

(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
2020年10月22日(22.10.2020)



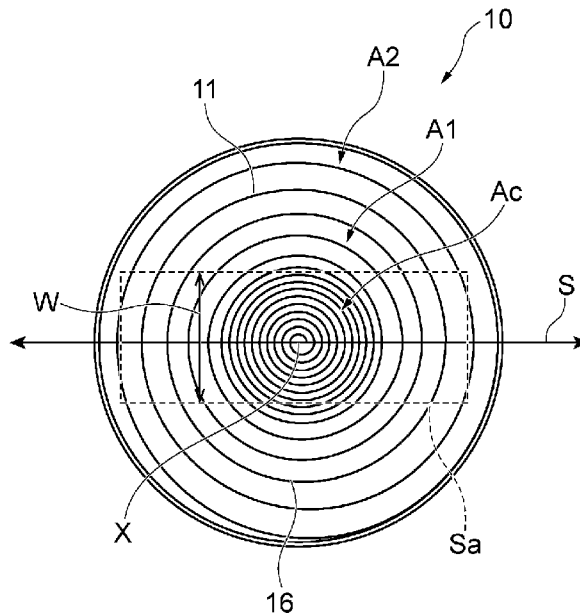
(10) 国際公開番号

WO 2020/213461 A1

- (51) 国際特許分類:
F01M 9/10 (2006.01) *F01L 1/14* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2020/015566
- (22) 国際出願日: 2020年4月6日(06.04.2020)
- (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 2019-079130 2019年4月18日(18.04.2019) JP
- (71) 出願人: 株式会社リケン(KABUSHIKI KAISHA RIKEN) [JP/JP]; 〒1028202 東京都千代田区三番町8番地1 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 高橋 育朗 (TAKAHASHI Ikurou); 〒3608522 埼玉県熊谷市末広4丁目14番1号 株式会社リケン熊谷事業所内 Saitama (JP).
- (74) 代理人: 長谷川 芳樹, 外(HASEGAWA Yoshiki et al.); 〒1000005 東京都千代田区丸の内二丁目1番1号丸の内 M Y P L A Z A (明治安田生命ビル) 9階 創英国際特許法律事務所 Tokyo (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, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, KE, KG, KH,

(54) Title: SLIDING MEMBER

(54) 発明の名称: 摺動部材



(57) **Abstract:** A sliding member according to one aspect of the present invention is provided with a sliding surface with which an outer surface of a cam comes into contact, and either a spiral groove or a plurality of annular grooves provided on the sliding surface, wherein the sliding surface includes a circular central region including the center of the sliding surface, and a first annular region positioned to the outside of the central region, and a ratio R_C of a width L_2 of the groove to a pitch L_1 of the groove in the central region is greater than a



WO 2020/213461 A1

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,
ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, 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：

- 一 国際調査報告 (条約第21条(3))

ratio R_{O1} of the width $L2$ of the groove to the pitch $L1$ of the groove in the first annular region.

(57) 要約：本発明の一側面に係る摺動部材は、カムの外表面が当接する摺動面と、摺動面に設けられている渦巻き状又は複数の円環状の溝とを備え、摺動面は、当該摺動面の中心を含む円形の中央領域と、中央領域よりも外側に位置する第1の環状領域とを有し、中央領域における溝のピッチ $L1$ に対する溝の幅 $L2$ の比率 R_C が第1の環状領域における溝のピッチ $L1$ に対する溝の幅 $L2$ の比率 R_{O1} よりも大きい。

明 細 書

発明の名称： 摺動部材

技術分野

[0001] 本発明は、相手部材と摺接する摺動部材に関する。

背景技術

[0002] 内燃機関が備えるバルブ駆動機構において、バルブリフタ等の摺動部材が用いられている。バルブリフタは、カムシャフトのカムの外周面に対して摺接し、カムシャフトの回転をバルブの開閉に作用させる。摺動部材における摩擦損失を低減するため、従来、摺動面での潤滑油の保持性を高める技術が検討されている（特許文献１～３参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献１：実開昭５１－６８９０４号公報

特許文献２：特開平１１－１５７９５４号公報

特許文献３：特開２００７－４６６６０号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 近年、更なる低摩擦化又は燃費の向上等を目的として、潤滑油の低粘度化が進められている。従来と比較して低粘度の潤滑油が使用される場合、摺動面における低い摩擦損失を維持するには、従来のバルブリフタ等の摺動面の構成を更に改良する余地がある。

[0005] 本発明は、低粘度の潤滑油を用いた場合であっても、摺動面における十分に低い摩擦損失を達成できる摺動部材を提供する。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の一側面に係る摺動部材は、カムの外表面が当接する摺動面と、摺動面に設けられている渦巻き状又は複数の円環状の溝とを備え、摺動面は、当該摺動面の中心を含む円形の中央領域と、中央領域よりも外側に位置する

第1の環状領域とを有し、中央領域における溝のピッチ L_1 に対する溝の幅 L_2 の比率 R_c が第1の環状領域における溝のピッチ L_1 に対する溝の幅 L_2 の比率 R_{o1} よりも大きい。摺動面は、例えば、非晶質硬質炭素膜などの硬質皮膜で構成されている。

[0007] 上述のとおり、摺動面の中央領域及び第1の環状領域には、渦巻き状又は複数の円環状の溝が形成されている。中央領域における比率 R_c が第1の環状領域における比率 R_{o1} よりも大きいということは、相対的に、中央領域には溝が密に形成されており、他方、第1の環状領域には溝が疎に形成されていることを意味する。かかる構成を採用したことにより、本発明に係る摺動部材によれば、低粘度の潤滑油を用いた場合であっても、摺動面における十分に低い摩擦損失を達成できる。すなわち、カムから比較的強い押圧力を受ける中央領域に密に溝を形成することで、十分な量の潤滑油を中央領域に保持することができ、摩擦抵抗を十分に小さくできる。他方、第1の環状領域は、カムから受ける押圧力が中央領域よりも弱いため、中央領域よりも溝が疎に形成されていても、摩擦抵抗が十分に小さい状態を維持できる。仮に、第1の環状領域に対し、中央領域と同程度に密に溝を形成するとかえって摩擦抵抗が大きくなり得る。

[0008] 溝は、摺動面の中心側から外側に向けて、ピッチ L_1 に対する幅 L_2 の比率が段階的に小さくなるように形成されていてもよいし、連続的に小さくなるように形成されていてもよい。すなわち、摺動面は、中心側から外側に向けて、溝が密に形成された領域（中央領域）から疎に形成された領域（第1の領域）に段階的に移行していてもよいし、連続的に移行していてもよい。例えば、溝の幅 L_2 を実質的に一定とした場合、摺動面の中心側から外側に向けて、ピッチ L_1 が段階的又は連続的に大きくなるように溝を形成すればよい。

[0009] 溝が渦巻き状である場合、渦巻き状の溝は一方の端部から他方の端部まで連続的に形成されていてもよいし、断続的に形成されていてもよい。溝が複数の円環状である場合、それぞれの円環状の溝は周方向に連続的に形成され

ていてもよいし、断続的に形成されていてもよい。

[0010] 摺動面は、第1の環状領域よりも外側に位置し且つ当該摺動面の周縁に沿った第2の環状領域を更に有してもよい。第2の環状領域には、第1の環状領域よりも疎に溝が形成されていてもよい。この態様の場合、第2の環状領域における溝のピッチ L_1 に対する溝の幅 L_2 の比率 R_{02} が第1の環状領域における溝のピッチ L_1 に対する溝の幅 L_2 の比率 R_{01} よりも小さい。あるいは、第2の環状領域には溝が形成されていなくてもよい。

