

(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10月18日(18.10.2018)



(10) 国際公開番号

WO 2018/190061 A1

(51) 国際特許分類:

C10M 105/18 (2006.01) F02F 3/00 (2006.01)
B05D 1/36 (2006.01) F02F 3/10 (2006.01)
B05D 7/14 (2006.01) F16C 33/20 (2006.01)
B05D 7/24 (2006.01) F16J 1/01 (2006.01)
C09D 5/00 (2006.01) C10N 30/06 (2006.01)
C09D 179/08 (2006.01) C10N 30/08 (2006.01)
C23C 26/00 (2006.01) C10N 40/25 (2006.01)
C23C 28/00 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2018/009886

(22) 国際出願日: 2018年3月14日(14.03.2018)

(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 2017-077976 2017年4月11日(11.04.2017) JP

(71) 出願人: 株式会社ダイセル (DAICEL CORPORATION) [JP/JP]; 〒5300011 大阪府大阪市北区大深町3番1号 Osaka (JP).

(72) 発明者: 磯部 豊 (ISOBE Yutaka); 〒6711283 兵庫県姫路市網干区新在家1239 株式会社ダ

イセル内 Hyogo (JP). 水元 清治 (MIZUMOTO Kiyoharu); 〒6711283 兵庫県姫路市網干区新在家1239 株式会社ダイセル内 Hyogo (JP).

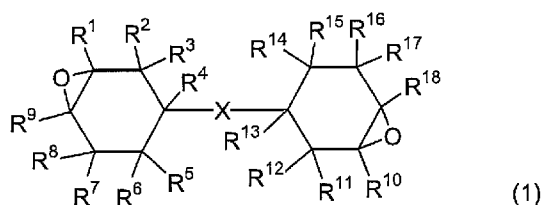
(74) 代理人: 鎌田 充生, 外 (KUWATA Mitsuo et al.); 〒5300047 大阪府大阪市北区西天満6丁目3番17号 みなと梅田ビル6階 鎌田充生特許事務所 Osaka (JP).

(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, 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, 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,

(54) Title: SLIDING MEMBER AND METHOD FOR PRODUCING SAME

(54) 発明の名称: 摺動部材及びその製造方法



(57) Abstract: Provided is a smooth sliding member comprising: a sliding member formed of metal and having an uneven structure in the surface; and a smooth coating layer that coats the surface of this sliding member. The coating layer is formed of the cured product from a curable liquid composition containing an alicyclic epoxy compound represented by formula (1) (in the formula, R¹ to R¹⁸ each independently represent a hydrogen atom, halogen atom, oxo group, hydroxyl group, hydroperoxy group, amino group, sulfo group, or organic group, and X is a direct bond or a linking group). This smooth sliding member has a smooth surface and also supports a high productivity.

(57) 要約: 金属で形成され、かつ表面に凹凸構造を有する摺動部材と、この摺動部材の表面を被覆する平滑なコート層とを含む平滑摺動部材において、前記コート層を、式(1) (式中、R¹~R¹⁸は、同一又は異なって、水素原子、ハロゲン原子、オキシ基、ヒドロキシル基、ヒドロパーオキシ基、アミノ基、スルホ基又は有機基を示し、Xは、直接結合又は連結基を示す) で表される脂環式エポキシ化合物を含む硬化性液状組成物の硬化物で形成する。前記平滑摺動部材は、表面が平滑であり、かつ生産性も高い。

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)）

明 細 書

発明の名称： 摺動部材及びその製造方法

技術分野

[0001] 本発明は、ピストンなどの摺動部材及びその製造方法に関する。

背景技術

[0002] 内燃機関におけるピストンは、アルミニウム合金で形成されており、シリンダーの内壁に対して摺接するためのスカート部を有している。このスカート部の表面には、焼き付けを防止するとともに、オイルを保持するため、軸心方向に沿って螺旋状に延びる条痕が形成されている。低燃費化を実現するために、またスカート部表面による摩擦力の低減や、スカート部表面の耐摩耗性向上のために、条痕を有する表面の上に、固体潤滑剤などを含む樹脂コート膜が形成されている。しかし、条痕による凹凸形状があるため、摺動性は十分ではなく、近年の環境問題に対する意識の高まりから、さらなる摺動性の向上が要求されている。

[0003] 特開2010-216362号公報（特許文献1）には、ピストン基材の表面に被膜形成された下層被膜組成物と、この下層被膜組成物の上面に被膜形成された上層被膜組成物と、によって複層潤滑被膜が形成された内燃機関のピストンであって、前記下層被膜組成物と上層被膜組成物とはともに結合樹脂であるポリアミドイミド樹脂、ポリイミド樹脂又はエポキシ樹脂の少なくとも1種を含み、前記下層被膜組成物は、少なくともグラファイトかあるいは二硫化モリブデンのいずれか一方からなる固体潤滑剤の含有量が50wt%以下に設定されている一方、前記上層被膜組成物は、少なくともグラファイト又は二硫化モリブデンのいずれか一方、あるいはグラファイトと二硫化モリブデンの両方を含む固体潤滑剤の含有量が50～95wt%に設定されているピストンが開示されている。この文献の実施例では、条痕を有するスカート部の表面に、条痕に追従した形状の複層潤滑被膜が形成されており、この複層潤滑被膜は、摺動によって上層被膜が摩耗して潤滑化している。

[0004] しかし、このピストンは、上層被膜の軟質性により比較的短時間で滑らかな摺動面が形成されるものの、初期馴染み期間が必要であり、また、摩耗分だけ、ピストン－シリンダー間のクリアランスが広くなり、エネルギー伝達効率が低下する懸念がある。

[0005] 特開 2016-180331 号公報（特許文献 2）には、シリンダーの内壁に対して摺動し、かつ条痕を有するスカート部の外周面に少なくとも 1 層の被膜を有し、前記被膜の少なくとも 1 層は電着膜である内燃機関のピストンが開示されている。この文献には、前記電着膜が、ポリアミドイミド樹脂、ポリイミド樹脂、エポキシ樹脂などのバインダー樹脂を含む電着塗料の電着により形成される被膜であり、スカート部の平滑性を向上させるための化粧層として機能すると記載されている。また、スカート部の外周面に潤滑被膜を形成した後、潤滑被膜の上に電着膜を形成してスカート部外周面の平滑性を向上させる態様も記載されている。

[0006] しかし、このピストンでは、電着塗装によりスカート部を平滑化しているため、平滑性は十分でなく、さらに平滑な膜の製造が煩雑であり、生産性が低い。

[0007] 特開 2010-90812 号公報（特許文献 3）には、アルミニウム合金製の内燃機関用のピストンスカート部に対し、平均粒径 $20 \sim 400 \mu\text{m}$ の金属又はセラミックの微細な粒体を、圧縮空気又は圧縮窒素との混合流体として噴射速度 80 m/sec 以上、又は噴射圧力 0.2 MPa 以上で噴射して衝突させることにより、前記スカート部の表面より深さ $1 \sim 15 \mu\text{m}$ の範囲においてピストン母材の組織を均一に微細化すると共に、表面を活性化させた改質層を形成する下地処理と、前記下地処理後、前記改質層の表面に新生面が露出され活性化している間に前記スカート部表面に低摩擦係数の樹脂被膜よりなる潤滑層を形成する内燃機関用ピストンスカート部の表面処理方法が開示されている。この文献には、潤滑層を構成する低摩擦係数の樹脂として、エポキシ系樹脂、ポリアミドイミド樹脂が記載され、実施例では、ポリアミドイミドが使用されている。さらに、改質層の中心線平均粗さ R_a は

0.5～2.5 μm であり、潤滑層の中心線平均粗さ R_a は1 μm 以下にできると記載され、実施例における潤滑層の中心線平均粗さ R_a は0.6 μm である。

[0008] しかし、この表面処理方法でも、潤滑層による表面の平滑性が十分ではない。

[0009] さらに、特許文献1～3には、バインダーとして、エポキシ樹脂が例示されているが、エポキシ樹脂の詳細は記載されておらず、汎用のエポキシ樹脂では摺動性や剛性（硬さ）が低い。

[0010] 一方、特開2008-189853号公報（特許文献4）には、自動車クリア塗料、プラスチックフィルム用トップコート剤、プラスチック部品保護用コート剤、カラーフィルター保護膜形成用コート剤などに好適に利用できる光硬化性樹脂組成物として、3, 4, 3', 4'-ジエポキシビスクロヘキシル化合物を含む脂環式ジエポキシ化合物と、この脂環式ジエポキシ化合物以外のエポキシ化合物、オキセタン化合物、ビニルエーテル化合物、アクリル系重合体及び2～6官能ポリオール化合物からなる群より選択された少なくとも1種の化合物との組み合わせが開示されている。

[0011] しかし、この文献には、条痕を有する摺動部材は記載されていない。さらに、汎用の接着剤として利用されているビスフェノールA型エポキシ化合物などのエポキシ樹脂に比べて、脂環式エポキシ化合物は、一般的に摺動性や剛性に優れるものの、接着性や密着性が低い。さらに、摺動性と密着性とは相反する特性であり、両特性を両立させるのは困難であった。

先行技術文献

特許文献

[0012] 特許文献1：特開2010-216362号公報（請求項1、実施例、図4（A））

特許文献2：特開2016-180331号公報（請求項1及び2、段落[0012][0043][0045]、図3及び10）

特許文献3：特開2010-90812号公報（請求項1、段落[0080]

[0082]、実施例)

特許文献4：特開2008-189853号公報（請求項1、段落[0014]、実施例)

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0013] 従って、本発明の目的は、条痕等の凹凸構造（特に、人工的に加工された凹凸加工構造）を有する部材でもその表面が平滑であり、かつ生産性も高い摺動部材及びその製造方法を提供することにある。

[0014] 本発明の他の目的は、摺動性、耐熱性及び耐薬品性が高い摺動部材及びその製造方法を提供することにある。

[0015] 本発明のさらに他の目的は、耐摩耗性に優れ、ピストンとシリンダーとの間の初期のクリアランスを保持できる摺動部材及びその製造方法を提供することにある。

[0016] 本発明の別の目的は、長期間の使用などによって摩耗しても、焼き付けを防止できる摺動部材及びその製造方法を提供することにある。

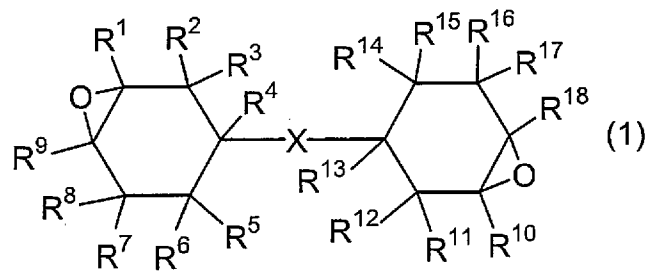
課題を解決するための手段

[0017] 本発明者らは、前記課題を達成するため鋭意検討した結果、金属で形成され、かつ条痕等の凹凸構造を有する摺動部材の表面に、特定の脂環式エポキシ化合物を含む硬化性液状組成物をコーティングして硬化することにより、条痕等の凹凸構造を有する部位の表面が平滑であり、かつ生産性も高い摺動部材を提供できることを見出し、本発明を完成した。

[0018] すなわち、本発明の平滑摺動部材は、金属で形成され、かつ表面に凹凸構造を有する摺動部材と、この摺動部材の表面を被覆する平滑なコート層とを含む平滑摺動部材であって、前記コート層が、式（1）

[0019]

[化1]



[0020] (式中、 $R^1 \sim R^{18}$ は、同一又は異なって、水素原子、ハロゲン原子、オキシ基、ヒドロキシ基、ヒドロパーオキシ基、アミノ基、スルホ基又は有機基を示し、 X は、直接結合又は連結基を示す)

で表される脂環式エポキシ化合物を含む硬化性液状組成物の硬化物である。

前記摺動部材の表面と前記コート層との間には、凹凸構造の凹凸形状に追従したプライマー層が介在していてもよい。前記プライマー層はポリアミドイミド樹脂を含んでいてもよい。前記プライマー層は、フッ素化合物、金属硫化物及び炭素材からなる群より選択された少なくとも1種の固体潤滑剤をさらに含んでいてもよい。前記凹凸構造は、凸部の平均高さ $0.5 \sim 30 \mu m$ の凹凸形状を有していてもよい。前記凹凸構造の凸部の平均高さを h としたとき、コート層の表面において、 h の50倍の長さ領域における最も高い表面と最も低い表面との高低差は、 $h/10$ 以下であってもよい。前記コート層の最大厚み d は、凹凸構造の凸部の平均高さ h の1.1倍以上であってもよい。前記式(1)において、 $R^1 \sim R^{18}$ のうち、少なくとも1つが水素原子であり、かつ X が直接結合であってもよい。前記硬化性液状組成物は硬化剤をさらに含んでいてもよい。前記硬化性液状組成物はレベリング剤をさらに含んでいてもよい。前記金属は、アルミニウム単体、鉄単体、ニッケル単体、銅単体、クロム単体又はこれらのいずれかの単体を含む合金であってもよい。前記摺動部材は、スカート部を有するピストンであり、前記スカート部の表面に凹凸構造が形成されていてもよい。

[0021] 本発明には、摺動部材の凹凸構造を有する表面に、硬化性液状組成物をコーティングして硬化するコート層形成工程を含む前記平滑摺動部材の製造方

法も含まれる。また、本発明には、平滑摺動部材がプライマー層を含む場合、摺動部材の凹凸構造を有する表面に、液状組成物をコーティングして固化するプライマー層形成工程、得られたプライマー層の表面に、硬化性液状組成物をコーティングして硬化するコート層形成工程を含む前記平滑摺動部材の製造方法も含まれる。前記コート層形成工程において、硬化性液状組成物をスプレー法でコーティングしてもよい。

発明の効果

[0022] 本発明では、金属で形成され、かつ凹凸構造を有する摺動部材の表面に、特定の脂環式エポキシ化合物を含む硬化性液状組成物がコーティングされて硬化しているため、高い生産性で、条痕等の凹凸構造を有する部位の表面が平滑な摺動部材が得られる。得られる摺動部材は、摺動性、耐熱性及び耐薬品性が優れている。また、耐摩耗性に優れており、ピストンとシリンダーとの間の初期のクリアランスを保持できる。また、平滑なコート層の下層に条痕等の凹凸構造を有しているため、長期間の使用などによって表層が摩耗しても、焼き付けを防止できる。

