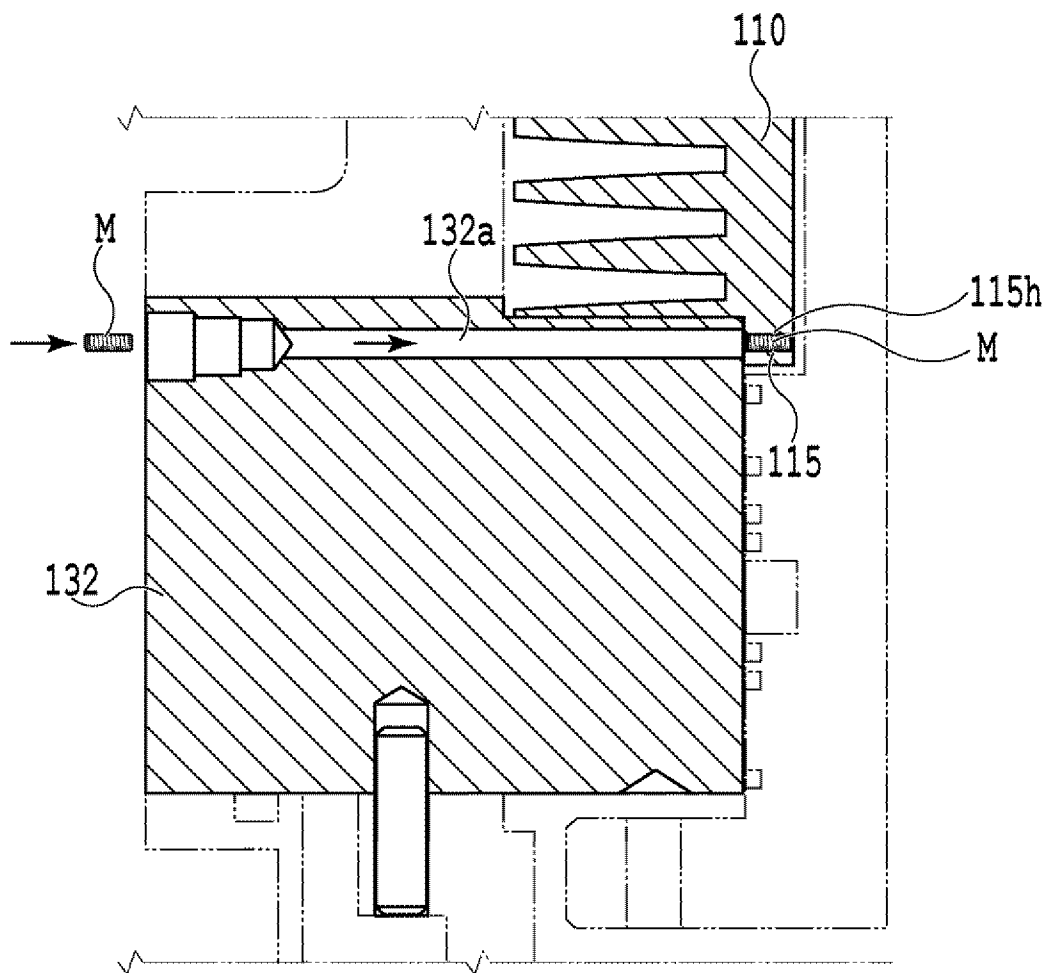
[図5A]



