

(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
2023年8月3日(03.08.2023)



(10) 国際公開番号

WO 2023/145932 A1

(51) 国際特許分類:

C09D 5/00 (2006.01) C11D 7/26 (2006.01)
C11D 17/08 (2006.01) C11D 7/50 (2006.01)
C09D 183/04 (2006.01) C09D 7/20 (2018.01)
C09D 201/00 (2006.01) C09D 7/61 (2018.01)
C11D 7/20 (2006.01) C09D 7/63 (2018.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2023/002857

(22) 国際出願日: 2023年1月30日(30.01.2023)

(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 2022-012495 2022年1月31日(31.01.2022) JP

(71) 出願人: 国立研究開発法人物質・材料研究機構(NATIONAL INSTITUTE FOR MATERIALS SCIENCE) [JP/JP]; 〒3050047 茨城県つくば市千現一丁目2番地1 Ibaraki (JP).

(72) 発明者: 天神林 瑞樹 (TENJIMBAYASHI Mizuki); 〒3050047 茨城県つくば市千現一丁目2番地1 国立研究開発法人物質・材料研究機構内 Ibaraki (JP). 早瀬 元(HAYASE Gen); 〒3050047 茨城県つくば市千現一丁目2番地1 国立研究開発法人物質・材料研究機構内 Ibaraki (JP).

(74) 代理人: 野村 恭子, 外(NOMURA Kyoko et al.); 〒1040031 東京都中央区京橋1-19-4 T A F 京橋ビル2階 京橋知財事務所 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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH,

(54) Title: COATING COMPOSITION, PRODUCTION METHOD THEREOF, PRODUCTION METHOD OF COATING FILM USING SAME, LUBRICATING ARTICLE KIT USING SAME, AND WASHER FLUID USING SAME

(54) 発明の名称: コーティング組成物、その製造方法、それを用いた被膜の製造方法、それを用いた滑液性物品キット、及びそれを用いたウォッシャー液

(57) Abstract: Provided are a coating composition for producing a coating film having a lubricating surface by coating, a production method thereof, a production method of a coating film using the same, a lubricating article kit using the same, and a washer fluid. A coating composition containing particles, a binder resin that adheres the particles to each other, a lubricating liquid that shows incompatibility with a target liquid and affinity with the binder resin, and a solvent that shows affinity with the lubricating liquid, wherein: when the lubricating liquid is dropped on a substrate made of the same material as the particles in the atmosphere, the contact angle is 0°; when the lubricating liquid is dropped on a substrate made of the same material as the particles in the target liquid, the contact angle is 0°; the volume ratio of the lubricating liquid to the total amount of the solvent and the lubricating liquid ranges from 0.09 to 0.95 inclusive; and the content of the binder resin relative to the total amount of the solvent and the lubricating liquid ranges from 0.0004 g/mL to 0.05 g/mL inclusive.

(57) 要約: コーティングによって滑液性の表面を有する被膜を製造するためのコーティング組成物、その製造方法、それを用いた被膜の製造方法、それを用いた滑液性物品キット、及びウォッシャー液を提供する。粒子と、粒子を互いに固着させるバインダ樹脂と、対象とする液体とは非親和性を示し、バインダ樹脂とは親和性を示す潤滑液と、潤滑液と親和性を示す溶媒と、を含有し、大気中で潤滑液を粒子と同じ材質からなる基板上に滴下した際の接触角が、0°であり、対象とする液体中で潤滑液を粒子と同じ材質からなる基板上に滴下した際の接触角が、0°であり、溶媒及び潤滑液の総量に対する潤滑液の体積比が、0.09以上0.95以下の範囲を満たし、溶媒及び潤滑液の総量に対するバインダ樹脂の含有量が、0.0004 g/mL以上0.05 g/mL以下の範囲を満たすコーティング組成物。



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, CV, 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, ME, 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：

コーティング組成物、その製造方法、それを用いた被膜の製造方法、それを用いた滑液性物品キット、及びそれを用いたウォッシャー液

技術分野

[0001] 本発明は、コーティング組成物、その製造方法、それを用いた被膜の製造方法、それを用いた滑液性物品キット、及びそれを用いたウォッシャー液に関する。

背景技術

[0002] これまで、ナノスケールの微細表面構造によって液滴との接触面積を減らすことで、液滴を転落させる表面が報告されてきた（例えば、特許文献1を参照）。液滴は、液滴と表面とのなす角度が約 150° を越える球形をなす（いわゆる超撥水表面とする）ことで、 10° 程度傾斜した表面を転落する。

[0003] このような微細表面構造を形成する撥水コーティング剤として、特許文献1は、（A）成分：一次粒子の平均径が $1\mu\text{m}$ 以下であって、且つ（B）成分に溶解せず、且つ表面に親水性官能基を有する表面疎水性超微粒子、（B）成分：炭化水素系溶媒及びシリコン系溶媒の一種以上からなる、沸点が $100^{\circ}\text{C}\sim 360^{\circ}\text{C}$ の揮発性溶媒、（C）成分：（B）成分の揮発性溶媒に溶解することができ、非揮発性のシリコン化合物、を含有する撥水コーティング剤を開示する。

[0004] しかしながら、このような微細表面構造による液体転落表面には、以下の課題があった。

- ・表面構造が微細であるため機械耐久性が低く、指でこする程度で構造が破壊され、液滴の転落性が損なわれる。
- ・表面構造が光を散乱させるため、一般に透過率が低くなる。
- ・液体が球状になるために表面張力が作用し、このため、水よりも表面張力

が低い液体を転落させることができず、特に、エタノール、アセトン、フッ素溶媒といった低表面エネルギー液体を転落させることができない。

[0005] このような問題を解決するため、分子レベルで平坦な表面構造によって液滴を滑落させる表面として、潤滑液含浸多孔質下地層（SLIPS: Slippery Liquid Infused Porous Surfaces）が開発されている（例えば、特許文献2、3を参照）。SLIPSは、表面潤滑液層と、潤滑液を安定化させるための撥液性多孔質下地層で形成される。潤滑液表面による平坦構造を実現し、転落表面の課題である機械耐久性・透明性を改善し、更に潤滑液の選定により低表面エネルギー液体の滑落性を実現している。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：特開2004-204131号公報

特許文献2：特表2014-509959号公報

特許文献3：特表2014-531989号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] しかしながら、特許文献2及び3に記載されたSLIPSは、いずれにおいても、基材上に撥液性多孔質下地層を形成し、当該下地層に油分を含有する潤滑液を含浸させ、その後に余剰の油分を除去する、という2段階のプロセスを必要としていた。本発明は、このような状況に鑑みてなされたものであり、2段階のプロセスを必要とすることなく、コーティングによって滑液性の表面を有する被膜を製造することのできるコーティング組成物、その製造方法、それを用いた被膜の製造方法、それを用いた滑液性物品キット、及びウォッシャー液を提供することである。

課題を解決するための手段

[0008] 本発明者等は、上記課題を解決するため鋭意検討を行った。そして、SL

IPSを、粒子、バインダ樹脂、潤滑液、及び溶媒を含むコーティング液から形成し、当該コーティング液に含まれる潤滑液を特定の性質を有するものとし、潤滑液の体積、及びバインダ樹脂の含有量を、それぞれ特定の範囲とすれば、該コーティング液を所望の物品上に単に付与するだけで、２段階のプロセスを必要とすることなく、滑液性の表面を有する被膜が製造できることを見出し、本発明を完成させるに至った。

[0009] すなわち、本発明は以下の態様を含む。

[1]

対象とする液体に対して滑液性の表面を有する被膜のためのコーティング組成物であって、

粒子と、

前記粒子を互いに固着させるバインダ樹脂と、

前記対象とする液体とは非親和性を示し、前記バインダ樹脂とは親和性を示す潤滑液と、

前記潤滑液と親和性を示す溶媒と、を含有し、

前記潤滑液は、大気中で、前記粒子と同じ材質からなる基板上に滴下した際の接触角が 0° であり、前記対象とする液体中で、前記粒子と同じ材質からなる基板上に滴下した際の接触角が 0° であり、

前記溶媒及び前記潤滑液の総量に対する前記潤滑液の体積比は、 0.09 以上 0.95 以下の範囲を満たし、

前記溶媒及び前記潤滑液の総量に対する前記バインダ樹脂の含有量は、 0.0004 g/mL 以上 0.05 g/mL 以下の範囲を満たす、コーティング組成物。

[2]

前記溶媒のハンセン溶解度パラメータの座標は、前記潤滑液のハンセン溶解度パラメータの座標を中心としたハンセン球内に位置し、

前記対象とする液体のハンセン溶解度パラメータの座標は、前記潤滑液のハンセン溶解度パラメータの座標を中心としたハンセン球外に位置してもよ

い。

[3]

前記溶媒及び前記潤滑液の総量に対する前記粒子の含有量は、 0.001 g/mL 以上 0.1 g/mL 以下の範囲を満たしてもよい。

[4]

前記溶媒及び前記潤滑液の総量に対する前記粒子の含有量は、 0.005 g/mL 以上 0.05 g/mL 以下の範囲を満たしてもよい。

[5]

前記溶媒及び前記潤滑液の総量に対する前記バインダの含有量は、 0.0006 g/mL 以上 0.03 g/mL 以下の範囲を満たしてもよい。

[6]

前記溶媒及び前記潤滑液の総量に対する前記潤滑液の体積比は、 0.6 以上 0.92 以下の範囲を満たしてもよい。

[7]

前記粒子の粒径は、 3 nm 以上 300 nm 以下の範囲を満たしてもよい。

[8]

前記粒子は、無機物、有機物、及びこれらの複合材料からなる群から選択される少なくとも一種の材料からなってもよい。

[9]

前記バインダ樹脂は、シリコーン樹脂、フッ素樹脂、エポキシ樹脂、ウレタン樹脂、オレフィン樹脂、アクリル樹脂、エチレン-酢酸ビニル共重合体（EVA）、及びポリビニルブチラル樹脂（PVB）からなる群から選択される少なくとも一種であってもよい。

[10]

前記潤滑液は、シリコーンオイル、鉱物油、植物油、動物油、重質油、樹脂、ワックス、フッ素オイル、イオン液体、及び液体金属からなる群から選択される少なくとも一種選択であってもよい。

[11]

前記溶媒は、常温常圧で揮発性を有してもよい。

[1 2]

前記溶媒は、水、有機溶媒、低分子液体、及びこれらの混合物からなる群から選択される少なくとも一種であってもよい。

[1 3]

前記対象とする液体は水であり、

前記粒子は、シリカ粒子、アルミナ粒子、チタニア粒子、及びジルコニア粒子からなる群から選択される少なくとも一種であり、

前記バインダ樹脂は、室温硬化型シリコーン樹脂であり、

前記潤滑液は、シリコーンオイル及び／又は脂肪酸であり、

前記溶媒は、イソプロパノール、ヘキサン、エタノール、アセトン、トルエン、ヘキサデカン、ジメチルスルホキシド、及びメチルエチルケトンからなる群から選択される少なくとも一種であってもよい。

[1 4]

対象とする液体に対して滑液性の表面を有する被膜のためのコーティング組成物の製造方法であって、

粒子と、前記粒子を互いに固着させるバインダ樹脂と、前記液体とは非親和性を示し、前記バインダ樹脂とは親和性を示す潤滑液と、前記潤滑液と親和性を示す溶媒と、を混合することを包含し、

前記潤滑液は、大気中で前記粒子と同じ材質からなる基板上に滴下した際の接触角が 0° であり、前記対象とする液体中で前記粒子と同じ材質からなる基板上に滴下した際の接触角が 0° であり、

前記溶媒及び前記潤滑液の総量に対する前記溶媒の体積比は、 0.09 以上 0.95 以下の範囲を満たし、

前記溶媒及び前記潤滑液の総量に対する前記バインダ樹脂の含有量は、 0.0004 g/mL 以上 0.050 g/mL 以下の範囲を満たす、コーティング組成物の製造方法。

[1 5]

対象とする液体に対して滑液性の表面を有する被膜の製造方法であって、
上述のコーティング組成物を物品上に付与することを包含する、被膜の製造方法。

[1 6]

前記付与することは、浸漬コート法、フローコート法、流し塗り、カーテンコート法、スピンコート法、スプレーコート法、エアレススプレーコート法、バーコート法、ロールコート法、及び刷毛塗りからなる群から選択される少なくとも一種の手法を用いてもよい。

[1 7]

前記物品は、ガラス、プラスチック、ゴム、半導体、金属、カーボン、及びセラミックからなる群から選択される少なくとも一種の材料からなる表面を有してもよい。

[1 8]

対象とする液体に対して滑液性の表面を有する被膜を形成するための滑液性物品キットであって、

上述のコーティング組成物と、

前記コーティング組成物を用いて滑液性を有する被膜を物品上に形成する情報を伴った技術的指示書と、を備える、滑液性物品キット。

[1 9]

前記技術的指示書は、前記コーティング組成物を前記物品上に付与し、対象とする液体に対して滑液性の表面を有する被膜を形成することを包含してもよい。

[2 0]

上述のコーティング組成物を含有するウォッシャー液。

発明の効果

[0010] 本発明によるコーティング組成物は、対象とする液体に対して滑液性の表面を有する被膜のためのコーティング組成物であって、粒子と、粒子を互いに固着させるバインダ樹脂と、対象とする液体とは非親和性を示し、バイン

ダ樹脂とは親和性を示す潤滑液と、潤滑液と親和性を示す溶媒と、を含有する。粒子はバインダ樹脂によって固着され、多孔質下地層となる。また、その表面に潤滑液が配置されて液膜となることにより、滑液性の表面を有する被膜（SLIPS）として機能する。本発明によるコーティング組成物は、単に物品等の表面に付与（コーティング）することで、滑液性の表面を有する被膜を提供することができる。また、本発明によるコーティング組成物は、本発明による上述のコーティング組成物及び指示書を備えた滑液性物品キットを提供することができる。また、本発明によるコーティング組成物は、本発明のコーティング組成物を含有するウォッシャー液を提供することができる。

図面の簡単な説明

[0011] [図1]表5のシリコンオイル1のハンセン溶解度パラメータの球体を示す図である。

[図2]表5のシリコンオイル2のハンセン溶解度パラメータの球体を示す図である。

[図3]表5のオレイン酸のハンセン溶解度パラメータの球体を示す図である。

[図4]コーティング組成物を用いた滑液性の表面を有する被膜の製造工程を示すフローチャートである。

[図5]コーティング組成物を用いた滑液性の表面を有する被膜を備えた食品容器を示す模式図である。

[図6]コーティング組成物を用いた滑液性の表面を有する被膜を備えた自動車を示す模式図である。

[図7]例1の組成物から形成された被膜の様子を示す図である。

[図8]例1～3、及び例5の組成物から形成された被膜上の水滑落角を示す図である。

[図9]例1の粒子からなる基板と潤滑液との接触角を示す図である。

[図10]例10～15の組成物から形成された被膜の様子を示す図である。

[図11]例1、及び例6～20の組成物から形成された被膜上の水接触角及び

水滑落角の潤滑液の割合依存性を示す図である。

[図12]例1、及び例6～20の組成物から形成された被膜の水接触角及び水滑落角の潤滑液の割合依存性を示す図である。

[図13]例1、及び例21～25の組成物から形成された被膜の多孔質下地層のSEM像を示す図である。

[図14]例1、及び例21～25の組成物から形成された被膜の多孔質下地層の表面粗さを示す図である。

[図15]例1、及び例21～25の組成物から形成された被膜の水接触角及び水滑落角の多孔質下地層の表面粗さ依存性を示す図である。

[図16]例1、及び例21～25の組成物から形成された被膜の水接触角及び水滑落角の粒子のBET比表面積依存性を示す図である。

[図17]例1、及び例21～25の組成物から形成された被膜の水滑落角の粒子の粒径（一次粒子径）依存性を示す図である。

[図18]例1のコーティング組成物から形成された被膜の自己修復性を示す図である。

[図19]例34のコーティング組成物から形成された被膜と種々の液体との接触角ヒステリシスと表面張力との関係を示す図である。

[図20]例34の粒子からなる基板と潤滑液との接触角を示す図である。

[図21]対象とする液体が例34のコーティング組成物から形成された被膜上を滑落する様子を示す図である。

[図22]種々の物品上に形成された例1のコーティング組成物を用いた被膜の滑液性を示す図である。

[図23]シリコンチューブ内の送液速度の変化を示す図である。

[図24]自動車の窓の被膜の有無によるシャワーテストの様子を示す図である。

発明を実施するための形態

[0012] 以下、図面を参照しながら本発明の実施の形態を説明する。なお、同様の要素には同様の番号を付し、その説明を省略する。

＜コーティング組成物＞

本発明のコーティング組成物について説明する。

[0013] 基材表面上の液体をはじく技術である撥液技術には、表面上に液滴を形成し、その液滴が表面と接する付着面積を制限することにより液滴が表面上を転がる現象（転落）と、表面上に形成された液滴が表面を滑り落ちる現象（滑落）とがある。上述したように、転落は、特許文献1に示す技術である。滑落は、特許文献2及び3に示す技術であり、その表面はSLIPSと呼ばれる。転落と滑落とは完全に異なるメカニズムである。

[0014] 本願発明者らは、滑落を利用した撥液技術に着目し、組成物の構成及び組成を制御することにより、SLIPS、すなわち、対象とする液体に対して滑液性の表面を有する被膜（以降、単に、被膜あるいはSLIPS被膜と呼ぶ場合がある）をコーティングによって形成できるコーティング組成物の開発に至った。なお、本願明細書において、滑液性の表面とは、ガラス板上に形成した被膜表面に液滴5 μ Lを滴下し、ガラス板を傾斜させた際の液滴の滑落角が40°以下であるものとする。