図面の簡単な説明

[0023] [図1]図1は、凹凸構造の凸部の平均高さ h とコート層の最大厚み d 、表面高低差 ΔH との関係を示す模式図である。

[図2]図2は、実施例1（及び比較例1）で得られた平滑摺動部材における断面の走査型電子顕微鏡（SEM）写真である。

[図3]図3は、実施例2で得られた平滑摺動部材における断面のCCD（電荷結合素子）写真である。

[図4]図4は、実施例3（及び比較例2）で得られた平滑摺動部材における断面のCCD（電荷結合素子）写真である。

[図5]図5は、実施例4で得られた摺動部材における断面のCCD（電荷結合素子）写真である。

[図6]図6は、実施例5で得られた摺動部材における断面の走査型電子顕微鏡（SEM）写真である。

[図7]図7は、比較例3で得られた平滑摺動部材における断面の走査型電子顕微鏡（SEM）写真である。

発明を実施するための形態

[0024] [平滑摺動部材]

本発明の平滑摺動部材は、金属で形成され、かつ表面に条痕等の凹凸構造を有する摺動部材と、この摺動部材の表面を被覆する平滑なコート層（表層）とを含む。

[0025] （摺動部材）

摺動部材は、金属で形成され、かつ表面（摺動面）に条痕等の凹凸構造（人口的に加工された凹凸加工構造）を有していれば、特に限定されず、各種産業機器、自動車や航空機などの輸送機、電子及び電気機器などに利用される摺動部材（例えば、シリンダー、ピストン、ベアリングなど）などであってもよい。これらのうち、自動車などの輸送機に利用される摺動部材、例えば、エンジン部品であるピストン；カムベアリング、クランクベアリング、コンロッドベアリングなどの摺動部材；カムシャフト、クランクシャフトなどの軸部材；ローラーロッカー、ロッカーアーム、ラッシュアジャスター、バルブリフターなどの動弁系の摺動部材；チェーンガイド、チェーンダンパー、チェーンスリッパなどのチェーン駆動の摺動部材；ベーン式やトロコイド式オイルポンプの軸受け部材；オルタネーターの軸受け部材などのエンジン補機部材；トランスミッションの軸受け部材などが好ましく、スカート部を有するピストンが特に好ましい。

[0026] 摺動部材を構成する金属としては、特に限定されず、摺動部材の種類に応じて、慣用的に利用されている金属であればよい。金属としては、例えば、アルミニウム、鉄、ニッケル、銅、クロムなどが挙げられる。金属は、前記金属単体であってもよく、前記金属の合金（例えば、ステンレス、鋼など）であってもよい。さらに、金属の表面は、防錆処理のために、亜鉛メッキなどのメッキ処理が施されていてもよい。これらのうち、アルミニウムや鉄を含む金属が汎用され、自動車の内燃機関に利用されるスカート部を有するピ

ストンの場合、通常、アルミニウムを含む金属（アルミニウム単体又はアルミニウム合金など）で形成されている。アルミニウムを含む合金は、例えば、アルミニウムと、ケイ素、銅、マグネシウムなどの金属との合金であってもよい。

[0027] 摺動部材の表面（摺動面）形成されている凹凸構造（特に、凹凸加工構造）の形状は、凹凸形状であれば特に限定されず、摺動部材の種類に応じて、慣用的に利用されている凹凸形状であればよく、規則的に形成された凹凸形状であってもよく、非規則的又はランダムに形成された凹凸形状であってもよい。

[0028] 規則的な凹凸形状を有する凹凸構造は、例えば、ピストンなどの円柱状の場合、周面において、軸芯方向に向かって螺旋状に連続して延びる凸部が形成された条痕であってもよく、周方向に延びる凸部が間隔をおいて規則的に形成された条痕であってもよい。条痕は、摺動部材の種類に応じて摺動面に形成されていればよいが、スカート部を有するピストンの場合、スカート部に条痕が形成されている。

[0029] ランダムな凹凸形状を有する凹凸構造は、例えば、ランダムに細分化された凹凸形状などであってもよい。このような凹凸形状は、例えば、特許文献3に記載の粒子を衝突させる加工方法などにより形成してもよい。

[0030] 凹凸加工構造を形成する凸部の形状は、線状に延びる形状であれば特に限定されず、長手方向に垂直な断面の形状は、例えば、略半円形状、山型又は波型形状、三角形状、四角形状などが挙げらる。これらのうち、通常、略半円形状、山型又は波型形状である。

[0031] 凸部の平均高さ h （凸部の頂部における高さ又は各凸部の最大高さの平均値）は $0.5 \sim 100 \mu\text{m}$ （例えば $0.5 \sim 30 \mu\text{m}$ ）程度の範囲から選択でき、例えば $1 \sim 30 \mu\text{m}$ 、好ましくは $2 \sim 25 \mu\text{m}$ 、さらに好ましくは $3 \sim 20 \mu\text{m}$ （特に $5 \sim 15 \mu\text{m}$ ）程度である。平均高さが小さすぎると、コート層の摩耗時に焼き付けが発生する虞があり、大きすぎると、凹凸加工構造（又は凹凸加工構造の上に形成されたプライマー層）が露出する虞がある。

。

[0032] 条痕などの規則的な凹凸構造を形成する場合は、凸部の平均ピッチは1～1000 μm 程度の範囲から選択でき、例えば10～500 μm 、好ましくは50～400 μm 、さらに好ましくは100～350 μm （特に150～300 μm ）程度である。平均ピッチが小さすぎると、凹凸構造を形成するのが困難となる虞があり、大きすぎると、摩耗時に焼き付けが発生する虞がある。

[0033] （コート層）

コート層は、前記条痕等の凹凸構造（又は凹凸構造の上に凹凸構造に追隨して形成されたプライマー層で被覆された凹凸構造）を有する摺動部材の表面を被覆して平滑な表面を形成しているが、従来の技術では、摺動性、耐摩耗性、耐熱性及び耐薬品性が高いコート層をコーティングにより形成する場合、コート層は、後述するプライマー層のように、条痕等の凹凸構造の形状に追隨するため、平滑なコート層を形成するのは困難であった。これに対して、本発明では、特定の脂環式エポキシ化合物を含む硬化性液状組成物をコーティングして硬化することにより、簡便な方法で、平滑なコート層を形成できる。

[0034] コート層の平滑性（すなわち、摺動部材の凹凸構造への追隨がないこと）は、表面の高低差〔表面のずれ（ ΔH 値）〕で評価できる。具体的には、凹凸加工構造の凸部の平均高さを h としたとき、コート層の表面において、 h の50倍の長さ領域（基準長）における最も高い表面と最も低い表面との高低差（ ΔH 値）が、 $h/10$ 以下であり、好ましくは $h/12$ 以下、さらに好ましくは $h/15$ 以下（特に $h/20$ 以下）程度である。高低差が大きすぎると、平滑性が低下して、摺動性が低下する虞がある。なお、本明細書及び本特許請求の範囲において、 h の50倍の長さ領域は、凹凸加工構造が条痕である場合、条痕の凸部の長さ方向に対して略垂直な方向に延びる長さ領域を意味する。また、本明細書及び特許請求の範囲において、高低差（ ΔH 値）は、例えば、摺動部材を切断した断面の顕微鏡測定やSEM観察または

表面粗さ測定などの方法で測定できる。

- [0035] コート層の最大厚み d は、凹凸構造の凸部の平均高さ h よりも高ければよく、例えば、平均高さ h の 1.1 倍以上（特に 1.3 倍以上）であってもよいが、1.5 倍以上が好ましく、例えば 1.5 ～ 5 倍、好ましくは 1.6 ～ 4 倍、さらに好ましくは 1.8 ～ 3 倍程度である。最大厚み d が小さすぎると、凹凸構造又は凹凸構造の上に形成されたプライマー層が露出する虞がある。なお、本明細書及び特許請求の範囲において、コート層の最大厚み d は、例えば、光学式膜厚計を用いて、任意の 10 箇所の平均値として測定できる。図 1 において、凹凸構造の凸部 1 の平均高さ h とコート層 2 の最大厚み d 、表面高低差 ΔH 値との関係を模式図で示す。
- [0036] コート層の最大厚み d は、前述のように、凹凸構造の凸部のサイズに応じて選択できるが、例えば、スカート部を有するピストンの場合、例えば $12\ \mu\text{m}$ 以上（特に $15\ \mu\text{m}$ 以上）であってもよく、例えば $12 \sim 100\ \mu\text{m}$ 、好ましくは $15 \sim 50\ \mu\text{m}$ 、さらに好ましくは $20 \sim 40\ \mu\text{m}$ （特に $25 \sim 35\ \mu\text{m}$ ）程度である。
- [0037] 本明細書及び特許請求の範囲において、前記高低差 Δ 値及び最大厚み d を求めるための凹凸構造の凸部の平均高さ h は、凹凸構造の上にプライマー層が形成されている場合は、プライマー層の凸部（凹凸構造の凸部に追従する形状の凸部）の平均高さとする。
- [0038] コート層の算術平均粗さ R_a は $100\ \text{nm}$ 以下（例えば $1 \sim 100\ \text{nm}$ ）であってもよく、例えば $2 \sim 50\ \text{nm}$ 、好ましくは $3 \sim 30\ \text{nm}$ （例えば $4 \sim 20\ \text{nm}$ ）、さらに好ましくは $5 \sim 15\ \text{nm}$ （特に $7 \sim 10\ \text{nm}$ ）程度である。本発明では、前記式（1）で表される脂環式エポキシ化合物（特に X が直接結合である脂環式エポキシ化合物）を含むコート層とポリアミドイミド樹脂を含むプライマー層との組み合わせにより、算術平均粗さ R_a が $20\ \text{nm}$ 以下（特に $10\ \text{nm}$ 以下）の高い表面平滑性も実現できる。算術平均粗さ R_a が大きすぎると、表面平滑性が低下して摺動性の低下に繋がる虞がある。本明細書及び特許請求の範囲において、平均粗さは、JIS B060

1 (2001) に準拠した方法で測定できる。

[0039] コート層は、硬度が高く、微小硬度計による押し込み硬さが 300 N/mm^2 以上（例えば $300 \sim 1000\text{ N/mm}^2$ ）であってもよく、好ましくは 450 N/mm^2 以上（例えば $450 \sim 800\text{ N/mm}^2$ ）、さらに好ましくは 550 N/mm^2 以上（例えば $550 \sim 700\text{ N/mm}^2$ 程度）である。押し込み硬さが小さすぎると、コート層の耐摩耗性を長期間持続するのが困難となる虞がある。なお、本明細書及び特許請求の範囲では、押し込み硬さは、例えば、微小硬度計（（株）エリオニクス製「ENT-2100」）を用いて測定できる。

[0040] このようなコート層は、前記式（1）で表される脂環式エポキシ化合物を含む硬化性液状組成物の硬化物である。

[0041] （1）脂環式エポキシ化合物

脂環式エポキシ化合物は、前記式（1）で表される。前記式（1）の $R^{1 \sim 18}$ において、ハロゲン原子としては、例えば、フッ素原子、塩素原子、臭素原子、ヨウ素原子などが挙げられる。

[0042] 有機基としては、炭素原子を含む限り、特に限定されず、例えば、炭化水素基、アルコキシ基、アルケニルオキシ基、アリールオキシ基、アラルキルオキシ基、アシル基、アシルオキシ基、アルキルチオ基、アルケニルチオ基、アリールチオ基、アラルキルチオ基、カルボキシ基、アルコキシカルボニル基、アリールオキシカルボニル基、アラルキルオキシカルボニル基、エポキシ基、エポキシ含有基、オキセタニル基、オキセタニル含有基、シアノ基、イソシアナート基、カルバモイル基、イソチオシアナート基、置換アミノ基などが挙げられる。

[0043] 炭化水素基には、例えば、脂肪族炭化水素基、脂環式炭化水素基、芳香族炭化水素基が含まれる。

[0044] 脂肪族炭化水素基としては、例えば、アルキル基、アルケニル基、アルキニル基が挙げられる。アルキル基としては、例えば、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、ブチル基、ヘキシル基、オクチル基、イソオ

クチル基、デシル基、ドデシル基などの C_{1-20} アルキル基（好ましくは C_{1-10} アルキル基、さらに好ましくは C_{1-4} アルキル基）などが挙げられる。アルケニル基としては、例えば、ビニル基、アリル基、メタリル基、1-プロペニル基、イソプロペニル基、ブテニル基、ペンテニル基、ヘキセニル基などの C_{2-20} アルケニル基（好ましくは C_{2-10} アルケニル基、さらに好ましくは C_{2-4} アルケニル基）などが挙げられる。アルキニル基としては、例えば、エチニル基、プロピニル基などの C_{2-20} アルキニル基（好ましくは C_{2-10} アルキニル基、さらに好ましくは C_{2-4} アルキニル基）などが挙げられる。

[0045] 脂環式炭化水素基としては、例えば、シクロプロピル基、シクロブチル基、シクロペンチル基、シクロヘキシル基、シクロドデシル基などの C_{3-12} シクロアルキル基（特に C_{5-8} シクロアルキル基）；シクロヘキセニル基などの C_{3-12} シクロアルケニル基；ビスクロヘプタニル基、ビスクロヘプテニル基などの C_{4-15} 架橋環式炭化水素基などが挙げられる。

[0046] 芳香族炭化水素基としては、例えば、フェニル基、ナフチル基などの C_{6-14} アリール基（特に C_{6-10} アリール基）などが挙げられる。

[0047] アルコキシ基としては、メトキシ基、エトキシ基、プロポキシ基、イソプロピルオキシ基、ブトキシ基、イソブチルオキシ基などの C_{1-10} アルコキシ基（好ましくは C_{1-6} アルコキシ基、さらに好ましくは C_{1-4} アルコキシ基）などが挙げられる。アルケニルオキシ基としては、例えば、アリルオキシ基などの C_{2-10} アルケニルオキシ基（好ましくは C_{2-6} アルケニルオキシ基、さらに好ましくは C_{2-4} アルケニルオキシ基）が挙げられる。アリールオキシ基としては、例えば、フェノキシ基、トリルオキシ基、ナフチルオキシ基などの C_{6-20} アリールオキシ基（特に C_{6-14} アリールオキシ基）などが挙げられる。アラルキルオキシ基としては、例えば、ベンジルオキシ基、フェネチルオキシ基などの C_{7-20} アラルキルオキシ基（特に C_{7-18} アラルキルオキシ基）などが挙げられる。

[0048] アシル基としては、例えば、アセチル基、プロピオニル基、（メタ）アクリロイル基、ベンゾイル基などの C_{1-20} アシル基（特には C_{1-12} アシル基）

