(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3668384号
(P3668384)
(45)発行日　平成17年7月6日(2005.7.6)　(24)登録日　平成17年4月15日(2005.4.15)

(51)Int.Cl.[7]	F I	
F16C 17/02	F16C 17/02	A
B08B 3/12	B08B 3/12	B

請求項の数 5　(全 11 頁)

(21)出願番号　特願平11-44
(22)出願日　平成11年1月4日(1999.1.4)
(65)公開番号　特開2000-199519(P2000-199519A)
(43)公開日　平成12年7月18日(2000.7.18)
審査請求日　平成14年6月26日(2002.6.26)

(73)特許権者　000002233
株式会社三協精機製作所
長野県諏訪郡下諏訪町５３２９番地
(74)代理人　100093034
弁理士　後藤　隆英
(72)発明者　臼井　本基
長野県諏訪郡下諏訪町５３２９番地　株式会社三協精機製作所内

審査官　藤村　泰智

最終頁に続く

(54)【発明の名称】動圧軸受の洗浄方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

洗浄槽に収容された洗浄液に動圧発生溝を有する筒状の動圧軸受を浸漬するとともに、前記洗浄液に超音波印加手段を浸漬して前記動圧軸受を洗浄する動圧軸受の洗浄方法であって、

前記筒状の動圧軸受の開口方向が略垂直方向になるように、前記動圧軸受を前記洗浄液に浸漬し、前記超音波印加手段を前記動圧軸受の端面に対して１５ｍｍ以下に離間した状態で、前記超音波印加手段により発生する超音波を前記動圧軸受に伝達させて洗浄することを特徴とする動圧軸受の洗浄方法。

【請求項２】

前記動圧軸受または前記超音波印加手段を相対的に水平方向に移動させながら、洗浄することを特徴とする請求項１記載の動圧軸受の洗浄方法。

【請求項３】

前記動圧軸受の筒長が内径寸法の２倍以下の場合には、当該動圧軸受の開口部の片面から前記超音波印加手段を近接対向し、前記動圧軸受の筒長が内径寸法の２倍超の場合には、当該動圧軸受の開口部の両面から前記超音波印加手段を近接対向することを特徴とする請求項１または２記載の動圧軸受の洗浄方法。

【請求項４】

請求項１乃至請求項３のいずれかの項において、前記洗浄液中に界面活性剤または溶解分散力のある洗剤を添加することを特徴とする動圧軸受の洗浄方法。

【請求項５】
洗浄槽に収容された洗浄液に動圧発生溝を有する筒状の動圧軸受を浸漬するとともに、前記洗浄液に超音波印加手段を浸漬して前記動圧軸受を洗浄する動圧軸受の洗浄方法であって、
前記動圧軸受の軸受孔内に挿入可能なホーンを前記超音波印加手段に設けるとともに、前記ホーンを一方向に移動させたとき前記動圧軸受の軸受孔内に当該ホーンが挿入可能な位置に前記動圧軸受を保持する軸受保持台を前記洗浄槽内に配置し、前記動圧軸受を前記洗浄液に浸漬した後、前記ホーンを軸受孔内に挿入した状態で、前記超音波印加手段により発生する超音波を前記動圧軸受に伝達させて洗浄することを特徴とする動圧軸受の洗浄方法。

