(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6月25日(25.06.2020)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2020/129318 A1

(51) 国際特許分類:
F16C 33/20 (2006.01) *F16C 9/02* (2006.01)
C23C 26/00 (2006.01) *F16C 17/02* (2006.01)
F16C 3/04 (2006.01) *F16C 33/10* (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2019/033902

(22) 国際出願日： 2019年8月29日(29.08.2019)

(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 2018-235148 2018年12月17日(17.12.2018) JP

(71) 出願人: 大豊工業株式会社 (**TAIHO KOGYO CO., LTD.**) [JP/JP]; 〒4718502 愛知県豊田市緑ヶ丘３丁目６５番地 Aichi (JP).

(72) 発明者: 松本 慎司 (**MATSUMOTO Shinji**); 〒4718502 愛知県豊田市緑ヶ丘３丁目６５番地 大豊工業株式会社内 Aichi (JP).

(74) 代理人: Ｋｎｏｗｌｅｄｇｅ Ｐａｒｔｎｅｒｓ 特許業務法人(**KNOWLEDGE PARTNERS PPC**); 〒4600003 愛知県名古屋市中区錦２丁目１８番５号 白川第六ビル５階 Aichi (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,

WO 2020/129318 A1

(54) **Title:** SLIDING MEMBER

(54) 発明の名称： 摺動部材

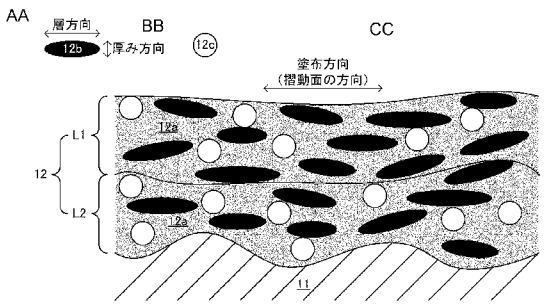
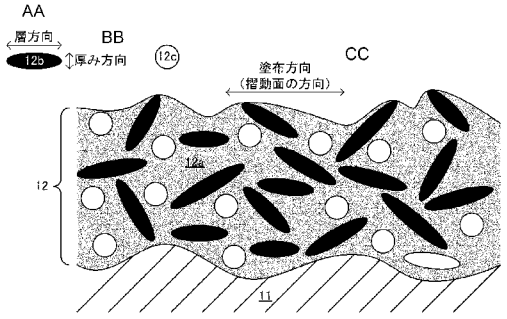


図2A



AA Layer direction
BB Thickness direction
CC Coating direction (direction of sliding surface)

図2B

(57) **Abstract:** [Problem] To provide a technique that can reduce the size of surface irregularities. [Solution] This sliding member is provided with a base layer and a resin coating layer formed on the base layer. The resin coating layer comprises a polyamide-imide resin as a binder, barium sulfate particles, molybdenum disulfide particles, and unavoidable impurities, and is configured from multiple coating layers obtained by coating one layer on another; the film thickness of the outermost of the multiple coating layers is less than or equal to 4 μm.

［続葉有］

NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

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

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

(57) 要約: 【課題】表面の凹凸の大きさを低減できる技術を提供する。 【解決手段】本発明の摺動部材は、基層と、前記基層上に形成された樹脂被覆層とを備える摺動部材であって、前記樹脂被覆層は、バインダーとしてのポリアミドイミド樹脂と、硫酸バリウム粒子と、二硫化モリブデン粒子と、不可避不純物と、からなり、重ね塗りされた複数の塗布層によって構成され、複数の塗布層のうちの最表層の膜厚が4μm以下となる。

明　細　書

発明の名称 ： 摺動部材

技術分野

[0001] 本発明は、樹脂被覆層を有する摺動部材に関する。

背景技術

[0002] 樹脂バインダー中に調整粒子と板状固体潤滑剤を含有させたすべり軸受が知られている（特許文献１、参照。）。特許文献１において、調整粒子によってクラックをせき止めるとともに、板状固体潤滑剤によって耐焼付き性を向上させることが記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２０１３－７２５３５号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] しかしながら、特許文献１において、表面の凹凸が大きくなりやすく、それにより相手材との摩擦初期（接触時）における摩擦抵抗が大きくなるという問題があった。バインダーの硬化時においてバインダーが収縮するため、表面付近に調整粒子と板状固体潤滑剤が存在する部位が凸部を構成し、調整粒子と板状固体潤滑剤が存在しない部位が凹部を構成することとなるからである。

本発明は、前記課題にかんがみてなされたもので、表面の凹凸の大きさを低減できる技術を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0005] 前記の目的を達成するため、本発明の摺動部材は、基層と、基層上に形成された樹脂被覆層とを備える摺動部材であって、樹脂被覆層は、バインダーとしてのポリアミドイミド樹脂と、硫酸バリウム粒子と、二硫化モリブデン粒子と、不可避不純物と、からなるとともに、重ね塗りされた複数の塗布層

によって構成され、複数の塗布層のうちの最表層の膜厚が３μｍ以下となるように構成される。

[0006] 重ね塗りされた複数の塗布層のうちの最表層の膜厚を４μｍ以下（望ましくは１～２．５μｍ）とすることにより、層状の二硫化モリブデン粒子の層方向を塗布方向（摺動面の方向）に配向させることができる。つまり、二硫化モリブデン粒子の厚み方向を、塗布方向の直交方向、すなわち硬化時のバインダーの収縮方向に配向させることができる。結果として、バインダーの収縮方向における二硫化モリブデン粒子の厚みを抑制することができ、二硫化モリブデン粒子が存在する部位と、二硫化モリブデン粒子が存在しない部位との間の凹凸を低減できる。

[0007] また、硫酸バリウム粒子の平均粒径は、二硫化モリブデン粒子の平均粒径よりも小さくてもよい。硫酸バリウム粒子の平均粒径を小さくしておくことにより、配向性を制御できない塊状の硫酸バリウム粒子を使用しても、硫酸バリウム粒子に起因する凹凸の量を低減できる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]本発明の実施形態にかかる摺動部材の斜視図である。

[図2]図２Ａ，図２Ｂはオーバーレイの断面模式図である。

[図3]往復摺動試験の模式図である。

[図4]相手材に移着した元素のマップである。

[図5]図５Ａ～図５Ｃは移着量のグラフである。

[図6]図６Ａ～図６Ｃは摩擦係数のグラフである。

[図7]図７Ａ～図７Ｃは摩擦抵抗低減率のグラフである。

[図8]図８Ａ～図８ＣはＲｐｋ（０．０８）のグラフである。

[図9]図９Ａ～図９ＣはＲａ（０．８）のグラフである。

[図10]図１０Ａ～図１０Ｃは配向率のグラフである。

[図11]図１１Ａ，図１１Ｂは焼付き面圧のグラフである。

発明を実施するための形態

[0009] ここでは、下記の順序に従って本発明の実施の形態について説明する。

（１） 摺動部材の構成：

（２）摺動部材の製造方法：

（３）実験結果：

（４）他の実施形態：

[0010] （１）摺動部材の構成：

図１は、本発明の一実施形態にかかる摺動部材１の斜視図である。摺動部材１は、裏金１０とライニング１１とオーバーレイ１２とを含む。摺動部材１は、中空状の円筒を直径方向に２等分した半割形状の金属部材であり、断面が半円弧状となっている。２個の摺動部材１を円筒状になるように組み合わせることにより、すべり軸受Ａが形成される。すべり軸受Ａは内部に形成される中空部分にて円柱状の相手材２（エンジンのクランクシャフト）を軸受けする。相手材２の外径はすべり軸受Ａの内径よりもわずかに小さく形成されている。相手材２の外周面と、すべり軸受Ａの内周面との間に形成される隙間に潤滑油（エンジンオイル）が供給される。その際に、すべり軸受Ａの内周面上を相手材２の外周面が摺動する。

[0011] 摺動部材１は、曲率中心から遠い順に、裏金１０とライニング１１とオーバーレイ１２とが順に積層された構造を有する。従って、裏金１０が摺動部材１の最外層を構成し、オーバーレイ１２が摺動部材１の最内層を構成する。裏金１０とライニング１１とオーバーレイ１２とは、それぞれ円周方向において一定の厚みを有している。例えば、裏金１０の厚みは１．１ｍｍ～１．３ｍｍとされ、ライニング１１の厚みは０．２ｍｍ～０．４ｍｍとされる。例えば、裏金１０は例えば鋼によって形成される。ライニング１１は、例えばＡｌ合金やＣｕ合金によって形成される。裏金１０は省略されてもよい。

[0012] オーバーレイ１２の厚みは、６μｍとなっている。なお、オーバーレイ１２の厚みは、２～１５μｍであってもよく、３～９μｍが望ましい。以下、内側とは摺動部材１の曲率中心側を意味し、外側とは摺動部材１の曲率中心と反対側を意味することとする。オーバーレイ１２の内側の表面は、相手材

２の摺動面を構成する。

[0013] 図２Ａは、オーバーレイ１２の断面模式図である。オーバーレイ１２は、ライニング１１の内側の表面上に積層された層であり、本発明の樹脂被覆層を構成する。オーバーレイ１２は、バインダー樹脂１２ａ（グレー）と二硫化モリブデン粒子１２ｂ（黒丸）と硫酸バリウム粒子１２ｃ（白丸）と不可避不純物とからなる。バインダー樹脂１２ａは、ポリアミドイミド樹脂である。

[0014] 本実施形態において、オーバーレイ１２における二硫化モリブデン粒子１２ｂの総体積の体積分率は３０体積％であり、硫酸バリウム粒子１２ｃの総体積の体積分率は１５体積％である。二硫化モリブデン粒子１２ｂは、硫酸バリウム粒子１２ｃの総体積の０．５倍の総体積を有する。バインダー樹脂１２ａと二硫化モリブデン粒子１２ｂの総体積と硫酸バリウム粒子１２ｃの総体積とは、混合する前に計測したバインダー樹脂１２ａと二硫化モリブデン粒子１２ｂと硫酸バリウム粒子１２ｃの質量と、これらの比重とに基づいて算出したものである。

[0015] 二硫化モリブデン粒子１２ｂの平均粒径は１．４μｍであり、硫酸バリウム粒子１２ｃの平均粒径は０．６μｍである。二硫化モリブデン粒子１２ｂは、硫酸バリウム粒子１２ｃの平均粒径の２．３３倍の平均粒径を有する硫酸バリウム粒子１２ｃと二硫化モリブデン粒子１２ｂの平均粒子径は、マイクロトラック・ベル社のＭＴ３３００ＩＩによって計測したものである。以下、二硫化モリブデン粒子１２ｂの平均粒径を硫酸バリウム粒子１２ｃの平均粒径で除算した値を平均粒径比と表記する。二硫化モリブデン粒子１２ｂは層状の粒子であり、硫酸バリウム粒子１２ｃは塊状の粒子である。オーバーレイ１２は、重ね塗りされた２層の塗布層（最表層Ｌ１，内層Ｌ２）によって構成され、最表層Ｌ１，内層Ｌ２の膜厚はそれぞれ３μｍとなっている。

[0016] 以上説明した本実施形態のオーバーレイ１２を平板上に被覆した試料を作成し、ＲｐｋとＲａと配向率と移着量と摩擦係数と摩擦抵抗低減率と焼付き

面圧とを計測した。

ＲｐｋとＲａとは、それぞれＪＩＳ　Ｂ０６７１－２００２とＪＩＳ　Ｂ０６０１－２００１の表面粗さであり、オーバーレイ１２の表面（摺動面）の表面粗さである。カットオフ値λｃを０．０８ｍｍとした場合のＲｐｋ（０．０８）は０．１６２μｍであり、カットオフ値λｃを０．８ｍｍとした場合のＲａ（０．８）は０．１５１μｍであった。ＲｐｋとＲａは、小坂研究所社のサーフコーダＳＥ－３４００によって計測した。カットオフ値λｃを０．０８ｍｍとすることにより、ライニング１１表面に形成した約０．０８ｍｍ周期の溝のうねりの影響を除去した粗さを示すＲｐｋ（０．０８）を得ることができる。