などが挙げられる。アシルオキシ基としては、例えば、アセチルオキシ基、プロピオニルオキシ基、（メタ）アクリロイルオキシ基、ベンゾイルオキシ基などの C_{1-20} アシルオキシ基（特に C_{1-12} アシルオキシ基）などが挙げられる。

[0049] アルキルチオ基としては、例えば、メチルチオ基、エチルチオ基などの C_{1-6} アルキルチオ基（特に C_{1-4} アルキルチオ基）などが挙げられる。アルケニルチオ基としては、例えば、アリルチオ基などの C_{2-6} アルケニルチオ基（特に C_{2-4} アルケニルチオ基）などが挙げられる。アリールチオ基としては、例えば、フェニルチオ基、トリルチオ基、ナフチルチオ基などの C_{6-20} アリールチオ基（特に C_{6-14} アリールチオ基）などが挙げられる。アラルキルチオ基としては、例えば、ベンジルチオ基、フェネチルチオ基などの C_{6-20} アラルキルチオ基（特に C_{7-18} アラルキルチオ基）などが挙げられる。

[0050] アルコキシカルボニル基としては、例えば、メトキシカルボニル基、エトキシカルボニル基、プロポキシカルボニル基、ブトキシカルボニル基などの C_{1-10} アルコキシカルボニル基（特に C_{1-6} アルコキシカルボニル基）などが挙げられる。アリールオキシカルボニル基としては、例えば、フェノキシカルボニル基、トリルオキシカルボニル基、ナフチルオキシカルボニル基などの C_{6-20} アリールオキシカルボニル基（特に C_{6-14} アリールオキシカルボニル基）などが挙げられる。アラルキルオキシカルボニル基としては、例えば、ベンジルオキシカルボニル基などの C_{7-20} アラルキルオキシカルボニル基（特に C_{7-18} アラルキルオキシカルボニル基）などが挙げられる。

[0051] エポキシ含有基としては、例えば、グリシジル基、グリシジルオキシ基などが挙げられる。オキセタニル含有基としては、例えば、エチルオキセタニルオキシ基などの C_{1-10} アルキルオキセタニルオキシ基などが挙げられる。

[0052] 置換アミノ基としては、例えば、メチルアミノ基、エチルアミノ基、ジメチルアミノ基、ジエチルアミノ基などのモノ又はジアルキルアミノ基（特にモノ又はジ- C_{1-6} アルキルアミノ基）、アセチルアミノ基、プロピオニルア

ミノ基、ベンゾイルアミノ基などのアシルアミノ基（特に C_{1-11} アシルアミノ基）などが挙げられる。

[0053] これらの有機基は、二種以上の有機基を組み合わせた（結合した）基であってもよい。二種以上の有機基の組み合わせとしては、例えば、脂肪族炭化水素基と脂環式炭化水素基との組み合わせ（シクロヘキシルメチル基、メチルシクロヘキシル基など）、脂肪族炭化水素基と芳香族炭化水素基との組み合わせ〔ベンジル基、フェネチル基などの C_{7-18} アラルキル基（特に、 C_{7-10} アラルキル基）、シンナミル基などの C_{6-10} アリール- C_{2-6} アルケニル基、トリル基などの C_{1-4} アルキル置換アリール基、スチリル基などの C_{2-4} アルケニル置換アリール基など〕、アルコキシ基と脂肪族炭化水素基との組み合わせ（メトキシエチル基など）、脂肪族炭化水素基とアリールオキシ基との組み合わせ（メチルフェノキシ基など）などが挙げられる。

[0054] 前記有機基は、さらに置換基を有していてもよい。置換基としては、例えば、ハロゲン原子、オキソ基、ヒドロキシル基、ヒドロパーオキシ基、アミノ基、スルホ基などが挙げられる。

[0055] これらのうち、 $R^1 \sim R^{18}$ としては、水素原子、直鎖又は分岐鎖状の C_{1-6} アルキル基（特にメチル基などの直鎖状 C_{1-3} アルキル基）などが汎用され、剛性の点から、 $R^1 \sim R^{18}$ のうち、少なくとも1つが水素原子であるのが好ましく、全てが水素原子であるのが特に好ましい。

[0056] Xにおいて、連結基としては、例えば、二価の炭化水素基、カルボニル基、エーテル結合、エステル結合、カーボネート結合、アミド結合、ウレタン結合、及びこれらの連結基が複数接続した基などが挙げられる。前記二価の炭化水素基には、二価の脂肪族炭化水素基、二価の脂環式炭化水素基、二価の芳香族炭化水素基が含まれる。

[0057] 二価の脂肪族炭化水素基としては、例えば、アルキレン基、アルケニレン基、アルキニレン基などが挙げられる。

[0058] アルキレン基としては、例えば、メチレン基、エチレン基、プロピレン基、トリメチレン基、ブチレン基、テトラメチレン基、ヘキサメチレン基、イ

ソヘキシレン基、オクタメチレン基、イソオクチレン基、デカメチレン基、ドデカメチレン基などの C_{1-20} アルキレン基などが挙げられる。

[0059] アルケニレン基としては、例えば、ビニレン基、アリレン基、メタリレン基、1-プロペニレン基、イソプロペニレン基、1-ブテニレン基、2-ブテニレン基、ブタジエニレン基、ペンテニレン基、ヘキセニレン基、オクテニレン基などの C_{2-20} アルケニレン基などが挙げられる。アルケニレン基は、炭素-炭素二重結合の一部又は全部がエポキシ化されたアルケニレン基であってもよい。

[0060] アルキニレン基としては、例えば、エチニレン基、プロピニレン基などの C_{2-20} アルキニレン基などが挙げられる。

[0061] 二価の脂環式炭化水素基としては、例えば、シクロプロピレン基、シクロブチレン基、1,2-シクロペンチレン基、1,3-シクロペンチレン基、シクロペンチリデン基、1,3-シクロヘキシレン基、1,4-シクロヘキシレン基、シクロヘキシリデン基、シクロドデカン-ジイル基などの C_{3-12} シクロアルキレン基（特に C_{5-8} シクロアルキレン基）；シクロヘキセニレン基などの C_{3-12} シクロアルケニレン基；ビスシクロヘプタニレン基、ビスシクロヘプテニレン基などの C_{4-15} 架橋環式炭化水素連結基などが挙げられる。二価の脂環式炭化水素基は、エポキシ基を有していてもよく、例えば、エポキシシクロヘキシレン基などのエポキシ C_{5-12} シクロアルキレン基であってもよい。

[0062] 二価の芳香族炭化水素基としては、例えば、フェニレン基、ナフチレン基などの C_{6-14} アリーレン基などが挙げられる。

[0063] これら二価の炭化水素基は、置換基を有していてもよい。置換基としては、例えば、 $R^1 \sim R^{18}$ で有機基の置換基として例示された置換基に加えて、メチル基やエチル基などの C_{1-4} アルキル基、メトキシ基やエトキシ基などの C_{1-4} アルコキシ基、カルボニル基などが挙げられる。

[0064] これらの連結基は、二種以上の連結基を組み合わせた（結合又は接続した）基であってもよい。二種以上の連結基の組み合わせとしては、例えば、二

価の脂肪族炭化水素基と二価の脂環式炭化水素基との組み合わせ（例えば、シクロヘキシレンメチレン基、メチレンシクロヘキシレン基、ジシクロヘキシルメタン-4, 4'-ジイル基、ジシクロヘキシルプロパン-4, 4'-ジイル基など）、二価の脂肪族炭化水素基と二価の芳香族炭化水素基との組み合わせ（例えば、トリレン基、キシリレン基、ジフェニルメタン-4, 4'-ジイル基、ジフェニルプロパン-4, 4'-ジイル基など）、エステル結合と二価の炭化水素基との組み合わせ（例えば、カルボニルオキシメチレン基、カルボニルオキシ水添キシリレンオキシカルボニル基など）、カーボネート結合と二価の炭化水素基との組み合わせ（例えば、メチレンオキシカルボニルオキシメチレン基、メチレンオキシカルボニルオキシ水添キシリレンオキシカルボニルオキシメチレン基など）、複数のエステル結合の組み合わせ（例えば、ポリカプロラクトンなどのポリエステル結合など）、複数のエーテル結合の組み合わせ（例えば、ポリオキシエチレン基などのポリエーテル結合など）、複数のエーテル結合と複数のエステル結合との組み合わせ（ポリエーテルエステル結合）、複数のウレタン結合の組み合わせ（ポリウレタン結合）、エポキシシクロアルキレン基とポリエステル結合との組み合わせなどが挙げられる。

[0065] これらのうち、Xとしては、直接結合、アルキレン基（メチレン基、メチルメチレン基、ジメチルメチレン基、エチレン基などのC₁₋₄アルキル基を有していてもよいC₁₋₄アルキレン基など）、エーテル結合含有基（例えば、メチレンオキシメチレン基などのC₁₋₄アルキレンオキシC₁₋₄アルキレン基など）、エステル結合とアルキレン基との組み合わせ（例えば、カルボニルオキシメチレン基などのカルボニルオキシC₁₋₄アルキレン基など）、カーボネート結合とアルキレン基との組み合わせ（例えば、メチレンオキシカルボニルオキシメチレン基などのC₁₋₄アルキレンオキシカルボニルオキシC₁₋₄アルキレン基など）などが好ましく、摺動性（表面平滑性）及び剛性に優れる点から、直接結合が特に好ましい。

[0066] 前記式（1）で表される脂環式エポキシ化合物は、単一種の脂環式エポキ

シ化合物のみで構成されていてもよく、置換基 $R^1 \sim R^{18}$ 及び／又は基 X の種類が異なる複数種の脂環式エポキシ化合物の組み合わせであってもよい。

[0067] 好ましい脂環式エポキシ化合物としては、例えば、3, 4, 3', 4' - ジエポキシビスクロヘキシル、(3, 4, 3', 4' - ジエポキシ-6-メチル)ビスクロヘキシルなどのメチル基などの C_{1-4} アルキル基を有していてもよいジエポキシビ C_{5-8} シクロアルキル；3, 4-エポキシシクロヘキシルメチル(3, 4-エポキシ)シクロヘキサンカルボキシレート、3, 4-エポキシ-6-メチルシクロヘキシルメチル(3, 4-エポキシ-6-メチル)シクロヘキサンカルボキシレートなどの C_{1-4} アルキル基を有していてもよいエポキシ C_{5-8} シクロアルキル C_{1-4} アルキル(エポキシ) C_{5-8} シクロアルカンカルボキシレートなどが挙げられる。これらの脂環式エポキシ化合物は、単独で又は二種以上組み合わせて使用できる。

[0068] (2) 硬化剤

硬化性液状組成物は、さらに硬化剤を含むのが好ましい。硬化剤としては、カチオン重合開始剤(酸発生剤)や慣用の硬化剤[例えば、酸及び酸無水物系硬化剤、アミン系硬化剤、ポリアミノアミド系硬化剤、イミダゾール系硬化剤、有機酸ヒドラジド系硬化剤、潜在性硬化剤(ジシアンジアミド類など)、ポリメルカプタン系硬化剤、フェノール系硬化剤など]などが挙げられる。

[0069] これらのうち、カチオン重合開始剤(酸発生剤)やアミン系硬化剤が汎用される。カチオン重合開始剤には、重合の種類に応じて、光酸発生剤及び熱酸発生剤が含まれる。

[0070] 光酸発生剤としては、例えば、スルホニウム塩(スルホニウムイオンとアニオンとの塩)、ヨードニウム塩(ヨードニウムイオンとアニオンとの塩)、セレニウム塩(セレニウムイオンとアニオンとの塩)、アンモニウム塩(アンモニウムイオンとアニオンとの塩)、ホスホニウム塩(ホスホニウムイオンとアニオンとの塩)、遷移金属錯体イオンとアニオンとの塩などが挙げられる。これらの光酸発生剤は、単独で又は二種以上組み合わせて使用でき

る。これらの光酸発生剤のうち、反応性を向上でき、硬化物の硬度を向上できる点から、酸性度の高い酸発生剤、例えば、スルホニウム塩が好ましい。

[0071] スルホニウム塩としては、例えば、トリフェニルスルホニウム塩、トリ-*p*-トリルスルホニウム塩、トリ-*o*-トリルスルホニウム塩、トリス（4-メトキシフェニル）スルホニウム塩、1-ナフチルジフェニルスルホニウム塩、2-ナフチルジフェニルスルホニウム塩、トリス（4-フルオロフェニル）スルホニウム塩、トリ-1-ナフチルスルホニウム塩、トリ-2-ナフチルスルホニウム塩、トリス（4-ヒドロキシフェニル）スルホニウム塩、ジフェニル〔4-（フェニルチオ）フェニル〕スルホニウム塩、〔4-（4-ビフェニルチオ）フェニル〕-4-ビフェニルフェニルスルホニウム塩、4-（*p*-トリルチオ）フェニルジ-（*p*-フェニル）スルホニウム塩などのトリアリールスルホニウム塩；ジフェニルフェナシルスルホニウム塩、ジフェニル4-ニトロフェナシルスルホニウム塩、ジフェニルベンジルスルホニウム塩、ジフェニルメチルスルホニウム塩などのジアリールスルホニウム塩；フェニルメチルベンジルスルホニウム塩、4-ヒドロキシフェニルメチルベンジルスルホニウム塩、4-メトキシフェニルメチルベンジルスルホニウム塩などのモノアリールスルホニウム塩；ジメチルフェナシルスルホニウム塩、フェナシルテトラヒドロチオフェニウム塩、ジメチルベンジルスルホニウム塩などのトリアルキルスルホニウム塩などが挙げられる。これらのスルホニウム塩は、単独で又は二種以上組み合わせて使用できる。これらのスルホニウム塩のうち、トリアリールスルホニウム塩が好ましい。

[0072] カチオンと塩を形成するためのアニオン（対イオン）としては、例えば、 SbF_6^- 、 PF_6^- 、 BF_4^- 、フッ化アルキルフルオロリン酸イオン〔 $(\text{CF}_3\text{CF}_2)_3\text{PF}_3^-$ 、 $(\text{CF}_3\text{CF}_2\text{CF}_2)_3\text{PF}_3^-$ など〕、 $(\text{C}_6\text{F}_5)_4\text{B}^-$ 、 $(\text{C}_6\text{F}_5)_4\text{Ga}^-$ 、スルホン酸アニオン（トリフルオロメタンスルホン酸アニオン、ペンタフルオロエタンスルホン酸アニオン、ノナフルオロブタンスルホン酸アニオン、メタンスルホン酸アニオン、ベンゼンスルホン酸アニオン、*p*-トルエンスルホン酸アニオンなど）、 $(\text{CF}_3\text{SO}_2)_3\text{C}^-$ 、 $(\text{CF}_3$