[0015] 本発明のコーティング組成物は、粒子と、粒子を互いに固着させるバインダ樹脂と、対象とする液体とは非親和性を示し、バインダ樹脂とは親和性を示す潤滑液と、潤滑液と親和性を示す溶媒と、を含有する。以降では、各要素について詳述する。

[0016] [粒子]

粒子は、後述する図4において多孔質下地層420となるものであり、特に材質に制限はなく、所望の粒子を採用できる。粒子は、好ましくは、無機物、有機物、及びこれらの複合材料からなる群から選択される少なくとも一種の材料からなっておりよい。例えば、可視域において透明な被膜を得たい場合には、粒子の屈折率と潤滑液の屈折率とが近いものを選ぶとよく、粒子として、シリカ、ポリメチルメタクリレート、潤滑液として、シリコンオイルを選択するとよい。

[0017] 複合材料としては、有機無機ハイブリッドや、非金属と金属とのハイブリ

ッド、有機金属材料、３種以上の異なる材料を組み合わせたものであってもよい。また、一方の材料が他方の材料でカプセル化されて、１つの粒子を形成しているもの、一方の材料が他方の材料に貫入して１つの粒子を形成しているもの、半球状の異なる材料が結合して、１つの粒子を形成しているものも、複合材料である。例示的な粒子の材料を表１に示す。

[0018]

[表1]

無機物	金属	チタン、アルミニウム、ジルコニウム、ニッケル、金、銀、銅、クロム、鉄、これらの合金等
	非金属	シリカ、上記金属の酸化物、窒化物、酸窒化物等
		ガラス、炭化ケイ素、黒鉛、窒化ケイ素等
有機物		ポリメチルメタクリレート等のアクリル樹脂、ポリスチレン、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリブチレン、ポリビニルアルコール、塩化ビニル、シリコーン、これらの複合材料等
表面修飾分子/化合物		ポリシロキサン類、パーフルオロアルキルシラン類、アルキルシラン類、アルキルシラザン類、フェニルシラン類、アルカンチオール類、フルオロアルカンチオール類、フルオロカルボン酸類（塩・エステル）、フルオロアルキルスルホン酸類（塩・エステル）、フルオロアルキルシラン酸類、カルボン酸類（塩・エステル）、アルキルスルホン酸類（塩・エステル）、アルキルシラン酸類、アルキルアンモニウム塩類、フェニルアンモニウム塩類、アルキルアミン塩類、フルオロアルキルエーテル類、アルキルエーテル類、エステルエーテル類、アルカノールアミン塩類、アルキルグリコシド類、アルコール類（炭素鎖4以上）アルキルペプチン類、脂肪酸アミドプロピルペプチン類、アルキルアミンオキシド類、これらのフッ素化合物、アミンシラン類、ポリエチレングリコールシラン類、エポキシシラン類、メタクリルシラン類、シランチオール類、アミノチオール類、アルコール（炭素鎖3以下）等

[0019] 粒子の粒径は、入手できる粒子を採用できるため特に制限はないが、例示的には、3 nm以上300 nm以下の範囲であってよい。この範囲であれば、上述の材料の粒子を入手しやすい。粒子の粒径は、好ましくは、5 nm以

上200nm以下の範囲を満たす。この範囲であれば、図4を参照して説明する多孔質下地層420を形成しやすい。粒子の粒径は、より好ましくは、5nm以上150nm以下の範囲を満たす。

[0020] 粒子のBET比表面積は、特に制限はないが、例示的には、 $20\text{ m}^2/\text{g}$ 以上 $250\text{ m}^2/\text{g}$ 以下の範囲を満たすものを採用するとよい。これにより、潤滑液が含浸されやすくなり、かつ、潤滑液を表面に保持しやすくなるため、後述する図4において液膜430を形成しやすくなる。

[0021] 粒子の表面を機能性分子で修飾してもよい。このような機能性分子としては、表1に示すものが例示されるが、これらに限定されない。

[0022] 例えば、アルキル基、フルオロアルキル基、ポリメチルシロキサン基、フェニル基等の官能基を有する機能性分子で粒子を修飾することにより、表面を疎水性にすることができる。例えば、アミノ基、アミド基、ヒドロキシ基、アルデヒド基、チオール基等の官能基を有する機能性分子で粒子を修飾することにより、表面を親水性にすることができる。粒子の表面を修飾する機能性分子は、当業者であれば適宜選択し得る。

[0023] バインダ樹脂は、粒子同士を固着するように機能するものであればよく、熱硬化性樹脂、熱可塑性樹脂のいずれも使用できるが、通常使用環境下において、溶媒が揮発した後に架橋によって固体状態となるものが好ましい。このような観点から、室温硬化型樹脂が好ましい。室温は、 5°C 以上 35°C 以下の範囲とする。

[0024] [バインダ樹脂]

バインダ樹脂は、例示的には、シリコーン樹脂、フッ素樹脂、エポキシ樹脂、ウレタン樹脂、オレフィン樹脂、アクリル樹脂、エチレン-酢酸ビニル共重合体(EVA)、及びポリビニルブチラル樹脂(PVB)からなる群から選択される少なくとも一種であってよい。

[0025] シリコーン樹脂としては、例えば、ポリアルキルハイドロジェンシロキサン、ポリジアルキルシロキサン、好ましくは、ポリシルセスオキサン、ポリジメチルシロキサンを骨格とするポリマーであればよく、直鎖又は分岐のポ

リジメチルシロキサンの片末端、両末端、側鎖等に置換基を有する変性シリコン樹脂も含む。

[0026] フッ素樹脂としては、例えば、ポリテトラフルオロエチレン（PTFE）、テトラフルオロエチレン・ヘキサフルオロプロピレン共重合体（FEP）、テトラフルオロエチレン・パーフルオロアルキルビニルエーテル共重合体（PFA）、ポリビニリデンフルオライド（PVDF）、ポリクロロトリフルオロエチレン（PCTFE）、テトラフルオロエチレン・エチレン共重合体（ETFE）、フルオロエチレンビニルエーテル（FEVE）、又はエチレンクロロトリフルオロエチレン共重合体（ECTFE）であってよい。

[0027] エポキシ樹脂としては、一分子中にエポキシ基を2以上有するものが採用され、例えば、ビスフェノールA型（臭素化されていてもよい）、ビスフェノールF型、ビスフェノールS型、ジフェニルエーテル型、ハイドロキノン型、ナフタレン型、ビフェニル型、フルオレン型、フェノールノボラック型、オルソクレゾールノボラック型、トリスヒドロキシフェニルメタン型、3官能型、テトラフェニロールエタン型、ジシクロペンタジエンフェノール型等のエポキシ樹脂であってよい。

[0028] ウレタン樹脂としては、ポリオールとイソシアネートとの共重合からなるものであってよい。オレフィン樹脂としては、ポリエチレン、ポリプロピレン、塩素化ポリエチレン等の重合体又は共重合体であってよい。

[0029] アクリル樹脂としては、例えば、メチルメタクリレート、イソプロピルメタクリレート、エチルメタクリレート、メチルアクリレート、エチルアクリレート、イソプロピルアクリレート、n-ブチルアクリレート、2-エチルヘキシルアクリレート、n-ブチルメタクリレート等の重合体又は共重合体であってよい。

[0030] [潤滑液]

潤滑液は、後述する図4において多孔質下地層420に含浸されるとともに、多孔質下地層上の液膜430となる。潤滑液は、対象とする液体に対しては非親和性を示し、上述のバインダ樹脂とは親和性を示す限り、特に制限

はない。

[0031] ここで、簡易的には、潤滑液と対象とする液体とを混合した際に、目視にて二層分離を確認できれば、潤滑液が対象とする液体に対して非親和性を示すと判断してよい。より好ましくは、対象とする液体のハンセン溶解度パラメータの座標が、潤滑液のハンセン溶解度パラメータの座標を中心としたハンセン球外に位置する場合には、潤滑液が対象とする液体に対して非親和性を示している。

[0032] なお、ハンセン溶解度パラメータとは、ヒルデブランド (Hildebrand) によって導入された溶解度パラメータを、分散項、極性項、及び水素結合項の3成分に分割し、3次元空間に表したものである。分散項は分散力による効果、極性項は双極子間力による効果、水素結合項は水素結合力による効果を示す。

[0033] 本願明細書において、大気中で、バインダ樹脂表面に潤滑液を滴下したときの接触角が30°以下である場合、その潤滑液はバインダ樹脂と親和性を示すと判断する。より好ましくは、接触角が10°以下である。これにより、潤滑液は、バインダ樹脂と均一に混合し、多孔質下地層420を構成した際に、多孔質下地層内に潤滑液を十分に含侵させることができる。

[0034] 潤滑液は、好ましくは、シリコンオイル、鉱物油、植物油、動物油、重質油、樹脂、ワックス、フッ素オイル、イオン液体、及び液体金属からなる群から選択される少なくとも一種であってよい。これらは、対象とする液体及びバインダ樹脂の選択によって、上述の条件を満たし得る。これらの潤滑液のうち代表的な潤滑液を、表2に例示する。表2に示す潤滑液は、例示であって、これらに限定されない。

[0035] 表2に示すシリコンオイル以外にも、変性シリコンオイルであってもよい。変性シリコンオイルとしては、例えば、アミノ変性、エポキシ変性、カルボキシ変性、カルピノール変性、メタクリル変性、メルカプト変性、フェノール変性等がなされたシリコンオイルであってよい。

[0036] 潤滑液は、バインダ樹脂と類似する構造を有する物質を選ぶと、親和性が

高まるため好ましい。例えば、バインダ樹脂がシリコン樹脂であり、潤滑液がシリコンオイルの組み合わせが挙げられる。

[0037] [表2]

シリコンオイル	シリコン結合からなる直鎖状ポリマーであり、市販品としては、Gelest Inc.製DMS-T11、アズワン株式会社製ASO-100、信越化学株式会社製KF-96L-2CS等
鉱物油	石油、石炭、天然ガス由来の炭化水素化合物
植物油	酢酸、吉草酸、カプロン酸、エナンチン酸、カプリル酸、ヘラルゴン酸、カプリン酸、ラウリン酸、ミリスチン酸、ペンタデシル酸、パルミチン酸、パルミトレイン酸、マルガリン酸、ステアリン酸、オレイン酸、パルミチン酸、リノール酸、リノレン酸、エリオステアリン酸、アラキジン酸、パルミチン酸、リグノール酸、ネルボン酸、セロチン酸、モンタン酸、メリリン酸、クロトン酸、ミリスチン酸、パルミトレイン酸、サビエン酸、オレイン酸、エライジン酸、バクセン酸、ガドリン酸、エイコセン酸、エルカ酸、ネルボン酸、リノール酸、エイコサジン酸、ドコサジン酸、リノレン酸、ピルン酸、エリオステアリン酸、ミード酸、ジホモ-γ-リノレン酸、エイコサドリン酸、ステアリン酸、アラキジン酸、エイコサトラエン酸、アドレン酸、ボセオペンタエン酸、エイコサペンタエン酸、オスボン酸、イワン酸、テトラコサペンタエン酸、ドコサヘキサエン酸、ニシン酸、およびそのエステル化合物、塩、錯体から構成される。
動物油	魚油、鯨油、豚脂、牛脂等
重質油	アスファルテン等
樹脂	松脂等
ワックス	植物系、動物系、石油系、合成炭化水素系
アッ素オイル	ポリアルキルエーテル化合物における水素原子の一部又は全部をアッ素で置換したもの
イオン液体	陽イオンとして、イミダリウム塩類、トリニウム塩類などのアンモニウム系、ホスホニウム系イオン、無系イオン、陰イオンとして臭化物イオンやトリフラートなどのハロゲン系、テトラフェニルボレートなどのホウ素系、ヘキサフルオロホスフェートなどのリン系およびその類似体の組み合わせによって構成される化合物、および、深共晶溶媒（酸化鉄と炭素の混合物など、水素結合ドナーとアクセプター（これらは両方もしくはどちらか一方が固体である）をある一定の割合で混ぜることによって室温で液体になる化合物
液体金属	水銀、ガリウムタン
その他	パーフルオロポリエーテル、ポリエチレングリコール、グリセリン

[0038] [溶媒]

溶媒は、上述の粒子、バインダ樹脂、及び潤滑液を安定に保持するよう機

能し、潤滑液と親和性を示すものであれば、特に制限はない。溶媒は、好ましくは、常温常圧において揮発性を示すものがよい。これにより、通常環境下において溶媒が揮発するため、後述する図4において、本発明のコーティング組成物を単に物品に付与するだけで、1段階のコーティングプロセスにより滑液性を有する被膜を形成できる。なお、本願明細書において、「常温」とは20℃（293K）を指し、「常圧」とは1atm（絶対圧）を指す。また、常温常圧で揮発性を有する溶媒とは、20℃、1atmでの蒸気圧が10Pa未満を有する溶媒である。

[0039] ここで、簡易的には、溶媒と潤滑液とを混合した際に、目視にて二層分離又は白濁状態が確認できなければ、溶媒は潤滑液に対して親和性を示すと判断してよい。より好ましくは、溶媒のハンセン溶解度パラメータの座標が、潤滑液のハンセン溶解度パラメータの座標を中心としたハンセン球内に位置する場合には、溶媒は潤滑液に対して親和性を示している。

[0040] 溶媒は、例えば、水、有機溶媒、低分子液体、及びこれらの混合物からなる群から選択される少なくとも一種であつよい。これらの溶媒のうち代表的な溶媒を、表3に例示する。潤滑液及び溶媒を適宜選択することによって、上述の条件を満たし得る。

[0041]

[表3]

水	蒸留水、イオン交換水、RO水、純水、超純水、シリQ水、海水、食塩水、緩衝液
有機溶媒	エタノール、アセトン、ジメチルホルムアミド、メタノール、ヘキササン、オクタン、デカン、ヘキサデカン、トルエン、エチルエーテル、クロロベンゼン、ジオードメタン、パラフィン、フレオン、ギ酸、デトラン、アセトアルデヒド、アセトニトリル、アセトフェノン、アセチルアセトン、イソプロパノール、エタノールアミン、アセリン、ベンズアルデヒド、ベンゼン、ベンジルアルコール、安息香酸ベンジル、ブタノール、メチルエチルケトン、酢酸メチル、酢酸エチル、酢酸ブチル、ジエチルエーテル、クロロホルム、クロロメチルオキシラン、クロロホルム、シクロヘキサノール、ヘキサノール、ジクロロメタン、ジクロロエタン、トリクロロメタン、トリクロロエタン、炭酸ジエチル、エチレンジグリコール、ジエチレンジグリコール、ジエチレンジグリコールモノブチルエーテル、ブチルカルビトールアセテート、ジメチルアセトアミド、ジメチルスルホキシド、ジオキササン、ギ酸エチル、エチルヘキサノール、ホルムアミド、グリセリン、ヘプタン、リグロイン、メトキシエタノール、酢酸、ギ酸メチルブタノール、酢酸イソアミル、トリエタノールアミン、ニトロベンゼン、ニトロメタン、オクタン、オクタノール、ペンタン、ペンタノール、酢酸ベンチル、石油ベンジン、フェノール、プロパノール、プロピレンジグリコール、プロパンジオール、メチルオキシラン、プロピルエーテル、ピリジン、テトラクロロエタン、テトラクロロエチレン、パークロロエチレン、テトラリン、トリエチルアミン、トリフルオロ酢酸、キシレン、およびその構造異性体、光学異性体、ハロゲン化合物（臭化物・フッ素化合物）、金属化合物（有機シラン）
低分子液体	液体水素、液体窒素、液体ヘリウム

[0042] [親和性と非親和性]

ここで、潤滑液となる、シリコンオイル、植物油としてオレイン酸、パーフルオロエーテル、石油由来の炭化水素化合物として流動オレフィン、ポリエチレンジグリコールに対する、代表的な溶媒／液体の親和性及び非親和性

を、表4に一覧として示す。評価にあたっては、各潤滑液（0.1 mL）と各溶媒／液体（0.1 mL）とを混合し、よく攪拌し、5分後に二層分離又は白濁状態が見られれば、非親和性（0）を示すと判定し、二層分離及び白濁状態が見られなければ、親和性（1）を示すと判定した。表4を参照し、対象とする液体に対して、潤滑液及び溶媒を適宜選択してもよい。

[0043] [表4]

各種溶媒・液体	潤滑液					
	シリコン オイル-1	シリコン オイル-2	オレイン酸	パーフルオロ ポリエーテル	流動 パラフィン	ポリエチレン グリコール
1,4-Dioxane	1	0	1	0	0	1
1-Butanol	1	1	1	0	0	1
2-propanol(isopropanol)	1	1	1	0	0	1
2-Phenoxy Ethanol	0	0	1	0	0	1
Acetone	1	0	1	0	0	1
Acetonitrile	0	0	0	0	0	1
Chloroform	1	1	1	1	1	1
Cyclohexane	1	0	1	1	1	1
Cyclohexanol	0	0	1	0	1	1
Di-(2-Ethylhexyl)Azelaate	1	0	1	0	1	0
Diacetone Alcohol	0	0	1	0	0	1
Diethylene Glycol	0	0	1	0	0	1
Dimethyl Formamide	0	0	1	0	0	1
Dimethyl Sulfoxide	0	0	1	0	0	1
Dipropylene Glycol	0	0	1	0	0	1
Ethanol 99.9%	0	0	1	0	0	1
Ethyl Acetate	1	1	1	0	1	1
Gamma Butyrolactone	0	0	1	0	0	1
Glycerol	0	0	0	0	0	1
Hexane	1	1	1	0	1	0
Methyl Ethyl Ketone (MEK)	1	1	1	0	1	1
Methanol	0	0	1	0	0	1
Methyl Isobutyl Ketone	1	1	1	0	1	1
Methylene Dichloride	1	1	1	0	1	1
n-Butyl Acetate	1	1	1	0	1	1
N-Methyl Pyrrolidone	0	0	1	0	0	1
n-hexadecane	1	1	1	0	1	0
oleic acid	0	0	1	0	1	1
Perfluoropolyether	0	0	0	1	0	0
Polyethylene Glycol	0	0	1	0	0	1
Propylene Glycol Monomethyl Ether	1	1	1	0	0	1
Propylene Glycol Monomethyl Ether Acetate	1	1	1	0	0	1
Propylene Carbonate	0	0	0	0	0	1
Tetrachloroethylene	1	1	1	0	1	0
Tetrahydrofuran	1	1	1	0	1	1
Toluene	1	1	1	0	1	1
Water	0	0	0	0	0	1