発明の効果

[0011] 本発明によれば、低粘度の潤滑油を用いた場合であっても、摺動面における十分に低い摩擦損失を達成できる摺動部材が提供される。

図面の簡単な説明

[0012] [図1]図1(a)及び図1(b)は、本発明の一実施形態に係る摺動部材が適用される内燃機関の動弁機構の一部を示す断面図である。

[図2]図2は、図1に示すバルブリフタを示す断面図である。

[図3]図3は、バルブリフタの摺動面に形成された溝の一態様を模式的に示す上面図である。

[図4]図4(a)～図4(c)は、摺動面に形成された溝を拡大して模式的に示す断面図である。

[図5]図5は、溝の他の態様を模式的に示すバルブリフタの上面図である。

[図6]図6は、溝の他の態様を模式的に示すバルブリフタの上面図である。

[図7]図7は、溝の他の態様を模式的に示すバルブリフタの上面図である。

[図8]図8(a)及び図8(b)は溝の変形例を模式的に示すバルブリフタの上面図である。

[図9]図9は、溝の他の態様を模式的に示すバルブリフタの上面図である。

[図10]図10は、実施例及び比較例の結果を示すグラフである。

発明を実施するための形態

[0013] 以下、添付図面を参照して、本発明の実施形態を詳細に説明する。なお、図面の説明においては同一要素には同一符号を付し、重複する説明を省略す

る。

[0014] <動弁機構>

図1は、本発明の一形態に係る摺動部材が適用される内燃機関の動弁機構の一部を示している。図1(a)は、バルブリフタが上昇しバルブが閉じた状態の断面であり、図1(b)は、バルブリフタが降下してバルブが開いた状態の断面図である。

[0015] 図1(a)に示すバルブリフタ10は、本実施形態に係る摺動部材に対応するものであって、シリンダヘッド20のボア22内に設けられている。バルブリフタ10の摺動面11と摺動するカム24は、カムシャフトに取り付けられ、駆動系等によるカムシャフトの回転に伴って回転する。カム24は回転の中心から外周摺動面までの距離が一定でないカムプロファイルを有するため、カム24の回転によってバルブリフタ10の摺動面11を押す力が変化する。図1(a)及び図1(b)に示すように、カム24の回転に伴って、バルブリフタ10がボア22内を移動して、バルブリフタ10に対して接続されるバルブ26の開閉操作が行われる。バルブ26は、外周に配置されたバルブスプリング28によって図示の上方(カム側)に常時付勢されている。バルブ26の開動作(図1(b)参照)は、カム24の突出部が、摺動面11を押圧したときに行われる。カムシャフト側に設けられる潤滑油供給手段(不図示)から潤滑油が供給されて、カム24及びバルブリフタ10が潤滑される。カム24がバルブリフタ10を押圧する力は、摺動面11の中心領域近傍にカム24の突出先端部(カムノーズ)が到達したときに最大となる。なお、カムシャフトの回転数が高くなると、バルブリフタ10との摺動速度も高まる。

[0016] <バルブリフタ>

図2は、バルブリフタ10の断面図であり、図3は、バルブリフタ10の上面図である。これらの図に示すように、バルブリフタ10は、一方が開口した円筒形をしており、具体的には、円筒形のスカート部12と、スカート部12の中心軸線X方向の一端側である上端部にスカート部12に対して一

体的に形成された冠部 1 3 と、冠部 1 3 の上面（スカート部 1 2 側とは逆側の端面）上に設けられた非晶質硬質炭素膜 1 5 とを有する。冠部 1 3 の下面（スカート部 1 2 側の主面）の中央付近に、円形状のボス部 1 4 が設けられている。ボス部 1 4 はバルブ 2 6 の上端（バルブステム）に対して当接する。スカート部 1 2 と摺動面 1 1 の境界には、テーパ状の面取り部が形成されている。

[0017] 摺動面 1 1 は、図 3 に示すように円形状であり、そのうちの一部の領域（図 3 に破線で示す摺動範囲 S a）をカム 2 4 が図 3 に示す矢印 S の方向に摺動する。すなわち、矢印 S はカム 2 4 の摺動方向を示したものであり、一方方向に回転するカム 2 4 と摺動面 1 1 との接点は、矢印 S に沿った方向に往復動する。破線で示した摺動範囲 S a は矢印 S に沿って摺動するカム 2 4 の移動範囲を示したものである。カム 2 4 との摺動時に、バルブリフタ 1 0 をボア 2 2 内でその中心軸に回転させる目的で、カム幅の中央位置をバルブリフタ冠面の中心軸から外周側に若干オフセットした位置とすることがあり、カムの摺動範囲 S a は、オフセットを考慮してカム幅よりも若干大きくしてよい。

[0018] 本実施形態における摺動面 1 1 は物理的蒸着法（PVD）や化学的蒸着法（CVD）による金属の窒化物、炭化物、炭窒化物および硼化物や、硬質メッキ、非晶質硬質炭素膜などの硬質皮膜により構成されている。摺動面 1 1 は、非晶質硬質炭素膜 1 5 によって構成されているとよい。バルブリフタ 1 0 の本体部（スカート部 1 2、冠部 1 3 及びボス部 1 4）の材質には、JIS 規格による SCM 材を浸炭処理したものを用いることができ、これ以外の鋼材、鋳物、鉄系合金、チタン合金、アルミ合金及び高強度樹脂等を用いてもよい。

[0019] 摺動面 1 1 には、図 3 に示すように、摺動面 1 1 の中心軸線 X（以下、単に「軸線 X」という。）を中心とする渦巻状の溝 1 6 が形成されている。溝 1 6 は、摺動面 1 1 の外周側の端部から中央部（軸線 X 付近）の端部まで連続的に形成されている。溝 1 6 は、非晶質硬質炭素膜 1 5 に対してレーザを

照射する手法によって形成することができる。例えば、溝 16 を形成前のバルブリフタを、軸線 X を中心として回転させた状態で、摺動面 11 の外周側から中心部に向けて径方向にレーザを照射する。このとき、バルブリフタの回転速度、レーザの移動速度及びレーザの照射強度等を制御することで、図 3 に示す溝 16 を形成することができる。使用し得るレーザとして、超短パルスレーザ及び直線偏光レーザが挙げられる。これらのうち、溝 16 を形成するレーザとしてパルス間隔がピコ秒からフェムト秒の超短パルスレーザを採用することが好ましい。

[0020] 摺動面 11 は、溝 16 の態様に応じて中央部から周縁部に向けて、例えば、三つの領域に分かれている。すなわち、摺動面 11 は、摺動面 11 の中心を含む円形の中央領域 A c と、中央領域 A c よりも外側に位置する第 1 の環状領域 A 1 と、第 1 の環状領域 A 1 よりも外側に位置する第 2 の環状領域 A 2 とを有する。中央領域 A c は、円形であり、カムの摺動範囲 S a の幅（図 3 における幅 W）に応じた直径を有することが好ましい。すなわち、中央領域 A c の直径は幅 W と同じであるか、それ以上であることが好ましい。第 1 の環状領域 A 1 は中央領域 A c と第 2 の環状領域 A 2 との間の領域である。第 2 の環状領域 A 2 は、摺動面 11 の周縁に沿った領域である。

[0021] 図 3 に示すとおり、中央領域 A c には第 1 の環状領域 A 1 よりも密に溝 16 が形成されている。すなわち、図 4（a）及び図 4（b）に示すように、中央領域 A c における溝 16 のピッチ L 1 に対する溝の幅 L 2 の比率 R_c は第 1 の環状領域 A 1 における溝のピッチ L 1 に対する溝の幅 L 2 の比率 R_{o1} よりも大きい。本実施形態においては、溝 16 の幅 L 2 は実質的に一定であり、中央領域 A c における溝 16 のピッチ L 1 は第 1 の環状領域 A 1 における溝のピッチ L 1 よりも小さく設定されている。溝 16 の幅 L 2 は、例えば、 $20 \sim 200 \mu\text{m}$ であり、 $50 \sim 160 \mu\text{m}$ 又は $80 \sim 120 \mu\text{m}$ であってもよい。溝 16 の深さは、低回転域のフリクション低減の観点から、 $100 \sim 400 \text{nm}$ であることが好ましく、 $100 \sim 300 \text{nm}$ 又は $150 \sim 250 \text{nm}$ であってもよい。