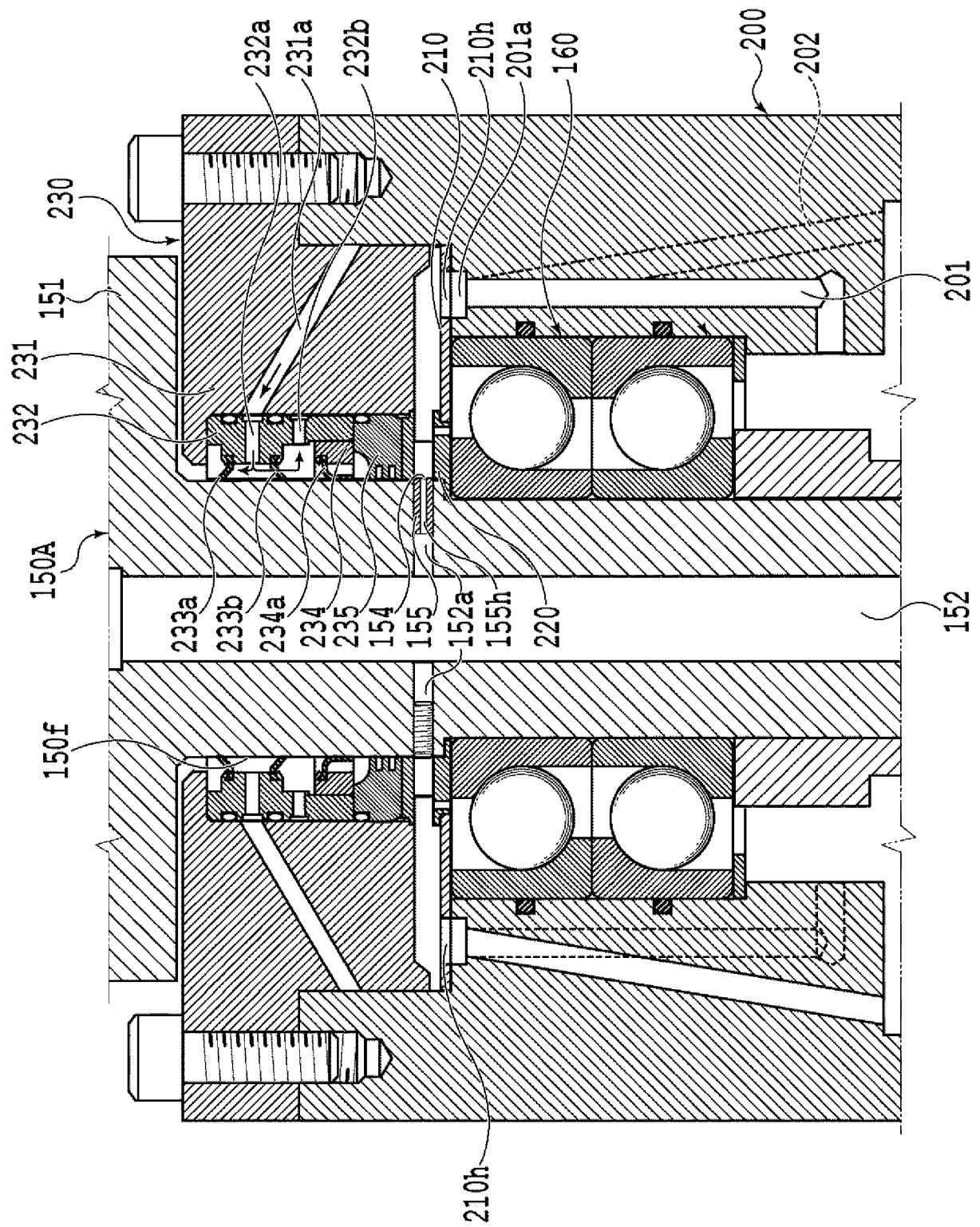
[図5B]