$\text{SO}_2)_2\text{N}^-$ 、過ハロゲン酸イオン、ハロゲン化スルホン酸イオン、硫酸イオン、炭酸イオン、アルミン酸イオン、ヘキサフルオロビスマス酸イオン、カルボン酸イオン、アリールホウ酸イオン、チオシアン酸イオン、硝酸イオンなどが挙げられる。これらのアニオンのうち、溶解性などの点から、フッ化アルキルフルオロリン酸イオンが好ましい。

[0073] 光酸発生剤は市販の光酸発生剤を使用できる。市販の光酸発生剤としては、例えば、サンアプロ（株）製「CPI-101A」、「CPI-110A」、「CPI-100P」、「CPI-110P」、「CPI-210S」、「CPI-200K」などを利用できる。

[0074] 熱酸発生剤としては、例えば、アリールスルホニウム塩、アリールヨードニウム塩、アレニーイオン錯体、第4級アンモニウム塩、アルミニウムキレート、三フッ化ホウ素アミン錯体などが挙げられる。これらの熱酸発生剤は、単独で又は二種以上組み合わせて使用できる。これらの熱酸発生剤のうち、反応性を向上でき、硬化物の硬度を向上できる点から、酸性度の高い酸発生剤、例えば、アリールスルホニウム塩が好ましい。アニオンとしては、光酸発生剤と同様のアニオンなどが挙げられ、 SbF_6^- などのアンチモンのフッ化物イオンであってもよい。

[0075] 熱酸発生剤も市販の熱酸発生剤を使用できる。市販の熱酸発生剤としては、例えば、三新化学工業（株）製「サンエイドSI-60L」、「サンエイドSI-60S」、「サンエイドSI-80L」、「サンエイドSI-100L」や、（株）ADEKA製「SP-66」、「SP-77」などを利用できる。

[0076] アミン系硬化剤としては、例えば、エチレンジアミン、ジエチレントリアミン、トリエチレンテトラミン、テトラエチレンペンタミン、ジプロピレンジアミン、ジエチルアミノプロピルアミン、ヘキサメチレンジアミン、ポリプロピレントリアミンなどの脂肪族ポリアミン；メンセンジアミン、イソホロンジアミン、ビス（4-アミノ-3-メチルジシクロヘキシル）メタン、ジアミノジシクロヘキシルメタン、ビス（アミノメチル）シクロヘキサン、

N-アミノエチルピペラジン、3, 9-ビス(3-アミノプロピル)-3, 4, 8, 10-テトラオキサスピロ[5. 5]ウンデカンなどの脂環式ポリアミン; m-フェニレンジアミン、p-フェニレンジアミン、トリレン-2, 4-ジアミン、トリレン-2, 6-ジアミン、メシチレン-2, 4-ジアミン、3, 5-ジエチルトリレン-2, 4-ジアミン、3, 5-ジエチルトリレン-2, 6-ジアミン、ピフェニレンジアミン、4, 4'-ジアミノジフェニルメタン、2, 5-ナフチレンジアミン、2, 6-ナフチレンジアミンなどの芳香族ポリアミンなどが挙げられる。これらのアミン系硬化剤は、単独で又は二種以上組み合わせて使用できる。これらのうち、脂肪族ポリアミン(エチレンジアミン、ジエチレントリアミン、トリエチレンジアミン、テトラエチレンペンタミン、ジエチルアミノプロピルアミン、ヘキサメチレンジアミンなど)、脂環式ポリアミン(メンセンジアミン、イソホロンジアミンなど)、芳香族ポリアミン(キシレンジアミン、メタフェニレンジアミンなど)などが汎用される。

[0077] これらのうち、重合を促進し、硬化物の硬度を向上できる点から、カチオン重合開始剤(酸発生剤)が好ましい。

[0078] 硬化剤の割合は、硬化剤の種類に応じて、脂環式エポキシ化合物100重量部に対して0.01~200重量部(例えば0.1~150重量部)程度の範囲から選択できる。

[0079] カチオン重合開始剤の割合は、脂環式エポキシ化合物100重量部に対して0.01~10重量部程度の範囲から選択でき、例えば0.05~5重量部、好ましくは0.1~3重量部、さらに好ましくは0.3~2重量部(特に0.5~1.5重量部)程度である。カチオン重合開始剤の割合が少なすぎると、硬化反応の進行が低下し、硬化物の硬度が低くなる虞があり、多すぎると、組成物の保存安定性が低下したり、硬化物が着色する虞がある。

[0080] アミン系硬化剤などの慣用の硬化剤の割合は、脂環式エポキシ化合物100重量部に対して、例えば50~200重量部、好ましくは80~150重量部程度であってもよい。

[0081] (3) レベリング剤

硬化性液状組成物は、さらにレベリング剤を含むのが好ましい。レベリング剤としては、表面張力低下能を有していればよく、慣用のレベリング剤（アセチレングリコールのエチレンオキサイド付加体など）を使用できるが、表面張力低下能に優れる点から、シリコン系レベリング剤、フッ素系レベリング剤が好ましい。本発明では、前記脂環式エポキシ化合物とレベリング剤とを組み合わせることにより、表面平滑性を向上でき、摺動性を向上できる。さらに、特定のレベリング剤を用いることにより、硬度を維持できるだけでなく、配合割合を制御することにより硬度を向上させることもできる。

[0082] シリコン系レベリング剤としては、ポリオルガノシロキサン骨格を有するレベリング剤であればよい。ポリオルガノシロキサン骨格としては、単官能性のM単位（一般的に $R_3SiO_{1/2}$ で表される単位）、二官能性のD単位（一般的に $R_2SiO_{2/2}$ で表される単位）、三官能性のT単位（一般的に $RSiO_{3/2}$ で表される単位）、四官能性のQ単位（一般的に $SiO_{4/2}$ で表される単位）で形成されたポリオルガノシロキサンであればよいが、通常、D単位で形成されたポリオルガノシロキサンが使用される。ポリオルガノシロキサンの有機基（R）としては、前記脂環式エポキシ化合物の式（1）の R^{11} ～ R^{18} として例示された炭化水素基の中から選択できるが、通常、 C_{1-4} アルキル基、アリール基が使用され、メチル基、フェニル基（特にメチル基）が汎用される。シロキサン単位の繰り返し数（重合度）は、例えば2～3000、好ましくは3～2000、さらに好ましくは5～1000程度である。

[0083] フッ素系レベリング剤としては、フルオロ脂肪族炭化水素骨格を有するレベリング剤であればよい。フルオロ脂肪族炭化水素骨格としては、例えば、フルオロメタン、フルオロエタン、フルオロプロパン、フルオロイソプロパン、フルオロブタン、フルオロイソブタン、フルオロtert-ブタン、フルオロペンタン、フルオロヘキサンなどのフルオロ C_{1-10} アルカンなどが挙げられる。

[0084] これらのフルオロ脂肪族炭化水素骨格は、少なくとも一部の水素原子がフ

ッ素原子に置換されていればよいが、摺動性及び剛性を向上できる点から、全ての水素原子がフッ素原子で置換されたパーフルオロ脂肪族炭化水素骨格が好ましい。

[0085] さらに、フルオロ脂肪族炭化水素骨格は、エーテル結合を介した繰り返し単位であるポリフルオロアルキレンエーテル骨格を形成していてもよい。繰り返し単位としてのフルオロ脂肪族炭化水素基は、フルオロメチレン基、フルオロエチレン基、フルオロプロピレン基、フルオロイソプロピレン基などのフルオロ C_{1-4} アルキレン基からなる群より選択された少なくとも1種であってもよい。これらのフルオロ脂肪族炭化水素基は、同一であってもよく、複数種の組み合わせであってもよい。フルオロアルキレンエーテル単位の繰り返し数（重合度）は、例えば10～3000、好ましくは30～1000、さらに好ましくは50～500程度であってもよい。

[0086] これらの骨格のうち、カチオン硬化性シリコーン樹脂との親和性に優れる点から、ポリオルガノシロキサン骨格が好ましい。

[0087] このような骨格を有するレベリング剤は、各種の機能性を付与するために、加水分解縮合性基、エポキシ基に対する反応性基などの機能性基、ラジカル重合性基、ポリエーテル基、ポリエステル基、ポリウレタン基などを有していてもよい。また、シリコーン系レベリング剤がフルオロ脂肪族炭化水素基を有していてもよく、フッ素系レベリング剤がポリオルガノシロキサン基を有していてもよい。

[0088] 加水分解性基としては、例えば、ヒドロキシシリル基；トリクロロシリル基などのトリハロシリル基；ジクロロメチルシリル基などのジハロ C_{1-4} アルキルシリル基；ジクロロフェニルシリル基などのジハロアリールシリル基；クロロジメチルシリル基などのクロロジ C_{1-4} アルキルシリルなどのハロジ C_{1-4} アルキルシリル基；トリメトキシシリル基、トリエトキシシリル基などのトリ C_{1-4} アルコキシシリル基；ジメトキシメチルシリル基、ジエトキシメチルシリル基などのジ C_{1-4} アルコキシ C_{1-4} アルキルシリル基；ジメトキシフェニルシリル基、ジエトキシフェニルシリル基などのジ C_{1-4} アルコキシアリ

ールシリル基；メトキシジメチルシリル基、エトキシジメチルシリル基などの C_{1-4} アルコキシジ C_{1-4} アルキルシリル基；メトキシジフェニルシリル、エトキシジフェニルシリルなどの C_{1-4} アルコキシジアリールシリル基；メトキシメチルフェニルシリル基、エトキシメチルフェニルシリル基などの C_{1-4} アルコキシ C_{1-4} アルキルアリールシリル基などが挙げられる。これらのうち、反応性などの点から、トリメトキシシリル基などのトリ C_{1-4} アルコキシシリル基が好ましい。

[0089] エポキシ基に対する反応性基としては、例えば、ヒドロキシル基、アミノ基、カルボキシル基、酸無水物基（無水マレイン酸基など）、イソシアネート基などが挙げられる。これらのうち、反応性などの点から、ヒドロキシル基、アミノ基、酸無水物基、イソシアネート基などが汎用され、取り扱い性や入手容易性などの点から、ヒドロキシル基が好ましい。

[0090] ラジカル重合性基としては、例えば、（メタ）アクリロイルオキシ基、ビニル基などが挙げられる。これらのうち、（メタ）アクリロイルオキシ基が汎用される。

[0091] ポリエーテル基としては、例えば、ポリオキシエチレン基、ポリオキシプロピレン基、ポリオキシブチレン基、ポリオキシエチレンーポリオキシプロピレン基などのポリオキシ C_{2-4} アルキレン基などが挙げられる。ポリエーテル基において、オキシアルキレン基の繰り返し数（付加モル数）は、例えば2～1000、好ましくは3～100、さらに好ましくは5～50程度である。これらのうち、ポリオキシエチレン基やポリオキシプロピレン基などのポリオキシ C_{2-3} アルキレン基（特にポリオキシエチレン基）が好ましい。

[0092] ポリエステル基としては、例えば、ジカルボン酸（テレフタル酸などの芳香族カルボン酸やアジピン酸などの脂肪族カルボン酸など）とジオール（エチレングリコールなどの脂肪族ジオールなど）との反応により形成されるポリエステル基、環状エステル（例えば、カプロラクトンなどのラクトン類）の開環重合により形成されるポリエステル基などが挙げられる。

[0093] ポリウレタン基としては、例えば、慣用のポリエステル型ポリウレタン基

、ポリエーテル型ポリウレタン基などが挙げられる。

[0094] これらの機能性基は、ポリオルガノシロキサン骨格又はフルオロ脂肪族炭化水素骨格に対して、直接結合で導入されていてもよく、連結基（例えば、アルキレン基、シクロアルキレン基、エーテル結合、エステル結合、アミド結合、ウレタン結合、又はこれらを組み合わせた連結基など）を介して導入されていてもよい。

[0095] これらの機能性基のうち、脂環式エポキシ化合物と反応して、硬化物の硬度を向上できる点から、加水分解縮合性基、エポキシ基に対する反応性基が好ましく、エポキシ基に対する反応性基（特にヒドロキシル基）が特に好ましい。

[0096] なお、ヒドロキシル基は、（ポリ）オキシアルキレン基〔（ポリ）オキシエチレン基など〕の末端ヒドロキシル基であってもよい。このようなレベリング剤としては、例えば、ポリジメチルシロキサンなどのポリオルガノシロキサン骨格の側鎖に（ポリ）オキシエチレン基などの（ポリ）オキシC₂₋₃アルキレン基が導入されたシリコーン系レベリング剤（ポリジメチルシロキサンポリオキシエチレンなど）、（ポリ）オキシエチレンなどの（ポリ）オキシC₂₋₃アルキレン骨格の側鎖にフルオロ脂肪族炭化水素基が導入されたフッ素系レベリング剤（フルオロアルキルポリオキシエチレンなど）などが挙げられる。

[0097] シリコーン系レベリング剤としては、市販のシリコーン系レベリング剤を使用できる。市販のシリコーン系レベリング剤としては、例えば、ビックケミー・ジャパン（株）製BYKシリーズのレベリング剤（「BYK-300」、「BYK-301/302」、「BYK-306」、「BYK-307」、「BYK-310」、「BYK-315」、「BYK-313」、「BYK-320」、「BYK-322」、「BYK-323」、「BYK-325」、「BYK-330」、「BYK-331」、「BYK-333」、「BYK-337」、「BYK-341」、「BYK-344」、「BYK-345/346」、「BYK-347」、「BYK-348」、「BYK

「BYK-349」、「BYK-370」、「BYK-375」、「BYK-377」、「BYK-378」、「BYK-UV3500」、「BYK-UV3510」、「BYK-UV3570」、「BYK-3550」、「BYK-SILCLEAN3700」、「BYK-SILCLEAN3720」など）、Algin Chemie社製ACシリーズのレベリング剤（「AC FS180」、「AC FS360」、「AC S20」など）、共栄社化学（株）製ポリフロシリーズのレベリング剤（「ポリフロKL-400X」、「ポリフロKL-400HF」、「ポリフロKL-401」、「ポリフロKL-402」、「ポリフロKL-403」、「ポリフロKL-404」など）、信越化学工業（株）製KPシリーズのレベリング剤（「KP-323」、「KP-326」、「KP-341」、「KP-104」、「KP-110」、「KP-112」など）、東レ・ダウコーニング（株）製レベリング剤（「LP-7001」、「LP-7002」、「8032 ADDITIVE」、「57 ADDITIVE」、「L-7604」、「FZ-2110」、「FZ-2105」、「67 ADDITIVE」、「8618 ADDITIVE」、「3 ADDITIVE」、「56 ADDITIVE」など）などが挙げられる。