[0044] 上述したように、潤滑液のハンセン溶解度パラメータの座標を中心とした

ハンセン球を利用して、親和性又は非親和性を判断できる。表5には、上述した代表的な潤滑液のハンセン溶解度パラメータ、ハンセン球の半径等を示す。表6には、代表的な溶媒／液体のハンセン溶解度パラメータを示す。ハンセン溶解度パラメータの定義と計算は、Charles M. Hansen著「Hansen Solubility Parameters; A Users Handbook, Second Edition (CRC Press, 2007)」に記載されている。また、コンピュータソフトウェア「Hansen Solubility Parameters in Practice (HSPiP)」を用いることにより、文献値等が知られていない各種液体に関しても、その化学構造から簡便にハンセン溶解度パラメータを推算することができる。なお、本明細書におけるハンセン溶解度パラメータは、文献値を用いた。

[0045]

[表5]

潤滑液	シリコンオイル1	シリコンオイル2	オレフィン酸	パーフルオロ ポリエーテル	流動パラフィン	ポリエチレングリコール
ハンセン様中心座標	$D_{100} = 14.75$	$D_{100} = 14.78$	$D_{100} = 15.67$	$D_{100} = 16.37$	$D_{100} = 16.64$	$D_{100} = 13.08$
	$P_{100} = 0.00$	$P_{100} = 5.76$	$P_{100} = 6.09$	$P_{100} = 0.10$	$P_{100} = 5.08$	$P_{100} = 12.33$
	$H_{100} = 5.23$	$H_{100} = 3.74$	$H_{100} = 11.21$	$H_{100} = 4.26$	$H_{100} = 3.27$	$H_{100} = 7.34$
ハンセン様の半径	$R = 10.6$	$R = 7.9$	$R = 12.9$	$R = 4.2$	$R = 6.9$	$R = 15.2$
R ² 値	$\text{Fit} = 0.867$	$\text{Fit} = 0.623$	$\text{Fit} = 1.000$	$\text{Fit} = 0.991$	$\text{Fit} = 0.787$	$\text{Fit} = 0.627$
溶解しないもの 関わらず ハンセン様内に 座標を持つ溶媒	Diacetone Alcohol	Cyclohexane	なし	Toluene	1,4-Dioxane	Di(2-ethylhexyl)azelaate
	-	Di(2-ethylhexyl)azelaate		-	Acetone	Hexane
	-	Diacetone Alcohol		-	Propylene glycol monomethyl ether acetate	-
溶解するもの 関わらず ハンセン様外に 座標を持つ溶媒	1-Butanol	1-Butanol	なし	Chloroform	Cyclohexanol	Cyclohexane
	Acetone	Propylene glycol monomethyl ether		-	Hexane	Methanol
	-	Tetrachloroethylene		-	-	Toluene
	-	Toluene		-	-	-

[0046]

[表6]

各種溶媒・液体	ハンセン溶解度パラメータ		
	$D_{sol}[(MPa)^{0.5}]$	$P_{sol}[(MPa)^{0.5}]$	$H_{sol}[(MPa)^{0.5}]$
1,4-Dioxane	17.5	1.8	9.0
1-Butanol	16.0	5.7	15.8
2-Phenoxy Ethanol	17.8	5.7	14.3
Acetone	15.5	10.4	7.0
Acetonitrile	15.3	18.0	6.1
Chloroform	17.8	3.1	5.7
Cyclohexane	16.8	0.0	0.2
Cyclohexanol	17.4	4.1	13.5
Di-(2-Ethylhexyl)Azelaate	16.2	4.7	8.4
Diacetone Alcohol	15.8	8.2	10.8
Diethylene Glycol	16.6	12.0	19.0
Dimethyl Formamide	17.4	13.7	11.3
Dimethyl Sulfoxide	18.4	16.4	10.2
Dipropylene Glycol	16.5	10.6	17.7
Ethanol 99.9%	15.8	8.8	19.4
Ethyl Acetate	15.8	5.3	7.2
Gamma Butyrolactone	18.0	16.6	7.4
Hexane	14.9	0.0	0.0
Methyl Ethyl Ketone (MEK)	16.0	9.0	5.1
Methanol	14.7	12.3	22.3
Methyl Isobutyl Ketone	15.3	6.1	4.1
Methylene Dichloride	17.0	7.3	7.1
n-Butyl Acetate	15.8	3.7	6.3
N-Methyl Pyrrolidone	18.0	12.3	7.2
Propylene Glycol Monomethyl Ether	15.6	6.3	11.6
Propylene Glycol Monomethyl Ether Acetate	15.6	5.6	9.8
Propylene Carbonate	20.0	18.0	4.1
Tetrachloroethylene	18.3	5.7	0.0
Tetrahydrofuran	16.8	5.7	8.0
Toluene	18.0	1.4	2.0
Water	15.5	16.0	42.3

[0047] 表5及び表6のハンセン溶解度パラメータが与えられている場合、以下の式(1)又は式(2)から、液体又は溶媒と潤滑液との間の親和性／非親和性を判断できる。

$$[D_{sol} - D_{lub}]^2 + [P_{sol} - P_{lub}]^2 + [H_{sol} - H_{lub}]^2 < R^2 \quad (1)$$

$$[D_{sol} - D_{lub}]^2 + [P_{sol} - P_{lub}]^2 + [H_{sol} - H_{lub}]^2 > R^2 \quad (2)$$

ここで、 D_{sol} 、 P_{sol} 、及び H_{sol} は、それぞれ、溶媒又は液体の分散項

、極性項及び水素結合項であり、 D_{lub} 、 P_{lub} 、及び H_{lub} は、それぞれ、潤滑液の分散項、極性項、及び水素結合項であり、 R は、潤滑液のハンセン球の半径である。

[0048] 選択した溶媒と潤滑液とが式（１）を満たす（すなわち、溶媒のハンセン溶解度パラメータの座標が潤滑液のハンセン溶解度パラメータの座標を中心としたハンセン球内にある）場合、溶媒と潤滑液とは親和性があると判断でき、潤滑液と溶媒とは均一に混合し、溶媒として使用できる。また、選択した液体と潤滑液とが式（２）を満たす（すなわち、液体のハンセン溶解度パラメータの座標が潤滑液のハンセン溶解度パラメータの座標を中心としたハンセン球外にある）場合、液体と潤滑液とは非親和性があると判断でき、潤滑液は液体をはじくことができる。

[0049] 参考のため、代表的な潤滑液と溶媒又は液体との式（１）及び式（２）の関係を算出した結果を、図１～図３に示す。

[0050] 図１は、表５のシリコンオイル１のハンセン溶解度パラメータの球体を示す図である。

図２は、表５のシリコンオイル２のハンセン溶解度パラメータの球体を示す図である。

図３は、表５のオレイン酸のハンセン溶解度パラメータの球体を示す図である。

[0051] 図１～図３において、グレースケールで濃く示される領域が、選択した潤滑液のハンセン球である。ハンセン球内に位置する溶媒が、潤滑液と親和性を示し、ハンセン球外に位置する液体が、潤滑液と非親和性を示す。図１～図３に例示したように、潤滑液と液体又は溶媒の選択は無数に存在するが、当業者であれば、要求に応じて、対象とする液体に対しては非親和性を示し、溶媒に対しては親和性を有する潤滑液を、適宜選択できる。

[0052] [接触角]

本発明のコーティング組成物に含まれる潤滑液は、大気中で、粒子と同じ材質からなる基板上に滴下した際の接触角が 0° である。これにより、後述

する図4において、粒子が多孔質下地層420を構成した際に、潤滑液からなる液膜430が多孔質下地層420上で安定となる。接触角は、JIS R 3257に準拠し、選択した潤滑液を選択した粒子と同じ材料からなる基板に滴下して測定され、十分な時間経過後の最終接触角である。このとき、評価に用いる基板は、多孔性であってもなくてもよい。

[0053] 本発明のコーティング組成物に含まれる潤滑液は、対象とする液体中で、粒子と同じ材質からなる基板上に滴下した際の接触角が 0° である。これにより、後述する図4において、潤滑液からなる液膜430表面上を対象とする液体が滑落する。接触角は、液体中とした以外は上述の接触角の測定方法と同じであり、十分な時間経過後の最終接触角である。

[0054] [潤滑液の体積比]

本発明のコーティング組成物は、溶媒及び潤滑液の総量に対する潤滑液の体積比が、0.09以上0.95以下の範囲を満たす。溶媒及び潤滑液の総量に対する潤滑液の体積比が0.09未満では、潤滑液が少ないため、液膜430を形成できず、滑液性を示さない。一方で、溶媒及び潤滑液の総量に対する潤滑液の体積比が0.95を超えると、潤滑液が多いため、相対的に粒子及びバインダ樹脂の割合が減り、多孔質下地層420上で潤滑液からなる皮膜が不安定となる。

[0055] 溶媒及び潤滑液の総量に対する潤滑液の体積比は、好ましくは、0.16以上0.95以下の範囲を満たす。この範囲であれば、可視光に対して透明なSLIPS被膜を形成できる。本願明細書では、可視光に対して透明とは、波長550nmに対して透過率が85%以上であることをいう。

[0056] 溶媒及び潤滑液の総量に対する潤滑液の体積比は、より好ましくは、0.6以上0.92以下の範囲である。この範囲であれば、滑落角を 1° 以下とすることができ、優れたSLIPS被膜となる。

[0057] [バインダ樹脂の含有量]

本発明のコーティング組成物は、溶媒及び潤滑液の総量に対するバインダ樹脂の含有量が、0.0004g/mL以上0.05g/mL以下の範囲を

満たす。溶媒及び潤滑液の総量に対するバインダ樹脂の含有量が、 0.0004 g/mL 未満、又は 0.05 g/mL を超えると、バインダ樹脂の量が不適切となり、多孔質下地層420を形成できない。

[0058] 溶媒及び潤滑液の総量に対するバインダ樹脂の含有量は、好ましくは、 0.0006 g/mL 以上 0.03 g/mL 以下の範囲である。この範囲であれば、多孔質下地層420の形成を促進できる。溶媒及び潤滑液の総量に対するバインダ樹脂の含有量は、より好ましくは、 0.1 g/mL 以上 0.5 g/mL 以下の範囲である。この範囲であれば、透過率の高い多孔質下地層420となる。

[0059] [粒子の含有量]

本発明のコーティング組成物では、粒子の含有量に制限はないが、好ましくは、溶媒及び潤滑液の総量に対する粒子の含有量は、 0.001 g/mL 以上 0.1 g/mL 以下の範囲を満たす。これにより、多孔質下地層420の形成を促進できる。溶媒及び潤滑液の総量に対する粒子の含有量は、より好ましくは、 0.005 g/mL 以上 0.05 g/mL 以下の範囲である。この範囲であれば、良質な多孔質下地層420が形成される。溶媒及び潤滑液の総量に対する粒子の含有量は、更に好ましくは、 0.005 g/mL 以上 0.02 g/mL 以下の範囲である。この範囲であれば、透過率の高い多孔質下地層420となり、滑落角の小さなSLIPS被膜となる。

[0060] [組み合わせの例]

対象とする液体が水の場合には、本発明のコーティング組成物は、好ましくは、シリカ粒子、アルミナ粒子、チタニア粒子、及びジルコニア粒子からなる群から選択される少なくとも一種の粒子と、室温硬化型シリコーン樹脂であるバインダ樹脂と、シリコーンオイル及び／又は脂肪酸である潤滑液と、イソプロパノール、ヘキサン、エタノール、アセトン、トルエン、ヘキサデカン、ジメチルスルホキシド、及びメチルエチルケトンからなる群から選択される少なくとも一種の溶媒と、を含有するとよい。これらの組み合わせであれば、上述の条件を満たし得るため、SLIPS被膜を形成でき、水を

滑落させることができる。

[0061] 当然ながら、対象とする液体が水以外の場合であっても、当業者であれば、上述の条件を満たすよう、表1～表6を参照し、コーティング組成物を適宜設計できる。水以外を対象とする液体としては、上述した溶媒、潤滑液、薬剤等任意の液体であってもよい。

[0062] <コーティング組成物の製造方法>

本発明のコーティング組成物の製造方法について説明する。

本発明のコーティング組成物の製造方法は、単に、上述の条件を満たすように、多孔質下地層を構成する粒子と、粒子を互いに固着させるバインダ樹脂と、対象とする液体に対しては非親和性を示し、バインダ樹脂とは親和性を示す潤滑液と、潤滑液と親和性を示す溶媒と、を混合するだけでよい。なお、粒子、バインダ樹脂、潤滑液、及び溶媒は、上述したとおりであるため説明を省略する。

[0063] <滑液性の表面を有する被膜の形成方法>

次に、本発明のコーティング組成物を用いて、滑液性の表面を有する被膜（SLIPS被膜）を形成する方法について説明する。

[0064] 図4は、本発明のコーティング組成物を用いた滑液性の表面を有する被膜の製造工程を示すフローチャートである。

[0065] 滑液性の表面を有する被膜は、物品上に形成されるため、被膜を形成したい物品410を用意する。用意した物品410に本発明のコーティング組成物を付与すればよい（ステップS410）。

[0066] 本願発明者らは、本発明のコーティング組成物を所望の物品410上に単に付与するだけで、滑液性の表面を有する被膜440を形成できることを見出した。物品410上にコーティング組成物が付与されると、溶媒の揮発が始まる。溶媒の揮発に伴い、粒子が物品410の表面に堆積し始め、粒子はバインダ樹脂により互いに固着し、多孔質下地層420となる。同時に、潤滑液は、形成された粒子からなる多孔質下地層420内に含浸しつつ、粒子表面（多孔質下地層420の表面）上に析出し、癒合する。これが多孔質下

地層 420 上の液膜 430 となる。このようにして、所望の物品 410 上に本発明のコーティング組成物を単にコーティングすることによって、滑液性の表面を有する被膜 440 を提供できる。

[0067] 組成物の付与とともに、物品 410 を加熱してもよい。これにより、溶媒の揮発を促進できる。あるいは、組成物の付与とともに、物品 410 の周囲の環境を減圧してもよい。これにより、溶媒の揮発を促進できる。当然ながら、加熱と減圧とを併用してもよい。

[0068] [物品]

物品 410 は、図 4 では簡単のため平板で示されているが、物品は平板に限らない。物品 410 の表面は、コーティング組成物を塗布できる限り制限はなく、例えば、曲率を有する表面であってもよいし、湾曲していてもよいし、凹凸を有していてもよい。

[0069] 物品 410 の材料は、本発明のコーティング組成物を塗布できる限り制限はないが、密着性の観点から、ガラス、プラスチック、ゴム、半導体、金属、カーボン、及びセラミックからなる群から選択される少なくとも一種の材料からなる表面を有するとよい。

[0070] ガラスは、ケイ酸塩を主成分とするケイ酸塩ガラス（ソーダ石灰ガラス、ホウケイ酸ガラス、石英を含む）に限らず、アクリルガラス、カルコゲン化物ガラス、金属ガラス、有機ガラスであってよい。

[0071] プラスチックは、いわゆる合成樹脂である。ゴムは、天然ゴム、合成ゴムのいずれであってもよい。半導体は、シリコン半導体、ゲルマニウム半導体、GaAs、GaP、InP、InGaAs 等の化合物半導体であってよい。金属は、金属単体であってもよいし、ステンレス鋼等の合金であってもよい。

[0072] カーบอนは、炭素繊維積層板、炭素繊維強化プラスチック（CFRP）、又は炭素繊維強化複合材料であってよい。セラミックは、無機物を加熱焼結させた焼結体であるが、例えば、金属又は非金属の、酸化物、炭化物、窒化物、ホウ化物、酸窒化物、酸ホウ化物等であってよい。

[0073] [付与の方法]

付与の方法は、特に制限はなく、公知の手法を用いることができ、例えば、浸漬コート法、フローコート法、流し塗り、カーテンコート法、スピコート法、スプレーコート法、エアレススプレーコート法、バーコート法、ロールコート法、及び刷毛塗りからなる群から選択される少なくとも一種の手法を用いることができる。

[0074] 乾燥は必須ではないが、被膜の形成を促進させる目的で、あるいは、特別な環境下においては、乾燥を行ってもよい。乾燥は、例えば、加熱、風乾（熱風、冷風を含む）、凍結乾燥などであってよい。

[0075] コーティング組成物の付与に先立って、物品410の表面を洗浄してもよい。洗浄は、水、アルコール等による洗浄であってよい。これにより、表面の汚染物が除去され、物品410とSLIPS被膜440との密着性が向上し得る。

[0076] <滑液性物品キット>

本発明の滑液性物品キットは、本発明のコーティング組成物と技術的指示書とを備えるものである。

[0077] 本発明の滑液性物品キットによれば、コーティング組成物を物品に付与し、物品表面に滑液性を有する被膜を形成するための情報が記録された技術的指示書を備えるため、ユーザは、この技術的指示書を参照することで、所望の物品表面に滑液性を有する被膜を形成できる。コーティング組成物については、上述したとおりであるため説明を省略する。滑液性の表面を有する被膜を形成するための情報については、上述したコーティング組成物を用いた滑液性の表面を有する被膜の形成方法が適用される。

[0078] 本明細書において、上述情報が記録された技術的指示書は、例えば、磁気記録媒体、光記録媒体、及び半導体メモリ等のコンピュータが読み取り可能な記録媒体、紙、フィルム、及び布帛等の媒体であってよい。