【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、動圧軸受の洗浄方法に関するものである。さらに詳しくは、超音波印加手段を用いて動圧軸受を洗浄する方法に関するものである。
【０００２】
【従来の技術】
所定の機械加工を施して筒状の動圧軸受を形成した場合、動圧軸受の表面には加工用油とともに微細な加工屑が付着する。特に、動圧軸受の内周面には動圧を発生させるための動圧発生用溝が、数μｍの深さで形成されているので、かかる動圧発生用溝に加工屑が残存していると、円滑な軸受作用を行えなくなる。そこで、動圧軸受の内周面に付着した加工屑を洗浄するために、次のような方法が採られていた。
【０００３】
すなわち、図６に示すように、柄５２の先端にブラシ５１を有する洗浄具５０を用意し、ブラシ５１に歯磨き粉等の微細研磨剤を塗布したうえで、動圧軸受３０の軸受孔３３にこの洗浄具５０を挿入する。そして、洗浄具５０を上下方向及び回転方向に移動させる動作を数回繰り返すことにより、軸受孔３３の洗浄が行われる。なお、かかる洗浄動作は、手動もしくは自動のいずれの動作によっても対応が可能である。また、軸受孔３３の内周面以外の面に付着した加工屑は、布等で容易に払拭することができる。
【０００４】
ところが、このような洗浄具５０を用いた洗浄方法によれば、被洗浄体である動圧軸受３０の軸受孔３３にその都度洗浄具５０を挿入して洗浄しなければならないので、作業性に劣り洗浄時間が長時間となってしまう。しかも、洗浄精度に限度があり、洗浄後の加工屑残存量は、平均して８０００個／ｃｍ^{2}にも達する。また、同じ洗浄具５０を何度も繰り返し使用するので、ブラシ５１の内部に多数の加工屑が蓄積され、この加工屑の影響により、軸受孔３３の内周面が損傷を受けてしまう。さらに、歯磨き粉等の微細研磨剤には、錆や有害ガスの発生を助長する成分が含まれている場合もある。したがって、洗浄具５０を用いての洗浄は動圧軸受の洗浄には不適切である。
【０００５】
このような洗浄方法に替えて、機械加工部品を高精度に洗浄する方法として、超音波洗浄装置を利用する方法が知られている。これは、洗浄槽に収容された洗浄液に超音波印加手段を浸漬し、洗浄液中に置かれた被洗浄体に超音波振動を照射して、被洗浄体の表面に付着している加工屑や加工オイルを洗浄する方法である。
【０００６】
【発明が解決しようとする課題】
しかしながら、超音波洗浄装置を利用して筒状の動圧軸受を洗浄する場合、洗浄槽の洗浄液中に動圧軸受を無作為に配置して超音波振動を照射させると、軸受の外周面および内周面に対して超音波振動が均等な大きさで伝搬せず、洗浄精度にムラを生じる虞れがある。特に、筒状の動圧軸受にあっては、動圧発生用溝が形成された内周面の洗浄が充分に行われないと、電動機等のシャフトを円滑に支障することが出来なくなってしまう。

【０００７】
以上のような問題点に鑑みて、本発明の課題は、超音波印加手段を用いて動圧軸受の内周面を極めて良好に洗浄する洗浄方法を提供することにある。
【０００８】
【課題を解決するための手段】
上記課題を解決するために、本発明は、洗浄槽に収容された洗浄液に動圧発生溝を有する筒状の動圧軸受を浸漬するとともに、前記洗浄液に超音波印加手段を浸漬して前記動圧軸受を洗浄する洗浄方法であって、前記筒状の動圧軸受の開口方向が略垂直方向になるように、前記動圧軸受を前記洗浄液に浸漬し、前記超音波印加手段を前記動圧軸受の端面に対して１５ｍｍ以下に離間した状態で、前記超音波印加手段により発生する超音波を前記動圧軸受に伝達させて洗浄することを特徴とする。
【０００９】
本発明によれは、開口方向が略垂直方向になるように洗浄液内に浸漬された動圧軸受の端面に対して、超音波印加手段を１５ｍｍ以下に離間させて、超音波洗浄するので、超音波振動が動圧軸受の内周面に至るまでほぼ均一な大きさで直接的に伝搬される。したがって、動圧発生溝を有する軸受の内周面を良好に洗浄することができる。
【００１０】
本発明において、前記動圧軸受または前記超音波印加手段を相対的に水平方向に移動させながら洗浄することが好ましい。
【００１１】
このように洗浄すると、動圧軸受と超音波印加手段との位置関係が相対的に変化しながら励振されるので、動圧軸受表面に対して特定の方向から超音波が伝搬されることなく、動圧軸受の表面に満遍なく超音波振動が継続して直接的に伝搬され、効率よく高精度に洗浄することができる。
【００１２】
本発明において、前記動圧軸受の筒長が内径寸法の２倍以下の場合には、当該動圧軸受の開口部の片面から前記超音波印加手段を近接対向し、前記動圧軸受の筒長が内径寸法の２倍超の場合には、当該動圧軸受の開口部の両面から前記超音波印加手段を近接対向することが好ましい。
【００１３】
筒状の動圧軸受の内周面には動圧発生溝が形成されているが、筒長が内径寸法の２倍以下の場合には、動圧軸受の開口部の片面から超音波印加手段を近接対向させて励振することで、動圧発生溝に付着した異物を高精度に洗浄することができる。したがって、超音波印加手段は必要最小限の台数で高精度の洗浄ができ、洗浄設備の高騰を抑止できる。一方、動圧軸受の筒長が内径寸法の２倍超の場合には、軸受孔の内部で超音波が減衰して、内周面全域に均等の大きさで伝搬されない可能性があるので、動圧軸受の開口部の両面から超音波印加手段を近接対向することで、動圧発生溝に付着した汚れを確実に洗浄することができる。
【００１４】
本発明において、前記洗浄液中に界面活性剤または溶解分散力のある洗剤を添加することを特徴とする。これにより、洗浄液の界面張力が低下するので、極僅かな深さに形成された動圧発生溝の底部まで洗浄液が確実に到達する。したがって、励振された洗浄液によって、動圧発生溝を極めて高精度に洗浄することができる。
【００１５】
また、本発明は、洗浄槽に収容された洗浄液に動圧発生溝を有する筒状の動圧軸受を浸漬するとともに、前記洗浄液に超音波印加手段を浸漬して前記動圧軸受を洗浄する動圧軸受の洗浄方法であって、前記動圧軸受の軸受孔内に挿入可能なホーンを前記超音波印加手段に設けるとともに、前記ホーンを一方向に移動させたとき前記動圧軸受の軸受孔内に当該ホーンを挿入可能な位置に前記動圧軸受を保持する軸受保持台を前記洗浄槽内に配置し、前記動圧軸受を前記洗浄液に浸漬した後、前記ホーンを軸受孔内に挿入した状態で、前記

