

(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9月15日(15.09.2016)



(10) 国際公開番号

WO 2016/143786 A1

- (51) 国際特許分類:
F16C 33/78 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2016/057176
- (22) 国際出願日: 2016年3月8日(08.03.2016)
- (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 2015-045800 2015年3月9日(09.03.2015) JP
特願 2016-038993 2016年3月1日(01.03.2016) JP
特願 2016-044050 2016年3月8日(08.03.2016) 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: 稲増 一剛(INAMASU Kazunori); 〒4388510 静岡県磐田市東貝塚1578番地 NTN株式会社内 Shizuoka (JP). 吉村 友悟(YOSHIMURA Yugo); 〒4388510 静岡県磐田市東貝塚1578番地 NTN株式会社内 Shizuoka (JP). 和久田 貴裕(WAKUDA Takahiro); 〒4388510

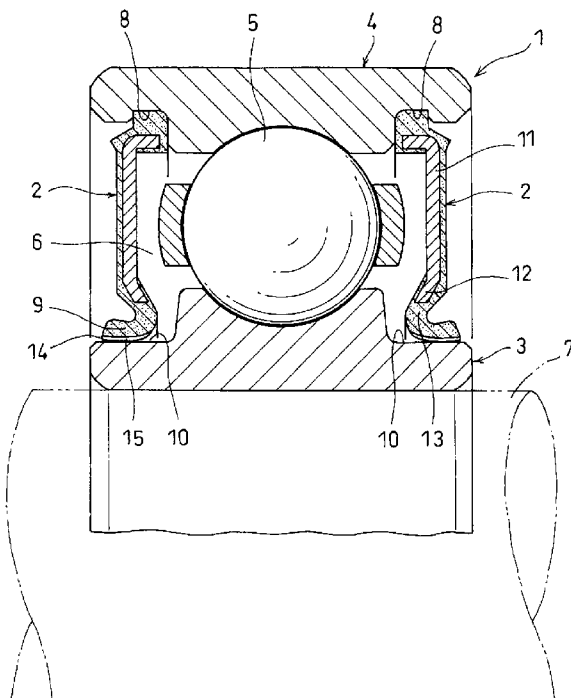
静岡県磐田市東貝塚1578番地 NTN株式会社内 Shizuoka (JP). 佐々木 克明(SASAKI Katsuaki); 〒4388510 静岡県磐田市東貝塚1578番地 NTN株式会社内 Shizuoka (JP).

- (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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, 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

[続葉有]

(54) Title: SEALED BEARING

(54) 発明の名称: シール付軸受



(57) Abstract: A plurality of projections (14) is formed on a sealing lip (9) of a sealing member (2). An oil channel (15) occurs between the sealing lip (9) and a seal sliding face (10) that slides in the circumferential direction with respect to the projections (14) and spans across and communicates between a bearing internal space (6) and the exterior but does not allow foreign bodies of a prescribed size to pass. Lubricating oil in the oil channel (15) is pulled between the sealing lip (9) and the seal sliding face (10) due to rotation of a bearing, formation of an oil film is facilitated therebetween, and a fluid lubrication state is made between the sealing lip (9) and the seal sliding face (10).

(57) 要約: シール部材(2)のシールリップ(9)に多数の突起(14)を形成する。これら突起(14)に対して周方向に摺動するシール摺動面(10)と、シールリップ(9)との間に、軸受内部空間(6)及び外部間に亘って連通し、かつ所定粒径の異物にとって通過不可な油通路(15)が生じる。軸受回転に伴い、油通路(15)内の潤滑油がシールリップ(9)及びシール摺動面(10)間に引き摺り込まれ、この間での油膜形成が促進されて、シールリップ(9)とシール摺動面(10)との間が流体潤滑状態となる。



ロシア (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))

明 細 書

発明の名称： シール付軸受

技術分野

[0001] この発明は、転がり軸受及びシール部材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アの摩耗粉等の異物が混在する。このため、シール部材により、軸受内部空間への異物侵入を防ぎ、転がり軸受の早期破損を防止することが行われている。

[0003] 一般的なシール部材は、ゴム状材料等で形成されたシールリップを有する。軌道輪、スリング等、シール部材に対して周方向に回転する軸受部品には、シールリップを滑り接触させるシール摺動面が形成されている。シールリップとシール摺動面が全周に亘って滑り接触するため、シールリップの引き摺り抵抗（シールトルク）による軸受トルクの上昇を招く。また、その滑り接触の摩擦は、転がり軸受の温度上昇を促進する。この温度上昇が進むと、軸受内部空間及び外部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] このような接触シール部材のシールトルクを抑えるため、シール摺動面にショットピーニングを施すことにより、最大粗さ $R_y 2.5 \mu m$ 以下の微小凹凸を有するシール摺動面とし、その凹部に貯留した潤滑油によりシールリップ及びシール摺動面間の油膜形成を促進することが提案されている（特許文献1）。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特開2007-107588号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] しかしながら、特許文献1のようなショットピーニングによる低トルク化は、シールリップとシール摺動面間のすべり面積を低減させることでもたらされているが、その低減に限界があるので、達成し得る低トルク化が限られていた。

[0007] また、軸受運転の初期は、潤滑油の温度が比較的低いため、潤滑油の粘度が比較的高く、油膜を形成し易い潤滑条件にあるが、運転継続で油温が上昇して粘度が低下すると、油膜が切れ易い潤滑条件となる。軸受を高速運転する程、シールリップに対するシール摺動面の相対的な周速が大となり、シールリップ及びシール摺動面間の摩擦に伴う発熱が大となるので、油温上昇やシールリップの摩耗が進み易くなる。このため、シール付軸受の高速運転や許容回転速度には、潤滑条件から限界がある。電気自動車（EV）では、駆動系の回転部を支持するシール付軸受の高速運転の要求が強いが、ショットピーニングによる低トルク化では要求に応えきれない。

[0008] 非接触シール部材とすれば、シールトルクを無くすことは可能だが、シール部材及び軸受部品間の隙間の大きさについて所定粒径の異物侵入を防止できるような各種誤差の管理が難しくなる。

[0009] 上述の背景に鑑み、この発明が解決しようとする課題は、所定粒径の異物侵入を防ぎつつ、シール付軸受の低トルク化や高速化を図ることである。

課題を解決するための手段

[0010] 上記の課題を達成するため、この発明は、軸受内部空間及び外部間を区切るシール部材と、前記シール部材に設けられたシールリップと、前記シールリップに対して周方向に摺動するシール摺動面と、前記シールリップの少なくとも周方向一箇所に形成され、前記軸受内部空間及び外部間に亘って連通する油通路を前記シール摺動面及び当該シールリップ間に生じさせる突起と、を備え、前記シールリップに、当該シールリップ及び前記シール摺動面間を流体潤滑状態にすることが可能な態様で前記突起が形成されているシール付軸受に構成したものである。

発明の効果

[0011] 上記構成によれば、シール摺動面及びシールリップ間において突起による油通路が生じ、油通路内の潤滑油が軸受回転に伴ってシール摺動面及びシールリップ間にくさび効果で引きずり込まれ、この間での油膜形成を促進する。このため、シールリップとシール摺動面とが油膜によって完全に分離されて直接接触しない状態（すなわち流体潤滑状態）で軸受運転を行えるので、シールトルクを実質的に零に近づけ、シールリップが実質的に摩耗せず、シールリップ及びシール摺動面間の摺動による発熱を抑えることができる。したがって、シールリップに対するシール摺動面の相対的な周速として許容し得る速度も高くなり、従来では達成できなかったシール付軸受の高速運転の要求にも応えることが可能となる。さらには、吸着作用も防止される。

また、油通路を通過可能な異物の粒径は、突起の突出高さに基づいて定めることができる。従い、侵入を防止すべき粒径を任意に定め、その所定粒径の異物が油通路から侵入しないようにすることが可能である。

このように、この発明は、上記構成の採用により、所定粒径の異物侵入を防ぎつつ、シール付軸受の低トルク化や高速化を図ることができる。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]この発明の第1の実施例に係るシール付軸受を示す断面図

[図2A]図1のシールリップ付近の拡大図

[図2B]図2A中のb-b線の断面図

[図3]第1の実施例に係る突起の作用を示す部分断面図

[図4]第1の実施例に係る試験結果を示す図

[図5]この発明の第2の実施例に係るシールリップを示す断面図

[図6]この発明の第3の実施例に係るシールリップ及びシール摺動面を示す断面図

[図7]この発明の第4の実施例に係るシール付軸受を示す断面図

[図8]車両のトランスミッション（AT／MT）内の潤滑油に含まれた異物の粒径分布と数を示す図

[図9]図8の粒径分布の割合を示す円グラフ

[図10]車両のトランスミッション（CVT）内の潤滑油に含まれた異物の粒径分布と数を示す図

[図11]図10の粒径分布の割合を示す円グラフ

[図12]図7の図中右側のシール部材のシールリップ付近の拡大図

[図13]図12のX111-X111線の拡大断面図

[図14]第4の実施例に係るシールリップを軸方向から示す部分正面図

[図15]第4の実施例での流体潤滑モードを示す潤滑領域図

[図16]第4の実施例での突起間の間隔と理論油膜厚さと軸受回転トルクの関係を示す図

[図17]第4の実施例での突起のR寸法と理論油膜厚さとの関係を示す図

[図18]この発明の第5の実施例に係るシールリップを示す部分斜視図

[図19A]図18のシールリップの加硫成形の様子を示す模式図

[図19B]図19Aで成形されたシールリップの模式図

[図20A]仮想モデルのシールリップの加硫成形の様子を示す模式図

[図20B]図20Aで成形されたシールリップの模式図

[図21]この発明の第6の実施例に係るシール付軸受を示す断面図

[図22]図21の図中右側のシール部材のシールリップ付近の拡大図

[図23]この発明の第7の実施例に係るシール付軸受を示す断面図

[図24]この発明の第8の実施例に係るシール付軸受を示す断面図

[図25]第8の実施例での突起間の間隔と理論油膜厚さとの関係を示す図

[図26]この発明に係る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

[0013] この発明の好ましい実施形態を説明する。

第1の実施形態では、前記突起が、周方向全周に亘って均一間隔で配置されている。第1の実施形態によれば、シール摺動面の全周に亘って油膜形成を均一に促進することができる。

[0014] 第2の実施形態では、前記突起の少なくとも一箇所に周方向へ延びた溝が

形成されている。第2の実施形態によれば、軸受回転に伴い、前記油通路内の潤滑油が突起の溝に入り込むため、シールリップ及びシール摺動面間の油膜形成をさらに促進することができる。また、溝の形成により、シールトルクへの影響が大きい摺動接触の面積を減らすこともできる。

[0015] 第3の実施形態では、前記突起と前記シール摺動面間の隙間は、油通路側で大、突起側で小のくさび状に形成されている。第3の実施形態によれば、軸受回転に伴い、油通路内の潤滑油は、突起とシール摺動面間の隙間で生じるくさび効果によって突起側へ引きずり込まれ易くなり、突起とシール摺動面間に油膜が形成され易くなる。また、くさび状に対応の突起形状により、シールトルクへの影響が大きい摺動接触の面積を減らすこともできる。

[0016] 第4の実施形態では、前記突起が、周方向と直交する向きに延びており、当該突起が、周方向幅の両端から周方向幅の中央に向かって次第に前記シール摺動面に接近するR形状になっている。第4の実施形態によれば、突起がシール摺動面との摺動方向である周方向に直交する向きに延び、かつ突起が摺動接触し得る領域を減らすR形状になっているので、突起とシール摺動面の摺動接触する領域を線状にすることができる。また、このようなR形状にすると、前述のくさび状の隙間のくさび角度が広大側から狭小側に向かって次第に小さくなることから、くさび効果を効果的に発生させて線状領域での油圧を高めることができ、突起とシール摺動面との間の潤滑状態を流体潤滑状態とすることが容易となる。また、シール部材の取り付け時、突起がシール摺動面に擦られても、R形状の突起が周方向に曲がってしまう懸念がなく、取り付け時にシールトルクの低減性能を損なう恐れがない。

実施例

[0017] 以下、この発明に係る第1の実施例を図1～3に基づいて説明する。第1の実施例は、図1に示すように、転がり軸受1と、転がり軸受1の両側に配置されたシール部材2とを備えるシール付軸受になっている。

[0018] 転がり軸受1は、内輪3と、外輪4と、複数の転動体5とを有する。内輪3及び外輪4によって環状の軸受内部空間6が形成される。複数の転動体5

は、軸受内部空間 6 内で内輪 3 及び外輪 4 間に介在しながら公転する。転動体 5 として、玉が採用されている。軸受内部空間 6 には、グリース、オイルバス等の適宜の手段により、潤滑油が供給される。

[0019] 内輪 3 は、回転軸 7 に取り付けられ、回転軸 7 と一体に回転する。外輪 4 は、ハウジング、ギア等、回転軸 7 からの荷重を負荷させる部材に取り付けられる。転がり軸受 1 は、回転軸 7 を支持する。

[0020] 回転軸 7 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。

[0021] シール部材 2 は、軸受内部空間 6 及び外部間を区切る。シール部材 2 を境界とした外部側には、ギアの摩耗粉、クラッチの摩耗粉、微小碎石等、転がり軸受 1 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転がり軸受 1 付近に到達し得る。シール部材 2 は、外部から軸受内部空間 6 への異物侵入を防止する。

[0022] 以下、転がり軸受 1 の軸受中心軸に沿った方向を「軸方向」という。軸方向に直交する方向を「径方向」という。軸受中心軸回りの円周方向を「周方向」という。転がり軸受 1 の軸受中心軸と、回転軸 7 の回転中心軸とは、同軸に設定されている。

[0023] 外輪 4 の内周の端部にシール溝 8 が形成されている。シール部材 2 は、シール溝 8 に圧入された外周縁と、内周側で舌片状に突き出たシールリップ 9 とを有する。シール部材 2 は、その外周縁とシール溝 8 の圧入により、外輪 4 に取り付けられる。

[0024] 内輪 3 の外周には、シールリップ 9 に対して周方向に摺動するシール摺動面 10 が形成されている。シール摺動面 10 は、周方向全周に亘る円筒面状になっている。

[0025] シール部材 2 は、金属板製の芯金 11 と、芯金 11 の少なくとも内径部 12 に付着した加硫ゴム材 13 により形成されている。シールリップ 9 は、加硫ゴム材 13 により舌片状に形成されている。芯金 11 は、周方向全周に亘

る環状に形成されたプレス加工部品になっている。加硫ゴム材 13 は、加硫成形されたゴム部になっている。シール部材 2 は、例えば、芯金 11 を型に入れて加硫ゴム材 13 を加硫成形することにより、一体の部品として製造される。加硫ゴム材 13 は、芯金 11 の全体に付着させてもよいし、芯金 11 の内径部 12 のみに付着させてもよい。

[0026] 図 2 A、図 2 B に示すように、シールリップ 9 は、シール摺動面 10 に対して径方向に接触するラジアルリップになっている。シールリップ 9 及びシール摺動面 10 間に径方向の締め代が設定されている。この締め代により、シール摺動面 10 に径方向に押し付けられたシールリップ 9 が外部側へ曲がったゴム状弾性の変形を生じ、シールリップ 9 の緊迫力を生む。シール部材 2 の取り付け誤差、製造誤差等は、シールリップ 9 の曲がり具合の変化によって吸収される。

[0027] シールリップ 9 の緊迫力をなるべく抑えてシールトルクの低減を図るため、シールリップ 9 のうち、外部側への曲げ変形を与える腰部の肉厚は、なるべく薄くすることが好ましい。

[0028] シールリップ 9 は、シール摺動面 10 との直交方向、すなわちシール摺動面 10 に接する接線に垂直な法線方向に突出高さをもった突起 14 を有する。シール摺動面 10 が軸受中心軸を中心とした円筒面状なので、これとの直交方向は、径方向に相当する。突起 14 は、シールリップ 9 の先端から、シール摺動面 10 と径方向に対面し得る範囲の全域に亘って形成されている。シール部材 2 の取り付け時、シール摺動面 10 に接触する突起 14 がシールリップ 9 の緊迫力に抗して突っ張ることにより、突起 14 を境とした周方向両側において軸受内部空間 6 及び外部間に亘って連通する油通路 15 が生じる。

[0029] 突起 14 は、周方向全周に亘って均一間隔で配置されている。このため、油通路 15 も周方向全周に亘って均一間隔で生じる。突起 14 が全周に亘って分散配置されている。シールリップ 9 及びシール摺動面 10 間の締め代は、突起 14 上で設定されている。このため、シールリップ 9 は、突起 14 に

おいてのみシール摺動面 10 と摺動接触し得る。

[0030] 油通路 15 は、概ねシール摺動面 10 に沿った溝状で軸受内部空間 6 及び外部間を連通する。グリース潤滑の場合、グリースから滲み出た基油は、軸受内部空間 6 から油通路 15 を通って外部へ至る。オイルバス又は跳ねかけの場合、潤滑油は、外部から油通路 15 を通って軸受内部空間 6 へ至り、また、軸受内部空間 6 から油通路 15 を通って外部へ至る。

[0031] 突起 14 及びシール摺動面 10 間に生じる隙間は、油通路 15 に周方向に近い側が大、突起 14 に周方向に近い側が小となるくさび状に形成されている。このため、突起 14 は、突起 14 の周方向両隅において面取り状に形成されている。突起 14 を R 面取り状とした例を図示したが、C 面取り状でもよく、前述のくさび状を形成可能な適宜の面取り形状を採用することができる。