[0017] 本実施形態のオーバーレイ１２における二硫化モリブデンの｛００２｝｛００４｝｛００８｝の配向率は８７％であった。また、本実施形態のオーバーレイ１２における二硫化モリブデンの｛００２｝｛００４｝｛００６｝｛００８｝の配向率は８９．９％であった。配向率とは、二硫化モリブデンの｛００２｝｛００４｝｛００８｝または｛００２｝｛００４｝｛００６｝｛００８｝の結晶面にて生じたＸ線の回折電子ビームの強度の合計を、すべての結晶面にて生じた回折電子ビームの強度の合計で除算した割合である。配向率は、オーバーレイ１２の表面の直交方向において｛００２｝｛００４｝｛００８｝または｛００２｝｛００４｝｛００６｝｛００８｝の結晶面がどの程度偏って配向しているかを示す指標である。回折電子ビームの強度は、リガク社のＳｍａｒｔＬａｂによって計測した。配向率が高いほど、二硫化モリブデン粒子１２ｂの層方向の摺動面に対する平行度が高くなる。

[0018] 重ね塗りされた複数の塗布層のうちの最表層Ｌ１の膜厚を３μｍとすることにより、最表層Ｌ１の硬化時におけるバインダー樹脂１２ａの収縮量を抑制することができる。従って、二硫化モリブデン粒子１２ｂが存在する部位と、二硫化モリブデン粒子１２ｂが存在しない部位との間の凹凸を低減できる。さらに、最表層の膜厚を二硫化モリブデン粒子１２ｂの平均粒径の２倍以下、すなわち４μｍ以下（望ましくは１～２．５μｍ）とすることにより

、層状の二硫化モリブデン粒子１２ｂの層方向を塗布方向（摺動面の方向）に配向させることができる。

[0019] つまり、二硫化モリブデン粒子１２ｂの厚み方向を、塗布方向の直交方向、すなわち硬化時のバインダーの収縮方向に配向させることができる。結果として、バインダーの収縮方向における二硫化モリブデン粒子１２ｂの厚みを抑制することができ、二硫化モリブデン粒子１２ｂが存在する部位と、二硫化モリブデン粒子１２ｂが存在しない部位との間の凹凸を低減できた。

[0020] 仮に、図２Ｂのように、オーバーレイ１２を単一の塗布層によって形成すると、塗布時における二硫化モリブデン粒子１２ｂの回転自由度が増し、二硫化モリブデン粒子１２ｂの層方向が摺動面の直交方向に近い方向に配向し得ることとなる。これにより、摺動面の直交方向において二硫化モリブデン粒子１２ｂとバインダー樹脂１２ａとの間の収縮量の差により凹凸の高さが増大してしまう。

[0021] また、硫酸バリウム粒子１２ｃの平均粒径を小さくしておくことにより、図２Ａのように配向性を制御できない塊状または球状の硫酸バリウム粒子１２ｃを使用した場合でも、硫酸バリウム粒子１２ｃに起因する凹凸の量を低減できる。その結果、最表層Ｌ１の表面のＲｐｋを低減できた。

[0022] 上述した試料に対してボールオンプレート試験機によって往復摺動試験を行うことにより、移着量と摩擦係数と摩擦抵抗低減率とを計測した。図３は、ボールオンプレート試験機１００の模式図である。ボールオンプレート試験機１００によって、相手材の同種の材料（ＪＩＳ４８０５のＳＵＪ２）で形成されたボール１１０に試料Ｓのオーバーレイ１２が接した状態で、試料Ｓを往復移動させた。往復移動の片道距離を２０ｍｍとし、５０往復まで往復摺動試験を継続した。

[0023] また、試料Ｓに対してボール１１０から９．８Ｎの垂直荷重が作用するようにボール１１０に静荷重を作用させた。さらに、試料Ｓとボール１１０の接触点を１４０℃のエンジンオイル（不図示、例えば０Ｗ－２０）に浸漬させた。ボール１１０には図示しない荷重センサが連結されており、摺動方向

においてボール１１０に作用する摩擦力を荷重センサ（不図示）にて計測した。そして、摩擦力を垂直荷重で除算することにより摩擦係数を計測した。

[0024] １往復目における摩擦係数は０．０９２であり、５０往復目における摩擦係数は０．０４４と良好であった。また、１往復目における初期摩擦係数から５０往復目における最終摩擦係数を減算した摩擦係数の減少量を、初期摩擦係数で除算した摩擦抵抗低減率は４７．５１３％と良好であった。上述したように、最表層Ｌ１の表面のＲｐｋが小さく滑らかな摺動面を有するため、良好な摩擦係数や摩擦抵抗低減率が得られたものと考えられる。

[0025] ５０往復まで往復摺動試験を行った後、ボール１１０のうち試料Ｓが摺動した部位（１００×１００μｍの分析範囲）に移着した各元素を定量分析した。なお、元素の量（移着量）は、日本電子社のＪＸＡ－８１００によって計測した。

[0026] 図４は、試料Ｓが摺動したボール１１０上の分析範囲における定量分析の結果を示す写真である。同図において、グレーの濃淡が明るいほど、ボール１１０の表面に存在する各元素の量が大きいことを示す。試料Ｓが摺動したボール１１０上の部位において、紙面上下方向に連続するように３個の分析範囲を分析した。図４に示すように、試料Ｓに含まれる硫酸バリウム粒子１２ｃ由来のＢａがボール１１０の表面に移着したことが確認できる。

[0027] ここで、Ｂａは、ボール１１０と潤滑油のいずれにも含まれない成分であるため、試料Ｓのオーバーレイ１２に含まれる硫酸バリウム粒子１２ｃの一部がボール１１０の表面に移着したと判断できる。同様に、硫酸バリウムを構成するＯとＳもボール１１０の表面に移着したことが確認できる。また、試料Ｓおよび潤滑油に含まれる二硫化モリブデンを構成するＭｏもボール１１０の表面に移着したことが確認できる。さらに、潤滑油のみに含まれるＣａ，Ｚｎもボール１１０の表面に移着したことが確認できる。ボール１１０の表面における移着成分（Ｂａ，Ｓ，Ｏ，Ｍｏ，Ｃａ，Ｚｎ）の総質量濃度が７．３質量％に達していることが分かった。これらの移着成分は、摩擦抵抗の低減や耐焼付き性の向上に寄与する成分である。移着成分の総質量の大

半が硫酸バリウムの質量であると見なすことができる。

[0028] 上述した摺動部材１を形成し、図１のように実際の使用環境を模した軸受摺動試験を行うことにより、移着量と摩擦係数と摩擦抵抗低減率とを計測した。軸受摺動試験において、相手材２の材料をＪＩＳ４８０５のＳＵＪ２とした。

[0029] 摺動部材１には予め周方向において直線状の傷を形成した。傷は、摺動部材１の表面が凹んでいる部位であるが、当該傷に沿って当該傷の幅方向の両側にて摺動部材１の表面が畝状に盛り上がることにより一対の凸部が形成される。この一対の凸部の幅（一方の凸部の裾の端から他方の凸部の裾の端までの長さ）と高さの平均がそれぞれ５００μｍ，４０μｍとなるように傷を形成した。この凸部において、ボール１１０と試料Ｓの間の摩擦熱が集中して発生するため、焼付き面圧を低下させることとなる。

[0030] 摺動部材１と相手材２との間の相対速度を２０ｍ／ｓとし、摺動部材１と相手材２の間に１４０℃のエンジンオイル（不図示、例えば０Ｗ－２０）を供給した。エンジンオイルの供給量を１Ｌ／ｍｉｎとした。また、摺動部材１に対して相手材２から直径方向の垂直荷重が作用するように相手材２に静荷重を作用させ、当該垂直荷重が３ｍｉｎごとに３ｋＮずつ増加するようにした。そして、最終的に焼付きが生じた際の垂直荷重から焼付き面圧を導出した。その結果、８６ＭＰａと良好な焼付き面圧が得られた。相手材２に作用する摩擦力が１０Ｎ以上となったことをもって、焼付きが生じたと判定した。

[0031] 以上のように、硫酸バリウム粒子１２ｃを相手材２に移着させることにより、相手材を硫酸バリウム粒子１２ｃによってコーティングすることができる。さらに、硫酸バリウム粒子１２ｃが移着した箇所においては、相手材に潤滑油の成分も移着しやすくなることも確認できた。そのため、異物によって形成された傷の付近に凸部が形成されたとしても、移着成分がコーティングすることにより焼付きが発生する可能性を低減できる。その結果、良好な焼付き面圧が得られた。

[0032] （２）摺動部材の製造方法：

摺動部材１を（ａ）半割基材形成工程と（ｂ）塗布前処理工程と（ｃ）第１塗布工程と（ｄ）第２塗布工程と（ｅ）乾燥工程と（ｆ）焼成工程とを順に行うことによって形成した。ただし、摺動部材１の製造方法は前記の工程に限定されるものではない。

[0033] （ａ）半割基材形成工程

半割基材形成工程は、裏金１０とライニング１１とが接合した基材を半割状に形成する工程である。例えば、裏金１０に相当する板材上においてライニング１１の材料を焼結することにより、裏金１０とライニング１１とが接合した基材が形成されてもよい。また、裏金１０とライニング１１に相当する板材を圧延によって接合することにより、裏金１０とライニング１１とが接合した基材が形成されてもよい。さらに、プレス加工や切削加工等の機械加工を行うことにより、裏金１０とライニング１１とが接合した基材を半割状に加工してもよい。

[0034] （ｂ）塗布前処理工程

塗布前処理工程は、ライニング１１の表面に対するオーバーレイ１２（樹脂被覆層）の密着性を向上させるための表面処理である。例えば、塗布前処理工程として、サンドブラスト等の粗面化処理を行ってもよいし、エッチングや化成処理などの化学処理を行ってもよい。なお、塗布前処理工程は、半割基材の油分を洗浄剤で脱脂した後に行うことが好ましい。

[0035] （ｃ）第１塗布工程

第１塗布工程は、ライニング１１にオーバーレイ１２の内層Ｌ２を塗布する工程である。第１塗布工程を行うにあたり、ポリアミドイミドのバインダー樹脂に二硫化モリブデン粒子１２ｂと硫酸バリウム粒子１２ｃとを混合した塗布液を調製する。また、二硫化モリブデン粒子１２ｂと硫酸バリウム粒子１２ｃの分散性を高めたり、塗布液の粘度を調整したりするために、必要に応じてＮ－メチル－２－ピロリドンやキシレン等の溶剤を用いてもよい。

[0036] オーバーレイ１２における二硫化モリブデン粒子１２ｂの総体積の体積比

が３０体積％となり、硫酸バリウム粒子１２ｃの総体積の体積比が１５体積％となるように、二硫化モリブデン粒子１２ｂと硫酸バリウム粒子１２ｃの塗布液に混合する。また、平均粒径が１．４μｍの二硫化モリブデン粒子１２ｂと平均粒径が０．６μｍの硫酸バリウム粒子１２ｃを塗布液に混合する。

[0037] 第１塗布工程は、ライニング１１の内径よりも小径の円柱状の塗布ロールに塗布液を付着させ、ライニング１１の内側表面上において塗布ロールを回転させることにより行う。塗布ロールとライニング１１の内側表面との間のロールギャップや塗布液の粘度を調整することにより、後述する（ｇ）焼成工程後における膜厚が３μｍとなる厚みだけ塗布液をライニング１１の内側表面上に塗布してもよい。