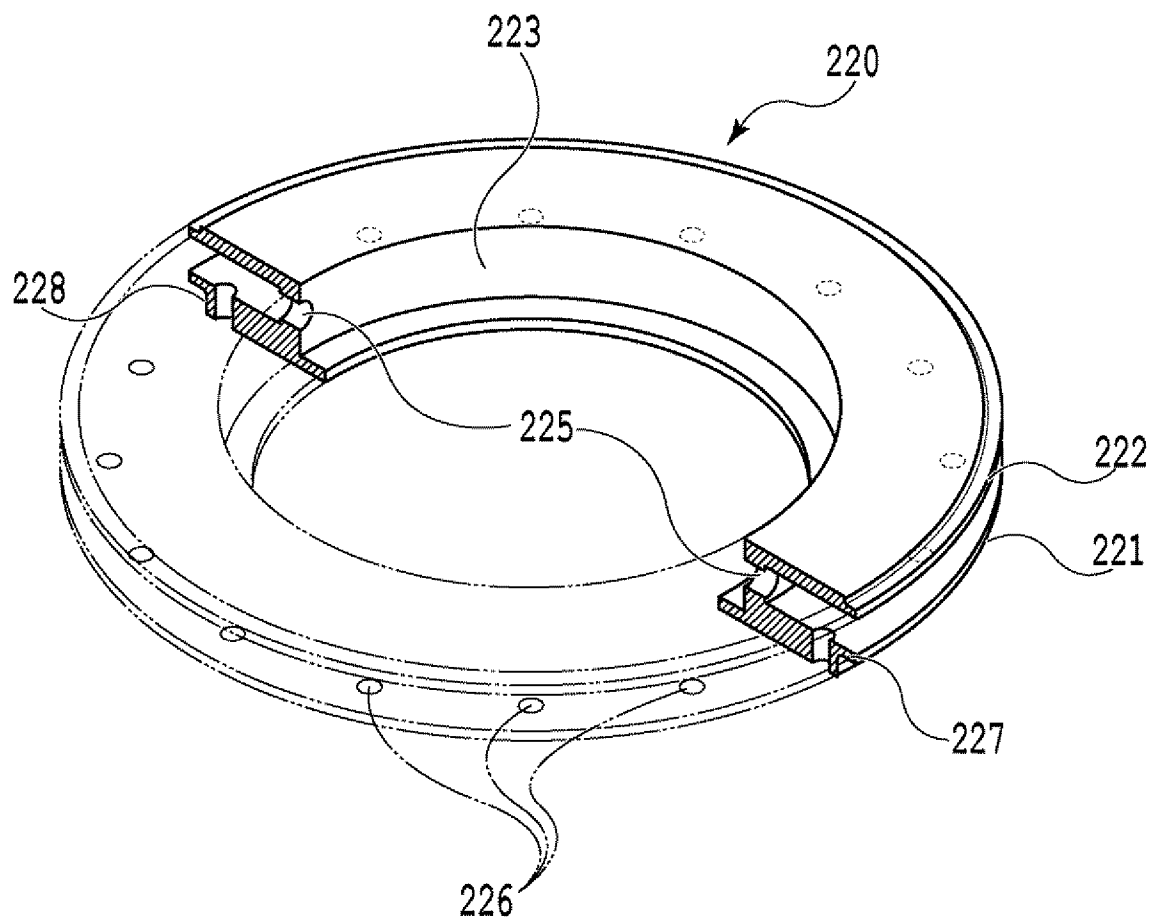
[図6]



