

(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
2018年9月7日(07.09.2018)



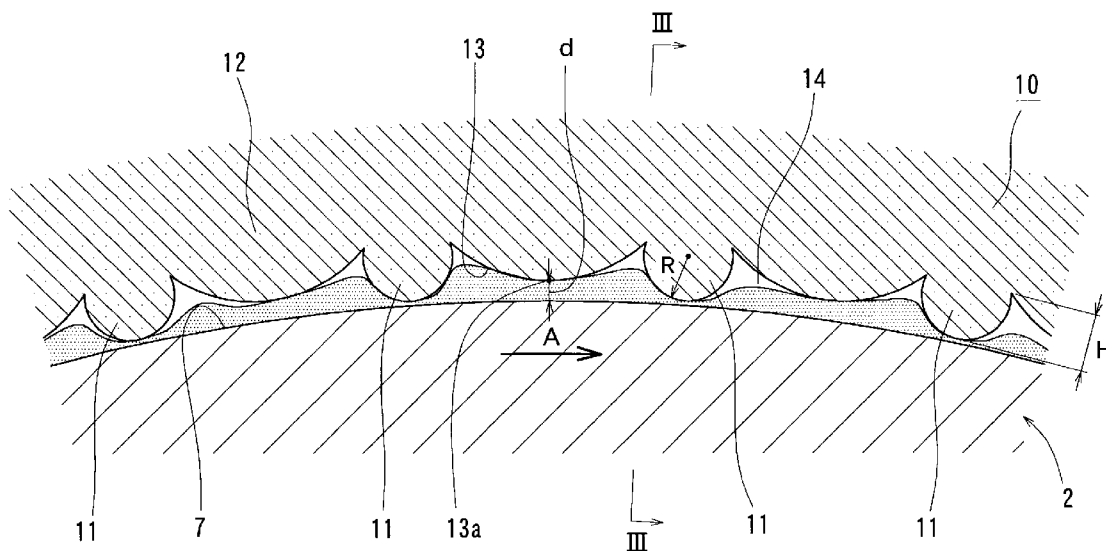
(10) 国際公開番号

WO 2018/159809 A1

- (51) 国際特許分類:
F16J 15/3204 (2016.01) F16C 33/78 (2006.01)
F16C 33/72 (2006.01) F16J 15/324 (2016.01)
F16C 33/76 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2018/007988
- (22) 国際出願日: 2018年3月2日(02.03.2018)
- (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 2017-040560 2017年3月3日(03.03.2017) JP
- (71) 出願人: 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: 水 貝 智 洋 (SUGAI Tomohiro);
〒5110867 三重県桑名市陽だまりの丘5丁目
105番 NTN株式会社内 Mie (JP).
- (74) 代理人: 鎌田 直也, 外(KAMADA Naoya et al.);
〒5420073 大阪府大阪市中央区日本橋1丁
目18番12号 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, DJ, DK, DM, DO,
DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT,

(54) Title: OIL SEAL AND SEAL ATTACHED BEARING

(54) 発明の名称: オイルシール及びシール付軸受



(57) Abstract: The present invention pertains to an oil seal and a seal attached bearing, the oil seal being provided with positive gaps (14) between surface sections (13) and a seal sliding surface (7) of a counter member (2), the surface sections (10) being disposed in a seal lip (10) across protrusions (11) neighboring each other in the circumferential direction, wherein the values (d) of the gaps (14) between circumferential centers (13a) of the surface sections (13) and the seal sliding surface (7) are set to no more than 0.7 times the height (H) of the protrusions (11).

HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH,
KN, KP, KR, KW, 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), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

- 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約: シールリップ (10) のうちの周方向に隣り合う突起 (11) 間に亘る表面部 (13) と、相手部材 (2) のシール摺動面 (7) との間に、正の値の隙間 (14) を設け、表面部 (13) の周方向中央 (13a) とシール摺動面 (7) との間での隙間 (14) の値 (d) を、突起 (11) の高さ (H) の 0.7 倍以下としたオイルシール及びシール付軸受である。

明 細 書

発明の名称： オイルシール及びシール付軸受

技術分野

[0001] この発明は、潤滑油中の異物が装置の内部空間へ侵入することを防ぐために用いられるオイルシール、及びそのオイルシールを備えるシール付軸受に関する。

背景技術

[0002] 例えば、自動車、各種建設用機械等の車両に搭載されたトランスミッション内にはギヤの摩耗粉等の異物が混在する。トランスミッションの回転軸を回転可能に支持する転がり軸受として、オイルシールを備えるシール付軸受を採用することにより、軸受の内部空間への異物侵入を防ぎ、軸受の早期破損を防止するようにしている。

[0003] このようなオイルシールとして、ゴム材で形成されたシールリップを有するシール部材と、シール部材に対して周方向に相対回転する相手部材とを備えるものが利用されている。相手部材は、例えば軌道輪、スリング等であり、シールリップを摺接させるシール摺動面を有する。シール部材と相手部材との間に偏心がある場合でもシールリップがシール摺動面に十分に追従できるようにするため、シールリップと、相手部材のシール摺動面との間に締め代を設定することが一般的である。シール部材と相手部材を所定に配置すると、その締め代により、シールリップが、相手部材のシール摺動面を緊迫する。このため、シール部材と相手部材との間の相対回転時、シール摺動面に摺接するシールリップの引き摺り抵抗（シールトルク）が生じる。また、その摺接の摩擦は、温度上昇の原因になる。この温度上昇が進むと、内部空間と外部との間の圧力差による吸着作用を招き、その摩擦が大きくなる。

[0004] これに対し、シールリップと相手部材のシール摺動面間を流体潤滑状態にすることが提案されている（下記特許文献１）。特許文献１で開示されたシール部材は、周方向に所定間隔で並ぶ多数の突起が形成されたシールリップ

を有する。突起は、相手部材のシール摺動面との間にくさび状の隙間を形成する。相手部材がシール部材に対して相対的に所定速度以上で回転しているとき、そのくさび状の隙間に潤滑油が引き摺り込まれ、くさび効果によって油膜形成が促進され、各突起が、相手部材のシール摺動面と流体潤滑状態で摺接する。このため、シールリップとシール摺動面とが完全に分離される。

[0005] ここで、流体潤滑状態は、流体力学的な原理によって潤滑油の流体膜を二面間に形成し、摩擦面の直接接触が生じていない状態のことをいう。二面間の最小油膜厚さが二乗平均粗さと比較して大きい、一般に三倍以上である場合に流体潤滑状態であるとみなすことができる。シールリップと相手部材のシール摺動面との間が流体潤滑状態になると、摺動抵抗がほぼゼロになるため、シールトルクを極めて軽減することが可能であり、従来のオイルシールでは不可能だった高周速での使用が可能となる。また、突起の高さ設定により、所定以上の粒径の異物が突起間の隙間を通過できないようにして、装置の内部空間への侵入を防ぐことも可能である。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：国際公開第WO2016/143786号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] しかしながら、特許文献1のようなシールリップでは、周方向に隣り合う突起間に亘る表面部が、前述の締め代に起因する緊迫力によって、シール摺動面側へ曲がった曲面状に弾性変形する。このため、その表面部とシール摺動面との間に設けられた正の隙間は、突起の高さよりも小さくなる。これは、シールトルクの上昇を招く原因になる。

