

(43) 国際公開日
2015 年 9 月 3 日(03.09.2015)



(10) 国際公開番号

WO 2015/128906 A1

(51) 国際特許分類:
F04C 29/02 (2006.01) *F04C 18/16* (2006.01)
F04B 39/02 (2006.01) *F04C 25/02* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2014/001118

(22) 国際出願日: 2014 年 2 月 28 日(28.02.2014)

(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: 国立大学法人東北大学(TOHOKE 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: 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).

(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.

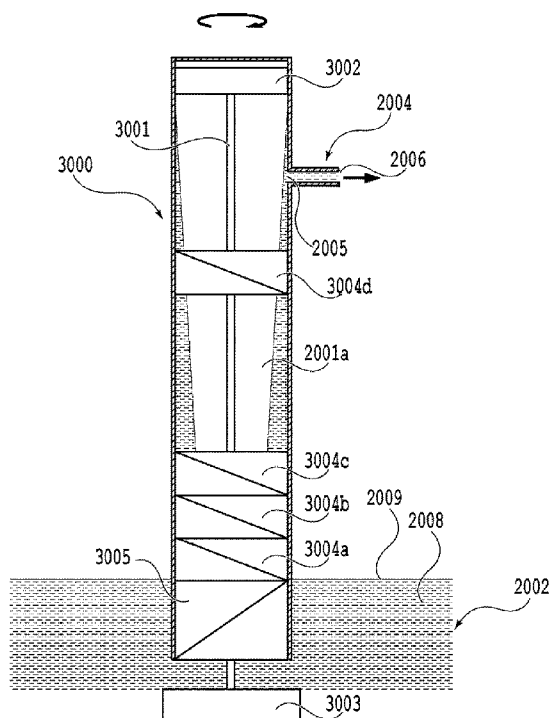
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM,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

— 國際調查報告（條約第 21 條(3)）

(54) Title: OIL SUPPLY COMPONENT FOR SCREW EXHAUST PUMP, AND SCREW EXHAUST PUMP PROVIDED WITH SAID COMPONENT

(54) 発明の名称：スクリュウ排気ポンプ用のオイル供給部品及びその部品を備えたスクリュウ排気ポンプ



(57) Abstract: Provided are: an oil supply component for a screw exhaust pump, which makes it possible to realize a screw exhaust pump that can operate without maintenance over a long period of time and from a low-speed rotation range to a high-speed rotation range; and a screw exhaust pump provided with this component. The pump has a helical structural body disposed inside a rotating shaft of the pump, the helical structural body being capable of exhibiting a liquid-pumping function, and the structural body is configured from a drive-able helical structural body positioned below the rotating shaft and a fixed helical structural body positioned thereabove.

(57) 要約: 低速回転域から高速回転域まで長期間メンテナンスフリーで運転可能なスクリュース排気ポンプの実現を可能とするスクリュース排気ポンプ用オイル供給部品及びその部品を備えたスクリュース排気ポンプを提供する。ポンプの回転シャフト内に配置した、揚液機能の發揮が可能な螺旋状構造体を有し、該構造体は、該回転シャフトの下方に位置した駆動可能な螺旋状構造体とその上方に位置した固定螺旋状構造体とで構成される。

明 細 書

発明の名称：

スクリー排気ポンプ用のオイル供給部品及びその部品を備えたスクリー排気ポンプ

技術分野

[0001] 本発明は、スクリー排気ポンプ用のオイル供給部品及びその部品を備えたスクリー排気ポンプに関する。

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排気ポンプは、分子流域から粘性流域まで広範囲での排気が可能で、しかも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一段と低コスト化が図れて商業化されれば、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、スクリーロータをできるだけ高速に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。

しかしながら、例えば、数千rpm～一万rpmを超えるような高い回転数でスクリーロータを回転させると、回転速度に従事してポンプに内蔵された駆動モータや軸受で発生する熱が増大しポンプ内の温度上昇を招くが、この熱をポンプ外に効率的に放出することは容易ではない。従って、この熱を効率よく速やかにポンプ外に放出する工夫がないと、ポンプ内の温度が上昇での熱膨張による寸法狂いが精密構成部品に生じその狂いの程度によっては、ポンプの排気性能を低下させ、強いては、スクリーロータの破損を招くこともある。加えて、スクリーロータの軸受へ供給される潤滑オイルやその蒸気の作動室側への侵入を防ぐための軸封装置としてのリップシールが駆動モータ、軸受等で発した熱で早期に劣化してしまこともある。

[0005] この課題解決の一つが、例えば、特許文献1に記載されてある例がある。

図1Aは、特許文献1に記載されてあるスクリー真空（排気）ポンプの潤滑オイルの循環経路を概念的に示す説明図である（特許文献1の図2に相当）。図1のポンプには、オイル供給手段1180が設けられている。オイル供給手段1180は、潤滑オイルを貯留するオイル貯留部1181と、該オイル貯留部1181から潤滑オイル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1182と、押し上げヘッド1182により押し上げた潤滑オイルを各ポンプ構成部材に供給するオイル流通路1183とから構成されている。オイル貯留部1181は、ステータ1130の下部に形成され、潤滑オイルを貯留する空間であり、このオイル貯留部1181内には、冷却装置1190の冷却パイプ1191が配置されている。押し上げヘッド1182は、図1Aに示すように、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1182は、回転シャフト1150A、1150Bの下端に固定され、スクリー真空ポンプ1100の駆動時には、回転シャフト1150A、1150Bと共に回転する構成が取られている。潤滑オイルは、回転シャフト1150A、1150Bの回転を利用した遠心力とドラッグ効果とにより、オイル貯留部1181から前述したテーパ状の内周面、回転シャフト1150A、1150Bの内壁面に沿って押し上げられる。オイル流通路1183は、前述した気体作動室から物理的に隔てられた位置に形成され、押し上げヘッド1182により押し上げた潤滑オイルを各構成部材に供給するとともに、各構成部材に供給された潤滑オイルを再びオイル貯留部1181に戻す循環路である。潤滑オイルは、オイル流通通路1183を規定する内壁を伝って流動するとともに、中空のオイル流通通路1183内を霧状に流動する。具体的には、図1Aに示すように、潤滑オイルが、押し上げヘッド1182によりオイル貯留部1181から押し上げられ、回転シャフト1150A、1150B内に形成された中空部を通して遠心力により上方に向けて移動し、軸受ベアリング1160Aa、1160Baの上部付近で回転シャフト1150A、1150Bの外部へ放出される。

[0006] 次に、放出された潤滑オイルは、軸受ベアリング1160Aa、1160Baの内部に供給され、軸受ベアリング1160Aa、1160Baと駆動モータ1140A、1140Bとの間に形成された中空部内を霧状に流動するとともに、当該中空部を規定する内壁を伝って流動し、駆動モータ1140A、1140B内に供給される。次に、駆動モータ1140A、1140Bから出た潤滑オイルは、駆動モータ1140A、1140Bと軸受ベアリング1160Ab、1160Bbとの間に形成された中空部内を霧状に流動するとともに、当該中空部を規定する内壁を伝って流動し、軸受ベアリング1160Ab、1160Bb内に供給される。次に、軸受ベアリング1160Ab、1160Bbから出た潤滑オイルは、軸受ベアリング1160Ab、1160Bbと同期ギア1170A、1170Bとの間に形成された中空部内を霧状に流動するとともに、当該中空部を規定する内壁を伝って流動し

、同期ギア 1170A、1170B 側に供給される。次に、同期ギア 1170A、1170B 側に供給された潤滑オイルは、同期ギア 1170A、1170B 間の噛合部を含む同期ギア 1170A、1170B の表面に供給される。次に、潤滑オイルは、軸受ベアリング 1160Ac、1160Bc 内に供給され、再びオイル貯留部 1181 に戻される。冷却装置 1190 は、オイル貯留部 1181 に貯留された潤滑オイルを水冷式で冷却するものであり、図 1A に示すように、オイル貯留部 1181 内に配置され冷却水を循環させる冷却パイプ 1191 と、冷却パイプ 1191 に冷却水を供給する冷却ポンプ 1192 とから構成されている。上記の様な構成のオイル供給手段 1180 の場合、高速回転時には、潤滑オイルは十分供給される。しかし、潤滑オイルが回転シャフト 1150A、1150B の外部へ放出される位置（放出位置）にもよるが、数千回転程度以下の低回転数領域になると、潤滑オイルの放出量は、極端に減少し十分に冷却できない場合が生ずることがある。この現象は、放出位置が高い程顕著である。

従って、この現象を解決して、高速回転域での円滑・安定運転は勿論、低速から高速までの回転域でアイドルリングを安定して行うことが出来、排気量の調整で回転数を落としての使用やエコモード（省エネモード）での使用が出来るようにすることは、この種のポンプの商業的価値を高めることになる。

[0007] 本発明は、上記の点に鑑みて総合的視点に立脚して鋭意創意工夫することにより成されたものである。

本発明の目的の一つは、ポンプ内の回転シャフトの回転やモータの回転等に伴って発生する熱に起因するよるポンプ内温度の上昇を所望に応じて適宜阻止でき、低速域から高速域まで安定してポンプ駆動が出来るスクリーュー排気ポンプ用のオイル供給部品及びその部品を備えたスクリーュー排気ポンプを提供することである。

本発明のもう一つの目的は、回転シャフトの潤滑オイル放出位置に依存することなく、低速域から高速域までの全回転速度範囲で冷却に必要な所望量

のオイル供給を適宜安定して行うことが出来るスクリー排気ポンプ用のオイル供給部品及びその部品を備えたスクリー排気ポンプを提供することである。

本発明の更に別の目的は、低速から高速までのポンプ運転に伴ってポンプ内で発生する熱をポンプ外に効率よく放出することが可能なスクリー排気ポンプ用オイル供給部品及びその部品を備えたスクリー排気ポンプを提供することにある。

本発明の更にもう一つ別の目的は、超高速運転を実現しながら、比較的長い回転シャフトでもその高位置に潤滑オイル放出口を設けた場合でも比較的低速運転で長時間の連続運転が可能なスクリー排気ポンプ用オイル供給部品及びその部品を備えたスクリー排気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

[0008] 本発明の第一の観点は、少なくとも一つのスクリー溝を外側に有するとともに回転軸線方向の下端面で開口する中空部を有するロータと、気体の吸気口及び排気口を備えとともに該ロータを収納するステータと、前記ロータに連結もしくはその一部として形成されているとともに前記中空部に少なくともその一部が収容されている回転シャフトと、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と、を有し、前記回転シャフトは、長手方向に延びるとともに下端部および中空部内で開口する第一のオイル供給路を有し、該オイル供給路は前記回転シャフトの外表面でその終端が開口する第二のオイル供給路に連通する、スクリー排気ポンプ用のオイル供給部品であって、

前記回転シャフトと、該回転シャフト内に揚液機能の発揮が可能な螺旋状構造体を有し、

該構造体は、前記回転シャフトの下方に位置した駆動可能な螺旋状構造体とその上方に位置した固定螺旋状構造体で構成されていることを特徴とするスクリー排気ポンプ用のオイル供給部品およびその部品を有するスクリー排気ポンプにある。

[0009] 本発明の第二の観点は、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、

気体の吸気口及び排気口を備えるとともに前記雌雄のロータを収納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、

前記回転シャフトは、長手方向に延びるとともに下端部および中空部内で開口するオイル供給路を有し、

前記ステータの下方に配置され、前記回転シャフトのオイル供給路に供給するためのオイルを貯留するとともに、前記オイル供給路を通じて前記中空部内に供給されるオイルを回収するためのオイルリザーバを有し、

前記回転シャフトと前記中空部を画定する前記少なくとも一方のロータの内壁面との間に少なくとも一部が配置されるとともに前記ステータに対して固定され、前記オイル供給路を通じて前記中空部に供給されたオイルを、前記中空部内で複数の流通経路に分配して流すための複数のオイル流路を画定する流路部材を有する、スクリー排気ポンプ用のオイル供給部品であって、

前記回転シャフトと、該回転シャフト内に揚液機能の発揮が可能な螺旋状構造体を有し、該構造体は、前記回転シャフトの下方に位置した駆動可能な螺旋状構造体とその上方に位置した固定螺旋状構造体で構成されていることを特徴とするスクリー排気ポンプ用のオイル供給部品およびその部品を有するスクリー排気ポンプにある。

[0010] 本発明の第三の観点は、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、

気体の吸気口及び排気口を備えるとともに前記雌雄のロータを収納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、

前記回転シャフトは、長手方向に延びるとともに下端部および中空部内で開口するオイル供給路を有し、

前記軸受に対して設けられ、前記オイル供給路を通じて前記軸受に供給されるオイルの供給量を調整するオイル量調整機構を有する、スクリーユ排気ポンプ用のオイル供給部品であって、

前記回転シャフトと、該回転シャフト内に揚液機能の発揮が可能な螺旋状構造体を有し、該構造体は、前記回転シャフトの下方に位置した駆動可能な螺旋状構造体とその上方に位置した固定螺旋状構造体で構成されていることを特徴とするスクリーユ排気ポンプ用のオイル供給部品およびその部品を有するスクリーユ排気ポンプにある。

[0011] 本発明の第四の観点は、所定の空隙を設けて互いに噛み合うスクリーユ歯を有する雄ロータおよび雌ロータを有し、

気体の吸気口及び排気口を備えるとともに前記雌雄のロータを収納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、

前記回転シャフトは、長手方向に延びるとともに下端部および中空部内で開口するオイル供給路を有し、

前記回転シャフトに固定されたモータロータと、前記モータロータの周囲に配置されたモータステータを含み、前記中空部に少なくとも一部が配置されるとともに前記回転シャフトに一体的に設けられた駆動モータを有し、

回転する前記回転シャフトのオイル供給路を通じて供給されるオイルを、前記駆動モータのモータロータとモータステータとの間の空隙および前記モータステータの外周面上に導くためのガイド部材を有する、スクリュウ排気ポンプ用のオイル供給部品であって、

前記回転シャフトと、該回転シャフト内に揚液機能の発揮が可能な螺旋状構造体を有し、該構造体は、前記回転シャフトの下方に位置した駆動可能な螺旋状構造体とその上方に位置した固定螺旋状構造体で構成されていることを特徴とするスクリュウ排気ポンプ用のオイル供給部品およびその部品を有するスクリュウ排気ポンプにある。

[0012] 本発明の第五の観点は、互いに噛み合うスクリュウ歯を有する雄ロータおよび雌ロータを有し、

気体の吸気口及び排気口を備えるとともに前記雌雄のロータを収納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、回転自在に支持された回転シャフトを有し、前記回転シャフトは、長手方向に延びるとともに下端面および中空部内で開口するオイル供給路を有し、

前記ステータの下方に配置され、前記回転シャフトのオイル供給路を通じて供給するためのオイルを貯留するとともに、前記回転シャフトのオイル供給路を通じて前記中空部内に供給されたオイルを回収するためのものであって、

オイルを満たすための閉空間を画定する隔壁と、前記閉空間の一部を画定するとともに当該閉空間の容積を変更可能な変更要

素と、

前記回転シャフトのオイル供給路と連通するオイル流出口と、

前記回転シャフトの排気口を通じて前記中空部内に供給された後に回収されたオイルが流入するオイル流入口と、

前記閉空間に満たされたオイルを、前記オイル流出口を通じて前記回転シャフトのオイル供給路に向けて押し上げるために、前記変更要素を作動させて前記閉空間のオイルを加圧する加圧機構と、を有するオイルリザーバ、と、を有するスクリーユ排気ポンプ用のオイル供給部品であって、