[0038] （ｄ）第２塗布工程

その後、第２塗布工程において、第１塗布工程と同様に塗布液の塗布を行う。なお、第１塗布工程と第２塗布工程との間に後述する乾燥工程を行ってもよい。

[0039] （ｅ）乾燥工程

乾燥工程は、最表層Ｌ１と内層Ｌ２とを乾燥させる工程である。例えば、４０～１２０℃で５～６０分にわたって最表層Ｌ１と内層Ｌ２とを乾燥させる。

[0040] （ｆ）焼成工程

さらに例えば１５０～３００℃で３０～６０分にわたって最表層Ｌ１と内層Ｌ２とを焼成（硬化）させた。

以上の工程により摺動部材１が完成する。

[0041] （３）実験結果：

表１は、試料１～試料９について各種計測を行った結果を示す表である。試料１～試料９についての各種計測値の計測方法は、第１実施形態における各種計測値の計測方法と同じである。

[表1]

	$BaSO_4$平均粒径[μm]	MoS_2平均粒径[μm]	平均粒径比(MoS_2/$BaSO_4$)	移着量[質量%]	摩擦係数	摩擦抵抗低減率[%]	Rpk(0.08)[μm]	Ra(0.8)[μm]	配向率[%]	焼付き面圧[MPa]
試料1	2.0	2.0	1.00	7.45	0.046	45.439	0.401	0.343	88	-
試料2	2.0	1.4	0.70	6.16	0.051	40.057	0.285	0.242	84.8	51
試料3	2.0	1.0	0.50	3.7	0.049	43.246	0.331	0.330	82.1	-
試料4	0.6	2.0	3.33	5.84	0.046	46.000	0.271	0.342	90	-
試料5*	0.6	1.4	2.33	7.27	0.044	47.513	0.162	0.151	87	86
試料6	0.6	1.0	1.67	7.3	0.040	48.008	0.139	0.258	84.1	-
試料7	0.3	2.0	6.67	4.81	0.048	42.934	0.293	0.297	92.8	-
試料8	0.3	1.4	4.67	5.02	0.050	43.440	0.391	0.167	91.7	-
試料9	0.3	1.0	3.33	5.19	0.046	42.383	0.238	0.411	89.2	64

[0042] 試料１～試料９は、二硫化モリブデン粒子１２ｂと硫酸バリウム粒子１２ｃの平均粒径の組み合わせを異ならせたオーバーレイ１２によって被覆された試料Ｓである。試料５は前記第１実施形態と同じである。また、二硫化モリブデン粒子１２ｂと硫酸バリウム粒子１２ｃの平均粒径の組み合わせ以外の構成に関して、試料１～４，６～９は前記第１実施形態と同じである。

[0043] そのため、試料１～試料９のいずれにおいても、それぞれ厚さが３μｍの最表層Ｌ１と内層Ｌ２の２層によってオーバーレイ１２が形成されている。また、試料１～試料９のいずれにおいても、オーバーレイ１２における二硫化モリブデン粒子１２ｂの総体積の体積分率が３０体積％となり、硫酸バリウム粒子１２ｃの総体積の体積分率が１５体積％となっている。

[0044] 図５Ａ～図５Ｃは、二硫化モリブデン粒子１２ｂと硫酸バリウム粒子１２ｃの平均粒径と移着量との関係を示すグラフである。移着量とは、往復摺動試験を行った後に試料１～試料９からボール１１０に移着していたＢａの量である。図５Ａ～図５Ｃの縦軸は移着量を示す。図５Ａの横軸は硫酸バリウム粒子１２ｃの平均粒径を示し、図５Ｂの横軸は二硫化モリブデン粒子１２ｂの平均粒径を示す。図５Ｃの横軸は平均粒径比を示す。

[0045] 図５Ａ，図５Ｂに示すように、二硫化モリブデン粒子１２ｂと硫酸バリウム粒子１２ｃの平均粒径と移着量との間の相関は弱い。一方、図５Ｃに示すように、平均粒径比と移着量との間には、上に凸となる関数で表現可能な相関が見られる。図５Ｃにてグレーで示すように、平均粒径比を１．０～２．８とすることにより、良好な移着量が得られることが分かった。さらに、表

１に示すように、移着量が大きくなると良好な焼付き面圧が得られることが分かった。

[0046] 図６Ａ～図６Ｃは、二硫化モリブデン粒子１２ｂの平均粒径と硫酸バリウム粒子１２ｃの平均粒径と摩擦係数との関係を示すグラフである。図６Ａ～図６Ｃの縦軸は摩擦係数を示す。図７Ａ～図７Ｃは、二硫化モリブデン粒子１２ｂの平均粒径と硫酸バリウム粒子１２ｃの平均粒径と摩擦抵抗低減率との関係を示すグラフである。図６Ａ～図６Ｃの縦軸は摩擦抵抗低減率を示す。図６Ａ，図７Ａの横軸は硫酸バリウム粒子１２ｃの平均粒径を示し、図６Ｂ，図７Ｂの横軸は二硫化モリブデン粒子１２ｂの平均粒径を示し、図６Ｃ，図７Ｃの横軸は平均粒径比を示す。

[0047] 図６Ａに示すように、硫酸バリウム粒子１２ｃの平均粒径と摩擦係数との間には下に凸となる関数で表現可能な相関が見られる。また、図７Ａに示すように、硫酸バリウム粒子１２ｃの平均粒径と摩擦抵抗低減率との間には上に凸となる関数で表現可能な相関が見られる。図６Ａ，図７Ａにてグレーで示すように、硫酸バリウム粒子１２ｃの平均粒径を０．３～０．７μｍとすることにより、良好な摩擦係数と摩擦抵抗低減率とが得られることが分かった。

[0048] 図６Ｃに示すように、平均粒径比と摩擦係数との間には下に凸となる関数で表現可能な相関が見られる。また、図７Ｃに示すように、平均粒径比と摩擦抵抗低減率との間には上に凸となる関数で表現可能な相関が見られる。図６Ｃ，図７Ｃにてグレーで示すように、平均粒径比を１．７～２．８とすることにより、良好な摩擦係数と摩擦抵抗低減率が得られることが分かった。また、図５Ｃ，図６Ｃ，図７Ｃに示されるように、Ｂａの移着量が多くなる場合に、摩擦係数や摩擦抵抗低減率が良好となることが分かった。

[0049] 図８Ａ～図８Ｃは、二硫化モリブデン粒子１２ｂの平均粒径と硫酸バリウム粒子１２ｃの平均粒径とＲｐｋ（０．０８）との関係を示すグラフである。図８Ａ～図８Ｃの縦軸はＲｐｋ（０．０８）を示す。図９Ａ～図９Ｃは、二硫化モリブデン粒子１２ｂの平均粒径と硫酸バリウム粒子１２ｃの平均粒

径とＲａ（０．８）との関係を示すグラフである。図９Ａ～図９Ｃの縦軸はＲａ（０．８）を示す。図８Ａ，図９Ａの横軸は硫酸バリウム粒子１２ｃの平均粒径を示し、図８Ｂ，図９Ｂの横軸は二硫化モリブデン粒子１２ｂの平均粒径を示し、図８Ｃ，図９Ｃの横軸は平均粒径比を示す。

[0050] 図８Ａ，図９Ａに示すように、硫酸バリウム粒子１２ｃの平均粒径とＲｐｋ（０．０８），Ｒａ（０．８）との間には下に凸となる関数で表現可能な相関が見られる。図８Ａ，図８Ａにてグレーで示すように、硫酸バリウム粒子１２ｃの平均粒径を０．３～０．７μｍとすることにより、良好なＲｐｋが得られることが分かった。

[0051] 図９Ｂに示すように、二硫化モリブデン粒子１２ｂの平均粒径とＲａ（０．８）との間には下に凸となる関数で表現可能な相関が見られる。図９Ｂにてグレーで示すように、硫酸バリウム粒子１２ｃの平均粒径を１．２～１．６μｍとすることにより、良好なＲａ（０．８）が得られることが分かった。

[0052] また、図８Ｃに示すように、平均粒径比とＲｐｋ（０．０８）との間には下に凸となる関数で表現可能な相関が見られる。図８Ｃにてグレーで示すように、平均粒径比を１．７～２．８とすることにより、良好なＲｐｋ（０．０８）が得られることが分かった。また、良好なＲｐｋ（０．０８），Ｒａ（０．８）となる二硫化モリブデン粒子１２ｂの平均粒径と硫酸バリウム粒子１２ｃの平均粒径とを採用することにより、摩擦係数や摩擦抵抗低減率が良好となることが分かった。

[0053] 図１０Ａ～図１０Ｃは、二硫化モリブデン粒子１２ｂの平均粒径と硫酸バリウム粒子１２ｃの平均粒径と配向率との関係を示すグラフである。図１０Ａ～図１０Ｃの縦軸は配向率を示す。配向率とは、二硫化モリブデン粒子１２ｂの層方向の摺動面に対する平行度の強さを示す指標である。図１０Ａの横軸は硫酸バリウム粒子１２ｃの平均粒径を示し、図１０Ｂの横軸は二硫化モリブデン粒子１２ｂの平均粒径を示し、図１０Ｃの横軸は平均粒径比を示す。

[0054] 図１０Ｂに示すように、二硫化モリブデン粒子１２ｂの平均粒径が大きくなるほど配向率が大きくなることが分かった。二硫化モリブデン粒子１２ｂの平均粒径が大きくなるほど、塗布時における二硫化モリブデン粒子１２ｂの回転自由度が低減し、層方向が摺動面と平行となるように二硫化モリブデン粒子１２ｂが配向しやすくなるからであると考えられる。

[0055] 図１０Ａに示すように、硫酸バリウム粒子１２ｃの平均粒径が小さくなるほど配向率が大きくなることが分かった。硫酸バリウム粒子１２ｃの平均粒径が小さくなるほど、層方向が摺動面と平行となるように二硫化モリブデン粒子１２ｂが配向することを硫酸バリウム粒子１２ｃが妨げる可能性を低減できるからであると考えられる。図１０Ｃに示すように、平均粒径比と配向率との間には強い一次の相関が見られる。

[0056] [表2]

	$BaSO_4$ 含有量[体積%]	MoS_2 含有量[体積%]	MoS_2＋$BaSO_4$ 含有量[体積%]	含有量比 ($BaSO_4/MoS_2$)	焼付き面圧 [MPa]	傷あり焼付面圧[MPa]
試料11	15	25	40	0.60	81	71
試料12	16	28	44	0.57	96	81
試料13	16	32	48	0.50	105	71
試料14	15	30	45	0.50	92	75
試料15	10	35	45	0.29	81	57
試料16	14	28	42	0.50	79	71
試料17	0	40	40	0.00	85	49
試料18	10	30	40	0.33	90	65
試料19	20	25	45	0.80	79	67
試料20	20	20	40	1.00	65	55

[0057] 表２は、試料１１～試料２０について焼付き面圧の計測を行った結果を示す表である。試料１１～試料２０についての各焼付き面圧の計測方法は、第１実施形態における各種計測値の計測方法と同じである。ただし、第１実施形態と同様の傷を付けた摺動部材１を使用して試験を行った焼付き面圧（傷あり焼付き面圧）と、傷を付けていない摺動部材１を使用して試験を行った焼付き面圧の双方を計測した。

[0058] 図１１Ａ，図１１Ｂは、二硫化モリブデン粒子１２ｂの硫酸バリウム粒子１２ｃの含有量と焼付き面圧との関係を示すグラフである。図１１Ａ，図１１Ｂの縦軸は焼付き面圧を示す。図１１Ａの横軸は二硫化モリブデン粒子１

２ｂの硫酸バリウム粒子１２ｃの含有量比を示し、図１１Ｂの横軸は二硫化モリブデン粒子１２ｂの含有量を示す。含有量比は、硫酸バリウム粒子１２ｃの含有量を二硫化モリブデン粒子１２ｂで除算した比である。