[0079] 技術的指示書への記録の形態としては特に制限されず、ヒト、及び／又はコンピュータが直接読み取り可能となるように記録されていてもよいし、イ

ンターネット等の通信回線を通して読み取り可能となるような手段（例えば、コーティング組成物を塗布する方法が記載された文書のURL、及び上記URLが記載された（2次元）バーコード等）が記録されていてもよい。本明細書において、記録とは、紙媒体に印刷されて記載されたもの等も含むものとする。

[0080] 特に制限されるものではないが、典型的な滑液性物品キットとしては、例えば、容器と、容器に収容されたコーティング組成物と、上記容器に貼付されたラベルシールとを有し、上記ラベルシールは、コーティング組成物を物品に付与する方法が記載されたラベルシールである形態が挙げられる。ラベルシールに記載された「コーティング組成物を付与する方法」としては、例えば、好ましい付与方法、対象とする液体の種類等が挙げられる。

[0081] <用途>

次に、本発明のコーティング組成物又は滑液性物品キットを用いた応用例を示す。

図5は、コーティング組成物を用いた滑液性の表面を有する被膜510を備えた食品容器を示す模式図である。

[0082] ここでは、食品容器に収容される食品がマヨネーズドレッシングであり、対象とする液体がマヨネーズドレッシングであるものとする。マヨネーズドレッシングに対して滑液性の表面を有する被膜を形成するコーティング組成物としては、例えば、粒子としてシリカナノ粒子と、バインダ樹脂としてポリジメチルシロキサンと、潤滑液としてシリコンオイルと、溶媒としてイソプロパノールと、を含有するコーティング組成物を用いる。

[0083] 図4の滑液性の表面を有する被膜の製造方法、又は滑液性物品キットの技術的指示書にしたがって、食品容器の内壁に本発明のコーティング組成物を付与し、内壁に滑液性の表面を有する被膜510を形成する。

[0084] これにより、対象とする液体（ここではマヨネーズドレッシング）は、食品容器の内壁に対して滑落するため、食品容器内に残留することなく、ユーザは最後まで使い切ることができ、廃棄に際しても食品容器の洗浄などを不

要とする。

[0085] 図6は、コーティング組成物を用いた滑液性の表面を有する被膜610を備えた自動車を示す模式図である。

[0086] ここでは、対象とする液体が雨や雪などの水であるものとする。上記した、対象とする液体が水の場合に例示したコーティング組成物を用いて、図4の滑液性の表面を有する被膜の製造方法、又は滑液性物品キットの技術的指示書にしたがって、自動車のフロントガラスに本発明のコーティング組成物を付与し、フロントガラス表面に滑液性の表面を有する被膜610を形成する。

[0087] これにより、対象とする液体（ここでは雨などの水）は、フロントガラス表面を滑落するため、雨などの際に、ユーザは良好な視界を確保できる。また、このようにして得られた滑液性の表面を有する被膜610は、自己修復性を有するため、ワイパーによる摩擦によっても、被膜が破壊することなく、耐久性に優れる。

[0088] 更に、本発明のコーティング組成物は、所望の物品の上に単に付与するだけで、滑液性の表面を有する被膜を形成できるため、本発明のコーティング組成物は、自動車のフロントガラスを洗浄するためのウォッシャー液として使用することで、滑液性の表面を有する被膜610を形成できる。

[0089] 図5、図6を参照して、本発明のコーティング組成物の応用例について示したが、これらは例示であって、食品、自動車以外にも、医療、化学工業、石油産業、農業等任意の産業に適用できることはいうまでもない。

[0090] 次に具体的な実施例を用いて本発明を詳述するが、本発明がこれら実施例に限定されないことに留意されたい。

実施例

[0091] <使用した原料>

(1) 粒子

多孔質下地層を構成する粒子として、以下を使用した。

・疎水性シリカナノ粒子1（日本アエロジル株式会社製、AEROSIL

- RX 200、粒径；12 nm、BET比表面積； $142 \pm 25 \text{ m}^2/\text{g}$)
- ・疎水性シリカナノ粒子2（日本アエロジル株式会社製、AEROSIL RX 50、粒径；40 nm、BET比表面積； $35 \pm 10 \text{ m}^2/\text{g}$)
 - ・疎水性シリカナノ粒子3（日本アエロジル株式会社製、AEROSIL RX 300、粒径；7 nm、BET比表面積； $200 \pm 20 \text{ m}^2/\text{g}$)
 - ・疎水性シリカナノ粒子4（信越化学工業株式会社製、QSG-10、粒径；14 nm、BET比表面積； $160 \text{ m}^2/\text{g}$)
 - ・疎水性シリカナノ粒子5（信越化学工業株式会社製、QSG-30、粒径；40 nm、BET比表面積； $150 \text{ m}^2/\text{g}$)
 - ・疎水性シリカナノ粒子6（信越化学工業株式会社製、QSG-100、粒径；117 nm、BET比表面積； $25 \text{ m}^2/\text{g}$)
 - ・親水性シリカナノ粒子7（日本アエロジル株式会社製、AEROSILOX 50、粒径；40 nm、BET比表面積； $50 \pm 15 \text{ m}^2/\text{g}$)
 - ・親水性シリカナノ粒子8（日本アエロジル株式会社製、AEROSIL 200、粒径；12 nm、BET比表面積； $200 \pm 25 \text{ m}^2/\text{g}$)
 - ・親水性アルミナナノ粒子（日本アエロジル株式会社製、AEROXIDE Alu 65、粒径；50 nm、BET比表面積； $55 \sim 75 \text{ m}^2/\text{g}$)
 - ・疎水性チタニアナノ粒子（日本アエロジル株式会社製、AEROXIDE TiO₂ NKT90、粒径；14 nm、BET比表面積； $55 \sim 75 \text{ m}^2/\text{g}$)

[0092] (2) バインダ樹脂

バインダ樹脂として、以下を使用した。いずれも、ポリジメチルシロキサンを骨格とするシリコーン樹脂である。

- ・1液性室温硬化型(RTV)シリコーンゴム（ダウケミカル社製、DOWSIL（登録商標）HC 2100）
- ・2液性室温硬化型(RTV)シリコーンゴム（ダウケミカル社製、SYLGARD（登録商標）184 Silicone Elastomer Kit）

[0093] (3) バインダ樹脂

溶媒、液体、又は潤滑液として、以下を使用した。

- ・ イソプロパノール（富士フィルム和光純薬社製）
- ・ ヘキサン（富士フィルム和光純薬社製）
- ・ エタノール（富士フィルム和光純薬社製）
- ・ ジクロロペンタンフルオロプロパン（AGC株式会社製、アサヒクリン（登録商標） AK-225）
- ・ アセトン（富士フィルム和光純薬社製）
- ・ トルエン（富士フィルム和光純薬社製）
- ・ n-ヘキサデカン（富士フィルム和光純薬社製）
- ・ 超純水
- ・ シリコンオイル1（Gelest社製、DMS-T11、平均分子量； 1250 g/mol 、粘度； $1 \times 10^{-8}\text{ m}^2/\text{s}$ ）
- ・ シリコンオイル2（アズワン株式会社製、ASO-100、粘度； $1 \times 10^{-4}\text{ m}^2/\text{s}$ ）
- ・ オレイン酸（富士フィルム和光純薬社製）
- ・ パーフルオロポリエーテル（Chemours社製、Krytox（登録商標） GPL-103）
- ・ 流動パラフィン（富士フィルム和光純薬社製）
- ・ グリセリン（グリセロール）（東京化成工業社製）
- ・ ポリエチレングリコール（富士フィルム和光純薬社製、PEG-400、数平均分子量；400）

[0094] <例1～44>

[コーティング組成物の調製]

例1～44では、種々のコーティング組成物を調製し、それを用いた被膜を形成した。詳細には、表7～17に示す配合成分及び配合組成を満たすように、ナノ粒子、バインダ樹脂、溶媒、及び潤滑液を、それぞれ秤量し、室温（20℃）にてマグネチックスターラーにより攪拌し、コーティング組成

物を調製した。

[0095] [潤滑液の接触角の測定]

表に示すナノ粒子を板状に成形した基板を用意し、大気中又は水中で、表に示す潤滑液を滴下した際の接触角を調べた。また、バイング樹脂からなる基板を用意し、大気中で、表に示す潤滑液を滴下した際の接触角を調べた。接触角は、接触角計（協和界面科学株式会社製、Drop master-S A-C s 1）により2θ法によって測定した。結果を図9及び表7～表17に示す。

[0096] <被膜の作製>

得られたコーティング組成物をガラス板（大きさ1.0×26×76mm、武藤化学株式会社製）に付与し、被膜を作製した（図4のステップS410）。付与は、コーティング組成物をスプレーする（スプレーコート）か、又はコーティング組成物にガラス板を浸漬する（浸漬コート）かによって行った。

[0097] [被膜の観察]

例1で得られた被膜の様子を、走査型電子顕微鏡（FE-SEM、株式会社日立ハイテク製、S-4800）により観察した。観察結果を図7に示す。また、例10～12、及び例14～15により得られた被膜の観察結果を、図10に示す。

[0098] [被膜の水接触角及び水滑落角の測定]

得られた被膜表面に水滴5μLを滴下した際の水接触角を測定した。また、被膜表面に水滴5μLを滴下し、ガラス板を傾斜させた際の水滴の滑落角を測定した。測定結果を、図8、図11、図15～図17、及び表7～表17に示す。なお、表中「－」は、水滴が滑落しなかった場合を示す。

[0099] [自己修復性の評価]

このようにして得られた被膜の表面に、約0.3Nで45°の角度から刃幅0.4mmのカッターで傷をつけて放置し、自己修復性を調べた。評価基準を以下に示す。評価結果を、図18、及び表7～表17に示す。

○：傷が目視にて消失し、自己修復性有

△：傷は目視にて観察されるが、滑落角に変化はなく、自己修復性やや有

×：傷が消えず、水滴が傷部位により滑落しないため、自己修復性なし

[0100] [透過率の測定]

被膜が形成されたガラス板の透過特性を分光光度計（日本分光社製、V-770）により測定した。具体的には、波長550nmにおける透過率（%）を測定した。測定結果を、図12、及び表7～表17に示す。

[0101] [SEM観察]

例1、及び例21～25で得られた被膜が形成されたガラス板に、超臨界乾燥を行い、粒子からなる多孔質下地層の状態をSEM観察し、SEM付属のエネルギー分散型X線分光法（EDX）により組成を調べた。超臨界乾燥には、超臨界乾燥装置（山友技術社製、SYGLCP-81）を用い、超臨界流体として二酸化炭素を使用した。観察結果を図13に示す。

[0102] [多孔質下地層の表面粗さの測定]

例1、及び例21～25で得られた被膜について、レーザー顕微鏡（オリンパス社製、OLS5100）を用いて、多孔質下地層の表面粗さを測定した。表面粗さの測定結果を図14に示すとともに、表面粗さと、上記で得られた被膜の水接触角及び水滑落角との関係を図15に示す。

[0103] 上記で得られた結果をまとめて説明する。なお、表7～表17は、スプレーコートの結果のみを示す。

[0104] 図7は、例1のコーティング組成物を用いた被膜の様子を示す図である。

図8は、例1～3、及び例5のコーティング組成物から形成された被膜の水滑落角を示す図である。

[0105] 図7によれば、例1のコーティング組成物をスプレーにより付与したガラス板に水滴を滴下したところ、水滴が滑落する様子が確認され、ガラス板上に滑液性の表面が形成されたことが判った。SEM像によれば、滑液性の表面は、ごつごつとした様態を示す多孔質下地層と、その上に形成された液膜

とからなることが判った。溶媒は常温常圧にて揮発性を有するため、液膜は潤滑液である。このことから、例1のコーティング組成物は、対象とする液体（ここでは水）に対して滑液性の表面を有する被膜を形成するコーティング組成物であることが示された。

[0106] 図示しないが、浸漬コートによって形成した被膜も同様に、水滴が滑落することを確認した。また、例11～18、例21～32、例34～35、及び例39～42のコーティング組成物を用いて、ガラス板にスプレーコート及び浸漬コートしたところ、いずれも、水滴に対して滑液性の表面が形成された。

[0107] 表4に示すように、例1のコーティング組成物において、潤滑液であるシリコンオイル1は、対象とする液体である水に対しては非親和性を示し、溶媒であるイソプロパノールに対しては親和性を示すことを確認した。バインダ樹脂である1液性RTVシリコンゴムは、シリコンオイル1と類似の化学物質であり、潤滑液に対して親和性を示す。なお、イソプロパノールは、常温常圧において揮発することが知られている。

[0108] 図8及び表7に示す例1～5の組成物を用いた結果を比較すると、粒子、バインダ樹脂、潤滑液及び溶媒のすべてを含有する例1のコーティング組成物は、滑液性を有する表面を形成できたが、これらの一部のみを含有する例2～3、及び例5のコーティング組成物は、滑液性を有する表面を形成しないことが分かった。また、潤滑液を含有しない例4のコーティング組成物は、特許文献1と同様であり、転落性の表面である。このことから、SLIPS被膜を形成するコーティング組成物は、粒子、バインダ樹脂、潤滑液、及び溶媒を、必須の成分とすることが示された。

[0109] 図9は、例1の粒子からなる基板と潤滑液との接触角を示す図である。

[0110] 図9(A)は、大気中で、シリコンオイル1をシリカナノ粒子からなる基板上に滴下し、7秒経過後の様子を示したものである。最終接触角は0°であり、シリコンオイル1は、シリカナノ粒子上で安定であることを確認した。なお、図示しないが、例21～25のシリカナノ粒子においても同様

に、最終接触角は 0° となることを確認した。図9 (B) は、水中で、シリコンオイル1をシリカナノ粒子からなる基板上に滴下し、7秒後の様子を示したものである。最終接触角は 0° であり、水はシリコンオイル1上を滑ることができることを確認した。

[0111] 図示しないが、表に示す2種類のシリコンゴム（シリコン樹脂）の基板に、種々の潤滑液を滴下したところ、接触角はいずれも、 10° 以下であることを確認した。このことから、表に示す潤滑液とバインダ樹脂とは、親和性を有するといえる。

[0112] また、表11、及び表12に示す例1、及び例33～38の組成物を用いた結果を比較すると、粒子、バインダ樹脂、潤滑液、及び溶媒を含有する組成物が、以下のすべての条件を満たすことにより、水に対して滑液性の表面を形成できることが示された。

- ・潤滑液が、水とは非親和性を示し、バインダ樹脂とは親和性を示すこと
- ・溶媒が潤滑液と親和性を示すこと
- ・大気中で、潤滑液をナノ粒子と同じ材質からなる基板上に滴下した際の最終接触角は、 0° であること
- ・対象とする液体（ここでは水）中で、潤滑液をナノ粒子からなる基板上に滴下した際の最終接触角は、 0° であること

[0113] 図10は、例10～12、及び例15のコーティング組成物から形成された被膜の様子を示す図である。

図11は、例1、及び例6～20のコーティング組成物から形成された被膜の水接触角及び水滑落角の潤滑液の割合依存性を示す図である。

図12は、例1、及び例6～20のコーティング組成物から形成された被膜の透過率の潤滑液の割合依存性を示す図である。図中、破線で示されたデータは、コーティング組成物が適用されていない未コートガラス基板の透過率である。

[0114] 図10によれば、コーティング組成物中の総液量（すなわち、溶媒と潤滑液との合計）に対する潤滑液の体積比（割合） ϕ_{lub} が小さいと、多孔質下地

層が露出し、潤滑液の体積比（割合） ϕ_{lub} が大きくなると、多孔質下地層が液膜で被覆されることが判る。

[0115] 図 1 1、及び表 7～表 1 1 を参照し、例 1、及び例 6～2 0 のコーティング組成物を用いた結果を比較する。例 1、及び例 1 1～1 8 のコーティング組成物からは、対象とする液体（ここでは水）に対して滑液性の表面を有する被膜を形成できることが判った。一方、例 1 0 のコーティング組成物、及びそれよりも潤滑液の体積比（割合） ϕ_{lub} の小さい例 6～9 のコーティング組成物から形成される被膜は、液膜が十分に形成されず、滑液性を示さないことが分かった。また、潤滑液の体積比（割合） ϕ_{lub} の大きい例 1 9 及び例 2 0 のコーティング組成物から形成される被膜は、粒子及びバインダ樹脂の密度が低下し、滑液性を示さないことが判った。このことから、コーティング組成物中の溶媒及び潤滑液の総量に対する潤滑液の体積比（割合） ϕ_{lub} は、0. 0 9 以上 0. 9 5 以下の範囲を満たすことが必要であることが示された。

[0116] 図 1 1 において、潤滑液の体積比（割合） ϕ_{lub} が 0. 0 9 未満のコーティング組成物は、特許文献 1 の組成物に相当する。図 1 2、及び表 8～表 9 に示されるように、潤滑液の体積比（割合） ϕ_{lub} が 0. 0 9 未満のコーティング組成物を用いた場合には、水接触角が 1 3 0° を超える被膜を形成できるが、このような被膜であっても水滑落性を有しない。これは、特許文献 1 が転落に関し、滑液性の表面の技術とはメカニズムが異なるためである。

[0117] 更に、図 1 2、及び表 7～表 1 1 を参照すると、潤滑液の体積比（割合） ϕ_{lub} が大きくなると、可視光に対して透明な滑液性の表面が得られることが分かった。このことから、透明な滑液性表面を必要とする場合には、コーティング組成物中の溶媒及び潤滑液の総量に対する潤滑液の体積比（割合） ϕ_{lub} が、0. 1 6 以上 0. 9 5 以下の範囲を満たすようにするとよい。

[0118] 表 1 7 を参照し、例 1、及び例 4 2～4 4 のコーティング組成物を用いた結果を比較する。例 1、及び例 4 2 の組成物からは、対象とする液体（ここでは水）に対して滑液性の表面を有する被膜を形成できることが判った。