[0032] 図 3 に示すように、内輪 3 が周方向に回転するとき（図中に内輪 3 の回転方向を矢線で示す。）、油通路 15 内の潤滑油（図中に二点鎖線で示す。）は、シール摺動面 10 の回転に伴ってシール摺動面 10 及びシールリップ 9 の突起 14 間に引きずり込まれ、この間での油膜形成を促進する。このため、シールリップ 9 とシール摺動面 10 間の摩擦係数（ μ ）が低下し、シールトルクが低減する。さらに、軸受内部空間 6 及び外部間の通油性は、油通路 15 によって向上する。このため、転がり軸受 1 の温度上昇が抑制され、ひいては、吸着作用も防止される。したがって、第 1 の実施例は、シール付軸受の低トルク化を図ることができる。

[0033] また、突起 14 とシール摺動面 10 間にくさび状空間になっているため、油通路 15 内の潤滑油がくさび効果によって突起 14 側へ引きずり込まれ易くなり、突起 14 とシール摺動面 10 間に油膜が形成され易くなる。また、突起 14 の周方向幅全体をシール摺動面 10 との滑り接触面とした場合に比して、突起 14 を面取り状に形成した分、シールトルクへの影響が大きい摺動面積を減らすこともできる。これらのことから、第 1 の実施例は、シールトルクを容易に低減することができる。

- [0034] また、油通路 15 を通過可能な粒径は、突起 14 のシール摺動面 10 との直交方向の突出高さ h に基づいて定めることができる。従い、第 1 の実施例は、侵入を防止すべき粒径を任意に定め、その所定粒径の異物が油通路 15 から軸受内部空間 6 へ侵入しないようにすることが可能である。
- [0035] 例えば、車両のトランスミッションの回転部を支持する用途等、外部に金属製ギアの摩耗粉が存在する使用環境を想定する場合、転がり軸受の早期破損原因となるような摩耗粉は、粒径 $0.05 \sim 0.3 \text{ mm}$ を超える異物として仮定することができる。突起 14 の突出高さ h を 0.3 mm 以下に設定しておけば、そのような摩耗粉が通過できない油通路 15 を生じさせることができる。
- [0036] また、油通路 15 の通油性を良好にするため、突起 14 の突出高さ h を 0.05 mm 以上に設定することが好ましい。
- [0037] また、第 1 の実施例は、突起 14 をシールリップ 9 に形成するため、シール摺動面 10 を加工の容易な円筒面状、溝状等、全周に亘って同じ断面形状として軌道輪に直接形成することが簡単である。シールリップ 9 の加硫成形時に突起 14 を一体成型することが可能であり、格別加工が困難化することはない。
- [0038] 突起の有無がシールトルクに与える影響を試験した。その試験結果を図 4 に示す。各試験 1 ～ 3 では、同一シール付軸受において、2 条件の荷重 A, B ($A < B$ のラジアル荷重) を採用している。各試験 1 ～ 3 において突起有りの試験サンプルは、第 1 の実施例に相当するものとしている。試験 1 の締め代は、試験 2 の締め代よりも若干大きく、試験 3 の締め代よりも明らかに小さい。また、試験 1 と試験 2、3 とでは潤滑油の種類が異なる。各試験 1 ～ 3 において、突起有りの試験サンプルと突起無しの試験サンプルには同じ締め代設定としてあり、その他の試験条件についても実質的に同一である。
- [0039] 試験 1 において、突起有りの場合のシールトルクは、突起無しの場合のシールトルクに比して、荷重 A で 30% 低減し、荷重 B で 36% 低減した。また、試験 2 において、突起有りの場合のシールトルクは、同じく比して、荷

重Aで63%低減し、荷重Bでも63%低減した。また、試験3において、突起有りの場合のシールトルクは、同じく比して、荷重Aで89%低減し、荷重Bで85%低減した。試験1～3から、突起によるシールトルクの低減効果は、締め代の差異、潤滑油の差異、負荷荷重条件に関わらず確認することができた。

[0040] 特に試験2、3では、シールリップの各突起に実質的な摩耗が生じおらず、シールリップの突起以外の箇所がシール摺動面に接触した痕跡も生じていなかった。これは、軸受停止から運転初期の短時間において、軸受運転速度が低く、シールリップに対するシール摺動面の相対的な周速が一定未満となっており、くさび効果が弱くてシールリップとシール摺動面間が境界潤滑状態になっており、軸受運転速度が上がって前述の周速が一定速度以上となっていた試験時間の略全時間において、シールリップとシール摺動面間が流体潤滑状態に保たれていたため、と考えられる。

[0041] 第2の実施例を図5に基づいて説明する。なお、以下では、第1の実施例との相違点を述べるに留める。図示のように、第2の実施例においては、突起14に周方向へ延びた溝21が形成されている。溝21は、突起14を周方向に横断している。溝21は、突起14に均一間隔で並ぶように形成されている。軸受回転に伴い、油通路15内の潤滑油が溝21に入り込む。このため、第2の実施例は、シールリップ9及びシール摺動面10間の油膜形成をさらに促進することができる。また、第2の実施例は、シールトルクへの影響が大きいシールリップ9及びシール摺動面10間の滑り接触の面積について、突起14に溝21を形成した分、第1の実施例よりも減らすこともできる。溝21は、突起14の一箇所のみ形成してもよい。一箇所でも溝21があれば、油通路15内の潤滑油を周方向に突起14の奥深くまで導くことができ、突起14及びシール摺動面10間の油膜形成に有利である。

[0042] 第3の実施例を図6に基づいて説明する。図示のように、第3の実施例においては、シール摺動面10及び突起14に、ショットピーニングによる凹凸が形成されている。同図中では凹凸を誇張して描いているが、ショットピ

ーニングによる凹凸は微小であり、突起14の高さにとって、シール摺動面10の凹凸は無視することができる。例えば、シール摺動面10の最大高さ粗さ R_z は、 $2.5\mu\text{m}$ 以下とされる。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。ショットピーニングによる凹凸を突起14に形成する手段として、シールリップ9の成型に用いる型にショットピーニングを行うことにより、型表面に微小な凹凸を形成し、その成型時に当該凹凸を転写する製法が挙げられる。第3の実施例は、シール摺動面10の無数の微小凹部31、突起14の無数の微小凹部32に貯留した潤滑油により、シールリップ9及びシール摺動面10間の油膜形成を促進することができる。なお、シール摺動面10の微小凹部31及び突起14の微小凹部32のいずれか片方のみを採用してもよいが、比較的摩耗し易い突起14側で油膜形成を促進するため、少なくとも突起14の微小凹部32が形成されていることが好ましい。

[0043] 上述の各実施例では、突起を周方向に均一配置した例を示したが、不均一に配置したり、周方向一箇所のみに配置したりすることも可能である。一箇所でも突起によって油通路を生じさせることは可能であり、シールトルクの低減効果を期待することができる。

[0044] また、上述の各実施例では、油通路の通油性を良好にするため、直線状に延びている油通路としたが、突起をランダムに点在させて油通路を網状に生じさせてもよい。

[0045] また、上述の各実施例では、シール部材を芯金と加硫ゴム材とから構成したものを例示したが、この発明は、単材により形成されるシール部材にも適用することも可能である。この場合、シールリップに所要の締め代を設定可能であればよく、例えば、シール部材の材料として、ゴム材又は樹脂材を用いることができる。

[0046] また、上述の各実施例では、シールリップとしてラジアルリップを例示したが、この発明は、シール摺動面に対して軸方向に接触するアキシャルリップに適用することも可能である。

[0047] また、上述の各実施例では、内輪回転、ラジアル軸受を例示したが、この発明は、外輪回転、スラスト軸受に適用することも可能である。

[0048] 第4の実施例を図7～図17に基づいて説明する。図7に示す第4の実施例は、使用環境として車両のトランスミッション内を想定したシール付軸受100となっている。車両のトランスミッション内に存在するシール付軸受への給油は、一般に、跳ねかけ、オイルバス、ノズル噴射等の適宜の方式で行われる。よって、シール付軸受の内輪もしくは外輪に固定されるシール部材のシールリップ周辺には、潤滑油が存在している。給油される潤滑油は、トランスミッション内に存在するギア等の他の潤滑部分でも共通に用いられるものである。その潤滑油は、オイルポンプで循環されており、その循環経路に設けられたオイルフィルタによって濾過される。

[0049] 本願の発明者は、実際に市場で使用された潤滑油を車両の走行距離別に回収し、それら使用済み潤滑油に混ざっている異物の数、異物の粒径の分布、異物の材料を調べた。そのオーマチックトランスミッション（AT）又はマニュアルトランスミッション（MT）の車両8台から回収した潤滑油について調べた異物の数と粒径分布を図8に示す。図8の縦軸は対数目盛りとし、横軸に車両の走行距離を取り、その縦軸に異物（微粒きょう雑物）の100m¹当りの個数を取っている。計数対象とする異物は、粒径5 μ m以上のものとした。計数は、粒径の区分ごとに行った。その区分は、粒径5 μ m以上15 μ m未満、粒径15 μ m以上25 μ m未満、粒径20 μ m以上50 μ m未満、粒径50 μ m以上100 μ m未満、粒径100 μ m以上としている。ここでの測定は、ハイアックロイコ社製の型番8000Aの測定機にて、微粒きょう雑物質質量法を用いた。図8の粒径分布を図9に円グラフで示す。

[0050] 図10は、無段変速機（CVT）の車両10台から回収した潤滑油について調べた異物の数と粒径分布を図8と同様に示した。図10の粒径分布を図11に円グラフで示す。回収対象とした車両メーカー、車種、走行距離はばらばらであるが、図8、図9と図10、図11との比較から明らかなように、ギアが多用されるAT/MTの方がCVTよりも異物の粒径、異物の数と

にも多い傾向が認められた。また、トランスミッションの形式を問わず、粒径の分布としては、 $50\mu\text{m}$ 以下のものが99.9%以上を占めた。粒径 $50\mu\text{m}$ を超える異物の数は、走行距離が大きくなってもAT/MTの場合で1000個未満、CVTの場合で200個未満であった。このことは、近年、オイルフィルタの性能が向上し、潤滑油中の異物が微細化している（つまり大きな粒径の異物がオイルフィルタで取り除かれる）ことを示している。

[0051] 一方、軸受内部の潤滑油が異物を含む場合に、その異物の粒径と軸受寿命との関係について調査を行なったところ、粒径の大きな異物が多くなる程に軸受寿命が低下する傾向は存在するが、近年のトランスミッション内の環境のように粒径 $50\mu\text{m}$ 以上の異物が少々存在する程度であれば、シールが無い状態で異物が軸受内に入っても、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）を示すことが分かった。

[0052] 以上の結果に基づき、車両のトランスミッションやディファレンシャルギヤ等の駆動系の回転部支持に用いられるシール付軸受に対し、オイルフィルタで濾過される潤滑油を給油する場合、粒径 $50\mu\text{m}$ を超えるような大きな異物が軸受内部へ侵入することをシール部材で防止する限り、潤滑油に含まれる粒径 $50\mu\text{m}$ 以下の異物が軸受内部に侵入することを許容しても軸受寿命に問題を起こさない、といえる。そして、これを許容するのならば、シールリップとシール摺動面間での潤滑油の流通を潤沢に確保し、前述のくさび効果と相俟ってシールリップとシール摺動面間を流体潤滑状態にすることが実現可能である。

[0053] 図7に示すシール付軸受100は、前述の流体潤滑状態を実現する機能をもたせたものであって、内輪110と、外輪120と、保持器130に保持された複数の玉140と、内輪110及び外輪120間に形成された軸受内部空間の両端を密封する二つのシール部材150とを備える。

[0054] シール付軸受100は、深溝玉軸受となっている。内輪110及び外輪120は、それぞれ横断面（図示断面に相当）において玉140の円周の約1

／3に相当し、かつ周方向全周に亘って途切れのない軌道溝111、121をもっている。

[0055] 図7のシール部材150のシールリップ151付近を図12に拡大して示す。また、図12中のX111ーX111線の断面図を図13に示す。この断面は、シールリップ151とシール摺動面112との間におけるシール摺動面112との直交方向の隙間（油通路160を含む）について、設計上、シール摺動面112との直交方向に最も狭いところでの様子を示すものである。また、シールリップ151を軸受内部空間側から軸方向に視たときの外観を図14に示す。図14は、図7に示すシール部材150の単独かつ自然な状態におけるシールリップ151の外形を描いたものである。ここで、自然な状態は、単独の状態にあるシール部材に外力が作用していない、すなわち当該シール部材が外力によって変形していない状態のことをいう（以下、この状態のことを単に「自然状態と呼ぶ」。）。

[0056] 図12、図13に示すように、シールリップ151とシール摺動面112間の締め代に基づいてシールリップ151が弾性変形することで生じる緊迫力や潤滑油の油圧により、中実な突起152に実質的変形（突起152とシール摺動面112間の潤滑性能に影響を及ぼすような変形）が生じないようにしている。したがって、図示の突起152の形状は、シールリップ151の加硫成型の際に転写された形状と同じに考えてよい。

[0057] 図14に示すように、シールリップ151は、自然状態においてシールリップ151の内径を規定する先端153を有する。

[0058] 図12～図14に示すように、突起152は、周方向と直交する向きに延びている。突起152は、シールリップ151の先端153まで及んでおり、シール摺動面112との間に径方向の締め代をもった範囲の全域に亘って形成されている。

[0059] 突起152は、周方向に一定の間隔dで並んでいる。シールリップ151を軸方向から視た外観で考えると、複数の突起152が、間隔dに対応の一定のピッチ角度 θ で周方向に配置された放射状となって現れている。なお、

放射中心は、図外のシール部材 1 5 0 の中心軸（軸受中心軸に一致）上にある。

[0060] 周方向に隣り合う突起 1 5 2 間の間隔 d 及び突起 1 5 2 の周方向幅 w は、放射状に配置された各突起 1 5 2 がシールリップ 1 5 1 の先端 1 5 3 付近に存在していることと相俟って、シールリップ 1 5 1 が各突起 1 5 2 上でのみシール摺動面 1 1 2 と摺動接触し得るものとなり、各突起 1 5 2 間に油通路 1 6 0 が常に生じさせられる。

[0061] 突起 1 5 2 の高さ h は、0.05 mm に設定されている。この高さ h は、設計上、シール摺動面 1 1 2 と摺動接触し得る範囲内において最も高い位置での値である。この位置は、各突起 1 5 2 とシール摺動面 1 1 2 との間に設定された締め代が最大となるところでもある。軸受運転中の突起 1 5 2 の変形量は無視できるから、シールリップ 1 5 1 とシール摺動面 1 1 2 との間におけるシール摺動面 1 1 2 との直交方向の隙間（油通路 1 6 0 を含む）は、シール摺動面 1 1 2 との直交方向に最も狭いところで突起 1 5 2 の高さ h に相当の広さとなり、実質的に 0.05 mm を超えない。このため、粒径 50 μm を超える異物が外部の潤滑油に含まれていたとしても、その異物が油通路 1 6 0 を通過することは略起こらない、と考えられる。

[0062] 突起 1 5 2 は、周方向幅 w の両端から周方向幅の中央に向かって次第にシール摺動面 1 1 2 に接近する R 形状になっている。この R 形状は、突起 1 5 2 の放射方向の全長に亘って与えられている。このため、突起 1 5 2 とシール摺動面 1 1 2 とが摺動接触し得る領域は、突起 1 5 2 の周方向幅の中央を通る仮想アキシャル平面 P_{ax} 上に線状で存在する。突起 1 5 2 の R 形状の曲率中心は、仮想アキシャル平面 P_{ax} 上にある。

[0063] シールリップ 1 5 1 に対してシール摺動面 1 1 2 が相対的に図 1 3 中矢線 A 方向に回転すると、油通路 1 6 0 内の潤滑油（図 1 3 中にドット模様で示す。）が突起 1 5 2 とシール摺動面 1 1 2 との間のくさび状の隙間に引き摺り込まれる。前述のくさび状の隙間におけるくさび角度は、引き込まれる潤滑油が存在する広大側の油通路 1 6 0 から狭小側に向かって次第に小さくな

ることから、突起 152 とシール摺動面 112 とが摺動接触し得る線状領域（仮想アキシャル平面 P_{ax} 上）に近いところ程、くさび効果が強く生じる。したがって、その線状領域での油膜の油圧をより効果的に高め、突起 152 をシール摺動面 112 から完全に離れさせ、その線状領域での油膜を厚く生じさせることができ、ひいては、突起 152 とシール摺動面 112 との間の潤滑状態を流体潤滑状態とすることが容易となる。

[0064] ここで、突起 152 とシール摺動面 112 との間を完全に分離させる油膜があれば、突起 152 に対してとシール摺動面 112 が直接に接触しない状態で摺動する流体潤滑状態となる。このような油膜を各突起 152 とシール摺動面 112 との間で保つことにより、シールリップ 151 及びシール摺動面 112 間を流体潤滑状態にすることができる。

[0065] その流体潤滑状態を容易に実現するため、シールリップ 151 とシール摺動面 112 間の締め代に基づくシールリップ 151 の緊迫力をなるべく弱く設定する方がよい。このため、シールリップ 151 の腰部をなるべく薄く形成している。

[0066] また、最大高さ粗さ R_z を小さくする方が、流体潤滑状態とするのに必要な油膜の厚さが小さくなる。このため、シール摺動面 112 にショットピーニング処理を施しておらず、シール摺動面 112 の最大高さ粗さ R_z を $1\mu\text{m}$ 未満としている。

[0067] また、周方向に隣り合う突起 152 間の間隔 d が小さい程、つまり突起 152 の数が多い程、シールリップ 151 に対してシール摺動面 112 が相対的に周方向に回転したとき、1 回転当りの突起 152 の通過回数が多くなり、シール摺動面 112 の周方向全周に亘って油膜が連続する状態に保たれ、各突起 152 との間のくさび効果が途絶えることなく生じ易くなるので、流体潤滑状態を保ち易くなる。