[0008] また、周方向に隣り合う突起間の距離が長い程（すなわち、シールリップの一周において周方向に並ぶ突起の数である突起数が少ない程）、また、前述の緊迫力（すなわち締め代）が大きい程、また、突起の高さが低い程、前

述の表面部の弾性変形が大きくなるので、シールトルクの上昇が大きくなる。一方、表面部の弾性変形を小さくするために突起数を多くすると、これら突起での粘性抵抗が増加し、シールトルクが上昇する。つまり、シールトルクの低減のためには、シール部材の剛性、緊迫力、突起の高さ、突起数等の仕様を最適に決定することが必要である。

[0009] ところが、実際の設計においては、シール部材に要求される耐熱性、シール性、コスト等により、シール部材の剛性、緊迫力、及び突起の高さが決定されることが多く、これら剛性等を低トルク化のために好ましい仕様とすることに限界がある。

[0010] 上述の背景に鑑み、この発明が解決しようとする課題は、シール部材のシールリップに形成された複数の突起でシールリップと相手部材との間を流体潤滑状態にすることが可能なオイルシールにおいて、突起数を抑えてシールトルクの低減を図ることにある。

課題を解決するための手段

[0011] 上記の課題を達成するため、この発明は、ゴム材で形成されたシールリップを有するシール部材と、前記シール部材に対して周方向に相対回転する相手部材とを備え、前記相手部材に形成されたシール摺動面と、前記シールリップとの間に締め代が設定されており、

前記シールリップは、前記シール摺動面と流体潤滑状態で摺接する複数の突起を周方向に所定間隔で有し、前記シールリップのうちの周方向に隣り合う前記突起間に亘る表面部と、前記相手部材の前記シール摺動面との間に、正の値の隙間が設けられているオイルシールにおいて、前記表面部の周方向中央と前記シール摺動面との間での前記隙間の値が、前記突起の高さの0.7倍以下である構成を採用した。

[0012] 周方向に隣り合う突起間に亘る表面部のうち、締め代に基づく緊迫力によって、シール摺動面との距離が最小となるのは、当該表面部の周方向中央のところである。その表面部の周方向中央とシール摺動面との間に正の隙間が設けられているので、その表面部とシール摺動面は、これらの相対回転停止

時、直接に接触しない。このように、その表面部とシール摺動面との間に正の隙間が確保されていれば、これらの相対回転時、当該表面部でのせん断抵抗によるシールトルクの増加を防ぐことができる。突起数を多くすれば、その隙間の値が大きくなり、シールリップの各表面部でのシールトルクは低下するが、突起でのせん断抵抗が増加する。その隙間の値が突起の高さの0.7倍以下であれば、突起数を抑えて、突起でのせん断抵抗の増加も抑えることができる。

[0013] 好ましくは、前記表面部の周方向中央と前記シール摺動面との間での前記隙間の値が、前記突起の高さの0.5倍以下であるとよい。このようにすると、突起でのせん断抵抗を特に抑えることができる。

[0014] 前記突起の高さが0.01mm以上、0.10mm未満であることが好ましい。このようにすると、シールリップの成形が困難にならず、突起とシール摺動面間のくさび効果でシールリップとシール摺動面間の流体潤滑を実現することができ、軸受寿命に悪影響を及ぼすような異物が軸受内部空間に侵入するのを効果的に防止することができる。

[0015] この発明に係るオイルシールを備え、前記シール部材が、軸受内部空間と外部との間を区切るものとなっているシール付軸受は、軸受の内部空間への異物侵入をシール部材で防止しつつ、シールトルクの著しい低減によって軸受回転トルクの低減されたものとなる。このため、このシール付軸受は、自動車のトランスミッションの回転軸を支持する用途に好適である。

発明の効果

[0016] この発明は、上記構成の採用により、シール部材のシールリップに形成された複数の突起でシールリップと相手部材との間を流体潤滑状態にすることが可能なオイルシールにおいて、突起数を抑えてシールトルクの低減を図ることができる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]この発明の一例としての実施形態に係るオイルシールを図3中の1-1線の断面で流体潤滑状態を示す部分断面図

[図2]図1のオイルシールを備えるシール付軸受を示す断面図

[図3]図1のⅠⅠⅠーⅠⅠⅠ線の断面を示す部分拡大断面図

[図4]図1から突起数を減らした変更例を示す部分断面図

[図5]図4からさらに突起数を減らした変更例を示す部分断面図

[図6]実施形態に係る隙間の最小値と突起数の関係を示すグラフ

[図7]実施形態に係るシールトルクと突起数の関係を示すグラフ

[図8]図2のシール付軸受を備えるトランスミッションの一例を示す断面図

発明を実施するための形態

[0018] 以下、この発明に係る実施形態を添付図面に基づいて説明する。この実施形態は、オイルシールを備えるシール付軸受の一例である。このオイルシールは、図2に示すように、シール部材1と、シール部材1に対して周方向に相対的に回転する相手部材2とを備える。

[0019] このシール付軸受は、内輪からなる相手部材2と、相手部材2との間に環状の軸受内部空間3を形成する外輪4と、相手部材2の軌道と外輪4の軌道間に介在する所定数の転動体5とを備える。

[0020] シール部材1は、軸受内部空間3と外部（軸受周辺）との間を区切るものとなっている。

[0021] 相手部材2は、回転軸（図示省略）に取り付けられ、回転軸と一体に回転する。回転軸は、例えば、車両のトランスミッション、ディファレンシャル、等速ジョイント、プロペラシャフト、ターボチャージャ、工作機械、風力発電機、又はホイール軸受の回転部として設けられる。外輪4は、ハウジング、ギヤ等、回転軸からの荷重を負荷させる部材（図示省略）に取り付けられる。このシール付軸受は、回転軸を回転可能に支持する。

[0022] このシール付軸受には、はねかけ、オイルバス等の適宜の手段により、外部から潤滑油が供給される。シール部材1を境界とした外部側には、ギヤの摩耗粉、クラッチの摩耗粉、微小碎石等、軸受の組み込み先に応じた異物が存在する。このような粉状の異物は、潤滑油や雰囲気の流れによって、このシール付軸受付近に到達し得る。シール部材1は、外部から軸受内部空間3

への異物侵入を防止する。

[0023] 以下、シール部材 1 の中心軸（図示省略）に沿った方向を「軸方向」という。軸方向は、図 2 中左右方向に相当する。また、軸方向に対して直角な方向を「半径方向」という。径方向は、図 2 中上下方向に相当する。また、その中心軸回りの円周方向を「周方向」という。相手部材 2 の中心軸は、設計上、シール部材 1 の中心軸と同軸に設定されている。

[0024] 外輪 4 の内周の端部にシール溝 6 が形成されている。相手部材 2 の外周には、周方向に沿うシール摺動面 7 が形成されている。シール部材 1 の外周縁がシール溝 6 に圧入されることにより、シール部材 1 が外輪 4 に取り付けられる。このシール付軸受の運転時、相手部材 2 がシール部材 1 に対して相対的に回転し、シール部材 1 と相手部材 2 との間は、潤滑油によって潤滑される。