[0098] フッ素系レベリング剤としては、市販のフッ素系レベリング剤を使用できる。市販のフッ素系レベリング剤としては、例えば、ダイキン工業（株）製オプツールシリーズのレベリング剤（「DSX」、「DAC-HP」）、AGCセイミケミカル（株）製サーフロンシリーズのレベリング剤（「S-242」、「S-243」、「S-420」、「S-611」、「S-651」、「S-386」など）、ビックケミー・ジャパン（株）製BYKシリーズのレベリング剤（「BYK-340」など）、Algin Chemie社製ACシリーズのレベリング剤（「AC 110a」、「AC 100a」など）、DIC（株）製メガファックシリーズのレベリング剤（「メガファックF-114」、「メガファックF-410」、「メガファックF-444」、「メガファックEXP TP-2066」、「メガファックF-4

30」、「メガファックF-472SF」、「メガファックF-477」、「メガファックF-552」、「メガファックF-553」、「メガファックF-554」、「メガファックF-555」、「メガファックR-94」、「メガファックRS-72-K」、「メガファックRS-75」、「メガファックF-556」、「メガファックEXP TF-1367」、「メガファックEXP TF-1437」、「メガファックF-558」、「メガファックEXP TF-1537」など）、住友スリーエム（株）製FCシリーズのレベリング剤（「FC-4430」、「FC-4432」など）、（株）ネオス製フタージェントシリーズのレベリング剤（「フタージェント100」、「フタージェント100C」、「フタージェント110」、「フタージェント150」、「フタージェント150CH」、「フタージェントA-K」、「フタージェント501」、「フタージェント250」、「フタージェント251」、「フタージェント222F」、「フタージェント208G」、「フタージェント300」、「フタージェント310」、「フタージェント400SW」など）、北村化学産業（株）製PFシリーズのレベリング剤（「PF-136A」、「PF-156A」、「PF-151N」、「PF-636」、「PF-6320」、「PF-656」、「PF-6520」、「PF-651」、「PF-652」、「PF-3320」など）などが挙げられる。

[0099] これらのレベリング剤は、単独で又は二種以上組み合わせて使用でき、例えば、複数種のシリコン系レベリング剤、複数種のフッ素系レベリング剤をそれぞれ組み合わせてもよく、シリコン系レベリング剤とフッ素系レベリング剤とを組み合わせて使用してもよい。これらのレベリング剤のうち、脂環式エポキシ化合物との親和性に優れ、エポキシ基と反応でき、硬化物の硬度や外観を向上できる点から、ヒドロキシル基を有するシリコン系レベリング剤が好ましい。

[0100] ヒドロキシル基を有するシリコン系レベリング剤としては、例えば、ポリオルガノシロキサン骨格（ポリジメチルシロキサンなど）の主鎖又は側鎖

にポリエーテル基を導入したポリエーテル変性ポリオルガノシロキサン、ポリオルガノシロキサン骨格の主鎖又は側鎖にポリエステル基を導入したポリエステル変性ポリオルガノシロキサン、(メタ)アクリル系樹脂にポリオルガノシロキサンを導入したシリコーン変性(メタ)アクリル系樹脂などが挙げられる。これらのレベリング剤において、ヒドロキシル基は、ポリオルガノシロキサン骨格が有していてもよく、ポリエーテル基、ポリエステル基、(メタ)アクリロイル基が有していてもよい。このようなレベリング剤としては、例えば、ビュッケーミー・ジャパン(株)製「BYK-370」、「BYK-SILCLEAN3700」、「BYK-SILCLEAN3720」などを使用できる。

[0101] レベリング剤の割合は、脂環式エポキシ化合物100重量部に対して0.01~20重量部程度の範囲から選択でき、例えば0.05~15重量部、好ましくは0.1~10重量部、さらに好ましくは0.2~5重量部程度である。レベリング剤の割合が少なすぎると、硬化物の摺動性が低下する虞があり、多すぎると、硬化物の硬度が低下する虞がある。

[0102] 特に、シリコーン系レベリング剤の割合は、脂環式エポキシ化合物100重量部に対して、例えば0.1~10重量部、好ましくは0.2~5重量部、さらに好ましくは0.3~3重量部(特に0.5~2重量部)程度であってもよい。フッ素系レベリング剤の割合は、脂環式エポキシ化合物100重量部に対して、例えば0.05~5重量部、好ましくは0.1~3重量部、さらに好ましくは0.2~1重量部(特に0.3~0.8重量部)程度であってもよい。レベリング剤の割合をこれらの範囲に調整すると、硬化物の摺動性を向上できるだけでなく、従来はレベリング剤の機能として想定されていなかった硬化物の硬度も向上できる。

[0103] (4) 他の添加剤

硬化性液状組成物は、他の硬化性樹脂を含んでいてもよい。他の硬化性樹脂としては、例えば、他のエポキシ樹脂(脂環式エポキシ化合物以外のエポキシ樹脂)、オキセタン樹脂、ビニルエーテル樹脂などが挙げられる。これ

らの硬化性樹脂は、単独で又は二種以上組み合わせて使用できる。これらの硬化性樹脂のうち、反応性や混和性などの点から、他のエポキシ樹脂が好ましい。他のエポキシ樹脂としては、例えば、グリシジルエーテル型エポキシ樹脂、グリシジルエステル型エポキシ樹脂、グリシジルアミン型エポキシ樹脂、長鎖脂肪族エポキシ樹脂などが例示できる。他の硬化性樹脂の割合は、脂環式エポキシ化合物 100 重量部に対して 100 重量部以下程度であり、例えば 50 重量部以下（例えば 1～50 重量部）、好ましくは 30 重量部以下（例えば 5～30 重量部）程度である。

[0104] 硬化性液状組成物は、撹動性や剛性を損なわない範囲で、慣用の添加剤を含んでいてもよい。慣用の添加剤としては、例えば、硬化促進剤（イミダゾール類、アルカリ金属又はアルカリ土類金属アルコキシド、ホスフィン類、アミド化合物、ルイス酸錯体化合物、硫黄化合物、ホウ素化合物、縮合性有機金属化合物など）、充填剤（酸化チタン、アルミナなどの無機充填剤など）、安定化剤（酸化防止剤、紫外線吸収剤、耐光安定剤、熱安定剤など）、可塑剤、滑剤、消泡剤、帯電防止剤、難燃剤などを含有していてもよい。これらの添加剤は、単独で又は二種以上組み合わせて使用できる。これらの添加剤の合計割合は、脂環式エポキシ化合物 100 重量部に対して 100 重量部以下程度であり、例えば 30 重量部以下（例えば 0.01～30 重量部）、好ましくは 10 重量部以下（例えば 0.1～10 重量部）程度である。

[0105] さらに、硬化性液状組成物は、有機溶媒や水を含んでいてもよい。有機溶媒としては、例えば、ケトン類（アセトン、メチルエチルケトン、メチルイソブチルケトン、シクロヘキサノンなど）、エーテル類（ジオキサン、テトラヒドロフランなど）、脂肪族炭化水素類（ヘキサンなど）、脂環式炭化水素類（シクロヘキサンなど）、芳香族炭化水素類（ベンゼン、トルエンなど）、ハロゲン化炭素類（ジクロロメタン、ジクロロエタンなど）、エステル類（酢酸メチル、酢酸エチルなど）、アルコール類（エタノール、イソプロパノール、ブタノール、シクロヘキサノールなど）、セロソルブ類（メチルセロソルブ、エチルセロソルブなど）、セロソルブアセテート類、アミド類

(ジメチルホルムアミド、ジメチルアセトアミドなど)などが挙げられる。

これらの溶媒は、単独で又は二種以上組み合わせて使用できる。

[0106] 硬化性液状組成物の固形分重量は、成形工程のプロセスに応じて、その工程に適した液状組成物の粘度に調整するために、任意に選択でき、特に限定されない。

[0107] (プライマー層)

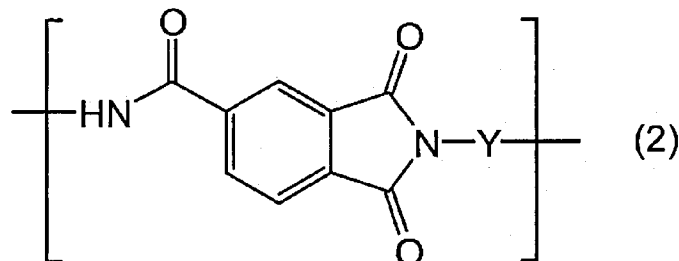
本発明の平滑摺動部材は、摺動部材の表面とコート層との間に、凹凸加工構造の凹凸形状に追随したプライマー層が介在するのが好ましい。プライマー層を介在させると、摺動部材とコート層との密着性を向上できるだけでなく、耐熱性も向上できる。

[0108] プライマー層は、摺動部材とコート層との密着性を向上できる慣用のバインダー樹脂などを含んでいればよいが、耐熱性などの点から、ポリアミドイミド樹脂を含むのが好ましい。

[0109] ポリアミドイミド樹脂は、主鎖にイミド結合及びアミド結合を有するポリマーであり、トリカルボン酸無水物（又はそのハライドや低級アルキルエステルなどの反応性誘導体）と多価イソシアネートとを反応させたポリアミドイミドや、トリカルボン酸無水物と多価アミンとを反応させてイミド結合を形成した後、多価イソシアネートを反応させてアミド化したポリアミドイミドなどであってもよい。

[0110] ポリアミドイミド樹脂は、通常、前記トリカルボン酸無水物としてトリメリット酸無水物を用いて得られた樹脂であり、例えば、式(2)

[0111] [化2]



[0112] (式中、Yは、二価の炭化水素基を含む基を示す)

で表される繰り返し単位を有する樹脂であってもよい。

[0113] 前記式(2)のYにおいて、二価の炭化水素基としては、前記式(1)のXとして例示された二価の炭化水素基などが挙げられる。二価の炭化水素基は、エチレン基などのC₁₋₁₀アルキレン基やシクロヘキシレン基などのC₅₋₈シクロアルキレン基などであってもよいが、耐熱性の点から、フェニレン基やナフチレン基などの二価の芳香族炭化水素基を含むのが好ましい。二価の芳香族炭化水素基を含む基は、直接結合；アルキレン基（例えば、メチレン基、エチレン基、ジメチルメチレン基（プロパン-2, 2-ジイル基）などのC₁₋₄アルキレン基など）；カルボニル基；スルホニル基；エーテル結合；チオエーテル（スルフィド）結合などの連結基を介して、複数の二価の芳香族炭化水素基（例えば、1, 4-フェニレン基など）が結合した基であってもよい。この基において、二価の芳香族炭化水素基及びアルキレン基は、置換基（例えば、メチル基やエチル基などのC₁₋₄アルキル基、メトキシ基やエトキシ基などのC₁₋₄アルコキシ基、塩素原子やフッ素原子などのハロゲン原子、ヒドロキシル基など）を有していてもよい。

[0114] Yとしては、例えば、フェニレン基（1, 4-フェニレン基、1, 3-フェニレン基など）、ナフチレン基（1, 5-ナフチレン基、2, 6-ナフチレン基など）、ビフェニレン基（4, 4'-ビフェニレン基、3, 3'-ビフェニレン基など）、ビスフェノール残基〔ジフェニルメタン-4, 4'-ジイル基（ビスフェノールF残基）、ジメチルジフェニルメタン-4, 4'-ジイル基（ビスフェノールA残基）、ジフェニルカルボニル-4, 4'-ジイル基、ジフェニルスルホニル-4, 4'-ジイル基（ビスフェノールS残基）、ジフェニルチオ-4, 4'-ジイル基、ジフェニルオキシ-4, 4'-ジイル基など〕、又はこれらの基がさらに直接結合や前記連結基（カルボニル基、スルホニル基、エーテル結合、チオエーテル結合など）を介して結合した基や、これらの基のベンゼン環に前記置換基が置換した基などが挙げられる。これらの基は、単独で又は二種以上組み合わせて使用できる。

- [0115] これらのうち、フェニレン基、ビフェニレン基、ビスフェノール残基などが汎用され、ベンゼン環に置換基（フッ素原子や塩素原子などのハロゲン原子、メチル基などの C_{1-3} アルキル基、メトキシ基などの C_{1-3} アルコキシ基など）を有していてもよいビフェニレン基やジフェニルメタン-4, 4'-ジイル基（ビスフェノールF残基）が好ましい。
- [0116] ポリアミドイミド樹脂の数平均分子量は、ゲルパーミエーションクロマトグラフィ（GPC）において、ポリスチレン換算で1,000以上であり、例えば3,000～500,000、好ましくは5,000～300,000、さらに好ましくは8,000～100,000（特に10,000～50,000）程度である。分子量が小さすぎると、耐熱性や機械的特性が低下する虞がある。
- [0117] ポリアミドイミド樹脂のガラス転移温度は150℃以上であってもよく、例えば180～400℃、好ましくは200～380℃、さらに好ましくは250～350℃（特に280～330℃）程度である。ガラス転移温度が低すぎると、耐熱性が低下する虞がある。本発明では、ポリアミドイミド樹脂のガラス転移温度は、示差走査熱量計（DSC）を用いて測定できる。
- [0118] プライマー層は、ポリアミドイミド樹脂に加えて、固体潤滑剤を含んでもよい。固体潤滑剤としては、慣用の固体潤滑剤、例えば、フッ素化合物（ポリテトラフルオロエチレンなどのフッ素樹脂、フッ化黒鉛など）、ホウ素化合物（窒化ホウ素など）、金属硫化物（二硫化モリブデンなどの硫化モリブデン、二硫化タングステンなどの硫化タングステンなど）、炭素材（グラファイトやカーボンブラックなど）、金属単体（銀、鉛、ニッケルなど）、マイカ、有機モリブデン化合物、メラミンシアヌレートなどが挙げられる。これらの固体潤滑剤は、単独で又は二種以上組み合わせて使用できる。これらの固体潤滑剤のうち、フッ素化合物（特にポリテトラフルオロエチレン）、金属硫化物（特に二硫化モリブデン）、炭素材（特にグラファイト）が好ましい。
- [0119] 固体潤滑剤の割合は、ポリアミドイミド樹脂100重量部に対して500