[0022] 中央領域 A_c における溝 16 の比率 R_c は、例えば、0.2 以上 0.8 以下であり、0.3～0.7 又は 0.4～0.6 であってもよい。中央領域 A_c の比率 R_c が 0.2 以上であることで、中央領域 A_c に潤滑油を保持しやすく、他方、0.8 以下であることで、過剰な潤滑油に起因する摺動抵抗の上昇を抑制できる。

[0023] 第 1 の環状領域 A_1 における溝 16 の比率 R_{o1} は、上述の比率 R_c よりも小さい。第 1 の環状領域 A_1 の比率 R_{o1} は、例えば、0.1 以上 0.6 以下であり、0.1～0.5 又は 0.2～0.4 であってもよい。第 1 の環状領域 A_1 の比率 R_{o1} が 0.1 以上であることで、第 1 の環状領域 A_1 に潤滑油を保持しやすく、他方、0.6 以下であることで、過剰な潤滑油に起因する摺動抵抗の上昇を抑制できる。比率 R_c/R_{o1} は、例えば、1 を超え 8 以下であり、1.1～3 であってもよい。

[0024] 図 4 (b) 及び図 4 (c) に示すように、第 1 の環状領域 A_1 における溝 16 のピッチ L_1 に対する溝の幅 L_2 の比率 R_{o1} は第 2 の環状領域 A_2 における溝のピッチ L_1 に対する溝の幅 L_2 の比率 R_{o2} よりも大きい。上述のとおり、溝 16 の幅 L_2 は実質的に一定であり、第 1 の環状領域 A_1 における溝 16 のピッチ L_1 は第 2 の環状領域 A_2 における溝のピッチ L_1 よりも小さく設定されている。第 2 の環状領域 A_2 の比率 R_{o2} は、例えば、0.05 以上 0.4 以下であり、0.1～0.4 又は 0.2～0.3 であってもよい。第 2 の環状領域 A_2 の比率 R_{o2} が 0.4 以下であることで、過剰な潤滑油に起因する摺動抵抗の上昇を抑制できる。比率 R_{o1}/R_{o2} は、例えば、1 を超え 12 以下であり、1.1～3 であってもよい。

[0025] 溝 16 の断面形状は特に限定されない。例えば、図 4 (a)～図 4 (c) に示すように、側面及び底面が曲面状に連続した形状であってもよいし、側面と底面とが明確に区別されるような形状であってもよい。更に、溝 16 内が二面で形成される所謂 V 溝状であってもよい。

[0026] 摺動面 11 を構成する硬質皮膜は、物理的蒸着法 (PVD) や化学的蒸着法 (CVD) による Ti や Cr など金属の窒化物、炭化物、炭窒化物および B

Nなどの硼化物や、硬質Crメッキ、非晶質硬質炭素膜などを適用でき、特に非晶質硬質炭素膜によって構成されているとよい。非晶質硬質炭素は、ダイヤモンド・ライク・カーボン（DLC）、水素化アモルファスカーボン（a-c : H）、i-カーボン、又は、ダイヤモンド状炭素などと呼ばれ、構造的に炭素の結合がダイヤモンド構造の結合（sp³型結合）とグラファイト構造の結合（sp²型結合）とが混在したものである。摺動面11が非晶質硬質炭素膜15で構成されていることで、カム24との摺動に伴う摺動面11の摩耗等が抑制され、バルブリフタ10の性能低下を防ぐことができ、バルブリフタ10の高寿命化が可能となる。

[0027] 非晶質硬質炭素膜15の厚さは、例えば、0.4～10 μmである。非晶質硬質炭素膜15の厚さが0.4 μm以上であればバルブリフタ10が十分な耐久性を有する。他方、非晶質硬質炭素膜15の厚さが10 μm以下であれば膜中の内部応力が過度に大きくなることを抑制でき、欠け及び剥離の発生を抑制しやすい。バルブリフタ10の生産性の観点から、非晶質硬質炭素膜15の厚さは0.7～2.0 μmであってもよい。なお、摺動面に設けられる溝の深さは、非晶質硬質炭素膜の厚さよりも小さく設定される。

[0028] 非晶質硬質炭素膜15は、例えば、蒸発源にグラファイトカソードを備えたアークイオンプレーティング装置を用いて形成することができる。この装置によれば、真空雰囲気中、グラファイトカソードとアノードとの間で真空アーク放電を発生させ、炭素カソード表面から炭素材料を蒸発、イオン化し、負のバイアス電圧を印加した冠部13の上面上に炭素イオンを堆積させる工程を経て非晶質硬質炭素膜15を形成することができる。

[0029] 非晶質硬質炭素膜15は、水素を含有しても含有しなくてもよいが、低摩擦係数を達成する観点から水素を実質的に含有しないこと（水素含有量が5原子%未満）が好ましい。具体的には、非晶質硬質炭素膜15の水素含有量は好ましくは5原子%未満であり、より好ましくは3原子%未満であり、更に好ましくは2原子%未満であり、特に好ましくは1原子%未満である。非晶質硬質炭素膜15が水素を実質的に含有しないものであれば、非晶質硬質

炭素膜 15 の表面炭素原子のダングリングボンドが水素で終端されないため、潤滑油中の OH 基をもつ油性剤構成分子が非晶質硬質炭素膜 15 の表面に吸着しやすく、これにより極めて低い摩擦係数を示すことが確認されている。また、水素を実質的に含有しない非晶質硬質炭素は優れた熱伝導特性を有する。非晶質硬質炭素膜 15 の水素含有量は、ラザフォード後方散乱分光法 (Rutherford Backscattering Spectrometry、RBS)、水素前方散乱分光法 (Hydrogen Forward Scattering、HFS) によって測定することができる。

[0030] 水素を実質的に含まない非晶質硬質炭素膜 15 を形成するには、炭素系ガスを導入せずに成膜すればよい。なお、装置内の壁面に残存する水分により、水素が 5 原子%未満で含有されることがある。アークイオンプレーティングにおいて特徴的に形成されるドロプレットは非晶質硬質炭素膜 15 に取り込まれて膜強度を低下させる。磁気フィルターを装備したフィルタードアーク方式による装置を用いることで、ドロップレットを低減することができる。この装置を用いて形成された非晶質硬質炭素膜 15 は、ドロップレットが十分に少なく十分に均質であり、優れた耐摩耗性を有する。

[0031] 以上、本発明の実施形態について詳細に説明したが、本発明は上記実施形態に限定されるものではない。例えば、上記実施形態においては、一方の端部から他方の端部まで連続的に形成されている渦巻き状の溝 16 を例示したが、溝 16 は断続的に形成されていてもよい。また、溝の態様は渦巻き状でなくてもよく、図 5 に示すように、渦巻き状の溝 16 の代わりに、同心円の複数の溝 17 を摺動面 11 に形成してもよい。複数の円環状の溝 17 もそれぞれの周方向に連続的に形成されていてもよいし、断続的に形成されていてもよい。

[0032] 上記実施形態においては、第 2 の環状領域 A2 に第 1 の環状領域 A1 よりも疎に溝 16 が形成されている態様を例示したが、第 2 の環状領域 A2 には溝が形成されていなくてもよいし (図 6 参照)、第 1 の環状領域 A1 よりも溝 16 が連続的に疎に形成されていてもよい (図 7 参照)。第 2 の環状領域

A 2 の態様は潤滑油の種類及び粘度等に応じて適宜選択すればよい。

[0033] 上記実施形態においては、中央領域 A c の中心軸線 X 付近にまで溝 1 6 が形成されている態様（図 3 及び図 6 参照）を例示したが、図 8（a）及び図 8（b）に示すように、中央領域 A c の中心軸線 X 付近に溝の未加工部を部分的に設けてもよい。すなわち、中央領域 A c は、溝が形成されていない中央部 A x を有してもよい。中央部 A x は、溝 1 6 又は溝 1 7 が形成されていなくても潤滑油が保持されやすいからである。中央部 A x に溝 1 6 又は溝 1 7 を形成しないことで、加工が容易となる。中央部 A x の直径の中央領域 A c の直径に対する比率は、例えば、0.1～0.6 であり、0.15～0.5 であってもよい。中央領域 A c の態様は潤滑油の種類及び粘度等に応じて適宜選択すればよい。

