

(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
2016年8月11日(11.08.2016)



(10) 国際公開番号
WO 2016/125263 A1

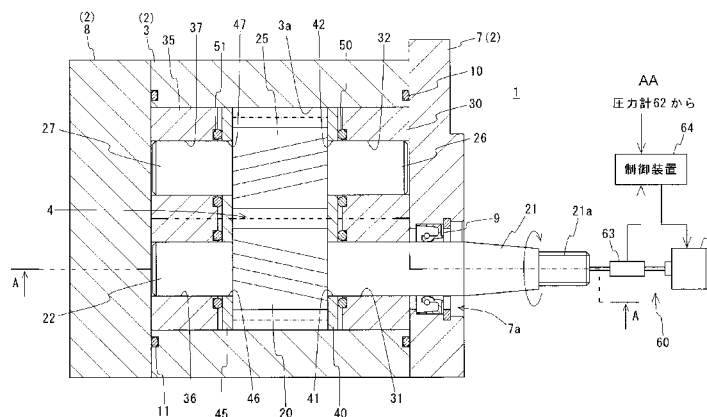
- (51) 国際特許分類:
F04C 2/18 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/053056
- (22) 国際出願日: 2015年2月4日(04.02.2015)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (71) 出願人: 住友精密工業株式会社(SUMITOMO PRECISION PRODUCTS CO., LTD.) [JP/JP]; 〒6600891 兵庫県尼崎市扶桑町1番10号 Hyogo (JP).
- (72) 発明者: 竹田 博昭(TAKEDA, Hiroaki); 〒6600891 兵庫県尼崎市扶桑町1番10号 住友精密工業株式会社内 Hyogo (JP). 川崎 立志(KAWASAKI, Tatsushi); 〒6600891 兵庫県尼崎市扶桑町1番10号 住友精密工業株式会社内 Hyogo (JP). 白川 光信(SHIRAKAWA, Mitsunobu); 〒6600891 兵庫県尼崎市扶桑町1番10号 住友精密工業株式会社内 Hyogo (JP). 安村 貴司(YASUMURA, Takashi); 〒6600891 兵庫県尼崎市扶桑町1番10号 住友精密工業株式会社内 Hyogo (JP).
- (74) 代理人: 村上 智司(MURAKAMI, Satoshi); 〒5300047 大阪府大阪市北区西天満二丁目6番8号 堂島ビルディング7階 Osaka (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, 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, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ユーロッパ (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),

[続葉有]

(54) Title: METHOD FOR MANUFACTURING HYDRAULIC DEVICE, AND HYDRAULIC DEVICE MANUFACTURED USING THIS MANUFACTURING METHOD

(54) 発明の名称: 液圧装置の製造方法、及びこの製造方法によって製造された液圧装置

【図1】



64 Control device
AA From pressure gauge 62

(57) Abstract: A hydraulic pump 1 equipped with: a pair of helical gears 20, 25 each of which has rotary shafts, and the tooth sections of which mesh with each other; an aluminum alloy main body 3 having a hydraulic chamber 4 housing the gears 20, 25 in the meshed state; shaft bearing members 30, 35 rotatably supporting the rotary shafts 21, 22, 26, and 27 of the gears 20, 25; and cover bodies 7, 8 sealing the main body 3 in a liquid-tight manner. The tooth sections of the gears 20, 25 are configured from carbon steel, and have a tooth profile such that an arc section is included in the tooth tip and in the tooth bottom, with a contact line being formed continuously at the meshing part, from one end part to the other end part in the tooth width direction. With this hydraulic pump 1, after the main body 3, the gears 20, 25, the shaft bearing members 30, 35, and the cover bodies 7, 8 are assembled, the inner circumferential surface 3a of the hydraulic chamber 4 of the main body 3 is machined and removed by the gears 20, 25 by means of a running-in operation, and during this running-in operation the machining and removing is carried out by the gears 20, 25, the surfaces of which have been modified such that the surface roughness Rz of the tooth tip is within a range of 5-20 µm.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2016/125263 A1



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))

油圧ポンプ 1 は、回転軸をそれぞれ有し、且つ歯部が相互に噛み合う一対のはずば歯車 20、25 と、歯車 20、25 が噛み合った状態で収納される液圧室 4 を有するアルミ合金製の本体 3 と、各歯車 20、25 の回転軸 21、22、26、27 を回転自在に支持する軸受部材 30、35 と、本体 3 を液密状に封止するカバー体 7、8 とを備える。歯車 20、25 の歯部は、炭素鋼から構成され、それぞれ歯先及び歯底に円弧部が含まれる歯形を有し、噛み合い部で歯幅方向の一方の端部から他方の端部にかけて連続した接触線が形成される。油圧ポンプ 1 は、本体 3、歯車 20、25、軸受部材 30、35 及びカバー体 7、8 を組み立てた後、慣らし運転によって、本体 3 の液圧室 4 の内周面 3a が、歯車 20、25 により除去加工され、この慣らし運転時には、歯先の表面粗さ R_z が $5 \sim 20 \mu m$ の範囲内となるように表面改質された歯車 20、25 によって、除去加工が行われる。

明 細 書

発明の名称：

液圧装置の製造方法、及びこの製造方法によって製造された液圧装置 技術分野

[0001] 本発明は、歯面が相互に噛み合う一對の歯車を備えた液圧装置、より具体的には、前記一對の歯車として、それぞれ歯先及び歯底に円弧部が含まれる歯形を有し、噛み合い部で歯幅方向の一方の端部から他方の端部にかけて連続した接触線が形成されるはすば歯車を用いた液圧装置の製造方法、並びにこの製造方法によって製造される液圧装置に関する。

背景技術

[0002] 良く知られているように、前記液圧装置には、一對の歯車を適宜駆動モータによって回転させ、この歯車の回転動作により作動液体を加圧して吐出する液圧ポンプや、予め加圧した作動液体を導入して前記歯車を回転させ、その回転軸の回転力を動力として使用する液圧モータなどがある。

[0003] そして、従来の一般的な液圧装置としては、a) 両端面からそれぞれ外方に延出するように設けられた回転軸をそれぞれ有し、歯部が相互に噛み合う一對の歯車、b) 両端部が開口し、且つ内部に前記一對の歯車が噛み合った状態で収納される液圧室を有する本体、c) 本体の液圧室内において、前記各歯車の両側にそれぞれ配設され、前記各歯車の回転軸を回転自在に支持する一對の軸受部材、d) 本体の両端面にそれぞれに液密状に固設されて前記液圧室を封止する一對のカバー体などから構成されるものが知られている。