超音波印加手段により発生する超音波を前記動圧軸受に伝達させて洗浄することを特徴とする。

【００１６】

このように、ホーンを動圧軸受の軸受孔内に挿入した状態で励振するので、超音波が比較的伝搬し難い動圧軸受の軸受孔内にまで確実に伝搬され、動圧発生溝を極めて高精度に洗浄することができる。

【００１７】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照して本発明の実施の形態を説明する。

【００１８】

図１は、本発明に係る洗浄方法に用いる超音波洗浄装置を表した図である。図１において、超音波洗浄装置は主として、洗浄液２１を収容した洗浄槽２０と、超音波印加手段１０とから構成されている。洗浄液２１は、主成分である市水に０．００１％～０．１％の中性洗剤等の界面活性剤または溶解分散力のある洗剤を溶解させた水溶液である。この洗浄液２１内には複数の透孔２３ａを有する支持プレート２３が設置されていて、各透孔２３ａには動圧軸受３０が遊嵌されている。そして、これらの動圧軸受３０は、水平方向における高さがほぼ均一となるように保持されている。

【００１９】

本実施形態において被洗浄体となる動圧軸受３０の断面図を図２に示す。動圧軸受３０は、アルミニウム合金等からなるハウジング３２と、このハウジング３２に嵌合固定されたＳＵＳ材等からなる円筒状のスリーブ３１とから構成されている。スリーブ３１の中央には軸受孔３３が貫通形成されていて、その内周面には、ヘリングボーン状の動圧発生溝３１ａが軸方向に分離して、転造やエッチング等の工法により形成されている。また、軸受孔３３の内径Ｄは概ね３ｍｍ乃至１０ｍｍ、軸受孔３３の長さＬは１０ｍｍ乃至５０ｍｍの範囲内で適宜設定される。かかる動圧軸受３０の軸受孔３３の内周面や外周面、及び両端面には、加工時に発生した加工屑や切削油等の異物（図示せず）が付着している。これらの異物が、後述する洗浄方法によって洗浄されることになる。

【００２０】

図１に戻り、超音波印加手段１０は、超音波発振器１１と、ケーブル１５によって超音波発振器１１に接続された振動子１２と、この振動子１２に連結されたコーン１３と、一端がコーン１３に連結されると共に他端側が洗浄液２１中に到達するホーン１４とを具備している。なお、図１に示す実施形態では、超音波印加手段１０、１０’が２機設けられている。すなわち、一方の超音波印加手段１０は、ホーン１４を洗浄液２１側に向けて直立した状態で洗浄槽２０の上方に設けられ、他方の超音波印加手段１０’は、洗浄槽２０の底部に取り付けられたＯリング等からなる封止手段２２を介して、ホーン１４の先端部を洗浄液２１内に突出させた状態で設置されている。これらの超音波印加手段１０、１０’は、洗浄槽２０に対していずれも不動状態で固定的に設置されているが、上方の超音波印加手段１０を水平方向移動可能にセットしてもよい。

【００２１】

振動子１２は、圧電性材料等により形成されていて、超音波発振器１１から発生された周波数が１５ｋＨｚ乃至１００ｋＨｚの超音波電気信号を受けて、振動エネルギーに変換する。コーン１３は、フランジ１３ａを介して図示しない装置本体に固定され、前記振動エネルギーを所定の大きさ（振幅）に拡大する。ホーン１４は、金属等の振動減衰の低い材料からなり、コーン１３によって拡大された振動エネルギーをさらに拡大して洗浄液２１に伝搬させる。