前記回転シャフトと、該回転シャフト内に揚液機能の発揮が可能な螺旋状構造体を有し、該構造体は、前記回転シャフトの下方に位置した駆動可能な螺旋状構造体とその上方に位置した固定螺旋状構造体で構成されていることを特徴とするスクリーユ排気ポンプ用のオイル供給部品およびその部品を有するスクリーユ排気ポンプにある。

発明の効果

[0013] 本発明によれば、ポンプ内の回転シャフトの回転やモータの回転等に伴って発生する熱に起因するポンプ内温度の上昇を所望に応じて適宜阻止でき、低速域から高速域まで安定してポンプ駆動が出来るスクリーユ排気ポンプ用のオイル供給部品及びその部品を備えたスクリーユ排気ポンプを提供することが出来る。

更に、本発明によれば、回転シャフトの潤滑オイル放出位置に依存することなく、低速域から高速域までの全回転速度範囲で冷却に必要な所望量のオイル供給を適宜安定して行うことが出来るスクリーユ排気ポンプ用のオイル供給部品及びその部品を備えたスクリーユ排気ポンプを提供することが出来る。

更にもう一つ、本発明によれば、低速から高速までのポンプ運転に伴ってポンプ内で発生する熱をポンプ外に効率よく放出することが可能なスクリーユ排気ポンプ用オイル供給部品及びその部品を備えたスクリーユ排気ポンプを提供することが出来る。

又、別には、本発明によれば、超高速運転を実現しながら、比較的長い回転シャフトでもその高位置に潤滑オイル放出口を設けた場合でも比較的低速運転で長時間の連続運転が可能なスクリー排気ポンプ用オイル供給部品及びその部品を備えたスクリー排気ポンプを提供することが出来る。

図面の簡単な説明

[0014] [図1A]従来例のスクリー排気ポンプを説明するための模式的断面図。

[図1B]押し上げヘッドの一具体例を説明するための模式的断面図。

[図2]本発明に係る第一の実験装置の主要部を説明するための模式的説明図。

[図3]本発明に係る第二の実験装置の主要部を説明するための模式的説明図。

[図4]実験結果の一例を示すグラフ。

[図5]オイル供給部品5000の内部構造を説明するための模式的な一部断面斜視図。

[図6]図5の駆動スクリー5005と固定スクリー5006a付近の模式的拡大図。

[図7]本発明の部品に使用される固定スクリーの好適な例の一つを示めす模式的斜視図。

[図8A]本発明の部品に使用される駆動スクリーの好適な一例を示す模式的斜視図。

[図8B]本発明の部品に使用される駆動スクリーの好適な他の例を示す模式的斜視図。

[図9]本発明の一実施形態に係るガス排気ポンプの模式的断面図。

[図10]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の好適な一例を示す模式図。

[図11]本発明の一実施形態に係るロータと回転シャフトとの連結位置の別な例を示す模式図。

[図12]図11のロータにおいて発生する一次共振を示す模式図。

[図13A]図9のガス排気ポンプの雄ロータの上端側から見た模式的な外観斜視図。

。

[図13B]図9のガス排気ポンプの雄ロータの下端側から見た模式的斜視図。

[図14]マス取付け部へのアクセス方法を説明するための模式的断面図。

[図15]軸封装置および軸受周辺の構造を示す模式的断面図。

[図16]オイル量調整リングの構造を示す模式的斜視図。

[図17A]サポート部材の模式的上面図。

[図17B]サポート部材の模式的断面図。

[図18]モータステータの模式的斜視図。

[図19]オイル循環システムのオイル流通経路を示す模式的断面図。

[図20]オイル循環システムの他の実施形態を示す模式的断面図。

[図21]図20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22]オイル循環システムのさらに他の実施形態を示す模式的断面図。

発明を実施するための形態

[0015] 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場合がある。

[0016] 「実験」

(1) 実験装置の概要

図2は、本発明に係る第一の実験装置（比較例装置）の主要部を説明するための模式的説明図である。

オイル供給装置2000は、透明なガラス管2001、オイルリザーバ2002、ガラス管2001を回転させるための回転駆動装置（不図示）を主要構成部として備えている。

ガラス管2001の中空部は、オイル流通路2001aを構成する。

ガラス管2001は、ポンプの回転シャフトの相当し、内部のオイルの挙動を観察し易くするために透明なものが選択される（実験では、商品名：パ

イレックス（登録商標）を使用）。ガラス管２００１の下端部には、テーパ状の内面を有する中空の押し上げヘッド２００３が内设されている。押し上げヘッド２００３の下端には、オイルの流入口２００７が設けられている。

ガラス管２００１の上部には流出部２００４が設けられ、その内部には流路２００４aが形成されている。

流路２００４aのガラス管２００１側には、ガラス管２００１内のオイルがガラス管２００１外に流出するための流出口２００５が設けてある。その反対側には、オイルが外部に吐出されるための吐出口（開放端）２００６が設けられている。

実験に於いては、オイルリザーバ２００２にオイル２００８を所定量投入する。

実験に使用されたガラス管２００１の内径は１５mm、オイル液面２００９から流出部２００４の吐出方向に沿う中心軸までの高低差は、３７cmとした。流路２００４aの径は、９mmとした。ガラス管２００１の回転数は、８０００rpmまで回転できるようにした。

図３は、本発明の主要構成を備えた、本発明に係る第二の実験装置（本発明例装置）の主要部を説明するための模式的説明図である。

オイル供給装置３０００は、図２の場合と同様の透明なガラス管２００１、オイルリザーバ２００２、ガラス管２００１を回転させるための回転駆動装置（不図示）を主要構成部として備えている。

ガラス管２００１の内部には、ガラス管２００１の中心軸位置に軸棒３００１が配設されている。軸棒３００１は、その上端部を軸受３００２に固設され、下端部に軸棒回転止め３００３を備えている。

軸受３００２は、軸棒２００１を固設すると同時にガラス管２００１の回転ブレを防止する機能を有する。そのために、軸受３００２の外形面は、ガラス管２００１の内壁面の沿って円滑に摺動若しくは実質的に摺動できるように円滑化処理が施され、その外径も円滑性を保つように決められている。

軸棒３００１の所定位置には、下方から順に、固定スクリューA3004a

、固定スクリューA3004b、固定スクリューA3004c、固定スクリューA3004dの4つの固定スクリューが固設されている。

各固定スクリューは、ガラス管2001が回転する際には、ガラス管2001の内壁面を摺動若しくは実質的に摺動できるようにその外径が決められている。

固定スクリューA3004aの下端には、その下端位置がガラス管2001の下端位置に一致若しくは略一致するように、駆動スクリュー3005が設けてある。

駆動スクリュー3005は、ガラス管2001の回転に伴って回転できるようにガラス管2001に図示のごとく嵌合され、ガラス管2001の回転力が直接伝達される構成とされていると同時に、軸棒3001には、ガラス管2001の回転力の伝達が阻害されないように回転自在に取り付けられている。

実験に於いては、ガラス管2001、流出部2004は、図2の場合と同じにした。オイル液面2009は、固定スクリューA3004aの下端と駆動スクリュー3005の上端の境界位置とした。

各固定スクリューには、図19に示すのと同じ構造のものを採用し、駆動スクリュー3005には、図20Aに示すのと同じ構造のものを採用した。

実験に使用した各固定スクリューの中心軸方向の幅（厚み）は、10mmとし、ねじれ方向は、駆動スクリュー3005とは逆向きの等傾斜とした。

駆動スクリュー3005も等傾斜のものを使用した。駆動スクリュー3005の中心軸方向の幅（厚み）は、25mmとした。

各固定スクリュー及び駆動スクリュー3005のスクリューの傾斜ピッチは同じにした。

固定スクリューA3004a、固定スクリューA3004b、固定スクリューA3004cは、図3に示す様に、駆動スクリュー3005の上端位置から順に積層するように軸棒3001に固設した。

固定スクリューA3004dは、その下端位置が、オイル液面2009から20

cmの高さになるように軸棒3001に固設した。

[0017] (2) 実験の手順・条件と実験系

図2, 3に示す装置を使用して、以下の手順と条件で実験をした。

*：外付け使用ポンプのポンプ能力・・・1400cc/min

*：オイル移動のガラス管内観察は目視と動画撮影。

*：オイル吐出量測定・・・ガラス管の吐出口前方付近の全周囲にオイルキャッチ用の受け皿を設け、一定回転数で一定時間内に受け皿で受けたオイルをメスシリンダーに導いて測定。

*：ガラス管の回転数・・・1000, 2000, 3000, 4000, 6000, 7200rpmの6点

[0018] 「実験系」

(1)図2の構造のガラス管単独

(2)図2の構造のガラス管と外付けポンプの組み合わせ

(3)外付けポンプ単独

(4)図3の構造のガラス管単独

[0019] 実験結果を図4に示す。

本実験で以下の点が判明した。

(a) 実験系(2)の場合は、実験系(1)では、これまで超高速回転(6500rpm以上)でのオイル供給不足が発生するために外付けポンプを付加し協働作用でそのオイル供給不足を補っていた(4000rpm以上でその効果が観られ、回転数の上昇とともに効果は大二になっていることが分かる)が、低速回転域(4000rpm以下)では、図2の構造のガラス管単独の実験系(1)と大差なく、外付けポンプ単独の実験系(3)とは、極端にオイル供給不足になることが今回初めて分かった。

(b) 外付けポンプ単独の実験系(3)の場合、ガラス管を回転させないでガラス管内にオイル供給をすると、吐出口からオイルは殆ど吐出しなかった。そこで、実験系(1)の影響を避けるために、流入口2007の位置をオイル液面2009の上方にセッティングして実験を行った。

この場合は、低速回転域辺り（2000rpm）からオイル供給は十分されるが、回転数が4000rpm辺りを超えると吐出量に飽和傾向がみられることが分かった。

（c）本発明である図3の構造のガラス管単独の実験系(4)では、グラフからも一目瞭然であるように、2000～3000rpmでも実験系(3)の略1/2のオイル供給力があり、4000rpm以上では、図2の構造のガラス管単独の実験系(1)と比べ4倍以上のオイル供給力のあることが判明した。

5000rpm辺りで、外付けポンプ単独の実験系(3)とオイル供給力は逆転し、それ以上の回転数域では、回転数の増加に従って、その差は格段に広がることも分かった。

[0020] 第1実施形態

図5に、本発明のスクリーウ排気ポンプ用のオイル供給部品の好適な実施形態の代表例の一つが示される。

図5は、オイル供給部品5000の内部構造を説明するための模式的な一部断面斜視図である。

オイル供給部品5000は、ポンプのロータの中に配される回転シャフト5001の内部（オイル流通路5008）に中心軸にその軸を一致させて配設した軸棒5002を有する。軸棒5002は、上端を、回転シャフト5001の内壁面と摺動自在に配される軸受52003に支持され、他端には、軸棒5002の回転を止めるのに使用される 軸棒回転止め5004が設けられてある。

軸棒5002には、駆動スクリーウ5005が摺動回転自在に取り付けられ、その上方には、設計に従った所定の間隔で、4つの固定スクリーウ5006a、5006b、5006c、5006dが固設されている。

回転シャフト5001の上端部、軸受5003の下端部付近には、供給されるオイルを外部に吐出させるための流出路5007a、5007b、5007c、5007dが設けてある。

図5に於いては、流出路5007は、回転シャフト5001の上方に2つ

、固定スクリュー５００６ｃの上端近くに２つ、計４つ設けた例が示されるが、本発明の場合、この例に限定されることはなく、所望のオイル供給が出来るようにその流路内径と数、位置は設計に従って決められる。

駆動スクリュー５００５の螺旋方向と、４つの固定スクリュー５００６ａ、５００６ｂ、５００６ｃ、５００６ｄの螺旋方向は、正反対である。図５の場合、駆動スクリュー５００５の螺旋方向は、上方から見て反時計まわりである。

また、図５では、４つの固定スクリュー５００６ａ、５００６ｂ、５００６ｃ、５００６ｄは略等間隔に設けた例が示されるが、本発明では、固定スクリューの数、配置間隔は、この例に限定されることはなく、所望のオイル供給能力が得られるように、ポンプの設計に従って決められる。

例えば、下から配置間隔を順次所定の間隔で狭めて複数の固定スクリューを配したり、複数の固定スクリュー間で螺旋の巻具合を異ならせたりしても良い。或いは駆動スクリュー５００５の上端から回転シャフト５００１の流出部５００７ａ、５００７ｂの下端付近まで一つの長い固定スクリューとしても良い。

図５の駆動スクリュー５００５と固定スクリュー５００６ａ付近の模式的拡大図が図６に示される。

[0021] 駆動スクリュー５００５の外形面（螺旋部の外端面）は、回転シャフト５００１の内壁面６００１の回転の際に内壁面６００１に沿って摺動しないで確実に従動するように、しっかりした嵌合などによって固設されている。

駆動スクリュー５００５は、軸棒５００２には、回転自在とされている。固定スクリュー５００６ａは、駆動スクリュー５００５とは異なり、軸棒５００２に固設される一方、内壁面６００１の回転には応じない様に、内壁面６００１との間に僅かな隙間を設けて配設されている。

図６に於いて、回転シャフト５００１が上方から見て時計方向に回転すると、駆動スクリューは、回転シャフト５００１と一体に回転しオイルを吸い込んで固定スクリュー５００６ａ方向に送り込む。固定スクリュー５００６ａ

方向に送り込まれたオイルは、固定スクリー５００６aの下端から上端に向かって回転シャフト５００１の内壁６００１に沿って旋回しながら上昇する。

固定スクリー５００６aの上端を過ぎたオイルは、内壁６００１に沿って旋回しながら上昇を続け、固定スクリー５０００bの下端に達する。

固定スクリー５００６aと固定スクリー５０００bの配置間隔は、固定スクリー５００６aと固定スクリー５０００bの間で、壁面６００１に沿って上昇するオイルの層厚が薄くなって供給量が所望以下にならない様に考慮されて適宜決められる。

この点は、固定スクリー５００６bと固定スクリー５０００cとの間、固定スクリー５０００cと固定スクリー５０００dとの間も同様である。

[0022] 図７は、本発明の部品に使用される固定スクリーの好適な例の一つを示めす模式的斜視図である。

図７に示す固定スクリー７０００は、その螺旋方向が上方から見て時計の針の回転方向になっている。螺旋は、より緩やかな上昇螺旋形状とすることでオイルの上昇移送をより確実に行うことが出来る。

図８A、８Bは、夫々本発明の部品に使用される駆動スクリーの好適な例の一つを示めす模式的斜視図である。

図８A、８Bに示す駆動スクリー８０００A、Bは、夫々その螺旋方向が上方から見て時計の針の回転方向とは反対になっている。

図８Aに示す駆動スクリー８０００Aは、螺旋が等傾斜であり、図８Bに示す駆動スクリー８０００Bは、螺旋が不等傾斜である場合が示される。

[0023] 次に、図９～図１９を参照して、本発明に係るスクリー排気（真空）ポンプの第１の実施形態に係る説明をする。

先ず、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９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対の同期ギア 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、上記したオイル供給部品 5000 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。

図 9 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。

[0024] ステータ 130 は、ステンレス鋼等の金属で形成され、図 9 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。

[0025] 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。

[0026] 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。

[0027] 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。

[0028] 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。

[0029] 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11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11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。