[0004] ところで、このような構成の液圧装置には、前記歯車の回転軸とこれを支持する前記軸受部材との間に、適度なクリアランスが存在し、同様に前記軸受部材と、この軸受部材が収納される前記液圧室との間にも適度なクリアランスが存在している。したがって、液圧装置の通常の使用状態において、前記歯車に高圧の作動液体が作用すると、歯車が前記クリアランス分だけ低压側に移動し、これにより、低压側の液圧室内周面が、当該歯車によって削り

取られることになる。また、歯車に高圧の作動液体が作用すると、前記回転軸を含む歯車、前記本体、前記軸受部材及び前記カバーが全体的に弾性変形して、歯車が低圧側の液压室内周面に押し付けられ、このような弾性変形によっても、低圧側の液压室内周面が削り取られる。

[0005] この場合に、削り取られた後の液压室内周面が適正な表面粗さ、即ち、許容範囲内の表面粗さであれば問題はないが、許容範囲を超える表面粗さとなる場合には、騒音の発生他、リークによって機械効率及び容積効率が低下するという問題を生じる。

[0006] そこで、かかる液压装置の分野では、従来、慣用的に、組み立て後に慣らし運転が行われており、この慣らし運転によって、上記のような問題が生じるのを防止している。慣らし運転の手法には、種々のものが考えられるが、その基本的な手法として、図7に示すような方法があり、この方法では、同図7に示すように、液压装置の高圧側の作動液体の圧力を高圧 P_H と低圧 P_L との間で鋸刃状に増減させながら、歯車に作用する軸トルクを監視するという態様が採られる。

[0007] 図7を用いて、この慣らし運転方法をより詳しく説明すると、まず、液压装置の高圧側の作動液体の圧力を高圧の P_{H1} と低圧の P_L との間で鋸刃状に増減させる。圧力が最初に P_{H1} に達すると、歯車が液压室の内周面に押し付けられる力が最も大きくなり、これに応じて軸トルクも上昇するが、このとき、歯車の歯先によって液压室の内周面が除去加工される。したがって、作動液体の圧力が次に P_{H1} に達するときには、歯車が液压室の内周面に押し付けられる力が、最初の除去加工に応じて低下するとともに、当該歯車に作用する軸トルクも低下し、このように低下した力によって液压室の内周面が除去加工される。このように、作動液体の圧力を鋸刃状に増減させることで、徐々に液压室の内周面が除去加工される。

[0008] そして、歯車に作用する軸トルクが基準値を下回ると、次に、高圧の圧力 P_H を圧力 P_{H1} から所定圧だけ高い圧力 P_{H2} に設定して、同様に鋸刃状に増減させながら、歯車に作用する軸トルクを監視する。圧力を P_{H1} から P_{H2} に高

めると、これに応じて、歯車が液圧室の内周面に押し付けられる力が上昇し、軸トルクも上昇するが、この力の上昇分によって、液圧室の内周面の除去加工が増進され、以後、圧力を鋸刃状に増減させることで、上記と同様にし、液圧室の内周面の除去加工が徐々に進んで、軸トルクが徐々に低下し、基準値を下回る状態になる。

[0009] 以後同様にして、高圧の圧力 P_H を所定圧だけ高い圧力に設定して、鋸刃状に増減させながら、歯車に作用する軸トルクを監視する工程（サイクル）を繰り返し、軸トルクが基準値を上回らない状態となったとき、除去加工を完了したものと見做して、慣らし運転を終了する。

[0010] 斯くして、このような慣らし運転を行うことにより、本体の液圧室内周面を滑らかな表面とすることができるとともに、歯車の歯先外面と液圧室内周面との間のクリアランスを極限的に小さくして、これらを密接させ、このように密接させることにより、同部からの液漏れ（リーク）を防止することができ、この結果、上述した騒音の問題や、機械効率及び容積効率が低下するという問題が生じるのを防止することができる。

[0011] 尚、このような慣らし運転は、従来、液圧装置の特徴に合わせて色々な工夫がなされており、その一例として、下記特許文献1及び2に開示されるような液圧装置等が提案されている。

先行技術文献

特許文献

[0012] 特許文献1：特開2003-161270号公報

特許文献2：特開2010-19099号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0013] ところで、従来、前記一対の歯車には各種形状のものが使用されており、その中の1つに、それぞれ歯先及び歯底に円弧部が含まれる歯形を有し、噛み合い部で歯幅方向の一方の端部から他方の端部にかけて連続した接触線が

形成される形状のはすば歯車がある。そして、このような歯形を有するはすば歯車を用いた液圧装置においても、当然のことながら、上述した慣らし運転を行う必要がある。尚、このような形状のはすば歯車を用いた液圧装置は、前記本体がアルミ合金から構成され、前記はすば歯車の少なくとも歯部を構成する部分は炭素鋼から構成されている。

[0014] ところが、このはすば歯車は、歯面全体が滑らかな曲面を有するとともに、リークの問題や騒音の問題を回避するために研削加工によってその表面粗さ R_z が $3\ \mu\text{m}$ 以下の平滑面に仕上げられており、このため、当該歯先による除去加工性が悪く、上述した慣らし運転を行う場合に、前記液圧室の内周面の表面粗さを規定内に収めるのが困難で、騒音の問題や、機械効率及び容積効率が低下するという問題を改善できないという問題があった。

[0015] 即ち、歯先の除去加工性が悪い、言い換えると、歯先と液圧室内周面との接触抵抗が大きいと、液圧室内周面にむしれ現象が生じ、このため表面粗さが悪化するものと考えられる。また、歯先と液圧室内周面との接触抵抗が大きい場合には、同接触部において液切れが生じていると考えられ、このことも相俟って、表面粗さが悪化するものと考えられる。

[0016] このような問題を少しでも改善するには、慣らし運転における高圧 P_H の設定圧を徐々に高めることによって、接触抵抗を低減することが考えられるが、このようにしても、表面粗さについての抜本的な解決にはならないばかりか、逆に、図 7 に示した、鋸刃状に圧力を増減させるサイクルをより多く繰り返す必要があることから、慣らし運転に長時間を要するという別の問題を生じる。

[0017] 本発明は、以上の実情に鑑みなされたものであって、慣らし運転後の液圧室内周面の表面粗さが良好で、慣らし運転を従来に比べて短時間で行うことができる液圧装置の製造方法、並びに液圧装置の提供を、その目的とする。

課題を解決するための手段

[0018] 上記課題を解決するための本発明は、両端面からそれぞれ外方に延出するように設けられた回転軸をそれぞれ有し、且つ歯部が相互に噛み合う一対の

はすば歯車であって、該歯部は、それぞれ歯先及び歯底に円弧部が含まれる歯形を有し、噛み合い部で歯幅方向の一方の端部から他方の端部にかけて連続した接触線が形成される一対のはすば歯車と、