[0059] 図１１Ａに示すように、含有量比と焼付き面圧との間には上に凸となる関数で表現可能な相関が見られる。図１１Ａにてグレーで示すように、含有量比を０．３５～０．８とすることにより、良好な焼付き面圧が得られることが分かった。すなわち、硫酸バリウム粒子１２ｃの総体積を、二硫化モリブデン粒子１２ｂの総体積の０．３５倍以上かつ０．８倍以下とすることにより、良好な焼付き面圧が得られることが分かった。これは、含有量比を０．３５～０．８とすることにより、樹脂被覆層に含まれていた硫酸バリウム粒子が相手材に移着しやすくなったからであると考えられる。

[0060] 図１１Ｂに示すように、二硫化モリブデン粒子１２ｂの含有量と傷ありの焼付き面圧との間には上に凸となる関数で表現可能な相関が見られる。しかし、傷なしの焼付き面圧は、二硫化モリブデン粒子１２ｂの含有量が大きくなるほど増大する。これにより、相手材に移着して焼付きの防止に大きく寄与しているのは、二硫化モリブデン粒子１２ｂではなく硫酸バリウム粒子１２ｃであることが裏付けられる。

[0061] （４）他の実施形態：

前記実施形態においては、エンジンのクランクシャフトを軸受けするすべり軸受Ａを構成する摺動部材１を例示したが、本発明の摺動部材１によって他の用途のすべり軸受Ａを形成してもよい。例えば、本発明の摺動部材１によってトランスミッション用のギヤブシュやピストンピンブシュ・ボスブシュ等のラジアル軸受を形成してもよい。さらに、本発明の摺動部材は、スラスト軸受であってもよく、各種ワッシャであってもよいし、カーエアコンコンプレッサ用の斜板であってもよい。また、塗布層の層数は３層以上であってもよい。

符号の説明

[0062] １…摺動部材，２…相手材，１０…裏金，１１…ライニング，１２…オーバ

ーレイ，１２ａ…バインダー樹脂，１２ｂ…二硫化モリブデン粒子，１２ｃ…硫酸バリウム粒子，１００…ボールオンプレート試験機，１１０…ボール，Ａ…軸受，Ｌ１…最表層，Ｌ２…内層，Ｓ…試料

請求の範囲

[請求項1] 基層と、前記基層上に形成された樹脂被覆層とを備える摺動部材であって、

前記樹脂被覆層は、

バインダーとしてのポリアミドイミド樹脂と、

硫酸バリウム粒子と、

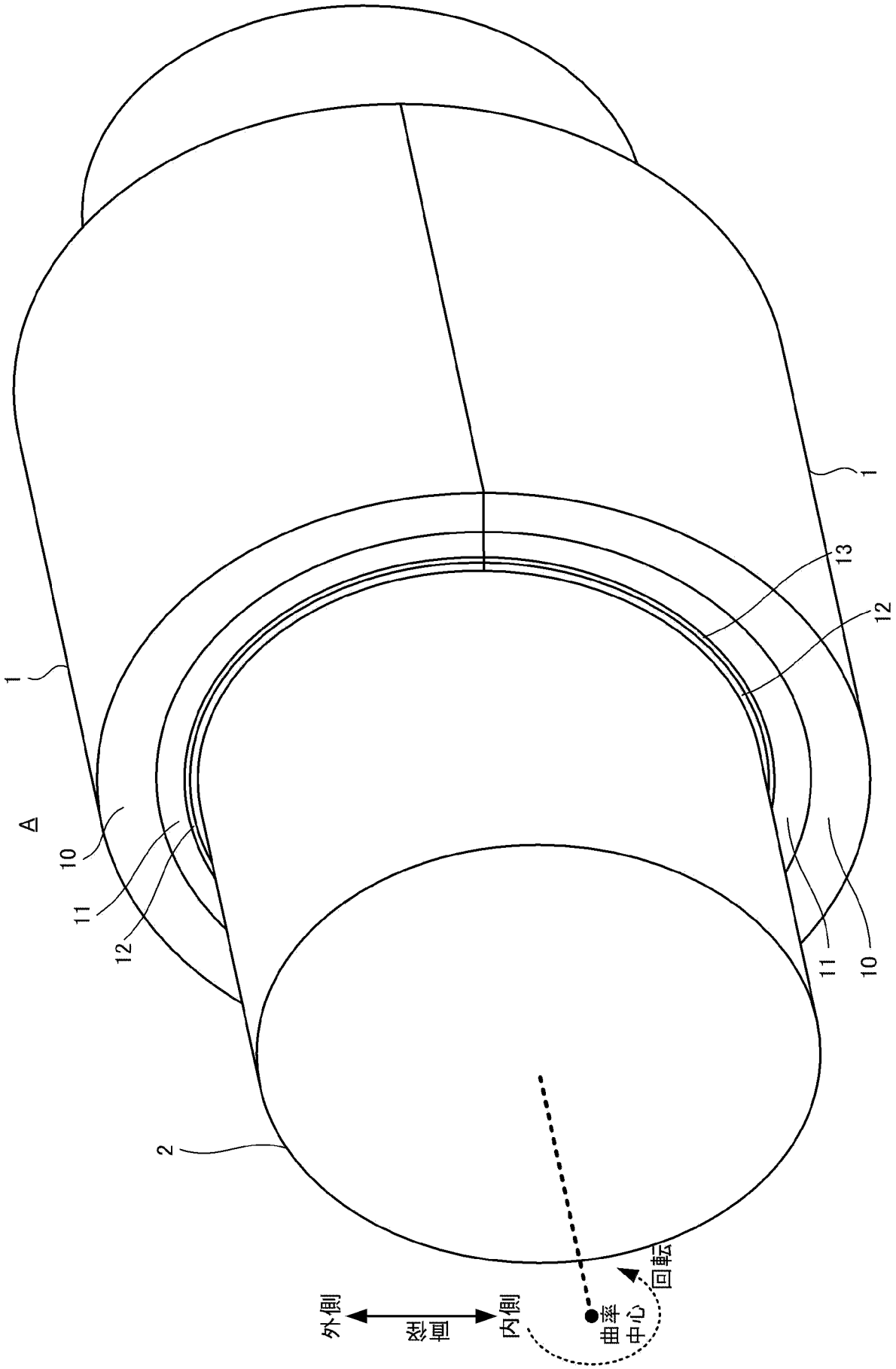
二硫化モリブデン粒子と、

不可避不純物と、からなり、

重ね塗りされた複数の塗布層によって構成され、複数の塗布層のうちの最表層の膜厚が４μｍ以下となる、

摺動部材。

[図1]



[図2]