[0030] 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。

[0031] 本発明では、ロータの共振周波数を高めるために、図10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10000rpm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。

[0032] 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13A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111a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114hが配置されている。マス取付け部114hは、例えば、ねじ穴で構成される。端面部114は、回転軸線AXを中心とする円周方向に等間隔に配置され、回転軸線AXに対して直交している。複数のマス取付け部114h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13B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AXに一致しており、円盤状プレート115の外周面115fは、回転軸線AXに平行である。この外周面115fに、複数のマス取付け部115h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115h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115h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。

[0033] マス取付け部114hおよびマス取付け部115h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114hおよびマス取付け部115h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１４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９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。

[0034] 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９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１５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箇所に形成され、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。

[0035] 図 9 に戻って、回転シャフト 1 5 0 A 内には、オイルリザーバ 3 0 0 からオイル O L を上方へ押し上げるオイル供給部品 5 0 0 0 が設けられている。流入口 1 5 3 を通じて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。

[0036] オイル量調整機構

図 1 5 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 1 6 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、鏝部 2 4 が形成されている。鏝部 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。

[0037] ここで、オイル量調整リング 2 2 0 を設けた理由について説明する。雄ロータ 1 1 0 および回転シャフト 1 5 0 A の荷重を回転自在に支持する軸受 1 6 0 には、高速回転中に潤滑のためのオイル O L 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 1 6 0 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 1 6 0 の上方にオイル量調整リング 2 2 0 を設けて、オイル O L の供給量を最適化している。オイル量調整リング 2 2 0 のオイル供給孔 2 2 6 は、オイル O L 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。

[0038] 図１５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。

[0039] 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１１１ａの等リードスクリー部１１１ｂ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201a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202aから流入するオイルOLをモータステータ142の外周面142a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。

[0040] モータステータ142は、図18に示すように、外周面142aに形成された、回転軸線方向に延びる複数の溝部142bを有する。この溝部142b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。

[0041] オイルリザーバ300は、図9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。

[0042] 軸封装置230は、回転シャフト150A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 (NiF_2) 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。

[0043] 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。

[0044] 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。

[0045] 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19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、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152aおよび流出口154を通じてオイル量調整リング220の下板部221および受止め板210の上に供給され、一部のオイルOLは、軸受160の潤滑のために、下板部221のオイル供給孔226を通じて軸受160に供給され、このオイルOLは軸受160から落下して駆動モータ140のギャップ143に供給される。受止め板210の上に供給されたオイルOLは、第1および第2の流路201、202に分配される。軸受160で発生する熱は、軸受160に直接供給されたオイルOLによって吸収されるとともに、軸受160の周囲を通過す

る第1および第2の流路201、202を流通するオイルOLによって吸収される。第1および第2の流路201、202を流通するオイルOLは、回転シャフト150A側および雄ロータ110側から受ける熱を吸収したのち、駆動モータ140のギャップ143とモータステータ142の外周面に溝142b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140から発生する熱は効率良く吸収される。駆動モータ140を通過したオイルOLは、オイルリザーバOL内に落下するが、一部は、潤滑のために、軸受161、162と同期ギア170A、170Bの噛み合い部分に供給された後にオイルリザーバOL内に落下する。オイルリザーバOL内に落下するオイルOLは温度が上昇しているが、オイルリザーバOL内で冷却装置190により所定の温度まで冷却される。なお、雄ロータ110についてのみ説明したが、雌ロータ120についても同様のオイル循環システムを採用できる。

[0046] オイル供給部品5000により潤滑および冷却のために供給できるオイルOLの量は、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200やオイル量調整リング220を設けることにより、限られた量のオイルOL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100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100の高速運転化が可能となる。

[0047] 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20および図21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20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、回転シャフ

ト 150 の下端部が挿入されるとともに回転シャフト 150 A 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。

[0048] 閉空間 CS を図 21 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。

[0049] ここで、オイル OL を回転シャフト 150 A 内に向けて押し上げてやると、オイル供給部品 5000 によるオイル押し上げ量が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 を回転シャフト 150 内に向けて押し上げることができる。

[0050] 代替的には、図 22 に示すように、タンク 300 A 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、回転シャフト 150 内に向けてオイル OL が押し上げられる。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、回転シャフト 150 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。

。

[0051] また、本発明の関わるオイル供給部品の下端部には、図 1 B に示すテーパ状の押し上げヘッド 1 1 8 2 と同様の押し上げヘッド 1 8 0 を設けている。駆動スクリューは、押し上げヘッド 1 8 0 に対して固定されているが、駆動スクリューを押し上げヘッド 1 8 0 よりも上方に設けて回転シャフト 1 5 0 A に対して固定することも可能である。押し上げヘッド 1 8 0 とオイル供給部品 5 0 0 0 とを組み合わせることにより、オイル供給量をさらに増加させることができる。

図 1 B において、1 0 0 1 は回転シャフト、1 0 0 2 はオイル、1 0 0 3 はオイル供給規制部材、1 0 0 4 はオイル供給路、1 0 0 5 はテーパ内壁面、1 0 0 6 はテーパ下端開口、1 0 0 7 はオイル供給路上端開口を示す。

外付けポンプを併設して使用する際には、オイル供給路 1 0 0 4 を通じてテーパ下端開口 1 0 0 6 に向けてオイルを供給する。

供給を受けたオイルは、供給推進力に回転シャフト 1 0 0 1 の回転力も加わってテーパ内壁面 1 0 0 5 上を上昇する。

[0052] 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

- [0053] 1 1 0 0 . . . スクリュー真空ポンプ
 1 1 1 0 . . . 雄ロータ
 1 1 1 1 . . . ねじ歯車部
 1 1 1 1 a . . . 不等リード不等傾斜角スクリュー部
 1 1 1 1 b . . . 等リードスクリュー部
 1 1 1 2 . . . ロータ中空部

- 1 1 2 0 . . . 雌ロータ
- 1 1 2 1 . . . ねじ歯車部
- 1 1 2 1 a . . . 不等リード不等傾斜角スクリュー部
- 1 1 2 1 b . . . 等リードスクリュー部
- 1 1 2 2 . . . ロータ中空部
- 1 1 3 0 . . . ステータ
- 1 1 3 1 . . . ステータ本体部
- 1 1 3 2 . . . 第1支持部
- 1 1 3 3 . . . 第2支持部
- 1 1 3 4 . . . 吸気口
- 1 1 3 5 . . . 排気口
- 1 1 4 0 A . . . 駆動モータ
- 1 1 4 0 B . . . 駆動モータ
- 1 1 5 0 A . . . 回転シャフト
- 1 1 5 0 B . . . 回転シャフト
- 1 1 5 1 A . . . フランジ部
- 1 1 5 1 B . . . フランジ部
- 1 1 6 0 A a . . . 軸受ベアリング
- 1 1 6 0 A b . . . 軸受ベアリング
- 1 1 6 0 A c . . . 軸受ベアリング
- 1 1 6 0 B a . . . 軸受ベアリング
- 1 1 6 0 B b . . . 軸受ベアリング
- 1 1 6 0 B c . . . 軸受ベアリング
- 1 1 7 0 A . . . 歯車
- 1 1 8 0 . . . オイル供給手段
- 1 1 8 1 . . . オイル貯留部
- 1 1 8 2 . . . 押し上げヘッド
- 1 1 8 3 . . . オイル流通路

- 1 1 9 0 . . . 冷却装置
- 1 1 9 1 . . . 冷却パイプ
- 1 1 9 2 . . . 冷却ポンプ
- 1 0 0 1 . . . 回転シャフト
- 1 0 0 2 . . . オイル
- 1 0 0 3 . . . オイル供給規制部材
- 1 0 0 4 . . . オイル供給路
- 1 0 0 5 . . . テーパーのない壁面
- 1 0 0 6 . . . テーパー下端開口
- 1 0 0 7 . . . オイル供給路上端開口
- 2 0 0 0、3 0 0 0 . . . オイル供給装置
- 2 0 0 1 . . . 回転シャフト
- 2 0 0 1 a . . . オイル流通路
- 2 0 0 2 . . . オイルリザーバ
- 2 0 0 3 . . . 押し上げヘッド
- 2 0 0 4 . . . 流出部
- 2 0 0 5 . . . 流出口
- 2 0 0 6 . . . 吐出口
- 2 0 0 7 . . . 流入口
- 2 0 0 8 . . . オイル
- 2 0 0 9 . . . オイル液面
- 3 0 0 1 . . . 軸棒
- 3 0 0 2 . . . 軸受
- 3 0 0 3 . . . 軸棒回転止め
- 3 0 0 4 a、3 0 0 4 b、3 0 0 4 c、3 0 0 4 d . . . 固定スクリュー
- 3 0 0 5 . . . 駆動スクリュー
- 5 0 0 0 . . . オイル供給部品
- 5 0 0 1 . . . 回転シャフト

5 0 0 2 . . . 軸棒
5 0 0 3 . . . 軸受
5 0 0 4 . . . 軸棒回転止め
5 0 0 5 . . . 駆動スクリー
5 0 0 6 a、5 0 0 6 b、5 0 0 6 c、5 0 0 6 d . . . 固定スクリー
5 0 0 7 a、5 0 0 7 b、5 0 0 7 c、5 0 0 7 d . . . 流出路
5 0 0 8 . . . オイル流通路
6 0 0 1 . . . 回転シャフト無い壁面
7 0 0 0 固定スクリー
8 0 0 0 A、8 0 0 0 B . . . 駆動スクリー
1 0 0 . . . スクリュー真空ポンプ
1 1 0 . . . 雄ロータ
1 1 1 . . . スクリュー歯
1 1 1 a . . . 不等リード不等傾斜角スクリー部
1 1 1 b . . . 等リードスクリー部
1 1 1 c . . . 接続部
1 1 3 a . . . 中空部
1 1 3 b . . . 中空部
1 1 4 . . . 平板部
1 1 4 h . . . 取付け穴
1 1 5 . . . 円盤部
1 1 5 h . . . 取付け穴
1 2 0 . . . 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ー部
1 2 1 b . . . 等リードスクリー部
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, 1 5 0 A . . . 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（流路部材、ガイド部材）
- 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]

少なくとも一つのスクリー溝を外側に有するとともに回転軸線方向の下端面で開口する中空部を有するロータと、気体の吸気口及び排気口を備えるとともに該ロータを収納するステータと、前記ロータに連結もしくはその一部として形成されているとともに前記中空部に少なくともその一部が収容されている回転シャフトと、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と、を有し、前記回転シャフトは、長手方向に延びるとともに下端部および中空部内で開口する第一のオイル供給路を有し、該オイル供給路は前記回転シャフトの外表面でその終端が開口する第二のオイル供給路に連通する、スクリー排気ポンプ用のオイル供給部品であって、

前記回転シャフトと、該回転シャフト内に揚液機能の発揮が可能な螺旋状構造体とを有し、

該構造体は、前記回転シャフトの下方に位置した駆動可能な螺旋状構造体とその上方に位置した固定螺旋状構造体とで構成されていることを特徴とするスクリー排気ポンプ用のオイル供給部品。

[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、

気体の吸気口及び排気口を備えるとともに前記雌雄のロータを収納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、

前記回転シャフトは、長手方向に延びるとともに下端部および中空部内で開口するオイル供給路を有し、

前記ステータの下方に配置され、前記回転シャフトのオイル供給路に供給するためのオイルを貯留するとともに、前記オイル供給路を通じて前記中空部内に供給されるオイルを回収するためのオイルリザーバを有し、

前記回転シャフトと前記中空部を画定する前記少なくとも一方のロータの内壁面との間に少なくとも一部が配置されるとともに前記ステータに対して固定され、前記オイル供給路を通じて前記中空部に供給されたオイルを、前記中空部内で複数の流通経路に分配して流すための複数のオイル流路を画定する流路部材を有する、スクリュウ排気ポンプ用のオイル供給部品であって、

前記回転シャフトと、該回転シャフト内に揚液機能の発揮が可能な螺旋状構造体を有し、

該構造体は、前記回転シャフトの下方に位置した駆動可能な螺旋状構造体とその上方に位置した固定螺旋状構造体で構成されていることを特徴とするスクリュウ排気ポンプ用のオイル供給部品。

[請求項3]

互いに噛み合うスクリュウ歯を有する雄ロータおよび雌ロータを有し、

気体の吸気口及び排気口を備えとともに前記雌雄のロータを収納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、

前記回転シャフトは、長手方向に延びるとともに下端部および中空部内で開口するオイル供給路を有し、

前記軸受に対して設けられ、前記オイル供給路を通じて前記軸受に

供給されるオイルの供給量を調整するオイル量調整機構を有する、スクリー排气ポンプ用のオイル供給部品であって、

前記回転シャフトと、該回転シャフト内に揚液機能の発揮が可能な螺旋状構造体とを有し、

該構造体は、前記回転シャフトの下方に位置した駆動可能な螺旋状構造体とその上方に位置した固定螺旋状構造体で構成されていることを特徴とするスクリー排气ポンプ用のオイル供給部品。

[請求項4]

所定の空隙を設けて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、

気体の吸気口及び排气口を備えるとともに前記雌雄のロータを収納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、

前記回転シャフトは、長手方向に延びるとともに下端部および中空部内で開口するオイル供給路を有し、

前記回転シャフトに固定されたモータロータと、前記モータロータの周囲に配置されたモータステータを含み、前記中空部に少なくとも一部が配置されるとともに前記回転シャフトに一体的に設けられた駆動モータを有し、

回転する前記回転シャフトのオイル供給路を通じて供給されるオイルを、前記駆動モータのモータロータとモータステータとの間の空隙および前記モータステータの外周面上に導くためのガイド部材を有する、スクリー排气ポンプ用のオイル供給部品であって、

前記回転シャフトと、該回転シャフト内に揚液機能の発揮が可能な螺旋状構造体とを有し、

該構造体は、前記回転シャフトの下方に位置した駆動可能な螺旋状

構造体とその上方に位置した固定螺旋状構造体で構成されていることを特徴とするスクリュウ排気ポンプ用のオイル供給部品。

[請求項5] 互いに噛み合うスクリュウ歯を有する雄ロータおよび雌ロータを有し、

気体の吸気口及び排気口を備えるとともに前記雌雄のロータを収納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、回転自在に支持された回転シャフトを有し、

前記回転シャフトは、長手方向に延びるとともに下端面および中空部内で開口するオイル供給路を有し、

前記ステータの下方に配置され、前記回転シャフトのオイル供給路を通じて供給するためのオイルを貯留するとともに、前記回転シャフトのオイル供給路を通じて前記中空部内に供給されたオイルを回収するためのオイルリザーバであって、

オイルを満たすための閉空間を画定する隔壁と、

前記閉空間の一部を画定するとともに当該閉空間の容積を変更可能な変更要素と、

前記回転シャフトのオイル供給路と連通するオイル流出口と、

前記回転シャフトの排気口を通じて前記中空部内に供給された後に回収されたオイルが流入するオイル流入口と、

前記閉空間に満たされたオイルを、前記オイル流出口を通じて前記回転シャフトのオイル供給路に向けて押し上げるために、前記変更要素を作動させて前記閉空間のオイルを加圧する加圧機構と、を有するオイルリザーバと、

