(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
2012 年 11 月 22 日(22.11.2012)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2012/157383 A1

(51) 国際特許分類:
F16J 15/16 (2006.01) *F01L 1/356* (2006.01)
B22F 3/24 (2006.01) *F16J 15/20* (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2012/060267

(22) 国際出願日: 2012 年 4 月 16 日(16.04.2012)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願 2011-109308 2011 年 5 月 16 日(16.05.2011) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): ＮＴＮ株式会社 (NTN CORPORATION) [JP/JP]; 〒5500003 大阪府大阪市西区京町堀１丁目３番１７号 Osaka (JP).

(72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 毛利 敏彦 (MOURI Toshihiko) [JP/JP]; 〒4978541 愛知県海部郡蟹江町大字蟹江新田字勝田場１０１番地 ＮＴＮ特殊合金株式会社内 Aichi (JP).

(74) 代理人: 城村 邦彦, 外 (SHIROMURA Kunihiko et al.); 〒5500002 大阪府大阪市西区江戸堀１丁目１５番２６号 江原特許事務所 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, 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, IS, KE, KG, KM, 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, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, 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.

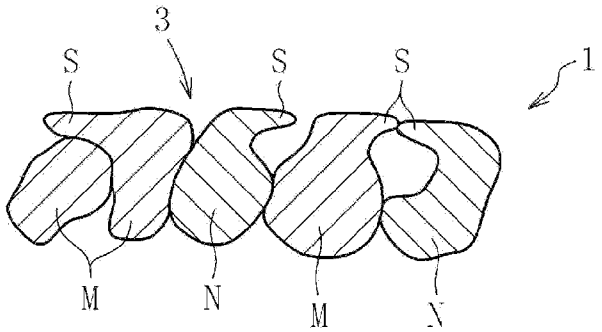
(84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,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

(54) 発明の名称 : オイルシール部材及びその製造方法

[図3]



(57) **Abstract**: An oil seal member consisting of sintered metal and capable of effectively preventing oil from entering the inside can be mass manufactured without a particular increase in cost. An oil seal member (1) consisting of sintered metal liquid-tightly defines a hydraulic chamber (106) formed between a rotor (101) and a housing (103). The oil seal member (1) is formed from a sintered metal material for bearings and comprises: a pair of side surfaces (4, 4) which face each other in the rotation direction of the rotor (101) and which are parallel to each other; and a surrounding surface comprising surfaces which extend between both the side surfaces (4, 4) and one of which slides on the inner diameter surface of the housing (103). The surrounding surface comprises: an upper surface (2) having an irregular surface shape; a lower surface (3) sliding on the housing (103); a pair of end surfaces (5, 5); and a pair of sloped surfaces (6, 6). In the oil seal member (1), each one of the pair of side surfaces (4, 4) and the surrounding surface is a molded surface.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2012/157383 A1

オイルの内部侵入を効果的に抑制し得る焼結金属製のオイルシール部材を特段のコスト増を招くことなく量産可能とする。　ロータ１０１とハウジング１０３の間に形成される油圧室１０６を液密的に区画する焼結金属製のオイルシール部材１であり、このオイルシール部材１は、軸受用の焼結金属材料で形成され、ロータ１０１の回転方向で対峙する互いに平行な一対の側面４，４と、両側面４，４の間を周回する複数面からなり、そのうちの一つがハウジング１０３の内径面と摺動する周回面とを備える。周回面は、凹凸状の上面２、ハウジング１０３と摺動する下面３、一対の端面５，５、及び一対の傾斜面６，６からなる。このオイルシール部材１は、一対の側面４，４及び周回面が、何れも成形面とされる。

明　細　書

発明の名称 ： オイルシール部材及びその製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、可変バルブタイミング機構を構成するロータとハウジングとの間に形成される複数の油圧室を液密的に区画するオイルシール部材及びその製造方法に関し、特に、焼結金属製のオイルシール部材及びその製造方法の改良に関する。

背景技術

[0002] 可変バルブタイミング機構とは、エンジンのカムシャフトに取り付けられて、吸排気バルブの開閉タイミングを可変とするものであり、例えば図１４ａ～図１４ｃに示すように、カムシャフトＳと一体に回転するロータ１０１と、図示しないエンジンのクランクシャフトと同期して回転し、ロータ１０１を回転自在に収容する筒状のハウジング１０３とを備える。同図に示す可変バルブタイミング機構１００において、ロータ１０１は、外径側に突設されたベーン１０２を周方向の４箇所に有し、ハウジング１０３は、内径側に突設されたティース１０４を周方向の４箇所に有する。そして、ティース１０４とベーン１０２が周方向で交互に配置されることにより、各ベーン１０２（ティース１０４）の周方向両側に油圧室１０６が形成される。

[0003] ベーン１０２の外径面およびティース１０４の内径面には軸方向に延びた溝部１０５が夫々形成されており、各溝部１０５にシール装置１１０が１つずつ取り付けられる。シール装置１１０は、ロータ１０１（ハウジング１０３）の軸方向に延びたオイルシール部材１２０と、オイルシール部材１２０と溝部１０５の間に圧縮状態で介設された附勢部材としての板バネ１３０とからなり、板バネ１３０の弾性復元力により、オイルシール部材１２０が相手側部材（ハウジング１０３又はロータ１０１）に常時附勢されている。これにより、オイルシール部材１２０の下面１２３が相手側部材に押し当てられ、油圧室１０６が液密的に区画される（以上、例えば特許文献１を参照）

。

[0004] ここで、オイルシール部材１２０のうち、ロータ１０１のベーン１０２に取り付けられる一般的なものを図１５ａ及び図１５ｂに示す。このオイルシール部材１２０は、ベーン１０２の溝部１０５の溝底面と対向配置される上面１２２と、上面１２２の反対側でハウジング１０３の内径面と摺動する下面１２３と、ロータ１０２の回転方向で対峙し、上面１２２と下面１２３を繋ぐ互いに平行な一対の側面１２４，１２４とを備えた長尺の細板形状を呈し、長手方向（図１５ａ中、紙面左右方向／ロータ１０２の軸方向）両端部に設けられた上下面間の厚みが相対的に大きい厚肉部と、長手方向中央部に設けられた上下面間の厚みが相対的に小さい薄肉部とを一体に有する。下面１２３は、短手方向（図１５ｂ中、紙面左右方向／ロータ１０２の回転方向）で湾曲した凸曲面状に形成されており、上面１２２は、その長手方向両端部に凸部１２２ａが設けられることにより、長手方向で凹凸状に形成されている。

[0005] 上記のオイルシール部材は、成形性に優れ、低コストに量産可能な材料、例えば、樹脂やゴム等の弾性材料、あるいは焼結金属材料で形成される場合が多い。特に焼結金属は、寸法安定性に優れる他、多孔質体である関係上、摺動部の潤滑性を効果的に高めることができる。そのため、焼結金属製のオイルシール部材で油圧室を液密的に区画すれば、オイルシール部材と相手側部材の摺動状態を良好に保つことができるので、可変バルブタイミング機構の応答性を高め、かつその応答性を安定的に維持することができる。従って、近時においては、焼結金属製のオイルシール部材が重用される傾向にある。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開２００９－２９７８１２号公報

特許文献2：特開平８－１２７８０８号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 焼結金属製のオイルシール部材は、従前、ＪＩＳ　Ｚ２５５０の付表２に規定されている構造部品用の焼結金属材料で形成される場合が多かった。構造部品用の焼結金属材料で形成される金属焼結体は、機械的強度が重視される関係上、一般に高密度である。そのため、当該材料で形成されたオイルシール部材は、耐摩耗性に優れる反面、必要とされる摺動性を確保することができない場合があることが判明した。従って、このオイルシール部材を装着した可変バルブタイミング機構の作動時においては、ハウジングとオイルシール部材の摺動部、及びロータとオイルシール部材の摺動部での摩擦抵抗が大きくなり、エンジンの回転数変化に対するバルブタイミング機構の応答性が低下する、大きなロストルクが発生する、などといった問題が生じていた。

[0008] そこで、本願発明者は、ＪＩＳ　Ｚ２５５０の付表１に規定されている軸受用の焼結金属材料で形成したオイルシール部材の使用を試みた。軸受用の焼結金属材料で形成される金属焼結体は、機械的強度よりも油膜形成能力が重視される関係上、一般に低密度である。そのため、この材料で形成したオイルシール部材を用いれば、摺動部における潤滑性を高め、エンジンの回転数変化に対するバルブタイミング機構の応答性を改善することが、また、ロストルクを小さくすることができる。しかしながらその一方で、低密度であるが故に、油圧室内に介在する（油圧室に供給された）オイルや摺動部に介在するオイルが、表面開孔を介してオイルシール部材の内部に侵入し易くなる。この場合、油圧室内の油圧を適切に高めることが難しくなって、バルブタイミング機構の応答性が低下するおそれがある他、摺動部の潤滑性低下により、オイルシール部材及び／又はこれと摺動する相手側部材の摩耗が早期に進行し易くなる。

[0009] 上記の各種問題は、例えば、特開平８－１２７８０８（特許文献２）に記載のように、金属焼結体の表面に適当な表面処理膜を形成することにより、あるいは金属焼結体の表面に研削や旋削に代表される機械加工等を施し、表

面開孔を目潰しすることによって可及的に解消し得る。しかし、このような手段を採用すると、工程数が増す分、製造コストが増大し、オイルシール部材を焼結金属で形成することによるコストメリットが失われる。

[0010] 以上の実情に鑑み、本発明の目的は、オイルの内部侵入を効果的に抑制し得る焼結金属製のオイルシール部材を特段のコスト増を招くことなく量産可能とし、これにより、摺動特性が高く、応答性や耐久寿命に優れた可変バルブタイミング機構を低コストに提供可能とすることにある。

課題を解決するための手段

[0011] 上記の目的を達成するために創案された本発明は、可変バルブタイミング機構を構成するロータとハウジングの間に形成される油圧室を液密的に区画する焼結金属製のオイルシール部材であって、軸受用の焼結金属材料で形成され、ロータの回転方向で対峙する一対の側面と、両側面の間を周回する複数面からなり、そのうちの一つがロータの外径面又はハウジングの内径面の何れか一方と摺動する摺動面を構成する周回面とを備え、一対の側面及び周回面が、何れも成形面であることを特徴とする。

[0012] なお、本発明でいう「軸受用の焼結金属材料」とは、焼結金属製の軸受を得る際に好ましく用いられる材料をいい、例えばＪＩＳ　Ｚ２５５０の付表１に規定されているものが使用される。焼結金属材料は、金属粉末を主原料とし、これに種々の特性を付与する添加剤やバインダーを適量添加した粉末材料である。また、ここでいう「周回面」とは、上述した図１５ａや図１５ｂを参照して言えば、上面１２２や下面１２３を含んで構成される面をいう。

[0013] このように、本発明に係る焼結金属製のオイルシール部材は、一対の側面と、これら両側面の間を周回する複数面からなる周回面とが、何れも成形面とされる。これはすなわち、一対の側面及び周回面（外表面全域）が、当該オイルシール部材の製造過程で用いる成形金型で圧縮され、成形金型のキャビティに倣って変形することにより、いわゆる目潰し処理が実行された塑性加工面であることを意味する。そのため、当該オイルシール部材を構成する

各面のうち、ロータ又はハウジングと摺動する摺動面やオイルに常時接触する面（側面）の表面開孔率を、特段の後加工等を施すことなく適当に小さくすることができる。これにより、オイルの内部侵入抑制効果が高く、しかも耐摩耗性に優れた焼結金属製のオイルシール部材を、特段のコスト増を招くことなく安価に量産することができる。上記のとおり、軸受用の焼結金属材料を用いて成形される金属焼結体は、構造部品用の焼結金属材料を用いて成形されるものよりも低密度となる関係上、摺動性を高め得る反面、オイルの内部侵入抑制や耐摩耗性向上を図ることが難しいというデメリットがあった。これに対し、上記本発明の構成により、軸受用の焼結金属材料を用いる場合のデメリットが解消されるので、軸受用の焼結金属材料を用いて製作したオイルシール部材が、可変バルブタイミング機構用のオイルシール部材として好適に使用可能となる。