[0068] また、突起 152 の R 寸法（突起 152 の表面 154 における曲率半径）が大きい方が、くさび効果が発生し易くなる。

[0069] 本願発明者は、突起 152 の高さ h が 0.05mm の前提で、突起 152

間の間隔 d が 0.3 mm 以上 2.6 mm 以下、突起 152 の周方向幅 w が 0.2 mm 以上 0.7 mm 以下、かつ突起 152 の R 寸法が 0.15 mm 以上 1.0 mm 未満の範囲で突起 152 とシール摺動面 112 間の理論油膜厚さを計算した。その計算は、シールリップ 151 に対してシール摺動面 112 が相対的に周方向に回転する速度（周速）を $0.02 \sim 20.2\text{ m/s}$ の範囲で行なった。また、その計算は、潤滑油として、CVT のプーリとベルトの潤滑を行う CVTF を想定し、油温 30°C の場合と、油温 120°C の場合とで行なった。その結果、これらの使用条件であれば、計算上、Greenwood-Johnson の決めた無次元数である粘性パラメータ g_v と弾性パラメータ g_e に基づく線接触の場合の潤滑領域図において、等粘度-剛体領域（R-I モード）又は等粘度-弾性体領域（E-I モード、ソフト EHL）のいずれかの潤滑モードに分布すること、すなわち流体潤滑状態となることが分かった。図 15 に前述の潤滑領域図における計算結果の分布状況を示す。

[0070] また、本願発明者は、図 13、図 14 に示す突起 152 間の間隔 d と、突起 152 及びシール摺動面 112 間の理論油膜厚さとの関係を計算で求めた。また、本願発明者は、突起 152 の R 寸法と、突起 152 及びシール摺動面 112 間の理論油膜厚さとの関係を計算で求めた。理論油膜厚さは、R-I モードにおいて Martin の最小膜厚計算式を用い、E-I モードにおいて Herrebrugh の最小膜厚計算式を用いた。さらに、本願発明者は、突起 152 間の間隔 d と、シール付軸受 100 の回転トルクとの関係を実験で調べた。図 16 に、突起 152 間の間隔 d と、理論油膜厚さと、軸受回転トルクとの関係を示す。図 17 に、突起 152 の R 寸法と、理論油膜厚さとの関係を示す。突起 152 とシール摺動面 112 間の油膜厚さが薄すぎると摩擦係数 μ が増大し、逆に厚すぎると異物の侵入抑制効果を悪化させる可能性が出てくるので、最大高さ粗さ R_z を上回る油膜厚さを前提で最適な油膜厚さを設定すればよい。

[0071] 図 16 より、突起 152 間の間隔 d が 2.6 mm の場合、突起 152 とシ

ール摺動面 1 1 2 との間には、計算上、約 $3\ \mu\text{m}$ の油膜（ $1\ \mu\text{m}$ 未満の最大高さ粗さ R_z を余裕で上回る）が形成され、 $2.6\ \text{mm}$ より小さい場合に油膜が厚くなる傾向があることが分かり、また、 $2.6\ \text{mm}$ 以下の場合に軸受回転トルクが低下傾向（すなわちシールトルクの低下傾向）を示すことが分かる。したがって、突起 1 5 2 間の間隔 d は、 $2.6\ \text{mm}$ 以下に設定することができる。なお、突起 1 5 2 間の間隔 d が $0.3\ \text{mm}$ 未満になると、シールリップ 1 5 1 を金型で成形することが困難になるので、間隔 d を $0.3\ \text{mm}$ 以上に設定することが好ましい。

[0072] 図 1 7 より、突起 1 5 2 の R 寸法が $0.15\ \text{mm}$ の場合、計算上、約 $3\ \mu\text{m}$ の油膜が形成されることが分かる。したがって、突起 1 5 2 の高さ h を $0.05\ \text{mm}$ に設定する場合、金型で成形することを考慮すると、突起 1 5 2 の R 寸法を $0.15\ \text{mm}$ 以上 1.0 未満に設定することが好ましい。また、突起 1 5 2 の高さ h を $0.05\ \text{mm}$ に設定する場合、突起 1 5 2 の周方向幅 w が突起 1 5 2 の R 寸法に依存するので、突起 1 5 2 の R 寸法を $0.2\ \text{mm}$ 以上 $0.7\ \text{mm}$ 以下に設定することが好ましい。

[0073] これまでの計算結果等を踏まえ、第 4 の実施例では、図 1 2 ～図 1 4 に示すような突起 1 5 2 の高さ h が $0.05\ \text{mm}$ に設定され、突起 1 5 2 間の間隔 d が $0.3\ \text{mm}$ 以上 $2.6\ \text{mm}$ 以下に設定され、突起 1 5 2 の周方向幅 w が $0.2\ \text{mm}$ 以上 $0.7\ \text{mm}$ 以下に設定され、かつ突起 1 5 2 の R 寸法が $0.15\ \text{mm}$ 以上 $1.0\ \text{mm}$ 未満の範囲に設定されている。すなわち、シールリップ 1 5 1 には、前述のシール摺動面 1 1 2 の周速 $0.2\ \text{m/s}$ 以上においてシールリップ 1 5 1 及びシール摺動面 1 1 2 間を流体潤滑状態にすることが可能な態様で突起 1 5 2 が形成されている。なお、その周速 $0.2\ \text{m/s}$ 未満のときは、突起 1 5 2 とシール摺動面 1 1 2 間が境界潤滑状態になる。周速 $0.2\ \text{m/s}$ は、車両のトランスミッションにおいて停止から速やかに到達する速度であるから、軸受運転時間の略全時間においてシールリップ 1 5 1 及びシール摺動面 1 1 2 間を流体潤滑状態にすることができる。

[0074] このように、第 4 の実施例に係るシール付軸受 1 0 0 は、軸受寿命に悪影

響を及ぼすような粒径の異物の軸受内部空間への侵入をシール部材 150 によって防ぎつつ、シールリップ 151 及びシール摺動面 112 間の摺動の摩擦係数 μ を流体潤滑によって極限まで低減し、ひいては、シールトルクを顕著に低減して軸受回転トルクの低トルク化を著しく図ることができる（図 7、図 13 参照）。

[0075] さらに、第 4 の実施例に係るシール付軸受 100 は、従来であればシールリップの摩耗やシールリップ及びシール摺動面間の摺動による発熱の問題が起こるようなシール摺動面の周速（例えば 30 m/s 以上）で運転される場合において、シールリップ 151 及びシール摺動面 112 間を直接接合のない流体潤滑状態とすることが可能なため、シールリップ 151 の摩耗を実質的に無くすと共に前述の発熱も抑えることができる。このため、第 4 の実施例に係るシール付軸受 100 は、従来達成できなかったシール付軸受の高速運転の要求にも応えることが可能となる。

[0076] さらに、第 4 の実施例に係るシール付軸受 100 は、突起 152 が R 形状に形成されているので、シール部材 150 を外輪 120 に取り付けの際に突起 152 がシール摺動面 112 に擦られても、突起 152 が周方向に曲がってしまう懸念がなく、取り付け時にシールトルクの低減性能を損なう恐れがない。例えば、突起を尖った形状にした場合、シール部材の取り付け時にシール摺動面に擦られる多数の突起が周方向のどちら側に曲がるか分からず、シール摺動面との相対回転方向に対して適切なくさび状の隙間となる方へ全ての突起が曲がるように取り付けことは極めて困難である。不適切な向きに曲がった突起のところではくさび効果を満足に得ることができず、シールトルクの低減性能を損なうことになる。

[0077] 第 5 の実施例を図 18～図 20B に基づいて説明する。第 5 の実施例は、第 4 の実施例から突起形状のみを変更したものであり、図 18 に示すように、第 5 の実施例に係る突起 201 は、シールリップ 202 の先端 203 に向かって次第に低くなる形状となっている。なお、図 18 は、自然状態におけるシールリップ 202 の突起 201 付近の拡大斜視図を描いたものである。

突起201のR寸法（突起201の表面204における曲率半径）や曲率中心については、突起201をシールリップ202の先端203に向かって次第に低くするため、シールリップ202の先端203に向かって次第に突起201のR寸法を拡大し、かつ曲率中心を外部側へ移している。

[0078] その突起201の高さは、シールリップ202の先端203上で実質的に零となっている。このため、突起201は、シールリップ202の先端203上に及んでおらず、突起201とシールリップ202の先端203との間には、平坦な面205が存在している。このため、シールリップ202の先端203は、シールリップ202の軸受内部空間側で周方向全周に亘る面205と、シールリップ202の外部側で周方向全周に亘る表面の交わる境界線となっている。

[0079] シールリップ202を加硫成形する様子を図19A、図19Bに示す。なお、図19A、図19Bは、理解を容易にするために概略的に描いたものであり、シールリップ202の形状も大雑把に示している。シールリップ202の加硫成形は、芯金206にゴムシートを加硫成形することで行われる。この際、上型Mp1と下型Mp2とでゴムシートを挟み込み、シール部材のシールリップ202等のゴム部分を成形する。上型Mp1と下型Mp2を合せる上下方向は、軸方向に相当する。したがって、自然状態においてシールリップ202の内径を規定する先端203は、上型Mp1の転写面に接するシールリップ202の上面部と、下型Mp2の転写面に接するシールリップ202の下面部の境界線となるので、上型Mp1と下型Mp2の合わせ部であるパーティングラインP1上に位置することになる。

[0080] 今、シールリップの先端に突起が及んでいるモデルを仮想すると、図20A、図20Bのようになる。この仮想モデルでは、シールリップ202'の先端203'上に突起201'を成形するための凹凸状がパーティングラインP1上に存在するため、加硫後に図示のようなバリ207が発生し易い。バリ207が発生すると、軸受運転中にバリ207がシールリップ202'から離れると、オイルフィルタや潤滑油の循環経路の目詰まり原因となる。

- [0081] 一方、図19A、図19Bに示すように、シールリップ202が突起201とシールリップ202の先端203との間に平坦な面205を有する形状の場合、パーティングラインP1上に突起201を成形するための凹凸状が存在せず、図20A、図20Bのようなバリ207が発生しない。このように、第5の実施例に係るシール部材200は、シールリップ202を加硫成形する際にシールリップ202の先端203上にバリが発生しないようにすることができる。
- [0082] なお、第5の実施例では、突起201がシールリップ202の先端203上で高さをもたず、突起201とシールリップ202の先端203との間に平坦な面205が存在する例を示したが、突起がシールリップの先端上で高さをもつ場合でも、突起がシールリップの先端に向かって次第に低くなる形状であれば、パーティングライン上において突起を成形するための凹凸状が穏やかになるので、シールリップの先端上においてバリを発生しにくくすることができる。
- [0083] 第6の実施例を図21、図22に基づいて説明する。第6の実施例に係るシール付軸受300の内輪310は、周方向全周に亘って形成されたシール溝311を有する。内輪310及び外輪320間に形成された軸受内部空間の両端を密封するシール部材330、340は、外輪320のシール溝321、322に保持されている。
- [0084] シール部材330、340は、アキシアルリップとして設けられたシールリップ331、341と、シールリップ331、341よりも外部側に位置する外側リップ332、342とを有する。シールリップ331、341と外側リップ332、342は、芯金333、343に付着する腰部から分岐している。
- [0085] ここで、アキシアルリップは、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。なお、ラジアルリップは、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径方向の締め代をもったもののことをいう。

[0086] シール部材330、340のシールリップ331、341に対して摺動するシール摺動面312、313は、シール溝311の溝底から軌道溝314側に向かって拡径する溝側面に存在しており、径方向に対して 45° 未満の鋭角の勾配 α をもっている。

[0087] 内輪310の軌道溝314の両側に形成された一对の肩部315、316のうち、アキシャル荷重を受ける負荷側（図中右側）の肩部315が、反対の非負荷側（図中左側）の肩部316よりも高く形成されている。非負荷側の肩部316は、深溝玉軸受相当の肩高さになっている。したがって、シール付軸受300は、深溝玉軸受の良好な低トルク性を奏するものでありながら、深溝玉軸受よりも優れたアキシャル荷重の負荷能力をもっている。

[0088] それら肩部315、316にシール摺動面312、313が形成されている。負荷側の肩部315の外径と非負荷側の肩部316の外径との間に大きな径差があるため、負荷側の肩部315に形成されたシール摺動面312の径と、非負荷側の肩部316に形成されたシール摺動面313の径とが相異している。すなわち、図中右側のシール摺動面312の径は、図中左側のシール摺動面313の径よりも大きい。このため、軸受運転中、図中右側のシール摺動面312の周速は、図中左側のシール摺動面313よりも高速になる。

[0089] また、軸受運転中、軸受内部空間では、前述の肩部315、316間の径差により、潤滑油を図中左側から右側へ送るポンプ作用が生じる。

[0090] シールリップ331、341の突起334、344は、加硫成形の際、径方向に沿った向きに形成されている。なお、図示では、シール摺動面312、313と突起334、344間の締め代を見せるため、自然状態に相当のシールリップ331、341の形状を描いている。突起334、344がシール摺動面312、313に軸方向から押し当てられることでシールリップ

331、341が概ねシール摺動面312、313に沿うように傾き、突起334、344とシール摺動面312、313との間に前述のような油通路と、くさび状の隙間とが生じさせられる（図14参照）。

[0091] 図21、図22に示す外側リップ332は、シール溝311の外側の溝壁部314との間にラビリンスすきま350を形成する。このため、粒径50 μ mを超える異物は、外部からシール溝311内へ容易には侵入できない。

[0092] 図中右側のシール部材330での突起334の数と、図中左側のシール部材340での突起344の数とが相異している。また、図中右側のシール部材330での突起334の周方向ピッチ角度と、図中左側のシール部材340での突起344の周方向ピッチ角度とが相異している。これら相違は、図中右側のシール部材330及びシール摺動面312間と、図中左側のシール部材340及びシール摺動面313間とで前述の周速差やポンプ作用による潤滑条件の相違があることから、これら左右の各間で形成される油膜を同等にすることと、厚すぎる油膜形成のために粒径50 μ mを超える異物の侵入が発生し易くならないように最適にすることを目的として設定されている。したがって、第6の実施例に係るシール付軸受300は、図中右側のシール部材330とシール摺動面312間と、図中左側のシール部材340とシール摺動面313間のそれぞれを適切に流体潤滑状態として低トルク化と異物侵入の抑制とを両立させることができる。

[0093] また、第6実施例に係るシール付軸受300は、ラビリンスすきま350の形成によって、シールリップ331、341への異物到達を困難にしているので、低トルク化を阻害しないように異物侵入をより抑制することができる。一般に、アキシアルリップとして設けられたシールリップは、ラジアルリップとして設けられたシールリップに比べて、軸受運転中に起こす軸方向の移動量が大きく、その最大移動時に対応のシール摺動面との間に隙間が大きく開くことがある。このため、アキシアルリップとしてシールリップを設けることは、異物侵入に対して不利となる。第6の実施例では、そのようなアキシアルリップであるシールリップ331、341の不利をラビリンスす

きま350によるシール効果で補うことができるので、ラジアルリップとして設けられた第1～第5の実施例に対して大きく軸受寿命が劣る懸念はない。

[0094] 第7の実施例を図23に基づいて説明する。第7の実施例に係るシール付軸受400は、内輪410と、外輪420と、内輪410及び外輪420の軌道溝411、421間に介在する複数の玉430と、内輪410及び外輪420間に形成された軸受内部空間の両端を密封する二つのシール部材440、450とを備え、内輪410の軌道溝411の両側に形成された一对の肩部412、413のうち、アキシャル荷重を受ける負荷側の肩部412が、反対の非負荷側の肩部413よりも高く形成されている玉軸受という点で第6の実施例と共通するものであって、シール部材440、450が、ラジアルリップとして設けられたシールリップ441、451を有する点で第4の実施例と共通するものとなっている。

[0095] 内輪410は、シール溝をもたず、負荷側の肩部412の外径を規定する円筒面状のシール摺動面414と、非負荷側の肩部413の外径を規定する円筒面状のシール摺動面415とを有する。図中右側のシール摺動面414と図中左側のシール摺動面415との間の径差は、第6の実施例と同程度であり、軸受運転中の周速差も同程度となる。このため、図中右側のシール部材440と図中左側のシール部材450との間での突起442、452の数や周方向ピッチ角度の相違が第6の実施例と同程度である。これにより、第7の実施例に係るシール付軸受400においても、シール部材440とシール摺動面414との間、シール部材450とシール摺動面415との間で、油膜を最適かつ同等に形成して流体潤滑状態にする低トルク化と、異物侵入の抑制とを両立させている。

[0096] 第8の実施例を図24に基づいて説明する。第8の実施例は、円すいころ軸受にこの発明を適用したものである。図23に示すように、第8の実施例に係るシール付軸受500は、軌道面511、大つば512及び小つば513を有する内輪510と、軌道面521を有する外輪520と、内輪510

及び外輪 520 の軌道面 511、521 間に介在する複数の円すいころ 530 と、内輪 510 及び外輪 520 間に形成された軸受内部空間の両端を密封する二つのシール部材 540、550 とを備える円すいころ軸受となっている。

[0097] 大つば 512 は、軸受運転中、円すいころ 530 の大端面を案内し、アキシャル荷重を受ける。小つば 513 は、大つば 512 よりも小さな外径をもち、円すいころ 530 の小端面を受けて円すいころ 530 の内輪 510 からの脱落を防止する。