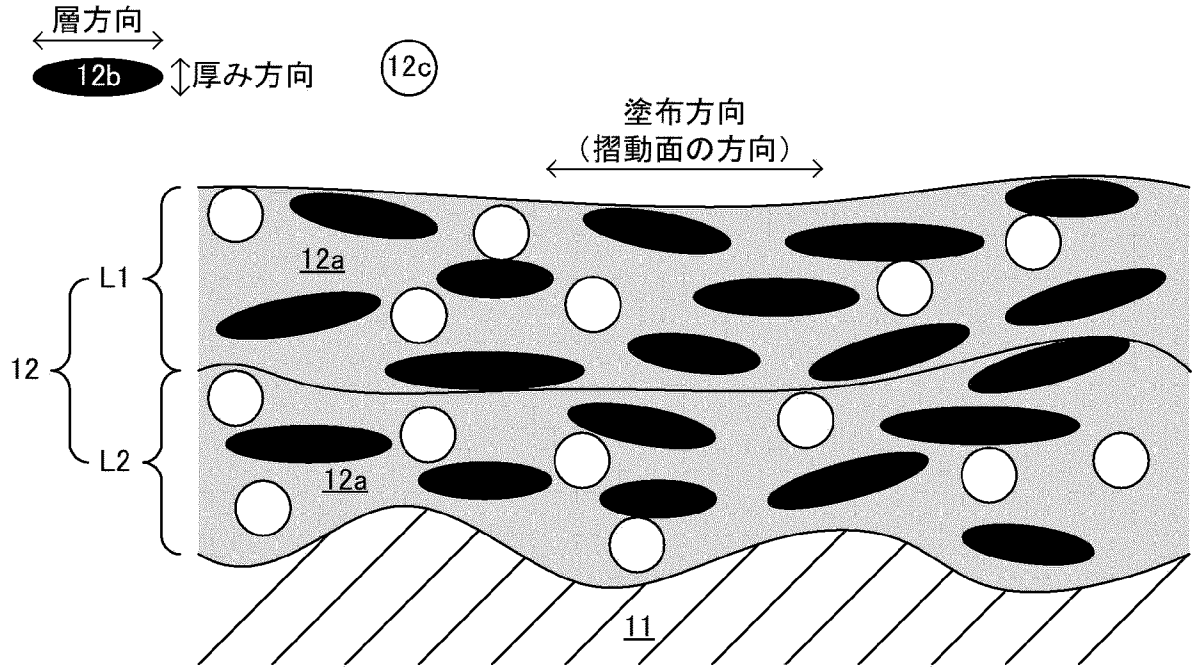

層方向
12b
厚み方向
12c
塗布方向
（摺動面の方向）
12a
L1
12
L2
12a
11

図2A

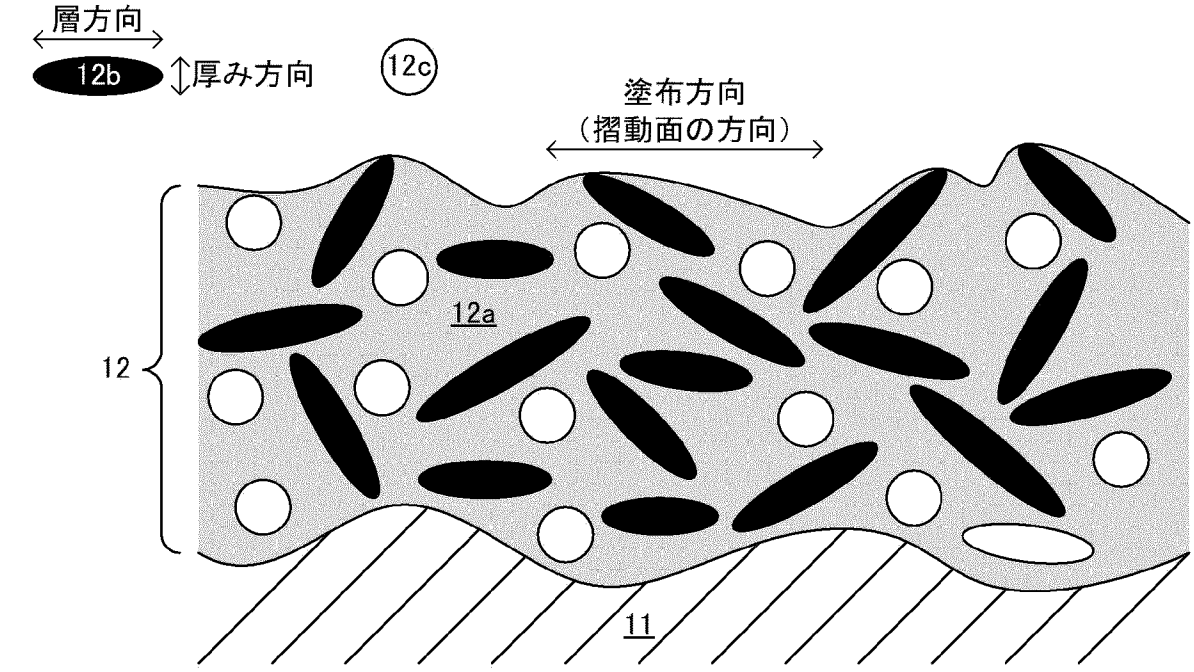
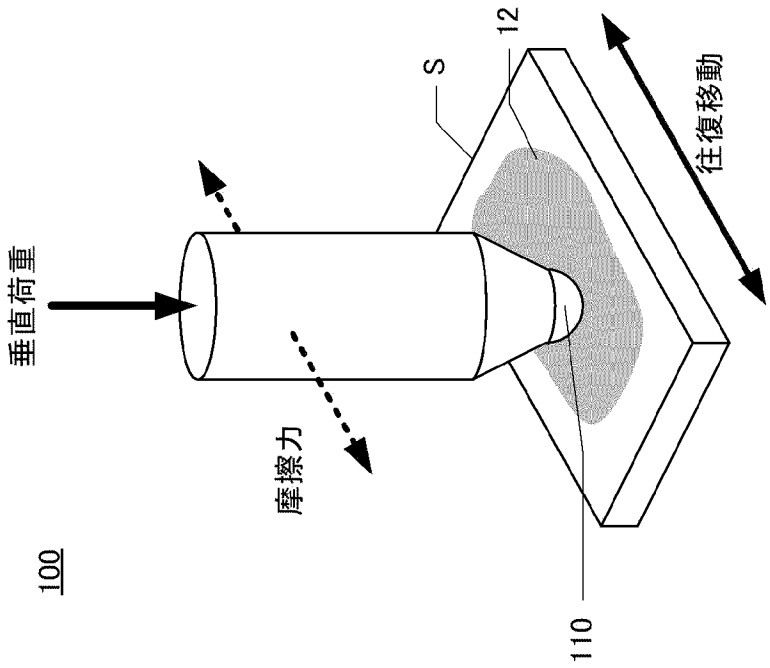
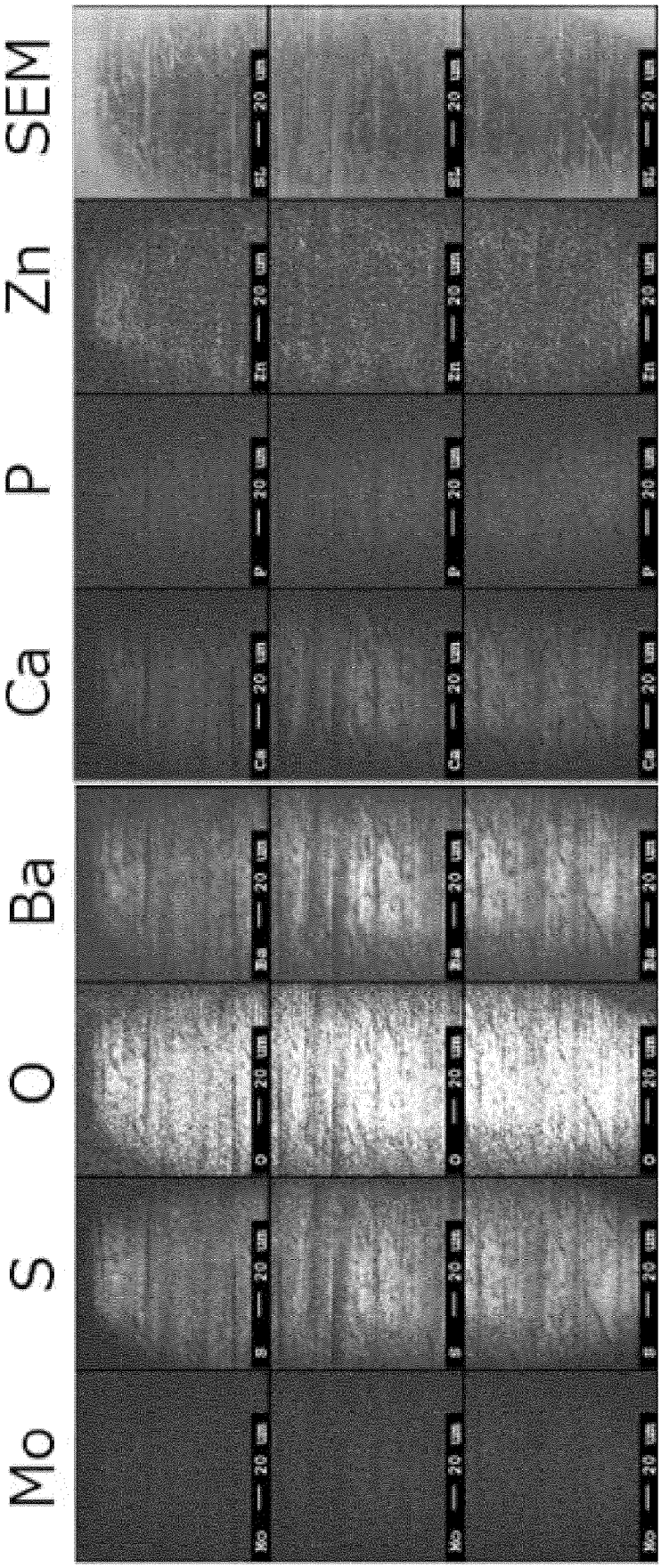

層方向
12b
厚み方向
12c
塗布方向
（摺動面の方向）
12a
12
11

図2B

[図3]



[図4]



[図5]

図5A

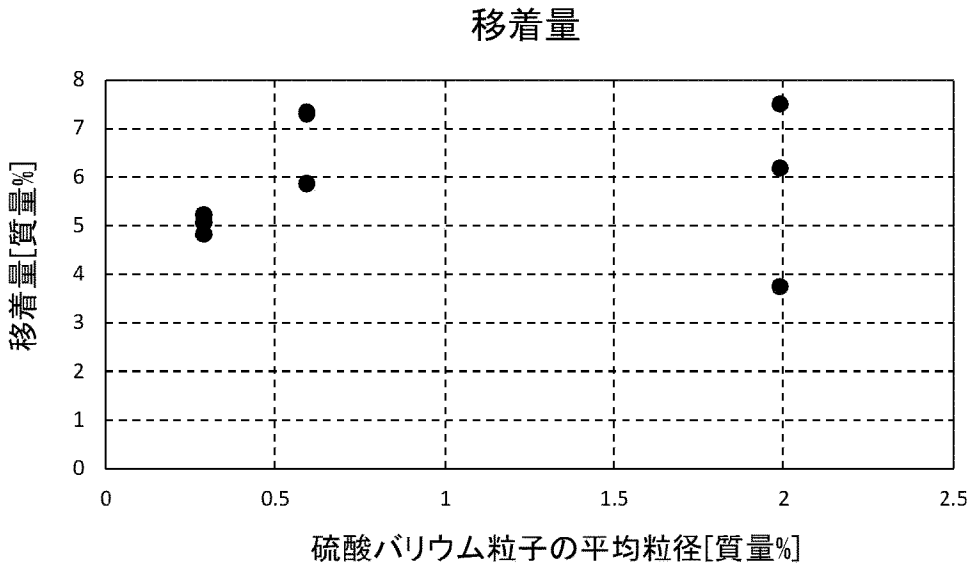


図5B

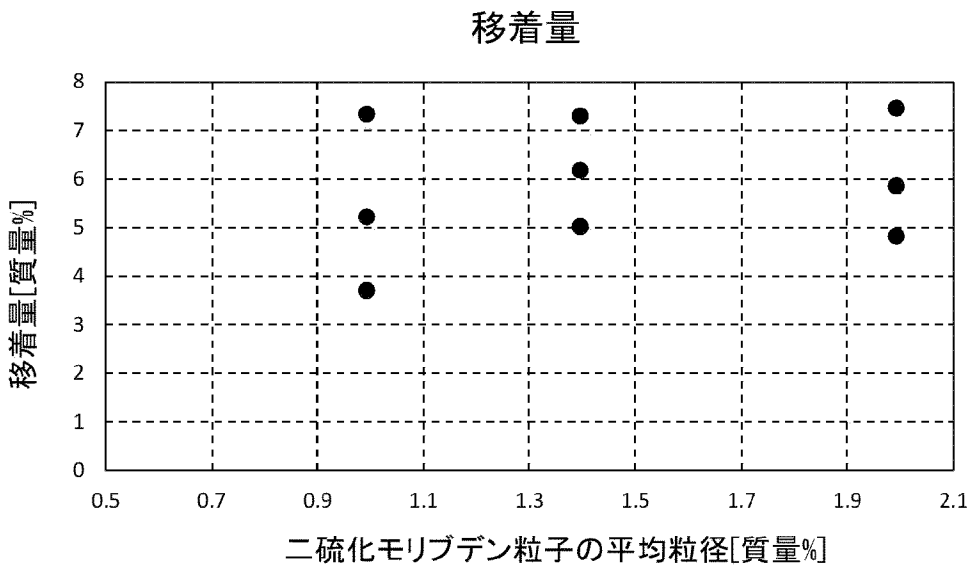
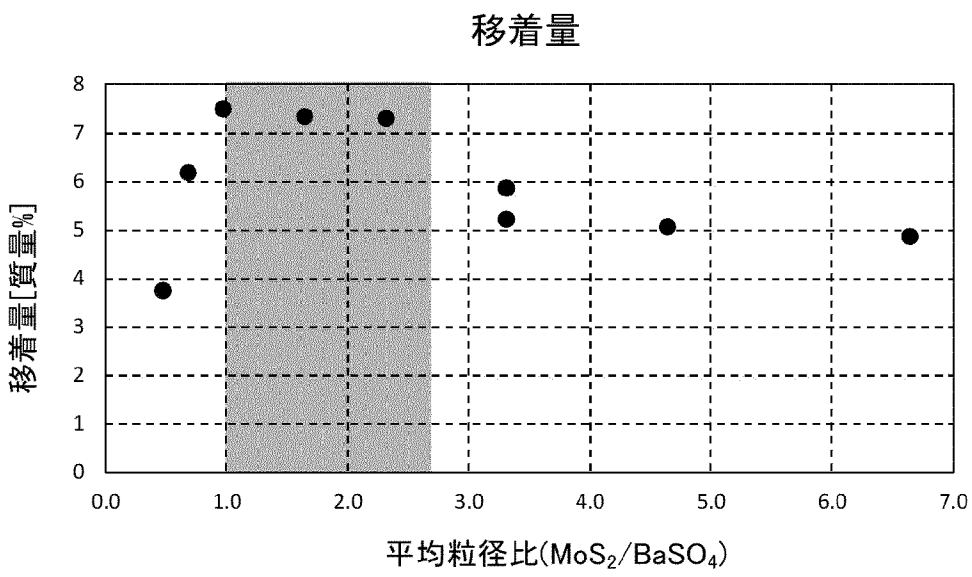


図5C



[図6]