一方、バインダ樹脂の含有量が 0.05 g/mL を超える例43及び例44の組成物からは、バインダ樹脂により潤滑液の流動性が妨げられ、滑液性を示さないことが分かった。このことから、潤滑液と溶媒との総量に対するバインダ樹脂の含有量は、 0.0004 g/mL 以上 0.05 g/mL 以下の範囲を満たすことが必要であることが示された。

[0119] 図13は、例1、及び例21～25のコーティング組成物から形成された被膜の多孔質下地層のSEM像を示す図である。

図14は、例1、及び例21～25のコーティング組成物から形成された被膜の多孔質下地層の表面粗さを示す図である。

[0120] 図13によれば、下地層は、粒径の種類や大きさに関わらず、ナノ粒子が凝集した多孔質下地層であることが分かった。また、図14によれば、多孔質下地層の表面粗さは、 $0.1\text{ }\mu\text{m}$ 以上 $0.25\text{ }\mu\text{m}$ 以下の範囲を有していた。表11～13を参照すれば、例1、及び例21～29のコーティング組成物に示すように、粒径の種類や大きさに関わらず、対象とする液体（ここでは水）に対して滑液性の表面を有する被膜を形成できることが判った。更に、例1、例40、及び例41のコーティング組成物から、粒子の含有量に関わらず、水に対して滑液性の表面を有する被膜を形成できることが分かった。

[0121] 図15は、例1、及び例21～25のコーティング組成物から形成され被膜の水接触角及び水滑落角の多孔質下地層の表面粗さ依存性を示す図である。

図16は、例1、及び例21～25のコーティング組成物から形成された被膜の水接触角及び水滑落角の粒子のBET比表面積依存性を示す図である。

図17は、例1、及び例21～25のコーティング組成物から形成された被膜の水滑落角の粒子の粒径（一次粒子径）依存性を示す図である。

[0122] 図15によれば、多孔質下地層の表面粗さの大きさに関わらず、例1、及び例21～29のコーティング組成物を用いれば、対象とする液体（ここで

は水）に対して滑液性の表面を有する被膜を形成できることが判った。

[0123] 図 1 6 によれば、粒子の B E T 比表面積の大きさに関わらず、例 1、及び例 2 1 ～ 2 9 のコーティング組成物を用いれば、対象とする液体（ここでは水）に対して滑液性の表面を有する被膜を形成できることが判った。

[0124] 図 1 7 によれば、粒子の粒径に関わらず、例 1、及び例 2 1 ～ 2 9 のコーティング組成物を用いれば、対象とする液体（ここでは水）に対して滑液性の表面を有する被膜を形成できることが判った。

[0125] 図 1 8 は、例 1 のコーティング組成物から形成された被膜の自己修復性を示す図である。

[0126] 図 1 8 によれば、例 1 のコーティング組成物を用いた被膜につけたひっかき傷は、2 秒後にはほぼ修復することが判った。このような自己修復性は、S L I P S に特徴的な現象であることが知られている。これは、ナノ粒子からなる下地層に損傷があっても、その損傷部位を液膜が被覆することにより、引き続き S L I P S として機能するためである。このことから、本発明のコーティング組成物を用いれば、含浸などする必要なく、コーティングにより滑液性の表面を有する被膜（S L I P S）が形成されることが示された。

[0127]

[表7]

			例1	例2	例3	例4	例5
成分	ナノ粒子 [g]	疎水性シリカナノ粒子 1	0.06	0.08		0.06	
		疎水性シリカナノ粒子 2					
		疎水性シリカナノ粒子 3					
		疎水性シリカナノ粒子 4					
		疎水性シリカナノ粒子 5					
		疎水性シリカナノ粒子 6					
		親水性シリカナノ粒子 1					
		親水性シリカナノ粒子 2					
		親水性アルミナノ粒子					
		疎水性チタニアノ粒子					
	バインダ樹脂 [g]	1液性RTVシリコーンゴム	0.04		0.04	0.04	
		2液性RTVシリコーンゴム					
	溶媒 [mL]	イソプロパノール	5	5	5	5	5
		ヘキサン					
		エタノール					
		ジクロロベンタフルオロプロパン					
		水 (超純水)					
	潤滑液 [mL]	シリコーンオイル 1	2	2	2		2
		シリコーンオイル 2					
		オレイン酸					
		パーフルオロポリエーテル					
		流動パラフィン					
		ポリエチレングリコール					
潤滑液[mL]/ (潤滑液と溶媒との合計量[mL]) ϕ_{lub}			0.2857	0.2857	0.2857	—	0.2857
潤滑液 [mL]/溶媒[mL]			0.4	0.4	0.4	—	0.4
ナノ粒子 [g]/ (潤滑液と溶媒との合計量[mL]) [g/mL]			0.0114	0.0114	—	0.016	—
バインダ樹脂[g]/ (潤滑液と溶媒との合計量[mL]) [g/mL]			0.006	0.006	0.006	0.008	0.006
条件	潤滑液は、水とは非親和性を示し、 バインダ樹脂とは親和性を示す		yes	—	yes	—	—
	溶媒は、潤滑液と親和性を示し、 常温常圧で揮発性である		yes	yes	yes	—	—
	大気中で、潤滑液を ナノ粒子と同じ材質からなる基板上に滴下した際の 接触角は、0°である		yes	yes	—	—	—
	水中で、潤滑液を ナノ粒子と同じ材質からなる基板上に滴下した際の 接触角は、0°である		yes	yes	—	—	—
評価	水接触角[°]		105.9±2.4	107.2±1.5	108.4±3.11	160.1±4.3	77.2±6.0
	水濡湿角[°]		5.4±4.4	×	×	3.0±2.6	×
	自己修復性		○	○	○	×	○
	透過率[%]		92.8	59.1	92.6	83.8	92.2

[0128]

[表8]

			例 1	例 6	例 7	例 8	例 9
成分	ナノ粒子 [g]	疎水性シリカナノ粒子 1	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
		疎水性シリカナノ粒子 2					
		疎水性シリカナノ粒子 3					
		疎水性シリカナノ粒子 4					
		疎水性シリカナノ粒子 5					
		疎水性シリカナノ粒子 6					
		親水性シリカナノ粒子 1					
		親水性シリカナノ粒子 2					
		親水性アルミナナノ粒子					
	疎水性チタニアナノ粒子						
	バインダ樹脂 [g]	1液性RTVシリコーンゴム	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
		2液性RTVシリコーンゴム					
	溶媒 [mL]	イソプロパノール	5	5	5	5	5
		ヘキサン					
		エタノール					
		ジクロロベンゾフルオロアロバン					
		水 (超純水)					
	潤滑液 [mL]	シリコーンオイル 1	2	0.001	0.01	0.05	0.1
		シリコーンオイル 2					
		オレイン酸					
		パーフルオロポリエーテル					
		流動パラフィン					
	ポリビニルピロリドン						
潤滑液[mL]/(潤滑液と溶媒との合計量[mL]) ϕ_{lub}			0.2857	0.0002	0.0020	0.0099	0.0196
潤滑液 [mL]/溶媒[mL]			0.4	0.0002	0.002	0.01	0.02
ナノ粒子[g]/(潤滑液と溶媒との合計量[mL]) [g/mL]			0.0114	0.0160	0.0160	0.0158	0.0157
バインダ樹脂[g]/(潤滑液と溶媒との合計量[mL]) [g/mL]			0.006	0.008	0.008	0.008	0.008
条件	潤滑液は、水とは非親和性を示し、バインダ樹脂とは親和性を示す		yes	yes	yes	yes	yes
	溶媒は、潤滑液と親和性を示し、室温常圧で揮発性である		yes	yes	yes	yes	yes
	大気中で、潤滑液をナノ粒子と同じ材質からなる基板の上に滴下した際の接触角は、0°である		yes	yes	yes	yes	yes
	水中で、潤滑液をナノ粒子と同じ材質からなる基板の上に滴下した際の接触角は、0°である		yes	yes	yes	yes	yes
評価	水接触角[°]		105.9±2.4	155.3±3.0	151.3±2.1	139.6±0.8	138.3±2.4
	水濡湿角[°]		5.4±4.4	×	×	×	×
	自己修復性		○	×	×	×	×
	透過率[%]		92.8	84.2	81.9	69.0	71.9

[0129]

[表9]

			例1	例10	例11	例12	例13
成分	ナノ粒子 [g]	疎水性シリカナノ粒子1	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
		疎水性シリカナノ粒子2					
		疎水性シリカナノ粒子3					
		疎水性シリカナノ粒子4					
		疎水性シリカナノ粒子5					
		疎水性シリカナノ粒子6					
		親水性シリカナノ粒子1					
		親水性シリカナノ粒子2					
		親水性アルミナナノ粒子					
		疎水性チタニアナノ粒子					
	バインダ樹脂 [g]	1液性RTVシリコンゴム	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
		2液性RTVシリコンゴム					
	溶媒 [mL]	イソプロパノール	5	5	5	5	5
		ヘキサン					
		エタノール					
		ジクロロペンタフルオロプロパン					
		水（超純水）					
	潤滑液 [mL]	シリコンオイル1	2	0.25	0.5	1	1.5
		シリコンオイル2					
		オレイン酸					
		パーフルオロポリエーテル					
		流動パラフィン					
		ポリジメチルグリコール					
潤滑液[mL]/（潤滑液と溶媒との合計量[mL]） ϕ_{lub}			0.2857	0.0476	0.0909	0.1667	0.2308
潤滑液 [mL]/溶媒[mL]			0.4	0.05	0.1	0.2	0.3
ナノ粒子 [g]/（潤滑液と溶媒との合計量[mL]） [g/mL]			0.0114	0.0152	0.0145	0.0133	0.0123
バインダ樹脂[g]/（潤滑液と溶媒との合計量[mL]） [g/mL]			0.006	0.008	0.007	0.007	0.006
条件	潤滑液は、水とは非親和性を示し、バインダ樹脂とは親和性を示す		yes	yes	yes	yes	yes
	溶媒は、潤滑液と親和性を示し、常温常圧で揮発性である		yes	yes	yes	yes	yes
	大気中で、潤滑液をナノ粒子と同じ材質からなる基板上に滴下した際の接触角は、0°である		yes	yes	yes	yes	yes
	水中で、潤滑液をナノ粒子と同じ材質からなる基板上に滴下した際の接触角は、0°である		yes	yes	yes	yes	yes
評価	水接触角[°]		105.9±2.4	110.0±3.5	107.5±3.4	104.8±2.7	107.2±2.5
	水濡湿角[°]		5.4±4.4	29.4±8.3	12.8±7.4	9.6±5.0	10.8±5.0
	自己修復性		○	×	×	△	○
	透過率[%]		92.8	40.0	40.1	72.9	89.3

[0130]

[表10]

			例 1	例 1 4	例 1 5	例 1 6	例 1 7
成分	ナノ粒子 [g]	疎水性シリカナノ粒子 1	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
		疎水性シリカナノ粒子 2					
		疎水性シリカナノ粒子 3					
		疎水性シリカナノ粒子 4					
		疎水性シリカナノ粒子 5					
		疎水性シリカナノ粒子 6					
		親水性シリカナノ粒子 1					
		親水性シリカナノ粒子 2					
		親水性アルミナナノ粒子					
	バインダ樹脂 [g]	1液性RTVシリコーンゴム	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
		2液性RTVシリコーンゴム					
	溶媒 [mL]	イソプロパノール	5	5	5	5	5
		ヘキサン					
		エタノール					
		シクロペンタフルオロプロパン					
	潤滑液 [mL]	水 (超純水)					
		シリコーンオイル 1	2	2.5	5	10	20
		シリコーンオイル 2					
		オレイン酸					
		パーフルオロポリエーテル					
		流動パラフィン					
		ポリエチレングリコール					
	潤滑液 [mL]/ (潤滑液と溶媒との合計量 [mL]) opub			0.2857	0.3333	0.5	0.6667
潤滑液 [mL]/溶媒 [mL]			0.4	0.5	1	2	4
ナノ粒子 [g]/ (潤滑液と溶媒との合計量 [mL]) [g/mL]			0.0114	0.0107	0.0080	0.0053	0.0032
バインダ樹脂 [g]/ (潤滑液と溶媒との合計量 [mL]) [g/mL]			0.005	0.005	0.004	0.003	0.002
条件	潤滑液は、水とは非親和性を示し、バインダ樹脂とは親和性を示す		yes	yes	yes	yes	yes
	溶媒は、潤滑液と親和性を示し、常温常圧で揮発性である		yes	yes	yes	yes	yes
	大気中で、潤滑液をナノ粒子と同じ材質からなる基板上に滴下した際の接触角は、0°である		yes	yes	yes	yes	yes
	水中で、潤滑液をナノ粒子と同じ材質からなる基板上に滴下した際の接触角は、0°である		yes	yes	yes	yes	yes
評価	水接触角 [°]		105.9±2.4	101.5±4.4	93.4±1.3	102.1±6.8	107±2.6
	水濡湿角 [°]		5.4±4.4	4.2±1.9	2.2±0.4	0.2±0.4	0.6±0.5
	自己修復性		○	○	○	○	○
	透過率 [%]		92.8	93.4	93.7	91.6	92.4

[0131]

[表11]

			例1	例18	例19	例20	例21
成分	ナノ粒子 [g]	疎水性シリカナノ粒子1	0.08	0.08	0.08	0.08	
		疎水性シリカナノ粒子2					0.08
		疎水性シリカナノ粒子3					
		疎水性シリカナノ粒子4					
		疎水性シリカナノ粒子5					
		疎水性シリカナノ粒子6					
		親水性シリカナノ粒子1					
		親水性シリカナノ粒子2					
		親水性アルミナナノ粒子					
	バインダ樹脂 [g]	1.溶性RTVシリコーンゴム	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
		2.液性RTVシリコーンゴム					
	溶媒 [mL]	イソプロパノール	5	5	5	5	5
		ヘキサン					
		エタノール					
		シクロペンタフルオロプロパン					
	潤滑液 [mL]	水（超純水）					
		シリコーンオイル1	2	50	100	250	2
		シリコーンオイル2					
		オレイン酸					
		パーフルオロポリエーテル					
		流動パラフィン					
		ポリエチレングリコール					
	潤滑液[mL]/（潤滑液と溶媒との合計量[mL]）φlub			0.2857	0.9091	0.9524	0.9804
潤滑液 [mL]/溶媒[mL]			0.4	10	20	50	0.4
ナノ粒子[g]/（潤滑液と溶媒との合計量[mL]） [g/mL]			0.0114	0.0015	0.0008	0.0003	0.0114
バインダ樹脂[g]/（潤滑液と溶媒との合計量[mL]） [g/mL]			0.006	0.001	0.00038	0.00016	0.006
条件	潤滑液は、水とは非親和性を示し、バインダ樹脂とは親和性を示す		yes	yes	yes	yes	yes
	溶媒は、潤滑液と親和性を示し、常温常圧で揮発性である		yes	yes	yes	yes	yes
	大気中で、潤滑液をナノ粒子と同じ材質からなる基板上に滴下した際の接触角は、0°である		yes	yes	yes	yes	yes
	水中で、潤滑液をナノ粒子と同じ材質からなる基板上に滴下した際の接触角は、0°である		yes	yes	yes	yes	yes
評価	水接触角[°]		105.9±2.4	98.8±5.1	69.1±12.1	61.6±4.1	107.3±2.0
	水濡湿角[°]		5.4±4.4	0.2±0.4	×	×	1.0±0.8
	自己修復性		○	○	○	○	○
	透過率[%]		92.8	90.1	92.2	92.2	86.2

[0132]

[表12]

			例 1	例 2 2	例 2 3	例 2 4	例 2 5
成分	ナノ粒子 [g]	疎水性シリカナノ粒子 1	0.08				
		疎水性シリカナノ粒子 2					
		疎水性シリカナノ粒子 3		0.08			
		疎水性シリカナノ粒子 4			0.08		
		疎水性シリカナノ粒子 5				0.08	
		疎水性シリカナノ粒子 6					0.08
		親水性シリカナノ粒子 1					
		親水性シリカナノ粒子 2					
	バインダ樹脂 [g]	親水性アルミナナノ粒子					
		疎水性チタナナノ粒子					
	溶媒 [mL]	1液性RTVシリコーンゴム	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
		2液性RTVシリコーンゴム					
		イソプロパノール	5	5	5	5	5
		ヘキサン					
		エタノール					
	潤滑液 [mL]	ジクロロベンタフルオロアロパン					
		水 (超純水)					
		シリコーンオイル 1	2	2	2	2	2
		シリコーンオイル 2					
		オレイン酸					
		パーフルオロポリエーテル					
	条件	流動パラフィン					
		ポリエチレングリコール					
潤滑液 [mL]/ (潤滑液と溶媒との合計量 [mL]) ϕ_{lub}			0.2857	0.2857	0.2857	0.2857	0.2857
潤滑液 [mL]/溶媒 [mL]			0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
ナノ粒子 [g]/ (潤滑液と溶媒との合計量 [mL]) [g/mL]			0.0114	0.0114	0.0114	0.0114	0.0114
バインダ樹脂 [g]/ (潤滑液と溶媒との合計量 [mL]) [g/mL]			0.006	0.006	0.006	0.006	0.006
条件	潤滑液は、水とは非親和性を示し、 バインダ樹脂とは親和性を示す		yes	yes	yes	yes	yes
	溶媒は、潤滑液と親和性を示し、 常温常圧で揮発性である		yes	yes	yes	yes	yes
	大気中で、潤滑液を ナノ粒子と同じ材質からなる基板上に滴下した際の 接触角は、 0° である		yes	yes	yes	yes	yes
	水中で、潤滑液を ナノ粒子と同じ材質からなる基板上に滴下した際の 接触角は、 0° である		yes	yes	yes	yes	yes
評価	水接触角[$^\circ$]		105.9 ± 2.4	107.1 ± 6.0	106.1 ± 4.8	107.2 ± 2.9	107.9 ± 0.1
	水濡湿角[$^\circ$]		5.4 ± 4.4	2.4 ± 0.8	1.7 ± 0.5	2.1 ± 1.9	0.7 ± 0.5
	自己修復性		○	○	○	○	○
	透過率 [%]		92.8	71.8	91.3	90.7	91.5