両端部が開口し、且つ内部に前記一対の歯車が噛み合った状態で収納される液圧室を有し、該液圧室は前記各歯車の歯先外面が摺接する円弧状の内周面を有する本体と、

前記本体の液圧室内において、前記各歯車の両側にそれぞれ配設され、前記各歯車の回転軸を回転自在に支持する一対の軸受部材と、

前記本体の両端面にそれぞれに液密状に固設されて前記液圧室を封止する一対のカバー体とを備えとともに、

前記はすば歯車は、少なくとも前記歯部が炭素鋼から構成され、前記本体はアルミ合金から構成され液圧装置を製造する方法であって、

前記本体、はすば歯車、軸受部材及びカバー体を組み立てた後、慣らし運転によって、前記本体の液圧室内周面を、前記一対のはすば歯車により除去加工するようにした製造方法において、

前記慣らし運転時に、前記歯先の表面粗さ R_z が $5 \sim 20 \mu m$ の範囲内となるように表面改質した前記はすば歯車によって、前記除去加工を行うようにした液圧装置の製造方法、並びにこの製造方法によって製造された液圧装置に係る。

[0019] 尚、前記表面粗さ R_z は、JIS B 0601, 2013 (ISO 4287, Amendment 1 (2009)) に規定される「最大高さ粗さ」のことである。

[0020] 本発明者らは、上述した課題に鑑み、はすば歯車の歯先、即ち、慣らし運転時に除去加工が発現される作用部の表面粗さ R_z を $5 \sim 20 \mu m$ の範囲内となるように改質することで、適度な除去加工性が得られることを見出した。一方、上述したように、上記形状のはすば歯車を用いた液圧装置の場合、従来、リークの問題や騒音の問題を回避するために、研削加工によって、はすば歯車の歯面全体を表面粗さ R_z が $3 \mu m$ 以下の平滑面に仕上げている。

しかしながら、本発明者らの鋭意研究により得られた知見によれば、除去作用を成す歯先の表面粗さ R_z を $5\text{ }\mu\text{m}$ 以上に改質することで、良好な除去加工性が得られ、当該歯先の表面粗さ R_z が $20\text{ }\mu\text{m}$ 以下であれば、リークや騒音の問題が生じないことが判明した。

[0021] 斯くして、本発明によれば、慣らし運転時の、はすば歯車歯先の除去加工性を向上させることができるので、当該慣らし運転後の液圧室内周面の表面粗さが良好で、慣らし運転によって、騒音や、機械効率及び容積効率が低下するという問題が生じるのを回避することができ、また、慣らし運転に必要な時間を短縮することができる。

[0022] 尚、前記歯先は、その表面粗さ R_z が $5\sim 15\text{ }\mu\text{m}$ の範囲内となるように表面改質されているのがより好ましい。

[0023] また、前記はすば歯車は、少なくとも、その軸線を中心として、その歯先稜線を挟んだ $-1.25\text{度}\sim 1.25\text{度}$ の角度範囲の歯先領域が表面改質されているのが好ましい。この歯先領域が除去加工作用を成す部分であり、したがって、少なくともこの歯先領域が改質されているのが好ましい。当然のことながら、その他の領域が改質されていても良いが、騒音が大きくなる傾向があるので、必要に応じて適切な領域を改質するのが好ましい。

[0024] 尚、改質とは、除去加工性を改善するために、表面粗さを元の状態から変化させていることを意味し、改質方法は何ら限定されるものではないが、表面に無数の条痕を付与することによって改質されているのが好ましい。このような条痕を付与する方法の一例としては、金属ブラシを用いて歯先表面を擦過する方法を挙げることができる。条痕を付与することで、除去加工性の良好な改善を図ることができる。

[0025] また、前記条痕は、その主たる形成方向が歯先稜線と交差する方向となっているか、又は、指向性の無いランダムな方向に形成されているのが好ましい。このようにすることで、当該条痕が液だまりとなる作用を成し、歯車の歯先と液圧室内周面との接触部における液切れが防止され、より良好な除去加工性が得られる。

発明の効果

[0026] 以上説明したように、本発明によれば、慣らし運転時の、はすば歯車歯先の除去加工性を向上させることができるので、当該慣らし運転後の液圧室内周面の表面粗さが良好で、慣らし運転によって、騒音や、機械効率及び容積効率が低下するという問題が生じるのを回避することができ、また、慣らし運転に必要な時間を従来に比べて短縮することができる。

図面の簡単な説明

[0027] [図1]本発明の一実施形態に係る油圧ポンプ及び慣らし運転装置を示した断面図である。

[図2]図1における矢視A-A方向の断面図である。

[図3]図2における矢視B-B方向の断面図である。

[図4]本実施形態において、歯先の表面を改質する領域を説明するための説明図である。

[図5]本発明の効果を説明するための説明図である。

[図6]本発明の効果を説明するためのグラフである。

[図7]基本的な慣らし運転方法を説明するための説明図である。

発明を実施するための形態

[0028] 以下、本発明の具体的な実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

[0029] 図1は、本発明の一実施形態に係る油圧ポンプ及び慣らし運転装置を示しており、油圧ポンプについては断面で図示している。また、図2は、図1に示した油圧ポンプの矢視A-A方向の断面図であり、図3は、同じく図2に示した油圧ポンプの矢視B-B方向の断面図である。

[0030] [油圧ポンプの基本的な構成]

まず、本例の油圧ポンプ1の基本的な構成について説明する。図1～図3に示すように、この油圧ポンプ1は、内部に液圧室4が形成されたハウジング2、前記液圧室4内にそれぞれ配設される一対の歯車20、25、一対の軸受部材30、35、及び一対の側板40、45などから構成される。

[0031] 前記ハウジング 2 は、一方の端面から他方の端面に向けて、断面形状が略 8 の字状をした空間を有する前記液圧室 4 が形成されたアルミ合金からなる本体 3 と、この本体 3 の前記一方端面（前端面）にシール 10 を介して液密状に固定されたフロントカバー 7 と、本体 3 の他方端面（後端面）にシール 11 を介して液密状に固定されたエンドカバー 8 とから構成され、前記フロントカバー 7 及びエンドカバー 8 によって前記液圧室 4 が閉塞される。尚、前記液圧室 4 は、例えば、ボーリング加工によって加工され、一般的に、その表面粗さ R_z は、 $6 \sim 12 \mu m$ である。また、フロントカバー 7 及びエンドカバー 8 の材質は、本体と同じアルミ合金でも良いが、他の材料であっても良い。