[0098] 外輪 520 はシール溝をもたず、シール部材 540、550 の芯金を外輪 520 の内周端部に圧入嵌合されている。

[0099] シール部材 540、550 は、ラジアルリップとして設けられたシールリップ 541、542 を有する。図中右側のシール部材 540 のシールリップ 541 に対して周方向に摺動するシール摺動面 514 は、内輪 510 の大つば 512 の外径を規定する円筒面状に形成されている。図中左側のシール部材 550 のシールリップ 551 に対して周方向に摺動するシール摺動面 515 は、小つば 513 の外径を規定する円筒面状に形成されている。大つば 512 に形成されたシール摺動面 514 と、小つば 513 に形成されたシール摺動面 515 との間に大きな径差があるため、軸受運転中、図中右側のシール摺動面 514 の周速は、図中左側のシール摺動面 515 よりも高速になる。また、軸受運転中、軸受内部空間では、前述の径差により、潤滑油を図中左側から右側へ送るポンプ作用が生じる。

[0100] シールリップ 541、551 に形成された突起 542、552 により、図 14 のような油通路及びくさび状の隙間が生じさせられるので、シールリップ 541 及びシール摺動面 514 間、シールリップ 551 及びシール摺動面 515 間をそれぞれ流体潤滑状態にすることが可能となっている。

[0101] ここで、図中右側のシール部材 540 での突起 542 の数と、図中左側のシール部材 550 での突起 542 の数とが相異している。また、図中右側のシール部材 540 での突起 542 の周方向ピッチ角度と、図中左側のシール

部材 5 5 0 での突起 5 4 2 の周方向ピッチ角度とが相異している。これら相違は、図中右側のシール部材 5 4 0 及びシール摺動面 5 1 4 間と、図中左側のシール部材 5 5 0 及びシール摺動面 5 1 5 間とで前述の周速差やポンプ作用による潤滑条件の相違があることから、これら左右の各間で形成される油膜を同等にすること、及び、最適にすることを目的として設定されている。

[0102] 図 2 5 に、突起 5 4 2、5 5 2 間の間隔 d と、理論油膜厚さとの関係を示す。この計算結果では、小つば 5 1 3 側（図中で「小端面側」と表示）で突起 5 5 2 間の間隔 d （図中で「ピッチ間隔」と表示）が 6.4 mm のときの理論油膜厚さが 4.0 μm となり、大つば 5 1 2 側（図中で「大端面側」と表示）で突起 5 4 2 間の間隔 d （図中で「ピッチ間隔」と表示）が 11.5 mm のときの理論油膜厚さが 4.0 μm となる。この計算結果から明らかに、突起間の間隔 d に関するパラメータである突起数や周方向ピッチ角度に相異をもたせることにより、シールリップ 5 4 1 及びシール摺動面 5 1 4 間、シールリップ 5 5 1 及びシール摺動面 5 1 5 間で同等の厚さの油膜を形成することができる。

[0103] また、シールリップ 5 4 1 及びシール摺動面 5 1 4 間の隙間、シールリップ 5 5 1 及びシール摺動面 5 1 5 間の隙間が、厚すぎる油膜形成のために 0.05 mm を大きく超える広がりをもってしまうと、粒径 50 μm を超える異物の侵入が発生し易くなる。このような問題が起きないように油膜厚さを決め、突起間の間隔 d に関するパラメータである突起数や周方向ピッチ角度に相異をもたせることにより、図中右側のシール部材 5 4 0 及びシール摺動面 5 1 4 間、図中左側のシール部材 5 5 0 及びシール摺動面 5 1 5 間のいずれでも最適な厚さの油膜を形成することができる。

[0104] このように、第 8 の実施例に係るシール付軸受 5 0 0 は、第 6 の実施例及び第 7 の実施例と同様、図中右側のシール部材 5 4 0 とシール摺動面 5 1 4 間と、図中左側のシール部材 5 5 0 とシール摺動面 5 1 5 間のそれぞれを適切に流体潤滑状態として低トルク化と異物侵入の抑制とを両立させることができる。

[0105] また、従来、円すいころ軸受においては、玉軸受よりもトルクが大きい問題があり、そのためシール部材を設けない場合もあった。この場合、その形状に由来したポンピング作用により軸受内部へ潤滑剤が流入して、潤滑剤の攪拌抵抗が大きくなることや、潤滑剤と一緒に異物も流入するので、異物により円すいころ軸受の転動面に傷が付かないように内外輪に特殊熱処理等の硬化処理を必要とすることがあった。これに対し、シール付軸受500は、前述の流体潤滑で達成される低トルク化により、円すいころ軸受においてシール部材540、550を設けることができるようになる。また、シール部材540、550を設けると、ポンピング作用による軸受内部への潤滑剤の流入を抑制し、潤滑剤の攪拌抵抗を抑えることで、円すいころ軸受自身の低トルク化を実現できる。さらに、潤滑剤と一緒に流入する異物をシール部材540、550によって防ぐことで、内外輪510、520への特殊処理を不要とし、コストの低減も実現できる。

[0106] 図26に、車両のトランスミッションの回転部を支持する転がり軸受として、この発明に係るシール付軸受を使用した例を示す。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、その回転部（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Bとして、上述の実施例のようなシール付軸受を備えている。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ア列G1～G4と、各ギア列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ア列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の回転は出力ギアG5に出力され、その出力ギア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B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、ギアの回転に伴う潤滑油のはね掛けにより、又はハウジン

グHの内部に設けられたノズル（図示省略）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Bの側面にかかるようになっている。

[0107] 今回開示された実施形態及び実施例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

[0108] 1 転がり軸受
2、150、330、340、440、450、540、550 シール部材
3、110、310、410、510 内輪
4、120、320、420、520 外輪
5 転動体
6 軸受内部空間
7 回転軸（回転部）
8、311、321、322 シール溝
9、151、202、331、341、441、451、541、551
シールリップ10、112、312、313、414、415、514、515 シール摺動面
11、155、206、333、343 芯金
12 内径部
13 加硫ゴム材
14、152、201、334、344、442、452、542、552
突起
15、160 油通路
16、154、204 表面
21 溝

3 1、3 2 微小凹部

1 0 0、3 0 0、4 0 0、5 0 0、B シール付軸受

1 1 1、1 2 1、3 1 4、4 1 1、4 2 1 軌道溝

1 4 0、4 3 0 玉

1 5 3、2 0 3 先端

2 0 5 面

3 1 5、3 1 6、4 1 2、4 1 3 肩部

3 3 2、3 4 2 外側リップ

3 5 0 ラビリンスすきま

5 1 1、5 2 1 軌道面

5 1 2 大つば

5 1 3 小つば

5 3 0 円すいころ

S 1 入力軸（回転部）

S 2 出力軸（回転部）

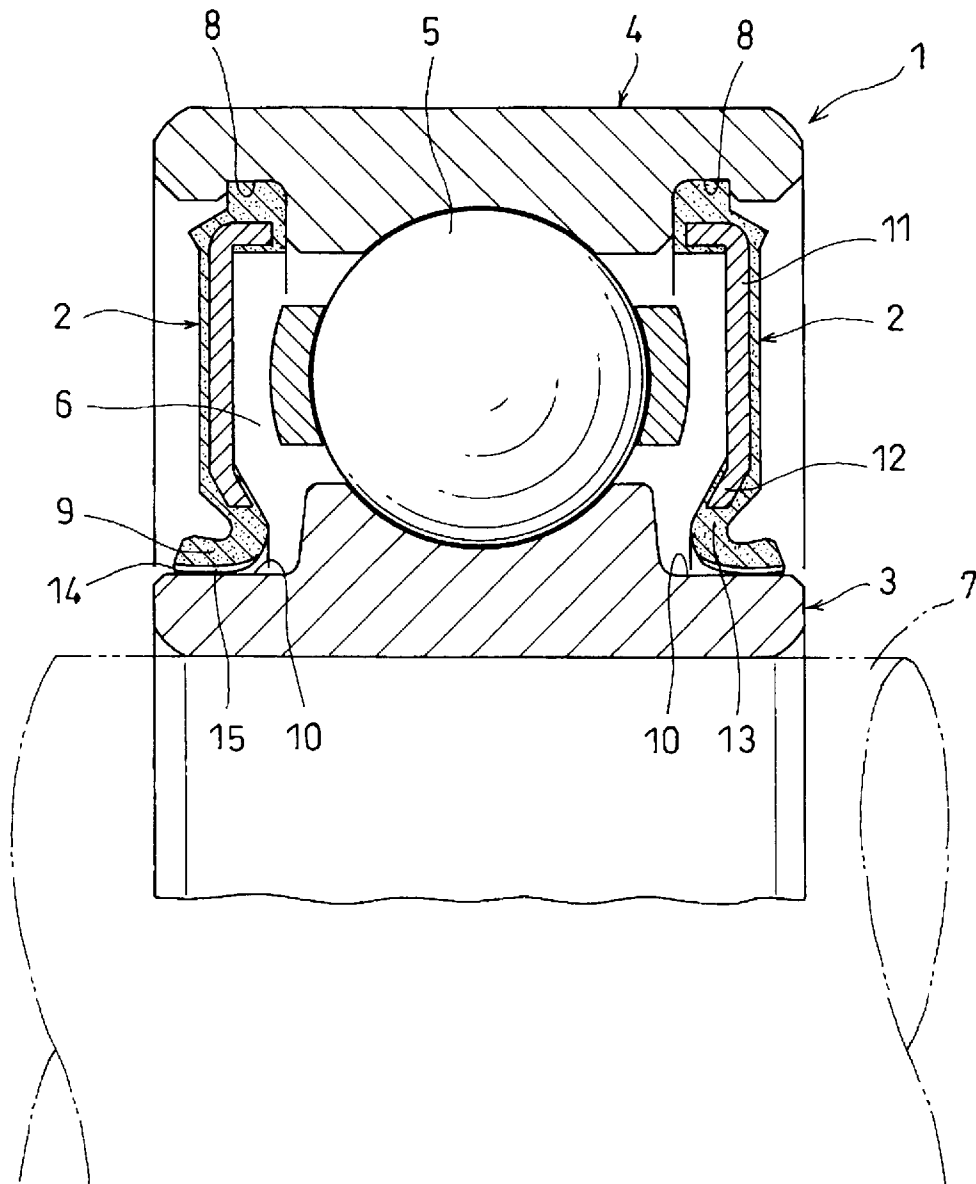
請求の範囲

- [請求項1] 軸受内部空間及び外部間を区切るシール部材と、
前記シール部材に設けられたシールリップと、
前記シールリップに対して周方向に摺動するシール摺動面と、
前記シールリップの少なくとも周方向一箇所形成され、前記軸受内部空間及び外部間に亘って連通する油通路を前記シール摺動面及び当該シールリップ間に生じさせる突起と、を備え、
前記シールリップに、当該シールリップ及び前記シール摺動面間を流体潤滑状態にすることが可能な態様で前記突起が形成されているシール付軸受。
- [請求項2] 前記突起が、周方向全周に亘って均一間隔で配置されている請求項1に記載のシール付軸受。
- [請求項3] 前記突起の少なくとも一箇所に周方向へ延びた溝が形成されている請求項1又は2に記載のシール付軸受。
- [請求項4] 前記突起と前記シール摺動面間の隙間は、油通路側で大、突起側で小のくさび状に形成されている請求項1から3のいずれか1項に記載のシール付軸受。
- [請求項5] 前記突起が、周方向と直交する向きに延びており、当該突起が、周方向幅の両端から周方向幅の中央に向かって次第に前記シール摺動面に接近するR形状になっている請求項1から4のいずれか1項に記載のシール付軸受。
- [請求項6] 前記シールリップが、芯金の少なくとも内径部に付着した加硫ゴム材により形成されている請求項1から5のいずれか1項に記載のシール付軸受。
- [請求項7] 前記シールリップがラジアルリップになっている請求項1から6のいずれか1項に記載のシール付軸受。
- [請求項8] 前記シール摺動面及び前記突起の少なくとも一方に、ショットピーニングによる凹凸が形成されている請求項1から7のいずれか1項に

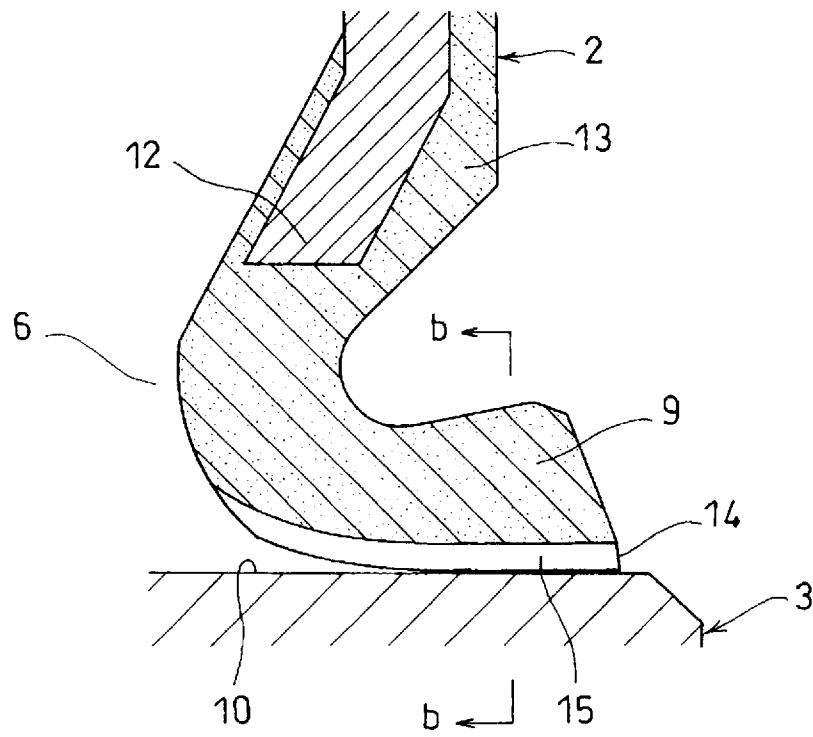
記載のシール付軸受。

[請求項9] 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、風力発電機及びホイール軸受の中のいずれか一つの回転部を支持する請求項 1 から 8 のいずれか 1 項に記載のシール付軸受。

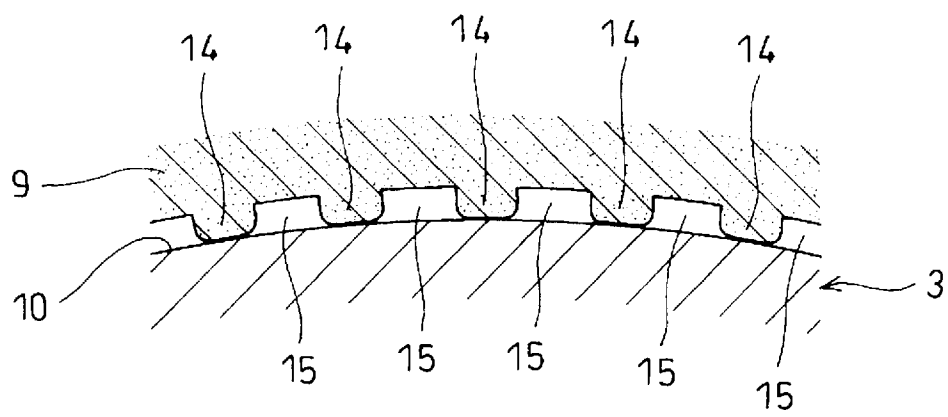
[図1]



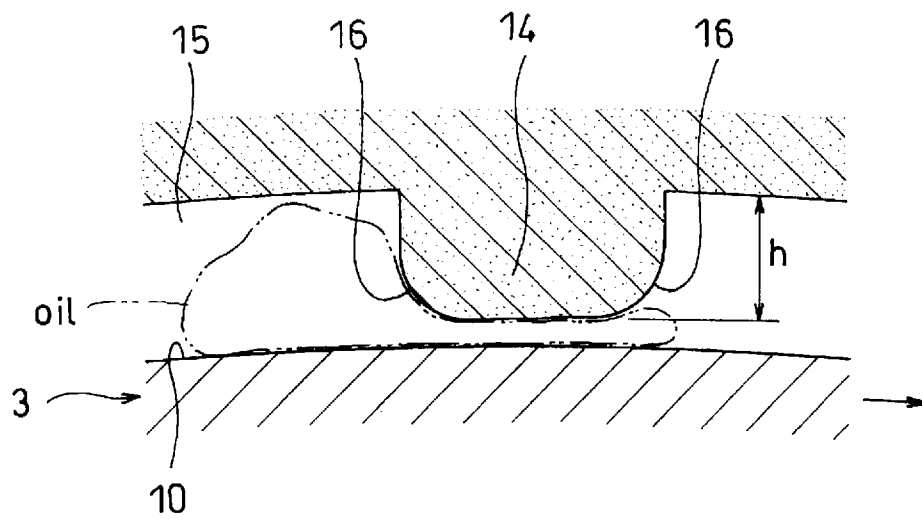
[図2A]