[0034] 上記実施形態においては、摺動面 1 1 が第 2 の環状領域 A 2 を有する態様を例示したが、摺動面 1 1 は第 2 の環状領域 A 2 を有していなくてもよい。この場合、中央領域 A c の周縁から摺動面 1 1 の周縁までが第 1 の環状領域 A 1 である。

[0035] 図 3 及び図 5～8 に示したように、中央領域 A c から第 1 の環状領域 A 1 に移行するにあたり、溝 1 6 のピッチが段階的と言える程度に異なる態様を例示したが、溝 1 6 のピッチが広くなる程度は連続的であってもよい（図 9 参照）。図 9 に示す溝 1 6 が描く曲線として、インボリュート曲線（伸開線）及び対数螺旋が挙げられる。溝 1 6 のピッチが連続的に広くなる場合、中央領域 A c と第 1 の環状領域 A 1 の境界は必ずしも明確ではないが、両者の境界はカムの摺動範囲 S a の幅（図 3 における幅 W）に基づいて定義することができる。例えば、幅 W と同じ直径の円形領域を中央領域 A c と定義することができる。あるいは、ピッチ L 1 に対する幅 L 2 の比率の値に基づいて両者の境界を定義してもよい。例えば、この比率が 0.5 以上の領域を中央領域 A c とし、この比率が 0.5 未満となる点から外側の領域を第 1 の環状領域 A 1 としてもよい。

[0036] 上記実施形態においては、摺動部材としてバルブリフタを例示したが、本

発明に係る摺動部材をカムフォロア部材のシム、タペット等の他の部材に適用してもよい。

実施例

[0037] 以下、本発明について実施例に基づいて説明する。本発明は以下の実施例に限定されるものではない。

[0038] <実施例>

摺動面が中央領域及び第1の環状領域からなり、第2の環状領域を有しないことの他は、図3に示した構成と同様のバルブリフタを作製した。本実施例に係るバルブリフタの態様は以下のとおりである。

- ・ 摺動面の材質：非晶質硬質炭素膜（水素含有量：5原子%未満）
- ・ 摺動面の直径：29mm
- ・ 溝の態様：連続した渦巻き状
- ・ 溝の深さ：0.2μm
- ・ 溝のピッチL1：0.2mm（中央領域）、0.3mm（第1の環状領域）
- ・ 溝の幅L2：0.1mm
- ・ 中央領域：半径6mmまでの領域
- ・ 第1の環状領域：半径6mmから14.5mmまでの領域
- ・ 中央領域の比率 R_c （ L_2 / L_1 ）：0.5
- ・ 第1の環状領域の比率 R_{o1} （ L_2 / L_1 ）：0.33
- ・ 溝の加工法：レーザ加工

[0039] <比較例1>

摺動面に等間隔のピッチで溝を形成したことの他は実施例と同様にしてバルブリフタを作製した。本比較例に係る溝の態様は以下のとおりである。

- ・ 溝の態様：連続した渦巻き状
- ・ 溝の深さ：0.2μm
- ・ 溝のピッチL1：0.2mm
- ・ 溝の幅L2：0.1mm

・比率（ $L2/L1$ ）：0.5

[0040] <比較例2>

摺動面に溝を形成しなかったことの他は実施例と同様にしてバルブリフタを作製した。

[0041] <フリクション低減効果の確認>

比較例2に係るバルブリフタの摺動面に対してカムの外表面を摺動させ、カムシャフトのトルク（Nm）を測定した。カムシャフトの回転速度を200rpmから2500rpmまで段階的に変化させた。これと同様に、実施例及び比較例1に係るバルブリフタをそれぞれ使用してカムシャフトのトルクを測定した。図10は下記式で算出されるフリクション低減率（%）をグラフで示したものである。

フリクション低減率（%）＝〔（比較例2のトルク）－（実施例又は比較例1のトルク）〕／（比較例2のトルク）×100

図10のグラフに示されたとおり、カムシャフトの回転速度を200rpmから2500rpmの全範囲にわたって、比較例1よりも実施例の方が優れたフリクション低減効果が得られた。

産業上の利用可能性

[0042] 本発明によれば、低粘度の潤滑油を用いた場合であっても、摺動面における十分に低い摩擦損失を達成できる摺動部材が提供される。

符号の説明

[0043] 11…摺動面、15…非晶質硬質炭素膜、16…渦巻き状の溝、17…円環状の溝、24…カム、Ac…中央領域、A1…第1の環状領域、A2…第2の環状領域

請求の範囲

- [請求項1] カムの外表面が当接する摺動面と、
前記摺動面に設けられている渦巻き状又は複数の円環状の溝と、
を備え、
前記摺動面は、当該摺動面の中心を含む円形の中央領域と、前記中央領域よりも外側に位置する第1の環状領域とを有し、
前記中央領域における前記溝のピッチ L_1 に対する前記溝の幅 L_2 の比率 R_c が前記第1の環状領域における前記溝のピッチ L_1 に対する前記溝の幅 L_2 の比率 R_{o1} よりも大きい、摺動部材。
- [請求項2] 前記溝は、前記摺動面の中心側から外側に向けて、ピッチ L_1 に対する幅 L_2 の比率が段階的又は連続的に小さくなるように形成されている、請求項1に記載の摺動部材。
- [請求項3] 前記溝は、前記摺動面の中心側から外側に向けて、ピッチ L_1 が段階的又は連続的に大きくなるように形成されている、請求項1又は2に記載の摺動部材。
- [請求項4] 比率 R_c が0.2以上であり0.8以下である、請求項1～3のいずれか一項に記載の摺動部材。
- [請求項5] 比率 R_{o1} が0.1以上であり0.6以下である、請求項1～4のいずれか一項に記載の摺動部材。
- [請求項6] 比率 R_c/R_{o1} が1を超え8以下である、請求項1～5のいずれか一項に記載の摺動部材。
- [請求項7] 前記溝が渦巻き状であり、当該渦巻き状の溝は一方の端部から他方の端部まで連続的又は断続的に形成されている、請求項1～6のいずれか一項に記載の摺動部材。
- [請求項8] 前記溝が複数の円環状であり、それぞれの当該円環状の溝は周方向に連続的又は断続的に形成されている、請求項1～6のいずれか一項に記載の摺動部材。
- [請求項9] 前記溝の深さが100～400nmである、請求項1～8のいずれ

か一項に記載の摺動部材。

[請求項10] 前記摺動面が硬質皮膜で構成されている、請求項1～9のいずれか一項に記載の摺動部材。

[請求項11] 前記硬質皮膜が非晶質硬質炭素膜である、請求項10に記載の摺動部材。

[請求項12] 前記摺動面は、前記第1の環状領域よりも外側に位置し且つ当該摺動面の周縁に沿った第2の環状領域を更に有する、請求項1～11のいずれか一項に記載の摺動部材。

[請求項13] 前記第2の環状領域における前記溝のピッチ L_1 に対する前記溝の幅 L_2 の比率 R_{O2} が前記第1の環状領域における前記溝のピッチ L_1 に対する前記溝の幅 L_2 の比率 R_{O1} よりも小さい、請求項12に記載の摺動部材。