[0032] 前記歯車 20 は、その両端面からそれぞれ外方に延出するように設けられた回転軸 21, 22 を有し、同様に、前記歯車 25 は、その両端面からそれぞれ外方に延出するように設けられた回転軸 26, 27 を有する。これら歯車 20, 25 は、歯部が相互に噛み合うはすば歯車であって、当該歯部は、それぞれ歯先及び歯底に円弧部が含まれる歯形を有するとともに、噛み合い部で歯幅方向の一方の端部から他方の端部にかけて連続した接触線が形成される歯形を有し、相互に噛み合った状態で前記液圧室 4 内に挿入され、液圧室 4 は、この歯車 20, 25 の噛み合い部を境に、高圧側と低圧側とに二分される。尚、本例の歯車 20 の歯部は右ねじれとなっており、歯車 25 の歯部は左ねじれとなっている。

[0033] また、歯車 20 の回転軸 21 の端部はテーパ状に形成され、更にその先端にはねじ部 21a が形成されており、同部は、前記フロントカバー 7 に形成された貫通穴 7a を通じて外方に延出し、同回転軸 21 の外周面と貫通穴 7a の内周面との間がオイルシール 9 によってシールされている。尚、この回転軸 21 は、適宜駆動モータが連結されて、当該駆動モータから動力が伝達されようになっており、これにより、歯車 20 が駆動歯車として機能し、歯車 25 が従動歯車として機能する。これら歯車 20, 25 は、炭素鋼から構成され、その歯部は、焼き入れ加工後に研削加工され、歯面の表面粗さ R_z

は0.8～3 μm に仕上げられている。

[0034] 前記側板40は、2つの貫通穴41、42を備えた、断面形状が略8の字状をした板状の部材からなり、この貫通穴41、42に前記歯車20、25の回転軸21、26がそれぞれ挿通された状態で当該歯車20、25の前側に配設されている。同様に、前記側板45は、2つの貫通穴46、47を備えた、断面形状が略8の字状をした板状の部材からなり、この貫通穴46、47に前記歯車20、25の回転軸22、27がそれぞれ挿通された状態で当該歯車20、25の後側に配設されている。斯くして、側板40、45は、それぞれ歯車20、25の歯部を含む端面全面に当接した状態となっている。この側板40、45は黄銅から構成され、その両面は、研削加工によって、表面粗さR_zが0.8～3 μm に仕上げられている。

[0035] 前記軸受部材30は、2つの支持穴31、32を備えた、断面形状が略8の字状をした部材からなるメタル軸受で、支持穴31、32にそれぞれ歯車20、25の回転軸21、26が挿通された状態で、前記側板40の前側に配設され、当該回転軸21、26を回転自在に支持する。同様に、前記軸受部材35は、2つの支持穴36、37を備えた、断面形状が略8の字状をした部材からなるメタル軸受で、支持穴36、37にそれぞれ歯車20、25の回転軸22、27が挿通された状態で、前記側板45の後側に配設され、当該回転軸22、27を回転自在に支持する。軸受部材30、35全体の材質は、特に限定されるものではないが、支持穴31、32、36、37は、少なくとも内周面に軸受材が被覆されているか、又は管状の軸受材が圧入されている必要がある。

[0036] また、軸受部材30と側板40との間に、側面から見た形状がアラビア数字の「3」を模した形状の弾性を有する区画シール50が配設され、同様に、軸受部材35と側板45との間に、同じく側面から見た形状がアラビア数字の「3」を模した形状の弾性を有する区画シール51が配設されている。この区画シール50は、軸受部材30と側板40との間の隙間を高圧側と低圧側に区画し、区画シール51は、軸受部材35と側板45との間の隙間を

高压側と低压側に区画するものであり、高压側の各隙間には、適宜流路を介して、前記液压室4の高压側の作動油が導かれるようになっており、側板50、51は、この高压の作動油によって、それぞれ歯車20、25の端面にそれぞれ押し付けられ、これにより、高压側の作動油が低压側にリークするのが防止される。

[0037] 図2及び図3に示すように、前記本体3には、その一方の側面に前記液压室4の低压側に通じる取入れ穴（取入れ流路）5が形成されるとともに、これと相対する他方の側面に、同じく前記液压室4の高压側に通じる吐出し穴（吐出し流路）6が形成されている。そして、これら取入れ穴5及び吐出し穴6は、それぞれの軸線が前記一对の歯車20、25の軸心間の中心を通るように設けられている。

[0038] 斯くして、以上の基本構成を備えた油圧ポンプ1によれば、作動油を貯留したタンクの当該作動油と油圧ポンプ1の取入れ穴5とを適宜配管によって接続するとともに、吐出し穴6と適宜負荷部とを適宜配管によって接続した後、歯車20を図1及び2における矢示方向に回転させると、これに噛み合った歯車25が従動回転し、前記液压室4内の内周面3aと各歯車20、25の歯部によって挟まれた空間の作動油が、各歯車20、25の回転によって吐出し穴6側に移送され、歯車20、25の噛み合い部を境として、吐出し穴6側が高压側に、取入れ穴5側が低压側になる。そして、低压となる取入れ穴5には、前記タンクから前記配管を通じて作動油が供給され、高压となる吐出し穴6から高压の作動油が前記負荷部に吐出される。

[0039] [慣らし運転の態様]

次に、上記油圧ポンプ1の各構成部品、即ち、本体3、フロントカバー7、エンドカバー8、歯車20、25、軸受部材30、35及び側板40、45を上記仕様に加工した後、これらを組み立てて慣らし運転を行うその最終調整について説明する。

[0040] まず、上記仕様に加工された歯車20、25の歯先表面を、その表面粗さRzが5～20 μ mとなるように改質する作業を行う。具体的には、歯車2

0, 25を旋盤などの主軸に装着して軸中心に回転させ、その回転する歯先に金属ブラシ等を押し当てて擦過することにより、当該歯先表面に無数の条痕を付与して、その表面を改質する。このようにすれば、歯先稜線と交差する方向の条痕が付与される。

[0041] 尚、表面改質する領域は、図4に示すように、歯車20, 25の軸線20a, 25aを中心として、その歯先稜線20b, 25bを挟んだ少なくとも1.25度～1.25度の角度範囲の領域とするのが好ましい。この歯先領域が除去加工作用を成す部分であり、したがって、少なくともこの歯先領域が改質されているのが好ましい。当然のことながら、その他の領域が改質されていても良いが、騒音が大きくなる傾向があるので、必要に応じて適切な領域を改質するのが好ましい。