[0025] シール摺動面 7 は、円筒面状になっている。シール摺動面 7 の最大高さ粗さ R_z は、 $2.5\ \mu\text{m}$ 以下（好ましくは、 $1\ \mu\text{m}$ 未満）になっている。ここで、最大高さ粗さ R_z は、JIS 規格の B0601:2013 で規定された最大高さ粗さのことをいう。

[0026] シール部材 1 は、金属板によって形成された環状の芯金 8 と、芯金 8 に付着しているゴム材 9 とを有する。シール部材 1 の全体は、芯金 8 とゴム材 9 とで構成されている。芯金 8 は、周方向全周に連続する円環板状になっている。芯金 8 の材料は、ゴム材 9 の剛性よりも高剛性の金属からなる。例えば、プレス加工に好適な芯金 8 の材料として、鋼板が挙げられる。ゴム材 9 は、芯金 8 に加硫接着されている。ゴム材 9 の種類は特に問わないが、例えば、ニトリルゴム、フッ素ゴム等が挙げられる。

[0027] シール部材 1 は、ゴム材 9 により形成されたシールリップ 10 を有する。シールリップ 10 は、芯金 8 の縁部 8a からシール摺動面 7 側に延びるゴム材 9 の一部分からなる。なお、芯金 8 の縁部 8a は、芯金 8 の内径又は外径のうち、シール摺動面 7 に近い方の径寸を規定する芯金 8 の内周縁又は外周縁である。

[0028] シールリップ10は、ラジアルリップになっている。ここで、ラジアルリップとは、シール摺動面7のような軸方向に沿ったシール摺動面又は軸方向に対して 45° 以内の鋭角の勾配をもったシール摺動面と密封作用を奏するシールリップであって、当該シール摺動面との間に半径方向の締め代をもったもののことをいう。

[0029] 図3に、シール部材1が外輪4に取り付けられて相手部材2と同軸に配置された状態のときのシールリップ10付近の半径方向に沿った断面を実線で示し、シール部材1を外輪4に取り付ける前の状態（シール部材1が外力によって製造時の形状から変形していない自然状態に相当）で同断面を視たときのシールリップ10付近の外形を二点鎖線で示す。同図に示すように、自然状態のシール部材1を外輪4に取り付けると、シールリップ10は、シール摺動面7に対する締め代 δ により、シール摺動面7に押し付けられる。このため、シールリップ10は、撓むように弾性変形し、シール摺動面7を半径方向に緊迫する力（緊迫力）を生じる。シール部材1の取り付け誤差、製造誤差、相手部材2と外輪4間の偏心等は、シールリップ10の弾性変形によって吸収される。

[0030] シールリップ10としてラジアルリップを例示したが、アキシアルリップに変更してもよい。アキシアルリップとは、径方向に沿ったシール摺動面又は径方向に対して 45° 未満の鋭角の勾配をもったシール摺動面と密封作用を奏するシールリップであって、当該シール摺動面との間に軸方向の締め代をもったもののことをいう。

[0031] シールリップ10は、図1、図3に示すように、周方向に所定間隔で並ぶ複数の突起11と、周方向全周に連続する中実部12とを有する。

[0032] 突起11は、シールリップ10のうち、シール摺動面7と対向する表面部分（図では内径側を向く面）において、周方向に対して直交する方向に長く延びている。

[0033] 突起11は、シール摺動面7との間にくさび状の隙間を形成する。ここで、くさび状の隙間とは、周方向に当該突起11側に向かって次第に半径方向

に狭くなる隙間のことをいう。突起 11 の表面は、周方向に沿った断面で円弧状になる形状とされている。ここで、突起 11 の周方向に沿った断面とは、シール摺動面 7 に直交しかつ周方向に沿って延びる仮想面で突起 11 を切断したときの突起 11 の断面のことをいう。この断面形状において、前述の円弧状の半径 R は、例えば、0.4 mm 以上、9.0 mm 未満（好ましくは 0.4 mm 以上、6.0 mm 以下、より好ましくは、0.4 mm 以上、3.0 mm 以下）に設定することができる。

[0034] 突起 11 は、相手部材 2 のシール摺動面 7 に向かって高さ H をもっている。ここで、突起 11 の高さ H は、周方向に沿った断面において、シール摺動面 7 に対して直角な方向での高さのことをいう。シール摺動面 7 が前述の円筒面状なので、これに対して直角な方向は、半径方向に相当し、突起 11 の高さ H は、中実部 12 からの半径方向の比高に相当する。各突起 11 は、シール摺動面 7 に対する締め代を規定する箇所となる。

[0035] 突起 11 の高さ H は、突起 11 の半径 R よりも小さく、例えば、0.01 mm 以上、0.10 mm 未満（好ましくは 0.01 mm 以上、0.08 mm 以下、より好ましくは 0.01 mm 以上、0.05 mm 以下）に設定することができる。

[0036] 突起 11 は、周方向に一定の間隔で並んでおり、周方向に均等な配置でシールリップ 10 に分布している。すなわち、シール部材 1 の中心軸回りで考えたとき、複数の突起 11 は、一定のピッチ角度で配置されている。その間隔は、例えば、0.2 mm 以上、3.0 mm 以下（好ましくは 0.2 mm 以上、1.5 mm 以下）に設定することができる。

[0037] 中実部 12 は、周方向全周に同一断面構造をもって連続している。中実部 12 は、周方向に隣り合う突起 11 間に亘る表面部 13 を含む。シール部材 1 の中心軸を一辺とした任意の仮想アキシャル平面でシールリップ 10 を切断した断面を考えたとき、シールリップ 10 のうち、周方向に隣り合う突起 11 間であって（すなわち、突起 11 の断面を含まない周方向領域であって）、シール摺動面 7 と対面する部分が、表面部 13 に相当する。