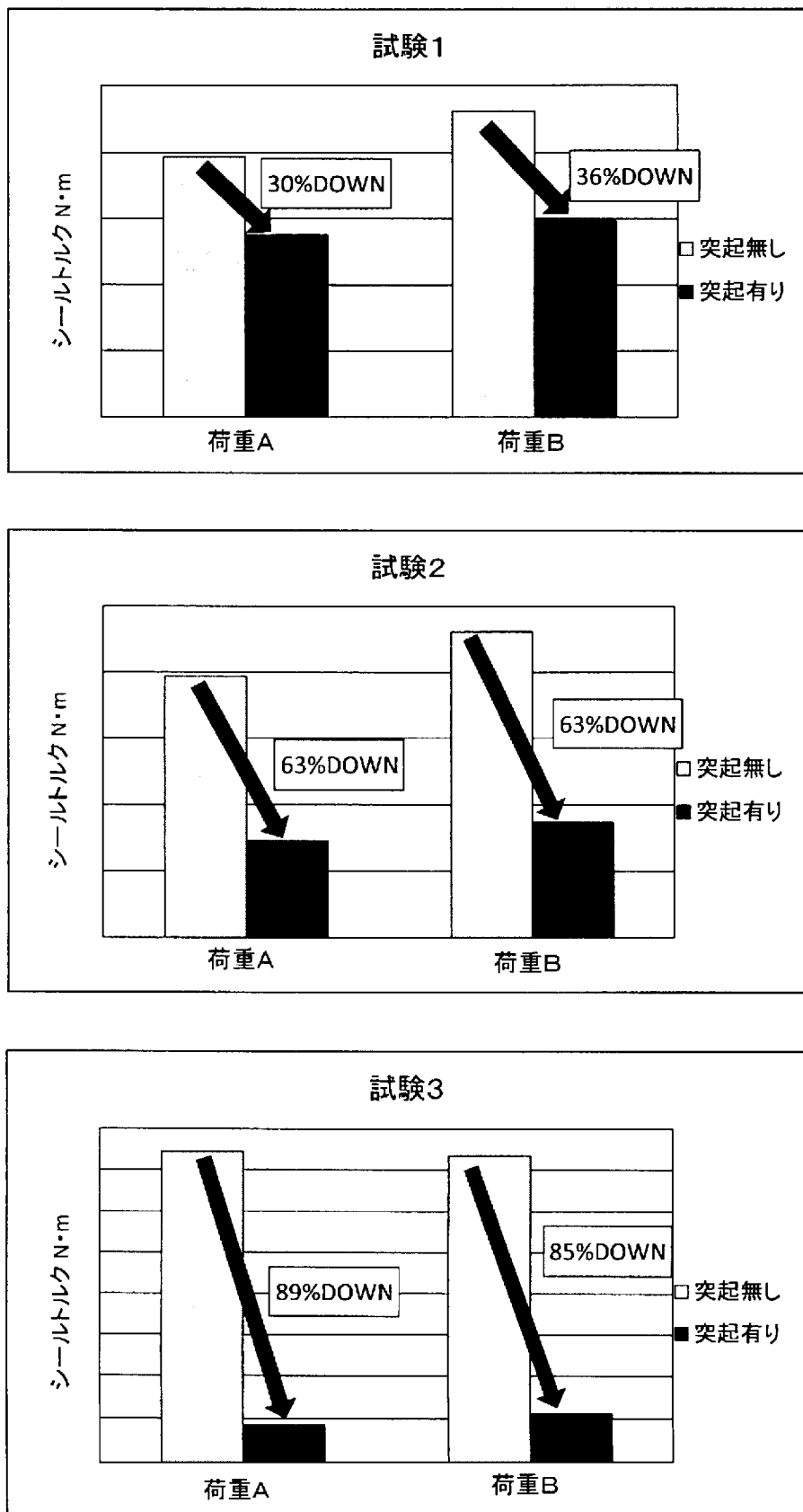
[図2B]



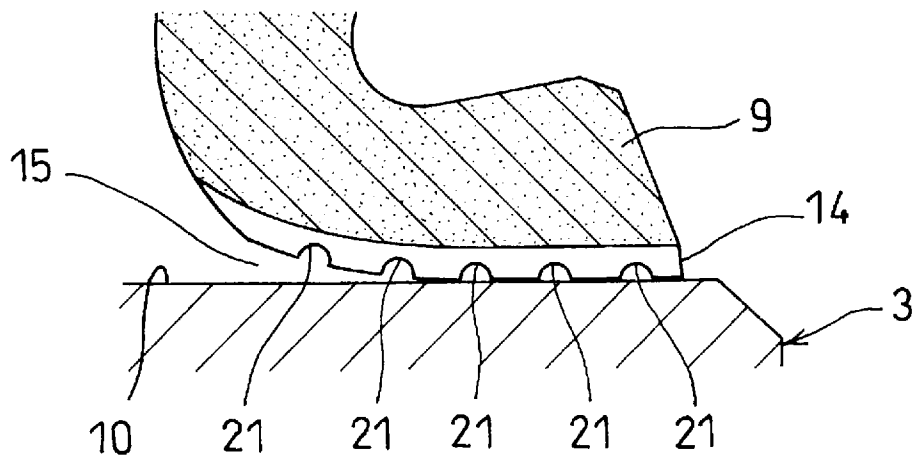
[図3]



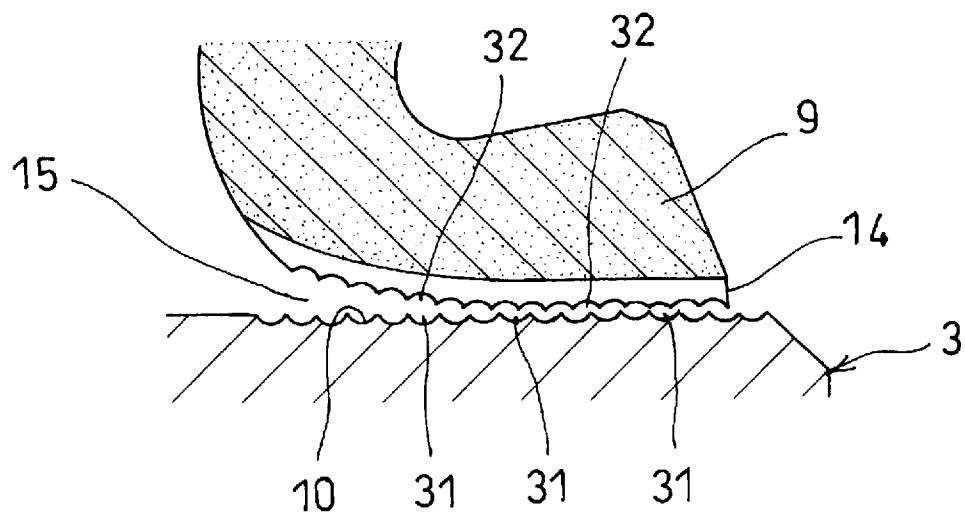
[図4]



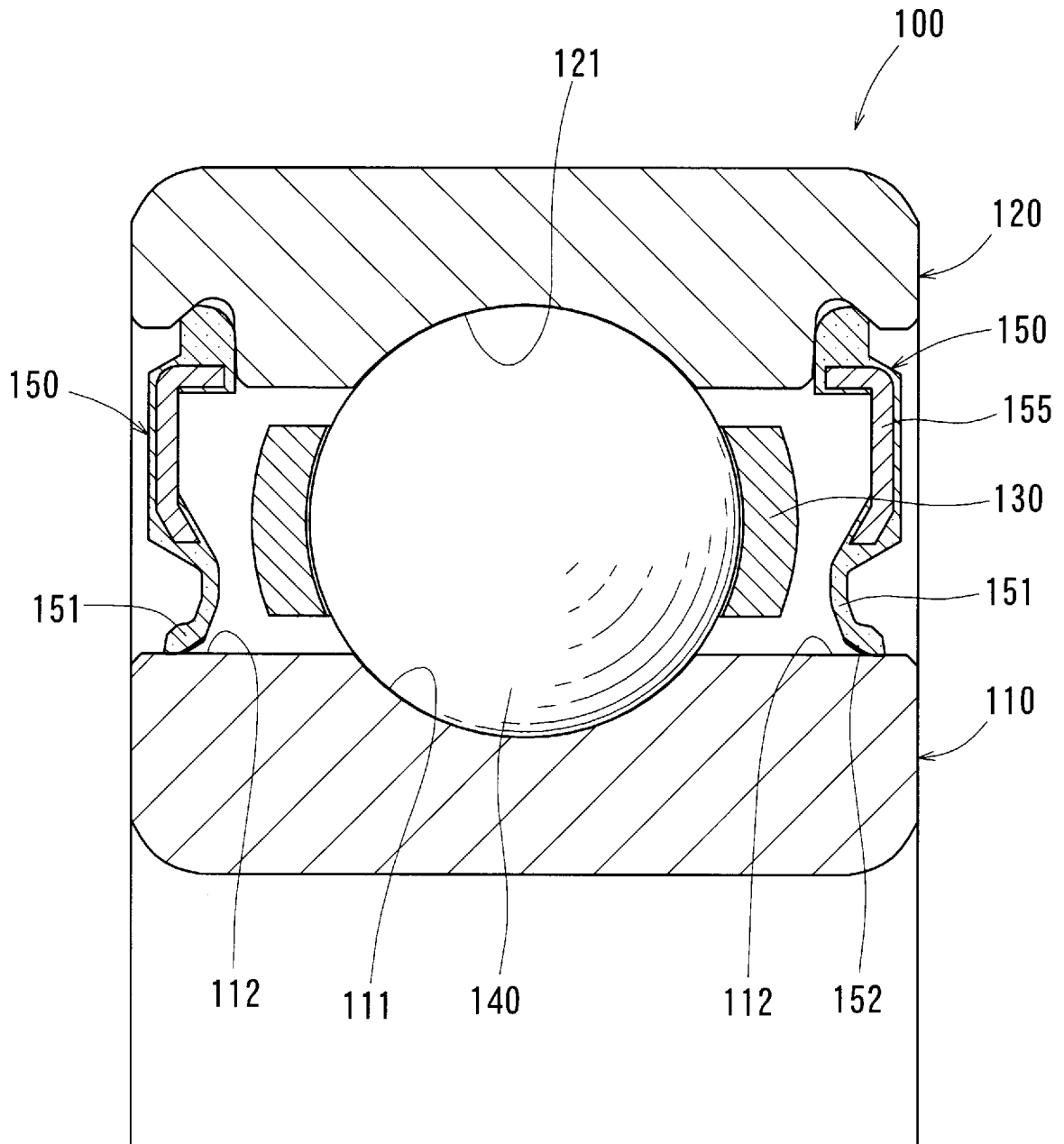
[図5]



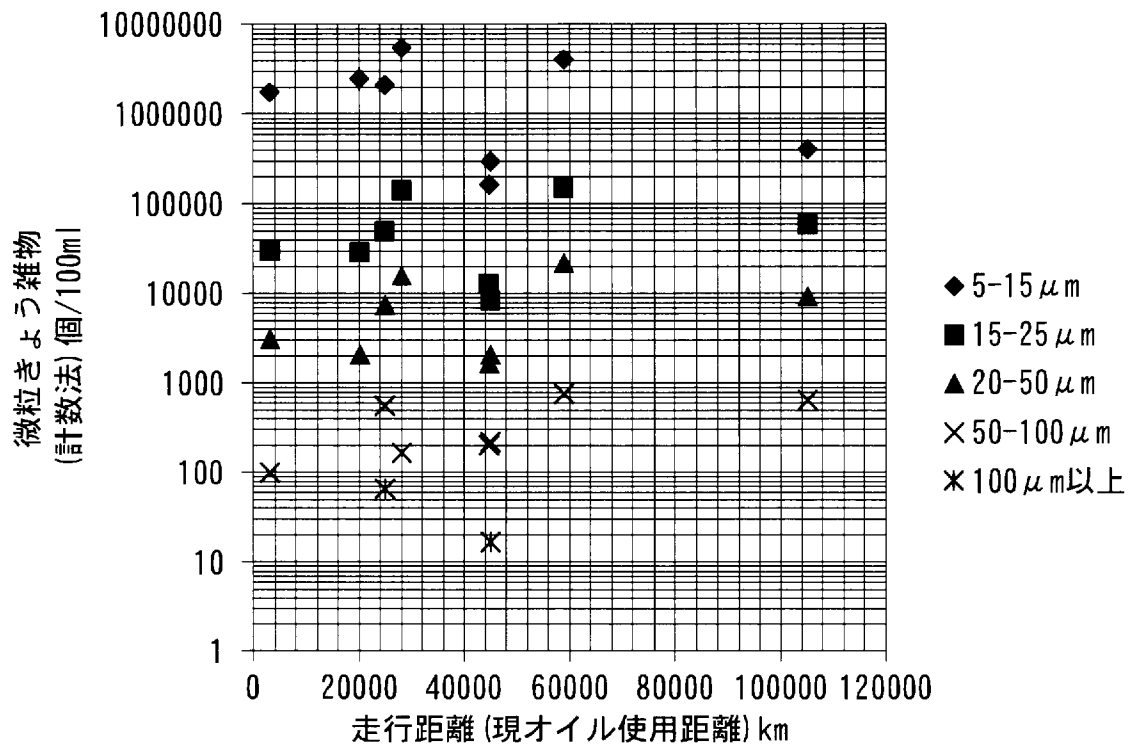
[図6]



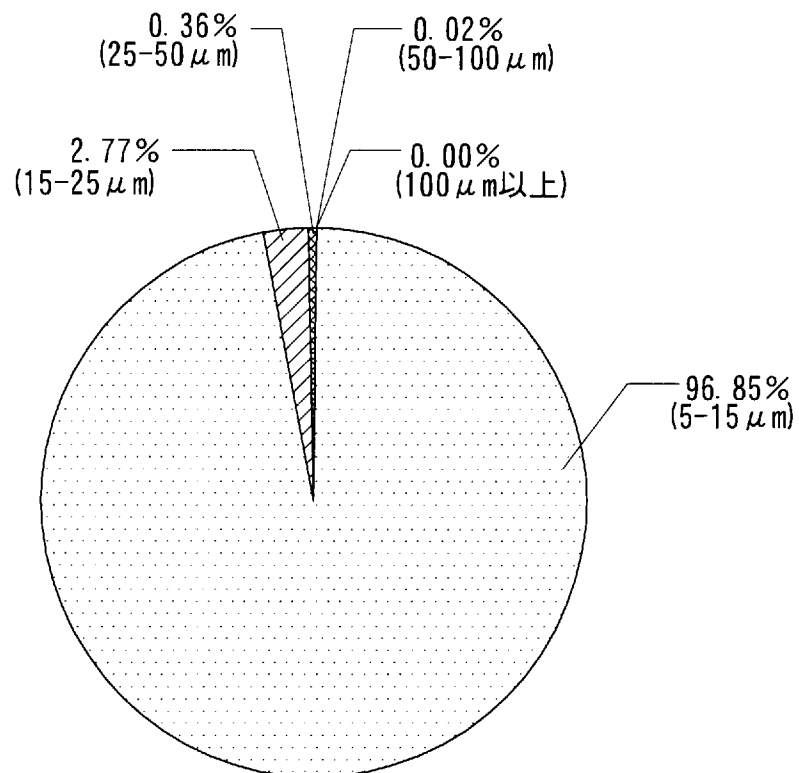
[図7]



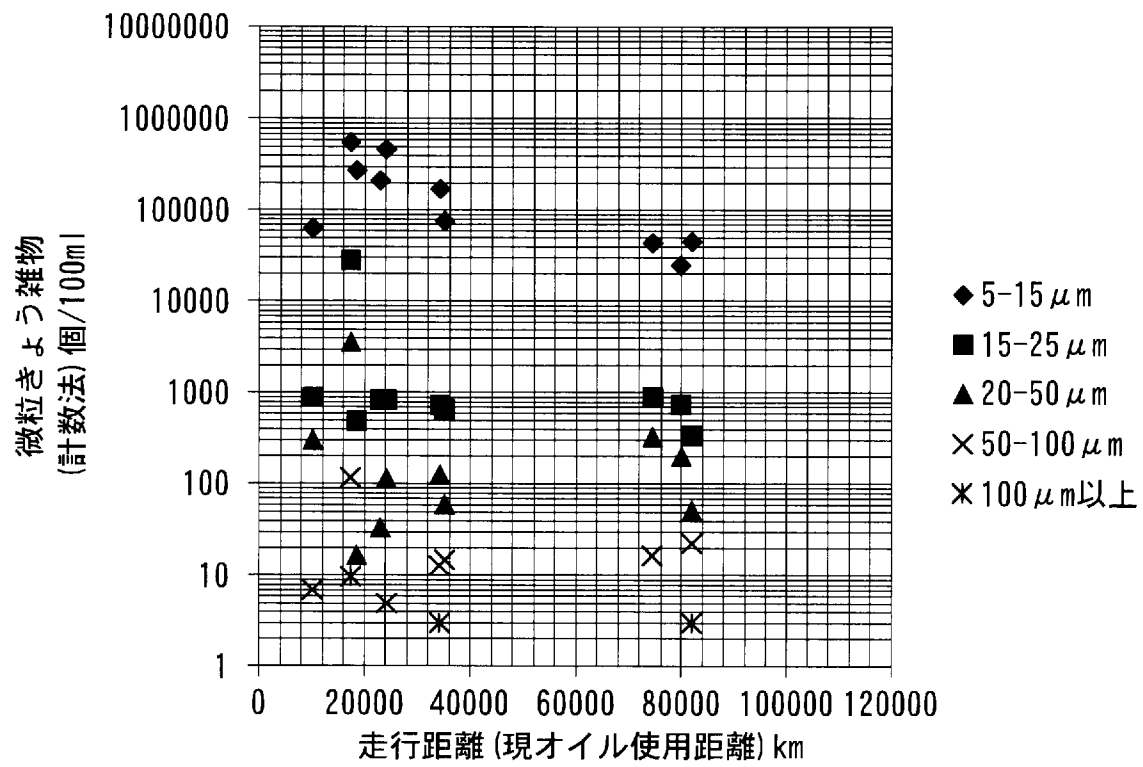
[図8]