を有するスクリュウ排気ポンプ用のオイル供給部品であって、

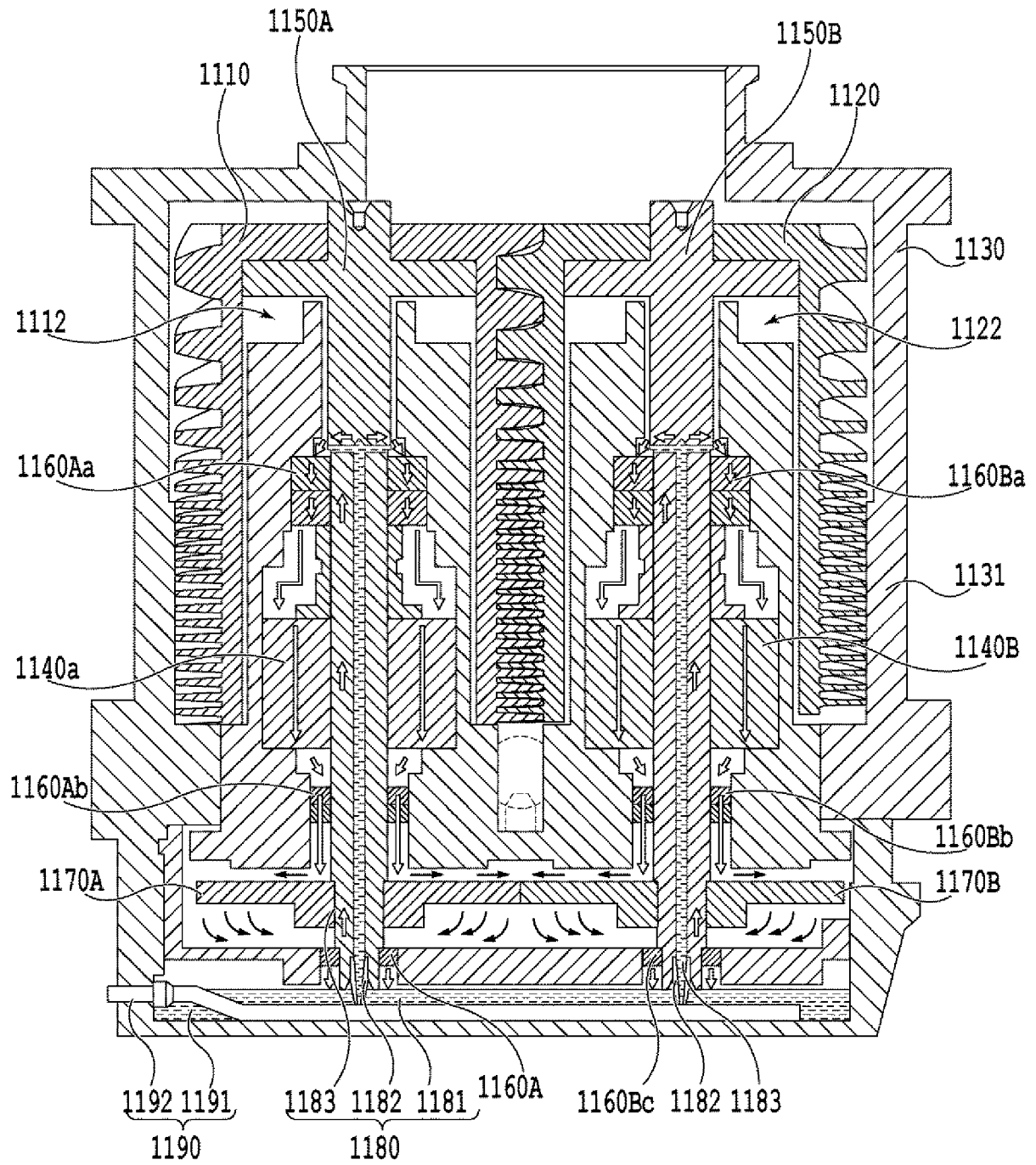
前記回転シャフトと、

該回転シャフト内に揚液機能の発揮が可能な螺旋状構造体と、を有し、

該構造体は、前記回転シャフトの下方に位置した駆動可能な螺旋状構造体とその上方に位置した固定螺旋状構造体で構成されていることを特徴とするスクリー排気ポンプ用のオイル供給部品。

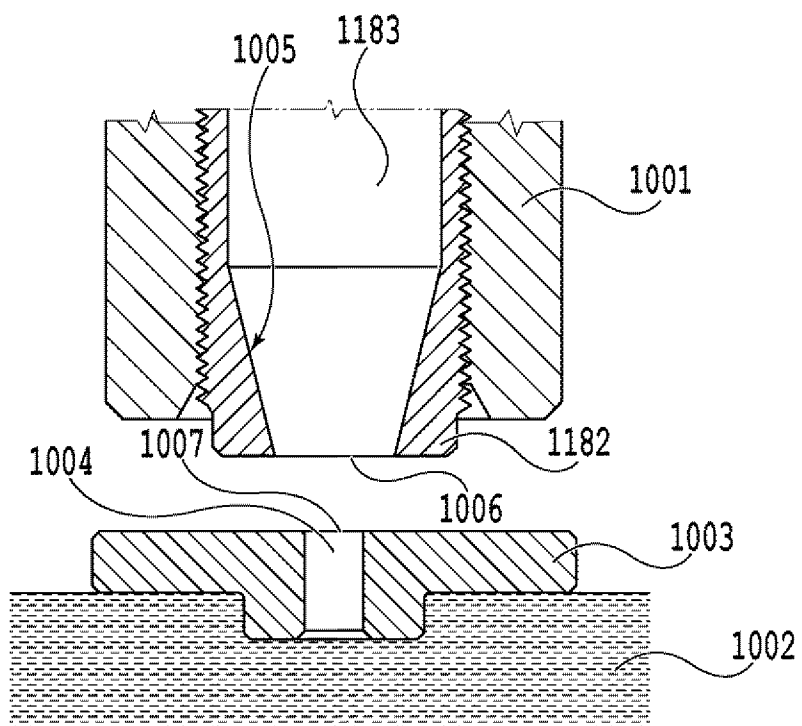
[請求項6] 請求項 1 乃至 5 に記載のスクリー排気ポンプ用のオイル供給部品の何れかを備えているスクリー排気ポンプ。

[図1A]

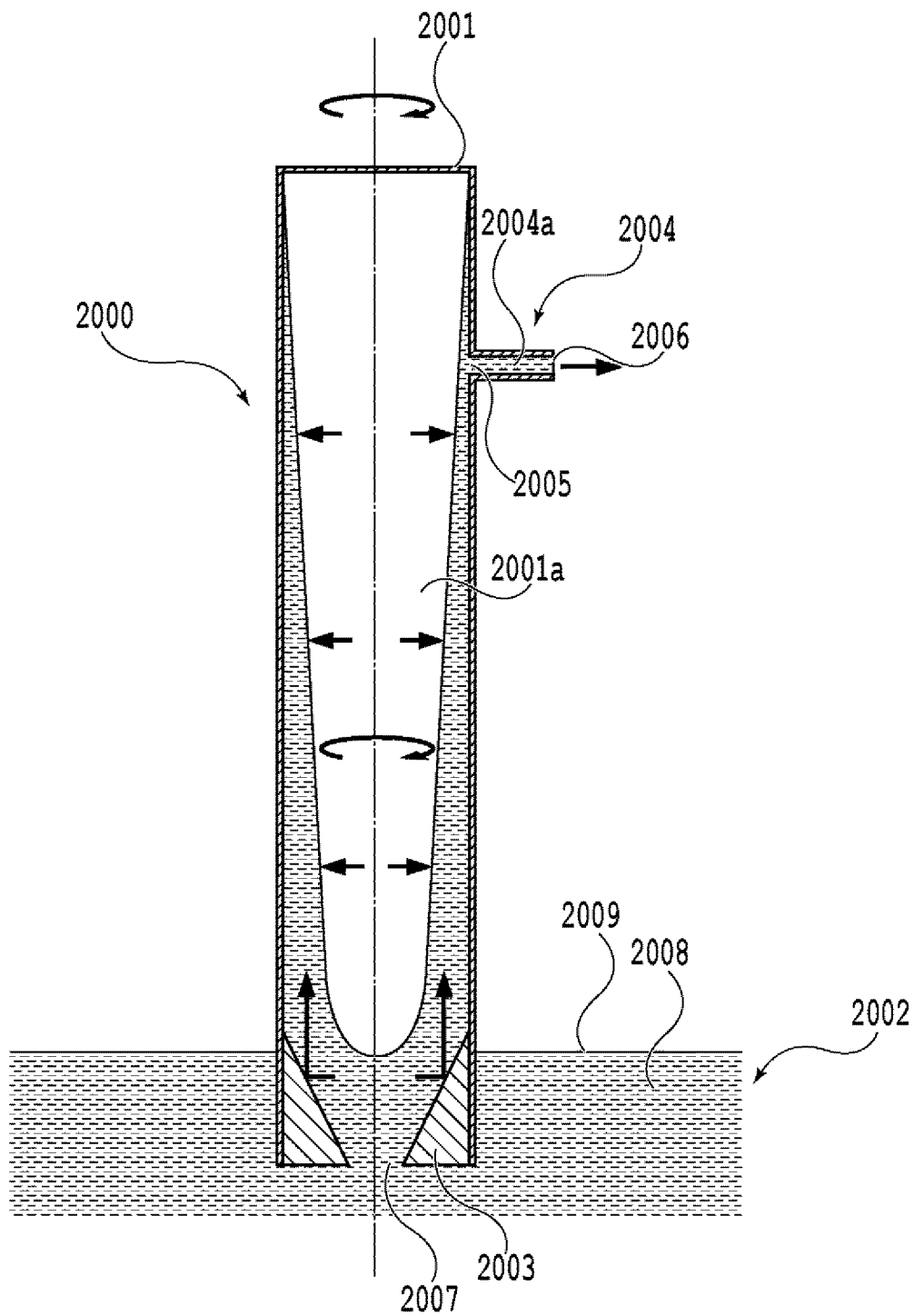


従来技術

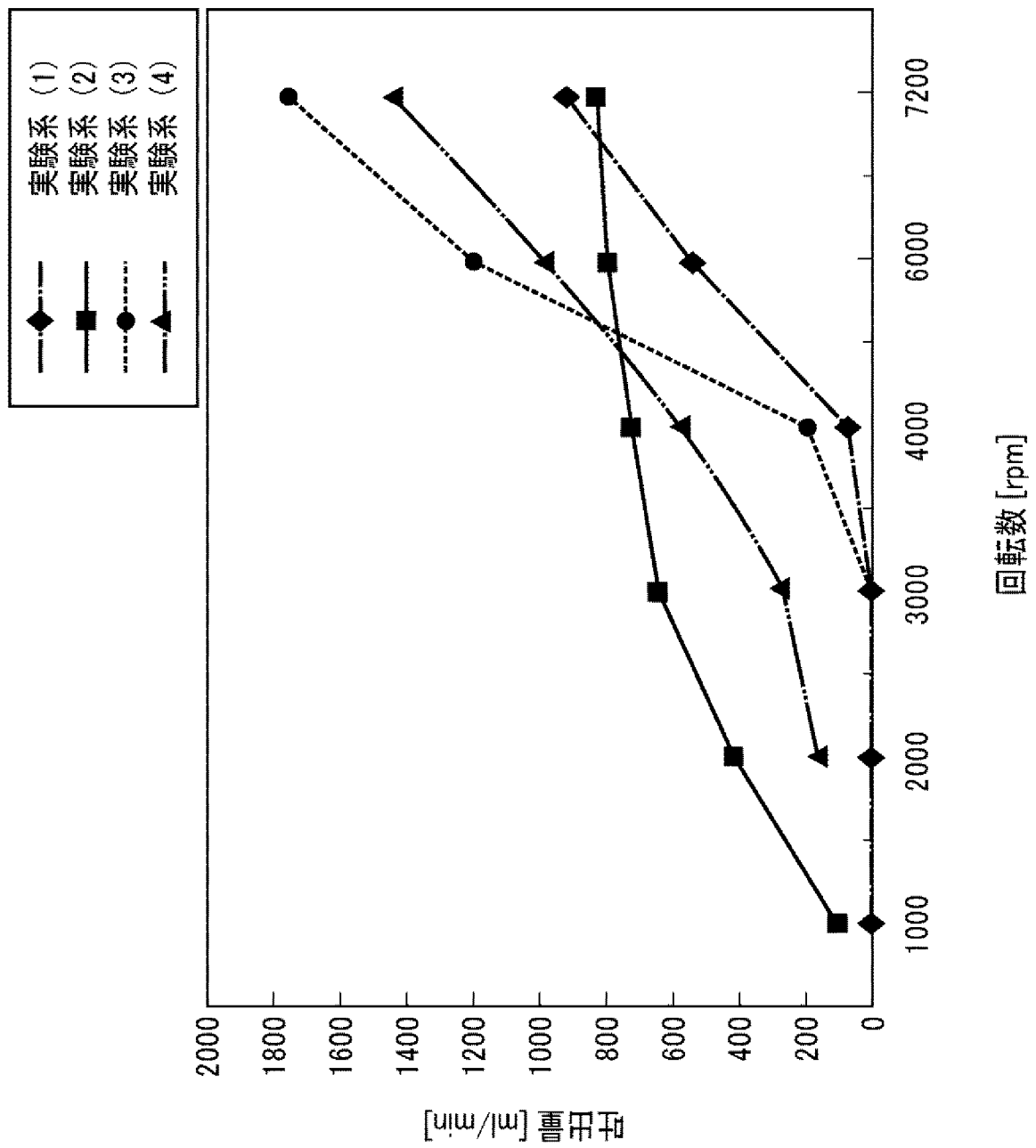
[図1B]



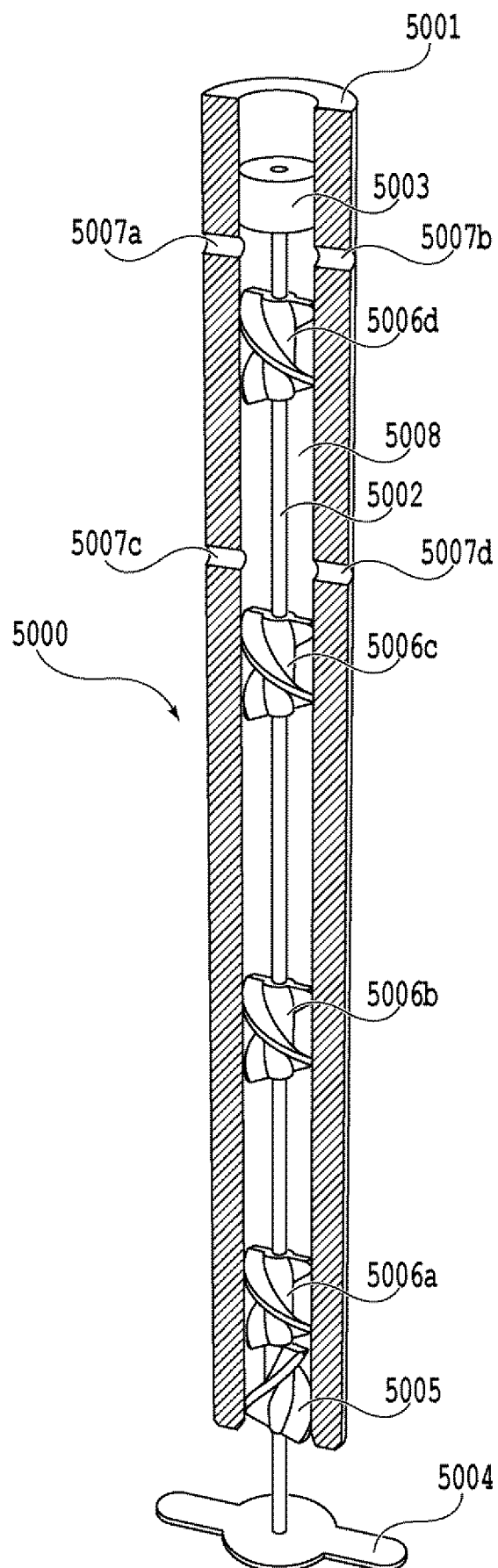
[図2]