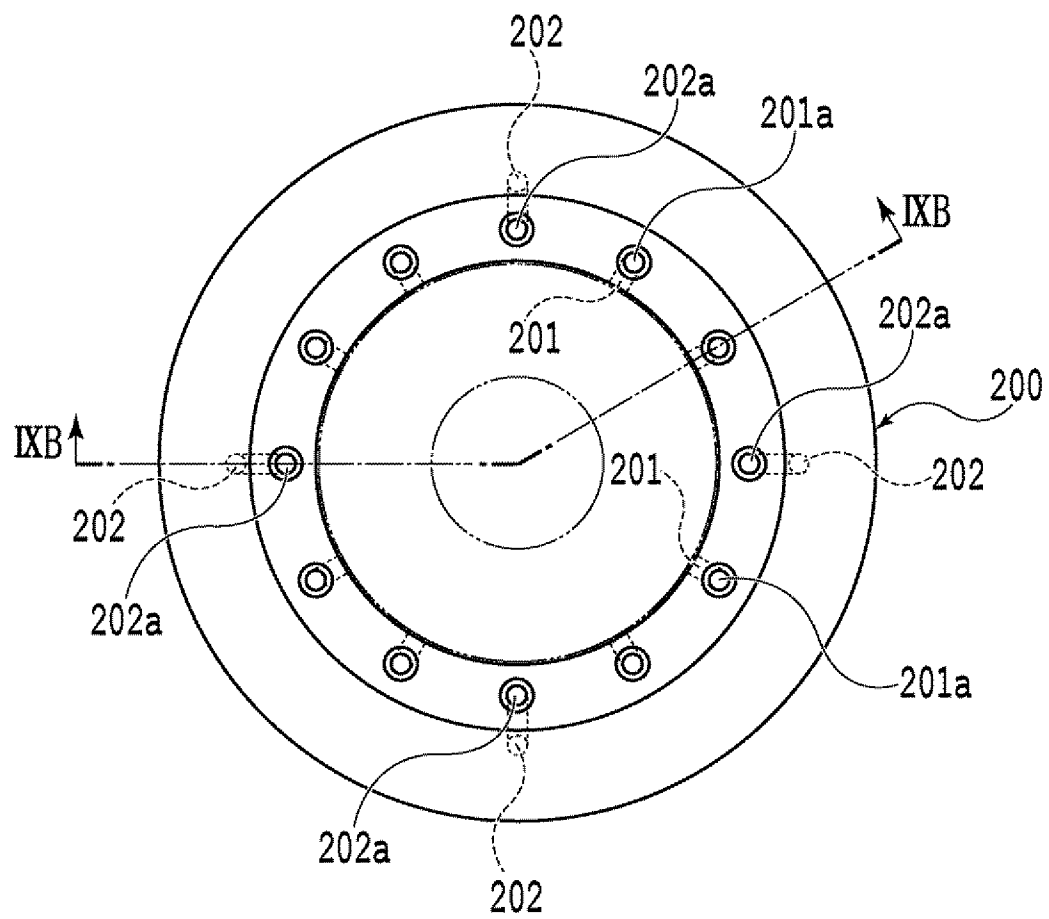
[図7]