- [0038] シール部材 1 の取り付けの際、シールリップ 10 は、各突起 11 のみでシール摺動面 7 と接触し、表面部 13 とシール摺動面 7 との間には、軸受内部空間 3 と外部との間に亘って連通する隙間 14 が形成される。隙間 14 は、突起 11 の高さ H よりも大きくならないが、突起 11 の高さ H に対して所定の割合以上に確保される。すなわち、表面部 13 とシール摺動面 7 との間には、正の値の隙間 14 が設けられている。
- [0039] シール部材 1 が外輪 4 に取り付けられる前、シールリップ 10 が図 3 中に二点鎖線で示す自然状態のとき、表面部 13 は周方向に沿った状態にある。
- [0040] 図 3 中に実線で示すようにシールリップ 10 の弾性変形が生じている状態のとき、表面部 13 は、図 1 に示すように、この周方向中央 13 a から周方向両側へ向かって次第にシール摺動面 7 から遠ざかる曲面状になっている。このため、隙間 14 は、表面部 13 の周方向中央 13 a と、シール摺動面 7 との間で最小となる。シールリップ 10 の各表面部 13 は、互いに均等な曲面状に弾性変形を生じている。このように、シール部材 1 は、このシール付軸受の停止時、複数の突起 11 のみで相手部材 2 と直接に接触することができ、かつ各表面部 13 においてシール摺動面 7 と直接に接触することができない仕様となっている。
- [0041] 表面部 13 の周方向中央 13 a は、周方向に隣り合う突起 11 間の距離を周方向に二等分した中央位置に相当する。隙間 14 の最小値は、その表面部 13 とシール摺動面 7 との間における最短距離 d に相当する。
- [0042] このシール付軸受の運転時、相手部材 2 がシール部材 1 に対して相対的に回転する（図 1 中にその回転方向を矢線 A で示す）。その運転中に外部から供給される潤滑油（図 1 中に潤滑油をドット模様で示す。）は、隙間 14 に入り込み、シールリップ 10 と相手部材 2 との間を潤滑する。ここで、シールリップ 10 の各突起 11 が、周方向に沿った断面で 0.4 mm 以上、9.0 mm 未満の半径 R をもつ円弧状なので、相手部材 2 のシール摺動面 7 が各突起 11 に対して周方向に移動したときに、その各突起 11 の表面に沿って、各突起 11 と相手部材 2 の摺接部に効果的に潤滑油が引き摺り込まれる。

このとき、くさび効果により油膜の形成が促進され、その相対回転速度が所定以上の場合、各突起 11 と相手部材 2 との間の摺接部の潤滑状態が流体潤滑状態となり、シールトルクが飛躍的に低減する。勿論、このシール付軸受の停止時から相対回転時において、各表面部 13 とシール摺動面 7 が直接に接触することはない。また、シールトルクが小さいため、シールリップ 10 と相手部材 2 との間の摩擦熱が発生しにくい。さらに、外部から供給される潤滑油は、隙間 14 を通って、シールリップ 10 と相手部材 2 との間を通過することにより、シールリップ 10 と相手部材 2 との間の摩擦熱が放熱される。そのため、このシール付軸受の温度上昇を極めて効果的に抑えることが可能である。

[0043] 一般に、流体潤滑状態の範囲内では、ストライベック線図を考えると、面積が小さく面圧が高い方が低トルクになる。つまり、潤滑油の突起 11 でのせん断抵抗を抑えるには、シールリップ 10 の一周において周方向に並ぶ突起 11 の数である突起数は少ない方がよく、また、突起 11 の円弧状の半径 R は小さい方がよい。

[0044] しかしながら、突起数に関しては、図 1 例からの仕様変更で突起数を少なくする程、図 4 に示すように、突起 11 間の距離が周方向に大きくなって表面部 13 が緊迫力によって撓み易くなるので、表面部 13 の周方向中央 13a とシール摺動面 7 との間が狭くなる。突起数を少なくし過ぎると、図 5 に示すように、表面部 13 の周方向中央 13a とシール摺動面 7 との間に正の隙間 14 を確保することができなくなる。

[0045] そこで、実施形態に該当する解析モデルを設定し、隙間 14 の最小値と突起数との関係を数値解析で分析した。また、その数値解析モデルにおいて、突起 11 でのせん断抵抗によるトルク及び表面部 13 でのせん断抵抗によるトルクの両トルクと、突起数との関係を数値解析で分析した。その解析モデルにおいては、突起の高さを $50\ \mu\text{m}$ 、突起の半径 R を $1.0\ \text{mm}$ 、潤滑油を CVT F、 120°C 潤滑油の粘度を $3.78 \times 10^{-3}\ \text{Pa}\cdot\text{s}$ 、シールリップ 10 に対するシール摺動面 7 の相対回転の周速度を $2.51\ \text{m/s}$ (

1500 rpm)、シールリップ10の緊迫力を1 N、表面部13とシール摺動面7との間の最小油膜厚さを1 μm と仮定している。トルクの算出では、ゴムの変形と油膜圧力を連成して解く所謂ソフトEHL解析が必要であるが、本シールでは、突起11での突起変形量が小さいことと、表面部13での圧力流れが小さいことから、計算の高速化のため、突起11でのトルクはハードEHL解析で求め、表面部13でのトルクは、Marc (MSC Software Corporationの登録商標)を用いた変形解析よりせん断流れを考慮した。その変形解析では、前述の相対回転の停止時において緊迫力によるシールリップ10の弾性変形を求め、隙間14の最小値を算出した。突起数のみを様々に変化させ、それ以外は同一の条件で各解析を行った。それら解析結果を図6、図7に示す。図6は、算出した隙間14の最小値と突起数との関係を示すグラフである。図7は、解析した突起11でのトルクと、表面部13でのトルクと、突起数との関係を示すグラフである。図6、図7に示すグラフの横軸の項目は、突起数である。図6に示すグラフの縦軸の項目は、突起11の高さHに対する隙間14の最小値dの割合である。図7に示すグラフの縦軸の項目は、トルク (10^{-2}Nm) である。

[0046] 図6、図7のグラフを合わせて考えると(以下、適宜に図1を参照。)、突起数が100以下の場合、表面部13の周方向中央13aとシール摺動面7との間に隙間14を確保できず($d/H=0.0$)、表面部13でのトルク、突起11でのトルクが大きいことが分かる。突起数が190以上の場合、隙間14の最小値dは突起11の高さHの0.8倍以上になるが($d/H \geq 0.8$)、突起11でのトルクが大きく、突起11でのトルクと表面部13でのトルクの和(つまりシールリップ10全体でのシールトルク)も大きいことが分かる。そのトルクの和が最小となるのは、突起数が120の場合であり、この場合、隙間14の最小値dは突起11の高さHの0.12倍($d/H \geq 0.12$)である。そのトルクの和の最小値から+10%の範囲は、シールトルクの低減を図ることができるので、許容することができる。この許容範囲の上限となる突起数のとき、隙間14の最小値dは突起11の高

さHの0.7倍($d/H=0.7$)である。特に、突起数が150($d/H \leq 0.5$)までは、突起11でのトルクを特に抑えることが分かる。

[0047] また、この解析モデルから突起11の半径Rのみを0.2mmに変更した場合についても同様に解析したところ、トルクの和が最小値となる突起数は240付近に変わるが、 d/H で考えると、 $0.0 < d/H \leq 0.7$ が最適化された範囲といえる結果が得られた。

[0048] 上述の解析結果を踏まえると、定性的には、 $0.0 < d/H \leq 0.7$ の範囲に、シールトルクの低減を図る上で最適な突起数が存在すると考えられ、好ましくは、 $0.0 < d/H \leq 0.5$ の範囲で特にシールトルクの低減を図ることができると考えられる。そこで、図1例の突起数は、隙間14の最小値dが正の値であって、かつ突起11の高さHの0.5倍以下となるように設定されている。

[0049] 上述のように、このオイルシール及びシール付軸受は、シールリップ10の表面部13とシール摺動面7との間に正の隙間14が確保される前提において隙間14の最小値dが突起11の高さHの0.7倍以下であるので、シール部材1と相手部材2の相対回転時、シールリップ10の各表面部13でのせん断抵抗によるシールトルクの増加を防ぎつつ、突起数を抑えて、突起11でのせん断抵抗の増加も抑えることができる。これにより、シール部材1の全体でのシールトルクの低減を図ることができる。