[0042] 次に、本体3、フロントカバー7、エンドカバー8、軸受部材30, 35、側板40, 45及び表面改質後の歯車20, 25を図1～3に示すように組み立て、組み立て後に慣らし運転装置60を用いて慣らし運転を行う。

[0043] 慣らし運転装置60は、トルク検出器63と、このトルク検出器63を介して前記回転軸21に連結される駆動モータ61と、前記本体3の吐出し穴6に接続されてこの吐出し穴6から吐出される作動油の圧力を検出する圧力計62と、トルク検出器63によって検出される軸トルク、及び前記圧力計62によって検出される圧力に基づいて前記駆動モータ61の作動を制御する制御装置64とから構成される。

[0044] 具体的な慣らし運転は、作動油を貯留したタンクの当該作動油と油圧ポンプ1の取入れ穴5とを適宜配管によって接続するとともに、前記タンクに作動油を戻すための戻し管を吐出し穴6に接続した後、前記制御装置64による制御の下で、駆動モータ61を駆動して、油圧ポンプ1を図7に示すように動作させることにより、慣らし運転を行う。

[0045] 即ち、制御装置64は、前記圧力計62によって検出される圧力、及びトルク検出器63によって検出される軸トルクを監視しながら駆動モータ61を駆動して、歯車20, 25を回転させるとともに、その回転速度を徐々に

増加させる。これにより、前記タンクから取入れ穴 5 に作動油が供給される一方、加圧された作動油が吐出し穴 6 から吐出されて、前記タンクに還流されるという油圧ポンプ 1 のポンプ動作が開始され、歯車 20, 25 の回転速度の増加に伴って、吐出し穴 6 から吐出される作動油の圧力が初期値の P_L から徐々に上昇する。

[0046] 吐出し穴 6 から吐出される作動油の圧力、即ち、圧力計 62 によって検出される圧力が上昇すると、歯車 20, 25 が取入れ穴 5 側に付勢されて、液圧室 4 の内周面 3a に押し付けられ、これに応じてトルク検出器 63 によって検出される軸トルクも上昇するが、このとき、歯車 20, 25 の歯先によって液圧室 4 の内周面 3a が除去加工される。

[0047] そして、制御装置 64 は、圧力計 62 によって検出される圧力が最初の設定圧力 P_{H1} に達すると、駆動モータ 61 を停止して、吐出し穴 6 の作動油の圧力を初期値 P_L まで低下させる。以後、制御装置 64 は、前記圧力計 62 によって検出される圧力、及びトルク検出器 63 によって検出される軸トルクを監視しながら駆動モータ 61 を制御して、吐出し穴 6 側の作動油圧力を高圧の P_{H1} と低圧の P_L との間で鋸刃状に増減させる。

[0048] 斯くして、吐出し穴 6 側の作動油圧力を高圧の P_{H1} と低圧の P_L との間で鋸刃状に増減させることで、歯車 20, 25 の歯先によって徐々に液圧室 4 の内周面 3a が除去加工され、吐出し穴 6 側の作動油圧力が P_{H1} に達したときに、トルク検出器 63 によって検出される軸トルクも徐々に低下して、予め設定された基準値を下回るようになる。

[0049] このようにして、吐出し穴 6 側の作動油圧力が P_{H1} に達したときに、トルク検出器 63 によって検出される軸トルク、即ち、歯車 20, 25 に作用する軸トルクが基準値を下回ると、制御装置 64 は、高圧の圧力を圧力 P_{H1} から所定圧だけ高い圧力 P_{H2} に設定して、同様に鋸刃状に増減させながら、トルク検出器 63 によって検出される軸トルクを監視する。圧力を P_{H1} から P_{H2} に高めると、これに応じて、歯車が液圧室の内周面に押し付けられる力が上昇し、軸トルクも上昇するが、この力の上昇分によって、液圧室 4 の内周面

3 a の除去加工が増進され、以後、吐出し穴 6 側の作動油圧力を鋸刃状に増減させることで、上記と同様にして、液压室 4 の内周面 3 a の除去加工が徐々に進み、歯車 20, 25 に作用する軸トルクが徐々に低下して、基準値を下回った状態になる。

[0050] 制御装置 64 は、以後同様にして、高圧の圧力 P_H を所定圧だけ高い圧力 P_{Hn} に設定して、鋸刃状に増減させながら、歯車に作用する軸トルクを監視する工程（サイクル）を繰り返し、そのサイクルを通して軸トルクが基準値を上回らない状態となったとき、除去加工を完了したものと見做して、慣らし運転を終了する。

[0051] 斯くして、本例では、歯車 20, 25 の歯先、即ち、慣らし運転時に除去加工が発現される作用部の表面粗さ R_z を $5 \sim 20 \mu m$ の範囲内となるように改質しているので、良好な除去加工性が得られ、歯先の表面粗さ R_z が $3 \mu m$ 以内であった従来に比べて、前記液压室 4 の内周面 3 a を滑らかな表面とすることができるとともに、歯車 20, 25 の歯先外面と液压室 4 の 3 a 内周面との間のクリアランスを極限的に小さくして、これらを密接させ、このように密接させることにより、同部からの液漏れ（リーク）を防止することができ、この結果、上述した騒音の問題や、機械効率及び容積効率が低下するという問題が生じるのを防止することができ、従来に比べて短時間で慣らし運転を完了することができる。

[0052] 因みに、従来では、除去加工により液压室 4 の内周面 3 a が荒れるのを防止するために、高圧の圧力 P_H を徐々に高めるようにしていたため、慣らし運転時の繰り返しサイクルを多サイクルに設定せざるを得ず、慣らし運転に要する時間が 150 分程度必要であったが、本例のように、歯車 20, 25 の歯先を、その表面粗さ R_z が $5 \sim 20 \mu m$ となるように改質することで、良好な除去加工性が実現され、90 分程度で慣らし運転を完了することができるようになった。このように、本発明によれば、慣らし運転時間を 4 割程度削減することができ、その効率化を図ることができる。

[0053] そして、本例によれば、上記のように効率的な慣らし運転が可能であるの

みならず、従来に比べても、遜色のない同等な静粛性を有する油圧ポンプ 1 が得られる。図 5 及び図 6 に、比較例との比較において、実施例に係る油圧ポンプの静粛性を示す。図 5 は、実施例 1 及び 2、並びに比較例 1 及び 2 の油圧ポンプを、その吐出し穴 6 側の作動油圧力が 1 MP a、1 0 MP a、1 4 MP a となるように、それぞれ稼働させたときの騒音を騒音計で測定した結果を示し、図 6 は、それをグラフ化してものである。