[0014] 上記構成を有する本発明に係るオイルシール部材は、軸受用の焼結金属材料を圧縮成形して圧粉体を得る圧縮成形工程と、圧粉体を焼結して焼結体を得る焼結工程と、焼結体を圧縮して最終形状に仕上げるサイジング工程とを含む製造方法において、圧縮成形工程で用いる一対のパンチによる圧粉体の圧縮方向と、サイジング工程で用いる一対のパンチによる焼結体の圧縮方向とを異ならせることによって製造することができる。

[0015] 圧粉体の圧縮成形時や焼結体のサイジング時において、一対のパンチによって直接圧縮された面の表層部は、多孔質組織が密となり、目潰しされた状態にはなるものの、目潰しの程度（表面開孔率の低減効果）は、圧粉体や焼結体が成形金型と摺動するのに伴って目潰しされる場合の方が遥かに大きい。そのため、一対の側面及び周回面が、何れも成形金型との摺動により目潰しされていれば、表面開孔率が一層小さく、オイルの内部侵入抑制効果が一層高まったオイルシール部材を容易に得ることができる。

[0016] なお、上記各面が、成形金型との摺動によって目潰しされているのか否かを判別するには、上記各面を構成する金属粉末が摺動痕を有するか否かで判別することができる。摺動痕は、金属粉末が塑性変形することによってでき

る痕であるのに対し、上記各面が旋削や研作等の除去加工によって形成される場合には、上記各面を構成する金属粉末に、刃物や砥石と摺動することによって破断した痕が残るからである。参考までに、図２１ａ及び図２１ｂに、それぞれ、研削加工及び旋削加工が施された金属焼結体の表面拡大写真を示す。

[0017] 固体潤滑剤を含む焼結金属材料を用いれば、離型性を向上して高精度の金属焼結体が得られることに加え、金属焼結体の摺動特性を高めることができる。ここで、金属粉末及び固体潤滑剤を含む材料粉末の圧粉体を加熱して金属焼結体を得る場合、加熱温度や加熱時間を調整することにより、金属粉末と固体潤滑剤の化合物を主体とした組織構成を有するもの、あるいは、金属粉末と固体潤滑剤の固溶体を主体とした結晶構造を有するもの、とすることができる。後者は、前者に比べて摺動特性に優れ、また、前者に比べて焼結温度が相対的に低く、焼結に伴う寸法変化量を小さくすることができる分、高精度の焼結体、ひいてはオイルシール部材を得る上で有利となる。従って、固体潤滑剤を含む焼結金属材料を用いてオイルシール部材を形成する場合、当該オイルシール部材は金属粉末と固体潤滑剤の固溶体を主体とした結晶構造を有するものとするのが望ましい。

[0018] 上記構成において、一対の側面及び周回面の表面開孔率は、５％以上４０％以下とするのが望ましい。このようにすれば、オイル侵入量を効果的に低減することができるので、オイルシール部材と相手側部材との摺動部、及び油圧室に適量のオイルを介在させることができる。これにより、可変バルブタイミング機構の応答性及び耐久寿命の向上が図られる。

[0019] オイルシール部材の摺動面は、ロータの外径面やハウジングの内径面等、ロータの回転方向で湾曲した曲面状をなす面と摺動（摺動自在に接触）する面であり、その接触態様によって油圧室の密封性、ひいては可変バルブタイミング機構の応答性等が大きく左右される。そのため、オイルシール部材の摺動面は、ロータの回転方向で湾曲した曲面状に形成し、ロータの外径面又はハウジングの内径面との間で良好な摺動接触状態が維持できるようにする

のが望ましい。また、オイルシール部材の周回面のうち、摺動面とロータの半径方向で対峙する面は、ロータの軸方向に延びた板バネ等の附勢部材が取り付けられる面となることから、ロータの軸方向で凹凸状をなすものとするのが望ましい。本発明は、このような形状を有するオイルシール部材にも好ましく適用し得る。

[0020] ここで、上記形状を有する焼結金属製のオイルシール部材は、従前、次のようにして製作されていた。なお、以下では、図１５に示す、摺動面を構成する下面１２３を凸曲面としたオイルシール部材１２０の製造方法について説明する。

[0021] まず、図１６ａ～図１６ｃに示す圧縮成形工程において、ダイ１４１と下パンチ１４３とで画成したキャビティに材料粉末１５０’を充填した後（図１６ａ）、上パンチ１４２を降下させて材料粉末１５０’を圧縮し、圧粉体１５０を成形する（図１６ｂ）。下パンチ１４３には、図１７に示すように、オイルシール部材１２０のうち、摺動面を構成する下面１２３形状に対応した凹曲面部１４３ａが設けられており、圧粉体１５０が圧縮成形されるのと同時に、圧粉体１５０の下面は凸曲面状に成形（粗成形）される。そして、圧粉体１５０の成形後、上パンチ１４２及び下パンチ１４３を上昇させて圧粉体１５０をダイ１４１から排出し、圧粉体１５０を水平方向に払い出す（図１６ｃ）。なお、圧粉体１５０の下面を凸曲面状に成形するには、上記以外にも、図１８に示すように、内径面に凹曲面部１４１ａが設けられたダイ１４１を用いる、あるいは図１９に示すように、加圧面１４２ａが凹曲面状をなす上パンチ１４２を用いることが考えられる。しかしながら、凸曲面状の下面をダイ１４１で型成形すると、ダイ１４１の凹曲面部１４１ａと圧粉体１５０の下面とが離型方向で係合するため、圧粉体１５０をダイ１４１から排出することができなくなる。また、凸曲面状の下面を上パンチ１４２で型成形すると、図２０ａに示すように、凹凸状をなす上面を下パンチ１４２で型成形することとなるが、この場合、圧粉体１５０がダイ１４１から排出された段階で圧粉体１５０と下パンチ１４３とが払い出し方向で係合する

（図２０ｂ参照）ため、圧粉体１５０の払い出しに手間を要し、生産性が低下する。

[0022] これらの実情に鑑み、従来は、図１７に示すように、圧縮成形型を構成する下パンチ１４３で圧粉体１５０の下面を凸曲面状に成形すると共に、圧縮成形型を構成する上パンチ１４２で圧粉体１５０の上面を凹凸状に成形していた。ところが、このようにすると、圧粉体１５０の長手方向端部と長手方向中央部との間で大きな密度差が生じる。圧粉体１５０にこのような密度差が存在すると、焼結工程に圧粉体１５０を移送する際に割れや欠けが生じ易くなる他、焼結時の変形量が圧粉体１５０の長手方向でばらつくため、所定形状のオイルシール部材１２０を得ることが難しくなる。このような問題は、上面の凹凸間の段差が小さい圧粉体１５０を成形することで可及的に解消し得る。しかし、可変バルブタイミング機構の組立て工程では、オイルシール部材１２０の上面１２２の両端２箇所に設けた凸部１２２ａ間に板バネ１３０（図１４参照）が取り付け固定されることから、凸部１２２ａの高さを小さくすると板バネ１３０の取り付け性が低下する懸念がある。

[0023] 以上で示した各種問題点に鑑み、上記形状を有するオイルシール部材を製作するに際しては、摺動面を、焼結後のサイジングによりロータの回転方向で湾曲した曲面状に成形する。より詳しくは、材料粉末の圧縮成形工程で用いるダイにより圧粉体の周回面を成形し、一対の上下パンチにより圧粉体の両側面を成形する（図６参照）。サイジング工程では、ダイ４１により焼結体の両側面１４と両端面５を成形すると共に、上パンチ４２により上面２を成形し、かつ下パンチ４３により摺動面３をロータの回転方向で湾曲した曲面状に成形する（図９、１０参照）。このようにすれば、圧粉体の離型性を損なうことなく、均一密度の圧粉体、ひいてはオイルシール部材を得ることができる。

[0024] ロータの回転方向で湾曲した曲面状の摺動面は、凸曲面状を呈するもの、あるいは、凹曲面状を呈するもの、の何れかとすることができる。凸曲面状の摺動面を得る場合、サイジング時の圧縮率の差により、摺動面のうちロー

タの回転方向両端部の表面開孔率が、摺動面の頂点（ロータの回転方向中央部）における表面開孔率よりも小さくなる。一方、凹曲面状の摺動面を得る場合、サイジング時の圧縮率の差により、摺動面の頂点における表面開孔率が、摺動面のうち、ロータの回転方向両端部における表面開孔率よりも小さくなる。

[0025] 以上で示した本発明に係るオイルシール部材と、当該オイルシール部材の取り付け溝を有し、カムシャフトに取り付けられるロータ及びロータを回転可能に収容するハウジングとで可変バルブタイミング機構を構成することができる。

発明の効果

[0026] 以上に示すように、本発明によれば、オイルの内部侵入を効果的に抑制し得る焼結金属製のオイルシール部材を特段のコスト増を招くことなく量産することができる。これにより、摺動特性が高く、応答性や耐久寿命に優れた可変バルブタイミング機構を低コストに提供することが可能となる。

図面の簡単な説明

[0027] [図1a]本発明の一実施形態に係るオイルシール部材の平面図である。

[図1b]図１ａに示すオイルシール部材の側面図である。

[図1c]図１ａに示すオイルシール部材の正面図である。

[図2]オイルシール部材とハウジングの摺動部付近を拡大して示す断面図である。

[図3]オイルシール部材の表層部を概念的に示す拡大図である。

[図4]オイルシール部材の製造工程を模式的に示す図である。

[図5a]図１に示すオイルシール部材に加工される圧粉体の平面図である。

[図5b]図５ａに示す圧粉体の側面図である。

[図5c]図５ａに示す圧粉体の正面図である。

[図6a]図５に示す圧粉体の圧縮成形工程を模式的に示すものであり、圧縮成形金型の断面図である。

[図6b]図６ａ中のＹ－Ｙ線矢視断面図である。

[図6c]図６ａ中のＸ１－Ｘ１線矢視断面図である。

[図6d]図６ａ中のＸ２－Ｘ２線矢視断面図である。

[図7]圧粉体の離型の様子を模式的に示す断面図である。

[図8a]圧粉体の下面の拡大写真である。

[図8b]圧粉体の側面の拡大写真である。

[図9]焼結体のサイジング工程を模式的に示す断面図である。

[図10]焼結体のサイジング工程を模式的に示す断面図である。

[図11a]オイルシール部材の下面の拡大写真である。

[図11b]オイルシール部材の側面の拡大写真である。

[図12a]本発明の他の実施形態に係るオイルシール部材の平面図である。

[図12b]図１２ａに示すオイルシール部材の側面図である。

[図12c]図１２ａに示すオイルシール部材の正面図である。

[図13]図１２に示すオイルシール部材に加工される焼結体のサイジング工程を模式的に示す断面図である。

[図14a]公知の可変バルブタイミング機構の軸直交断面図である。

[図14b]図１４ａ中のＸ－Ｘ線矢視断面図である。

[図14c]図１４ａ中のＹ－Ｙ線矢視断面図である。

[図15a]図１４ｂに示すオイルシール部材の拡大側面図である。

[図15b]図１４ｂに示すオイルシール部材の正面図である。

[図16a]従来のオイルシール部材の製造工程のうち、圧縮成形工程において、材料粉末の充填が終了した段階を示す概略断面図である。

[図16b]従来のオイルシール部材の製造工程のうち、圧縮成形工程において、材料粉末の圧縮段階を示す概略断面図である。

[図16c]従来のオイルシール部材の製造工程のうち、圧縮成形工程において、圧粉体がダイから排出された段階を示す概略断面図である。

[図17]図１６ｂを他方向から見たときの断面図である。

[図18]他の圧縮成形金型の断面図である。

[図19]他の圧縮成形金型の断面図である。

[図20a]図１９に示す圧縮成形金型を他方向から見たときの断面図である。

[図20b]図１９に示す圧縮成形金型での圧粉体がダイから排出された状態を他方向から見たときの断面図である。

[図21a]研削加工が施された金属焼結体の表面拡大写真である。

[図21b]旋削加工が施された金属焼結体の表面拡大写真である。

発明を実施するための形態

[0028] 以下、本発明の実施の形態を図面に基づいて説明する。

[0029] 図１ａ，図１ｂ及び図１ｃに、本発明の一実施形態に係るオイルシール部材１の平面図、側面図及び正面図をそれぞれ示す。同図に示すオイルシール部材１は、図１４に示す可変バルブタイミング機構１００を構成するロータ１０１とハウジング１０３のうち、ロータ１０１のベーン１０２に設けた軸方向に延びる溝部１０５に取り付けられ、ハウジング１０３の内径面との摺動接触を伴ってロータ１０１とハウジング１０３の間に形成される油圧室１０６を液密的に区画するものである。