[0050] また、このオイルシール及びシール付軸受は、隙間14の最小値dが突起11の高さHの0.5倍以下であるので、突起11でのせん断抵抗を特に抑えることができる。

[0051] また、このオイルシール及びシール付軸受は、突起11の高さHが0.01mm以上とされているので、一般的な軸受の使用条件において、効果的にくさび効果を生じさせることが可能であり、また、金型でシールリップ10を製造するときに確実に突起11を形成することも可能であり、また、突起11の高さHが0.10mm未満(好ましくは0.08mm以下、より好ましくは0.05mm以下)とされているので、軸受寿命に悪影響を及ぼすよ

うな異物が軸受内部空間 3 に侵入するのを効果的に防止することも可能である。

[0052] また、軸受内部空間 3 の潤滑油に含まれる異物の粒径が $50\text{ }\mu\text{m}$ 以下であれば、転がり軸受の寿命比（実際寿命の計算寿命に対する比）が、自動車のトランスミッションでの実用に十分耐えうる値（例えば 7～10 倍程度）を示す。したがって、突起 11 の高さ H を 0.01 mm 以上、 0.10 mm 未満（好ましくは 0.01 mm 以上、 0.08 mm 以下、より好ましくは 0.01 mm 以上、 0.05 mm 以下）としたときに、特に、自動車のトランスミッションでの実用において、軸受のシール性能を確保することができる。

[0053] したがって、このシール付軸受は、自動車のトランスミッションの回転軸を支持する転がり軸受として好適である。その一例を図 8 に示す。図示のトランスミッションは、段階的に変速比を変化させる多段変速機になっており、その回転軸（例えば入力軸 S1 および出力軸 S2）を回転可能に支持するシール付軸受 100 として、上述の実施形態のいずれかに該当するものを備えている。図示のトランスミッションは、エンジンの回転が入力される入力軸 S1 と、入力軸 S1 と平行に設けられた出力軸 S2 と、入力軸 S1 から出力軸 S2 に回転を伝達する複数のギヤ列 G1～G4 と、各ギヤ列 G1～G4 と入力軸 S1 または出力軸 S2 との間に組み込まれた図示しないクラッチとを有し、そのクラッチを選択的に係合させることで使用するギヤ列 G1～G4 を切り替え、これにより、入力軸 S1 から出力軸 S2 に伝達する回転の変速比を変化させるものである。出力軸 S2 の回転は出力ギヤ G5 に出力され、その出力ギヤ G5 の回転がディファレンシャルギヤ等に伝達される。入力軸 S1 と出力軸 S2 は、それぞれシール付軸受 100 で回転可能に支持されている。また、このトランスミッションは、ギヤの回転に伴う潤滑油（例えば、トランスミッションオイル）のはね掛けにより、又はハウジング H の内部に設けられたノズルからの潤滑油の噴射により、はね掛け又は噴射された潤滑油が各シール付軸受 100 の側面にかかるようになっている。

[0054] 上述の実施形態では、内輪回転型の軸受を例に挙げて説明したが、この発

明は、外輪回転型の軸受（シール部材が内輪に固定され、相手部材が外輪側となる軸受）に適用することも可能である。

[0055] また、上述の実施形態では、転動体として玉を使用する形式の軸受を例に挙げて説明したが、この発明は、円筒ころまたは円すいころを転動体として使用する形式の軸受に適用してもよい。

[0056] また、上述の実施形態では、軸受内部空間の両側にシール部材を設けた例で説明したが、シール部材は、軸受内部空間の片側にのみ設けるようにしてもよい。

[0057] 今回開示された実施形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。したがって、本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味および範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

符号の説明

- [0058] 1 シール部材
2 相手部材
3 軸受内部空間
4 外輪
5 転動体
7 シール摺動面
8 芯金
9 ゴム材
10 シールリップ
11 突起
12 中実部
13 表面部
13a 周方向中央
14 隙間
100 シール付軸受