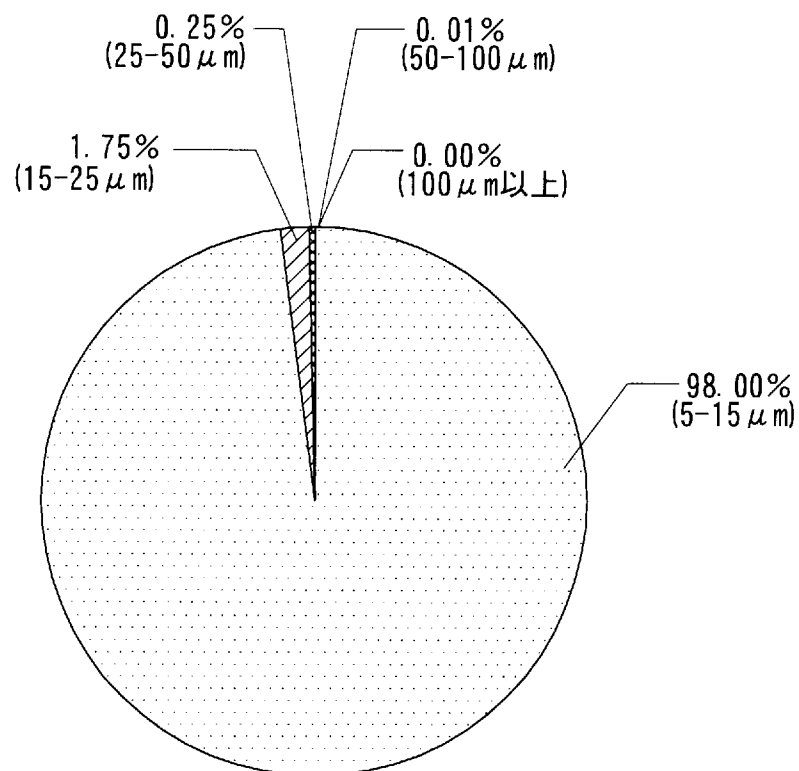
[図9]



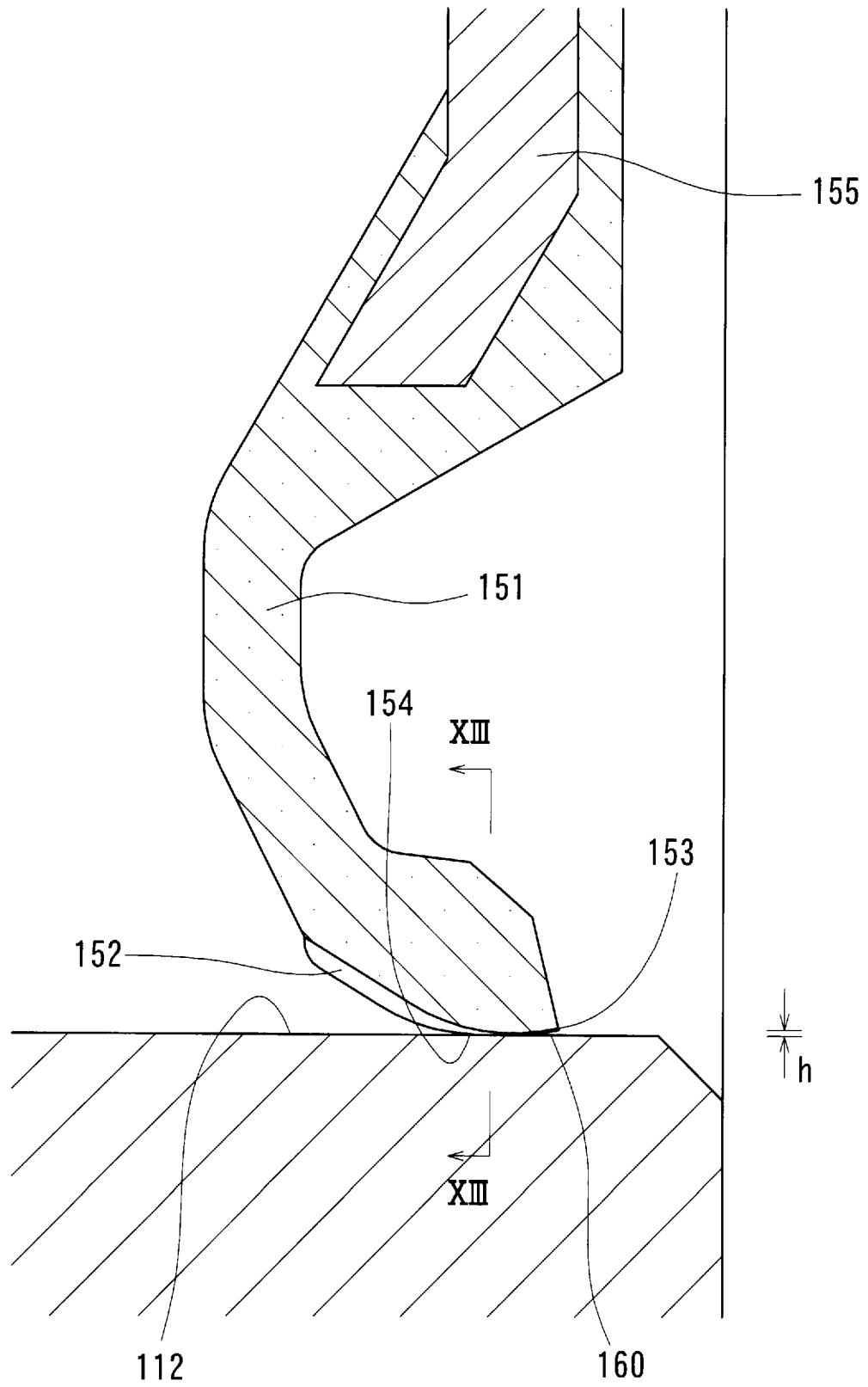
[図10]



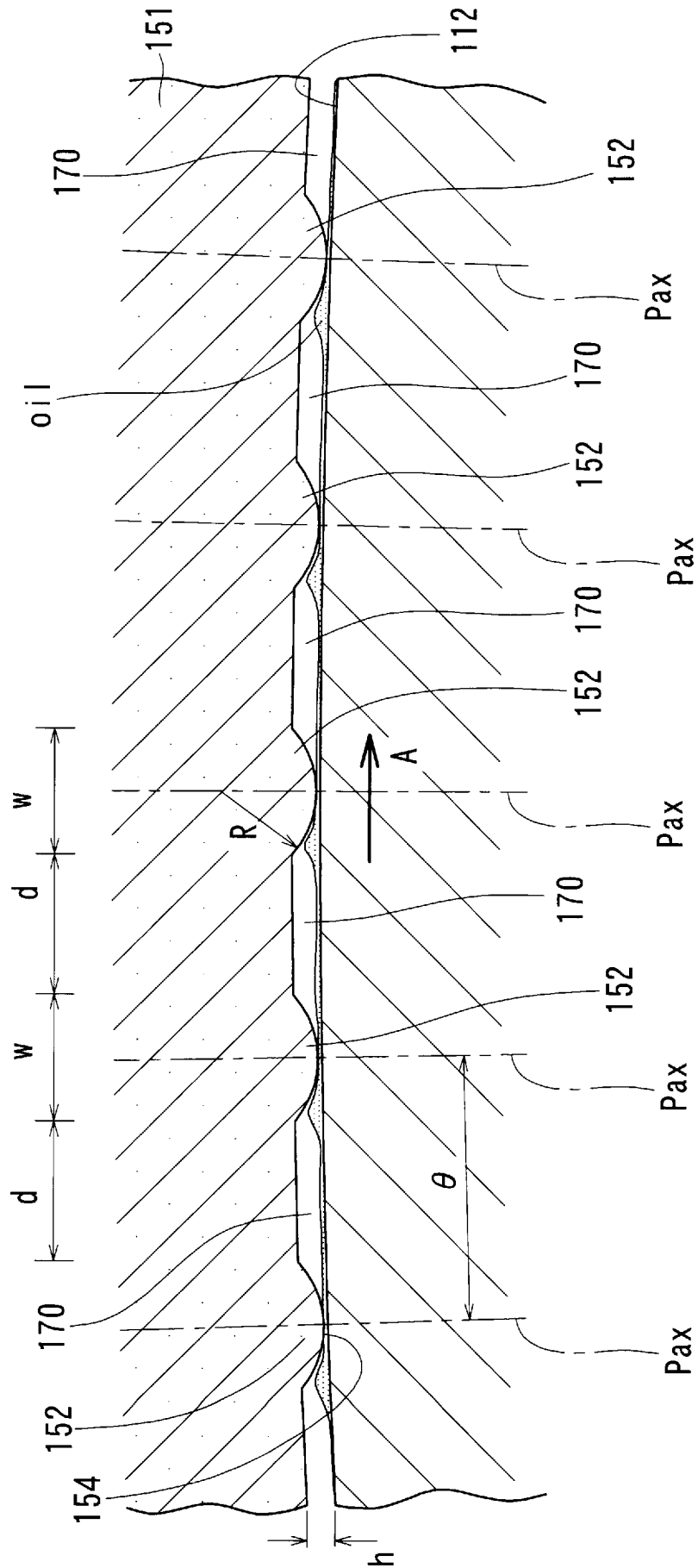
[図11]



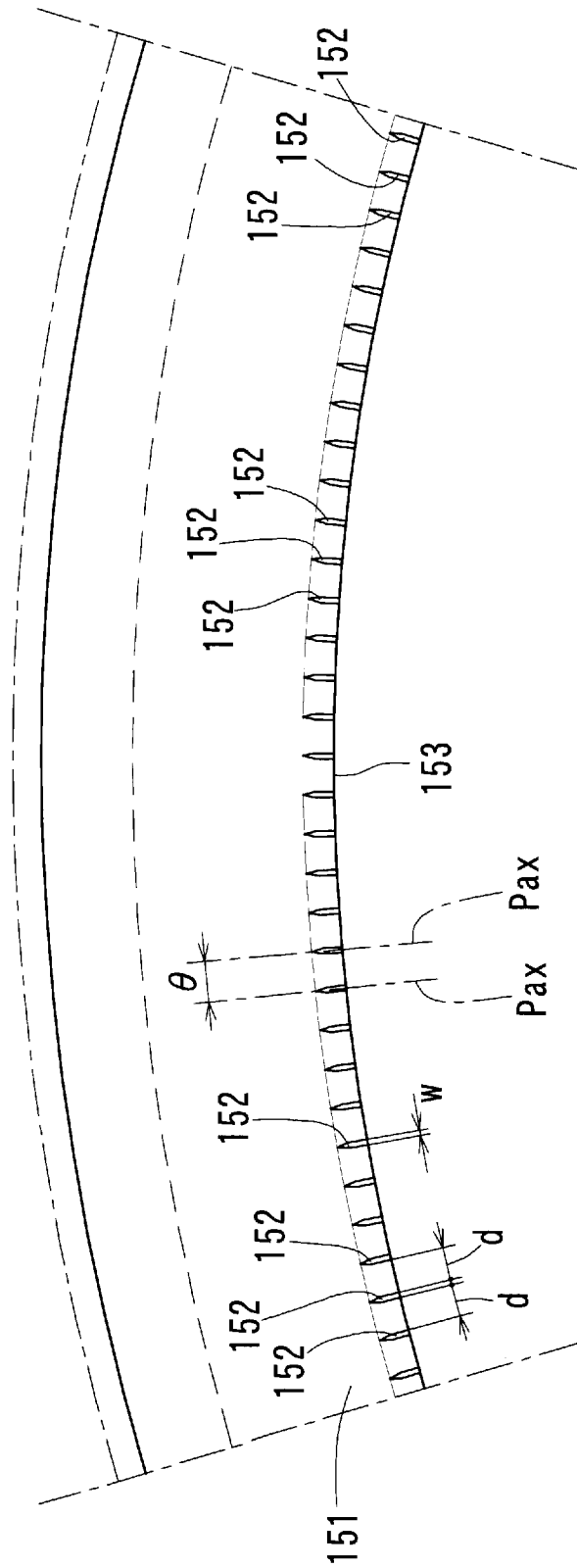
[図12]



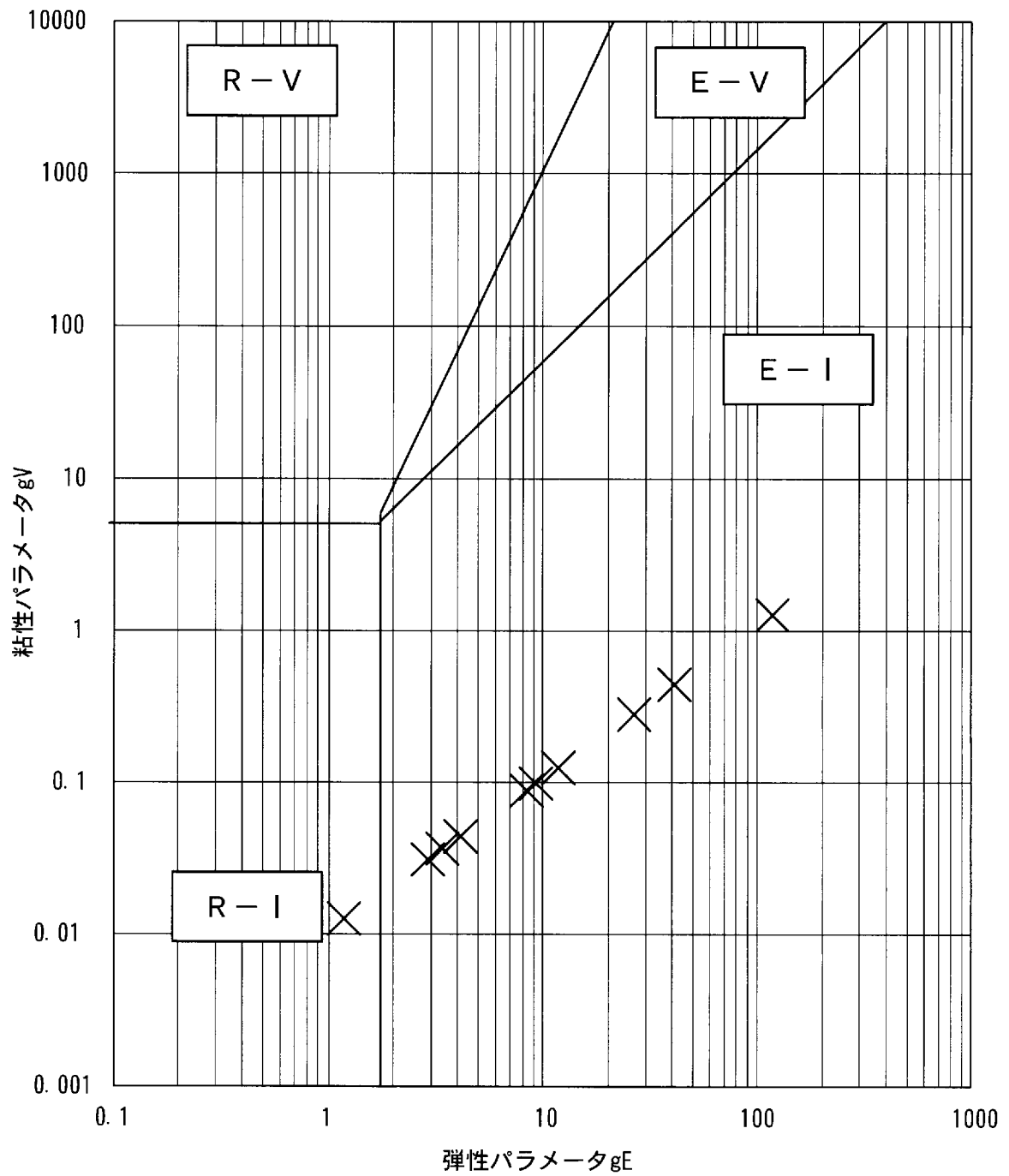
[図13]



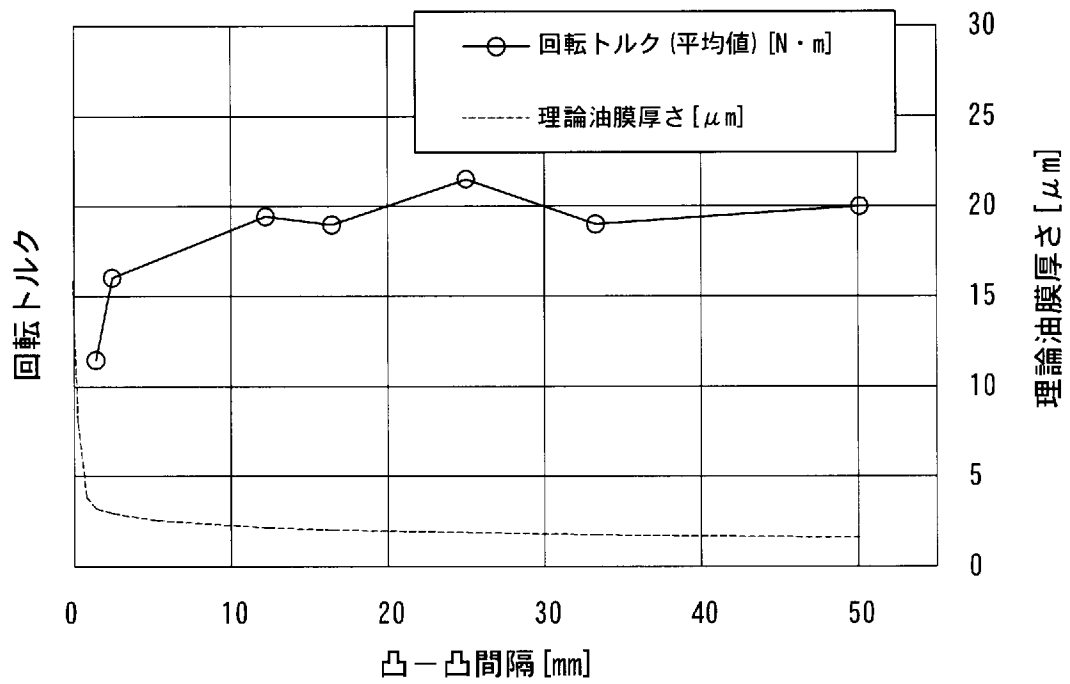
[図14]