[0030] オイルシール部材１は、図１５に示すオイルシール部材１２０と同様の形状を有する。すなわち、オイルシール部材１は、ロータ１０１の軸方向（以下、これを「長手方向」ともいう）に延びた細板形状を呈し、ロータ１０１の回転方向（以下、これを「短手方向」ともいう）で対峙する互いに平行な一対の側面４，４と、両側面４，４間を周回する複数面からなる周回面とからなる。周回面は、ハウジング１０３の内径面との摺動面を構成する下面３、下面３とロータ１０１の半径方向で対峙する（下面３の反対側に設けられて、溝部１０５の溝底面と対向する）上面２、下面３の長手方向両側で上面２と下面３を繋ぐ互いに平行な一対の端面５，５、及び上面２と各端面５の境界部に設けられた一対の傾斜面６，６で構成される。

[0031] このオイルシール部材１は、長手方向両端部に設けられた上下面間の離間距離（肉厚）が相対的に大きい一対の厚肉部Ａ，Ａと、長手方向中央部に設けられた上下面間の離間距離が相対的に小さい薄肉部Ｂとを一体に有し、一対の厚肉部Ａ，Ａ間に附勢部材としての板バネ１３０（図１４参照）が湾曲

状態で固定されるようになっている。厚肉部Ａの肉厚ｄ$_1$と、薄肉部Ｂの肉厚ｄ$_2$との比（＝ｄ$_2$／ｄ$_1$）は、０．４以上０．７未満の範囲内、より好ましくは０．５以上０．６未満の範囲内に設定される（理由は後述する）。また、オイルシール部材１の全長寸法Ｌは１５～３０ｍｍ程度とされ、この全長寸法Ｌと厚肉部Ａの肉厚ｄ$_1$の比（＝Ｌ／ｄ$_1$）は、５～１０の範囲内、より好ましくは６～８の範囲内とされる。

[0032] 上面２の長手方向両端部には、厚肉部Ａ，Ａを構成する凸部２ａ，２ａが設けられている。すなわち、上面２は、長手方向両端部を高位面、長手方向中央部を低位面とした、長手方向で凹凸状をなす。

[0033] 摺動面を構成する下面３は、図１ｃに示すように、短手方向で円弧状に湾曲した凸曲面状、より詳しくは、短手方向中央部を頂点とした（短手方向中央部が上面２との離間距離を拡大させる方向に膨出した）凸曲面状に形成されている。この下面３は、図２にも示すように、ハウジング１０３の内径面と摺動自在に接触し、油圧室１０６からのオイル漏れ（周方向で隣り合う油圧室１０６，１０６間でのオイルの行き来）を可及的に防止するためのシール面としても機能する。そのため、オイル漏れを防止し、油圧室１０６の圧力を適切に高める観点から言えば、下面３の曲率とハウジング１０３の内径面の曲率とを完全に一致させ、両面を面接触させるのが理想的であるが、両面の曲率を完全に一致させることは極めて困難である。

[0034] そこで、図２に示すように、オイルシール部材１の下面３の曲率を、ハウジング１０３の内径面の曲率よりも僅かに大きくし、両面を面接触に近い線接触状態で接触可能としてある。これにより、オイルシール部材１をロータ１０１の溝部１０６に取り付けると、下面３の短手方向中央部３ａがハウジング１０３の内径面と線接触し、両者の接触部Ｐの周方向両側で、下面３（の短手方向両端部３ｂ）とハウジング１０３の内径面とが径方向隙間Ｑを介して対向する。下面３の曲率とハウジング１０３の内径面の曲率を上記のように設定したことにより、径方向隙間Ｑは、接触部Ｐに向けて隙間幅を漸次縮小させた楔形状を呈する。

[0035] オイルシール部材１は、焼結金属製とされ、特に、固体潤滑剤Ｎを含む軸受用の焼結金属材料（金属粉末Ｍを主原料とし、これに少なくとも固体潤滑剤Ｎを添加した材料粉末）を圧粉・焼結することにより上記の形状に成形される。また、このオイルシール部材１は、図３に示すように、金属粉末Ｍと固体潤滑剤Ｎの固溶体（金属粉末Ｍと固体潤滑剤Ｎとが化合物化することなく、原形をある程度保った状態で結合したもの）を主体とした結晶構造を有する。

[0036] 軸受用の焼結金属材料としては、ＪＩＳ　Ｚ２５５０の付表１に規定されているものが使用され、その中でも、純鉄系（Ｐ１０１１Ｚ，Ｐ１０１２Ｚ，Ｐ１０１３Ｚ）、鉄ー銅系（Ｐ２０１１Ｚ，Ｐ２０１２Ｚ，Ｐ２０１３Ｚ）、及び鉄ー炭素ー黒鉛系（Ｐ１０５３Ｚ，Ｐ１０５４Ｚ）が好ましく使用可能である。また、固体潤滑剤Ｎとしては、黒鉛、二硫化モリブデン、窒化ホウ素、二硫化タングステン、ポリテトラフルオロエチレン等が使用可能であるが、上記のとおり、オイルシール部材１が金属粉末Ｍと固体潤滑剤Ｎの固溶体を主体とした結晶構造を有する関係上、特に黒鉛が好適に使用される。なお、材料粉末には、固体潤滑剤Ｎ以外の充填材、例えば、耐摩耗性や耐熱性の向上効果があるガラス繊維、ピッチ系炭素繊維、ＰＡＮ系炭素繊維、アラミド繊維、アルミナ繊維、などを含めることも可能である。

[0037] オイルシール部材１の両側面４，４及び周回面（外表面全域）は成形面とされ、特に本実施形態では、外表面全域が、図３に模式的に示すように、オイルシール部材１の成形金型と摺動するのに伴って形成された摺動痕Ｓを有する成形面とされる（図３は、オイルシール部材１の下面３の一部を模式的に示している）。すなわち、オイルシール部材１は、その外表面全域が、所定形状の金属焼結体を得る上での必須工程である圧縮成形工程やサイジング工程で用いる成形金型と摺動することにより、いわゆる目潰し処理（封孔処理）が実行された塑性加工面とされる。これにより、オイルシール部材１の各面の表面開孔率は５～４０％とされる。オイルシール部材１の下面３は、ハウジング１０３の内径面との間に接触部Ｐ及び径方向隙間Ｑを形成し、最

も高い油圧がかかる面である関係上、その表面開孔率は外表面のうちで最も小さく設定されており、例えば５～３０％の範囲内とされる。但し、下面３のうち、短手方向両端部３ｂ，３ｂの表面開孔率は、短手方向中央部３ａの表面開孔率よりも小さくなっている。これは、後述するように、平坦面状をなす焼結体２０の下面２３を、サイジングによって凸曲面状に成形（圧縮成形）するためである。また、互いに平行な平坦面状に形成され、油圧室１０６に面する一対の側面４，４の表面開孔率は、例えば２０～４０％の範囲内とされる。

[0038] 以上の構成を有するオイルシール部材１は、図４に示すように、固体潤滑剤Ｎを含む焼結金属材料（材料粉末）を圧縮成形して圧粉体１０を得る圧縮成形工程と、圧粉体１０を焼結して焼結体２０を得る焼結工程と、焼結体２０を圧縮して最終形状に仕上げるサイジング工程とを順に経て製造される。

[0039] 圧縮成形工程では、完成品としてのオイルシール部材１に近似した形状の圧粉体１０が成形される。詳しくは、図５ａ～図５ｃに示すように、互いに平行な一対の側面１４，１４と、両側面１４，１４の間を周回する複数面からなる周回面とを備え、周回面が、長手方向で凹凸状をなす上面１２、上面１２の反対側に設けられた下面１３、下面１３の長手方向両側で上面１２と下面１３を繋ぐ互いに平行な一対の端面１５，１５、及び上面１２と各端面１５の境界部に設けられた傾斜面１６，１６で構成された圧粉体１０が成形される。但し、図５ｃに示すように、圧粉体１０の下面１３は、短手方向に湾曲した凸曲面状ではなく、その全域が上面１２と平行な平坦面に形成される。

[0040] このような圧粉体１０は、図６ａに示すように、ダイ３１、上パンチ３２及び下パンチ３３を備えた第１成形金型３０を用いて圧縮成形される。詳しくは、ダイ３１の成形孔３１ａと、ダイ３１の内周に配置された下パンチ３３の加圧面３３ａとで画成されるキャビティに上記の材料粉末を充填した後、上パンチ３２を降下させることで材料粉末を圧縮し、圧粉体１０を成形する。この第１成形金型３０では、上パンチ３２の加圧面３２ａと下パンチ３

３の加圧面３３ａとにより、圧粉体１０の両側面１４，１４が成形され（図６ａを参照）、ダイ３１の成形孔３１ａで、圧粉体１０の周回面（上面１２、下面１３、端面１５及び傾斜面１６）が成形される（図６ｂを参照）。ダイ３１の成形孔３１ａを構成する内壁面は、圧縮方向（上下パンチ３２，３３の移動方向）と平行な平坦面とされる。従って、圧粉体１０のうち、ダイ３１の成形孔３１ａで成形される周回面は、圧粉体１０の圧縮方向と平行な平坦面に成形される。

[0041] 上パンチ３２が下降限まで到達し、圧粉体１０の成形が完了すると、図７に示すように、上パンチ３２及び下パンチ３３を圧粉体１０と共に上昇させてダイ３１の成形孔３１ａから圧粉体１０を排出し、その後、圧粉体１０を水平方向に払い出す。払い出された圧粉体１０は、次工程である焼結工程に移送される。なお、上記のとおり、ダイ３１の成形孔３１ａを構成する内壁面が圧縮方向と平行な平坦面とされていることから、ダイ３１の成形孔３１ａから圧粉体１０を排出する過程でダイ３１と圧粉体１０とが抜き方向で係合することはない。また、下パンチ３３の加圧面３３ａは、凹凸のない平坦な側面１４を成形する面であることから、圧粉体１０の払い出しに際して、下パンチ３３と圧粉体１０とが払い出し方向で係合することはない。そのため、圧粉体１０の排出に際して、圧粉体１０形状に崩れが生じるような事態が防止される。また、圧粉体１０は、固体潤滑剤Ｎが添加された材料粉末を圧縮することによって成形されているため、ダイ３１の成形孔３１ａからスムーズに排出される。

[0042] 圧粉体１０の外表面は、上パンチ３２の下降移動（上パンチ３２と下パンチ３３の相対的な接近移動）が進展するのに伴って、上パンチ３２の加圧面３２ａ、下パンチ３３の加圧面３３ａ及びダイ３１の成形孔３１ａで成形され、その中でも圧粉体１０の周回面は、ダイ３１の成形孔３１ａの内壁面との摺動を伴って成形される。そのため、圧粉体１０の周回面を構成する金属粉末Ｍや固体潤滑剤Ｎには、ダイ３１の成形孔３１ａの内壁面との摺動に伴う摺動痕Ｓ（図３を参照）が形成され、圧粉体１０の周回面の表面開孔が目

潰しされた状態となる。圧粉体１０のうち、上下パンチ３２，３３によって成形される両側面１４，１４も、加圧面３２ａ，３３ａからの圧縮力を受けることによって目潰しされた状態となるが、目潰し量は、上下パンチ３２，３３で加圧されることによって成形される両側面１４，１４よりも、ダイ３１の成形孔３１ａとの摺動を伴って成形される周回面の方が多くなる。従って、圧粉体１０のうち、上面１２、下面１３、端面１５及び傾斜面１６の表面開孔率は、側面１４の表面開孔率よりも小さくなる。この様子を、図８ａ，図８ｂに示す。図８ａは、圧粉体１０のうちダイ３１の成形孔３１ａで成形された下面１３の拡大写真を示し、図８ｂは、圧粉体１０のうちパンチの加圧面で成形された側面１４の拡大写真を示している。