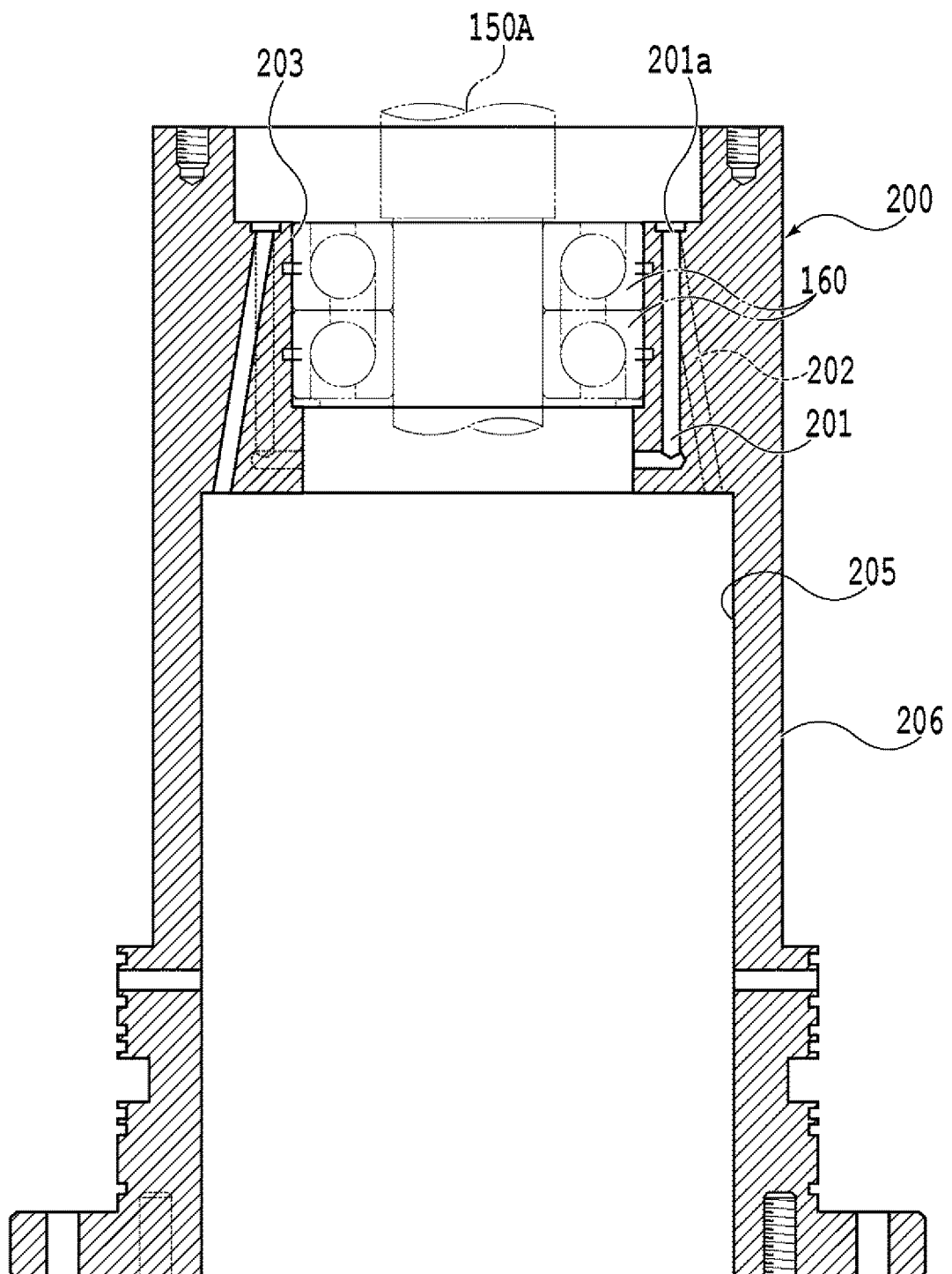
[図8]



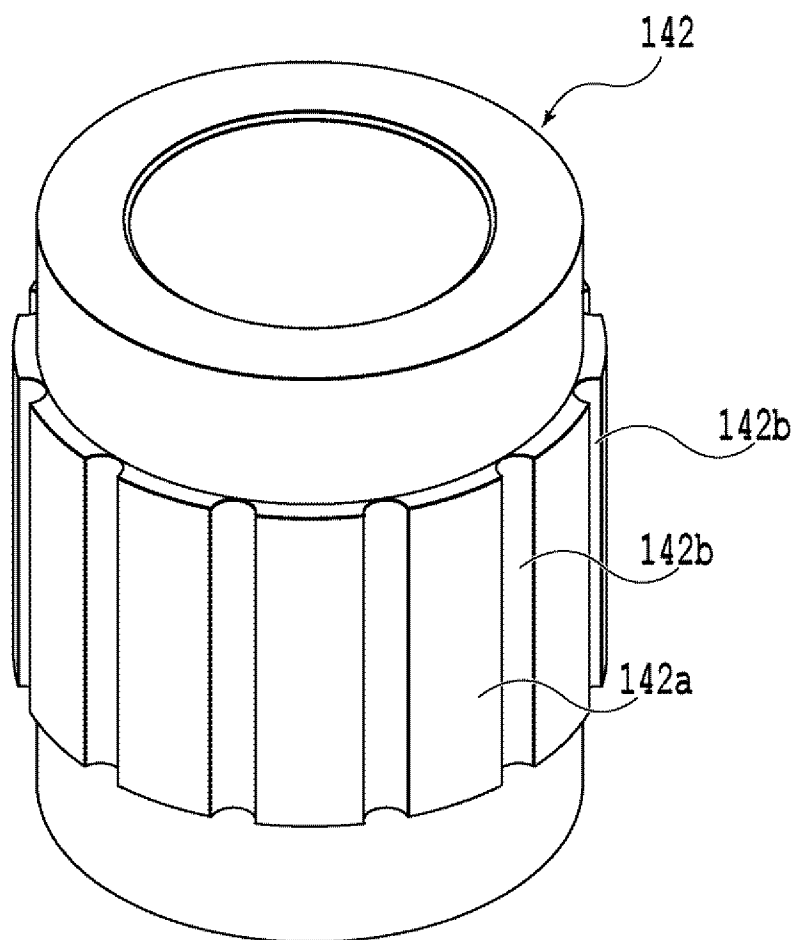
[図9A]