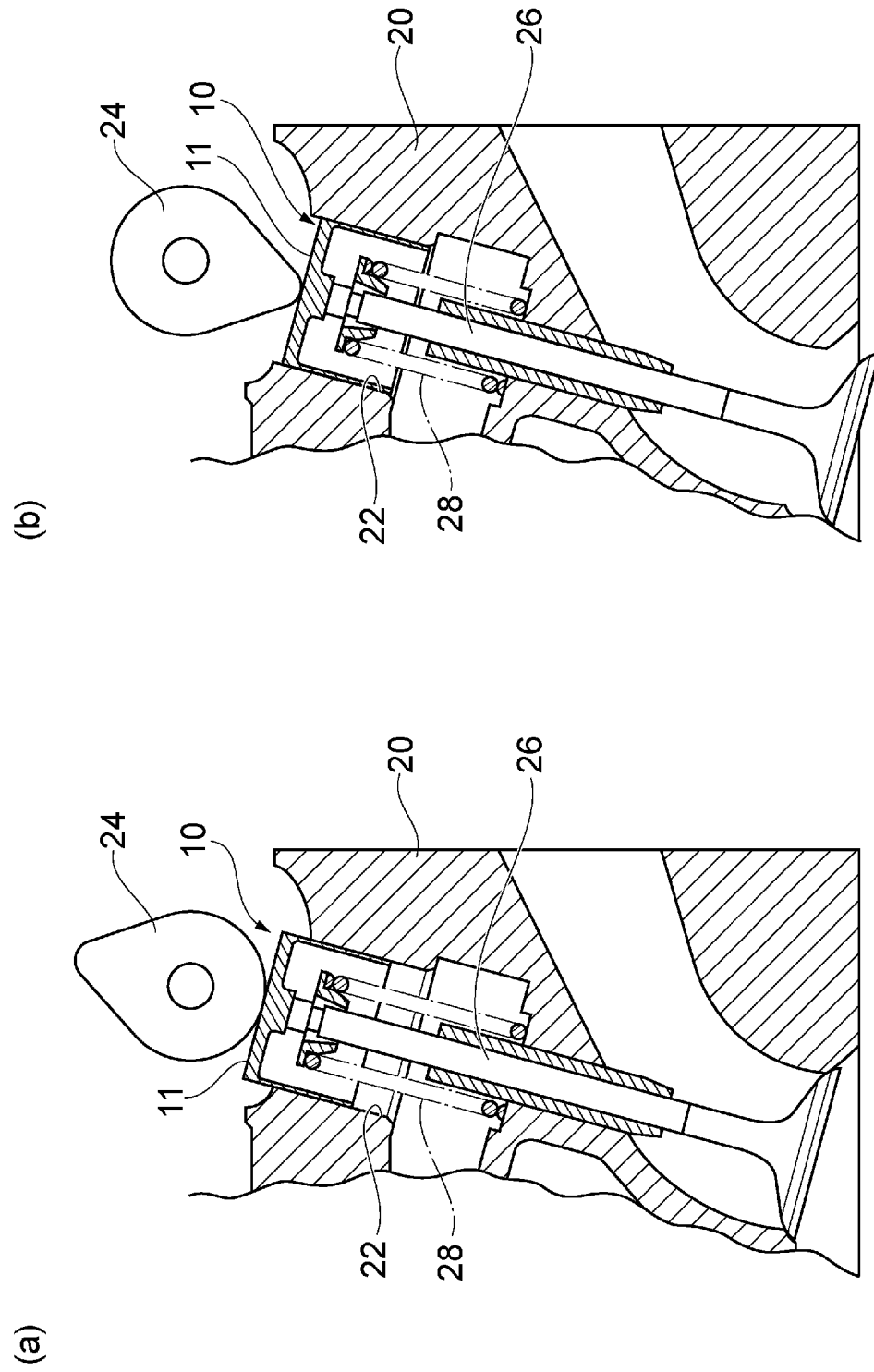
[請求項14] 比率 R_{O2} が0.05以上であり0.4以下である、請求項13に記載の摺動部材。

[請求項15] 比率 R_{O1}/R_{O2} が1を超え1.2以下である、請求項13又は14に記載の摺動部材。

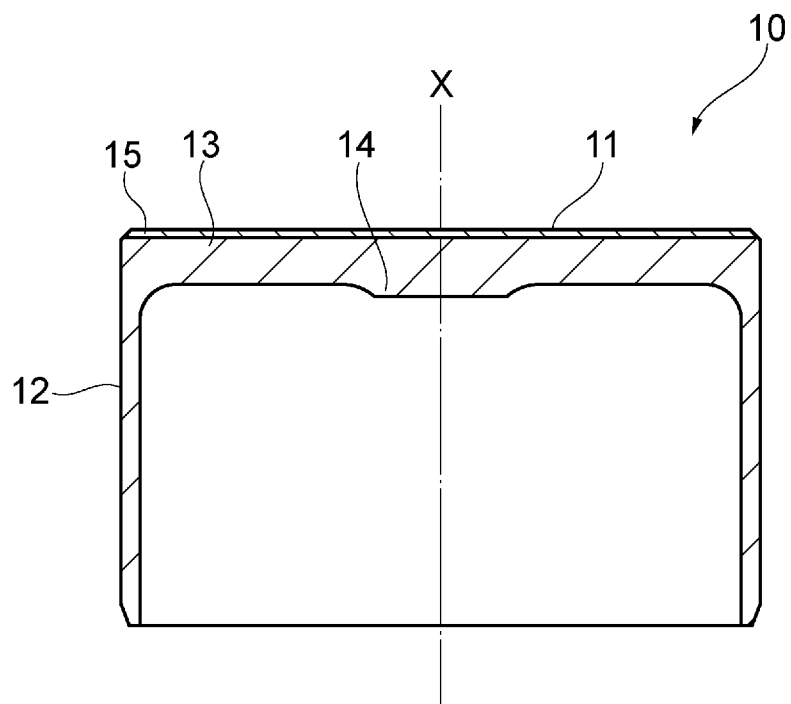
[請求項16] 前記第2の環状領域には溝が形成されていない、請求項12に記載の摺動部材。

[請求項17] バルブリフタ又はシムである、請求項1～16のいずれか一項に記載の摺動部材。

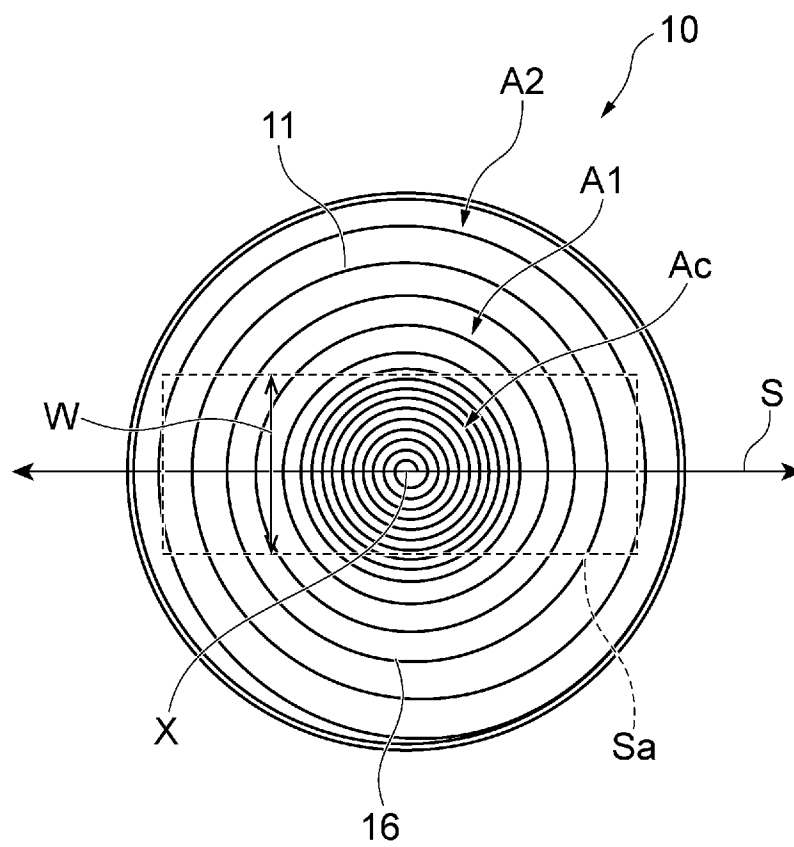
[図1]



[図2]