[0043] また、上記のように、圧粉体１０の両側面１４，１４を上パンチ３２及び下パンチ３３で成形することにより、図６ａ、図６ｃ及び図６ｄに示す何れの圧縮方向断面においても、圧粉体１０の圧縮方向の肉厚が一定になる。そのため、圧粉体１０の圧縮率が全域で均一となり、均一密度の圧粉体１０が得られる。これにより、圧粉体１０の各部で密度差が存在することに起因した不具合、例えば、圧粉体１０を焼結工程に移送する際に圧粉体１０が損傷等するような事態が生じるのを可及的に防止することができる。

[0044] また、圧粉体１０の一対の側面１４，１４を上パンチ３２及び下パンチ３３で成形すれば、上面１２の段差を大きくした圧粉体１０を成形することができる。これにより、オイルシール部材１の厚肉部Ａと薄肉部Ｂの肉厚差を大きくすることができ、オイルシール部材１に対する板バネ１３０の取り付け性が向上する。

[0045] ここで、上述したように、従来のオイルシール部材の製造方法（図１６等を参照）を用いて、長手方向端部と長手方向中央部とで上下面間の厚みが異なる圧粉体１０を成形すると、圧粉体１０の厚肉部と薄肉部とで圧縮率が大きく異なることとなる。本願発明者が検証したところ、下記の表１に示すように、オイルシール部材１の厚肉部Ａを構成する上下面間の離間距離（厚肉部Ａの肉厚）d_1と、薄肉部Ｂを構成する上下面間の離間距離（薄肉部Ｂの肉

厚）d_2との比（＝d_2／d_1）が０．７未満の場合には、厚肉部Ａの圧縮率が不十分となって厚肉部Ａの強度確保ができなくなり、圧粉体１０を成形すること自体が困難となることが判明した。また、上記の比d_2／d_1を０．７以上０．７５未満とすれば、従来方法でも成形可能とはなるものの、圧粉体１０の厚肉部の強度が不十分となって割れや欠けが生じ易くなる。

[0046] [表1]

	厚肉部と薄肉部の肉厚比（d_2／d_1）				
	～0.4	0.4～0.5	0.5～0.7	0.7～0.75	0.75～
従来の方法	×	×	×	△	○
本発明に係る方法	×	△	○	○	○

×：成形不可
△：成形可だが、厚肉部の強度低い
○：成形可

[0047] これに対し、上記した本発明に係る製造方法によれば、長手方向における圧粉体１０密度を均一化することができるので、表１に示すように、比d_2／d_1を０．７未満、さらには０．６未満とした場合でも、オイルシール部材１の厚肉部Ａに必要とされる強度を確保することができる。但し、厚肉部Ａと薄肉部Ｂの肉厚差が更に大きくなる（比d_2／d_1が０．４未満となる）と、この圧粉体１０の成形金型を構成する上下パンチ３２，３３の強度が部分的に不足することから、実質的に成形不可と結論付けた。また、比d_2／d_1が０．５未満となる場合には、凸部に割れや欠けが生じ易くなる。従って、比d_2／d_1の下限値は、０．４以上、好ましくは０．５以上とするのが望ましい。以上のことから、オイルシール部材１の厚肉部Ａの肉厚d_1と、薄肉部Ｂの肉厚d_2との比d_2／d_1は、０．４以上０．７未満、好ましくは０．５以上０．７未満とするのが望ましい。これにより、圧粉体１０の成形性、強度、附勢部材としての板バネ１３０の取り付け性に優れたオイルシール部材１を得ることができる。

[0048] 焼結工程では、圧粉体１０を所定温度で所定時間加熱することにより、圧粉体１０を構成している金属粉末Ｍ同士、さらには金属粉末Ｍと固体潤滑剤Ｎとを結合（焼結結合）させ、焼結体２０を得る。焼結体２０は、圧粉体１

０とほぼ同一形状であるため、詳細な説明は省略する。

[0049] 焼結体２０としては、圧粉体１０の加熱温度や加熱時間を調整することにより、（１）金属粉末Ｍと固体潤滑剤Ｎの化合物を主体とした組織構成を有するもの、あるいは、（２）金属粉末Ｍと固体潤滑剤Ｎの固溶体を主体とした結晶構造を有するもの、とすることができるが、本発明では、（２）金属粉末Ｍと固体潤滑剤Ｎの固溶体を主体とした結晶構造を有する焼結体２０を得る。固体潤滑剤Ｎが、ある程度原形を留めたまま残存するため、摺動特性に優れた最終製品（オイルシール部材１）を得る上で有利となるからである。また一般に、上記（２）の構成を得るのに必要とされる加熱温度は、上記（１）の構成を得るのに必要とされる加熱温度よりも低く、また、必要とされる加熱時間も短い。従って、上記（２）の構成を得るようにすれば、焼結に伴う寸法変化量を小さくすることができるので、高精度の焼結体２０、ひいてはオイルシール部材１を得る上で有利となる。しかも、上述のとおり、加熱される圧粉体１０は、その全域の密度が均一に形成されたものであることから、焼結に伴う寸法変化量は圧粉体１０（焼結体２０）の各部でほぼ等しくなる。従って、焼結体２０、ひいてはオイルシール部材１の一層の高精度化が達成される。

[0050] 焼結工程で得られた焼結体２０は、サイジング工程に移送される。サイジング工程では、図９に示すダイ４１、上パンチ４２及び下パンチ４３を備えた第２成形金型４０を用い、圧縮成形工程における圧粉体１０の圧縮方向とは異なる方向で焼結体２０を圧縮することにより、焼結体２０が最終形状に仕上げられる。

[0051] サイジング工程では、ダイ４１の成形孔４１ａの内周に配した焼結体２０の上面２２及び下面２３（図９中、点線で示す）が、上パンチ４２の加圧面４２ａ及び下パンチ４３の加圧面４３ａでそれぞれ圧縮される。下パンチ４３の加圧面４３ａは、オイルシール部材１の下面３の形状が反転した形状、すなわち、短手方向中央部が上パンチ４２から離反する方向に膨出した凹曲面状に形成されている。従って、下パンチ４３の加圧面４３ａで焼結体２０

の下面２３を圧縮すると、焼結体２０の下面２３が、凸曲面状に成形される。これと同時に、焼結体２０のその他の面が、最終形状に仕上げられる。

[0052] ところで、上記のように、サイジングによって焼結体２０の下面２３を凸曲面状に成形すると、サイジングによる下面２３の変形量が上面２２の変形量に比べて大きくなるため、ダイ４１の成形孔４１ａから排出された焼結体２０には、その長手方向で反りが生じ易くなる。オイルシール部材１の下面３は、ハウジング１０３の内径面との摺動接触を伴って油圧室１０６を液密的に区画するシール面としても機能する面であることから、その母線が、可及的に直線状となるように形成する必要がある。

[0053] そこで、サイジングを実行する第２成形金型４０のうち、焼結体２０の下面２３を凸曲面状に成形する下パンチ４３の加圧面４３ａを、図１０に誇張して示すように、長手方向中央部が上パンチ４２に接近する方向に膨出した円弧面状に形成した。このようにすれば、スプリングバックにより焼結体２０に生じる反りが相殺されるので、第２成形金型４０から排出された焼結体２０の下面２３（オイルシール部材１の下面３）の母線を長手方向でストレートな直線状とすることができる。これにより、良好なシール性能が確保される。

[0054] このサイジング工程においても、上パンチ４２の下降移動が進展するのに伴い、焼結体２０の各面は、上パンチ４２の加圧面４２ａ、下パンチ４３の加圧面４３ａ及びダイ４１の成形孔４１ａで成形され、その中でも焼結体２０の両側面２４，２４は、ダイ４１の成形孔４１ａの内壁面との摺動を伴って成形（整形）される。そのため、焼結体２０の両側面２４，２４を構成する金属粉末Ｍや固体潤滑剤Ｎには、ダイ４１の成形孔４１ａの内壁面との摺動に伴う摺動痕が新たに形成されるようにして目潰し処理が実行され、表面開孔率が一層小さくなる。上記したように、目潰し量は、加圧されることによって成形される面よりも、ダイの成形孔の内壁面との摺動を伴って成形される面の方が、摺動痕が形成される分多くなる。従って、当該サイジング工程における表面開孔率の低減効果は、ダイ４１の成形孔４１ａの内壁面で成

形される焼結体２０の両側面２４，２４の方が、上下パンチ４２，４３の加圧面４２ａ，４３ａで成形される焼結体２０の周回面よりも大きくなる。

[0055] そして、本発明では、圧縮成形工程で用いる上下パンチ３２，３３による圧粉体１０の圧縮方向と、サイジング工程で用いる上下パンチ４２，４３による焼結体２０の圧縮方向とを異ならせたことから、オイルシール部材１の外表面全域には、成形金型との摺動に伴う摺動痕が満遍なく形成され、外表面全域は、表面開孔率が十分に小さくなった成形面（塑性加工面）となる。この様子を、図１１ａ，図１１ｂに示す。なお、図１１ａは、下パンチ４３の加圧面４３ａで成形されたオイルシール部材１の下面３を示し、図１１ｂは、ダイ４１の成形孔４１ａで成形されたオイルシール部材１の側面４を示している。

[0056] 但し、サイジング工程で焼結体２０の下面２３を凸曲面状に成形するようにした関係上、サイジングによる焼結体２０各面の変形量（圧縮率）は、下面２３が最も大きくなる。これにより、第２成形金型４０から排出されることにより完成したオイルシール部材１の表面開孔率は、下面２が最も小さくなる。特に、下面２の短手方向両端部は、サイジングによる変形量が短手方向中央部に比べて大きい分、オイルシール部材１のうちで表面開孔率が最も小さい部分となる。

[0057] 焼結体２０のサイジングは、図９に示す構成に対して焼結体２０及び両パンチの上下を反転させた状態で行うこともできる。この場合、ダイ４１の成形孔４１ａから排出された焼結体２０の上面２２と下パンチ４２の加圧面４２ａとが払い出し方向（水平方向）で係合することとなるが、サイジング後の焼結体２０は圧粉体１０に比べて高強度となっている。そのため、エアー噴射等を実行しても、焼結体２０を損傷等させることなく、焼結体２０と下パンチ４２の加圧面４２ａとの係合状態を容易に解消することができる。

[0058] 以上で説明したように、本発明に係る焼結金属製のオイルシール部材１は、互いに平行な一対の側面４，４と、これら両側面４，４の間を周回する複数面からなる周回面とが、何れも成形面とされる。これはすなわち、外表面

全域が、当該オイルシール部材１の製造過程で用いる成形金型で圧縮され、金型のキャビティに倣って変形することにより、いわゆる目潰し処理が実行された塑性加工面であることを意味する。そのため、当該オイルシール部材１を構成する各面のうち、ハウジング１０３と摺動する摺動面となる下面３や、オイルに常時接触する両側面４，４の表面開孔率を、特段の後加工等を施すことなく適当に小さくすることができる。さらに本発明では、オイルシール部材１の両側面４，４及び周回面が、何れも、焼結金属製のオイルシール部材１を成形するための成形金型（圧縮成形工程で用いるダイ３１及びサイジング工程で用いるダイ４１）との摺動により目潰しされていることから、オイルシール部材１の外表面全域の表面開孔率を一層小さくすることができる。従って、オイルの内部侵入抑制効果が高く、しかも耐摩耗性に優れた焼結金属製のオイルシール部材１を、特段のコスト増を招くことなく安価に量産することができる。軸受用の焼結金属材料を用いて得られる金属焼結体は、構造部品用の焼結金属材料を用いて得られるものよりも低密度となる関係上、摺動性を高め得る反面、オイルの内部侵入抑制や耐摩耗性向上を図ることが難しいというデメリットがあった。これに対し、上記本発明の構成により、軸受用の焼結金属材料を用いる場合のデメリットが改善されるので、軸受用の焼結金属材料を用いて製作したオイルシール部材１が、可変バルブタイミング機構用のオイルシール部材として好適に使用可能となる。

[0059] また、本実施形態では、オイルシール部材１の下面３をサイジングによって凸曲面状に成形したので、オイルシール部材１を構成する各面のうちで下面３の表面開孔率が最も小さくなっている。オイルシール部材１の下面３は、ハウジング１０２の内径面と摺動する摺動面を構成し、また、オイルシール部材１のうちで最も高い油圧が作用する面であるが、下面３の表面開孔率が小さくなっていれば、オイルが下面３を介してオイルシール部材１の内部に侵入し難くなり、オイルシール部材１の下面３とハウジング１０２の内径面との摺動部に安定的に油膜を形成することができる。従って、ロータ１０１の回転の応答性向上が図られる。