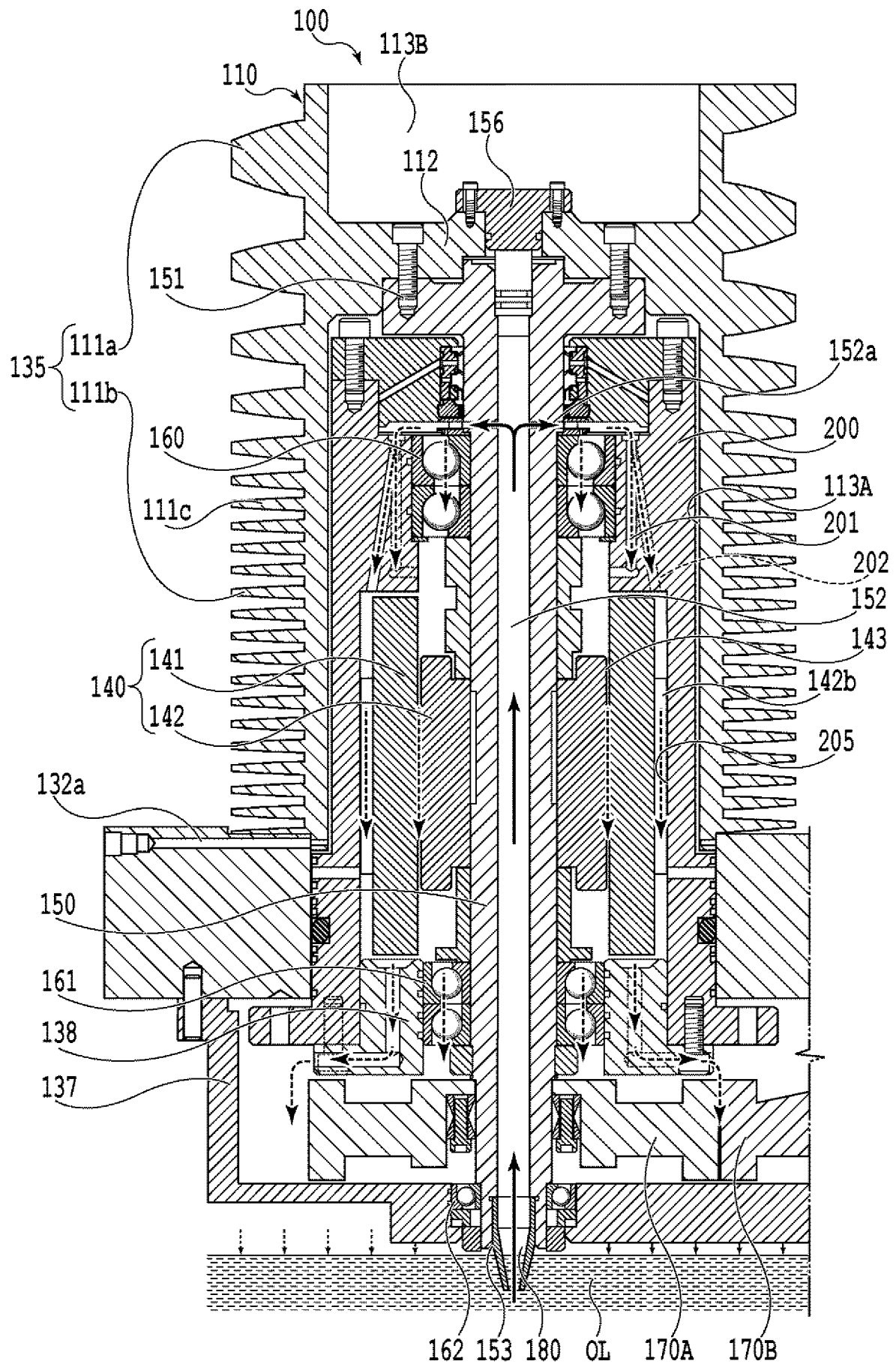


[図9B]