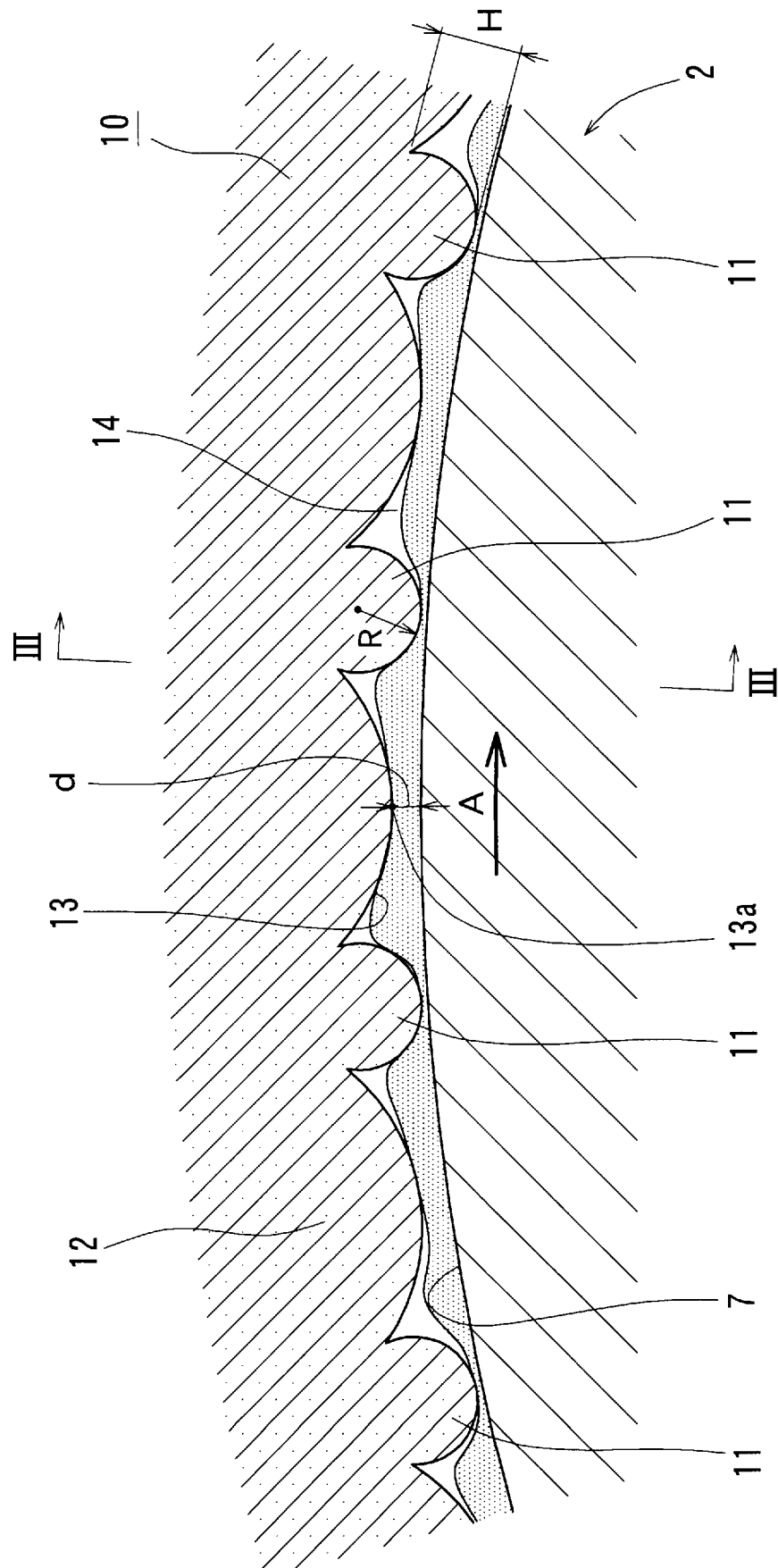
S 1 入力軸（回転軸）

S 2 出力軸（回転軸）

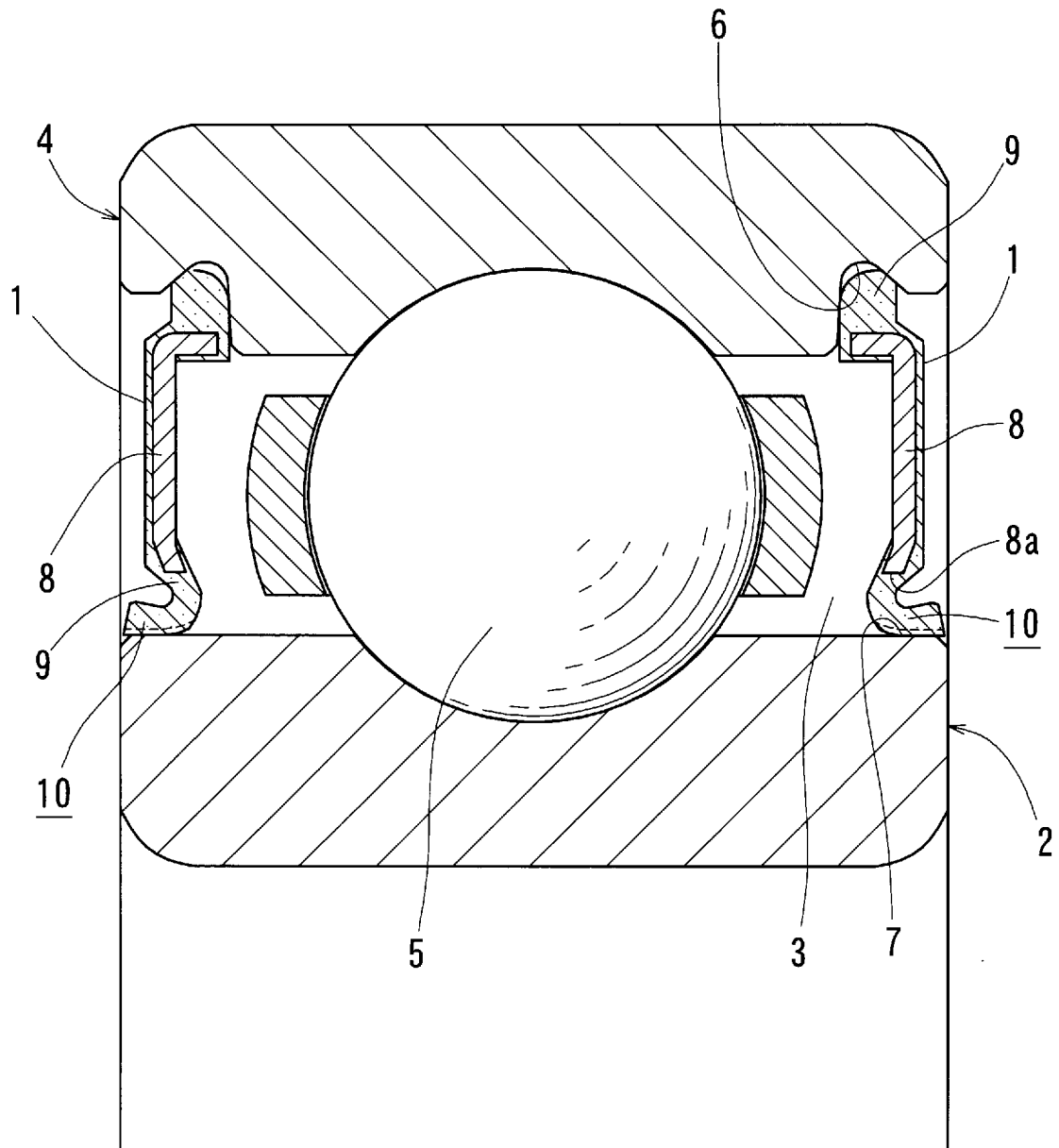
請求の範囲

- [請求項1] ゴム材で形成されたシールリップを有するシール部材と、前記シール部材に対して周方向に相対回転する相手部材とを備え、
- 前記相手部材に形成されたシール摺動面と、前記シールリップとの間に締め代が設定されており、
- 前記シールリップは、前記シール摺動面と流体潤滑状態で摺接する複数の突起を周方向に所定間隔で有し、
- 前記シールリップのうちの周方向に隣り合う前記突起間に亘る表面部と、前記相手部材の前記シール摺動面との間に、正の値の隙間が設けられているオイルシールにおいて、
- 前記表面部の周方向中央と前記シール摺動面との間での前記隙間の値が、前記突起の高さの0.7倍以下であることを特徴とするオイルシール。
- [請求項2] 前記表面部の周方向中央と前記シール摺動面との間での前記隙間の値が、前記突起の高さの0.5倍以下である請求項1に記載のオイルシール。
- [請求項3] 前記突起の高さが0.01mm以上、0.10mm未満である請求項1又は2に記載のオイルシール。
- [請求項4] 請求項1から3のいずれか1項に記載のオイルシールを備え、前記シール部材が、軸受内部空間と外部との間を区切るものとなっているシール付軸受。
- [請求項5] 自動車のトランスミッションの回転軸を支持する請求項4に記載のシール付軸受。

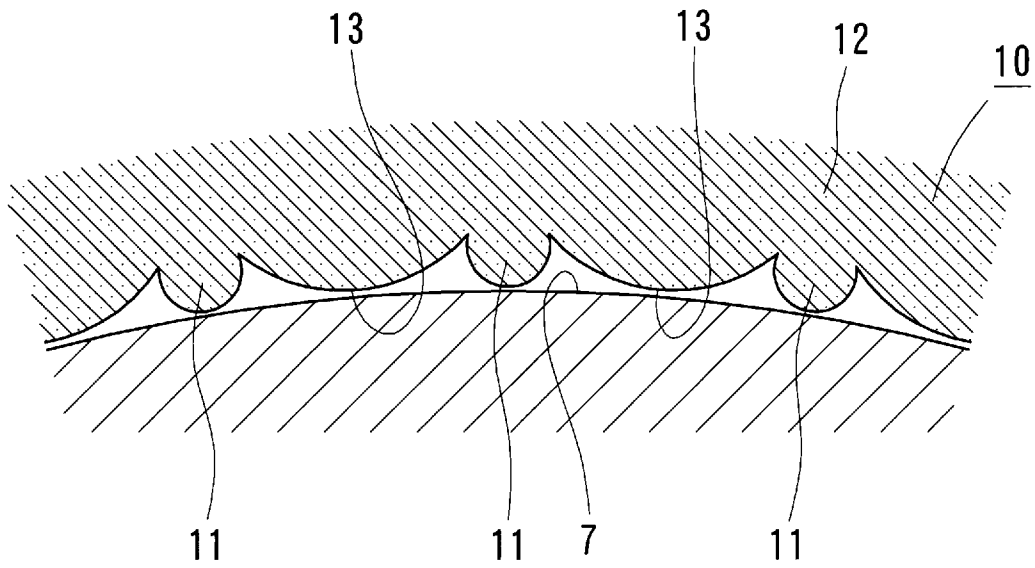
[図1]