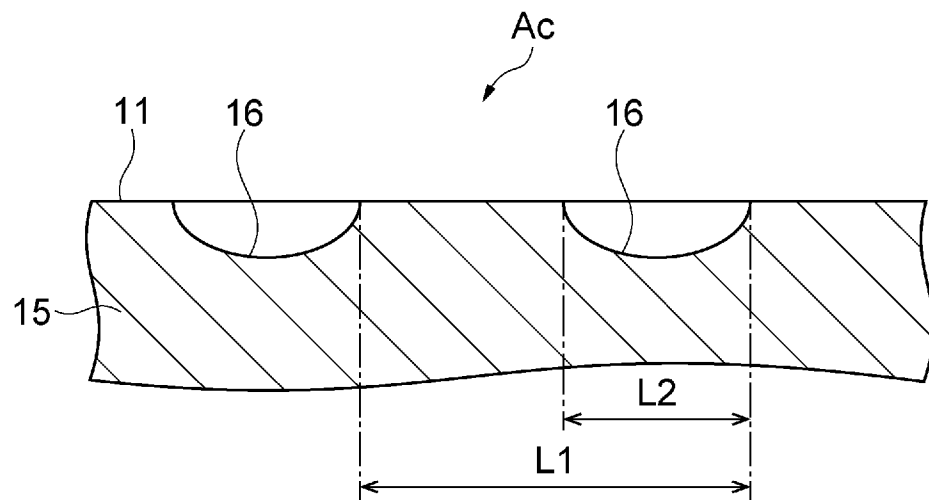


[図3]

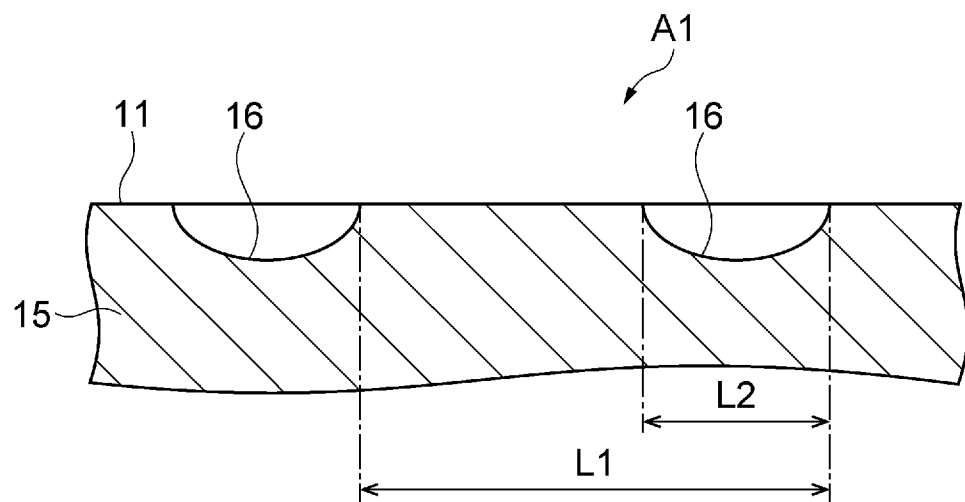


[図4]

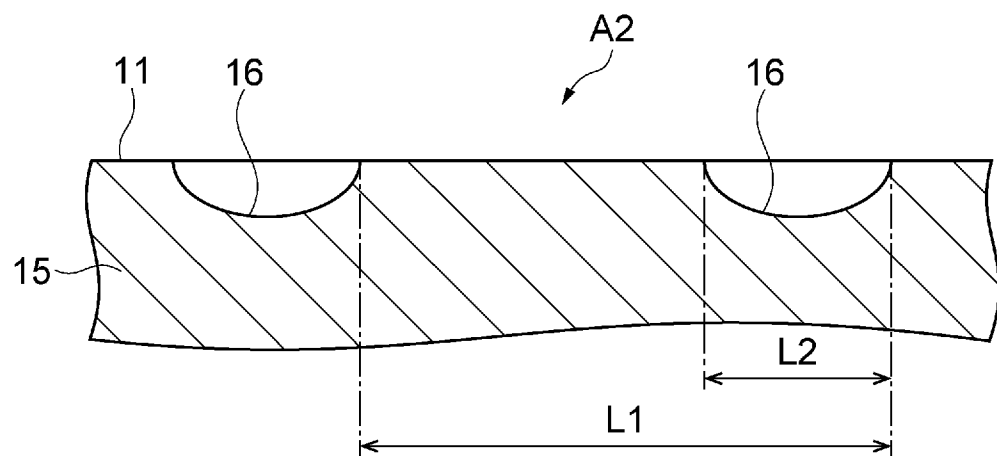
(a)



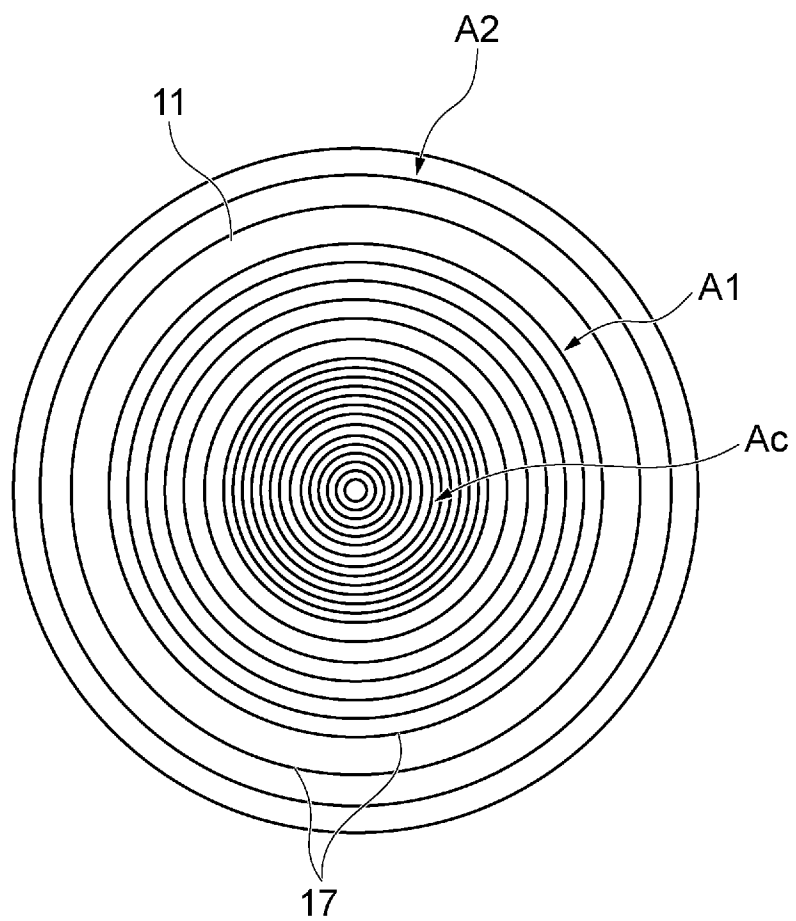
(b)



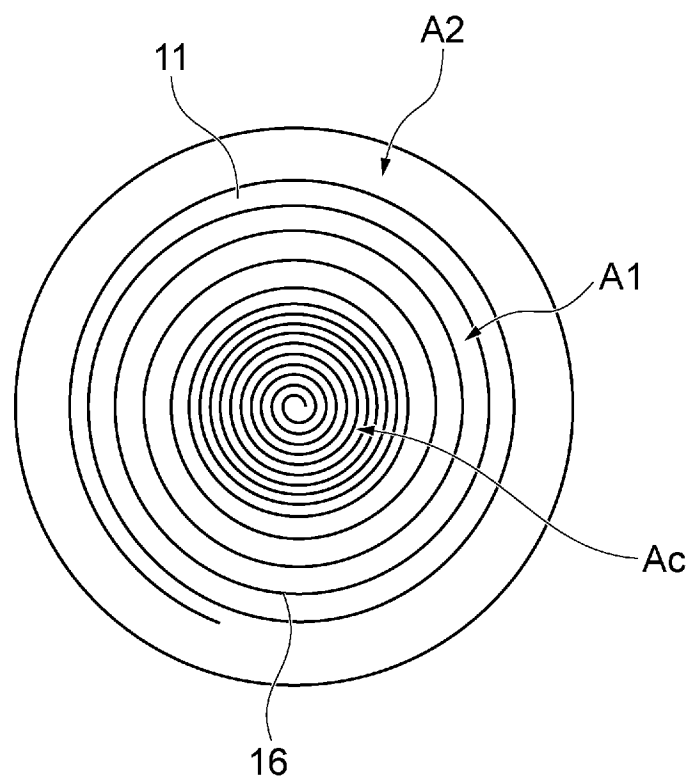
(c)