[0060] 以上では、ロータ１０１の外径面に設けた溝部１０５に取り付けられ、ハウジング１０３の内径面との摺動を伴って油圧室１０６を液密的に区画するオイルシール部材１に本発明を適用する場合について説明を行ったが、本発明は、ハウジング１０３の内径面に設けた溝部１０５に取り付けられ、下面３が、ロータ１０１の外径面との摺動を伴って油圧室１０６を液密的に区画するオイルシール部材にも好ましく適用することができる。この場合、オイルシール部材１の下面３は、上述した実施形態と同様に、短手方向中央部を上面２から離反する方向に膨出させた凸曲面状に成形しても良いし、これとは逆に、図１２ａ～図１２ｃに示すように、短手方向中央部を上面２に接近する方向に膨出させた凹曲面状に成形しても良い。

[0061] 図１２に示すオイルシール部材１は、下面３の湾曲態様、及び下面３の短手方向における表面開孔率の大小関係が、図１に示すオイルシール部材１と構成を異にする。すなわち、図１２に示すオイルシール部材１は、図１３に示すような第２成形金型４０を用いて焼結体２０にサイジングを施すことにより、最終形状に仕上げられたものである。

[0062] 詳述すると、図１２に示すオイルシール部材１を成形する第２成形金型４０は、図１３に示すように、下パンチ４３の加圧面４３ａが、短手方向中央部を上パンチ４２に接近する方向（上方）に膨出させた凸曲面状に形成されている。この場合、焼結体２０の平坦な下面２３が下パンチ４３の加圧面４３ａで圧縮されることにより、焼結体２０の下面２３が凹曲面状に成形される。このとき、下面２３のうち、短手方向中央部の圧縮量が短手方向両端部の圧縮量よりも大きくなるため、凹曲面状に成形された焼結体２０の下面２３（オイルシール部材１の下面３）の表面開孔率は、短手方向両端部よりも短手方向中央部で小さくなる。従って、このオイルシール部材１の下面３の短手方向中央部とロータ１０１の外径面との間にオイルを留めることができ、潤滑性が高められる。またこの場合、オイルシール部材１の下面３は、短手方向両端部よりも短手方向中央部が相対的に高密度となることから、オイルシール部材１の下面３のうち、ロータ１０１の外径面と主に摺動接触する

短手方向中央部の強度が高まり、耐摩耗性が向上する。

[0063] 以上で示した可変バルブタイミング機構１００は、図１４を参照して説明したように、ロータ１０１の各ベーン１０２の外径面の円周方向中央部に設けた溝部１０５、及びハウジング１０３の各ティース１０４の内径面の円周方向中央部に設けた溝部１０５にオイルシール部材を取り付けたものであるが、オイルシール部材取り付け用の溝部１０５が、ベーン１０２の外径面やティース１０４の内径面の円周方向中央部から周方向にオフセット位置に設けられた可変バルブタイミング機構１００にも、本発明に係るオイルシール部材１は好ましく用いることができる。

[0064] また、以上で示した可変バルブタイミング機構１００は、ベーン１０２の外径面、及びティース１０４の内径面に溝部１０５を設けたものであるが、ベーン１０２の外径面と対向するハウジング１０３の内径面、及びティース１０４の内径面と対向するロータ１０１の外径面に溝部１０５が設けられ、この溝部１０５にオイルシール部材１が取り付けられるように構成された可変バルブタイミング機構１００にも、本発明に係るオイルシール部材１は好ましく用いることができる。

符号の説明

[0065] １ オイルシール部材

２ 上面

２ａ 凸部

３ 下面（摺動面）

４ 側面

５ 端面

１０ 圧粉体

２０ 焼結体

３０ 第１成形金型

４０ 第２成形金型

１００ 可変バルブタイミング機構

１０１　ロータ

１０３　ハウジング

１０６　油圧室

１３０　板バネ（附勢部材）

Ａ　　厚肉部

Ｂ　　薄肉部

Ｍ　　金属粉末

Ｎ　　固体潤滑剤

Ｐ　　接触部

Ｑ　　半径方向隙間

請求の範囲

[請求項1] 可変バルブタイミング機構を構成するロータとハウジングの間に形成される油圧室を液密的に区画する焼結金属製のオイルシール部材であって、

軸受用の焼結金属材料で形成され、

ロータの回転方向で対峙する一対の側面と、両側面の間を周回する複数面からなり、そのうちの一つがロータの外径面又はハウジングの内径面の何れか一方と摺動する摺動面を構成する周回面とを備え、一対の側面及び周回面が、何れも成形面であることを特徴とするオイルシール部材。

[請求項2] 一対の側面及び周回面が、何れも成形金型との摺動により目潰しされている請求項１記載のオイルシール部材。

[請求項3] 前記焼結金属材料は、固体潤滑剤を含むものであり、

金属粉末と固体潤滑剤の固溶体を主体とした結晶構造を有する請求項１記載のオイルシール部材。

[請求項4] 一対の側面及び周回面の表面開孔率が、５％以上４０％以下である請求項１記載のオイルシール部材。

[請求項5] 摺動面が、ロータの回転方向で湾曲した曲面状をなし、周回面のうち、摺動面とロータの半径方向で対峙する面が、ロータの軸方向で凹凸状をなす請求項１記載のオイルシール部材。

[請求項6] 摺動面が凸曲面状をなす請求項５記載のオイルシール部材。

[請求項7] 摺動面のうち、ロータの回転方向両端部における表面開孔率が、摺動面の頂点における表面開孔率よりも小さい請求項６記載のオイルシール部材。

[請求項8] 摺動面が凹曲面状をなす請求項５記載のオイルシール部材。

[請求項9] 摺動面の頂点における表面開孔率が、摺動面のうち、ロータの回転方向両端部における表面開孔率よりも小さい請求項８記載のオイルシール部材。

[請求項10] 請求項１～９の何れか一項に記載のオイルシール部材と、オイルシール部材の取り付け溝を有し、カムシャフトに取り付けられるロータ及びロータを回転可能に収容するハウジングとを備えた可変バルブタイミング機構。

[請求項11] 可変バルブタイミング機構を構成するロータとハウジングの間に形成される油圧室を液密的に区画する焼結金属製のオイルシール部材であって、ロータの回転方向で対峙する一対の側面と、両側面の間を周回する複数面からなり、そのうちの一つがロータの外径面又はハウジングの内径面の何れか一方と摺動する摺動面を構成する周回面とを備えるものの製造方法において、

軸受用の焼結金属材料を圧縮成形して圧粉体を得る圧縮成形工程と、圧粉体を焼結して焼結体を得る焼結工程と、焼結体を圧縮して最終形状に仕上げるサイジング工程とを有し、

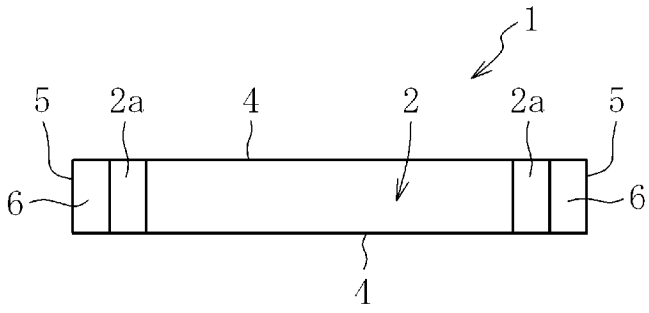
圧縮成形工程で用いる一対のパンチによる圧粉体の圧縮方向と、サイジング工程で用いる一対のパンチによる焼結体の圧縮方向とを異ならせることを特徴とするオイルシール部材の製造方法。

[請求項12] オイルシール部材は、摺動面がロータの回転方向で湾曲した曲面状をなし、かつ周回面のうち、摺動面とロータの半径方向で対峙する面が、ロータの軸方向で凹凸状をなすものであり、

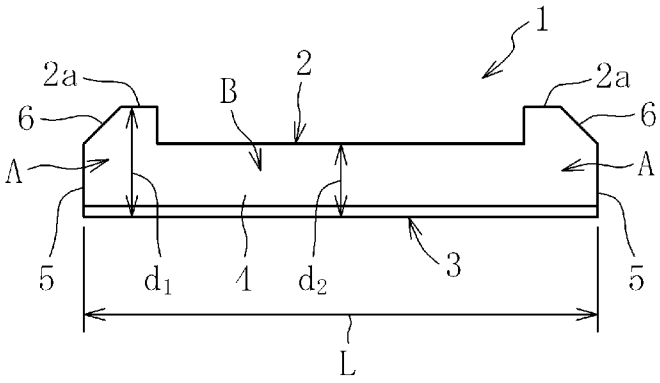
圧縮成形工程で用いるダイにより圧粉体の周回面を成形し、サイジング工程で用いるダイにより焼結体の両側面を成形する請求項１１記載のオイルシール部材の製造方法。

[請求項13] サイジング工程で用いるパンチにより、摺動面をロータの回転方向で湾曲した曲面状に成形する請求項１２記載のオイルシール部材の製造方法。

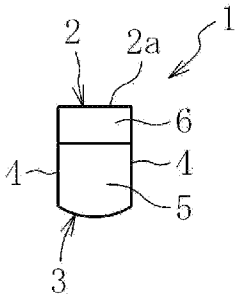
[図1a]



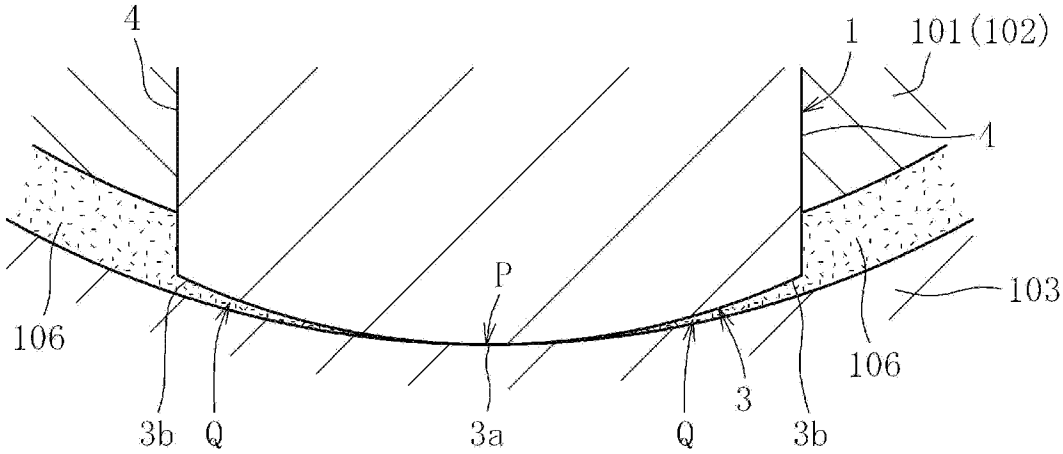
[図1b]



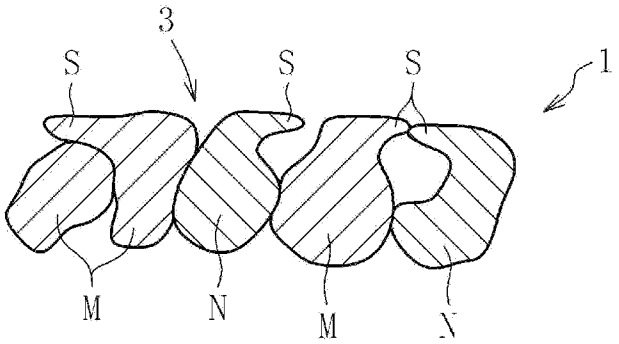
[図1c]