[0133]

[表13]

			例 1	例 2 6	例 2 7	例 2 8	例 2 9
成分	ナノ粒子 [g]	疎水性シリカナノ粒子 1	0.08				
		疎水性シリカナノ粒子 2					
		疎水性シリカナノ粒子 3					
		疎水性シリカナノ粒子 4					
		疎水性シリカナノ粒子 5					
		疎水性シリカナノ粒子 6					
		親水性シリカナノ粒子 1		0.08			
		親水性シリカナノ粒子 2			0.08		
		親水性アルミナナノ粒子				0.08	
	疎水性チタナナノ粒子					0.08	
	バインダ樹脂 [g]	1液体RTVシリコーンゴム	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
		2液体RTVシリコーンゴム					
	溶媒 [mL]	イソプロパノール	5	5	5	5	5
		ヘキサン					
		エタノール					
		ジクロロペンタフルオロプロパン					
	潤滑液 [mL]	水 (超純水)					
		シリコーンオイル 1	2	2	2	2	2
		シリコーンオイル 2					
		オレイン酸					
		パーフルオロポリエーテル					
		流動パラフィン					
	ポリエチレングリコール						
潤滑液 [mL] / (潤滑液と溶媒との合計量 [mL]) $\times 100$			0.2857	0.2857	0.2857	0.2857	0.2857
潤滑液 [mL] / 溶媒 [mL]			0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
ナノ粒子 [g] / (潤滑液と溶媒との合計量 [mL]) [g/mL]			0.0114	0.0114	0.0114	0.0000	0.0000
バインダ樹脂 [g] / (潤滑液と溶媒との合計量 [mL]) [g/mL]			0.006	0.006	0.006	0.006	0.006
条件	潤滑液は、水とは非親和性を示し、バインダ樹脂とは親和性を示す		yes	yes	yes	yes	yes
	溶媒は、潤滑液と親和性を示し、常温常圧で揮発性である		yes	yes	yes	yes	yes
	大気中で、潤滑液をナノ粒子と同じ材質からなる基板上に滴下した際の接触角は、 90° である		yes	yes	yes	yes	yes
	水中で、潤滑液をナノ粒子と同じ材質からなる基板上に滴下した際の接触角は、 90° である		yes	yes	yes	yes	yes
評価	水接触角 $[\circ]$		105.9 ± 2.4	109.2 ± 2.4	111.3 ± 1.7	108.1 ± 1.3	109.3 ± 1.8
	水濡湿角 $[\circ]$		5.4 ± 4.4	2.8 ± 2.6	1.0 ± 0.8	6.4 ± 2.1	2.6 ± 0.9
	自己修復性		○	○	○	○	○
	透過率 [%]		92.8	68.3	64.0	40.9	37.9

[0134]

[表14]

			例1	例30	例31	例32	例33
成分	ナノ粒子 [g]	疎水性シリカナノ粒子1	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
		疎水性シリカナノ粒子2					
		疎水性シリカナノ粒子3					
		疎水性シリカナノ粒子4					
		疎水性シリカナノ粒子5					
		疎水性シリカナノ粒子6					
		親水性シリカナノ粒子1					
		親水性シリカナノ粒子2					
	バインダ樹脂 [g]	親水性アルミナナノ粒子					
		疎水性チタナナノ粒子					
	溶媒 [mL]	1液性RTVシリコーンゴム	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
		2液性RTVシリコーンゴム					
		イソプロパノール	5				
		ヘキサン		5			
		エタノール			5		
	潤滑液 [mL]	ジクロロベンタフルオロプロパン				5	
		水 (超純水)					5
		シリコーンオイル1	2	2	2	2	2
		シリコーンオイル2					
		オレイン酸					
		パーフルオロポリエーテル					
	潤滑液 [mL]	流動パラフィン					
		ポリエチレングリコール					
潤滑液[mL]/ (潤滑液と溶媒との合計量[mL]) ϕ_{lub}			0.2857	0.2857	0.2857	0.2857	0.2857
潤滑液 [mL]/溶媒[mL]			0.4	0.4	0.4	0.4	0.4
ナノ粒子[g]/ (潤滑液と溶媒との合計量[mL]) [g/mL]			0.0114	0.0114	0.0114	0.0114	0.0114
バインダ樹脂[g]/ (潤滑液と溶媒との合計量[mL]) [g/mL]			0.006	0.006	0.006	0.006	0.006
条件	潤滑液は、水とは非親和性を示し、バインダ樹脂とは親和性を示す		yes	yes	yes	yes	yes
	溶媒は、潤滑液と親和性を示し、常圧常圧で揮発性である		yes	yes	yes	yes	no
	大気中で、潤滑液をナノ粒子と同じ材質からなる基板に滴下した際の接触角は、0°である		yes	yes	yes	yes	yes
	水中で、潤滑液をナノ粒子と同じ材質からなる基板に滴下した際の接触角は、0°である		yes	yes	yes	yes	yes
評価	水接触角[°]		105.9±2.4	108.9±0.8	110.3±1.9	108.1±0.3	90.4±4.6
	水滴接触角[°]		5.4±4.4	4.0±0.8	7.8±1.6	4.2±0.4	×
	自己修復性		○	○	△	○	○
	透過率[%]		92.8	76.3	60.2	81.4	88.8

[0135]

[表15]

			例 1	例 3 4	例 3 5	例 3 6	例 3 7
成分	ナノ粒子 [g]	疎水性シリカナノ粒子 1	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
		疎水性シリカナノ粒子 2					
		疎水性シリカナノ粒子 3					
		疎水性シリカナノ粒子 4					
		疎水性シリカナノ粒子 5					
		疎水性シリカナノ粒子 6					
		親水性シリカナノ粒子 1					
		親水性シリカナノ粒子 2					
	バインダ樹脂 [g]	親水性アルミナナノ粒子					
		疎水性チタニアナノ粒子					
	溶媒 [mL]	1.油性RTVシリコーンゴム	0.04	0.04	0.04	0.04	0.04
		2.液性RTVシリコーンゴム					
		イソプロパノール	5	5	5	5	5
		ヘキサン					
	潤滑液 [mL]	エタノール					
		シクロペンタフルオロプロパン					
		水 (超純水)					
		シリコーンオイル 1	2				
		シリコーンオイル 2		2			
		オレイン酸			2		
	条件	パーフルオロポリエーテル				2	
		流動パラフィン					2
		ポリエチレングリコール					
潤滑液 [mL] / (潤滑液と溶媒との合計量 [mL]) ϕ_{lub}		0.2857	0.2857	0.2857	0.2857	0.2857	
潤滑液 [mL] / 溶媒 [mL]		0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	
ナノ粒子 [g] / (潤滑液と溶媒との合計量 [mL]) $[g/mL]$		0.0114	0.0114	0.0114	0.0114	0.0114	
バインダ樹脂 [g] / (潤滑液と溶媒との合計量 [mL]) $[g/mL]$		0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	
条件	潤滑液は、水とは非親和性を示し、バインダ樹脂とは親和性を示す		yes	yes	yes	yes	yes
	溶媒は、潤滑液と親和性を示し、常温常圧で揮発性である		yes	yes	yes	no	no
	大気中で、潤滑液をナノ粒子と同じ材質からなる基板の上に滴下した際の接触角は、 0° である		yes	yes	yes	yes	no
	水中で、潤滑液をナノ粒子と同じ材質からなる基板の上に滴下した際の接触角は、 0° である		yes	yes	yes	yes	no
評価	水接触角 $[\theta]$		105.9 ± 2.4	107.8 ± 6.1	85.7 ± 2.5	50.6 ± 5.3	111.4 ± 2.7
	水濡湿角 $[\theta]$		5.4 ± 4.4	$3.8 \pm 1.1^*$	4.0 ± 3.8	$\times$	$\times$
	自己修復性		○	○	○	○	○
	透過率 [%]		92.8	62.2	63.2	84.2	58.8

[0136]

[表16]

			例1	例38	例39	例40	例41
成分	ナノ粒子 [g]	疎水性シリカナノ粒子 1	0.08	0.08	0.08	0.2	0.3
		疎水性シリカナノ粒子 2					
		疎水性シリカナノ粒子 3					
		疎水性シリカナノ粒子 4					
		疎水性シリカナノ粒子 5					
		疎水性シリカナノ粒子 6					
		親水性シリカナノ粒子 1					
		親水性シリカナノ粒子 2					
		親水性アルミナノ粒子					
	バインダ樹脂 [g]	1液体RTVシリコーンゴム	0.04	0.04		0.04	0.04
		2液体RTVシリコーンゴム			0.044		
	溶媒 [mL]	イソプロパノール	5	5	5	5	5
		ヘキサン					
		エタノール					
		ジクロロペンタフルオロプロパン					
		水（超純水）					
	潤滑液 [mL]	シリコーンオイル1	2		2	2	2
		シリコーンオイル2					
		オレイン酸					
		パーフルオロポリエーテル					
		流動パラフィン					
		ポリエチレングリコール		2			
	潤滑液[mL]/（潤滑液と溶媒との合計量[mL]） $\times 100$		0.2857	0.2857	0.2857	0.2857	0.2857
潤滑液 [mL]/溶媒[mL]		0.4	0.4	0.4	0.4	0.4	
ナノ粒子[g]/（潤滑液と溶媒との合計量[mL]） [g/mL]		0.0114	0.0114	0.0114	0.0286	0.0429	
バインダ樹脂[g]/（潤滑液と溶媒との合計量[mL]） [g/mL]		0.006	0.006	0.006	0.006	0.006	
条件	潤滑液は、水とは非親和性を示し、 バインダ樹脂とは親和性を示す		yes	no	yes	yes	yes
	溶媒は、潤滑液と親和性を示し、 常温常圧で揮発性である		yes	yes	yes	yes	yes
	大気中で、潤滑液を ナノ粒子と同じ材質からなる基板上に滴下した際の 接触角は、 90° である		yes	no	yes	yes	yes
	水中で、潤滑液を ナノ粒子と同じ材質からなる基板上に滴下した際の 接触角は、 90° である		yes	no	yes	yes	yes
評価	水接触角 $[\circ]$		105.9 ± 2.4	13.9 ± 3.5	109 ± 1.1	106.8 ± 1.3	107 ± 1.8
	水濡湿角 $[\circ]$		5.4 ± 4.4	x	19.8 ± 0.6	11.6 ± 3	27.8 ± 4.9
	自己修復性		○	○	○	○	○
	透過率[%]		92.8	80.4	66.2	64.8	41.7

[0137]

[表17]

			例 1	例 4 2	例 4 3	例 4 4
成分	ナノ粒子 [g]	疎水性シリカナノ粒子 1	0.08	0.08	0.08	0.08
		疎水性シリカナノ粒子 2				
		疎水性シリカナノ粒子 3				
		疎水性シリカナノ粒子 4				
		疎水性シリカナノ粒子 5				
		疎水性シリカナノ粒子 6				
		親水性シリカナノ粒子 1				
		親水性シリカナノ粒子 2				
		親水性アルミナナノ粒子				
		疎水性チタニアナノ粒子				
	バインダ樹脂 [g]	1液性RTVシリコンゴム	0.04	0.2	0.4	2
		2液性RTVシリコンゴム				
	溶媒 [mL]	イソプロパノール	5	5	5	5
		ヘキサン				
		エタノール				
		シクロペンタフルオロプロパン				
		水（超純水）				
	潤滑液 [mL]	シリコンオイル 1	2	2	2	2
		シリコンオイル 2				
		オレイン酸				
		パーフルオロポリエーテル				
		流動パラフィン				
		ポリエチレングリコール				
潤滑液[mL]/（潤滑液と溶媒との合計量[mL]）φ _{lub}			0.2857	0.2857	0.2857	0.2857
潤滑液 [mL]/溶媒[mL]			0.4	0.4	0.4	0.4
ナノ粒子[g]/（潤滑液と溶媒との合計量[mL]）[g/mL]			0.0114	0.0114	0.0114	0.0114
バインダ樹脂[g]/（潤滑液と溶媒との合計量[mL]）[g/mL]			0.006	0.029	0.057	0.286
条件	潤滑液は、水とは非親和性を示し、バインダ樹脂とは親和性を示す		yes	yes	yes	yes
	溶媒は、潤滑液と親和性を示し、常温常圧で揮発性である		yes	yes	yes	yes
	大気中で、潤滑液をナノ粒子と同じ材質からなる基板に滴下した際の接触角は、0°である		yes	yes	yes	yes
	水中で、潤滑液をナノ粒子と同じ材質からなる基板に滴下した際の接触角は、0°である		yes	yes	yes	yes
評価	水接触角[°]		105.9±2.4	107.5±2.5	110.3±2.1	108.1±1.5
	水濡れ角[°]		5.4±4.4	8.2±2.6	—	—
	自己修復性		○	○	×	×
	透過率[%]		92.8	94.6	95.3	92.4

[0138] [例 4 5]

例 4 5 では、例 3 4 のコーティング組成物をガラス板にスプレーコートして得られた被膜の滑液性について調べた。得られた被膜は、上述したように、疎水性シリカナノ粒子からなる多孔質下地層と、その表面にシリコンオイル 2 からなる液膜とを備えた膜である。

- [0139] 対象とする液体として、例34で用いた超純水（72.75 mN/m）に加えて、パーフルオロポリエーテル（20 mN/m）、エタノール（22.55 mN/m）、アセトン（23.30 mN/m）、オレイン酸（31.92 mN/m）、ポリエチレングリコール（43.8 mN/m）、グリセロール（63.40 mN/m）、イソプロパノール（21.79 mN/m）、*n*-ヘキサデカン（28.12 mN/m）、及びトルエン（28.53 mN/m）を用いた。カッコ内の数値は、各液体の表面張力の値である。対象とする液体の液滴（5 μ L）を被膜に滴下し、液滴が滑落する際に液滴がどのくらいたわむかを評価した。
- [0140] 具体的には、被膜付ガラス板を傾斜させ、液滴が滑り落ちる際の液滴の前進接触角と後退接触角との差（接触角ヒステリシス）を測定した。結果を図19に示す。
- [0141] 図19は、例34のコーティング組成物から形成された被膜と、種々の液体との接触角ヒステリシスと表面張力との関係を示す図である。
- [0142] 表4に示すように、対象とする液体が、シリコンオイル2に対して親和性を示す場合には、滑落させることはできない。表4によれば、イソプロパノール、*n*-ヘキサデカン、及びトルエンは、シリコンオイル2と親和性を示すため、実際に、被膜を傾斜させてもこれらは滑落しなかった。一方、表4に示すように、これら以外の液体は、シリコンオイル2に対して非親和性を示すため、実際に、被膜を傾斜させると、滑落した。シリコンオイル2と各液体との親和性又は非親和性は、シリコンオイル2のハンセン溶解度パラメータのハンセン球による判定結果にも一致した。
- [0143] 更に、図19に示されるように、接触角ヒステリシスが小さいほど液体をよく弾くとともに、滑落した。このことから、被膜はシリコンオイル2と非混和性を示す液滴であれば、表面張力に関わらず弾くことができることが判った。また、本発明のコーティング組成物を用いれば、一般に弾くことが困難とされる表面張力の小さな液体に対しても、組成物の選択・設計により、撥液性を示す被膜を形成できることが示された。

[0144] [例 4 6]

例 4 6 では、例 3 4 のコーティング組成物をガラス板にスプレーコートして得られた被膜について、種々の対象とする液体に対する滑液性について調べた。ここでは、対象とする液体としては、アセトン、グリセロール、及びパーフルオロエーテルを用いた。

[0145] まず、例 3 4 のシリカナノ粒子からなる基板を準備し、各対象とする液体中でシリコンオイル 2 と基板との接触角を調べた。結果を図 2 0 に示す。次いで、例 3 4 のコーティング組成物から形成した被膜に、対象となる液体を滴下した際の滑落の様子を観察した。結果を図 2 1 に示す。

[0146] 図 2 0 は、例 3 4 の粒子からなる基板と潤滑液との接触角を示す図である。

[0147] 図 2 0 は、各対象とする液体中で、シリコンオイル 2 をシリカナノ粒子からなる基板上に滴下し、所定時間経過後の様子を示したものである。図 2 0 には、図 9 (B) に示した、対象とする液体が水である場合も併せて示す。経過時間の違いはあるものの、いずれも、最終接触角は 0° となり、アセトン、グリセロール、及びパーフルオロエーテルは、シリコンオイル 2 上を滑ることができることを確認した。また、表 4 によれば、アセトン、グリセロール、及びパーフルオロエーテルは、シリコンオイル 2 と非親和性を示すことを確認した。

[0148] 図 2 1 は、対象とする液体が例 3 4 のコーティング組成物から形成された被膜上を滑落する様子を示す図である。

[0149] 図 2 1 によれば、対象とする液体のいずれのものも、被膜を 10° 傾斜させると滑落することが分かった。

[0150] [例 4 7]

例 4 7 では、例 1 のコーティング組成物を種々の物品にスプレーコート又は浸漬コートして形成した被膜について、水滴が滑落する様子を調べた。ここでは、物品として、アルミ板（大きさ $300 \times 300 \times 0.8$ mm、株式会社光社製）、ポリカーボネート板（大きさ $100 \times 100 \times 2.0$ mm、

タキロンシーアイ社製）、ニトリルゴム板（大きさ200×1500×1mm、ノーブランド モノタロウで購入）、ステンレス製薬さじ、及びシリコンチューブ（チューブ内径3mm×外径5mm、長さ10m、アズワン社製）を用いた。結果を図22に示す。