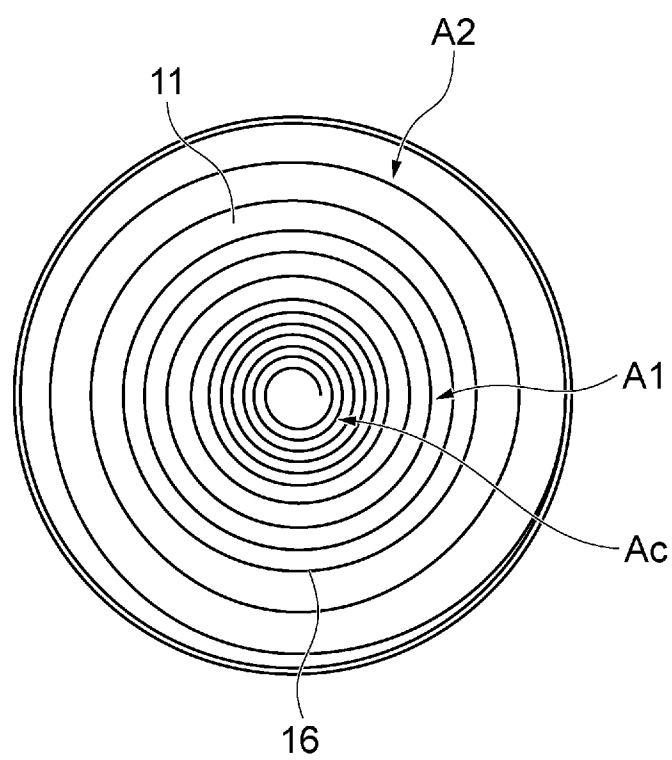
[図5]



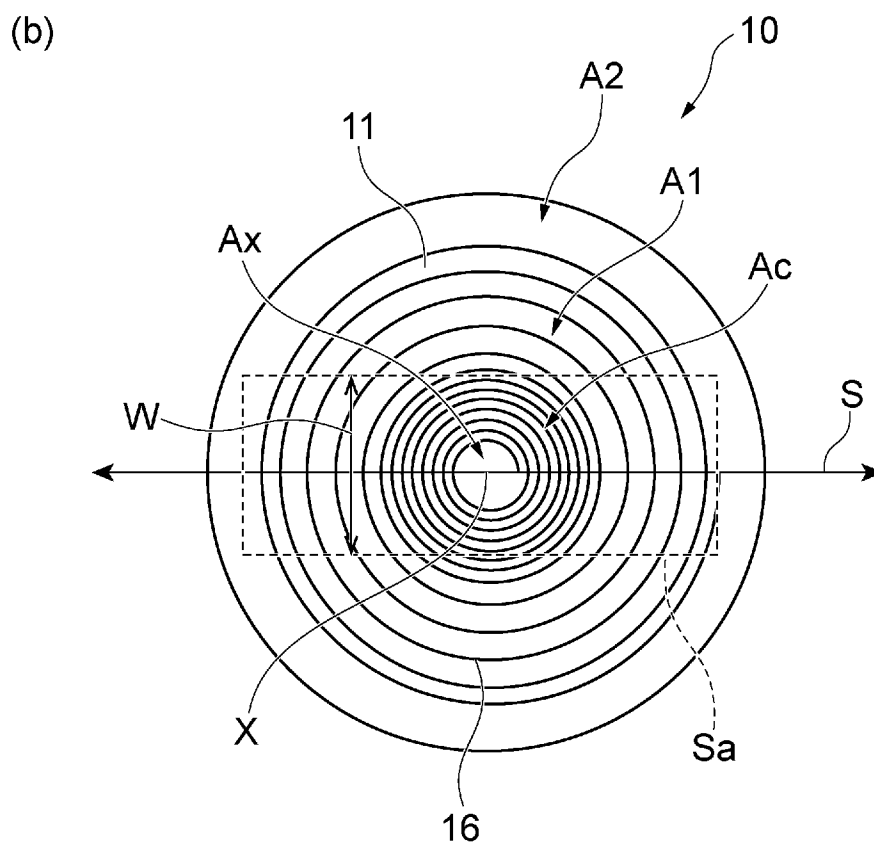
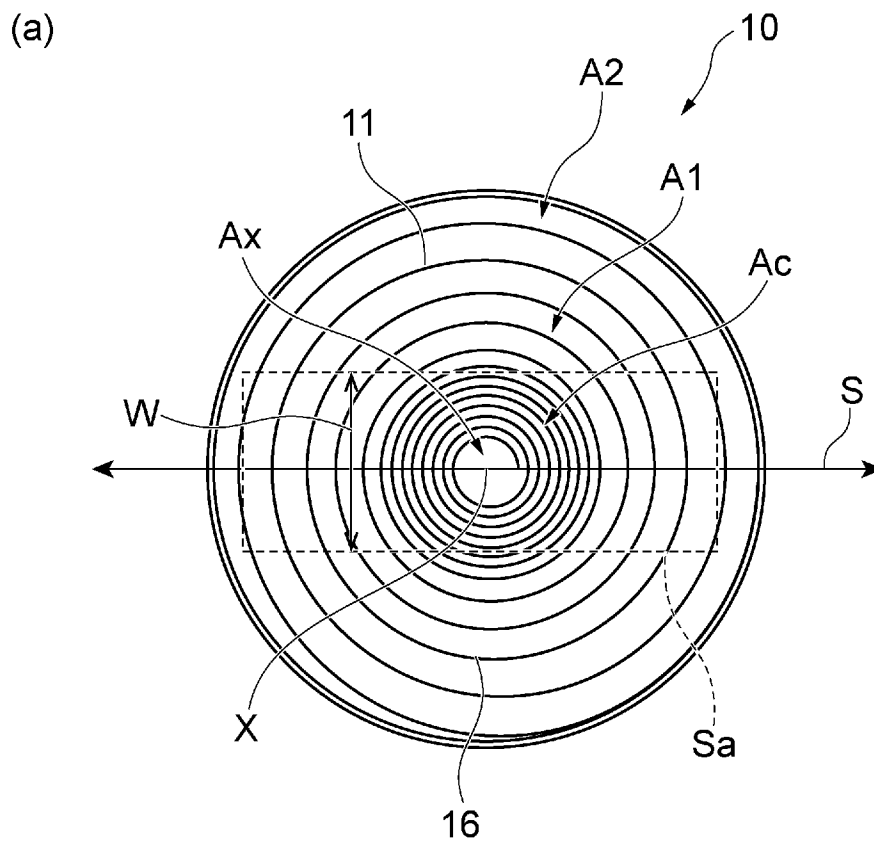
[図6]



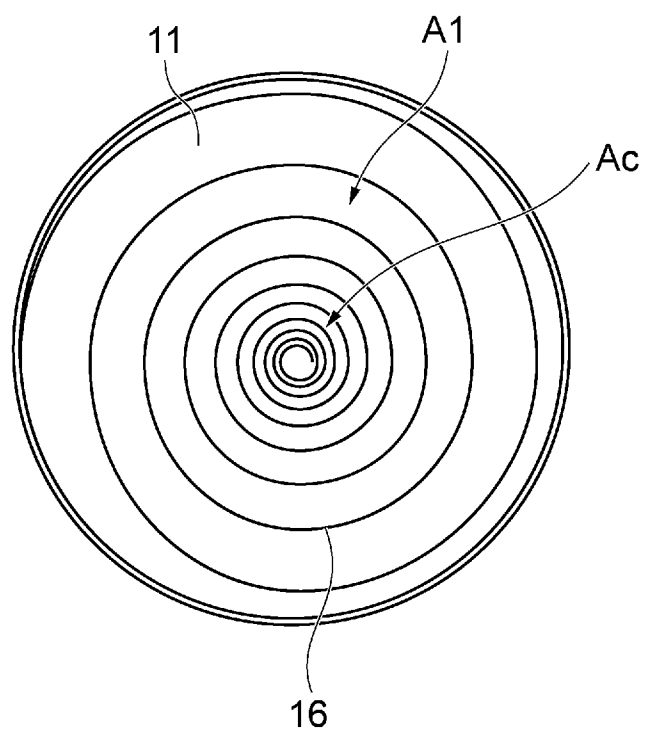
[図7]