[0054] 実施例 1 の油圧ポンプは、歯車 2 0、2 5 の歯先を、その表面粗さ R_z が $5\ \mu\text{m}$ となるように改質し、実施例 2 の油圧ポンプは、歯車 2 0、2 5 の歯先を、その表面粗さ R_z が $20\ \mu\text{m}$ となるように改質しており、90 分程度で上記慣らし運転を完了している。一方、比較例 1 の油圧ポンプは、歯車 2 0、2 5 の歯先を、その表面粗さ R_z が $25\ \mu\text{m}$ となるように改質した後、90 分程度で上記慣らし運転を完了したものであり、比較例 2 の油圧ポンプは、従来の油圧ポンプであって、歯車 2 0、2 5 の歯先の表面改質を行っておらず、また、従来と同じ条件で慣らし運転を行い、慣らし運転に約 150 分程度を要したものである。

[0055] 図 5 及び図 6 から分かるように、歯車 2 0、2 5 の歯先を、その表面粗さ R_z が $5\sim 20\ \mu\text{m}$ の範囲内となるように改質した実施例 1 及び 2 の油圧ポンプは、いずれも従来の油圧ポンプ（比較例 2）と同等以下の静粛性を有している。一方、歯車 2 0、2 5 の歯先を、その表面粗さ R_z が $25\ \mu\text{m}$ となるように改質した比較例 1 の油圧ポンプは、従来の油圧ポンプ（比較例 2）、並びに実施例 1 及び 2 の油圧ポンプに比べて、騒音が格段に大きなものとなっている。

[0056] 以上のように、本例の製造方法によって製造された油圧ポンプ 1 は、液圧室 4 の内周面 3 a の表面粗さが良好で、慣らし運転に必要な時間を短縮することができ、しかも慣らし運転後においても、騒音や、機械効率及び容積効率が低下するという問題が生じることはない。

[0057] 以上、本発明の一実施形態について説明したが、本発明の採り得る具体的な態様は何らこれに限定されるものではない。

- [0058] 例えば、前記歯車 20, 25 の歯先は、その表面粗さ R_z が $5 \sim 15 \mu m$ の範囲内となるように表面改質されているのがより好ましい。
- [0059] また、上例では、前記歯車 20, 25 は、少なくとも、その軸線 20a, 25a を中心として、その歯先稜線 20b, 25b を挟んだ $-1.25^\circ \sim 1.25^\circ$ の角度範囲の歯先領域を表面改質するようにしており、当然のことながら、その他の領域が改質された態様を含むが、騒音が大きくなる傾向があるので、必要に応じて適切な領域を改質するのが好ましい。
- [0060] また、表面改質の方法には、種々のものが含まれ、例えば、金属ブラシ以外の工具を用いた加工や、マイクロショットピーニングなどによって改質しても良い。
- [0061] また、条痕を付すことによって表面改質する場合において、この条痕は、指向性の無いランダムな方向に形成されていても良い。
- [0062] また、上例では、液圧装置として、油圧ポンプを例示したが、これに限られるものではなく、油圧モータなど液圧を利用した他の装置も当然に含まれる。また、上例では、歯車 20, 25 と軸受部材 30, 35 との間に、側板 40, 45 及び区画シール 50, 51 を設けたものを例示したが、側板 40, 45 や区画シール 50, 51 を有しない液圧装置であっても良い。
- [0063] また、上例では、歯車 20 に右ねじれのはすば歯車を用い、歯車 25 に左ねじれのはすば歯車を用いたが、当然これに限られるものではなく、歯車 20 に左ねじれのはすば歯車を用い、歯車 25 に右ねじれのはすば歯車を用いたものでも良い。

産業上の利用可能性

- [0064] 本発明は、液圧装置に分野に好適に適用することができる。

符号の説明

- [0065] 1 油圧ポンプ
 2 ハウジング
 3 本体
 3a 内周面

- 4 液圧室
- 5 取入れ穴
- 6 吐出し穴
- 7 フロントカバー
- 8 エンドカバー
- 20, 25 (はすば) 歯車
- 21, 22, 26, 27 回転軸
- 30, 35 軸受部材
- 40, 45 側板
- 60 慣らし運転装置
- 61 駆動モータ
- 62 圧力計
- 63 トルク検出器
- 64 制御装置

請求の範囲

[請求項1]

両端面からそれぞれ外方に延出するように設けられた回転軸をそれぞれ有し、且つ歯部が相互に噛み合う一対のはすば歯車であって、該歯部は、それぞれ歯先及び歯底に円弧部が含まれる歯形を有し、噛み合い部で歯幅方向の一方の端部から他方の端部にかけて連続した接触線が形成される一対のはすば歯車と、

両端部が開口し、且つ内部に前記一対の歯車が噛み合った状態で収納される液圧室を有し、該液圧室は前記各歯車の歯先外面が摺接する円弧状の内周面を有する本体と、

前記本体の液圧室内において、前記各歯車の両側にそれぞれ配設され、前記各歯車の回転軸を回転自在に支持する一対の軸受部材と、

前記本体の両端面にそれぞれに液密状に固設されて前記液圧室を封止する一対のカバー体とを備えるとともに、

前記はすば歯車は、少なくとも前記歯部が炭素鋼から構成され、前記本体はアルミ合金から構成される液圧装置を製造する方法であって、

前記本体、はすば歯車、軸受部材及びカバー体を組み立てた後、慣らし運転によって、前記本体の液圧室内周面を、前記一対のはすば歯車により除去加工するようにした製造方法において、

前記慣らし運転時に、前記歯先の表面粗さ R_z が $5 \sim 20 \mu m$ の範囲内となるように表面改質した前記はすば歯車によって、前記除去加工を行うようにしたことを特徴とする液圧装置の製造方法。

但し、前記表面粗さ R_z は、最大高さ粗さである。

[請求項2]

前記はすば歯車は、少なくとも、その軸線を中心として、その歯先稜線を挟んだ $-1.25^\circ \sim 1.25^\circ$ の角度範囲の歯先領域が表面改質されていることを特徴とする請求項1記載の液圧装置の製造方法。

[請求項3]

前記はすば歯車の表面改質は、表面に無数の条痕を付与することに

よって実行されていることを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の液圧装置の製造方法。

[請求項4] 前記条痕は、その形成方向が歯先稜線と交差する方向となっていることを特徴とする請求項 3 記載の液圧装置の製造方法。

[請求項5] 前記条痕は、指向性の無いランダムな方向に形成されていることを特徴とする請求項 3 記載の液圧装置の製造方法。

[請求項6] 両端面からそれぞれ外方に延出するように設けられた回転軸をそれぞれ有し、且つ歯部が相互に噛み合う一対のはすば歯車であって、該歯部は、それぞれ歯先及び歯底に円弧部が含まれる歯形を有し、噛み合い部で歯幅方向の一方の端部から他方の端部にかけて連続した接触線が形成される一対のはすば歯車と、