重量部以下（例えば0.1～500重量部、好ましくは10～200重量部）程度である。固体潤滑剤の割合が多すぎると、固化した塗膜の機械的特性が低下する虞がある。

[0120] プライマー層は、用途に応じて、前記割合で固体潤滑剤を含んでいてもよいが、基材に対する密着性の点からは、固体潤滑剤を含まないのが好ましい。

[0121] プライマー層も、耐熱性や摺動性を損なわない範囲で、他の添加剤を含んでいてもよい。慣用の添加剤としては、硬化剤（エポキシ樹脂など）、充填剤（酸化チタン、アルミナなどの無機充填剤など）、安定化剤（酸化防止剤、紫外線吸収剤、耐光安定剤、熱安定剤など）、可塑剤、消泡剤、帯電防止剤、難燃剤などを含有していてもよい。これらの添加剤は、単独で又は二種以上組み合わせて使用できる。これらの添加剤の割合は、ポリアミドイミド樹脂100重量部に対して100重量部以下程度であり、例えば30重量部以下（例えば、0.01～30重量部）、好ましくは10重量部以下（例えば0.1～10重量部）程度である。

[0122] プライマー層の平均厚みは、0.5 μm 以上であってもよく、例えば0.5～30 μm 、好ましくは0.8～10 μm 、さらに好ましくは1～5 μm （特に1.5～3 μm ）程度である。平均厚みが薄すぎると、耐熱性や、摺動部材とコート層との密着性が低下する虞がある。なお、本明細書及び特許請求の範囲において、プライマー層の平均厚みは、例えば、光学式膜厚計を用いて、任意の10箇所の平均値として測定できる。

[0123] [平滑摺動部材の製造方法]

本発明の平滑摺動部材は、摺動部材の凹凸構造を有する表面に、硬化性液状組成物をコーティングして硬化するコート層形成工程を含む製造方法により得られる。詳しくは、プライマー層を形成しない場合、コート層を形成するための硬化性液状組成物は、摺動部材の凹凸構造を有する表面（摺動面）に直接コーティングされる。一方、プライマー層を形成する場合、前記摺動面に、液状組成物をコーティングして固化するプライマー層形成工程を経た

後、得られたプライマー層の表面に、コート層を形成するための硬化性液状組成物がコーティングされる。

[0124] プライマー層形成工程において、液状組成物は、有機溶媒や水を含んでもよい。有機溶媒としては、例えば、アミド類（例えば、N-メチルホルムアミド、N, N-ジメチルホルムアミドなどのN-モノ又はジC₁₋₄アルキルホルムアミド；N-メチルアセトアミド、N, N-ジメチルアセトアミドなどのN-モノ又はジC₁₋₄アルキルアセトアミド；N-メチルピロリドンなど）、ケトン類（アセトン、メチルエチルケトン、メチルイソブチルケトン、シクロヘキサノンなど）、エーテル類（ジオキサン、テトラヒドロフランなど）、脂肪族炭化水素類（ヘキサンなど）、脂環式炭化水素類（シクロヘキサンなど）、芳香族炭化水素類（ベンゼン、トルエンなど）、ハロゲン化炭素類（ジクロロメタン、ジクロロエタンなど）、エステル類（酢酸メチル、酢酸エチルなど）、アルコール類（メタノール、エタノール、イソプロパノール、ブタノール、シクロヘキサノールなど）、セロソルブ類（メチルセロソルブ、エチルセロソルブなど）、セロソルブアセテート類などを含有していてもよい。これらの溶媒は、単独で又は二種以上組み合わせて使用できる。これらの溶媒のうち、N-メチルピロリドンなどのポリアミドイミド樹脂に対する良溶媒が好ましい。

[0125] 液状組成物の固形分重量は、成形工程のプロセスに応じて、その工程に適した液状組成物の粘度に調整するために、任意に選択でき、特に限定されないが、例えば1～80重量%程度の範囲から選択できる。

[0126] 液状組成物のコーティング方法としては、慣用の方法、例えば、ロールコーティング、エアナイフコーティング、ブレードコーティング、ロッドコーティング、リバーズコーティング、バーコーティング、コンマコーティング、ダイコーティング、グラビアコーティング、スクリーンコーティング法、スプレー法、スピナー法などが挙げられる。これらの方法のうち、ブレードコーティング法、バーコーティング法、グラビアコーティング法、スプレー法などが汎用される。

- [0127] 液状組成物を固化する方法は、特に限定されず、自然乾燥や加熱乾燥などであってもよいが、プライマー層の強度及び摺動部材に対する密着性を向上できる点から、焼成処理が好ましい。
- [0128] 焼成温度は120℃以上であってもよく、例えば120～300℃、好ましくは150～280℃、さらに好ましくは160～250℃（特に180～230℃）程度である。焼成温度が低すぎると、プライマー層の強度及び摺動部材に対する密着性が低下する虞がある。焼成時間は1分以上（例えば1分～3時間）、好ましくは10分以上（例えば10分～2時間）、さらに好ましくは30分以上（例えば30分～1.5時間）程度である。
- [0129] なお、プライマー層を形成するための焼成処理は、コート層形成工程においてコート層を形成するための加熱処理（例えば、後述するコート層形成工程におけるエージング処理）であってもよく、その場合、コート層を形成するためのエージング処理がプライマー層の焼成処理も兼ねる。コート層の表面平滑性を向上できる点から、プライマー層を形成するための焼成処理は、コート層形成工程ではなく、プライマー層形成工程で焼成するのが好ましい。
- [0130] コート層形成工程において、硬化性液状組成物のコーティング方法としては、前記プライマー層形成工程と同様のコーティング方法を利用できる。特に、本発明では、簡便なコーティング方法であっても、表面が平滑なコート層を形成でき、例えば、スプレー法であってもよい。
- [0131] コート層形成工程において、硬化性液状組成物は、硬化処理の前に、加熱して乾燥（予備加熱）してもよい。予備加熱温度は、例えば40～150℃、好ましくは50～120℃、さらに好ましくは60～100℃（特に70～90℃）程度である。予備加熱時間は、10秒以上（例えば10秒～10分）、好ましくは20秒以上（例えば20秒～5分）、さらに好ましくは30秒以上（例えば30秒～2分）程度であってもよい。
- [0132] 硬化処理において、硬化性液状組成物は、硬化剤の種類に応じて、活性エネルギー線を照射することにより硬化してもよく、加熱して硬化してもよい。

。これらのうち、通常、活性エネルギー線を照射することにより硬化できる。

[0133] 活性エネルギー線として、熱及び／又は光エネルギー線を利用でき、特に光エネルギー線を利用して光照射するのが有用である。光エネルギー線としては、放射線（ガンマー線、X線など）、紫外線、可視光線、電子線（EB）などが利用でき、通常、紫外線、電子線である場合が多い。特に、硬化剤を使用せずに重合ができ、高い耐候性を要求される用途では、電子線で照射してもよい。

[0134] 光源としては、例えば、紫外線の場合は、Deep UVランプ、低圧水銀ランプ、高圧水銀ランプ、超高圧水銀ランプ、ハロゲンランプ、レーザー光源（ヘリウムカドミウムレーザー、エキシマレーザーなどの光源）などを用いることができる。照射光量（照射エネルギー）は、塗膜の厚みにより異なるが、例えば $50 \sim 10000 \text{ mJ/cm}^2$ 、好ましくは $70 \sim 5000 \text{ mJ/cm}^2$ 、さらに好ましくは $100 \sim 1000 \text{ mJ/cm}^2$ 程度であってもよい。さらに、二次元又は三次元状成形体に対する密着性を向上させるために、光量や照射時間を増加してもよく、照射光量は、例えば $300 \sim 10000 \text{ mJ/cm}^2$ （特に $400 \sim 3000 \text{ mJ/cm}^2$ ）程度であってもよい。

[0135] 電子線の場合は、電子線照射装置などの露光源によって、電子線を照射する方法が利用できる。照射量（線量）は、塗膜の厚みにより異なるが、例えば $1 \sim 200 \text{ kGy}$ （グレイ）、好ましくは $5 \sim 150 \text{ kGy}$ 、さらに好ましくは $10 \sim 100 \text{ kGy}$ （特に $20 \sim 80 \text{ kGy}$ ）程度である。加速電圧は、例えば $10 \sim 1000 \text{ kV}$ 、好ましくは $50 \sim 500 \text{ kV}$ 、さらに好ましくは $100 \sim 300 \text{ kV}$ 程度である。

[0136] 活性エネルギー線（特に電子線）の照射は、必要であれば、不活性ガス（例えば、窒素ガス、アルゴンガス、ヘリウムガスなど）雰囲気中に行ってもよい。

[0137] なお、活性エネルギー線により硬化した後、硬化後のプライマー層を加熱

処理（アニール処理又はエージング処理）してもよい。エージング処理においては、加熱温度は、例えば30～250℃、好ましくは50～220℃、さらに好ましくは60～200℃（特に120～160℃）程度である。加熱時間は、例えば、10分～10時間、好ましくは30分～5時間、さらに好ましくは45分～3時間程度である。

[0138] 一方、熱カチオン重合開始剤を用いて、熱硬化させる場合、加熱温度は、例えば30～200℃、好ましくは50～190℃、さらに好ましくは60～180℃程度である。

[0139] 硬化処理としては、幅広い摺動部材に利用できる点から、紫外線などの活性エネルギー線を用いた硬化処理が好ましい。

実施例

[0140] 以下に、実施例に基づいて本発明をより詳細に説明するが、本発明はこれらの実施例によって限定されるものではない。なお、実施例及び比較例で使用する原料及び摺動部材の詳細は下記の通りであり、実施例及び比較例で得られた平滑摺動部材を以下の項目で評価した。

[0141] [原料]

（プライマー層用原料）

ポリアミドイミドA：住鋳潤滑剤（株）製「ドライコート3500」

ポリアミドイミドB：東洋紡（株）製「バイロマックスHR-11NN」

（コート層用原料）

脂環式エポキシ化合物：3, 4, 3', 4'-ジエポキシビスクロヘキシル

硬化剤：[4-（4-ビフェニルチオ）フェニル]-4-ビフェニルフェニル
スルホニウムトリス（ペンタフルオロエチル）トリフルオロホスフェート

レベリング剤：水酸基を有するポリエーテル変性ポリジメチルシロキサン
溶液、ビュッケーミー・ジャパン（株）製「BYK-SILCLEAN3720」。

[0142] [摺動部材]

平均高さ $10\text{ }\mu\text{m}$ 及び平均ピッチ $200\text{ }\mu\text{m}$ の凸部が平行に形成されたスカート部を有するアルミニウム合金製ピストン。

[0143] 〔膜厚〕

プライマー層及びコート層の厚みは、デュアルタイプ膜厚計（（株）ケツト科学研究所製「LZ-990」）を用いて測定した。

[0144] 〔表面平滑性〕

得られたコート層表面の平滑性について、摺動部材を切断し、切断面が上に出るようにアクリル樹脂に包埋したあと、断面を精密研磨したサンプルをSEM又はCCDで観察し、条痕（プライマー層）の凸部の平均高さ h の50倍の長さ領域における高低差（ ΔH 値）を測定し、さらに測定した ΔH 値について、以下の基準で評価した。

[0145] ○： ΔH 値が $h/10$ 以下である

 ×： ΔH 値が $h/10$ より大きい。

[0146] 実施例 1

摺動部材のスカート部の摺動面に、ハndsプレーガン（アネスト岩田（株）製「W-101」）を用いて、圧縮空気で、最大厚みが $11\text{ }\mu\text{m}$ となるように、プライマー層として、ポリアミドイミドAを塗工した後、 200°C で60分間焼成した。

[0147] 得られたプライマー層の上に、ハndsプレーガン（アネスト岩田（株）製「W-101」）を用いて、圧縮空気で、最大厚みが $25\text{ }\mu\text{m}$ となるように、コート層として、脂環式エポキシ化合物100重量部、硬化剤0.25重量部及びレベリング剤1重量部を塗工した後、 80°C で1分間プリベイクし、続いてコンベア式紫外線硬化装置（パナソニック（株）製「Aicure」）を用いて、コンベア速度 1.0 m/分 で紫外線を照射し、メタルハライドランプ（出力70%、照度 50 mW/cm^2 ）、積算光量 400 mJ/cm^2 の紫外線で処理した。最後に、 150°C で1時間熱処理（エージング処理）することによって、コート層の塗工膜を硬化させ、プライマー層及びコート層を有する平滑摺動部材を作製した。断面のSEM写真を図2に示す。

[0148] 実施例 2

プライマー層の最大厚みを $12\ \mu\text{m}$ 、コート層の最大厚みを $29\ \mu\text{m}$ に変更する以外は実施例 1 と同様にして平滑摺動部材を作製した。断面の C C D 写真を図 3 に示す。

[0149] 実施例 3

プライマー層の最大厚みを $32\ \mu\text{m}$ 、コート層の最大厚みを $23\ \mu\text{m}$ に変更する以外は実施例 1 と同様にして平滑摺動部材を作製した。断面の C C D 写真を図 4 に示す。

[0150] 実施例 4

プライマー層を形成せずに、摺動部材のスカート部の摺動面にコート層を形成し、コート層の最大厚みを $20\ \mu\text{m}$ に変更する以外は実施例 1 と同様にして平滑摺動部材を作製した。断面の C C D 写真を図 5 に示す。

[0151] 実施例 5

コート層の最大厚みを $28\ \mu\text{m}$ に変更する以外は実施例 4 と同様にして平滑摺動部材を作製した。断面の S E M 写真を図 6 に示す。

[0152] 実施例 6

ポリアミドイミド A の代わりにポリアミドイミド B を用い、プライマー層の最大厚みを $10\ \mu\text{m}$ 、コート層の最大厚みを $20\ \mu\text{m}$ に変更する以外は実施例 1 と同様にして平滑摺動部材を作製した。

[0153] 比較例 1

実施例 1 でコート層を塗布形成しなかったものを比較例 1 とし、実施例 1 と同様に評価した。

[0154] 比較例 2

実施例 3 でコート層を塗布形成しなかったものを比較例 2 とした。

[0155] 比較例 3

プライマー層の最大厚みを $1\ \mu\text{m}$ に変更し、かつコート層の最大厚みを $10\ \mu\text{m}$ に変更する以外は実施例 1 と同様にして平滑摺動部材を作製し、実施例 1 と同様に表面状態を断面より評価した。断面の S E M 写真を図 7 に示す