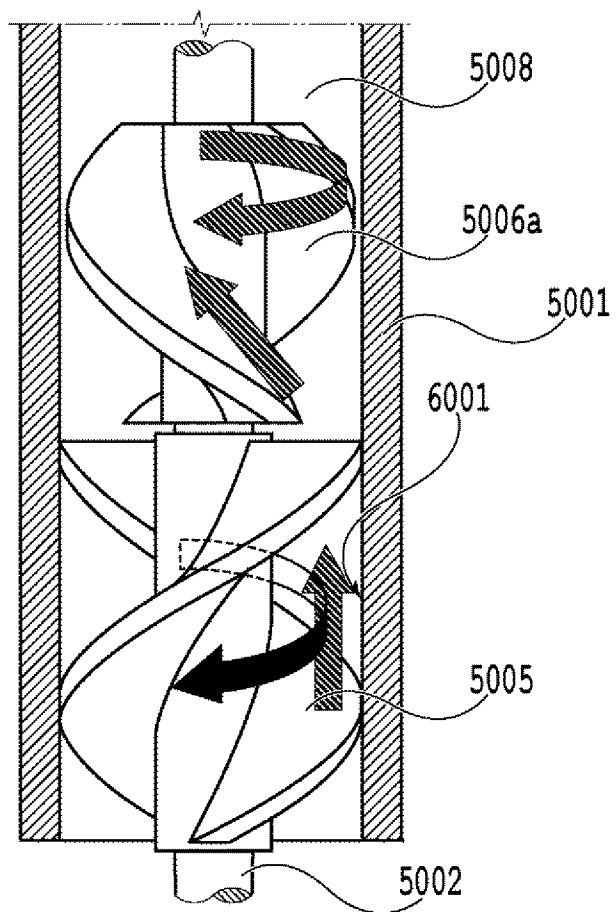
[図4]



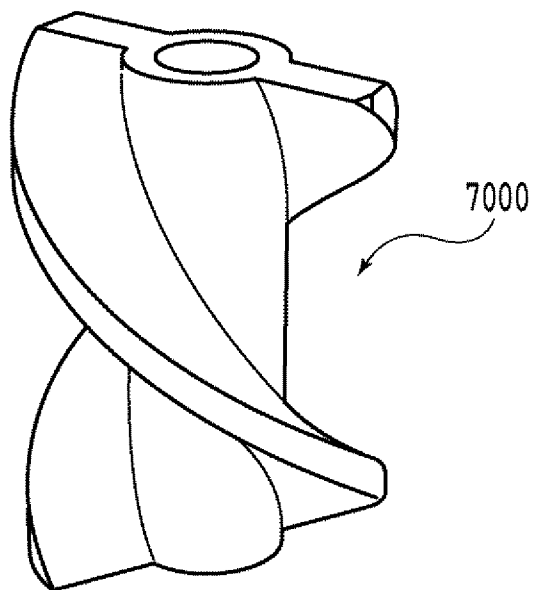
[図5]



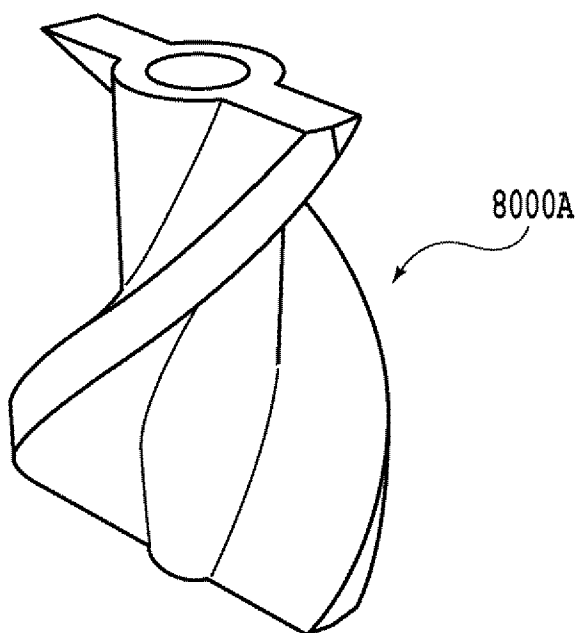
[図6]



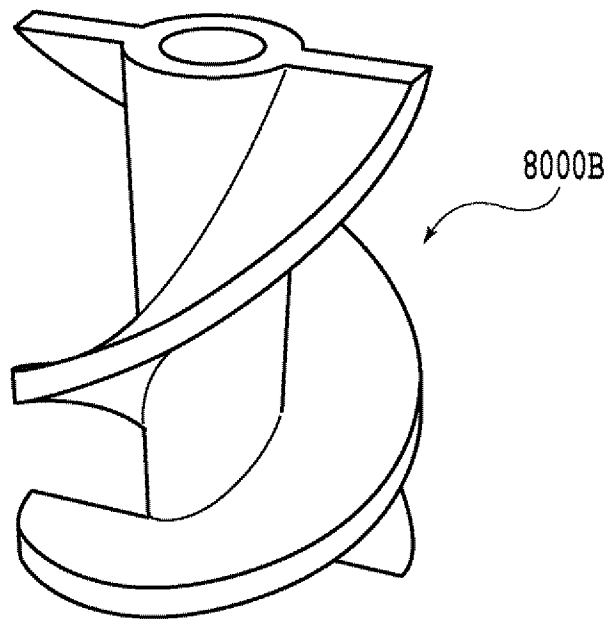
[図7]



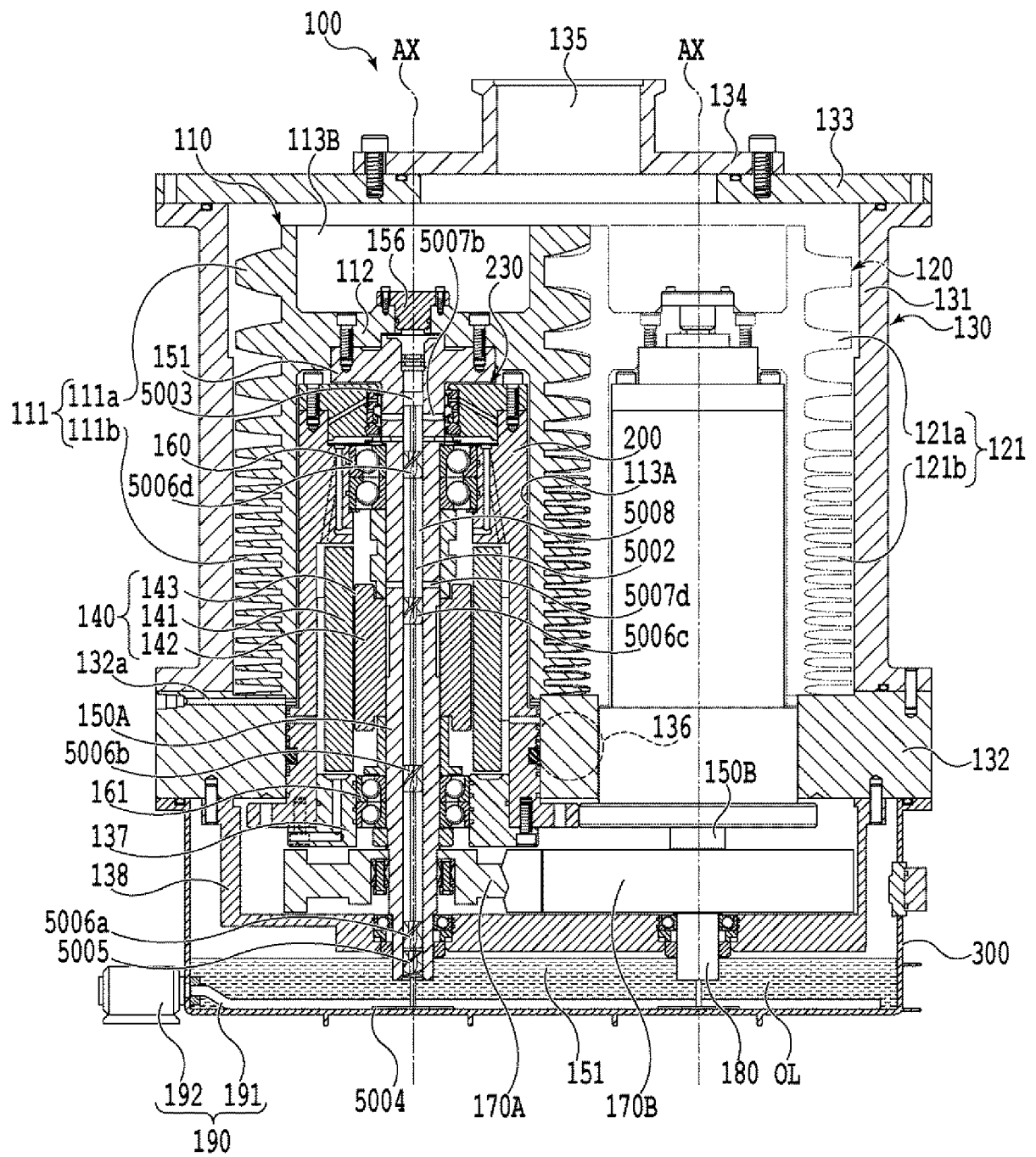
[図8A]



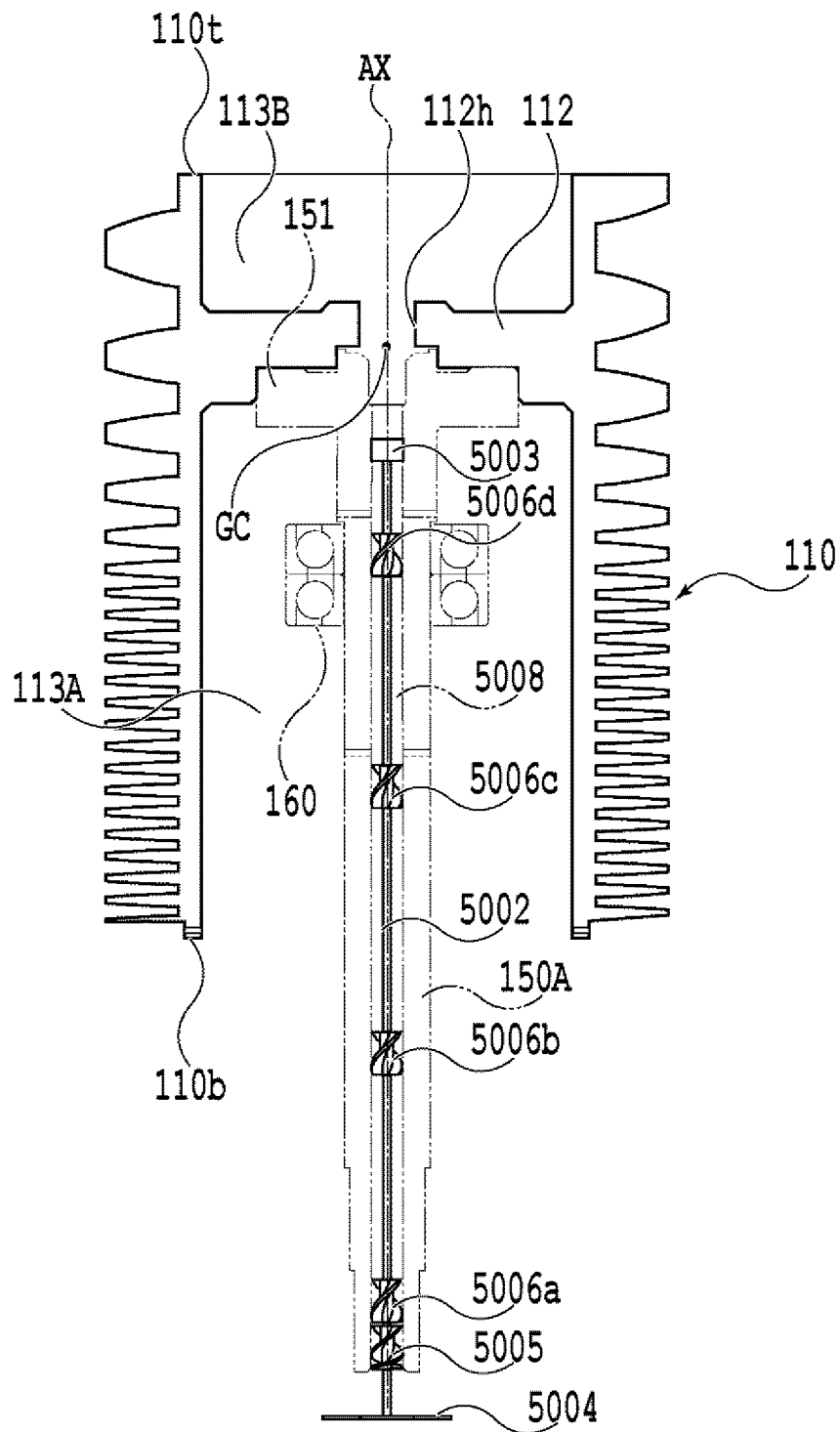
[図8B]