両端部が開口し、且つ内部に前記一対の歯車が噛み合った状態で収納される液圧室を有し、該液圧室は前記各歯車の歯先外面が摺接する円弧状の内周面を有する本体と、

前記本体の液圧室内において、前記各歯車の両側にそれぞれ配設され、前記各歯車の回転軸を回転自在に支持する一対の軸受部材と、

前記本体の両端面にそれぞれに液密状に固設されて前記液圧室を封止する一対のカバー体とを備えた液圧装置であって、

前記はすば歯車は、少なくとも前記歯部が炭素鋼から構成され、前記本体はアルミ合金から構成されるとともに、

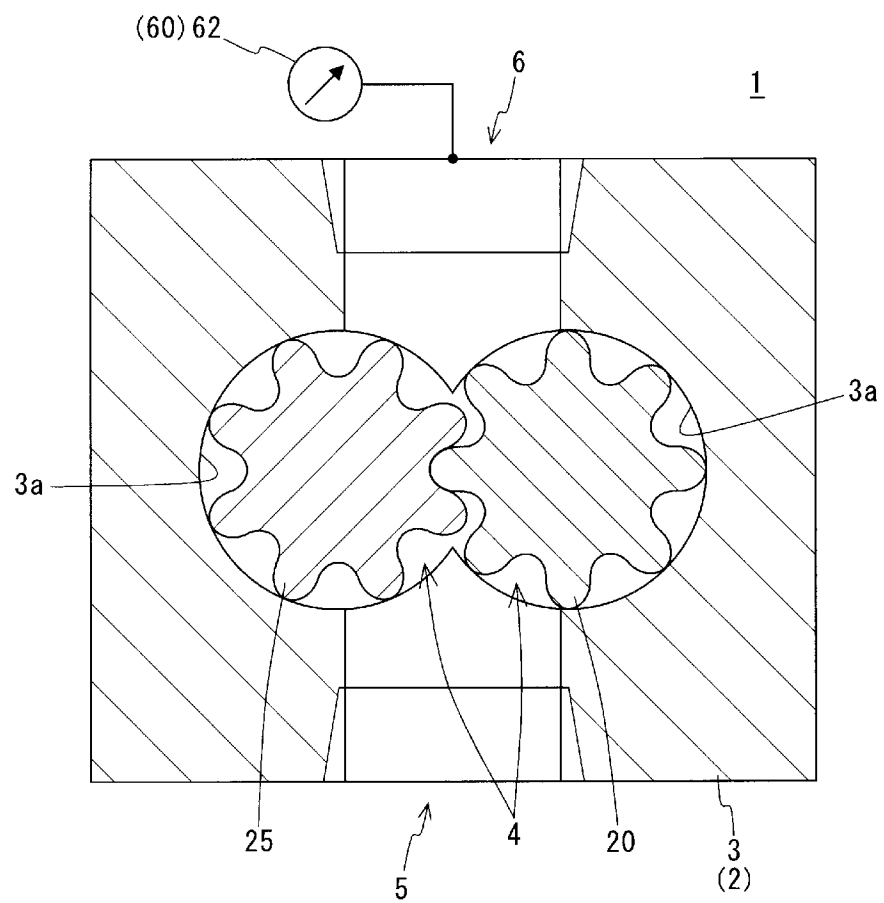
前記液圧装置の組み立て後の慣らし運転において、前記本体の液圧室内周面は、前記歯先の表面粗さ R_z が $5 \sim 20 \mu m$ の範囲内となるように表面改質された前記はすば歯車によって、除去加工が施されていることを特徴とする液圧装置。

但し、前記表面粗さ R_z は、最大高さ粗さである。

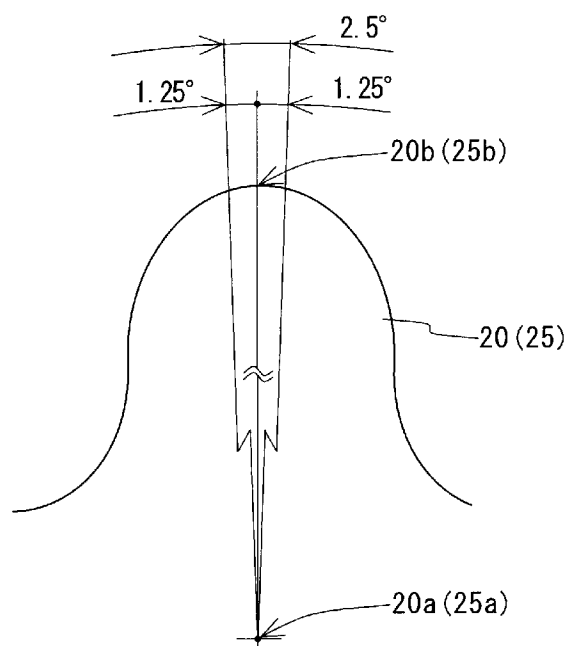
[請求項7] 前記はすば歯車は、少なくとも、その軸線を中心として、その歯先稜線を挟んだ $-1.25^\circ \sim 1.25^\circ$ の角度範囲の歯先領域が表面改質されていることを特徴とする請求項 6 記載の液圧装置。

- [請求項8] 前記はすば歯車の表面改質は、表面に無数の条痕を付与することによって実行されていることを特徴とする請求項6又は7記載の液圧装置。
- [請求項9] 前記条痕は、その形成方向が歯先稜線と交差する方向となっていることを特徴とする請求項8記載の液圧装置。
- [請求項10] 前記条痕は、指向性の無いランダムな方向に形成されていることを特徴とする請求項8記載の液圧装置。

[図3]