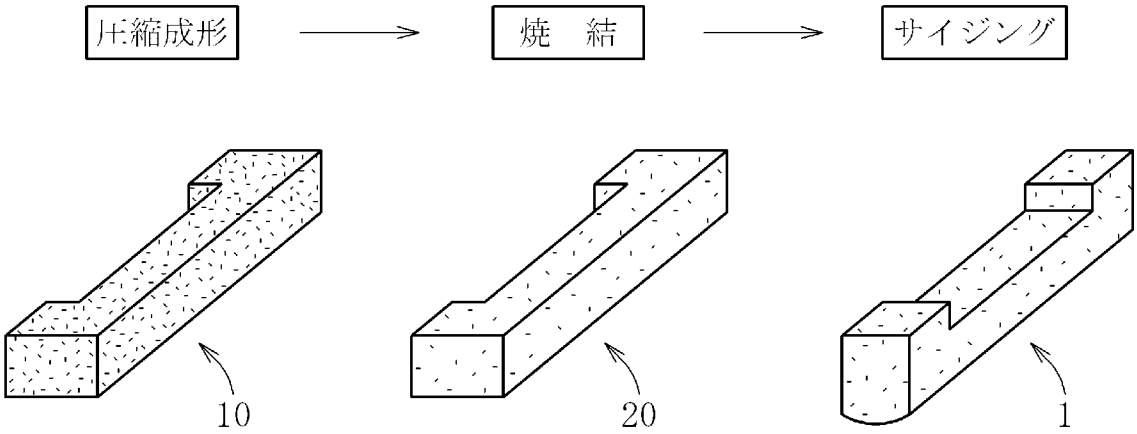
[図2]



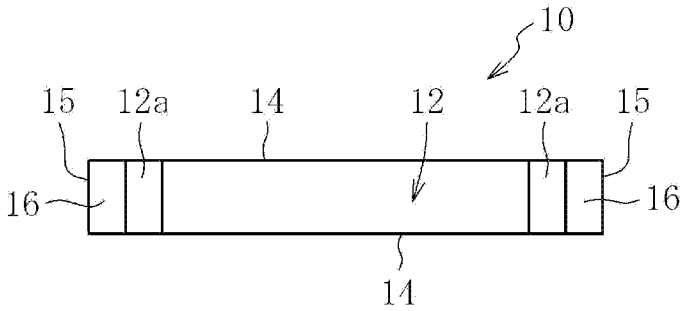
[図3]


3
S
S
S
1
M
N
M
N

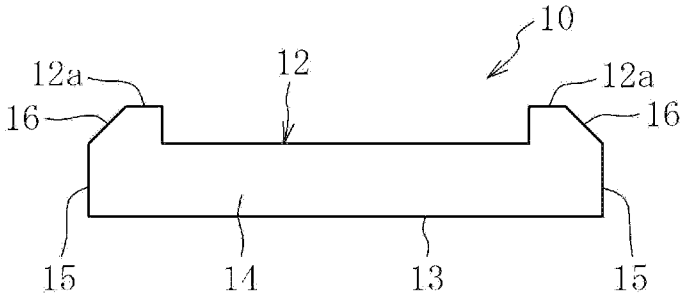
[図4]


圧縮成形
焼　結
サイジング
10
20
1

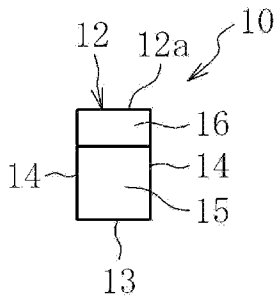
[図5a]


10
15
12a
14
12
12a
15
16
16
14

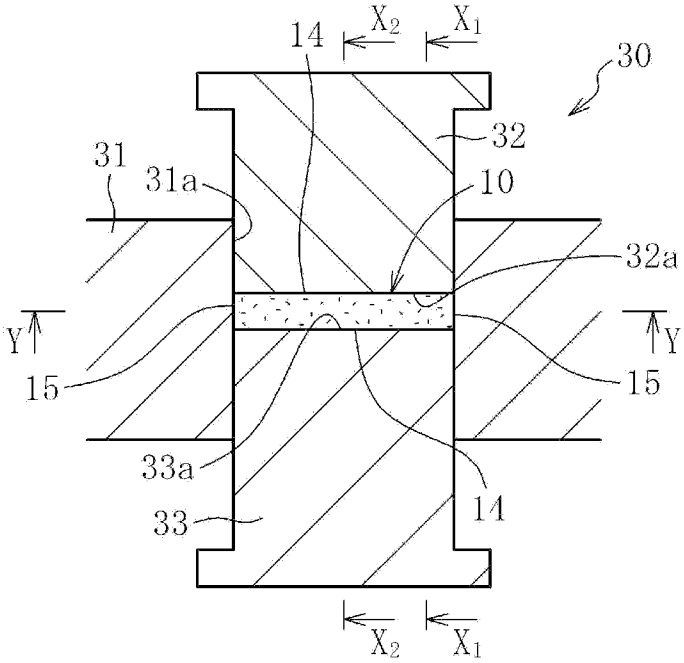
[図5b]


10
12a
12
12a
16
16
15
14
13
15

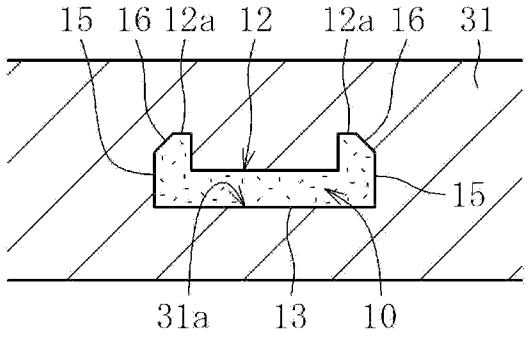
[図5c]



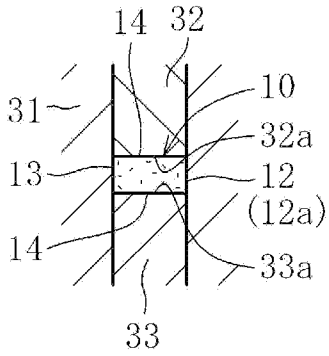
[図6a]



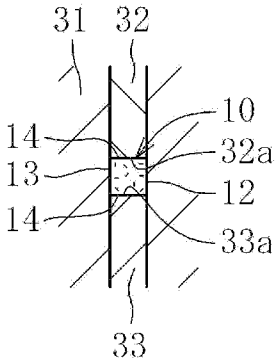
[図6b]



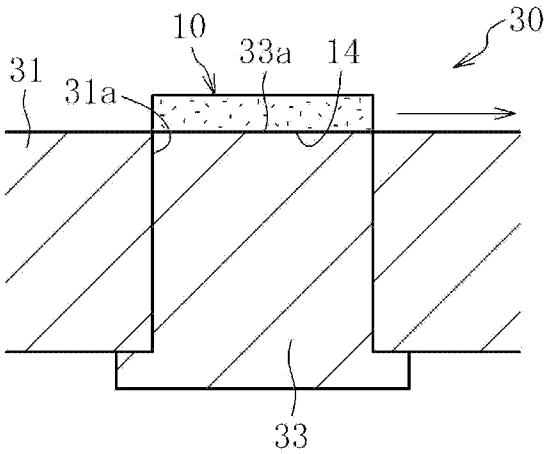
[図6c]



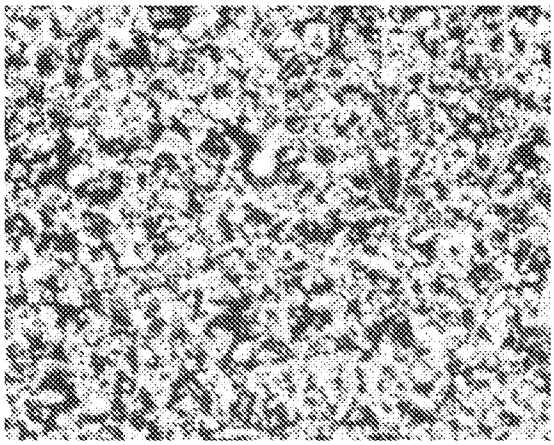
[図6d]



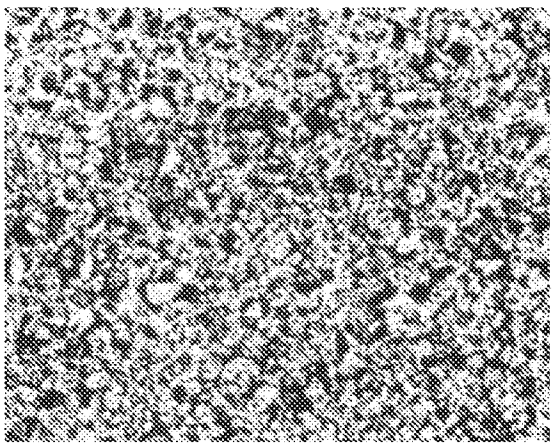
[図7]



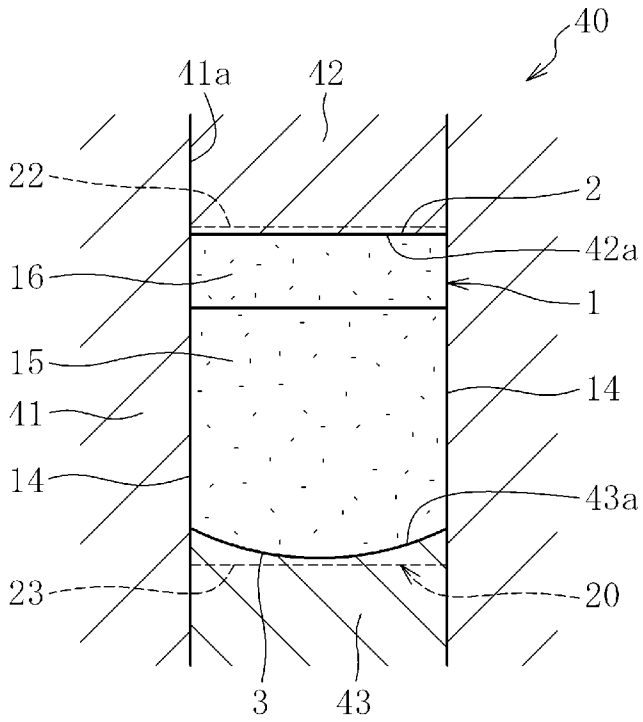
[図8a]



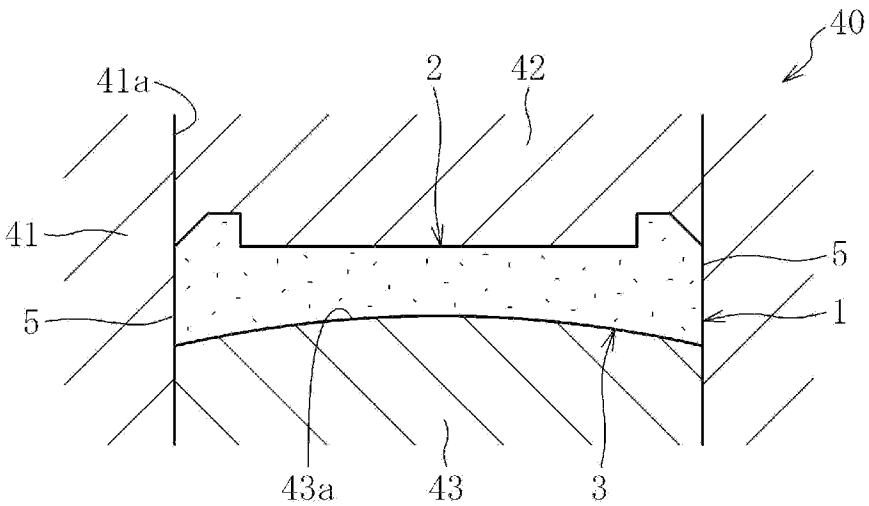
[図8b]



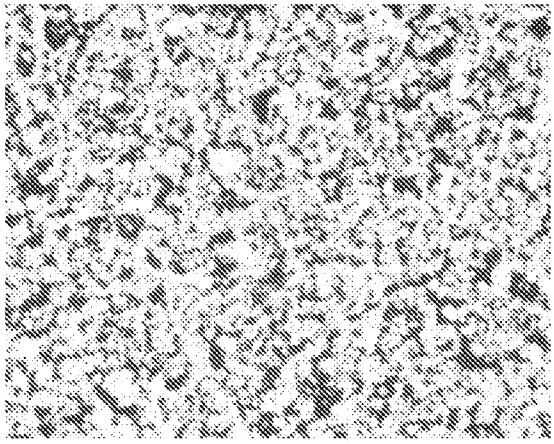
[図9]