図6A

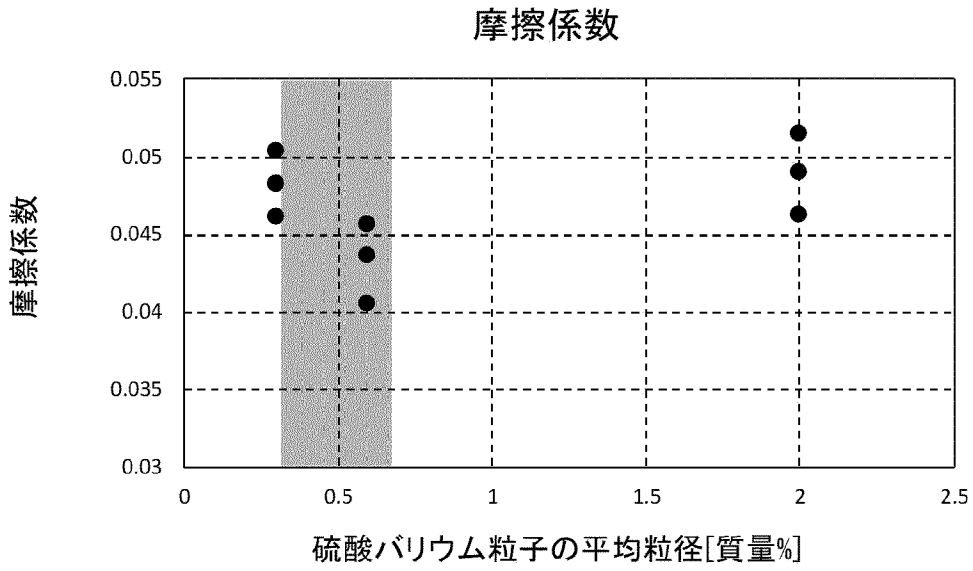


図6B

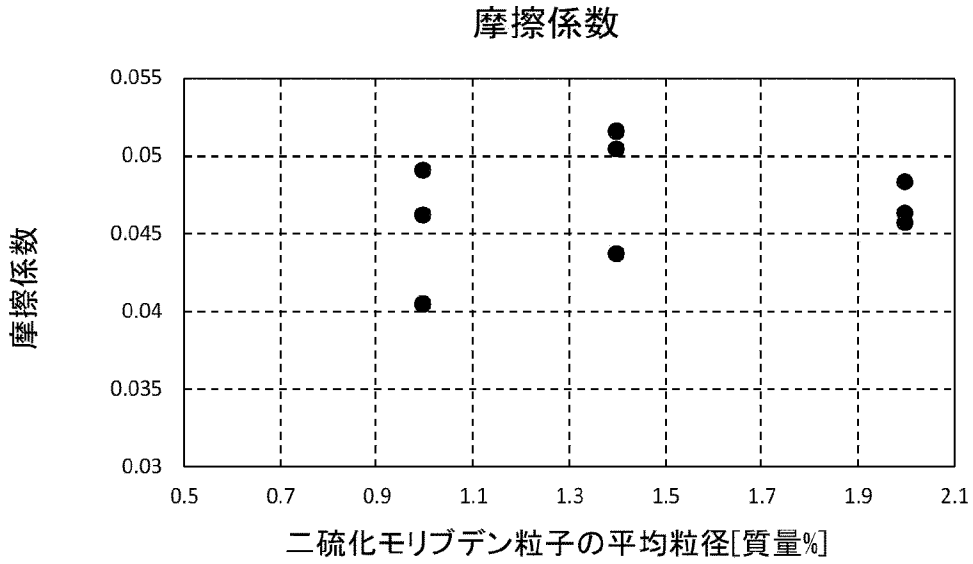
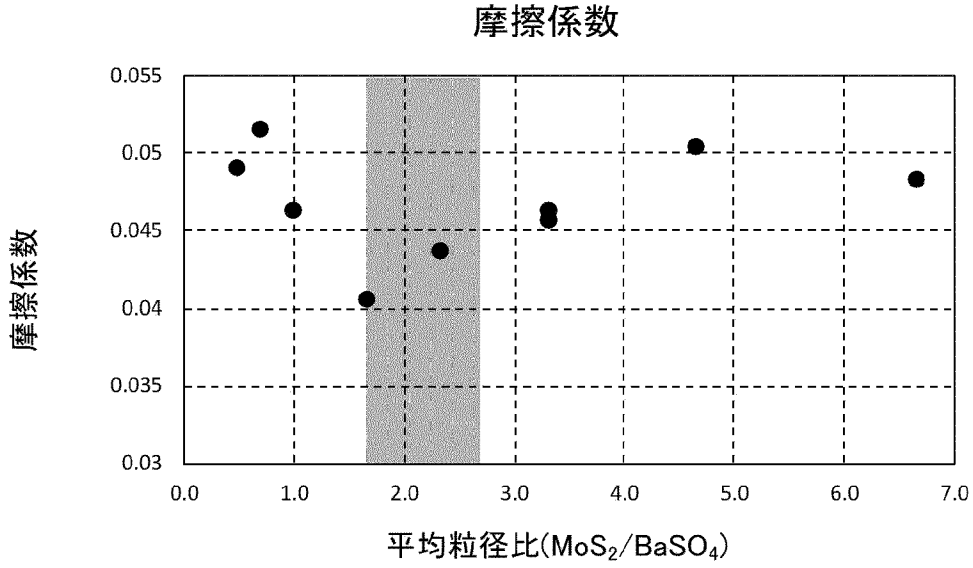


図6C



[図7]

図7A

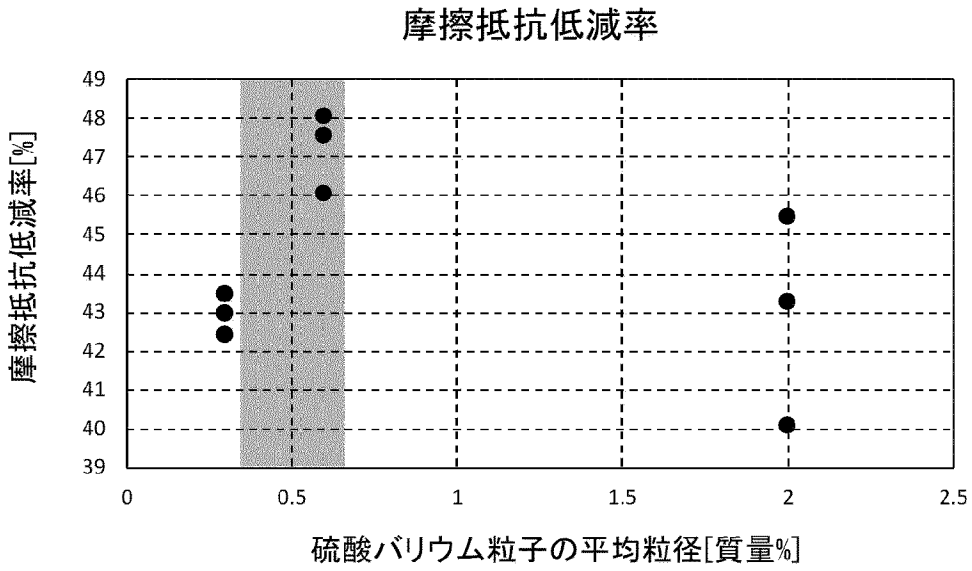


図7B

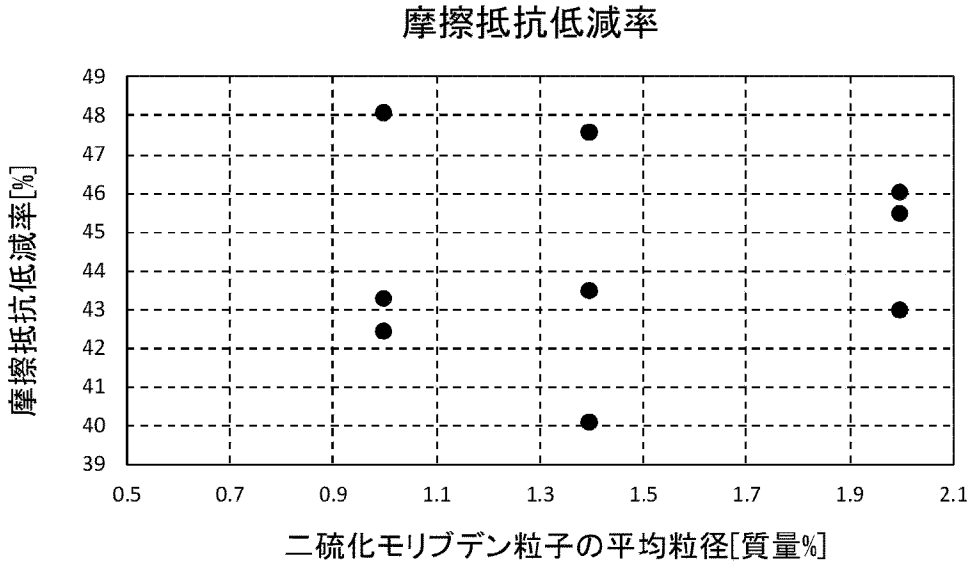
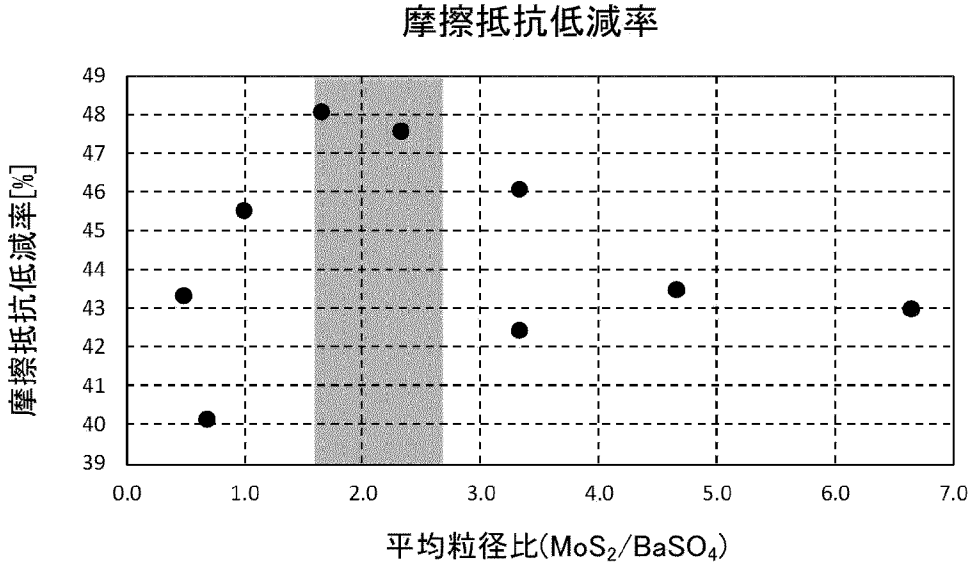


図7C



[図8]