。

[0156] 比較例 4

実施例 6 でコート層を塗布形成しなかったものを比較例 4 とし、実施例 1 と同等に、表面状態を断面より評価した。

[0157] 実施例及び比較例で得られた平滑摺動部材の評価結果を表 1 に示す。

[0158] [表 1]

表 1

	条痕凸部高さ (μm)	プライマー層		コート層 最大厚み (μm)	表面高低差 ΔH 値 (μm)	表面 平滑性
		樹脂種	最大厚み (μm)			
実施例 1	10	ポリアミドイミド A	11	25	<1	○
実施例 2	10	ポリアミドイミド A	12	29	<1	○
実施例 3	10	ポリアミドイミド A	32	23	<1	○
実施例 4	10	—	—	20	<1	○
実施例 5	10	—	—	28	<1	○
実施例 6	10	ポリアミドイミド B	10	20	<1	○
比較例 1	10	ポリアミドイミド A	11	—	8	×
比較例 2	10	ポリアミドイミド A	32	—	3	×
比較例 3	10	ポリアミドイミド A	1	10	5	×
比較例 4	10	ポリアミドイミド B	10	—	4	×

[0159] 表 1 の結果から明らかなように、実施例で得られた平滑摺動部材の表面は平滑であった。さらに、実施例 1 で得られた平滑摺動部材における断面の SEM 写真を図 2 に示す。図 2 のコート層面を見ると、凹凸形状を有する条痕に対して、コート層の表面は平滑に形成されている。一方で、同じく図 2 のプライマー層断面（比較例 1 に相当）を見ると、条痕の凸部に対して、ポリアミドイミド層が追随して形成されている。また、図 4 においても、コート層（実施例 3）は平滑に形成されているが、プライマー層（比較例 2 に相当）の断面は、条痕の凸部に対して、プライマー層であるポリアミドイミドの膜厚を厚くしても、ポリアミドイミド層は追随して（平滑性はなく）形成し、 ΔH は $3\mu\text{m}$ となり、 $\Delta H > d/10$ であった。しかし、図 5 及び図 6 に示した実施例 4 及び実施例 5 のコート層は、凹凸形状を有する条痕に対して、直接塗布した場合でも、コート層の表面は平滑に形成されている。

産業上の利用可能性

[0160] 本発明の摺動部材は、各種産業機器、自動車や航空機などの輸送機、電子及び電気機器などの摺動部材（例えば、シリンダー、ピストン、ベアリングなど）として利用できる。特に、自動車部品の摺動部材、例えば、エンジン部品であるピストン；カムベアリング、クランクベアリング、コンロッドベアリングなどの摺動部材；カムシャフト、クランクシャフトなどの軸部材；ローラーロッカー、ロッカーアーム、ラッシュアジャスター、バルブリフターなどの動弁系の摺動部材；チェーンガイド、チェーンダンパー、チェーンスリッパなどのチェーン駆動の摺動部材；ベーン式やトロコイド式オイルポンプの軸受け部材；オルタネーターの軸受け部材などのエンジン補機部材；トランスミッションの軸受け部材などとして有効に利用でき、スカート部を有するピストンとして特に有効である。

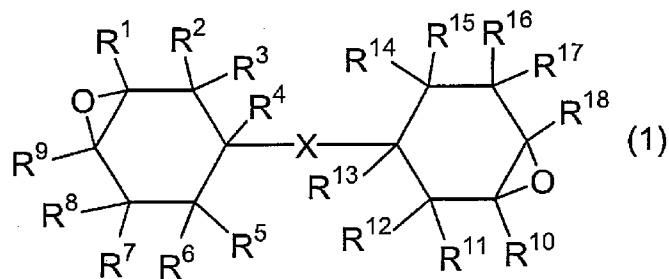
符号の説明

- [0161] 1 …コート層
2、3 …条痕の凸部
4 …ポリアミドイミド層

請求の範囲

【請求項1】 金属で形成され、かつ表面に凹凸構造を有する摺動部材と、この摺動部材の表面を被覆する平滑なコート層とを含む平滑摺動部材であって、前記コート層が、式（1）

【化1】



（式中、 $R^1 \sim R^{18}$ は、同一又は異なって、水素原子、ハロゲン原子、オキソ基、ヒドロキシル基、ヒドロパーオキシ基、アミノ基、スルホ基又は有機基を示し、 X は、直接結合又は連結基を示す）

で表される脂環式エポキシ化合物を含む硬化性液状組成物の硬化物である平滑摺動部材。

【請求項2】 摺動部材の表面とコート層との間に、凹凸構造の凹凸形状に追従したプライマー層が介在する請求項1記載の平滑摺動部材。

【請求項3】 プライマー層がポリアミドイミド樹脂を含む請求項2記載の平滑摺動部材。

【請求項4】 プライマー層が、フッ素化合物、金属硫化物及び炭素材からなる群より選択された少なくとも1種の固体潤滑剤をさらに含む請求項2又は3記載の平滑摺動部材。

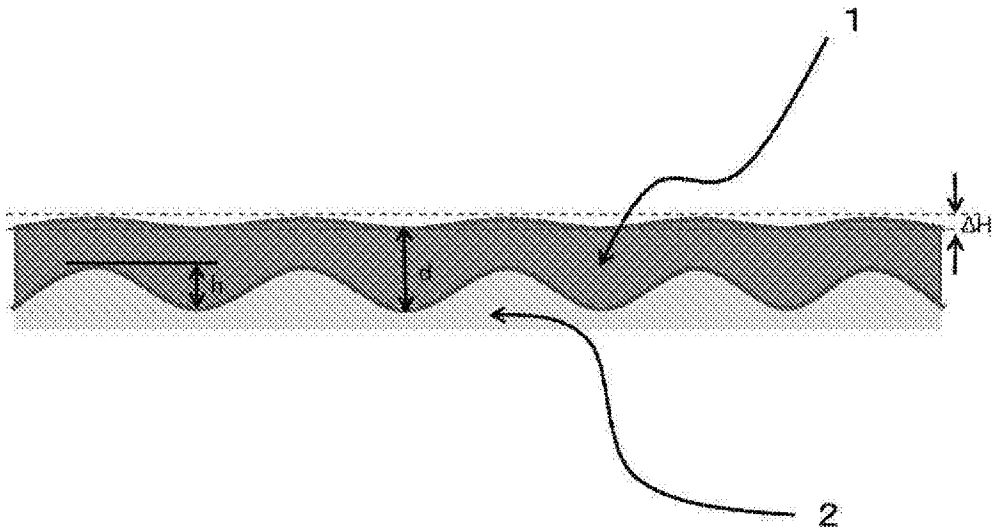
【請求項5】 凹凸構造が、凸部の平均高さ $0.5 \sim 30 \mu m$ の凹凸形状を有する請求項1～4のいずれかに記載の平滑摺動部材。

【請求項6】 凹凸構造の凸部の平均高さを h としたとき、コート層の表面において、 h の50倍の長さ領域における最も高い表面と最も低い表面との高低差が、 $h/10$ 以下である請求項1～5のいずれかに記載の平滑

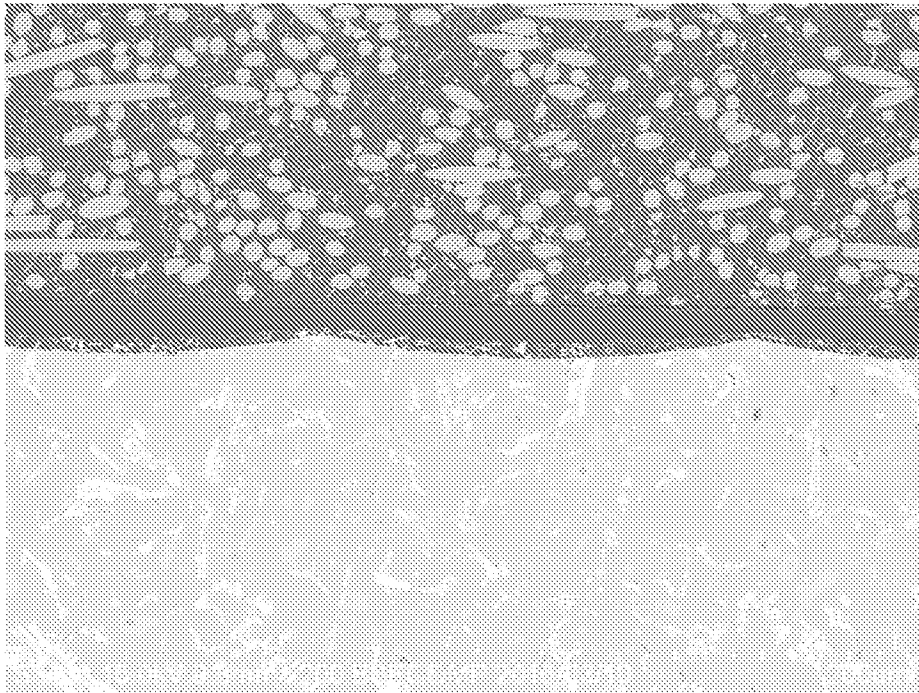
摺動部材。

- [請求項7] コート層の最大厚み d が、凹凸構造の凸部の平均高さ h の 1.1 倍以上である請求項 1～6 のいずれかに記載の平滑摺動部材。
- [請求項8] 式 (1) において、 $R^1 \sim R^{18}$ のうち、少なくとも 1 つが水素原子であり、かつ X が直接結合である請求項 1～7 のいずれかに記載の平滑摺動部材。
- [請求項9] 硬化性液状組成物が硬化剤をさらに含む請求項 1～8 のいずれかに記載の平滑摺動部材。
- [請求項10] 硬化性液状組成物がレベリング剤をさらに含む請求項 1～9 のいずれかに記載の平滑摺動部材。
- [請求項11] 金属が、アルミニウム単体、鉄単体、ニッケル単体、銅単体、クロム単体又はこれらのいずれかの単体を含む合金である請求項 1～10 のいずれかに記載の平滑摺動部材。
- [請求項12] 摺動部材が、スカート部を有するピストンであり、前記スカート部の表面に凹凸構造が形成されている請求項 1～11 のいずれかに記載の平滑摺動部材。
- [請求項13] 摺動部材の凹凸構造を有する表面に、硬化性液状組成物をコーティングして硬化するコート層形成工程を含む請求項 1 記載の平滑摺動部材の製造方法。
- [請求項14] 摺動部材の凹凸構造を有する表面に、液状組成物をコーティングして固化するプライマー層形成工程、得られたプライマー層の表面に、硬化性液状組成物をコーティングして硬化するコート層形成工程を含む請求項 2 記載の平滑摺動部材の製造方法。
- [請求項15] コート層形成工程において、スプレー法で硬化性液状組成物をコーティングする請求項 13 又は 14 記載の製造方法。

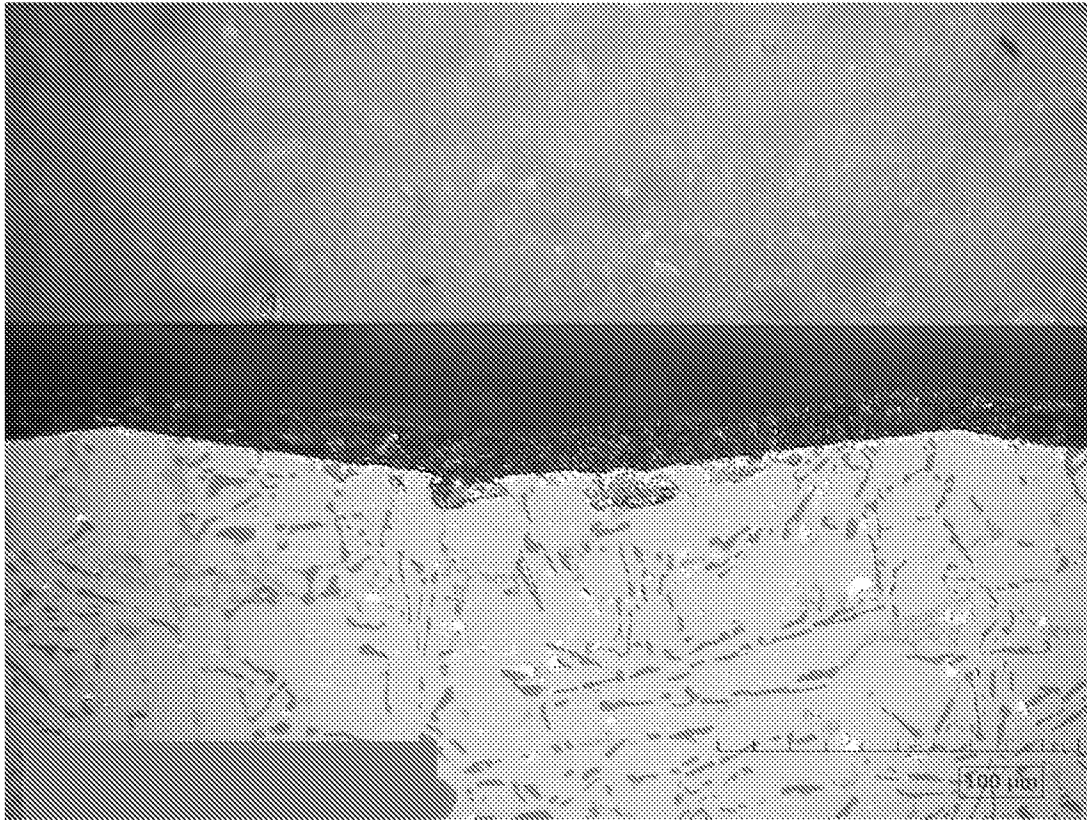
[図1]