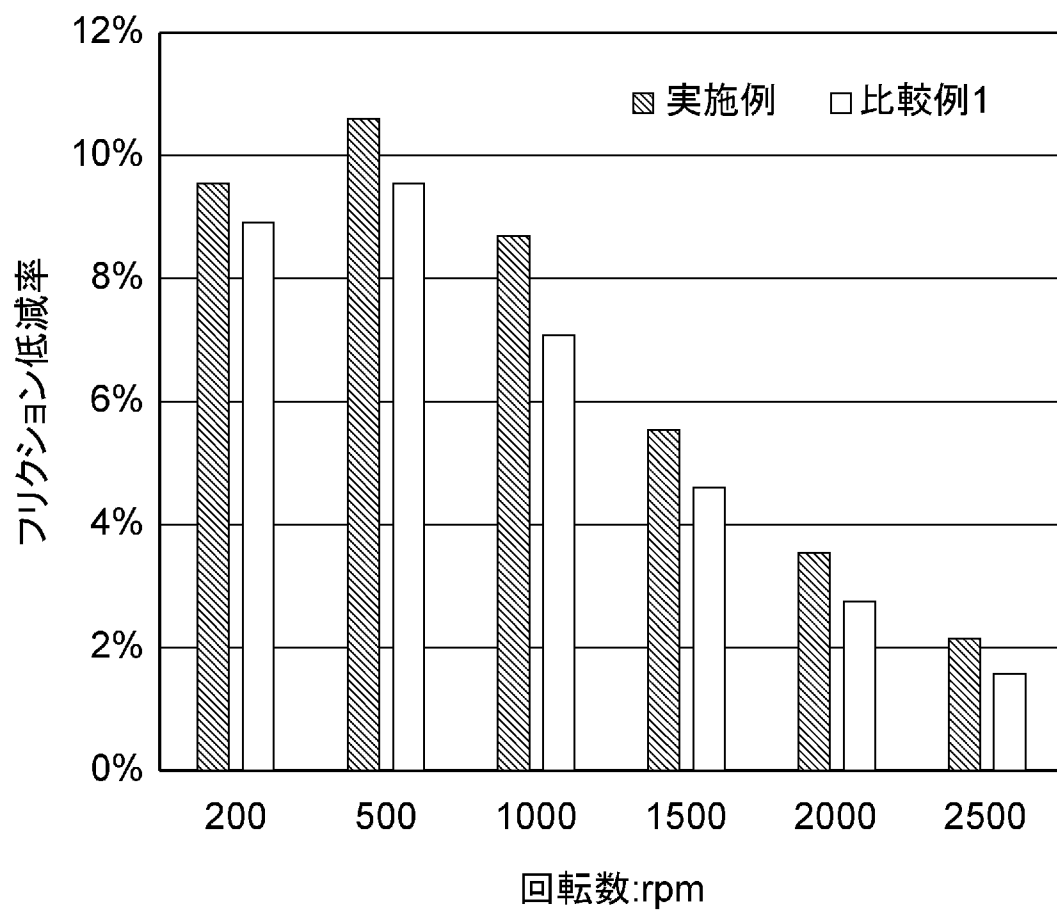
[図8]



[図9]



[図10]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/015566

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F01M 9/10 (2006.01) i; F01L 1/14 (2006.01) i

FI: F01L1/14 B; F01L1/14 G; F01M9/10 B

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)

F01M9/10; F01L1/14

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	1971-2020
Registered utility model specifications of Japan	1996-2020
Published registered utility model applications of Japan	1994-2020

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.
Y	WO 2015/107836 A1 (RIKEN CORPORATION) 23.07.2015 (2015-07-23) paragraphs [0018]-[0042], fig. 1-8	1-12, 16-17
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 143089/1974 (Laid-open No. 68904/1976) (KOMATSU LTD.) 31.05.1976 (1976-05-31) page 1, line 12 to page 2, line 7, fig. 1-3	1-12, 16-17
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 122530/1987 (Laid-open No. 27409/1989) (TOYOTA MOTOR CORP.) 16.02.1989 (1989-02-16) page 7, line 10 to page 11, line 16, fig. 1, 3	1-12, 16-17
A	JP 2011-256716 A (DAIHATSU MOTOR CO., LTD.) 22.12.2011 (2011-12-22) paragraphs [0013]-[0036], fig. 1-5	1-17
A	JP 11-157954 A (NGK SPARK PLUG CO., LTD.) 15.06.1999 (1999-06-15) paragraphs [0014]-[0026], fig. 1-5	1-17

☐ 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
22 June 2020 (22.06.2020)

Date of mailing of the international search report
30 June 2020 (30.06.2020)

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
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/015566

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
WO 2015/107836 A1	23 Jul. 2015	(Family: none)	
JP 51-68904 U1	31 May 1976	(Family: none)	
JP 64-27409 U1	16 Feb. 1989	(Family: none)	
JP 2011-256716 A	22 Dec. 2011	(Family: none)	
JP 11-157954 A	15 Jun. 1999	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） F01M 9/10(2006.01)i; F01L 1/14(2006.01)i FI: F01L1/14 B; F01L1/14 G; F01M9/10 B														
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）） F01M9/10; F01L1/14														
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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2020年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2020年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2020年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2020年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2020年				
日本国実用新案公報	1922 - 1996年													
日本国公開実用新案公報	1971 - 2020年													
日本国実用新案登録公報	1996 - 2020年													
日本国登録実用新案公報	1994 - 2020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												
Y	WO 2015/107836 A1 (株式会社リケン) 23.07.2015 (2015 - 07 - 23) 段落0018-0042, 図1-8	1-12, 16-17												
Y	日本国実用新案登録出願49-143089号(日本国実用新案登録出願公開51-68904号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (株式会社小松製作所) 31.05.1976 (1976-05-31) 第1ページ12行-第2ページ7行, 図1-3	1-12, 16-17												
Y	日本国実用新案登録出願62-122530号(日本国実用新案登録出願公開64-27409号)の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム (トヨタ自動車株式会社) 16.02.1989 (1989-02-16) 第7ページ10行-第11ページ16行, 図1, 3	1-12, 16-17												
A	JP 2011-256716 A (ダイハツ工業株式会社) 22.12.2011 (2011 - 12 - 22) 段落0013-0036, 図1-5	1-17												
A	JP 11-157954 A (日本特殊陶業株式会社) 15.06.1999 (1999 - 06 - 15) 段落0014-0026, 図1-5	1-17												
☐ 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。														
<table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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）</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td></td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	“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	“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	“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	“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	“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）	“&” 同一パテントファミリー文献	“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	
* 引用文献のカテゴリー	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの													
“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	“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													
“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	“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													
“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）	“&” 同一パテントファミリー文献													
“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														
国際調査を完了した日 22.06.2020	国際調査報告の発送日 30.06.2020													
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 菅野 京一 3G 1769 電話番号 03-3581-1101 内線 3355													

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/015566

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO	2015/107836	A1	23.07.2015	(ファミリーなし)	
JP	51-68904	U1	31.05.1976	(ファミリーなし)	
JP	64-27409	U1	16.02.1989	(ファミリーなし)	
JP	2011-256716	A	22.12.2011	(ファミリーなし)	
JP	11-157954	A	15.06.1999	(ファミリーなし)	