図8A

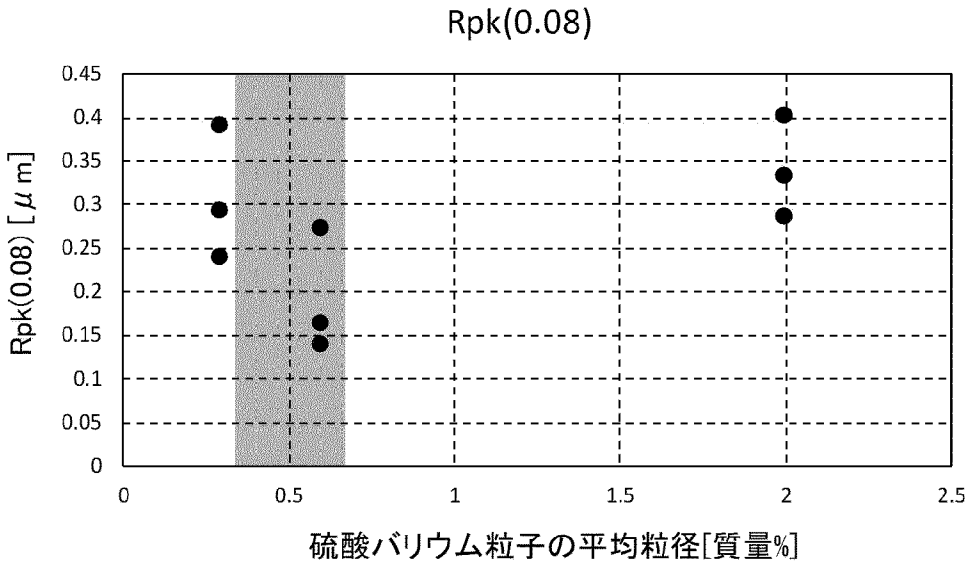


図8B

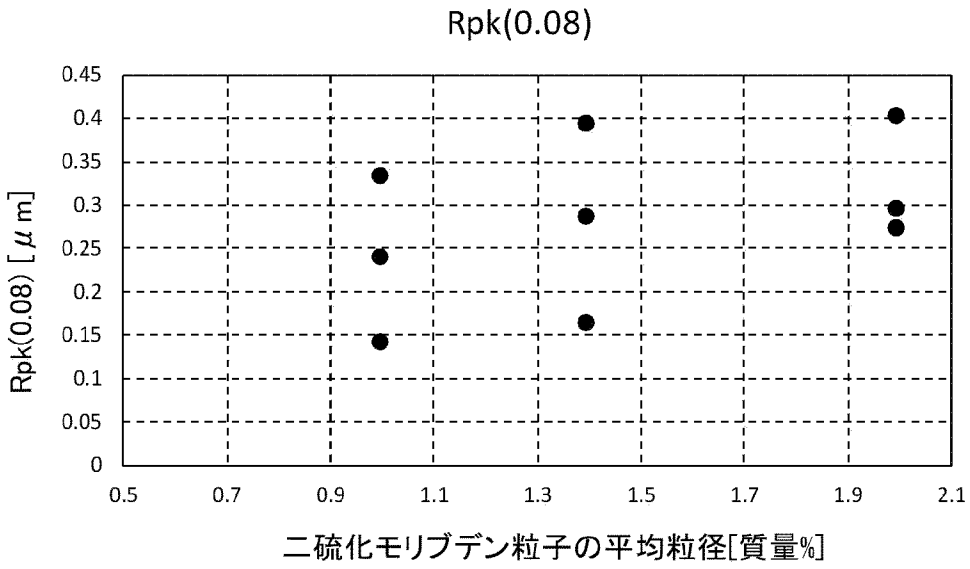
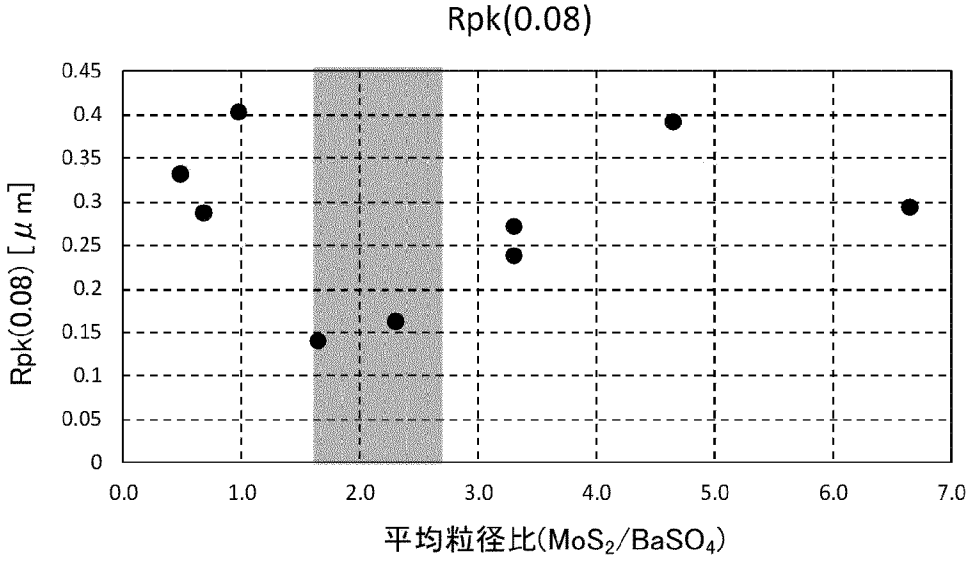


図8C



[図9]

図9A

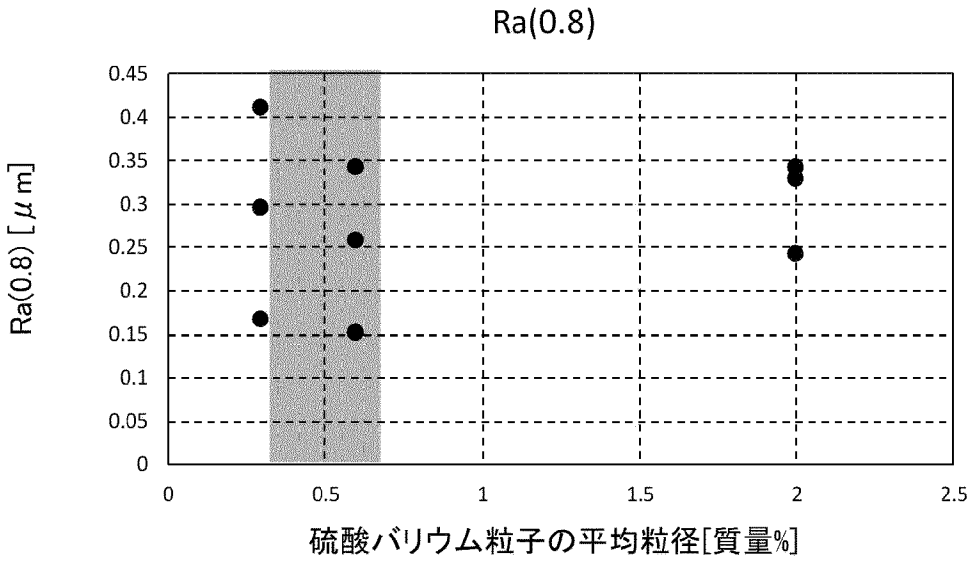


図9B

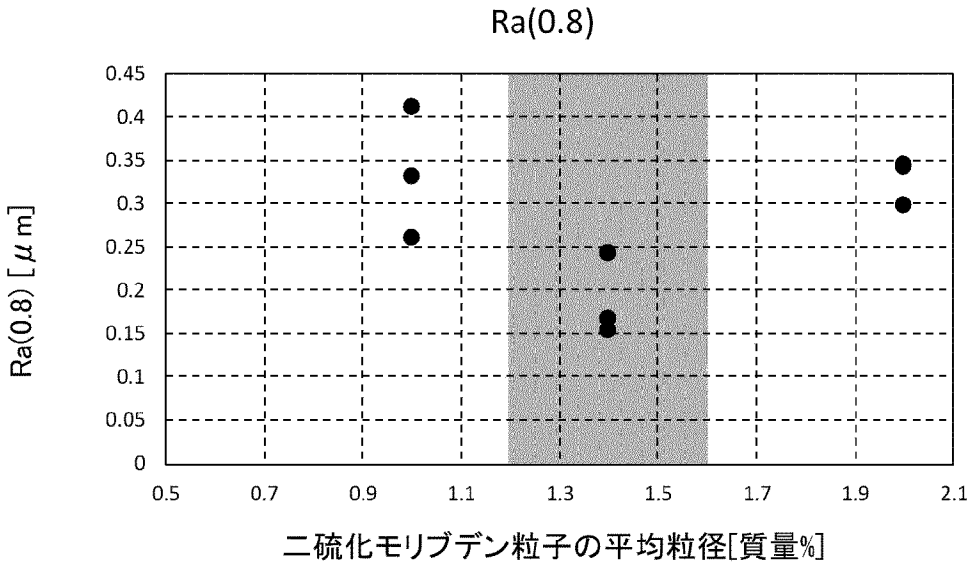
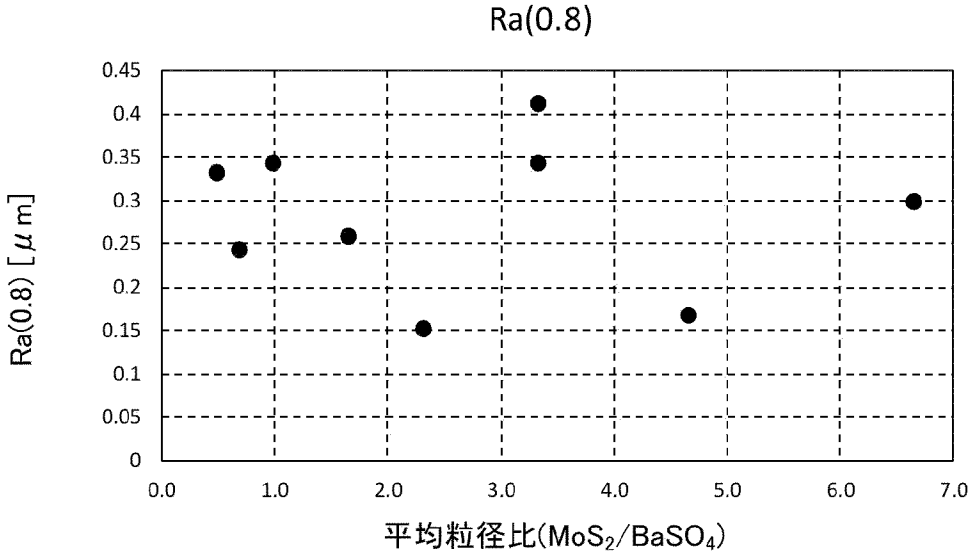


図9C



[図10]

図10A

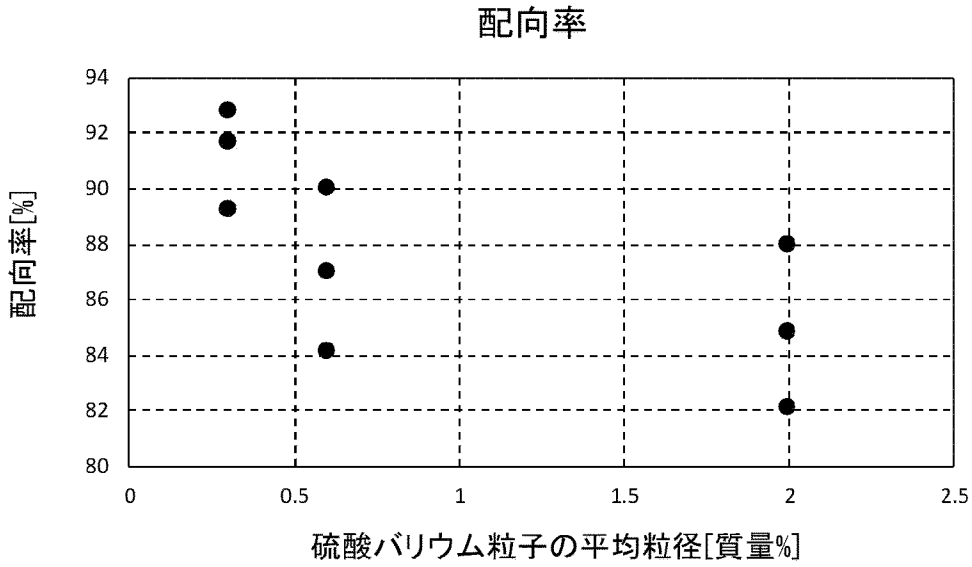


図10B

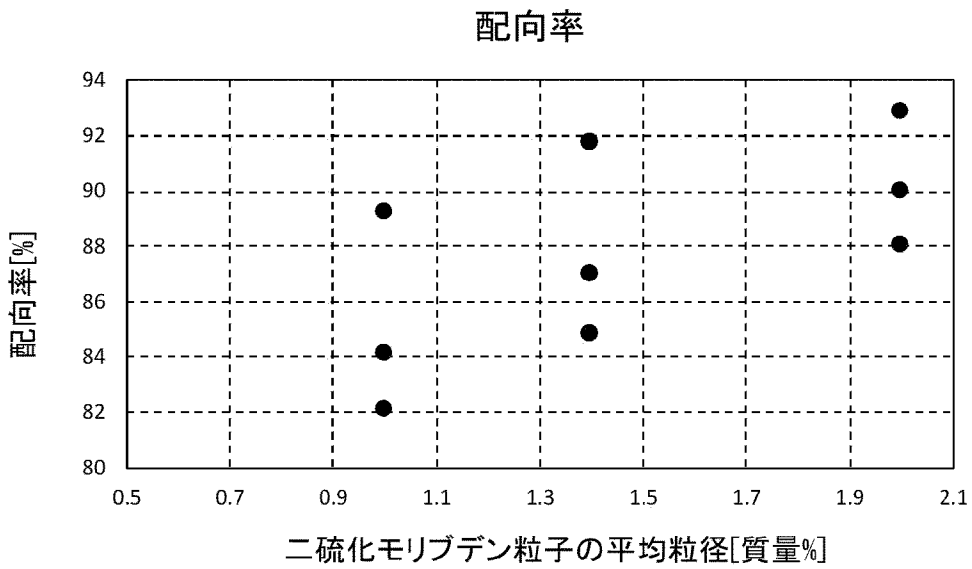
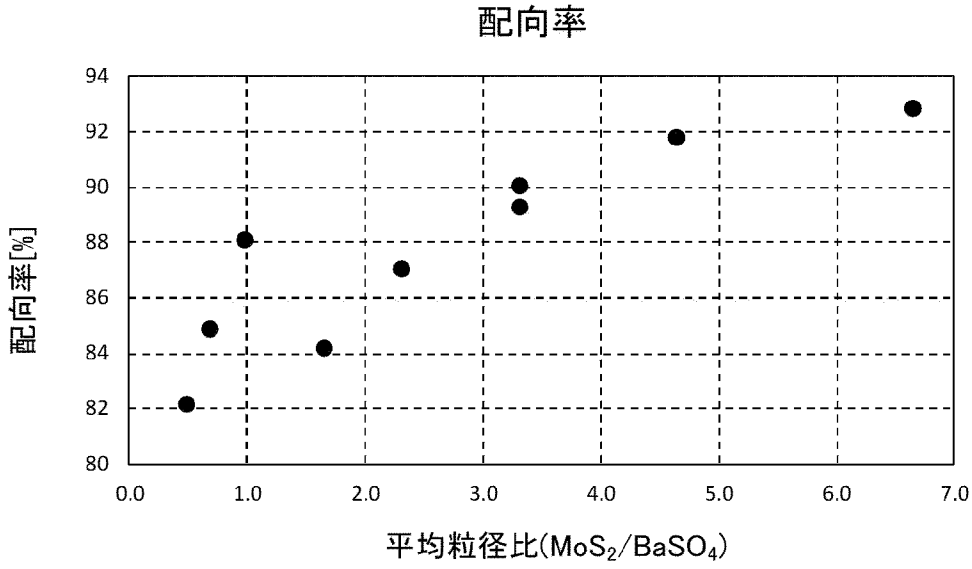