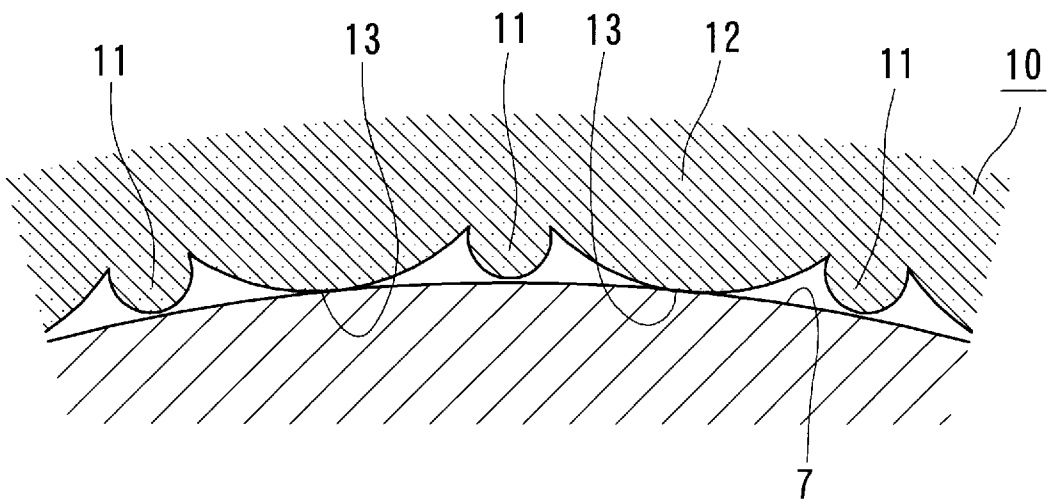
[図2]



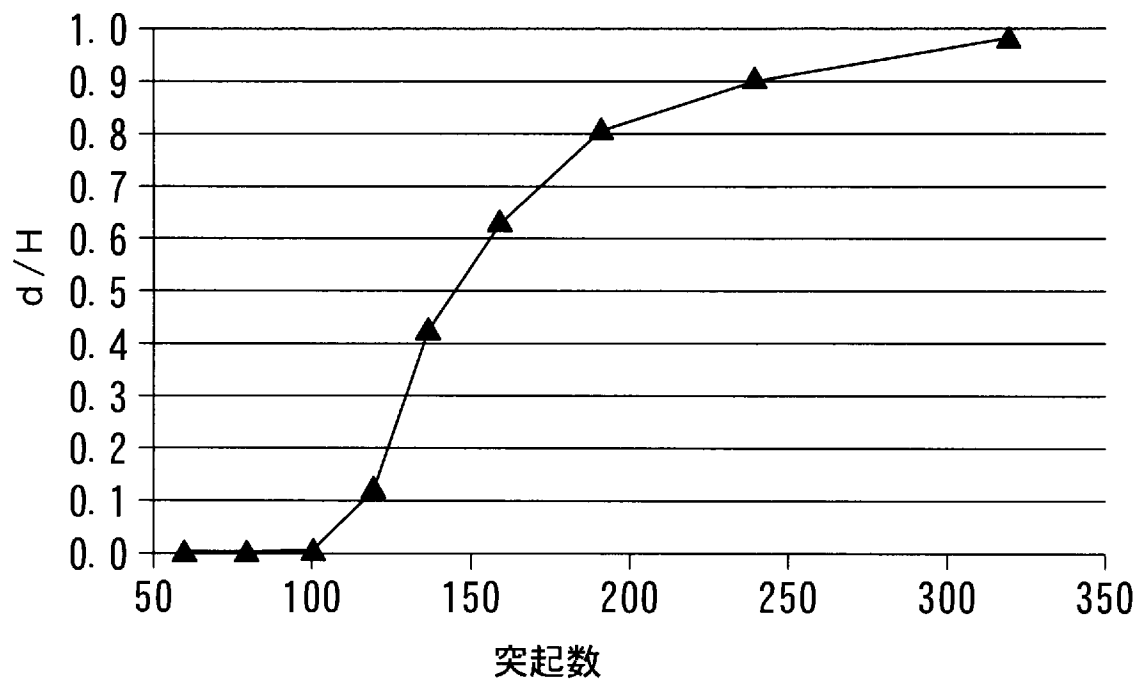
[図4]



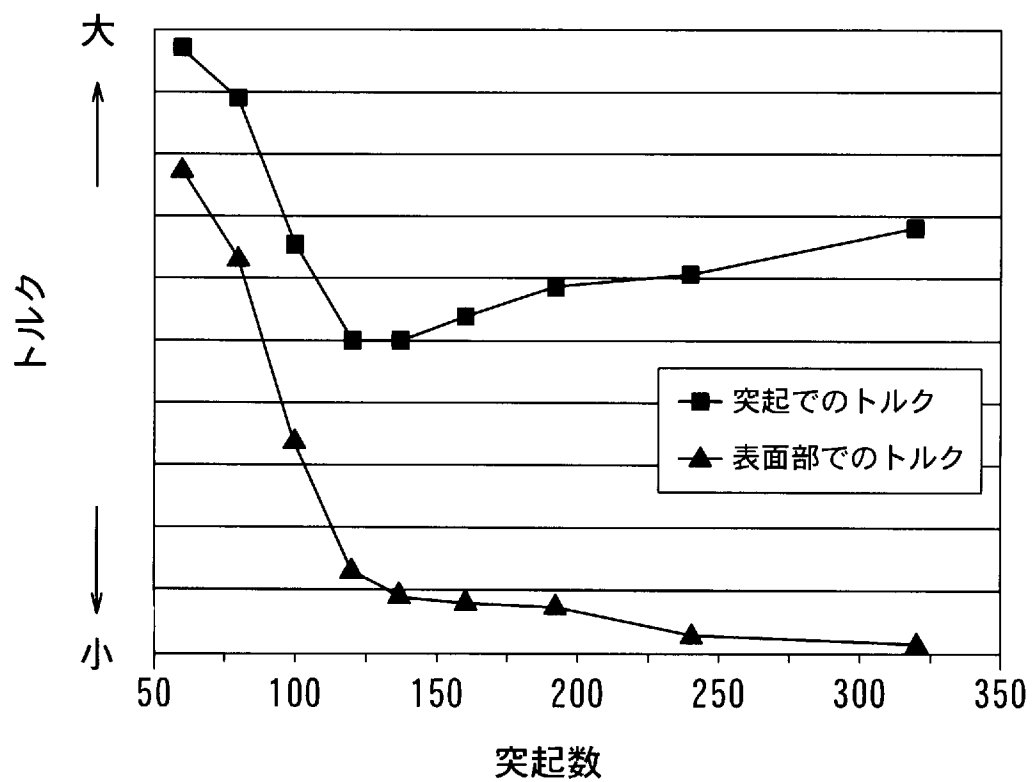
[図5]