[0151] 図22は、種々の物品上に形成された例1のコーティング組成物を用いた被膜の滑液性を示す図である。図22には、例1で示したガラス板の場合も併せて示す。

図23は、シリコンチューブ内の送液速度の変化を示す図である。

[0152] 図22に示されるように、いずれの板状の物品においても、水滴が滑落することが判った。シリコンチューブにおいて水滴はグレースケールで暗く示されているが、シリコンチューブを傾けると、水滴が滑落する様子が確認できた。これらから、本発明のコーティング組成物は、種々の材料及び形状の物品に適用できることが示された。

[0153] 図23によれば、被膜を有することにより、シリコンチューブ内を流れる水滴の送液速度は、劇的に向上することが示された。このことから、注射器、点滴などに使用されるチューブ内に本発明のコーティング組成物を付与すれば、薬液の送液に有利であり、医療分野に大きく貢献できる。

[0154] [例48]

例48では、例1のコーティング組成物をウォッシャー液として、自動車の窓にスプレーコートし、滑液性を評価した。詳細には、自動車の窓に例1のコーティング組成物をスプレーコートし、水シャワーテストを行い、乾燥させた。このとき、各状態の窓の様子を観察した。結果を図24に示す。

[0155] 図24は、自動車の窓の被膜の有無によるシャワーテストの様子を示す図である。

[0156] 図24のスプレーコート後の様子を見ると、被膜を形成した後も、良好な視界を維持することが判る。水シャワーテスト時及びテスト後も、被膜を有する場合には、水滴が滑落し、良好な視界を維持したが、被膜を有さない場合には、水滴が窓に保持され、視界不良となった。更に、乾燥後は、被膜を

有さない場合には水滴によるシミが残ったが、被膜を有する場合にはシミが残らなかった。以上より、本発明のコーティング組成物は、ウォッシャー液として有効であることが示された。

[0157] [例 4 9]

例 4 9 では、例 1、及び例 3 0～3 8 の組成物から形成された被膜について、種々の対象とする液体に対する滑液性を調べた。コーティング組成物をガラス板にスプレーコートにより付与し、被膜を形成した。被膜に対象の液体（5 μ L）を滴下し、被膜付ガラス板を 4 0° 及び 1 0° 傾斜させた際の液滴の滑落の有無を調べた。結果を表 1 8 に示す。

[0158]

[表18]

組成物	対象とする液体	潤滑液は 対象液体と 非親和性を示す	溶媒は 潤滑液と 親和性を示す	40°傾斜での 転落	10°傾斜での 転落
例1	Water	Yes	Yes	Yes	Yes
例34	Water	Yes	Yes	Yes	Yes
例35	Water	Yes	Yes	Yes	Yes
例36	Water	Yes	No	No	No
例37	Water	Yes	No	No	No
例38	Water	No	Yes	No	No
例30	Water	Yes	Yes	Yes	Yes
例31	Water	Yes	Yes	Yes	Yes
例32	Water	Yes	Yes	Yes	Yes
例33	Water	Yes	No	No	No
例34	Perfluoropolyether	Yes	Yes	Yes	Yes
例34	Ethanol	Yes	Yes	Yes	Yes
例34	Acetone	Yes	Yes	Yes	Yes
例34	Oleic acid	Yes	Yes	Yes	Yes
例34	Polyethylene glycol	Yes	Yes	Yes	Yes
例34	Glycerol	Yes	Yes	Yes	Yes
例34	Isopropanol	No	Yes	No	No
例34	Hexadecane	No	Yes	No	No
例34	Toluene	No	Yes	No	No
例1	Acetone	No	Yes	No	No
例1	Oleic acid	No	Yes	No	No
例1	Ethanol	No	Yes	No	No
例1	Glycerol	Yes	Yes	Yes	Yes

[0159] 表18によれば、例1のコーティング組成物から形成された被膜は、水及びグリセロールに対しては滑液性を有するが、アセトン、オレイン酸、及びエタノールに対しては、滑液性を有しない。例34のコーティング組成物から形成された被膜は、水、エタノール、アセトン、オレイン酸、ポリエチレングリコール、及びグリセロールに対しては滑液性を有するが、イソプロパノール、ヘキサデカン、及びトルエンに対しては、滑液性を有しない。このように、潤滑液及び溶媒を適切に選択することにより、種々の液体に対して

滑液性を有する被膜を形成する組成物を設計できることが示された。

産業上の利用可能性

[0160] 本発明のコーティング組成物は、従来とは異なり、コーティングによって滑液性の表面を有する被膜を製造できるため、極めて実用的である。また、本発明のコーティング組成物は、通常の塗布方法を採用できるため、任意の形状を有する所望の物品に滑液性の表面を形成することができ、その利用範囲は大きく、有利である。

符号の説明

- [0161] 4 1 0 物品
 4 2 0 多孔質下地層
 4 3 0 液膜
 4 4 0、5 1 0、6 1 0 滑液性の表面を有する被膜

請求の範囲

- [請求項1] 対象とする液体に対して滑液性の表面を有する被膜のためのコーティング組成物であって、
- 粒子と、
- 前記粒子を互いに固着させるバインダ樹脂と、
- 前記対象とする液体とは非親和性を示し、前記バインダ樹脂とは親和性を示す潤滑液と、
- 前記潤滑液と親和性を示す溶媒と、を含有し、
- 前記潤滑液は、大気中で、前記粒子と同じ材質からなる基板上に滴下した際の接触角が 0° であり、前記対象とする液体中で、前記粒子と同じ材質からなる基板上に滴下した際の接触角が 0° であり、
- 前記溶媒及び前記潤滑液の総量に対する前記潤滑液の体積比は、 0.09 以上 0.95 以下の範囲を満たし、
- 前記溶媒及び前記潤滑液の総量に対する前記バインダ樹脂の含有量は、 0.0004 g/mL 以上 0.05 g/mL 以下の範囲を満たす、
- コーティング組成物。
- [請求項2] 前記溶媒のハンセン溶解度パラメータの座標は、前記潤滑液のハンセン溶解度パラメータの座標を中心としたハンセン球内に位置し、
- 前記対象とする液体のハンセン溶解度パラメータの座標は、前記潤滑液のハンセン溶解度パラメータの座標を中心としたハンセン球外に位置する、請求項1に記載のコーティング組成物。
- [請求項3] 前記溶媒及び前記潤滑液の総量に対する前記粒子の含有量は、 0.001 g/mL 以上 0.1 g/mL 以下の範囲を満たす、請求項1又は2に記載のコーティング組成物。
- [請求項4] 前記溶媒及び前記潤滑液の総量に対する前記粒子の含有量は、 0.005 g/mL 以上 0.05 g/mL 以下の範囲を満たす、請求項1又は2に記載のコーティング組成物。

- [請求項5] 前記溶媒及び前記潤滑液の総量に対する前記バインダの含有量は、
0.0006 g/mL以上0.03 g/mL以下の範囲を満たす、請求項1～4のいずれかに記載のコーティング組成物。
- [請求項6] 前記溶媒及び前記潤滑液の総量に対する前記潤滑液の体積比は、0.6以上0.92以下の範囲を満たす、請求項1～5のいずれかに記載のコーティング組成物。
- [請求項7] 前記粒子の粒径は、3 nm以上300 nm以下の範囲を満たす、請求項1～6のいずれかに記載のコーティング組成物。
- [請求項8] 前記粒子は、無機物、有機物、及びこれらの複合材料からなる群から選択される少なくとも一種の材料からなる、請求項1～7のいずれかに記載のコーティング組成物。
- [請求項9] 前記バインダ樹脂は、シリコン樹脂、フッ素樹脂、エポキシ樹脂、ウレタン樹脂、オレフィン樹脂、アクリル樹脂、エチレン-酢酸ビニル共重合体（EVA）、及びポリビニルブチラル樹脂（PVB）からなる群から選択される少なくとも一種である、請求項1～8のいずれかに記載のコーティング組成物。
- [請求項10] 前記潤滑液は、シリコンオイル、鉱物油、植物油、動物油、重質油、樹脂、ワックス、フッ素オイル、イオン液体、及び液体金属からなる群から選択される少なくとも一種である、請求項1～9のいずれかに記載のコーティング組成物。
- [請求項11] 前記溶媒は、常温常圧で揮発性を有する、請求項1～10のいずれかに記載のコーティング組成物。
- [請求項12] 前記溶媒は、水、有機溶媒、低分子液体、及びこれらの混合物からなる群から選択される少なくとも一種である、請求項1～11のいずれかに記載のコーティング組成物。
- [請求項13] 前記対象とする液体は、水であり、
前記粒子は、シリカ粒子、アルミナ粒子、チタニア粒子、及びジルコニア粒子からなる群から選択される少なくとも一種であり、

前記バインダ樹脂は、室温硬化型シリコン樹脂であり、
前記潤滑液は、シリコンオイル及び／又は脂肪酸であり、
前記溶媒は、イソプロパノール、ヘキサン、エタノール、アセトン、トルエン、ヘキサデカン、ジメチルスルホキシド、及びメチルエチルケトンからなる群から選択される少なくとも一種である、請求項 1～12 のいずれかに記載のコーティング組成物。

[請求項14] 対象とする液体に対して滑液性の表面を有する被膜のためのコーティング組成物の製造方法であって、

粒子と、前記粒子を互いに固着させるバインダ樹脂と、前記液体とは非親和性を示し、前記バインダ樹脂とは親和性を示す潤滑液と、前記潤滑液と親和性を示す溶媒と、を混合することを包含し、

前記潤滑液は、大気中で、前記潤滑液を前記粒子と同じ材質からなる基板上に滴下した際の接触角が 0° であり、前記対象とする液体中で、前記粒子と同じ材質からなる基板上に滴下した際の接触角が 0° であり、

前記溶媒及び前記潤滑液の総量に対する前記溶媒の体積比は、0.09以上0.95以下の範囲を満たし、

前記溶媒及び前記潤滑液の総量に対する前記バインダ樹脂の含有量は、0.0004 g/mL以上0.050 g/mL以下の範囲を満たす、コーティング組成物の製造方法。

[請求項15] 対象とする液体に対して滑液性の表面を有する被膜の製造方法であって、

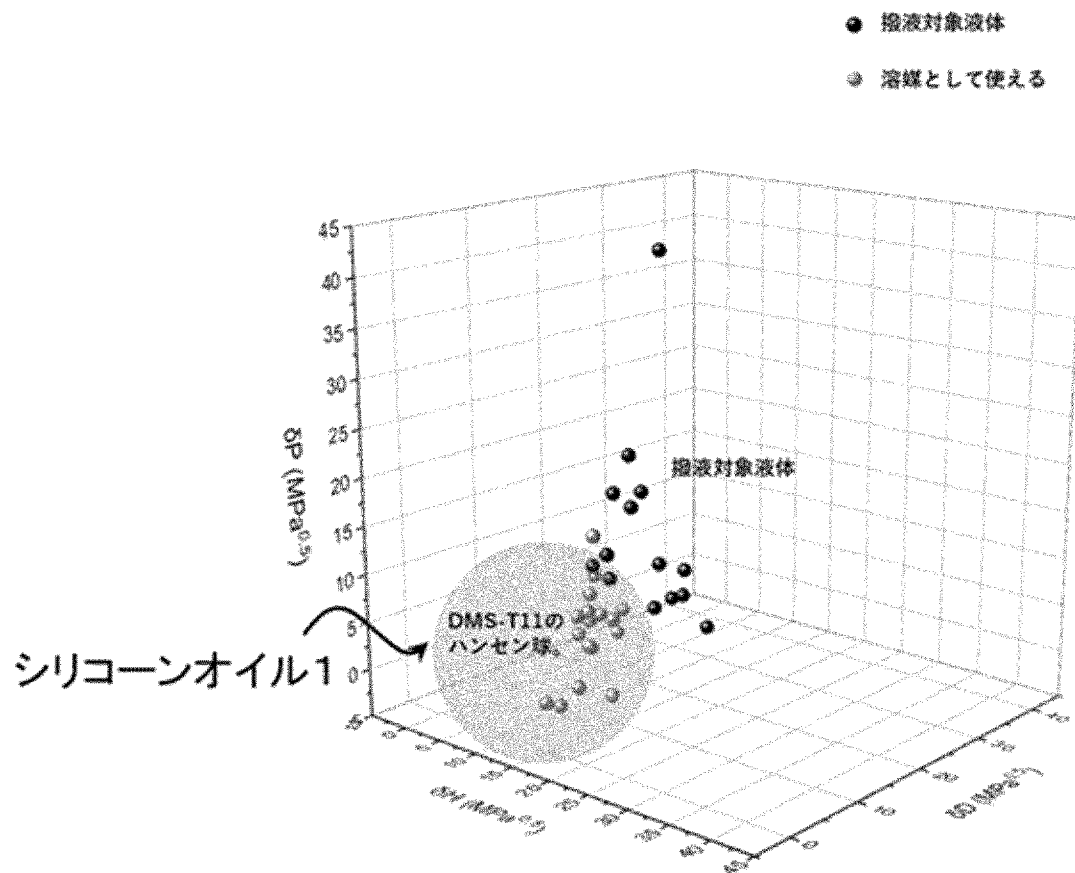
請求項 1～13 のいずれかに記載のコーティング組成物を物品上に付与することを包含する、被膜の製造方法。

[請求項16] 前記付与することは、浸漬コート法、フローコート法、流し塗り、カーテンコート法、スピンコート法、スプレーコート法、エアレススプレーコート法、バーコート法、ロールコート法、及び刷毛塗りからなる群から選択される少なくとも一種の手法を用いる、請求項 15 に

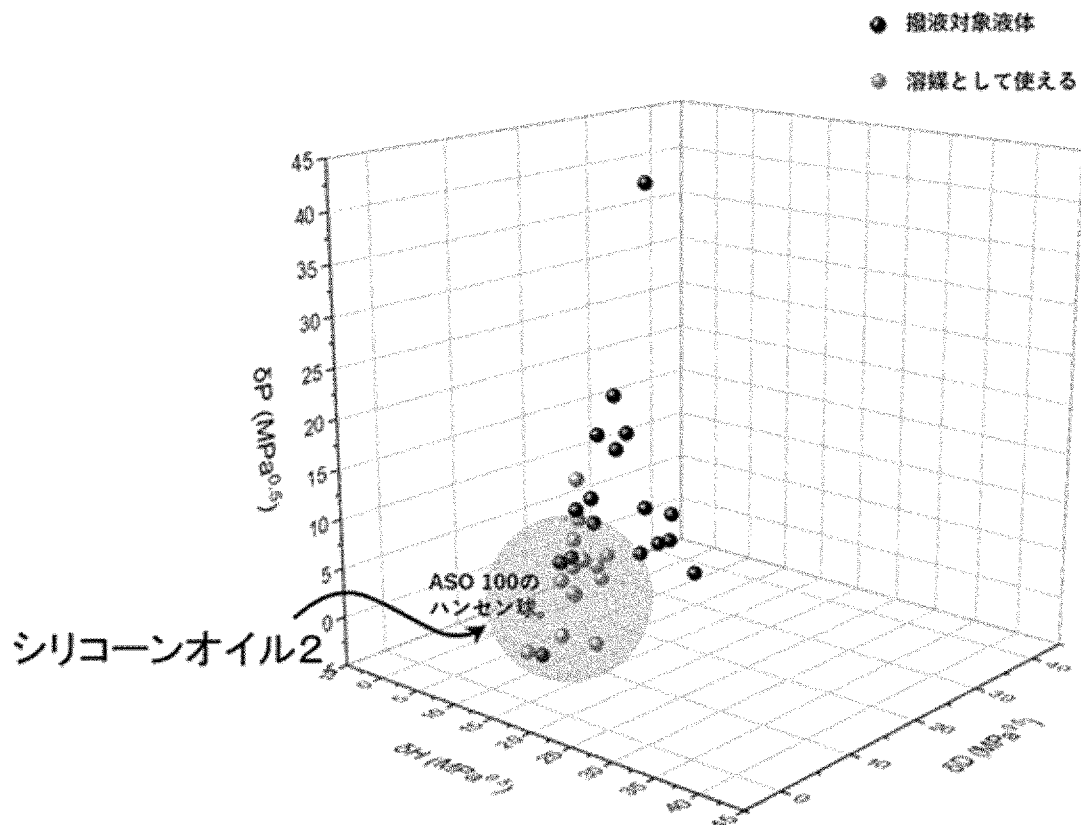
記載の製造方法。

- [請求項17] 前記物品は、ガラス、プラスチック、ゴム、半導体、金属、カーボン、及びセラミックからなる群から選択される少なくとも一種の材料からなる表面を有する、請求項15又は16に記載の製造方法。
- [請求項18] 対象とする液体に対して滑液性の表面を有する被膜を形成するための滑液性物品キットであって、
請求項1～13のいずれかに記載のコーティング組成物と、
前記コーティング組成物を用いて滑液性を有する被膜を物品上に形成する情報を伴った技術的指示書と、を備える、滑液性物品キット。
- [請求項19] 前記技術的指示書は、前記コーティング組成物を前記物品上に付与し、対象とする液体に対して滑液性の表面を有する被膜を形成することを包含する、請求項18に記載の滑液性物品キット。
- [請求項20] 請求項1～13のいずれかに記載のコーティング組成物を含有するウォッシャー液。