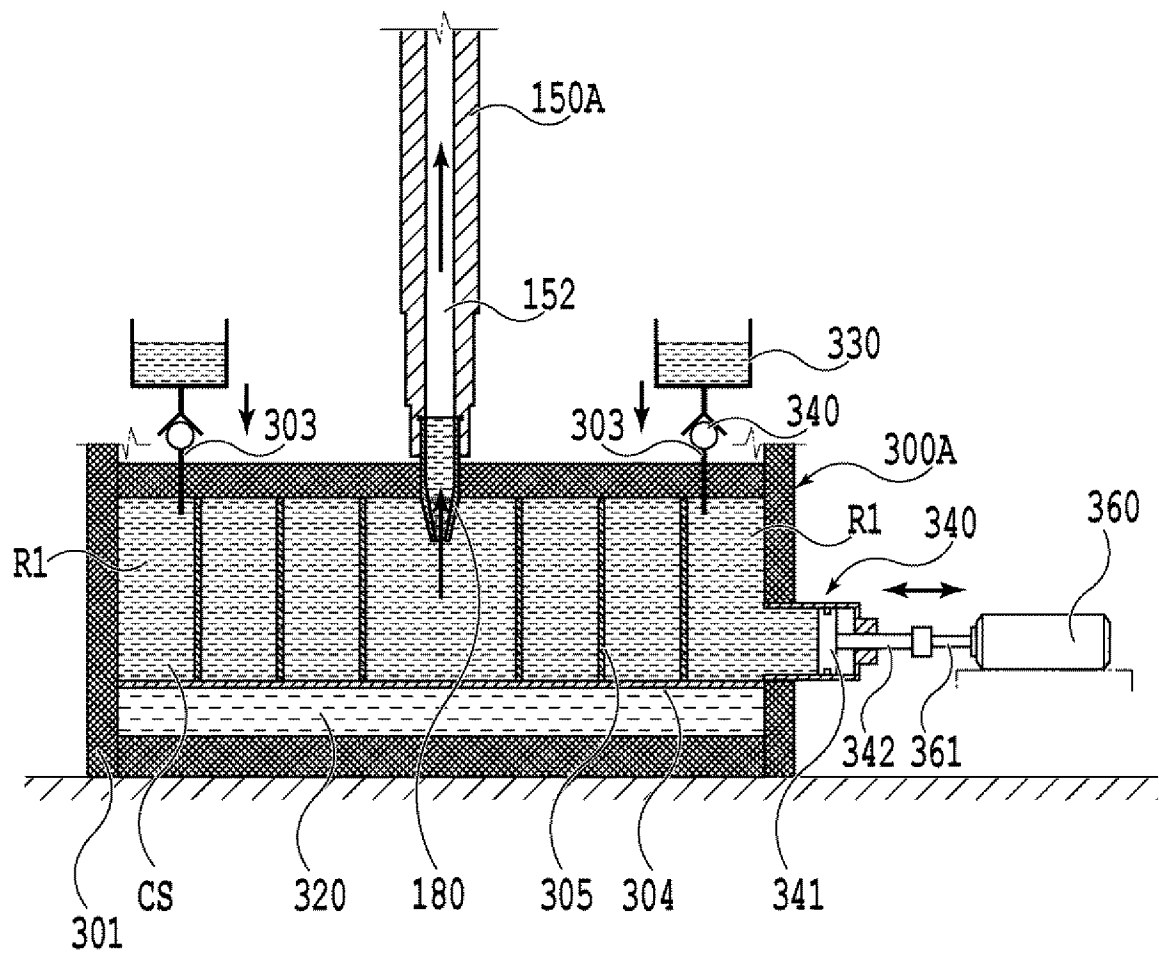


[図10]





[図14]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/007063

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F04C18/16(2006.01) i, F04C29/00(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)

F04C18/16, F04C29/00

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2014
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2014	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2014

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 2004-204855 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 22 July 2004 (22.07.2004), entire text; all drawings & US 5564907 A & EP 585911 A1	1-2
Y	JP 2009-185671 A (Ebara Corp.), 20 August 2009 (20.08.2009), entire text; all drawings & US 2009/0196734 A1 & EP 2088325 A2	1-2
Y	JP 2006-22771 A (Shimadzu Corp.), 26 January 2006 (26.01.2006), entire text; all drawings (Family: none)	1-2

☒ 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
16 January, 2014 (16.01.14)

Date of mailing of the international search report
28 January, 2014 (28.01.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2013/007063

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2011/148797 A1 (Tohoku University), 01 December 2011 (01.12.2011), entire text; all drawings & US 2013/0058823 A1	1-3
Y	JP 9-53581 A (Tochigi Fuji Sangyo Kabushiki Kaisha), 25 February 1997 (25.02.1997), entire text; all drawings (Family: none)	3
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 3742/1991 (Laid-open No. 95694/1992) (Seiko Instruments Inc.), 19 August 1992 (19.08.1992), entire text; all drawings (Family: none)	3