40
41a
42
22
2
42a
16
1
15
14
41
14
43a
23
20
3
43

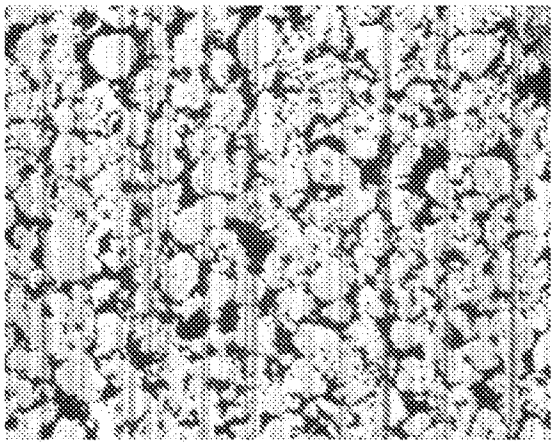
[図10]


40
41a
2
42
41
5
5
1
43a
43
3

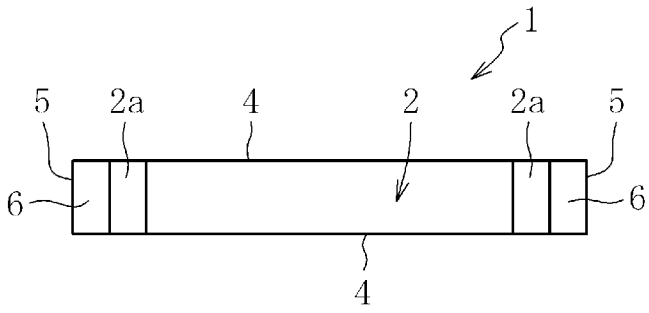
[図11a]



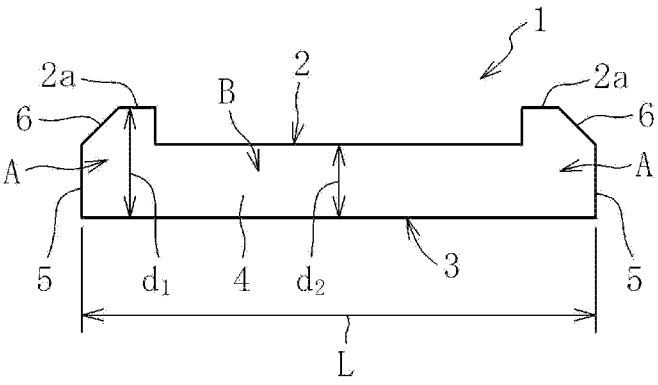
[図11b]



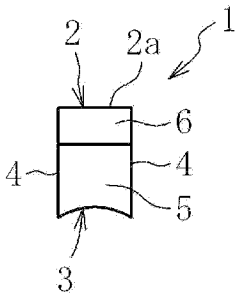
[図12a]



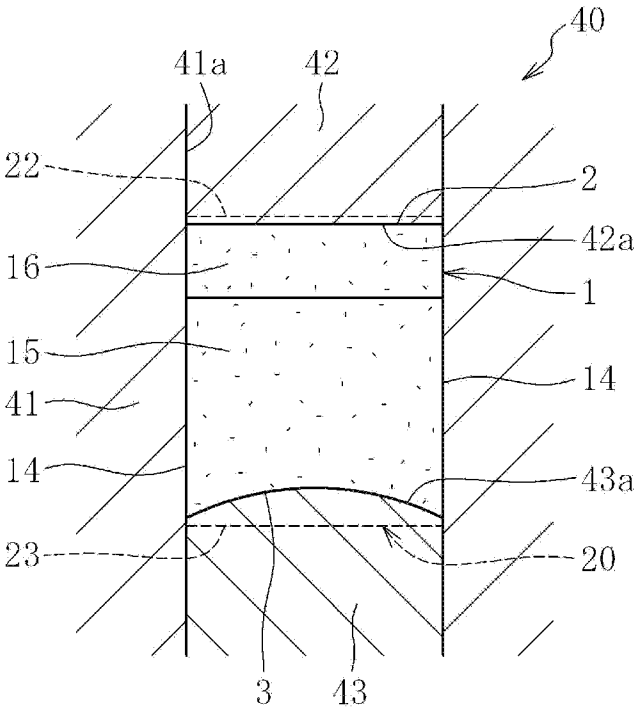
[図12b]



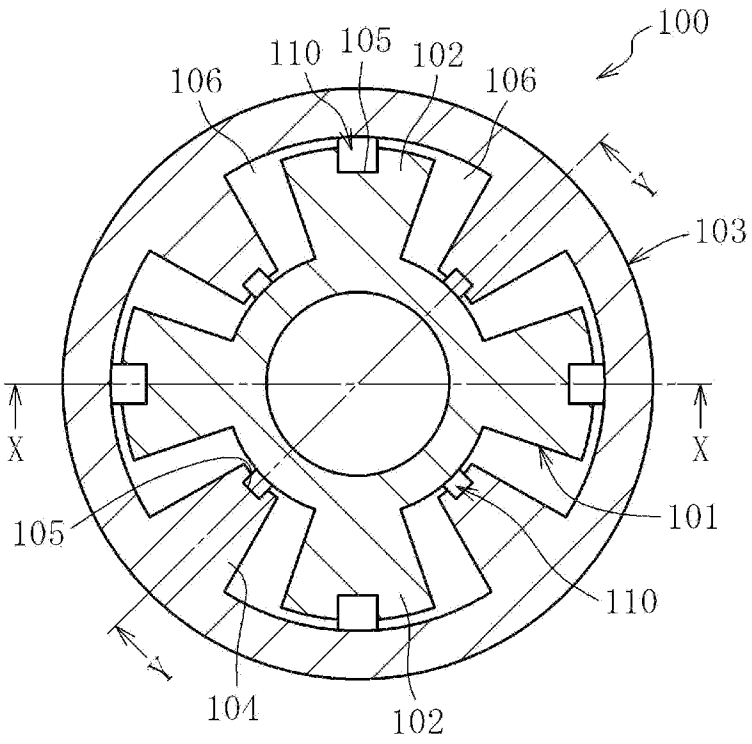
[図12c]



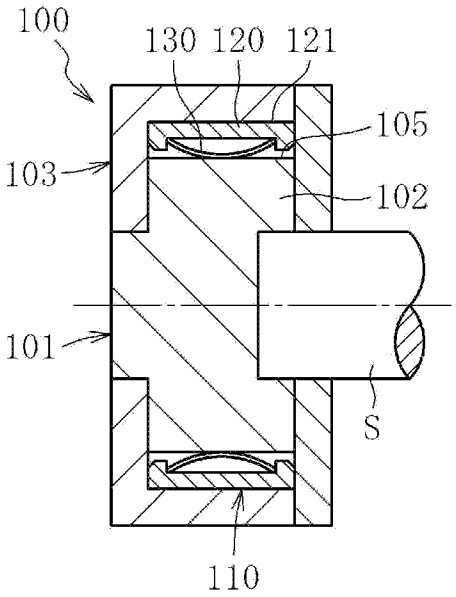
[図13]



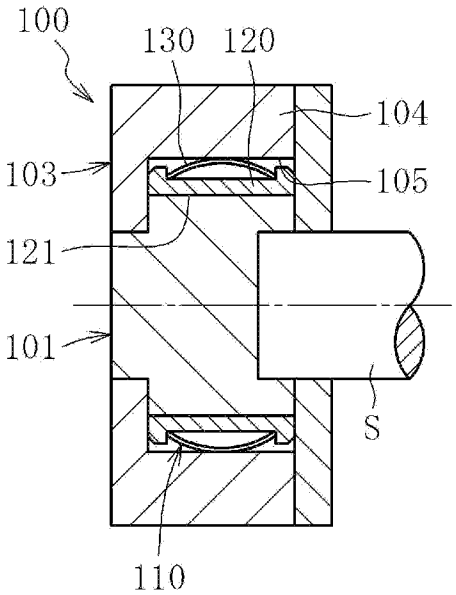
[図14a]



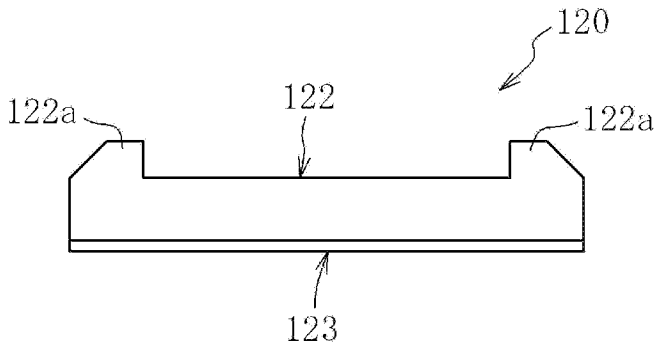
[図14b]



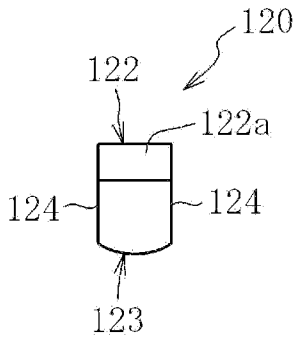
[図14c]



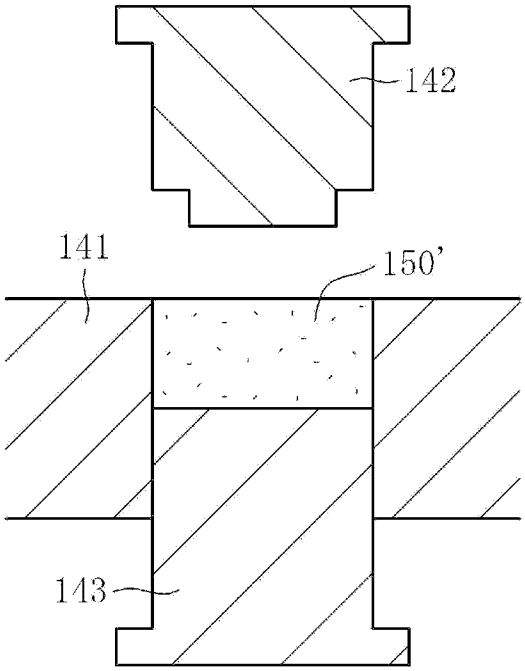
[図15a]



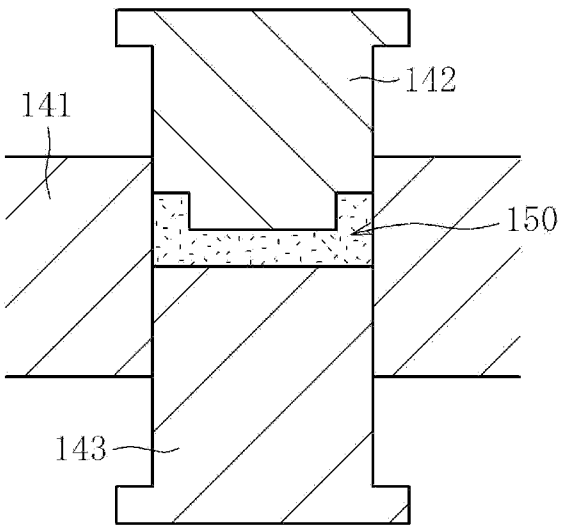
[図15b]



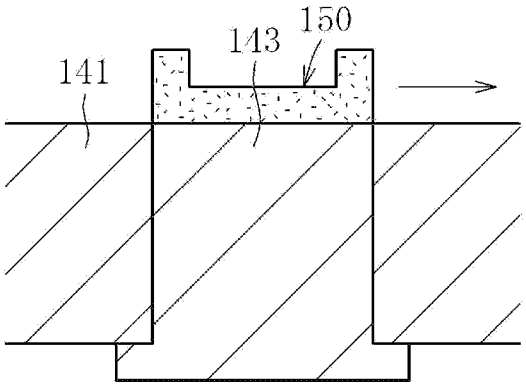
[図16a]