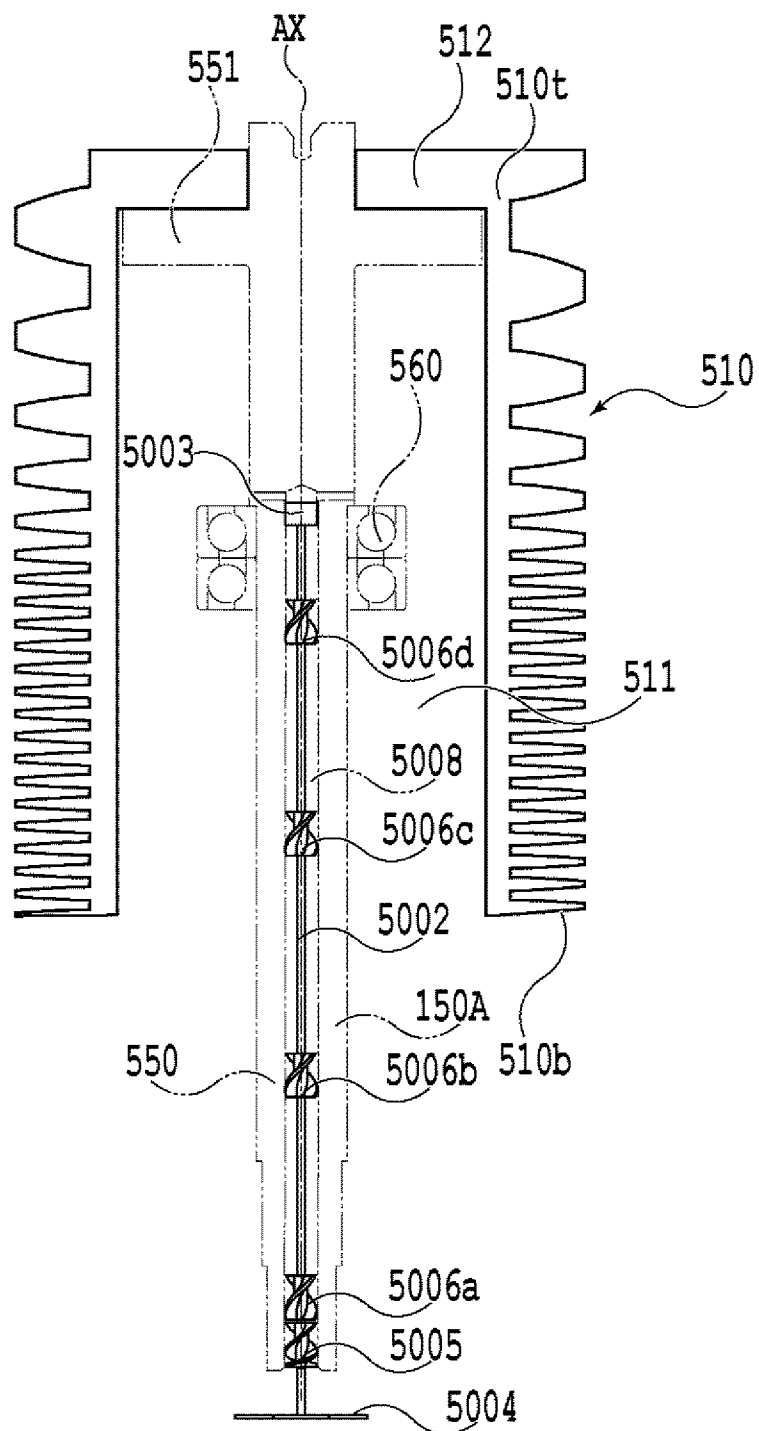
[図9]



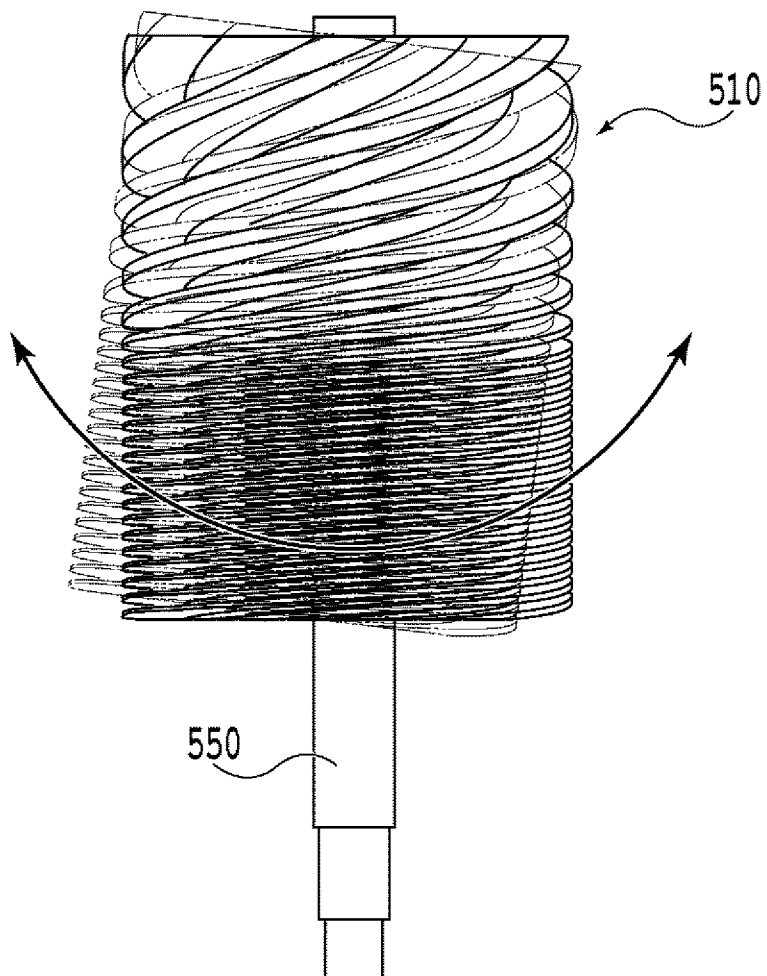
[図10]



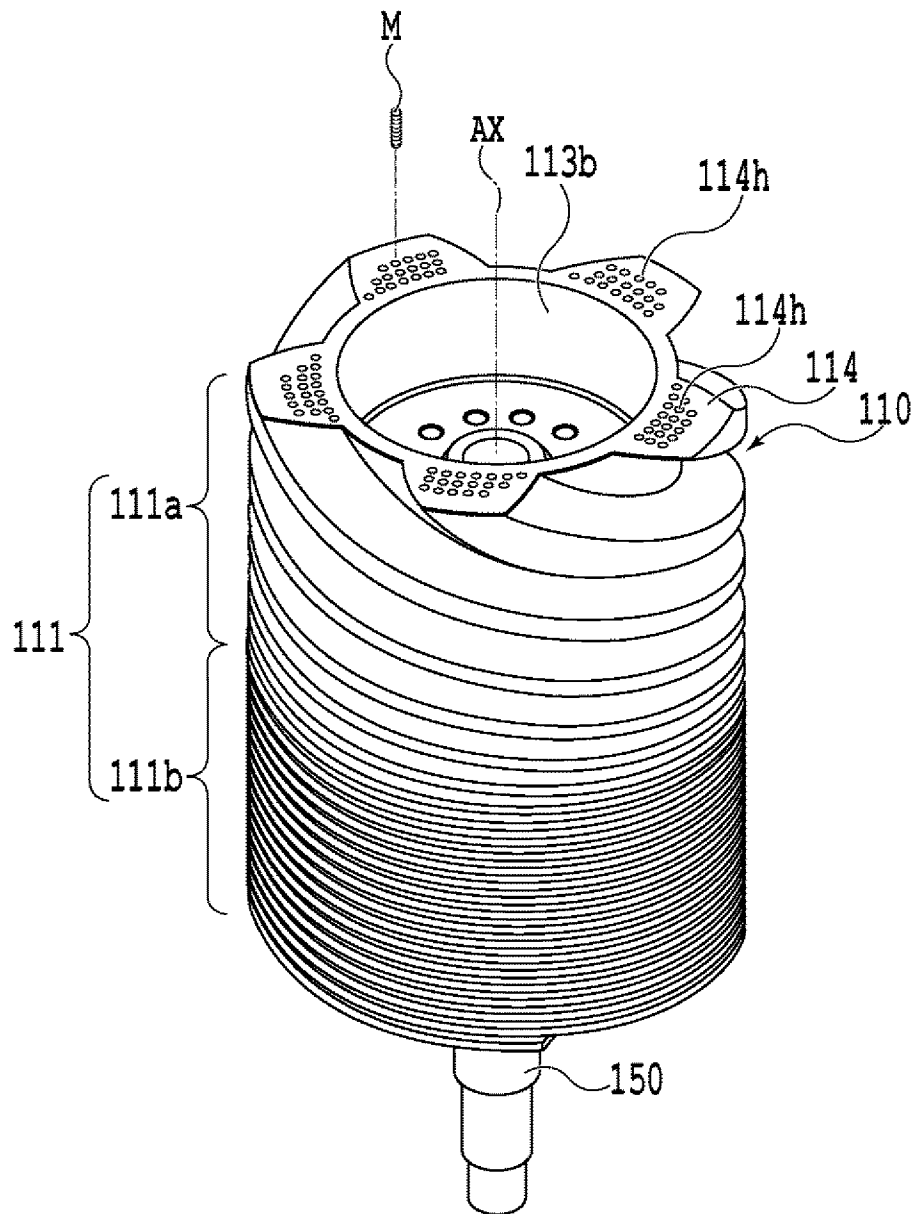
[図11]



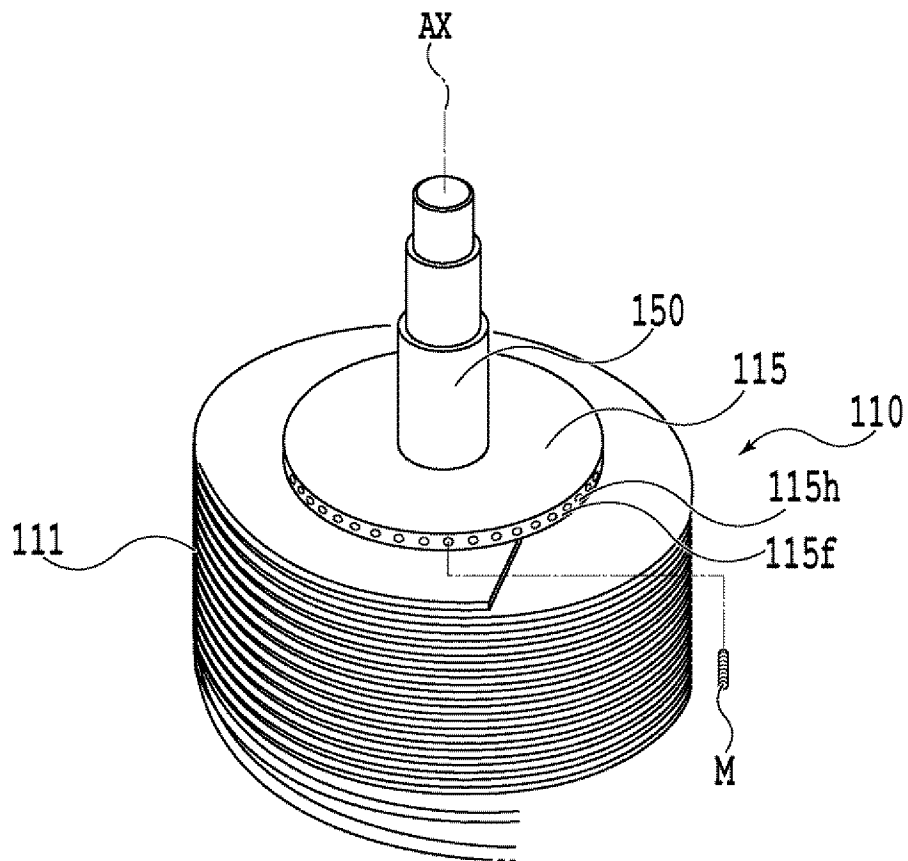
[図12]



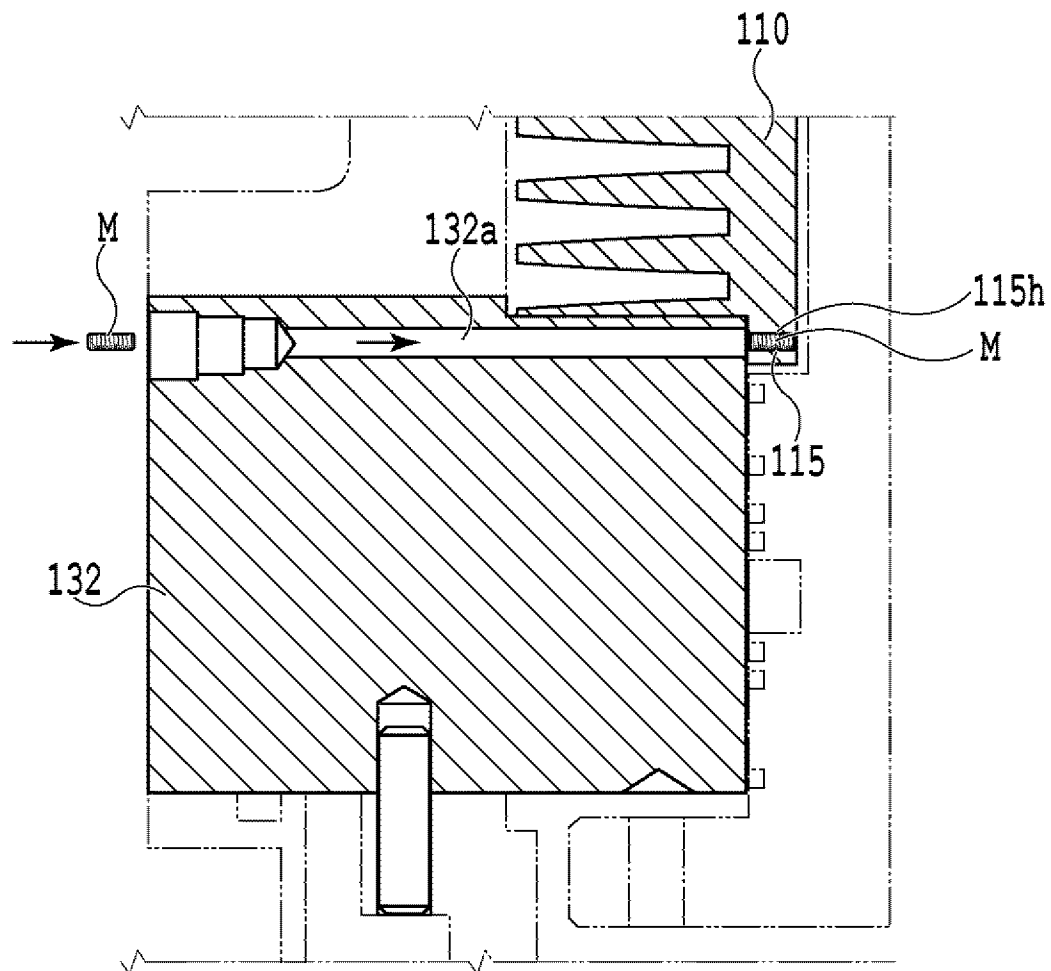
[図13A]