【００２２】

洗浄液２１に伝搬された振動エネルギーは、洗浄液２１中に浸漬されている動圧軸受３０に伝達される。すると、動圧軸受３０には超音波振動が生じ、動圧軸受３０の表面と洗浄液２１との間に相対運動が起こる。このような相対運動により、動圧軸受３０と洗浄液２１との界面には激しい摩擦が生じる。その結果、動圧軸受３０の表面に付着した異物が除

去される。

【００２３】

次に、上述のような超音波洗浄装置を用いた動圧軸受３０の洗浄方法について説明する。先ず、図１に示すように、動圧軸受３０に設けられた軸受孔３３の開口方向がほぼ垂直方向になるように、洗浄液２１が収容された洗浄槽２０内の保持プレート２３に複数の動圧軸受３０を配置する。このとき、保持プレート２３が平板状であるため、各動圧軸受３０は水平方向においてほぼ均一の高さに配列される。しかも、保持プレート２３に保持された動圧軸受３０の下端面と下側のホーン１４との間隔Ｗ１、および動圧軸受３０の上端面と上側のホーン１４との間隔Ｗ２がいずれも１５ｍｍ以下となるように、一対の超音波印加手段１０、１０’と保持プレート２３の位置関係が予め設定されている。

【００２４】

各々のホーン１４の先端面と動圧軸受３０の端面との距離が１５ｍｍ以下であれば、所望の洗浄効果を得られるが、ホーン１４と動圧軸受３０とが接近しすぎて両者が接触すると、機械的ノイズが発生するとともに、金属接触により両者が損傷する虞れがあるので、その間隔は５ｍｍ乃至１５ｍｍが好ましい。また、本実施形態において、保持プレート２３は図示しない駆動源により水平方向移動可能に構成されている。したがって、当該保持プレート２３に動圧軸受３０を所定の数量配置した後、駆動源を起動させると、ホーン１４と動圧軸受３０との垂直方向の距離が常に５ｍｍ乃至１５ｍｍに保たれた状態で保持プレート２３が水平方向に移動する。

【００２５】

しかる後、超音波印加手段１０を起動させて洗浄液２１に励振を開始するが、動圧軸受３０を保持する保持プレート２３の移動動作に先行して励振を開始しても差し支えない。超音波印加手段１０の起動に伴って照射された超音波振動は、洗浄液２１を介して動圧軸受３０に伝搬される、このとき、動圧軸受３０には超音波振動が生じ、動圧軸受３０の表面と洗浄液２１との間に相対運動が起こる。この相対運動により、動圧軸受３０と洗浄液２１との界面に摩擦が生じ、その結果、動圧軸受３０の表面に付着した異物が除去される。また、動圧軸受３０の開口方向が略垂直方向であって、この一端側には５ｍｍ乃至１５ｍｍの間隔をおいて超音波印加手段１０のホーン１４が近接対向しているので、超音波振動は軸受孔３３の開口方向に沿ってほとんど減衰することなく伝搬される。

【００２６】

なお、洗浄液２１中には界面活性剤もしくは溶解分散力のある中性洗剤等を添加してあるので、洗浄液２１の界面張力が低下する。その結果、数μｍの深さに形成された動圧発生溝３１ａの底部まで洗浄液２１が確実に到達する。したがって、動圧発生溝３１ａを極めて高精度に洗浄することができる。

【００２７】

動圧軸受３０に対して超音波印加手段１０を５ｍｍ乃至１５ｍｍの間隔で近接対向させて励振する時間は、１個あたり１０秒乃至６０秒が好ましい。すなわち励振時間が６０秒程度あれば軸受表面の異物が殆ど完全に除去される一方、１０秒未満の励振では、異物の量が３００個／ｃｍ^2 以上となる場合があり所定レベルの洗浄精度が得られないことがあるからである。また、超音波印加手段１０を動圧軸受３０に近接対向させて励振する際、動圧軸受３０を保持する保持プレート２３は静止状態にあっても移動状態にあっても、近接対向している時間が１０秒～６０秒あれば、異物の量を３００個／ｃｍ^2 未満に抑えることができる。

【００２８】

また、動圧軸受３０の軸受孔３３の筒長Ｌ（図２参照）が軸受孔３３の内径寸法Ｄの２倍超の場合、すなわちＬ／Ｄ＞２の場合には、図１に示した洗浄装置のように動圧軸受３０の開口部の両側に超音波印加手段１０、１０’を設置して、双方の開口部部から超音波を励振する。これにより、軸受孔３３内に付着した異物を短時間で高精度に除去することができる。なお、このような形状の動圧軸受３０を洗浄する場合、開口部の片側に超音波印加手段１０を設置して、一方側から超音波を励振した後、動圧軸受３０の体勢を反転させ