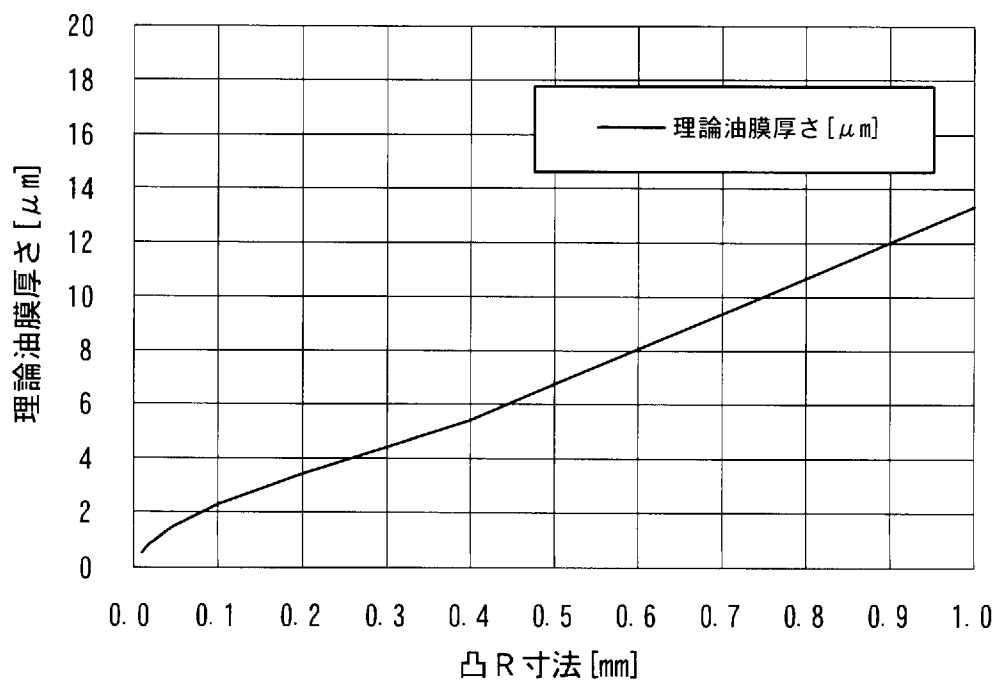
[図15]



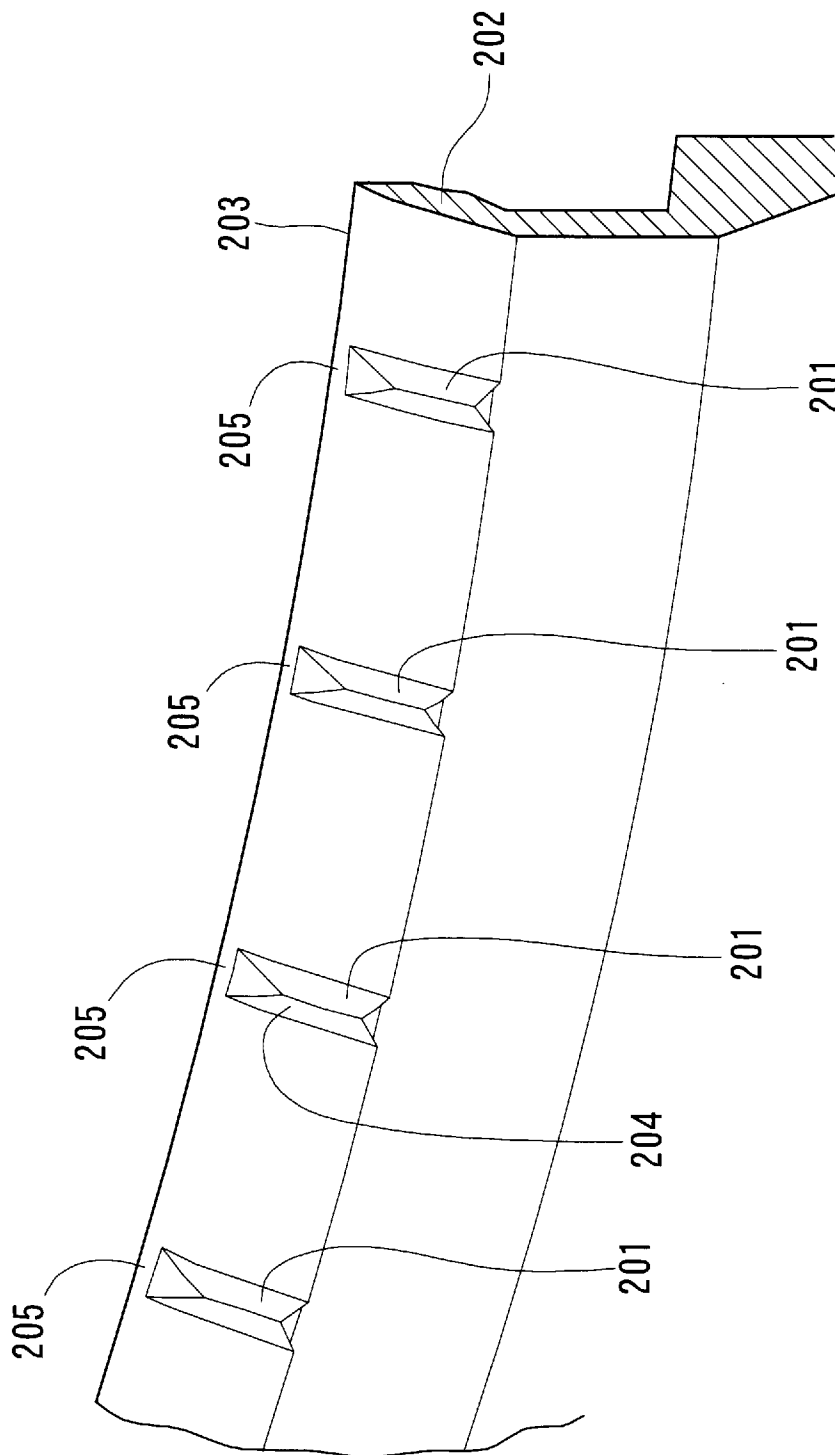
[図16]



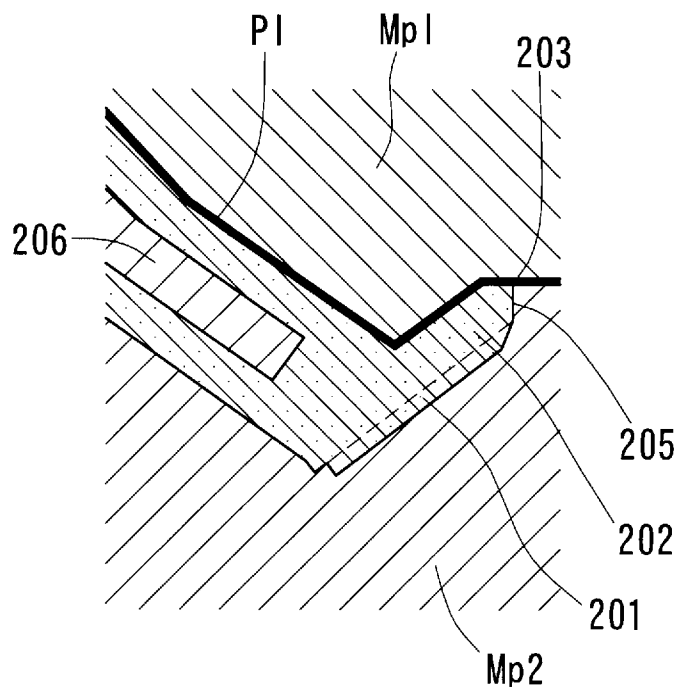
[図17]



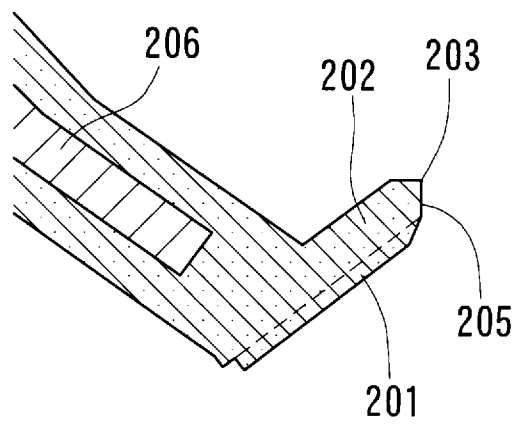
[図18]



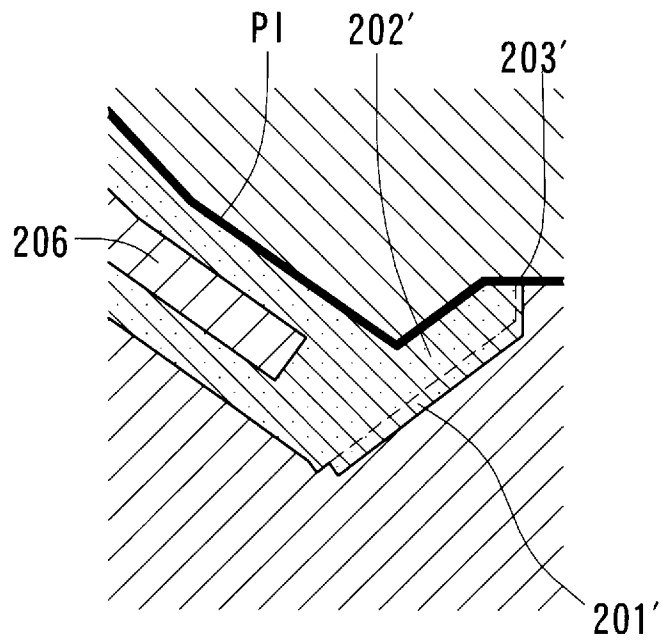
[図19A]



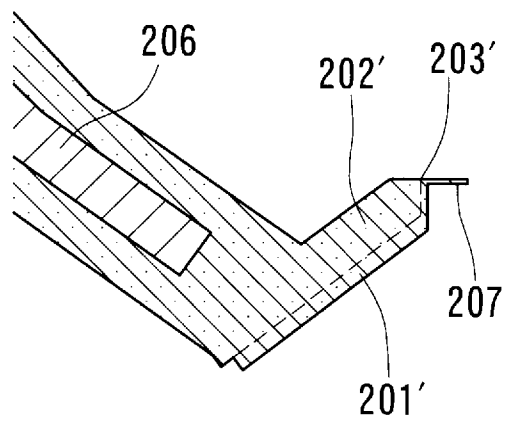
[図19B]



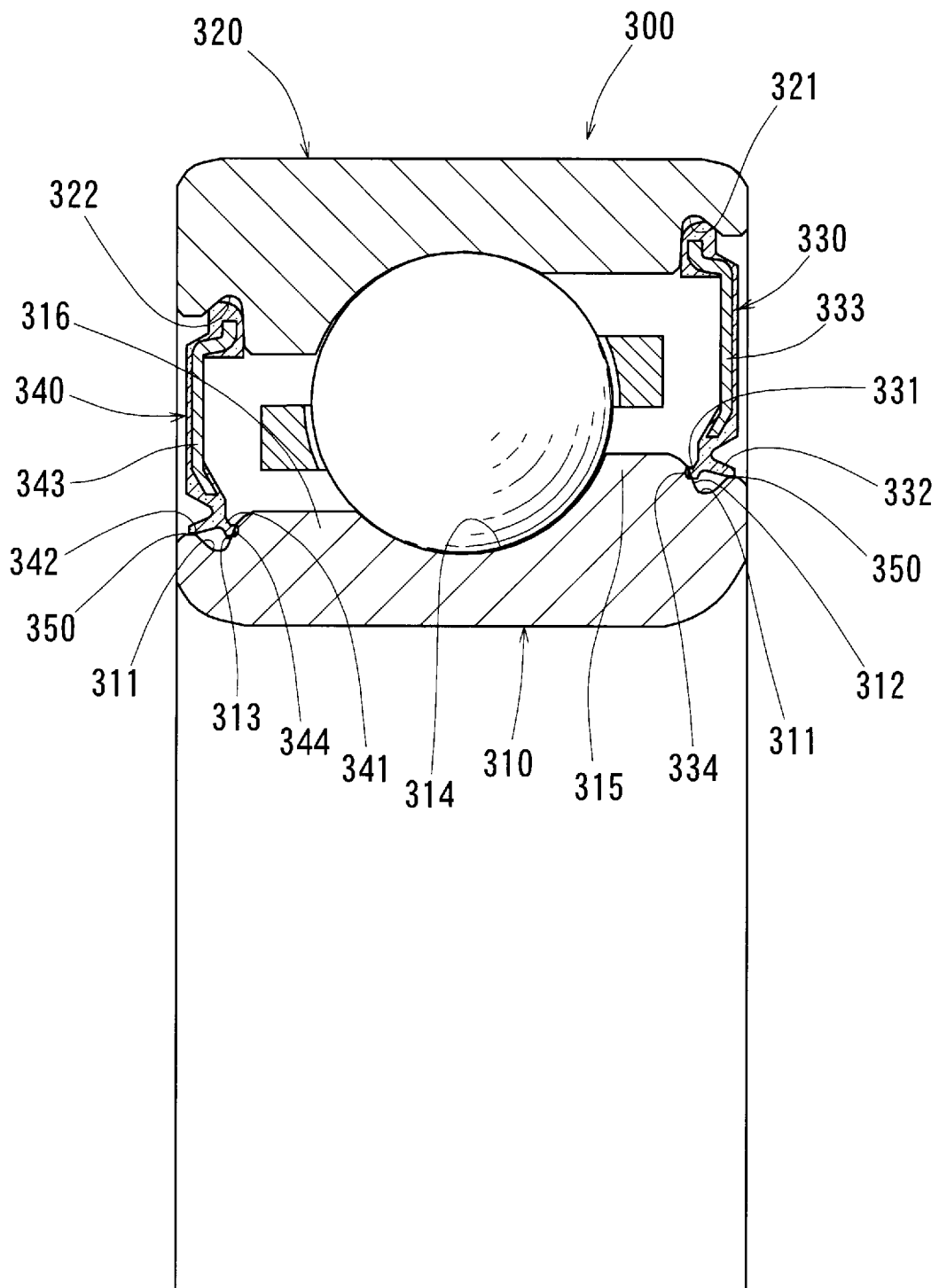
[図20A]



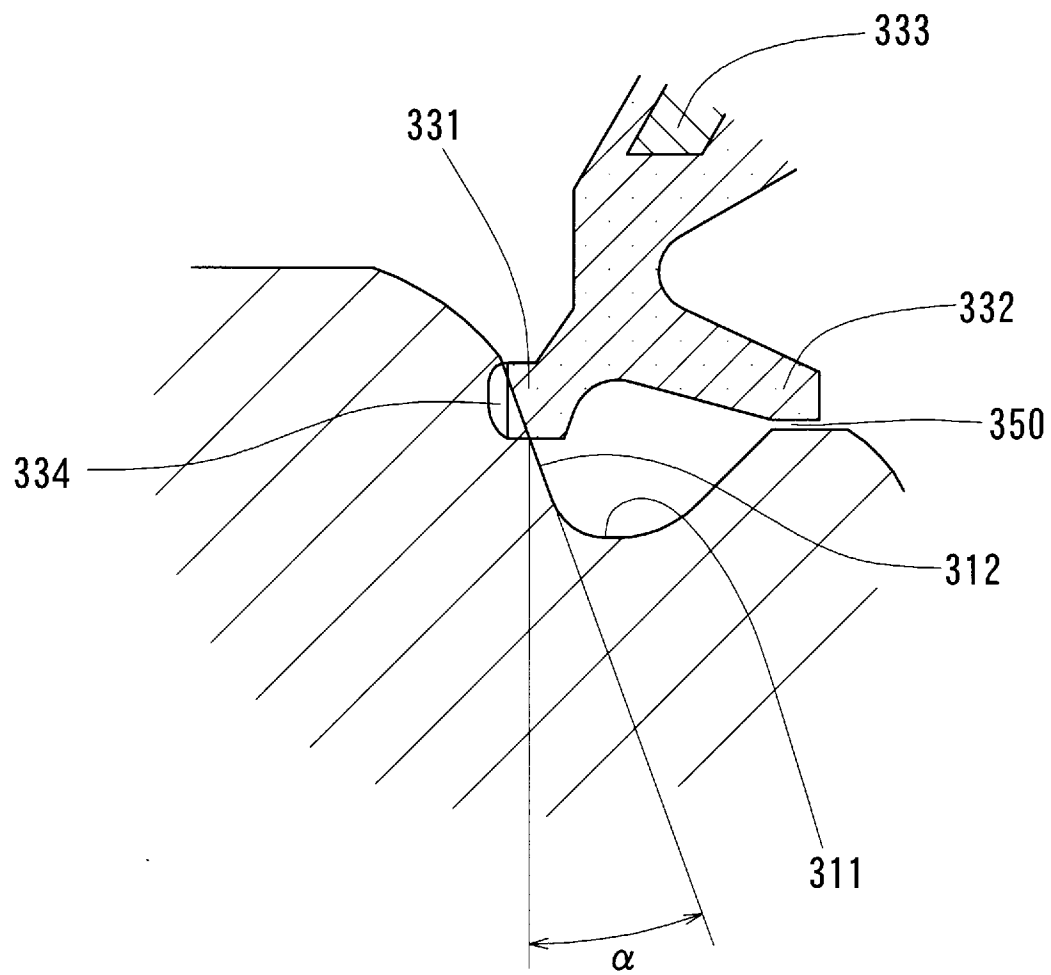
[図20B]