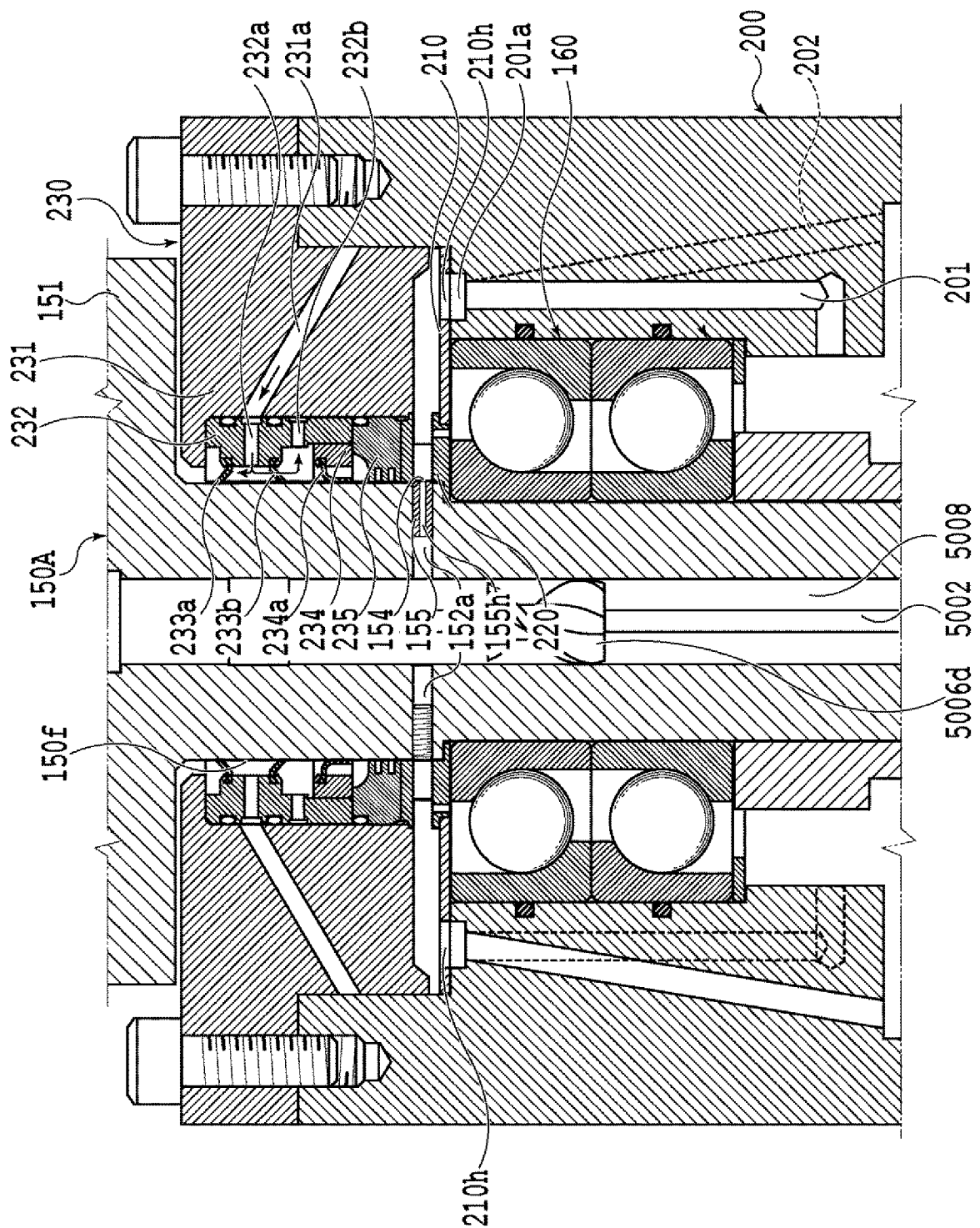
[図13B]



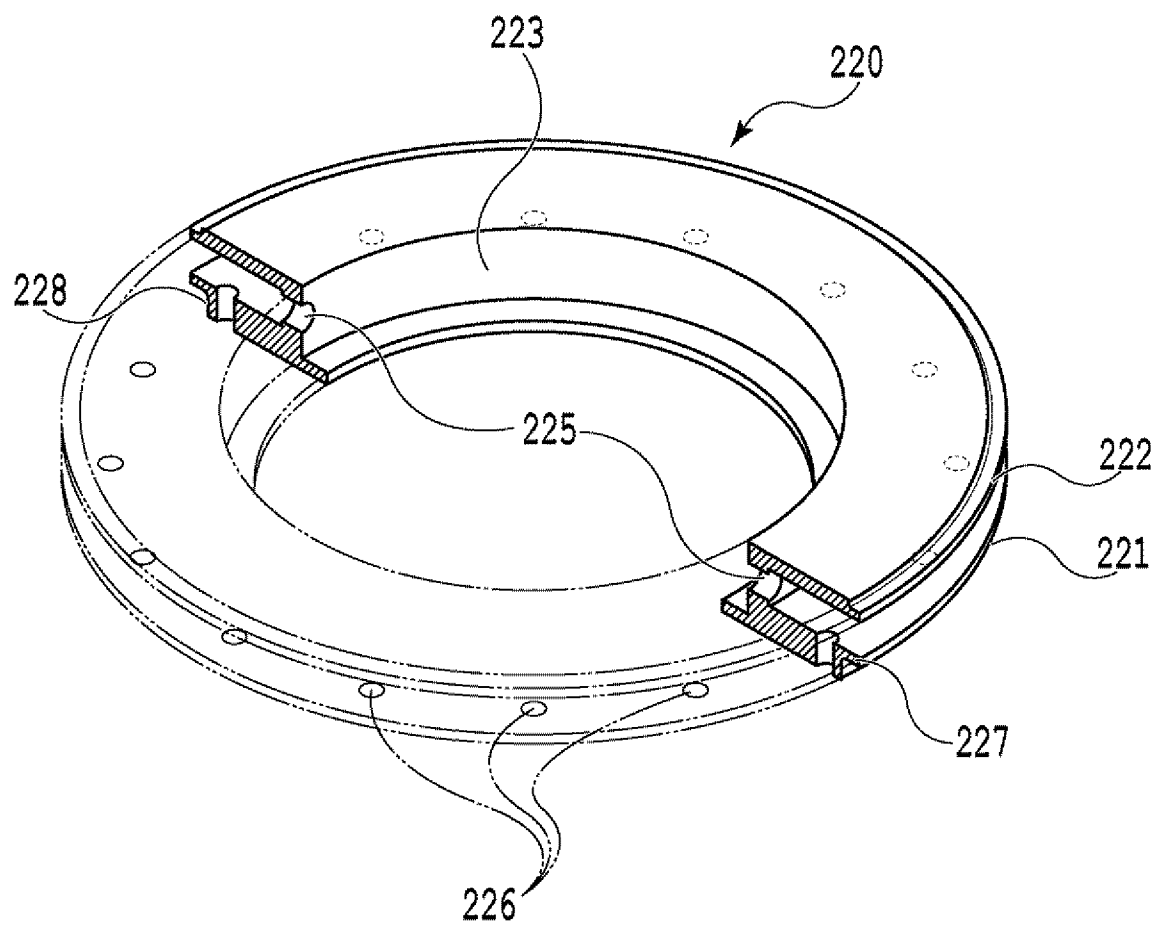
[図14]



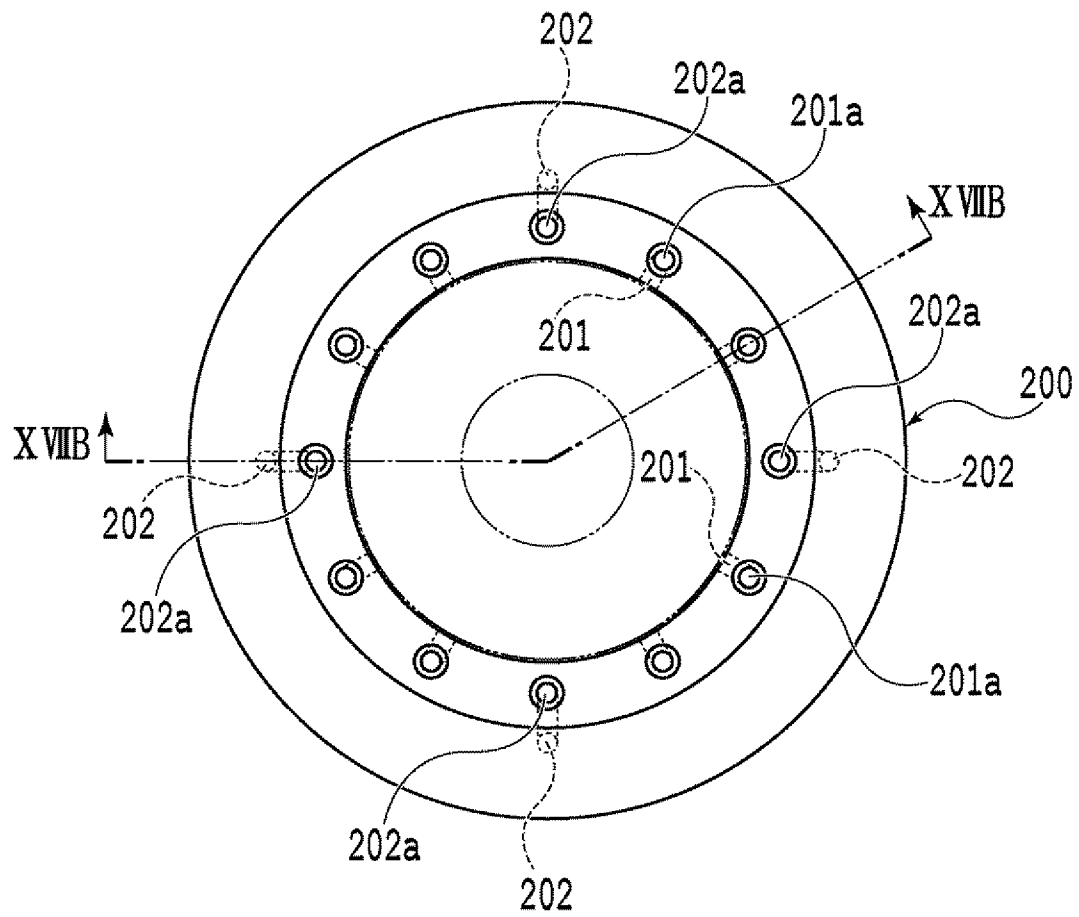
[図15]



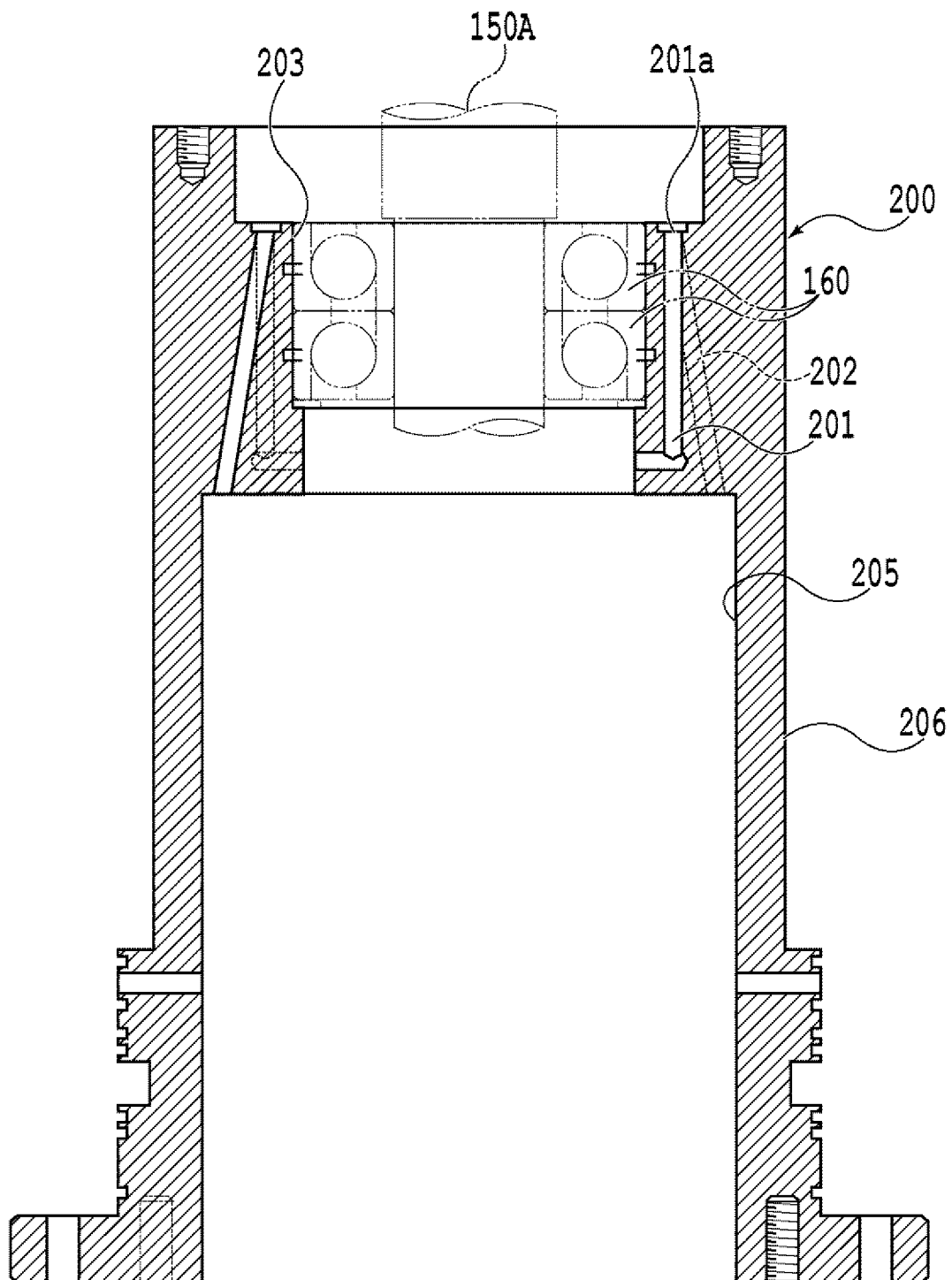
[図16]



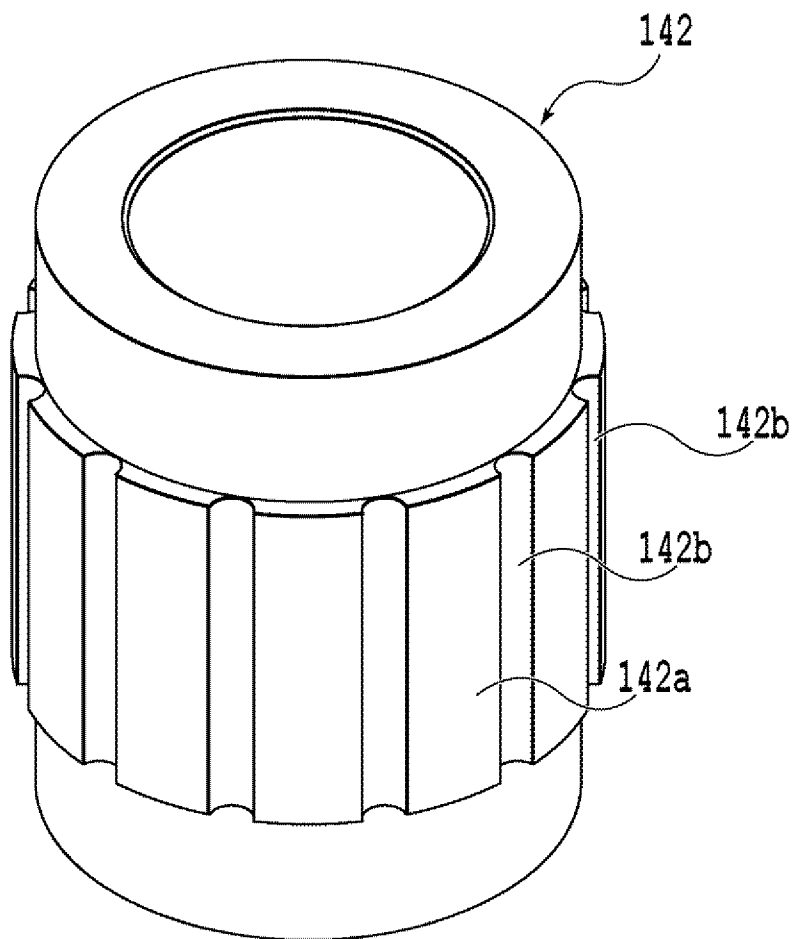
[図17A]