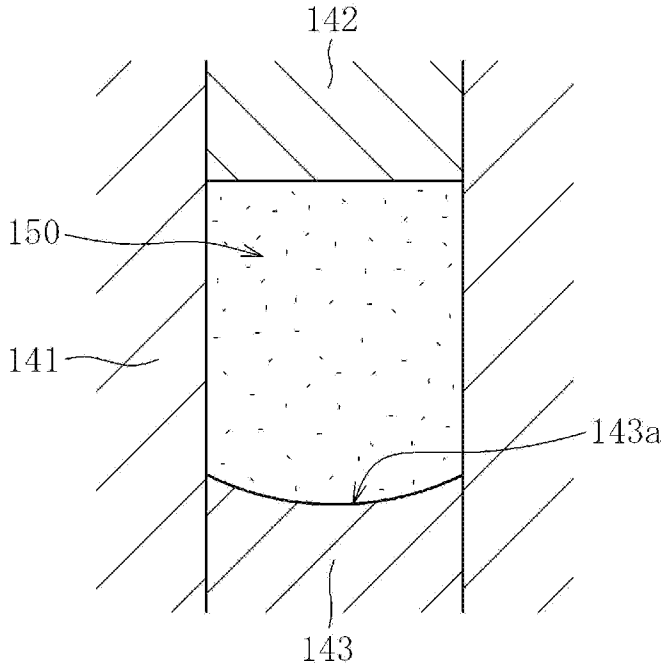
[図16b]



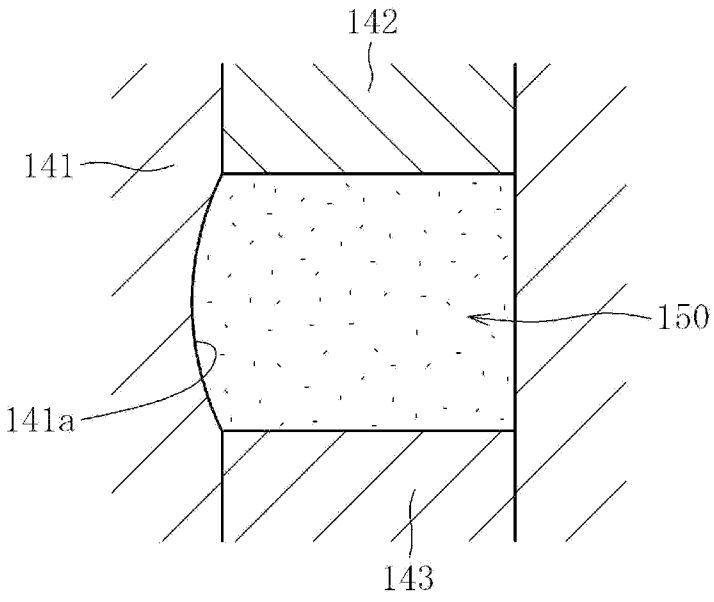
[図16c]



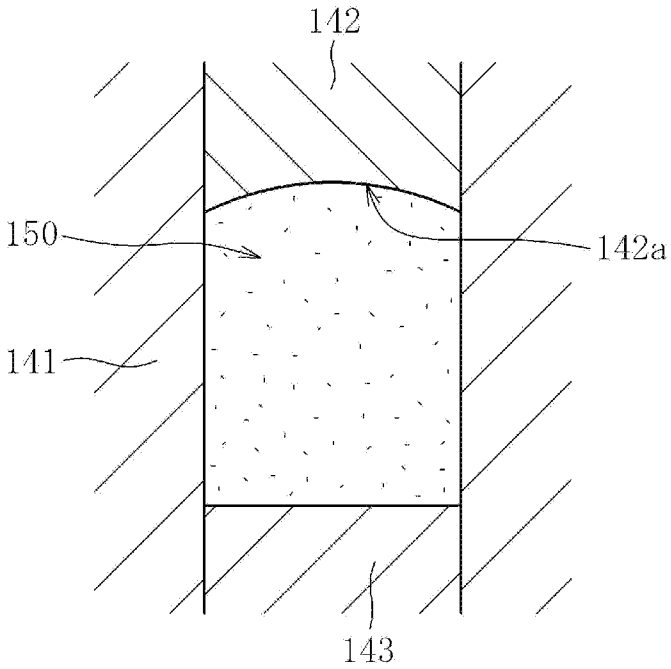
[図17]



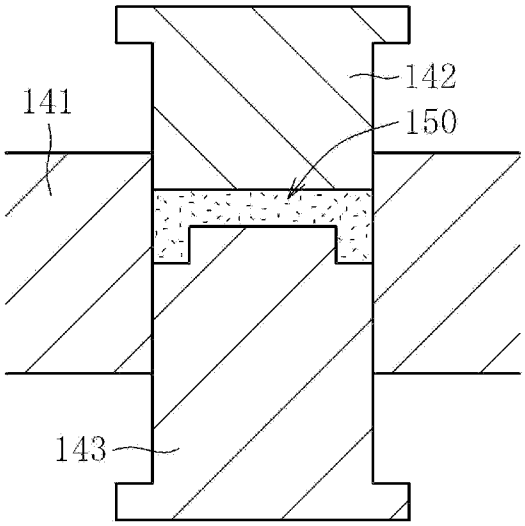
[図18]



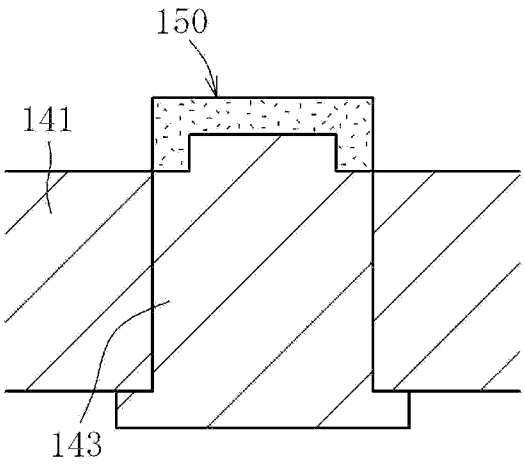
[図19]



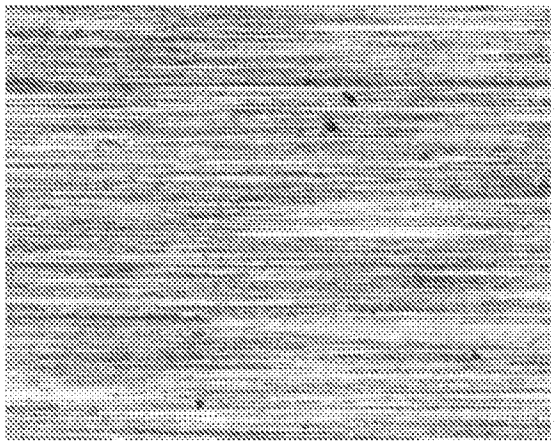
[図20a]



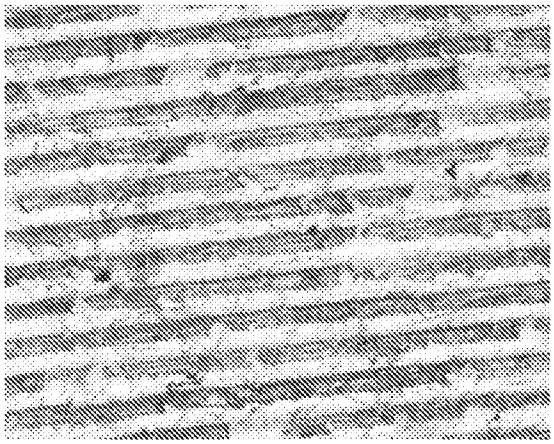
[図20b]



[図21a]



[図21b]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2012/060267

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
F16J15/16(2006.01)i, *B22F3/24*(2006.01)i, *F01L1/356*(2006.01)i, *F16J15/20*(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)
F16J15/16, B22F3/24, F01L1/356, F16J15/20

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	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2007-92100 A (NTN Corp.), 12 April 2007 (12.04.2007), entire text (Family: none)	1,10 2-9
Y	JP 2006-258185 A (Mitsubishi Materials PMG Corp.), 28 September 2006 (28.09.2006), entire text & US 2008/0199115 A1 & US 2010/0307006 A1 & EP 1860335 A1 & WO 2006/098060 A1 & KR 10-2007-0119644 A & CN 101142416 A	2,4,7,9
Y	JP 58-149471 A (Toyo Kogyo Co., Ltd.), 05 September 1983 (05.09.1983), entire text (Family: none)	3

☒ 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	Date of mailing of the international search report
08 June, 2012 (08.06.12)	19 June, 2012 (19.06.12)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2012/060267

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2009-138599 A (Denso Corp.), 25 June 2009 (25.06.2009), entire text (Family: none)	5-7
Y	JP 2002-122008 A (Aisin Seiki Co., Ltd.), 26 April 2002 (26.04.2002), entire text (Family: none)	5,8-9
A	JP 55-112164 A (Yamazaki Denki Kogyo Kabushiki Kaisha), 29 August 1980 (29.08.1980), entire text (Family: none)	1-13
A	JP 2010-275962 A (NTN Corp.), 09 December 2010 (09.12.2010), entire text (Family: none)	1-13
A	JP 2-215916 A (Oiles Corp.), 28 August 1990 (28.08.1990), entire text (Family: none)	1-13

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2012/060267

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

Since the inventions of claims 1 and 10 are publicly known as disclosed in JP 2007-92100 A (NTN Corp., 12 April 2007 (12.04.2007)), there is no special technical feature within the meaning of PCT Rule 13.2, second sentence, which is common to all of the inventions of claims 1-13.

Consequently, it is obvious that the inventions of claims 1-13 do not comply with the requirement of unity of invention.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.

☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.

☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１２／０６０２６７

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　F16J15/16(2006.01)i, B22F3/24(2006.01)i, F01L1/356(2006.01)i, F16J15/20(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（ＩＰＣ））

Int.Cl.　F16J15/16, B22F3/24, F01L1/356, F16J15/20

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１２年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１２年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１２年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X Y	JP 2007-92100 A（ＮＴＮ株式会社）2007.04.12, 全文（ファミリーなし）	1, 10 2-9
Y	JP 2006-258185 A（三菱マテリアルＰＭＧ株式会社）2006.09.28, 全文 & US 2008/0199115 A1 & US 2010/0307006 A1 & EP 1860335 A1 & WO 2006/098060 A1 & KR 10-2007-0119644 A & CN 101142416 A	2, 4, 7, 9
Y	JP 58-149471 A（東洋工業株式会社）1983.09.05, 全文（ファミリーなし）	3

☑　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	国際調査報告の発送日
０８．０６．２０１２	１９．０６．２０１２

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
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）　３Ｗ　３９３３
塚原　一久
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３３６８

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	JP 2009-138599 A (株式会社デンソー) 2009.06.25, 全文 (ファミリーなし)	5-7
Y	JP 2002-122008 A (アイシン精機株式会社) 2002.04.26, 全文 (ファミリーなし)	5, 8-9
A	JP 55-112164 A (山崎電機工業株式会社) 1980.08.29, 全文 (ファミリーなし)	1-13
A	JP 2010-275962 A (ＮＴＮ株式会社) 2010.12.09, 全文 (ファミリーなし)	1-13
A	JP 2-215916 A (オイレス工業株式会社) 1990.08.28, 全文 (ファミリーなし)	1-13

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１２／０６０２６７

第Ⅱ欄　請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第１ページの２の続き）

法第8条第3項（ＰＣＴ17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

１．☐ 請求項＿＿＿＿＿＿＿＿は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、

２．☐ 請求項＿＿＿＿＿＿＿＿は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、

３．☐ 請求項＿＿＿＿＿＿＿＿は、従属請求の範囲であってＰＣＴ規則6.4(a)の第２文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄　発明の単一性が欠如しているときの意見（第１ページの３の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるとこの国際調査機関は認めた。

請求項１及び１０に係る発明は、JP 2007-92100 A (ＮＴＮ株式会社、2007.04.12)に記載されているように公知のものであるから、ＰＣＴ規則１３．２の第２文の意味において、請求項１－１３に係る発明全てに共通の特別な技術的特徴はない。
よって、請求項１－１３に係る発明は、発明の単一性の要件を満たしていないことは明らかである。

１．☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。

２．☑ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。

３．☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。

４．☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったので、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。

☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。

☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。