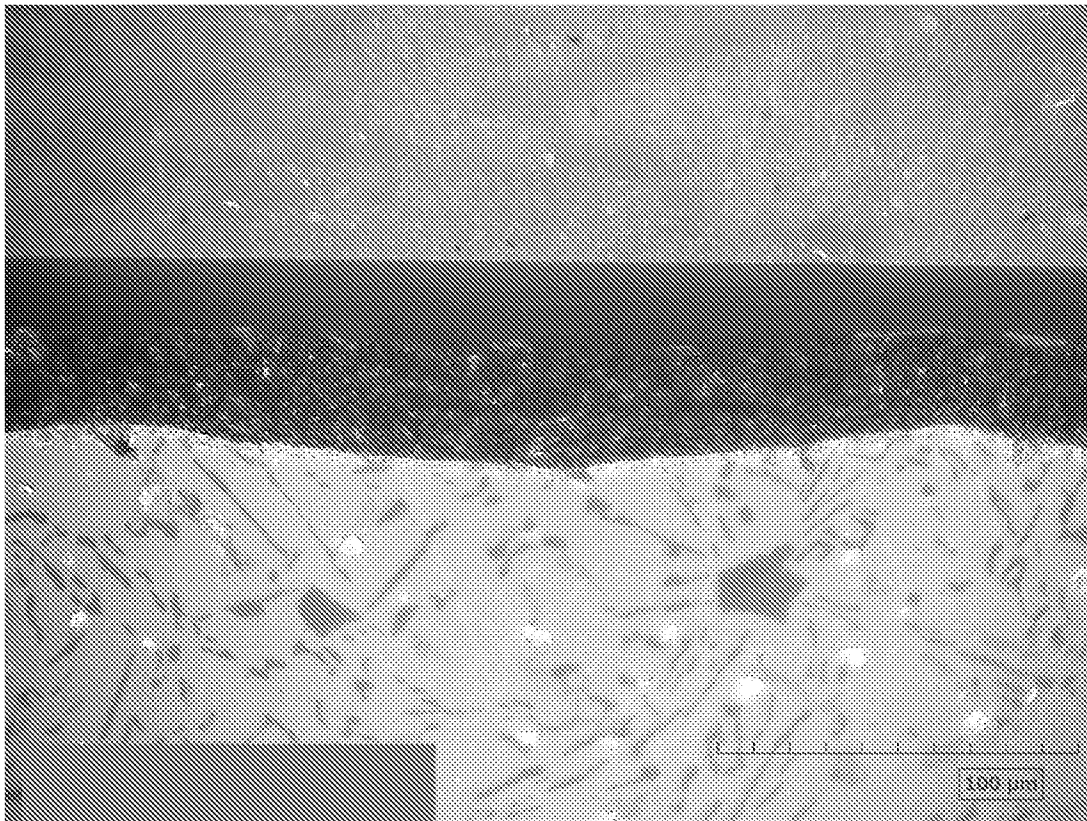
[図2]



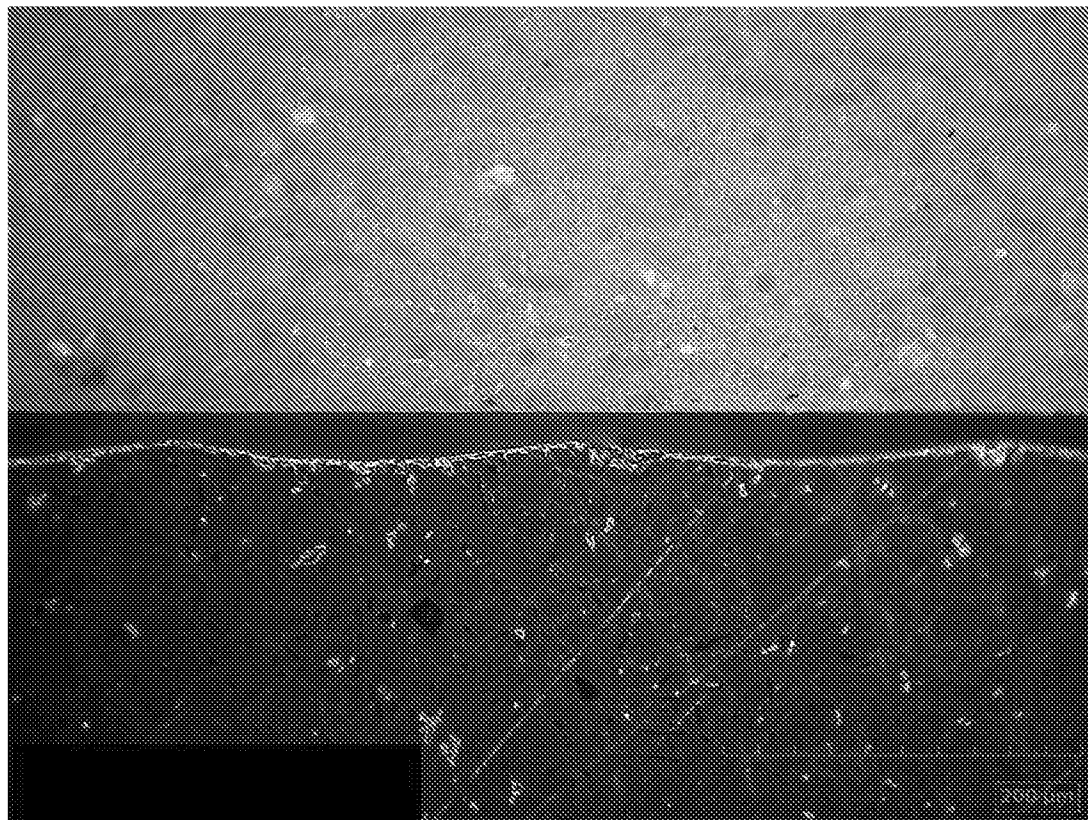
[図3]



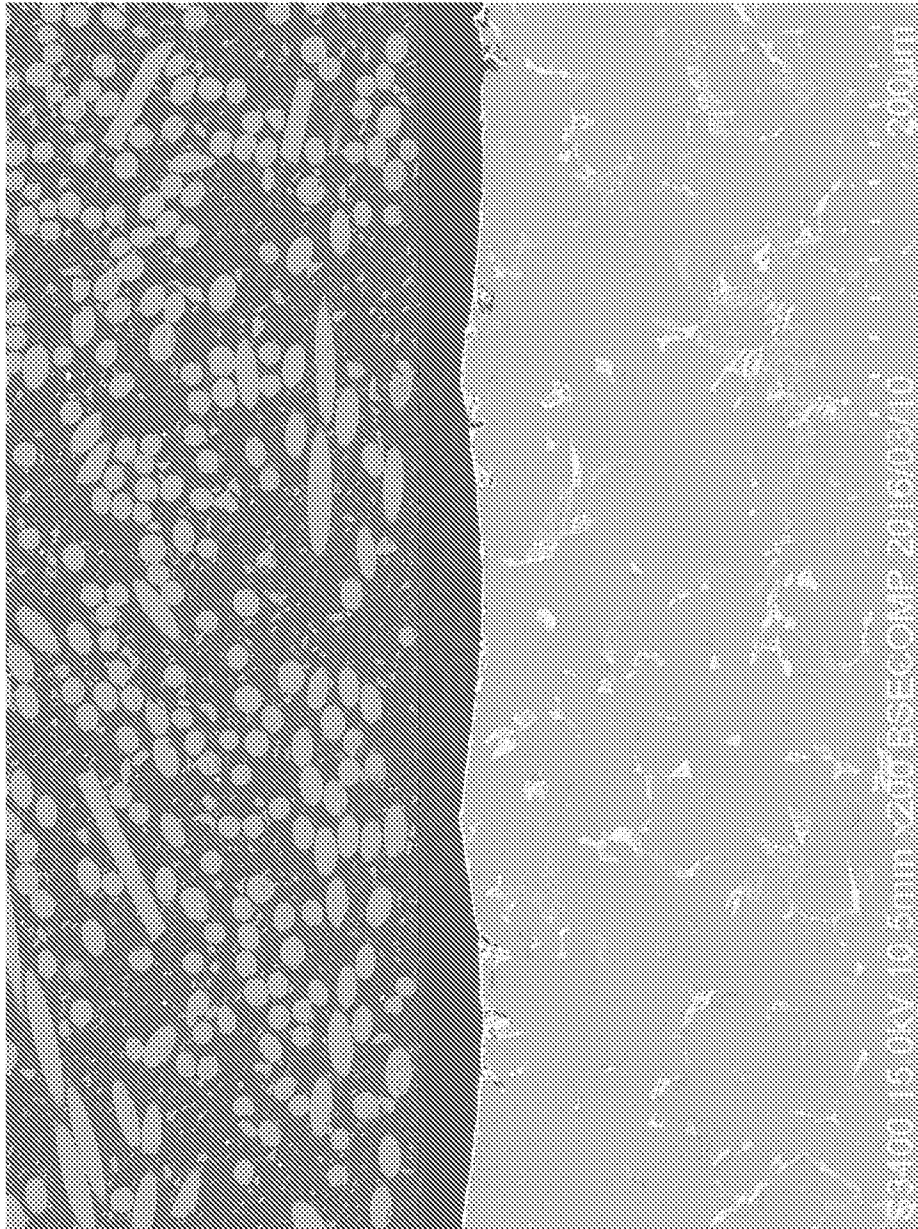
[図4]



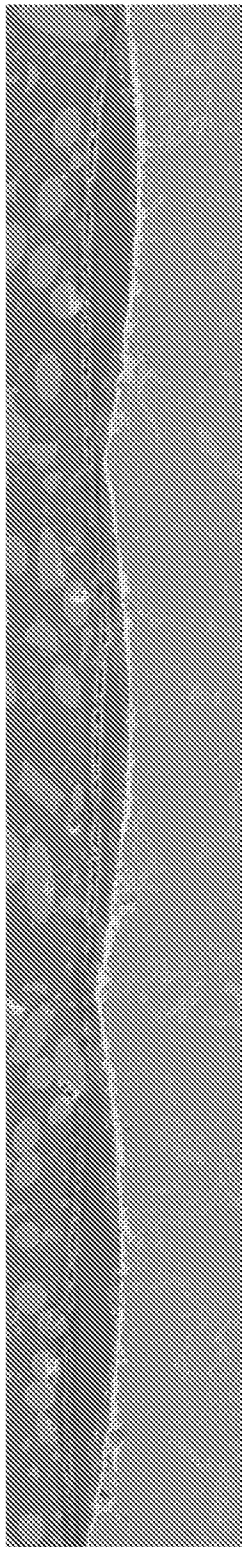
[図5]



[図6]



[図7]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/009886

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. See extra sheet

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. C10M105/18, B05D1/36, B05D7/14, B05D7/24, C09D5/00, C09D179/08, C23C26/00, C23C28/00, F02F3/00, F02F3/10, F16C33/20, F16J1/01, C10N30/06, C10N30/08, C10N40/25

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.
X Y	JP 2016-120476 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 07 July 2016, claims 1-3, 5, 8-9, paragraphs [0011], [0021], [0023], [0027], [0038]-[0043], fig. 6A & US 2016/0186684 A1, claims 1, 3-5, 9-10, paragraphs [0019], [0053], [0055], [0059], [0069]-[0074], fig. 6A	1-2, 5-14 3-12, 15
Y A	JP 2010-216362 A (HITACHI AUTOMOTIVE SYSTEMS, LTD.) 30 September 2010, claims 1-2, paragraphs [0025]-[0033], [0044] & US 2010/0236516 A1, claims 1-2, paragraphs [0036]-[0038], [0046]	3-12, 15 1-2, 13-14



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

"I" 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
18 April 2018 (18.04.2018)

Date of mailing of the international search report
01 May 2018 (01.05.2018)

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/JP2018/009886

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y A	JP 2008-56750 A (SUMICO LUBRICANT CO., LTD.) 13 March 2008, claim 2, paragraphs [0001], [0020]-[0021], [0024] & US 2008/0060603 A1, claim 2, paragraphs [0002], [0046]-[0047], [0051]	3-12, 15 1-2, 13-14
Y A	JP 7-189804 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 28 July 1995, claim 1, paragraphs [0007]-[0008] (Family: none)	3-12, 15 1-2, 13-14
A	JP 2005-330941 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 02 December 2005, paragraph [0030] (Family: none)	1-15
A	JP 2010-127142 A (ISUZU MOTORS LTD.) 10 June 2010, paragraph [0002] (Family: none)	1-15
A	JP 2016-121314 A (DAICEL CORPORATION) 07 July 2016, entire text & US 2017/0349779 A1, entire text	1-15
P, A	JP 2017-89494 A (DAICEL CORPORATION) 25 May 2017, entire text & US 2017/0130091 A1, entire text	1-15

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. 特別ページ参照

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. C10M105/18, B05D1/36, B05D7/14, B05D7/24, C09D5/00, C09D179/08, C23C26/00, C23C28/00, F02F3/00, F02F3/10, F16C33/20, F16J1/01, C10N30/06, C10N30/08, C10N40/25

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
X Y	JP 2016-120476 A (トヨタ自動車株式会社) 2016.07.07, 請求項1-3、5、8-9、段落【0011】、【0021】、【0023】、【0027】、【0038】～【0043】、図6A & US 2016/0186684 A1 請求項1、3-5、9-10、段落【0019】、【0053】、【0055】、【0059】、【0069】～【0074】、図6A	1-2, 5-14 3-12, 15
Y A	JP 2010-216362 A (日立オートモティブシステムズ株式会社) 2010.09.30, 請求項1-2、段落【0025】～【0033】、【0	3-12, 15 1-2, 13-14

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

18.04.2018

国際調査報告の発送日

01.05.2018

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)

青鹿 喜芳

4 V

7883

電話番号 03-3581-1101 内線 3483

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
	044】 & US 2010/0236516 A1 請求項1-2、段落【0036】 ～【0038】、【0046】	
Y A	JP 2008-56750 A (住鋳潤滑剤株式会社) 2008.03.13, 請求項2、段落【0001】、【0020】～【0021】、【0024】 & US 2008/0060603 A1 請求項2、段落【0002】、【0046】 ～【0047】、【0051】	3-12, 15 1-2, 13-14
Y A	JP 7-189804 A (トヨタ自動車株式会社) 1995.07.28, 請求項1、段落【0007】～【0008】 (ファミリーなし)	3-12 1-2, 13-15
A	JP 2005-330941 A (トヨタ自動車株式会社) 2005.12.02, 段落【0030】 (ファミリーなし)	1-15
A	JP 2010-127142 A (いすゞ自動車株式会社) 2010.06.10, 段落【0002】 (ファミリーなし)	1-15
A	JP 2016-121314 A (株式会社ダイセル) 2016.07.07, 全文 & US 2017/0349779 A1 全文	1-15
P, A	JP 2017-89494 A (株式会社ダイセル) 2017.05.25, 全文 & US 2017/0130091 A1 全文	1-15

発明の属する分野の分類

C10M105/18(2006.01)i, B05D1/36(2006.01)i, B05D7/14(2006.01)i, B05D7/24(2006.01)i,
C09D5/00(2006.01)i, C09D179/08(2006.01)i, C23C26/00(2006.01)i, C23C28/00(2006.01)i,
F02F3/00(2006.01)i, F02F3/10(2006.01)i, F16C33/20(2006.01)i, F16J1/01(2006.01)i,
C10N30/06(2006.01)n, C10N30/08(2006.01)n, C10N40/25(2006.01)n