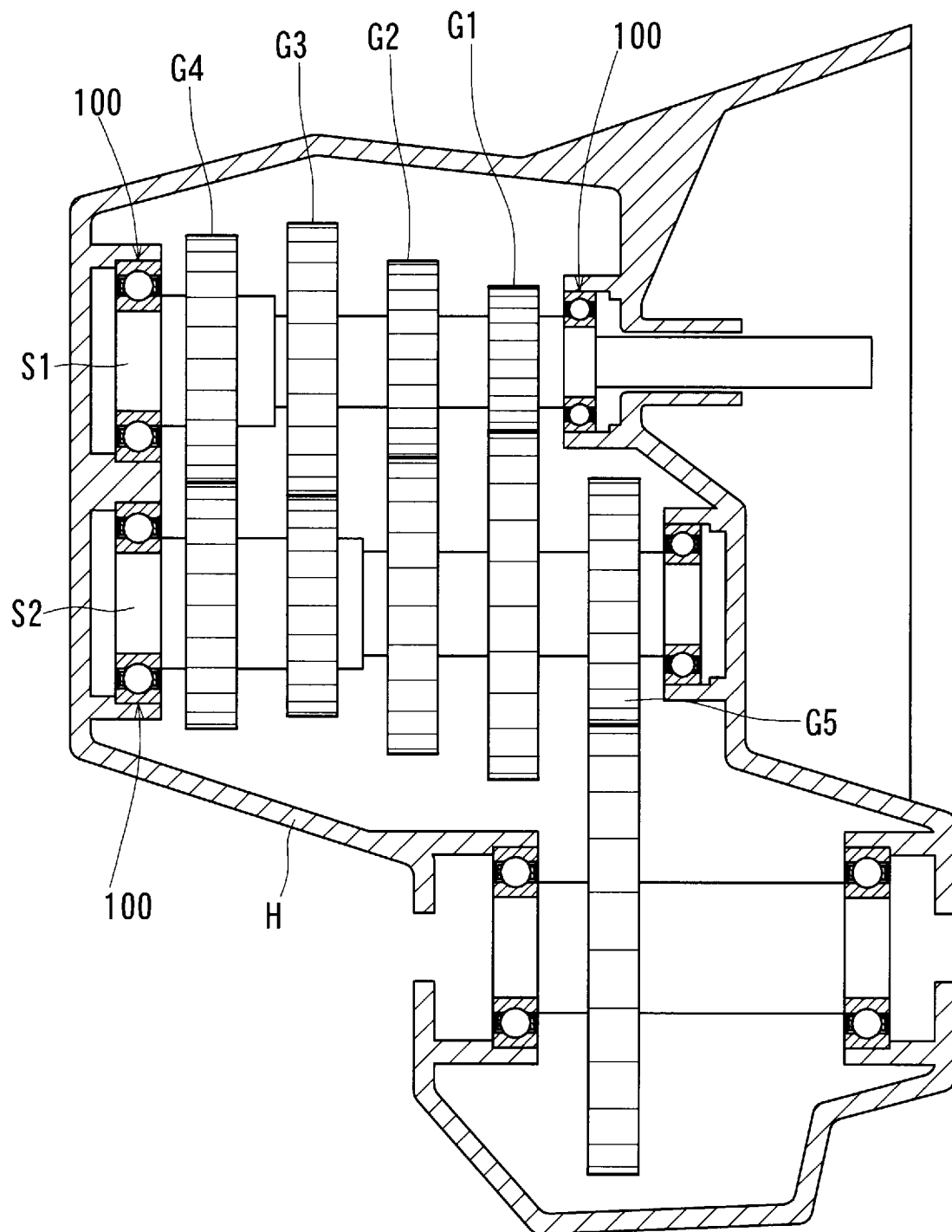
[図6]



[図7]



[図8]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/007988

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int. Cl. F16J15/3204(2016.01)i, F16C33/72(2006.01)i, F16C33/76(2006.01)i, F16C33/78(2006.01)i, F16J15/324(2016.01)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)

Int. Cl. F16J15/3204, F16C33/72, F16C33/76, F16C33/78, F16J15/324

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996

Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2018

Registered utility model specifications of Japan 1996-2018

Published registered utility model applications of Japan 1994-2018

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 9-159031 A (NOK CORP.) 17 June 1997, entire text, all drawings (Family: none)	1-5
A	US 2003/0085527 A1 (HACKER, Gunther) 08 May 2003, entire text, all drawings & DE 10154789 A	1-5
A	US 5921555 A (FREUDENBERG-NOK GENERAL PARTNERSHIP) 13 July 1999, entire text, all drawings (Family: none)	1-5
A	US 5139275 A (FIRMA CARL FREUDENBERG) 18 August 1992, entire text, all drawings & JP 022-125177 A & EP 362468 A1 & DE 3833042 A	1-5



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
23.04.2018

Date of mailing of the international search report
15.05.2018

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/JP2018/007988

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4399998 A (THE TIMKEN COMPANY) 23 August 1983, entire text, all drawings & GB 2112879 A	1-5
A	US 4427205 A (FIRMA CARL FREUDENBERG) 24 January 1984, entire text, all drawings & EP 82239 A1 & DE 3150472 A1	1-5

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. F16J15/3204(2016.01)i, F16C33/72(2006.01)i, F16C33/76(2006.01)i, F16C33/78(2006.01)i, F16J15/324(2016.01)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. F16J15/3204, F16C33/72, F16C33/76, F16C33/78, F16J15/324

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	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018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 9-159031 A (エヌオーケー株式会社) 1997.06.17, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-5
A	US 2003/0085527 A1 (HACKER, Gunther) 2003.05.08, 全文, 全図 & DE 10154789 A	1-5
A	US 5921555 A (FREUDENBERG-NOK GENERAL PARTNERSHIP) 1999.07.13, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-5

☑ 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

23.04.2018

国際調査報告の発送日

15.05.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/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)

杉山 悟史

3W

3322

電話番号 03-3581-1101 内線 3367

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	US 5139275 A (FIRMA CARL FREUDENBERG) 1992.08.18, 全文, 全図 & JP 02-125177 A & EP 362468 A1 & DE 3833042 A	1-5
A	US 4399998 A (THE TIMKEN COMPANY) 1983.08.23, 全文, 全図 & GB 2112879 A	1-5
A	US 4427205 A (FIRMA CARL FREUDENBERG) 1984.01.24, 全文, 全図 & EP 82239 A1 & DE 3150472 A1	1-5