て、同じ超音波印加手段１０により他方側から超音波を励振しても同様の洗浄精度を得ることができる。

【００２９】

一方、動圧軸受３０の軸受孔３３の筒長Ｌが軸受孔３３の内径寸法Ｄの２倍以下の場合、すなわちＬ／Ｄ≦２の場合には、動圧軸受３０の開口部の片側のみに超音波印加手段１０を設置して、片方の開口部側から超音波を励振する。この場合、筒長Ｌが比較的短いので開口部の片側から励振するだけで所望の洗浄精度を得ることができる。

【００３０】

以上のような一連の洗浄工程を経た後、保持プレート２３から動圧軸受３０を取り出す。本実施形態によって、洗浄した動圧軸受３０の表面に残存している加工屑等の異物の数量を測定した結果、いずれの動圧軸受３０においても３００個／ｃｍ^{2}未満であった。したがって、従来の洗浄方法と比較して短時間の洗浄で飛躍的に洗浄精度が向上した。また、洗浄液２１としては市水に界面活性剤を溶解するだけで十分な洗浄力を発揮できるので、ランニングコストを廉価化できる。さらに、洗浄装置全体の構造が簡易化できるとともに、洗浄工程の半自動化が可能となるので、生産性が向上する。

【００３１】

次に、本発明にかかる動圧軸受の洗浄方法の別の実施形態を説明する。図３は洗浄装置を模式的に表した平面図で、図４はこの洗浄装置に用いる超音波印加手段６０の要部を拡大した側面図である。図３において、保持プレート２５は、網目状のベース部上に、放射状に形成された８本のレーンを備え、洗浄液２１が収容された洗浄槽２０内に設置され、軸２６を中心として回転可能に構成されている。また、８本のレーンは供給部ＩＮから反時計回りに第１ステージＳＴ１、第２ステージＳＴ２、第３ステージＳＴ３、第４ステージＳＴ４、第５ステージＳＴ５、第６ステージＳＴ６、排出部を有し、各々のレーンには複数個の動圧軸受を保持できるスペースが確保されている。一方、奇数ステージＳＴ１，ＳＴ３，ＳＴ５の上方（紙面の垂直方向上側）には、図４に示すような超音波印加手段６０がそれぞれ設置されるとともに、偶数ステージＳＴ２，ＳＴ４，ＳＴ６の下方（紙面の垂直方向下側）には、超音波印加手段６０がそれぞれ設置されている。

【００３２】

図４の超音波印加手段６０は、図１に示した超音波印加手段１０とほとんど同一の構造であるが、コーン６３の先端に取着されたホーン６４の形状が異なっている。すなわち、ホーン６４は幅方向（水平方向）に拡大形成されていて、少なくともその先端面６４ａは複数の動圧軸受３０に対して一度に対峙可能な面積を有している。そして、各ステージＳＴ１～６の上方もしくは下方に設置された超音波印加手段６０は、動圧軸受３０に対して５ｍｍ乃至１５ｍｍの間隔で近接対向している。

【００３３】

いま、図３に示す保持プレート２５の供給部ＩＮに動圧軸受３０を複数個、例えば３個投入する。このとき、保持プレート２５は図示しない駆動源により軸２６を中心として低速度で反時計回りに回転している。したがって、供給部ＩＮから投入された動圧軸受３０は、やがて、第１ステージＳＴ１の位置に移動する。この第１ステージＳＴ１の上方には超音波印加手段６０が設置されているので、各動圧軸受３０には同時に超音波が照射される。次いで、最初に投入した動圧軸受３０が第１ステージＳＴ１の位置に移動した時点で、供給部ＩＮから別の動圧軸受３０を複数個投入する。その後、保持プレート２５の回転に伴って、最初に投入した動圧軸受３０が第２ステージＳＴ２の位置に至り、２回目に投入した動圧軸受３０が第１ステージＳＴ１の位置に移動すると、第２ステージＳＴ２の動圧軸受３０に対してはその下方に設置した超音波印加手段６０から超音波が照射され、第１ステージＳＴ１の動圧軸受３０に対してはその上方に設置した超音波印加手段６０から超音波が照射される。このとき、ベース部が網目状に構成されているので、第２ステージＳＴ２の動圧軸受３０は、下方の超音波印加手段６０からの超音波を支障無く受ける。また、第２ステージＳＴ２の動圧軸受３０は、既に第１ステージＳＴ１で上方から超音波が照射されているので、この時点で軸受孔３３の開口部の両側から超音波を受けることになる