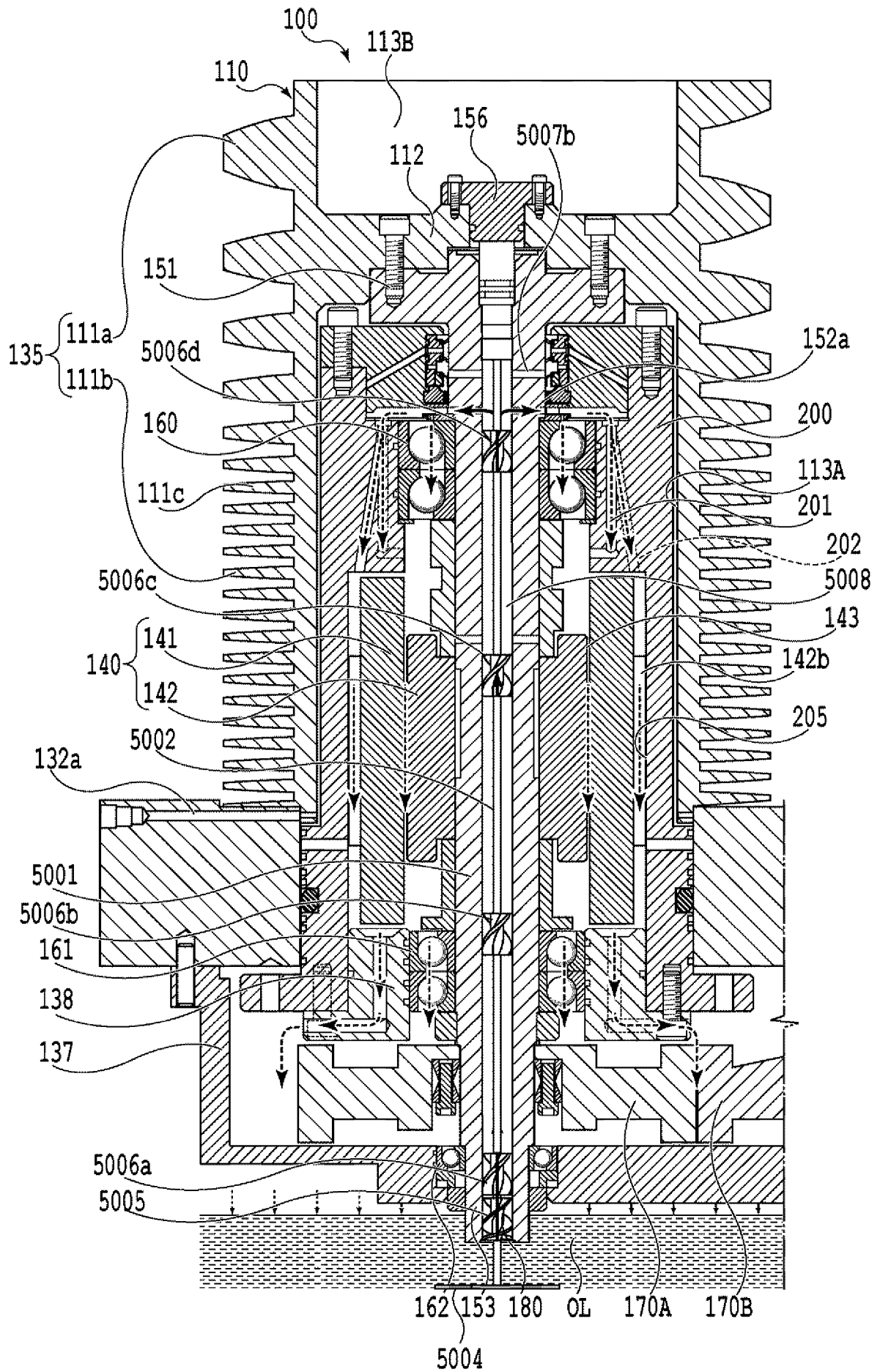
[図17B]



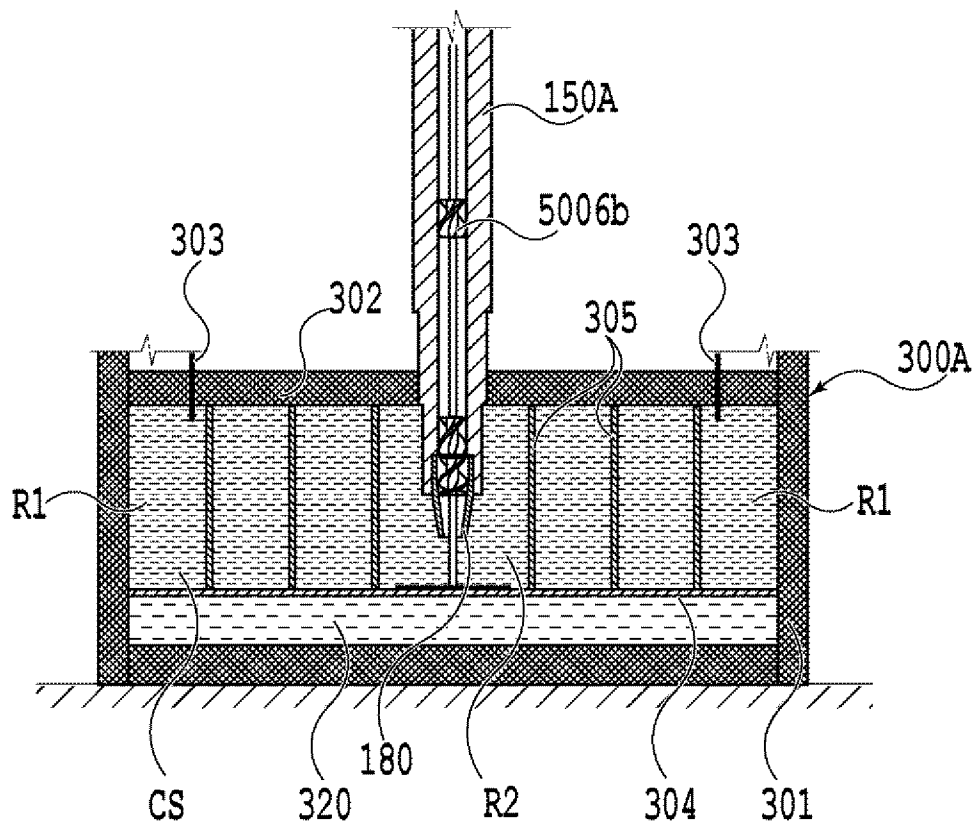
[図18]



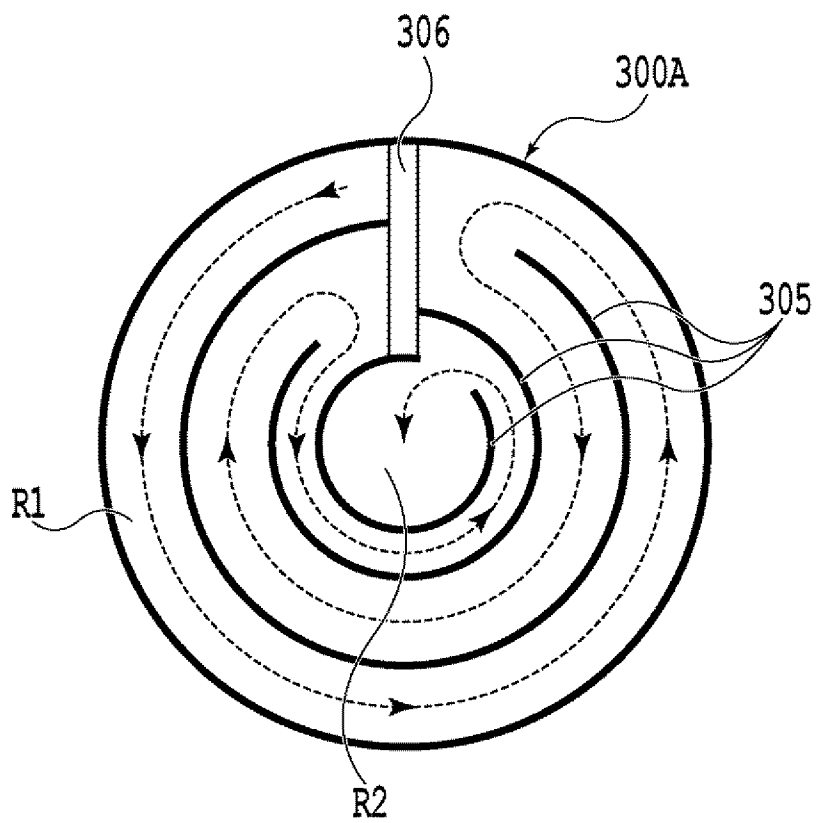
[図19]



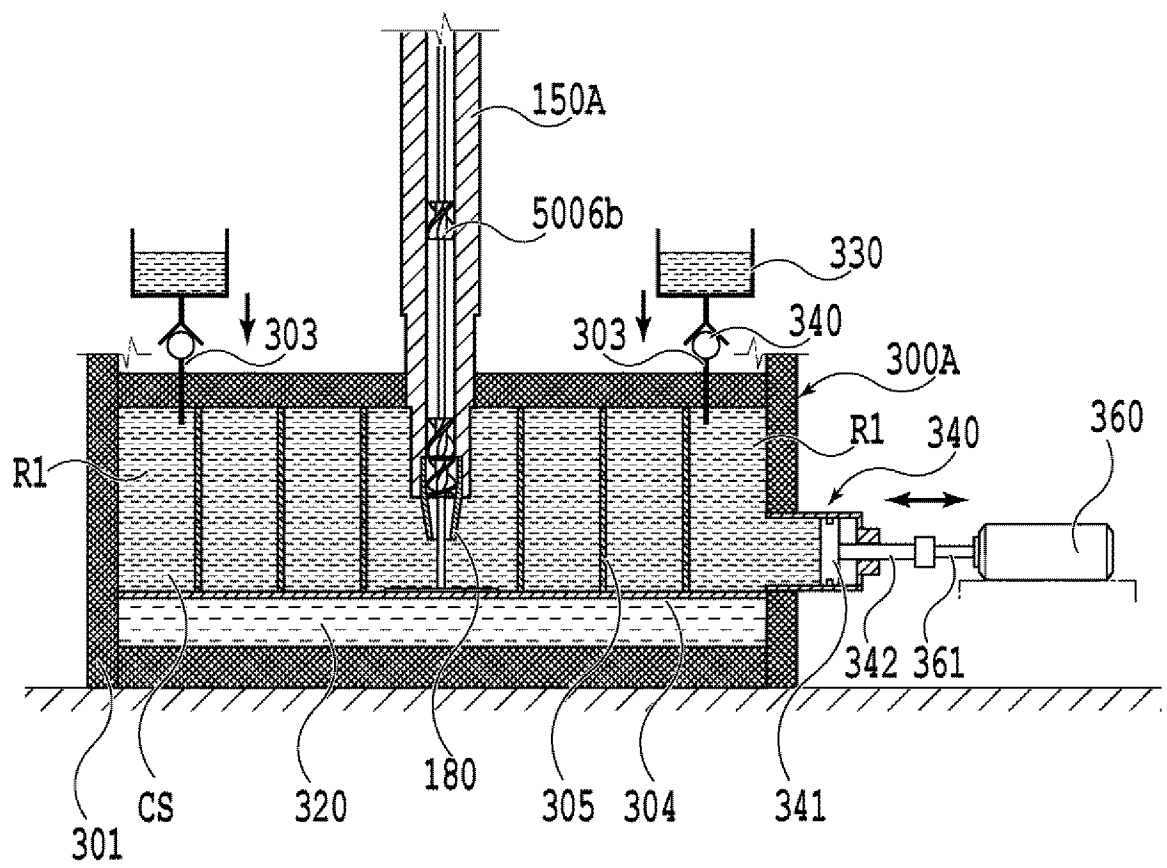
[図20]



[図21]



[図22]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/001118

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F04C29/02(2006.01)i, F04B39/02(2006.01)i, F04C18/16(2006.01)i, F04C25/02(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)

F04C29/02, F04B39/02, F04C18/16, F04C25/02

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 A	JP 2013-507575 A (Kodivac Ltd.), 04 March 2013 (04.03.2013), entire text; all drawings & WO 2011/049362 A2	1-3, 6 5
Y	JP 2005-264738 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 29 September 2005 (29.09.2005), paragraph [0041]; fig. 2 (Family: none)	1-4, 6
Y	JP 61-11492 A (Toshiba Corp.), 18 January 1986 (18.01.1986), entire text; all drawings (Family: none)	1-4, 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
15 May, 2014 (15.05.14)

Date of mailing of the international search report
27 May, 2014 (27.05.14)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/001118

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 271/1987 (Laid-open No. 108584/1988) (Hitachi, Ltd.), 13 July 1988 (13.07.1988), entire text; all drawings (Family: none)	3, 6
Y A	WO 2011/148797 A1 (Tohoku University), 01 December 2011 (01.12.2011), entire text; all drawings & US 2013/0058823 A1	4, 6 5
Y	JP 63-277884 A (Kobe Steel, Ltd.), 15 November 1988 (15.11.1988), entire text; all drawings (Family: none)	4, 6
Y	JP 60-119397 A (Ishikawajima-Harima Heavy Industries Co., Ltd.), 26 June 1985 (26.06.1985), entire text; all drawings (Family: none)	4, 6
A	JP 4-60193 A (Hitachi, Ltd.), 26 February 1992 (26.02.1992), entire text; all drawings (Family: none)	1-6
A	US 2002/0170778 A1 (LG ELECTRONICS INC.), 21 November 2002 (21.11.2002), entire text; all drawings (Family: none)	1-6
A	US 2011/0150690 A1 (INDUSTRIAL TECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE), 23 June 2011 (23.06.2011), entire text; all drawings (Family: none)	1-6
A	JP 2001-3867 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 09 January 2001 (09.01.2001), entire text; all drawings (Family: none)	1-6
A	JP 10-281089 A (Matsushita Electric Industrial Co., Ltd.), 20 October 1998 (20.10.1998), entire text; all drawings (Family: none)	1-6

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. F04C29/02(2006.01)i, F04B39/02(2006.01)i, F04C18/16(2006.01)i, F04C25/02(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. F04C29/02, F04B39/02, F04C18/16, F04C25/02			
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 A	JP 2013-507575 A（コディヴァック リミテッド）2013.03.04, 全文, 全図 & WO 2011/049362 A2	1-3, 6 5	
Y	JP 2005-264738 A（松下電器産業株式会社）2005.09.29, 段落【0041】, 図2（ファミリーなし）	1-4, 6	
Y	JP 61-11492 A（株式会社東芝）1986.01.18, 全文, 全図（ファミリーなし）	1-4, 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 5 . 0 5 . 2 0 1 4		国際調査報告の発送日 2 7 . 0 5 . 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 電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 3 5 8	3 0 3 9 2 5

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	日本国実用新案登録出願 62-271 号(日本国実用新案登録出願公開 63-108584 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 (株式会社日立製作所) 1988. 07. 13, 全文, 全図 (ファミリーなし)	3, 6
Y A	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	4, 6 5
Y	JP 63-277884 A (株式会社神戸製鋼所) 1988. 11. 15, 全文, 全図 (ファミリーなし)	4, 6
Y	JP 60-119397 A (石川島播磨重工業株式会社) 1985. 06. 26, 全文, 全図 (ファミリーなし)	4, 6
A	JP 4-60193 A (株式会社日立製作所) 1992. 02. 26, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-6
A	US 2002/0170778 A1 (LG ELECTRONICS INC.) 2002. 11. 21, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-6
A	US 2011/0150690 A1 (INDUSTRIAL TECHNOLOGY RESEARCH INSTITUTE) 2011. 06. 23, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 2001-3867 A (三菱重工業株式会社) 2001. 01. 09, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-6
A	JP 10-281089 A (松下電器産業株式会社) 1998. 10. 20, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-6