Y	JP 2006-2649 A (Anest Iwata Corp.), 05 January 2006 (05.01.2006), entire text; all drawings (Family: none)	3
Y	JP 2008-38844 A (BOC Edwards Japan Ltd.), 21 February 2008 (21.02.2008), entire text; all drawings (Family: none)	3

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. F04C18/16(2006.01)i, F04C29/00(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（I P C））

Int.Cl. F04C18/16, 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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 4 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 4 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 4 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 2004-204855 A（松下電器産業株式会社）2004.07.22, 全文, 全図 & US 5564907 A & EP 585911 A1	1-2
Y	JP 2009-185671 A（株式会社荏原製作所）2009.08.20, 全文, 全図 & US 2009/0196734 A1 & EP 2088325 A2	1-2
Y	JP 2006-22771 A（株式会社島津製作所）2006.01.26, 全文, 全図（フ ァミリーなし）	1-2

☒ 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

1 6 . 0 1 . 2 0 1 4

国際調査報告の発送日

2 8 . 0 1 . 2 0 1 4

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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）

佐藤 秀之

3 0

3 9 2 5

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 5 8

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	WO 2011/148797 A1 (国立大学法人東北大学) 2011. 12. 01, 全文, 全図 & US 2013/0058823 A1	1-3
Y	JP 9-53581 A (栃木富士産業株式会社) 1997. 02. 25, 全文, 全図 (ファミリーなし)	3
Y	日本国実用新案登録出願 3-3742 号 (日本国実用新案登録出願公開 4-95694 号) の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (セイコー精機株式会社) 1992. 08. 19, 全文, 全図 (ファミリーなし)	3
Y	JP 2006-2649 A (アネスト岩田株式会社) 2006. 01. 05, 全文, 全図 (ファミリーなし)	3
Y	JP 2008-38844 A (BOCエドワーズ株式会社) 2008. 02. 21, 全文, 全図 (ファミリーなし)	3