。

【００３４】

このように、保持プレート２５の回転に伴って供給部ＩＮの位置に移動してきたレーンに対して、順々に動圧軸受３０を供給していく。ここで、最初に投入した動圧軸受３０について着目すると、第３ステージＳＴ３では第１ステージＳＴ１に次いで再度上方より超音波が照射される。次に、第４ステージＳＴ４では再度下方より超音波を受け、第５ステージＳＴ５では上方より３度目の超音波を受ける。さらに、第６ステージＳＴ６では下方より３度目の超音波を受け、しかる後、排出部ＯＵＴに至った動圧軸受３０は、当該保持プレート２５から取り出される。

【００３５】

以上のような洗浄方法によれば、動圧軸受３０に対して開口方向の両側から複数回にわたって超音波が照射されるので、動圧軸受３０に付着した異物を高精度に、しかも短時間で除去することができる。なお、保持プレート２５に設けるレーンの数は上記実施形態に限定されることなく、任意の数に構成しておいてもよい。また、複数個の動圧軸受３０に対峙可能な大きさのホーン６４を有する超音波印加手段６０を用いた形態を示したが、図１に示した超音波印加手段１０を用いて洗浄を行ってもよい。この場合、超音波印加手段１０を保持プレート２５における半径方向にスライド可能に設置しておくことにより、投入された全ての動圧軸受３０に対して超音波を照射することができる。

【００３６】

つぎに、請求項５にかかる発明の実施形態について、図５を参照しながら説明する。図５に示した超音波印加手段７０は、図１の超音波印加手段１０と基本的な構造は同一であるので、重複する説明は省略する。超音波印加手段７０は、超音波発振器７１に接続された振動子７２と、振動子７２で発生した振動エネルギーすなわち超音波振動を増幅するコーン７３と、コーン７３に結合されたホーン７４とから構成されている。このうち、ホーン７４は被洗浄体としての動圧軸受３０の軸受孔３３内に挿入可能な外径を有する先端部７４ａを一体的に有している。また、当該超音波印加手段７０は、洗浄槽２０の上方に設けられた支持台２８に対しフランジ７３ａを介して固定されている。支持台２８は、コイルスプリング等の付勢手段２９によって上下移動可能に保持されている。一方、洗浄槽２０の底部には軸受保持台２７が設置されていて、その保持部２７ａに動圧軸受３０を配置したとき、動圧軸受３０の軸受孔３３がホーン７４の先端部７４ａの侵入を許容する位置となるように、超音波印加手段７０と軸受保持台２７との位置関係が予め設定されている。

【００３７】

いま、超音波印加手段７０の超音波発振器７１を起動させると、コーン７３で増幅された超音波振動がホーン７４に伝搬される。そして、当該超音波印加手段７０を付勢手段２９の付勢力に抗して洗浄液２１側に降下させると、先端部７４ａが洗浄液２１に到達して超音波振動が励振される。さらに、超音波印加手段７０を降下させると、先端部７４ａが軸受孔３３の内部に侵入して、超音波振動が軸受孔３３の内周面に伝搬される。このとき、軸受孔３３の内周面と先端部７４ａの外周面とのクリアランスが２００μｍ～数ミリとなり、軸受孔３３の内周面に形成された動圧発生溝に対して直接的に超音波振動が伝搬される。先端部７４ａを軸受孔３３の内部に侵入させる時間は短時間であっても十分な洗浄効果を得ることができる。そして、所定時間励振を継続した後、超音波印加手段７０を付勢手段２９の付勢力を利用して上昇させて、被洗浄体を取り替えて、同様の洗浄工程を経ることによって、動圧発生溝を極めて高精度に洗浄することが効率的に行われる。

【００３８】

以上、本発明者によってなされた発明の実施形態を具体的に説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲で種々変形可能であるというのはいうまでもない。

【００３９】

例えば、図１に示した実施形態において、保持プレート２３は平板状のものであるが、動圧軸受３０の開口方向が略垂直方向に維持できる形態であれば、フック状のものや網目状

のものであっても差し支えない。また、図１に示した実施形態のように保持プレート２３を水平方向に移動させる形態に代えて、超音波印加手段１０を水平方向に移動させながら励振してもよい。すなわち、動圧軸受３０と超音波印加手段１０とを水平方向に相対移動させることにより、動圧軸受３０に対して特定の方向から超音波が伝搬されることなく、動圧軸受３０の全表面を満遍なく高精度に洗浄することができる。

【００４０】

【発明の効果】

以上述べたように本発明の請求項１にかかる洗浄方法によれは、開口方向が略垂直方向になるように洗浄液内に浸漬された動圧軸受の端面に対して、超音波印加手段を１５ｍｍ以下に離間させて、超音波洗浄するので、超音波振動が動圧軸受の内周面に至るまでほぼ均一な大きさで直接的に伝搬される。したがって、動圧発生溝を有する軸受の内周面を良好に洗浄することができる。