図10C



[図11]

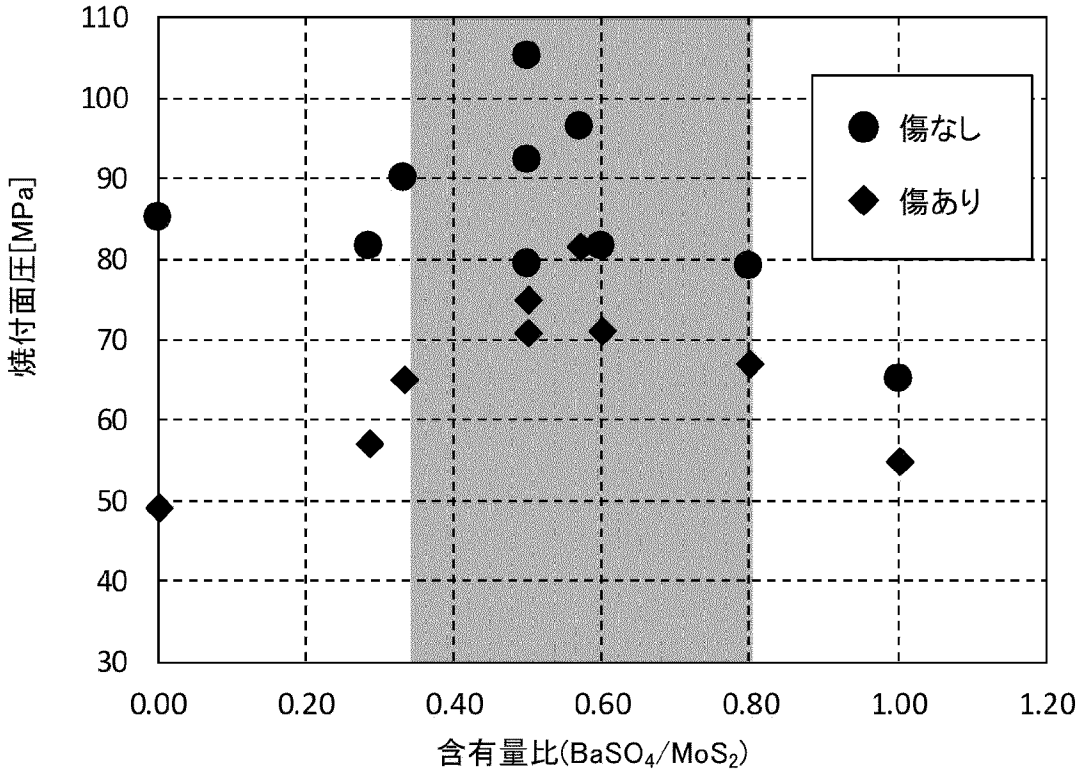


図11A

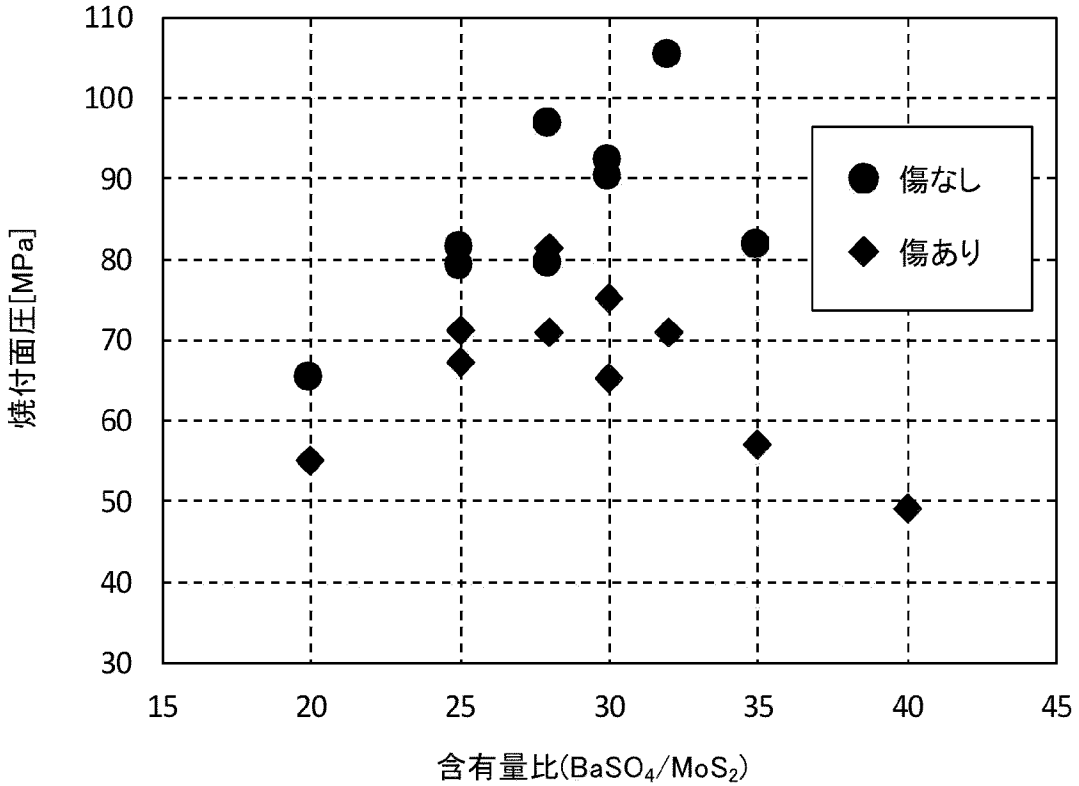


図11B

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2019/033902

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int. Cl. F16C33/20(2006.01)i, C23C26/00(2006.01)i, F16C3/04(2006.01)i, F16C9/02(2006.01)i, F16C17/02(2006.01)i, F16C33/10(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)
Int. Cl. F16C33/12, F16C33/16-33/28, C23C26/00, F16C3/04, F16C9/02, F16C17/02, F16C33/10

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	1971-2019
Registered utility model specifications of Japan	1996-2019
Published registered utility model applications of Japan	1994-2019

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 2017/094810 A1 (TAIHO KOGYO CO., LTD.) 08 June 2017, paragraphs [0022]-[0029], [0049]-[0052], fig. 3, 4 & JP 2017-101602 A & JP 2018-35838 A	1
Y	JP 2002-039186 A (TAIHO KOGYO CO., LTD.) 06 February 2002, paragraphs [0007]-[0012] & US 2003/0059137 A1, paragraphs [0009]-[0030] & WO 2002/010603 A1 & EP 1304493 A1 & CN 1392932 A	1
Y	JP 2014-031871 A (DAIDO METAL CO., LTD.) 20 February 2014, paragraphs [0030], [0039] & US 8888370 B2, columns 8, 34-41, 11, lines 14-25 & DE 102013214012 A	1

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
30.09.2019	15.10.2019
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/JP2019/033902

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2013/039177 A1 (TAIHO KOGYO CO., LTD.) 21 March 2013, paragraphs [0009], [0017]-[0020] & US 2015/0018255 A1, paragraphs [0018], [0027]-[0032] & EP 2757277 A1 & CN 103797256 A & KR 10-2014-0045586 A	1
Y	WO 2013/047800 A1 (TAIHO KOGYO CO., LTD.) 04 April 2013, paragraphs [0010], [0016]-[0018] & US 2014/0303050 A1, paragraphs [0018], [0025]-[0030] & EP 2762552 A1 & CN 103827274 A & KR 10-2014-0058629 A	1
A	WO 2011/111668 A1 (TAIHO KOGYO CO., LTD.) 15 September 2011, paragraphs [0010]-[0023] & US 2012/0270761 A1, paragraphs [0016]-[0037] & EP 2546535 A1 & AU 2011225590 A & CN 102918286 A	1
A	JP 2017-31987 A (TAIHO KOGYO CO., LTD.) 09 February 2017, paragraphs [0012]-[0027] & US 2018/0216608 A1, paragraphs [0029]-[0047]	1

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１９／０３３９０２

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　F16C33/20(2006.01)i, C23C26/00(2006.01)i, F16C3/04(2006.01)i, F16C9/02(2006.01)i, F16C17/02(2006.01)i, F16C33/10(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.　F16C33/12, F16C33/16-33/28, C23C26/00, F16C3/04, F16C9/02, F16C17/02, F16C33/10

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	１９７１－２０１９年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１９年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１９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 2017/094810 A1 (大豊工業株式会社) 2017.06.08, 段落[0022]-[0029],[0049]-[0052],図 3-4 & JP 2017-101602 A & JP 2018-35838 A	1
Y	JP 2002-039186 A (大豊工業株式会社) 2002.02.06, 段落[0007]-[0012] & US 2003/0059137 A1, 段落[0009]-[0030] & WO 2002/010603 A1 & EP 1304493 A1 & CN 1392932 A	1

☑　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。　　☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
３０．０９．２０１９	１５．１０．２０１９

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　３Ｊ　３６２７
横山　幸弘
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 2014-031871 A (大同メタル工業株式会社) 2014.02.20, 段落[0030],[0039] & US 8888370 B2, 第８欄第34-41,第11欄第14-25行 & DE 102013214012 A	1
Y	WO 2013/039177 A1 (大豊工業株式会社) 2013.03.21, 段落[0009],[0017]-[0020] & US 2015/0018255 A1, 段落[0018],[0027]-[0032] & EP 2757277 A1 & CN 103797256 A & KR 10-2014-0045586 A	1
Y	WO 2013/047800 A1 (大豊工業株式会社) 2013.04.04, 段落[0010],[0016]-[0018] & US 2014/0303050 A1, 段落[0018],[0025]-[0030] & EP 2762552 A1 & CN 103827274 A & KR 10-2014-0058629 A	1
A	WO 2011/111668 A1 (大豊工業株式会社) 2011.09.15, 段落[0010]-[0023] & US 2012/0270761 A1, 段落[0016]-[0037] & EP 2546535 A1 & AU 2011225590 A & CN 102918286 A	1
A	JP 2017-31987 A (大豊工業株式会社) 2017.02.09, 段落[0012]-[0027] & US 2018/0216608 A1, 段落[0029]-[0047]	1