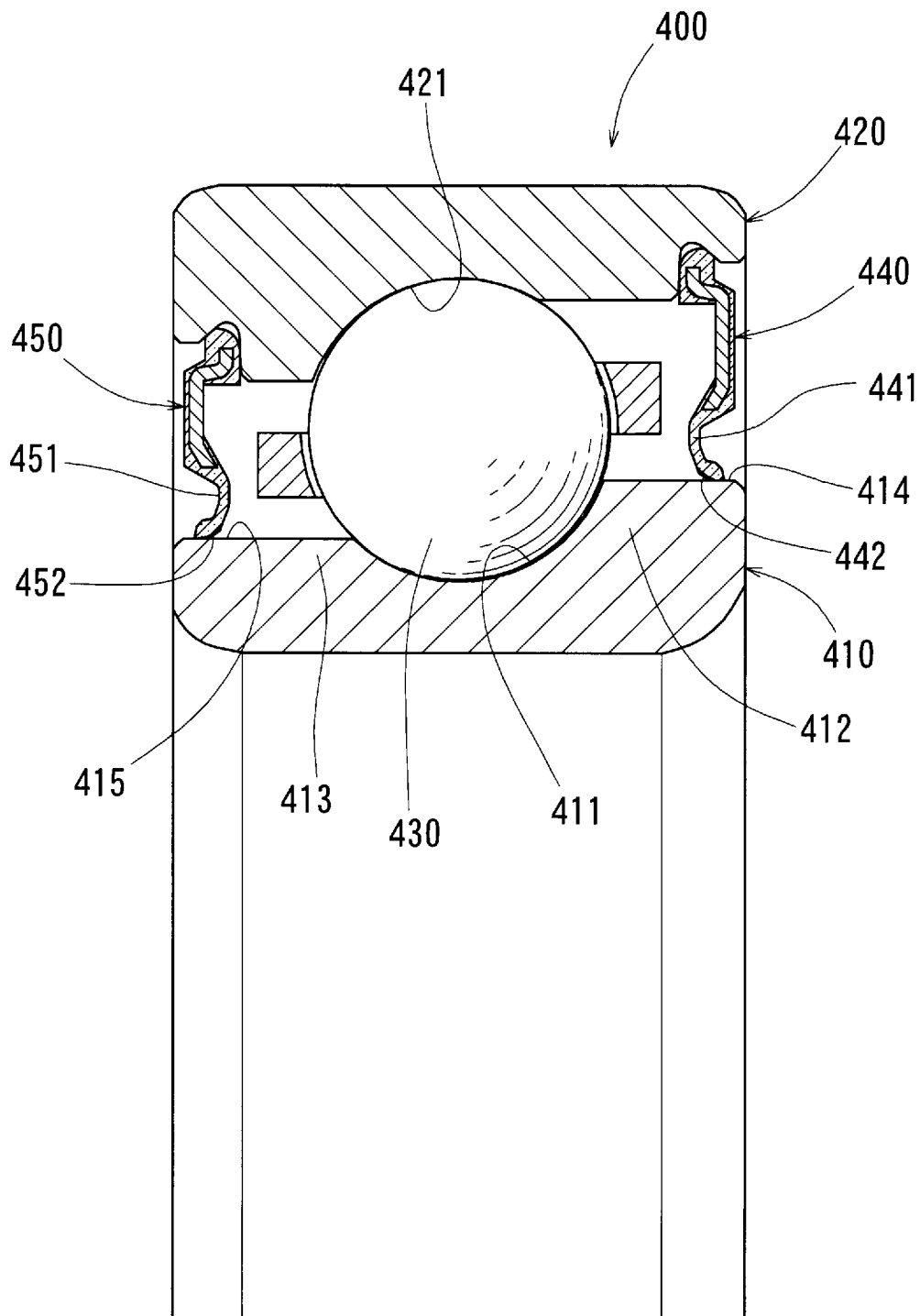
[図21]



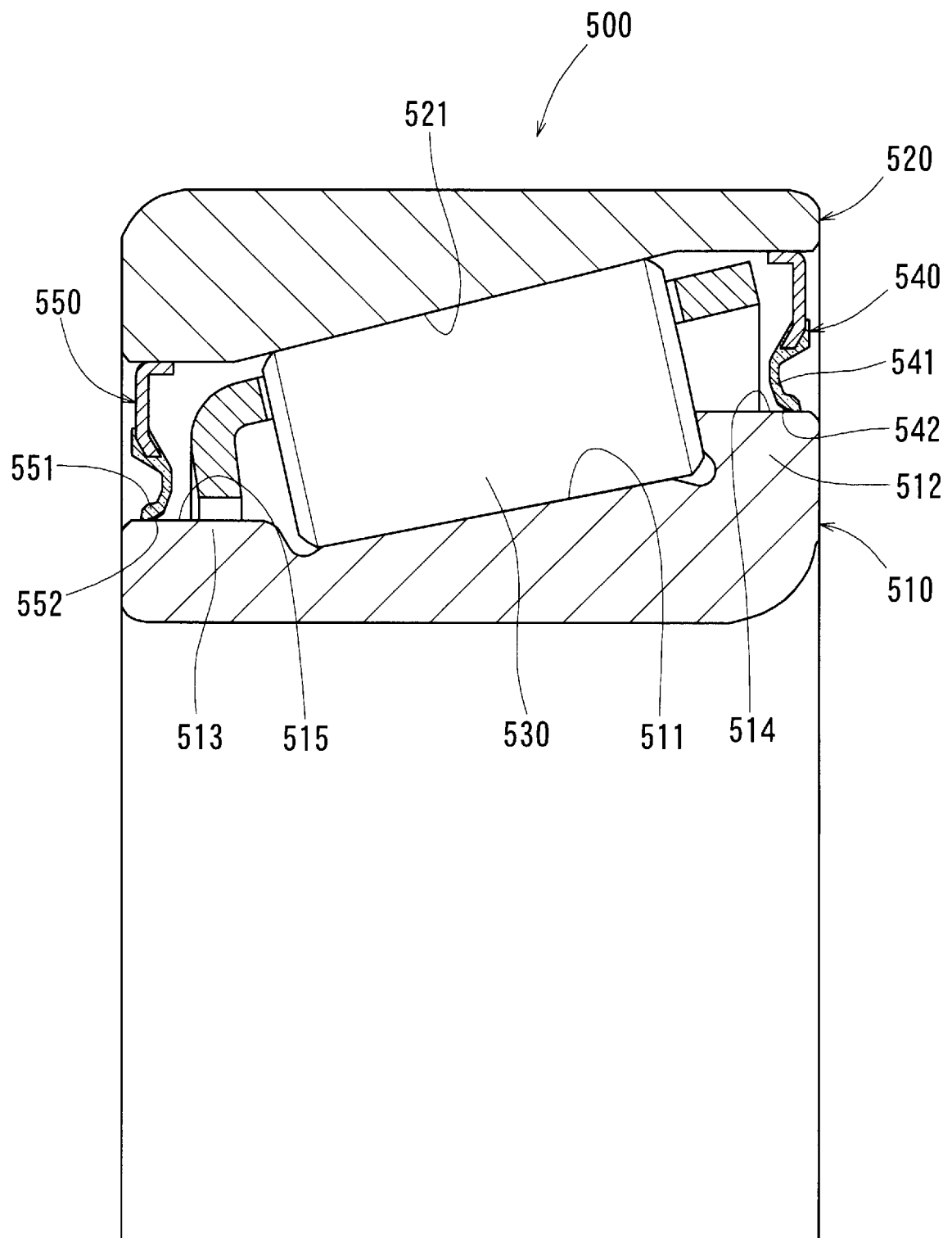
[図22]



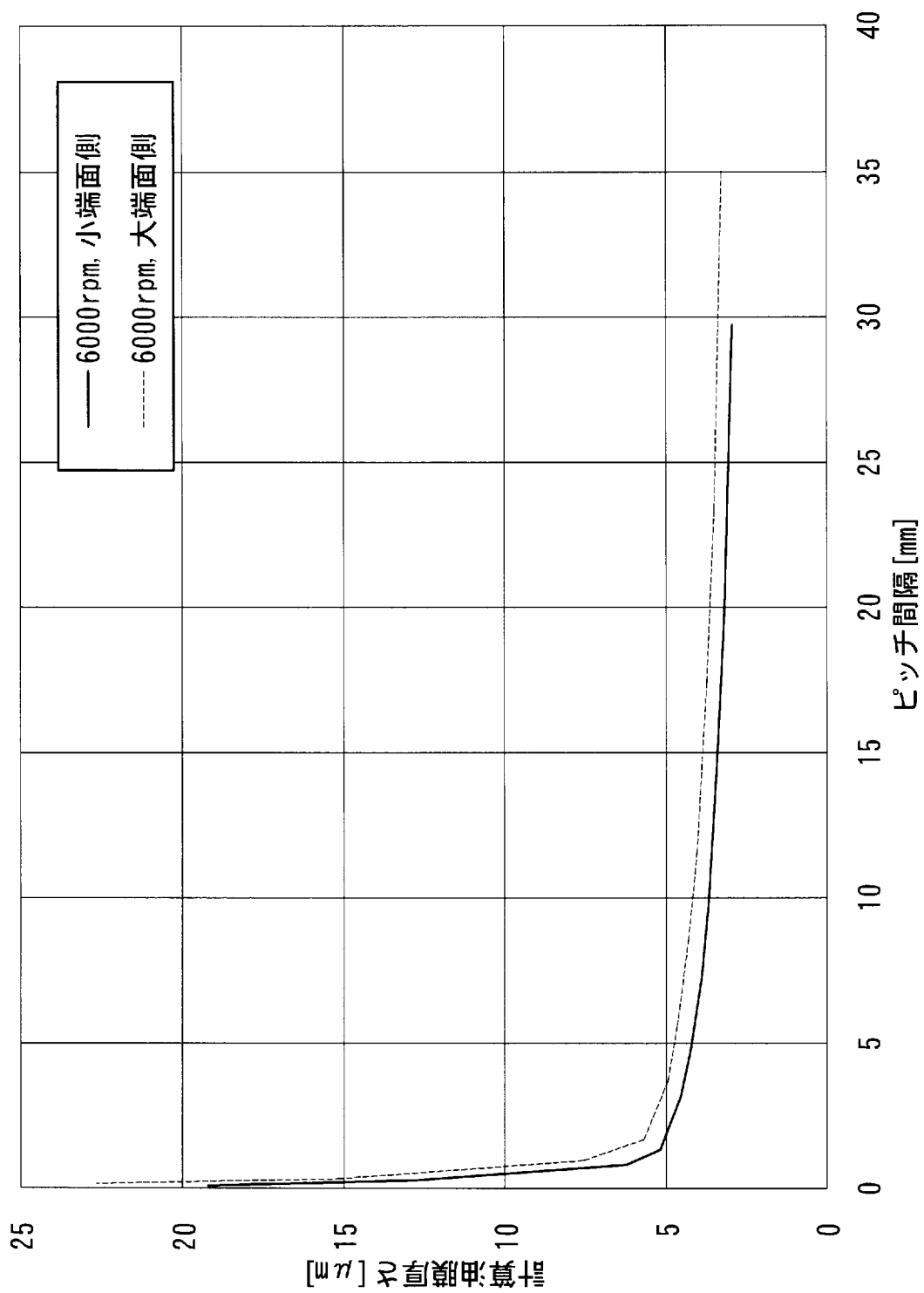
[図23]



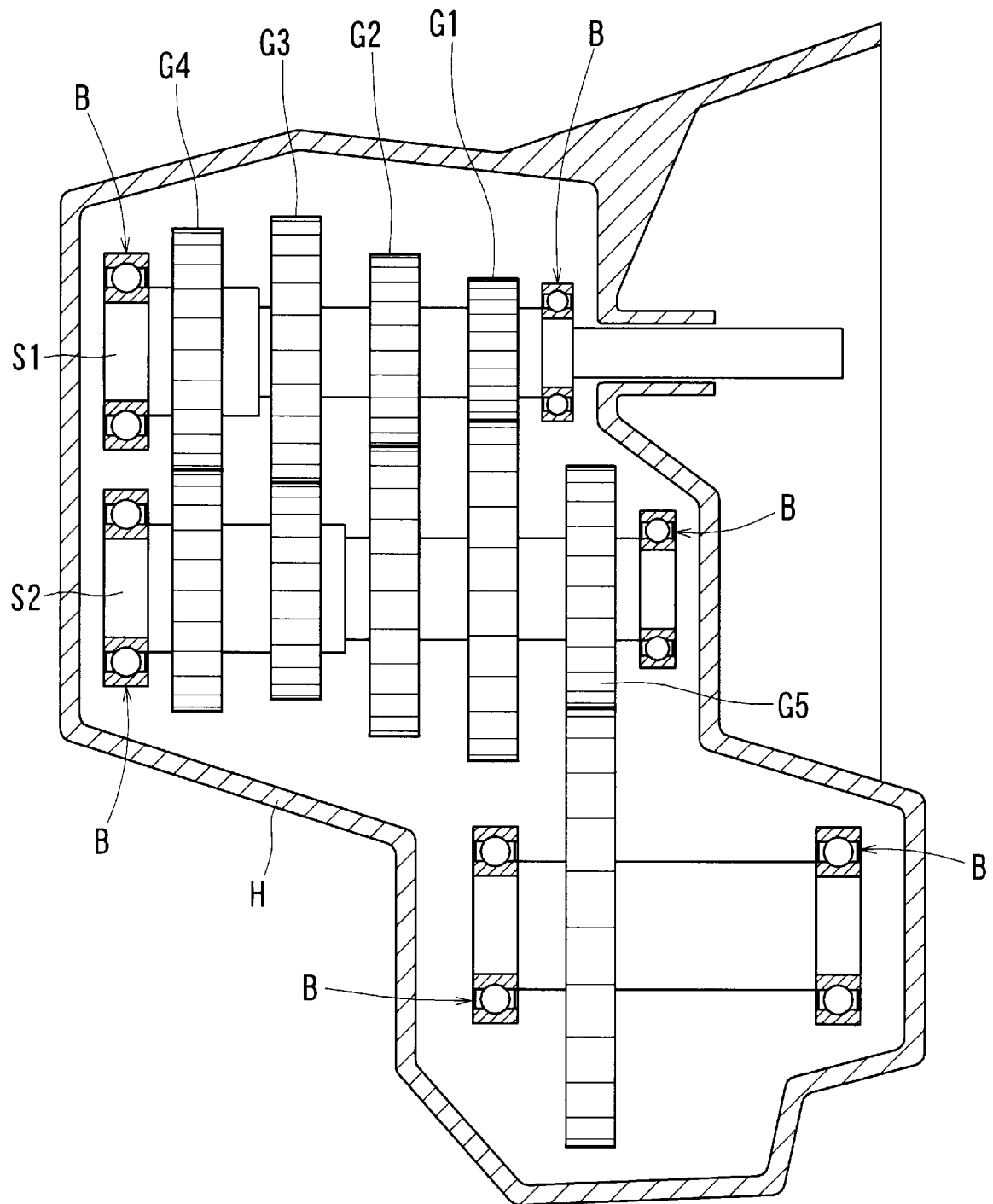
[図24]



[図25]



[図26]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2016/057176

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F16C33/78(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)

F16C33/78

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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	JP 44-19641 B1 (Koyo Seiko Co., Ltd.),	1-2
Y	25 August 1969 (25.08.1969), column 1, line 28 to column 4, line 37; fig. 1 to 4 (Family: none)	3-9
Y	JP 2011-122723 A (Schaeffler Technologies GmbH & Co. KG), 23 June 2011 (23.06.2011), paragraphs [0024] to [0026]; fig. 2 to 4b & US 2011/0133412 A1 paragraphs [0027] to [0029]; fig. 2 to 4b & DE 102010062629 A1	3-9

☒ 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 May 2016 (23.05.16)

Date of mailing of the international search report
31 May 2016 (31.05.16)

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/JP2016/057176

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 2008-240949 A (JTEKT Corp.), 09 October 2008 (09.10.2008), paragraph [0015] (Family: none)	6-9
Y	JP 2008-25692 A (JTEKT Corp.), 07 February 2008 (07.02.2008), paragraph [0014] (Family: none)	6-9
Y	JP 2007-107588 A (NSK Ltd.), 26 April 2007 (26.04.2007), paragraphs [0025] to [0026] (Family: none)	8-9

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. F16C33/78(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. F16C33/78

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	1971-2016年
日本国実用新案登録公報	1996-2016年
日本国登録実用新案公報	1994-2016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 44-19641 B1（光洋精工株式会社）1969.08.25, 第1欄第28行 —第4欄第37行, 第1-4図（ファミリーなし）	1-2 3-9
Y	JP 2011-122723 A（シェフラー テクノロジーズ ゲゼルシャフト ミット ベシュレンクテル ハフツング ウント コンパニー コ マンディートゲゼルシャフト）2011.06.23, 段落0024-002 6, 図2-4b & US 2011/0133412 A1, 段落0027-0029, 図 2-4b & DE 102010062629 A1	3-9

☒ 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

23.05.2016

国際調査報告の発送日

31.05.2016

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）

藤村 聖子

3 J

9 4 2 5

電話番号 03-3581-1101 内線 3328

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 2008-240949 A (株式会社ジェイテクト) 2008.10.09, 段落 0 0 1 5 (ファミリーなし)	6-9
Y	JP 2008-25692 A (株式会社ジェイテクト) 2008.02.07, 段落 0 0 1 4 (ファミリーなし)	6-9
Y	JP 2007-107588 A (日本精工株式会社) 2007.04.26, 段落 0 0 2 5 - 0 0 2 6 (ファミリーなし)	8-9