【００４１】

また、請求項２にかかる発明によれば、動圧軸受または前記超音波印加手段を相対的に水平方向に移動させながら洗浄することので、動圧軸受と超音波印加手段との位置関係が相対的に変化しながら励振される。その結果、動圧軸受に対して特定の方向から超音波が伝搬されることなく、動圧軸受の全表面を満遍なく高精度に洗浄することができる。

【００４２】

また、請求項３にかかる発明によれば、動圧軸受の筒長が内径寸法の２倍以下の場合には、動圧軸受の開口部の片面から超音波印加手段を近接対向させて励振することで、動圧発生溝に付着した異物を高精度に洗浄することができる。したがって、超音波印加手段は必要最小限の台数で高精度の洗浄ができ、洗浄設備の高騰を抑止できる。一方、動圧軸受の筒長が内径寸法の２倍超の場合には、軸受孔の内部にまで超音波が均等の大きさで伝搬されない可能性があるので、動圧軸受の開口部の両面から超音波印加手段を近接対向することで、動圧発生溝に付着した汚れを確実に洗浄することができる。

【００４３】

また、請求項４にかかる発明のように、洗浄液中に界面活性剤または溶解分散力のある洗剤を添加することにより、洗浄液の界面張力が低下するので、極浅くに形成された動圧発生溝の底部まで洗浄液が確実に到達する。したがって、励振された洗浄液により、動圧発生溝を極めて高精度に洗浄することができる。

【００４４】

また、請求項５にかかる発明によれば、ホーンを動圧軸受の軸受孔内に挿入した状態で励振するので、超音波が比較的伝搬し難い動圧軸受の軸受孔内にまで確実に伝搬され、動圧発生溝を極めて高精度に洗浄することができる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の一実施形態における洗浄方法に用いる超音波洗浄装置を表した断面図である。

【図２】本発明の実施形態において被洗浄体となる動圧軸受を示した断面図である。

【図３】本発明の他の実施形態における洗浄方法に用いる超音波洗浄装置を表した平面図である。

【図４】本発明の他の実施形態における洗浄方法に用いる超音波印加手段を示した要部拡大図である。

【図５】本発明のさらに別の実施形態における洗浄方法に用いる超音波洗浄装置を表した断面図である。

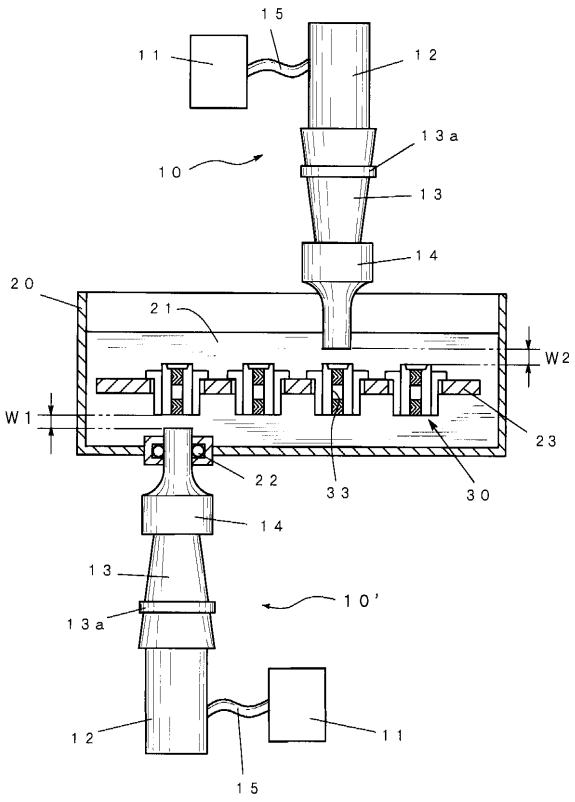
【図６】従来の洗浄方法に関する説明図である。

【符号の説明】

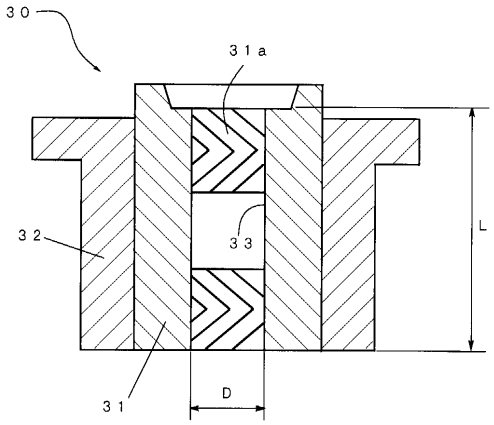
１０，１０’，６０，７０　　超音波印加手段
１４，６４，７４　　ホーン
２０　　洗浄槽
２１　　洗浄液