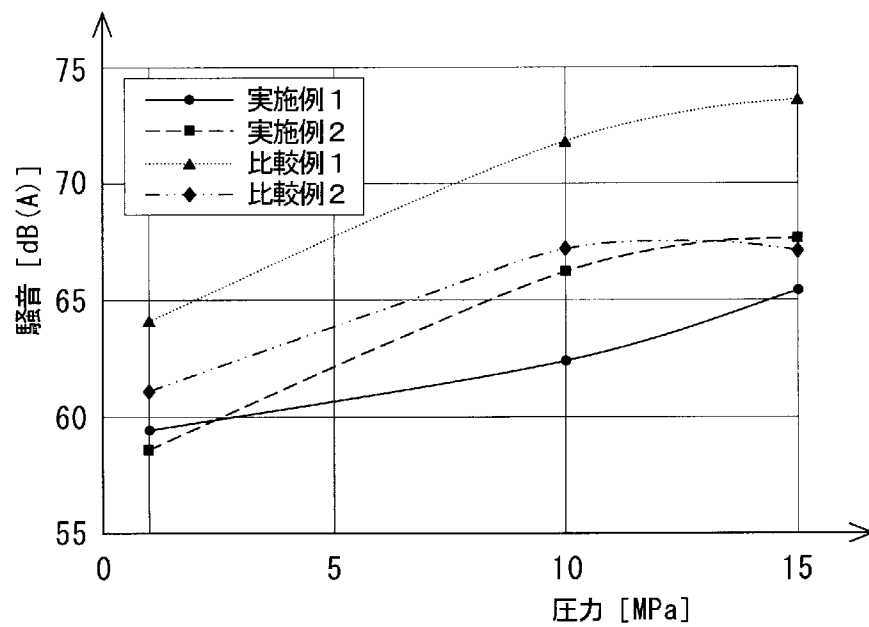
[図4]



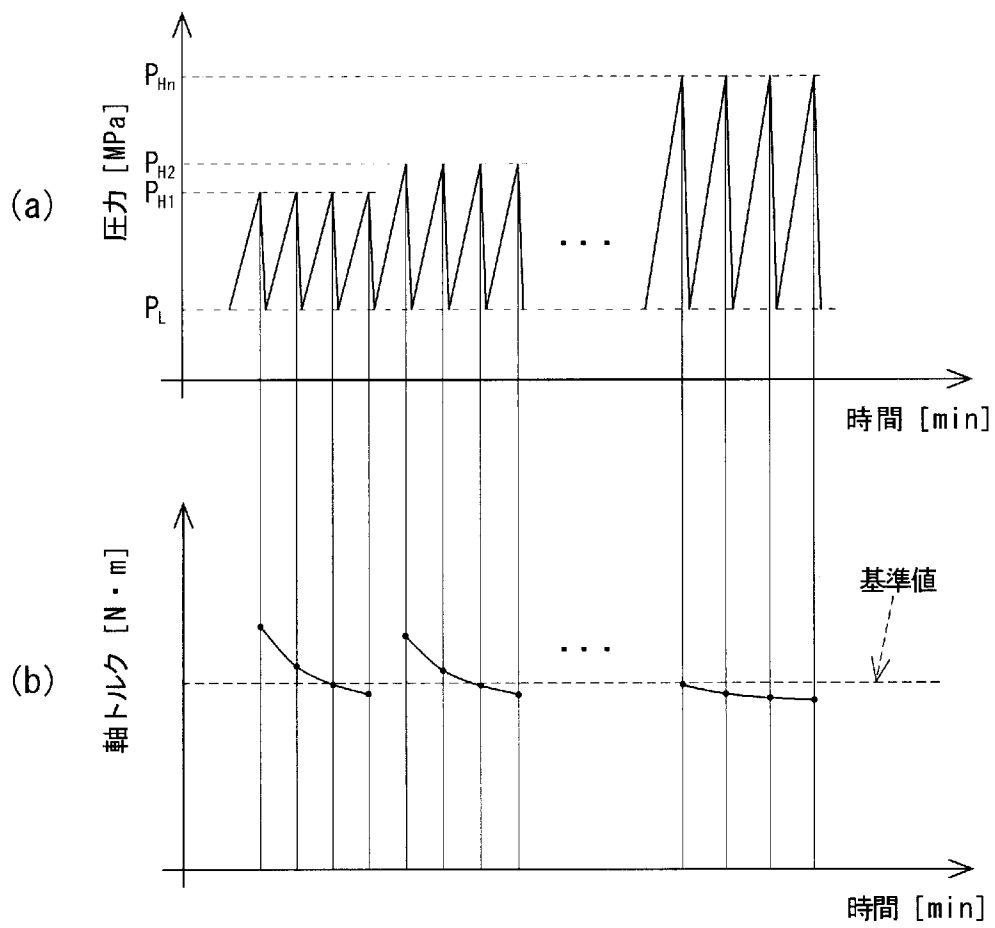
[図5]

	騒音 (dB(A))		
	圧力=1MPa	圧力=10MPa	圧力=14MPa
実施例1 ($R_z=5\ \mu\text{m}$)	59.4	62.3	65.3
実施例2 ($R_z=20\ \mu\text{m}$)	58.6	66.2	67.7
比較例1 ($R_z=25\ \mu\text{m}$)	64.1	71.8	73.6
比較例2 ($R_z=3\ \mu\text{m}$)	61.1	67.2	67.1

[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/053056

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F04C2/18(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)

F04C2/18

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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.
A	JP 11-210644 A (Shimadzu Corp.), 03 August 1999 (03.08.1999), entire text; fig. 1 to 5 (Family: none)	1-10
A	JP 2003-161270 A (Shimadzu Corp.), 06 June 2003 (06.06.2003), paragraphs [0014] to [0019]; fig. 1 to 6 (Family: none)	1-10
A	JP 55-101786 A (Kayaba Industry Co., Ltd.), 04 August 1980 (04.08.1980), entire text; fig. 1, 2 & US 4334840 A & GB 2039998 A	1-10

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"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 April 2015 (15.04.15)

Date of mailing of the international search report
28 April 2015 (28.04.15)

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

International application No.

PCT/JP2015/053056

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2007-177709 A (NTN Corp.), 12 July 2007 (12.07.2007), paragraphs [0019], [0020]; fig. 2 (Family: none)	1-10
A	WO 2009/019185 A1 (ARIENTI, Luigi, Carlo), 12 February 2009 (12.02.2009), fig. 1, 2 & IT MI20071608 A1	1-10

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. F04C2/18(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. F04C2/18

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 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 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
A	JP 11-210644 A（株式会社島津製作所） 1999.08.03, 全文, 図1-5 (ファミリーなし)	1-10
A	JP 2003-161270 A（株式会社島津製作所） 2003.06.06, 段落 [0014] - [0019], 図1-6 (ファミリーなし)	1-10

☒ 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 5 . 0 4 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

2 8 . 0 4 . 2 0 1 5

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100-8915

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）

松浦 久夫

3 O

5 3 6 5

電話番号 03-3581-1101 内線 3358

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
A	JP 55-101786 A (萱場工業株式会社) 1980.08.04, 全文, 図1, 2 & US 4334840 A & GB 2039998 A	1-10
A	JP 2007-177709 A (NTN株式会社) 2007.07.12, 段落 [0019], [0020], 図2 (ファミリーなし)	1-10
A	WO 2009/019185 A1 (ARIENTI, Luigi, Carlo) 2009.02.12, 図1, 2 & IT MI20071608 A1	1-10