２３　　支持プレート
２７　　保持台
３０　　動圧軸受
３１ａ　　動圧発生溝
３３　　軸受孔

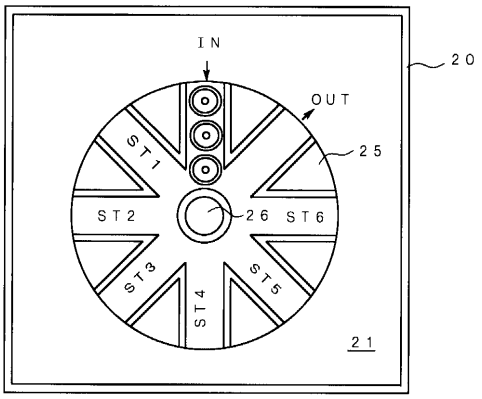
【図１】



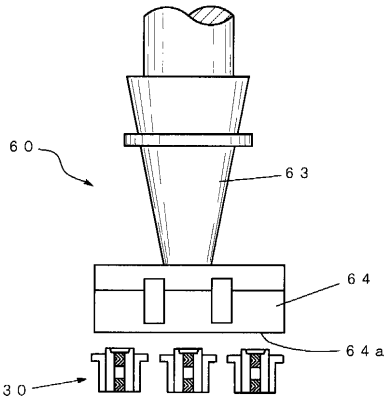
【図２】



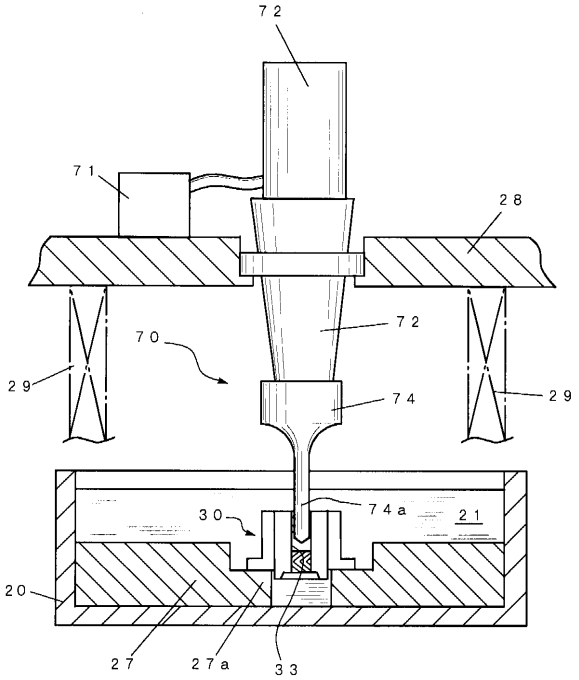
【図３】


IN
OUT
20
25
ST1
ST2
26
ST6
ST3
ST4
ST5
21

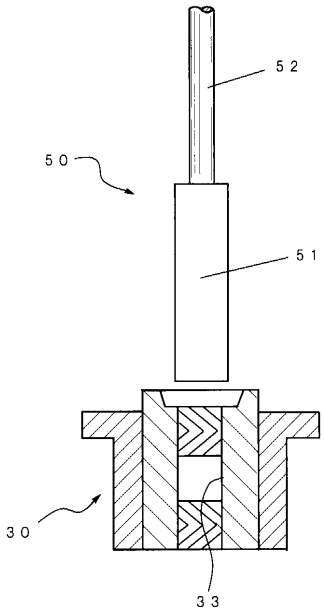
【図４】


60
63
64
64a
30

【図５】


72
71
28
72
70
29
74
29
30
74a
21
20
27
27a
33

【図６】


52
50
51
30
33

フロントページの続き

(56)参考文献 特開平０８－０３３２６０（ＪＰ，Ａ）
特開平０８－１４１５２８（ＪＰ，Ａ）
特開昭６２－００９８２３（ＪＰ，Ａ）
国際公開第９８／３８４３３（WO，Ａ１）
特開平０９－２２２１２５（ＪＰ，Ａ）
特開昭６４－０３４６４７（ＪＰ，Ａ）
特開平０４－１９３４２０（ＪＰ，Ａ）
実開昭６３－１３６８２７（ＪＰ，Ｕ）
特開平１１－０６２９８１（ＪＰ，Ａ）
特開２０００－１９８０４２（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
F16C 17/00 - 17/26
F16C 33/02 - 33/28
B08B 3/12