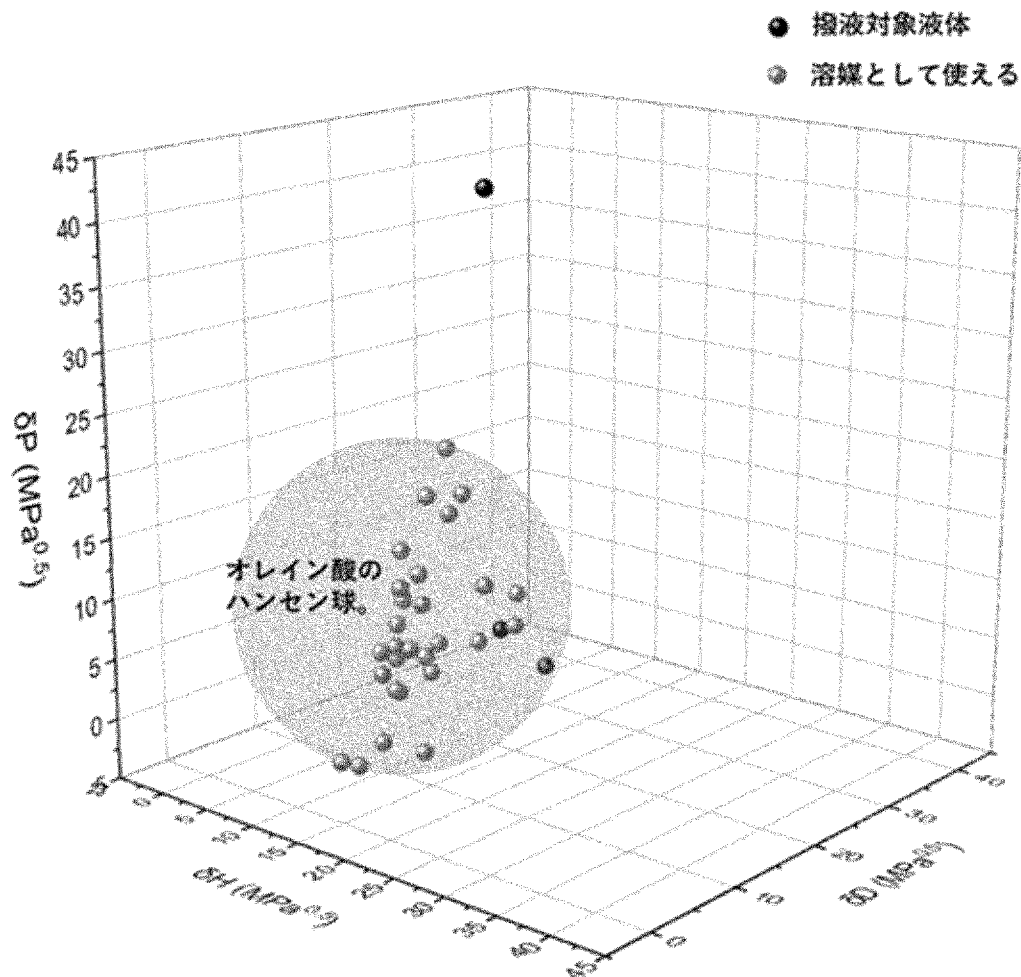
[図1]



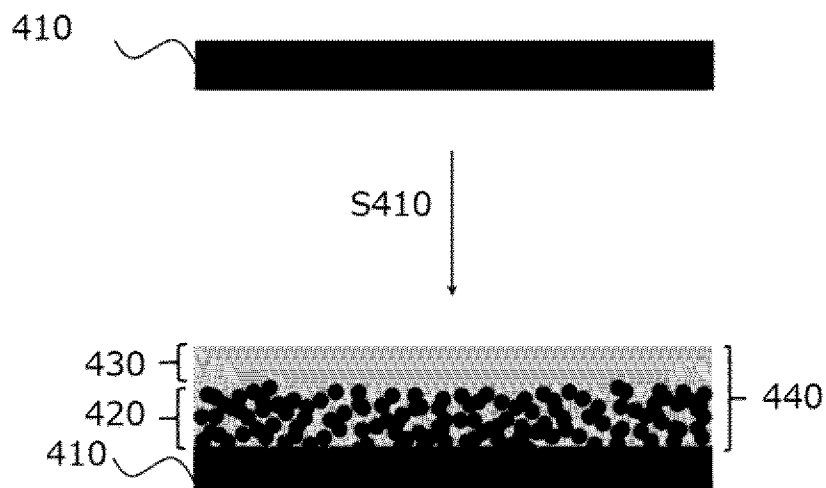
[図2]



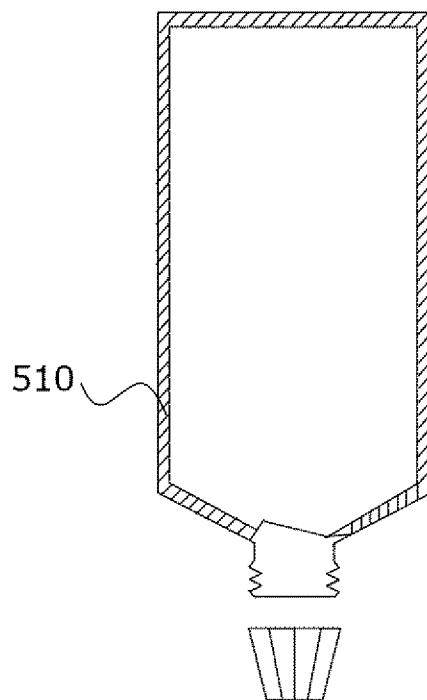
[図3]



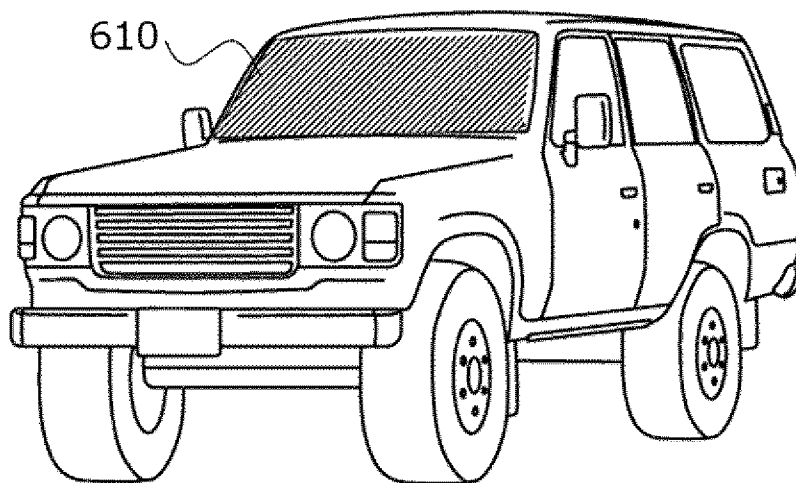
[図4]



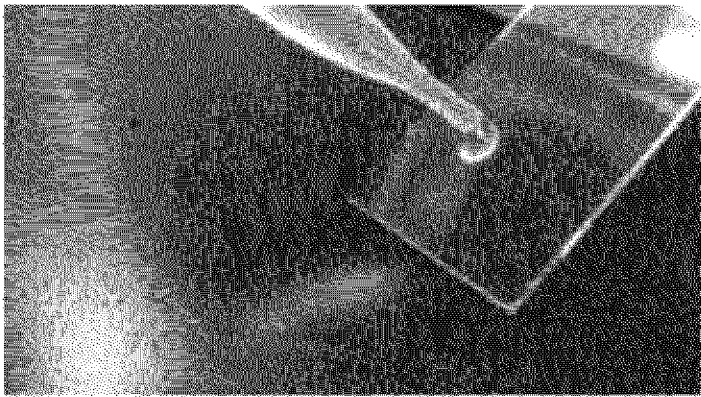
[図5]



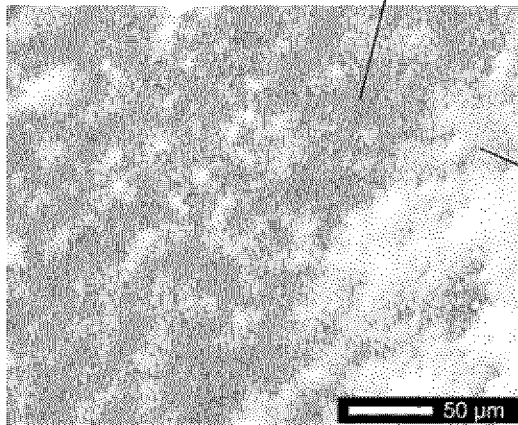
[図6]



[図7]

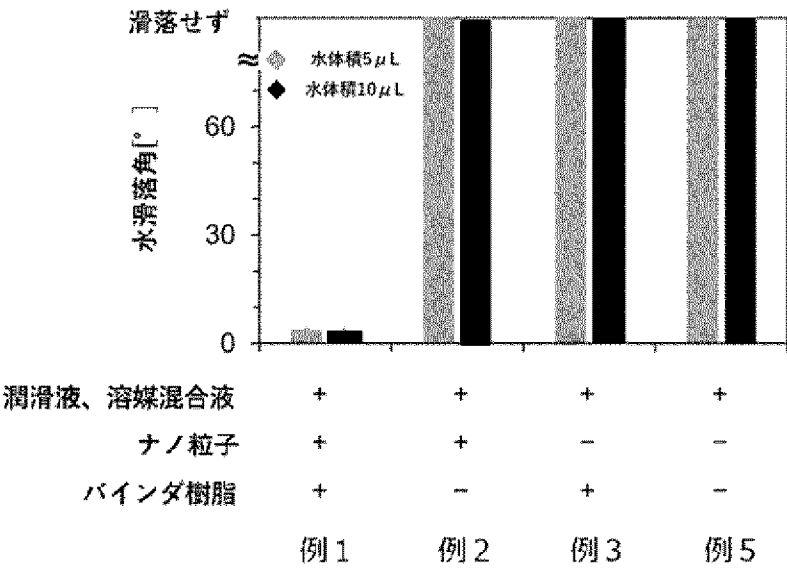


下地層(底面)

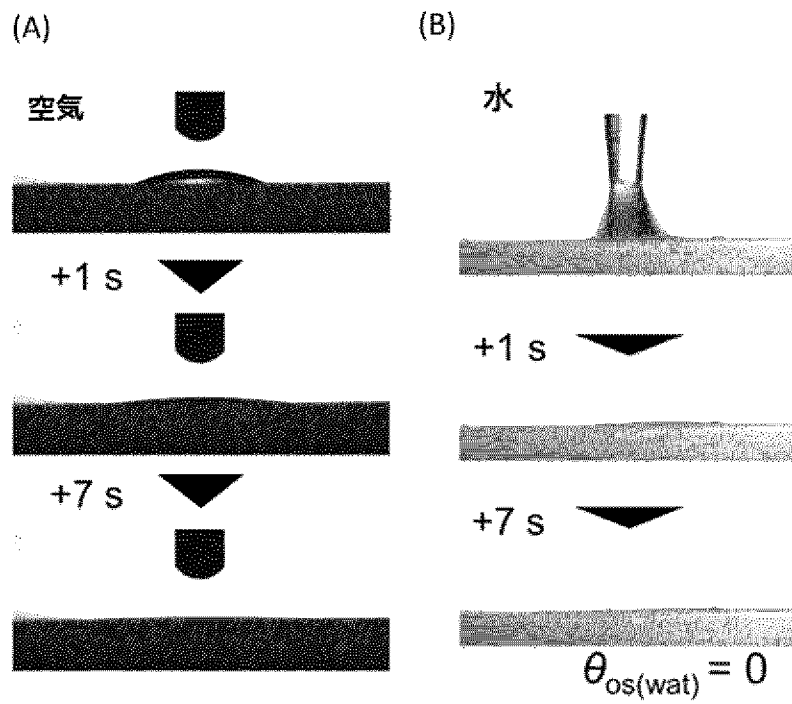


液膜(表面)

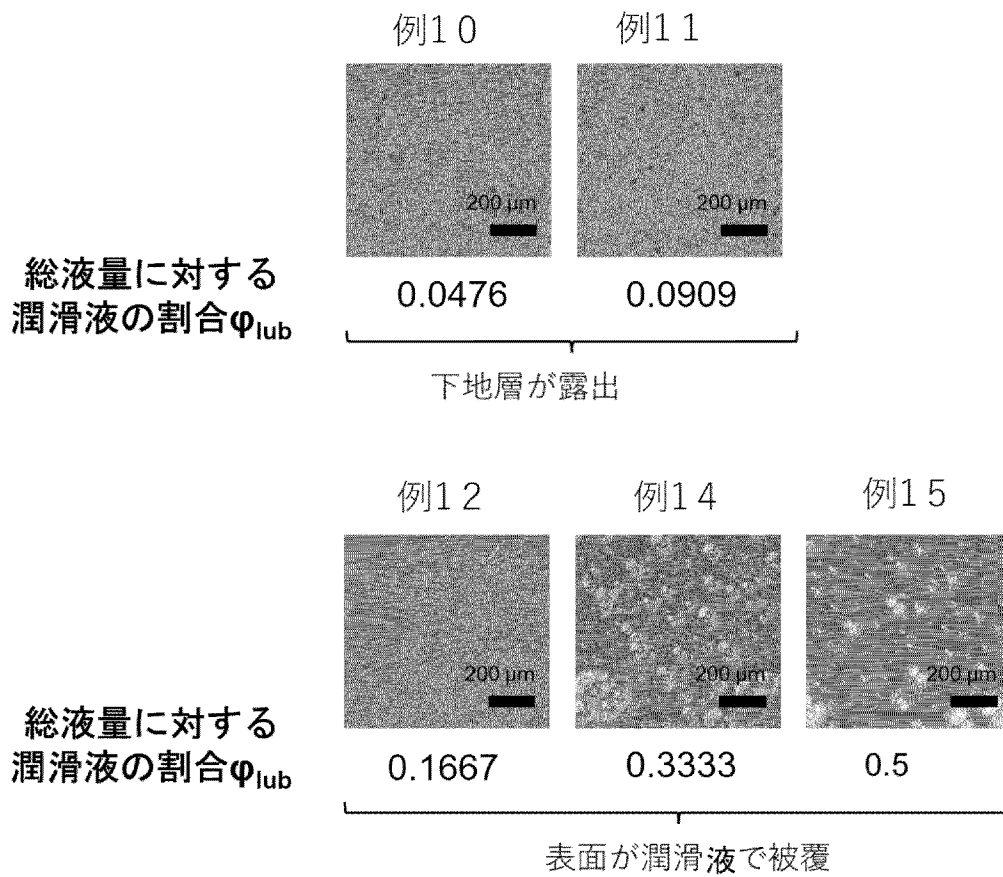
[図8]



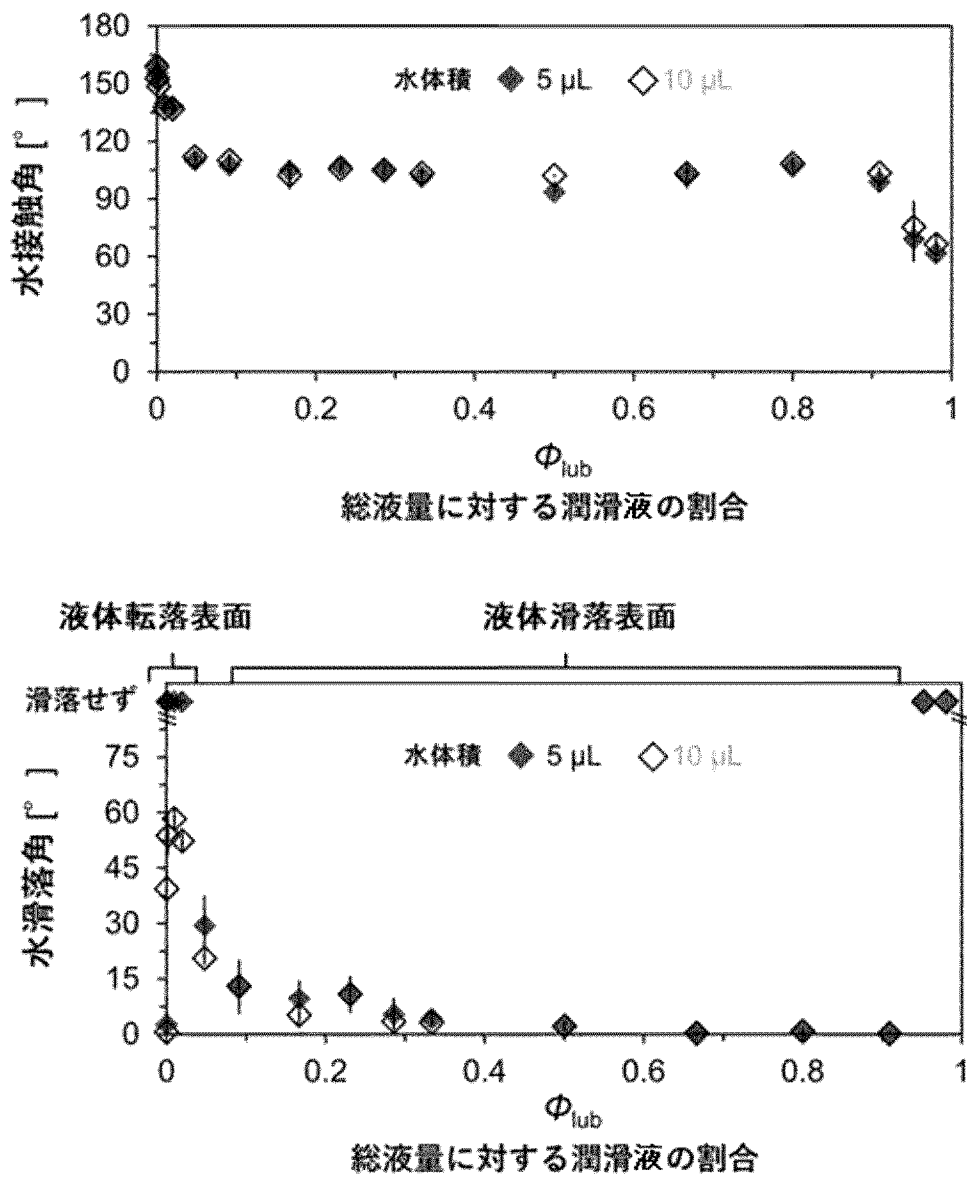
[図9]



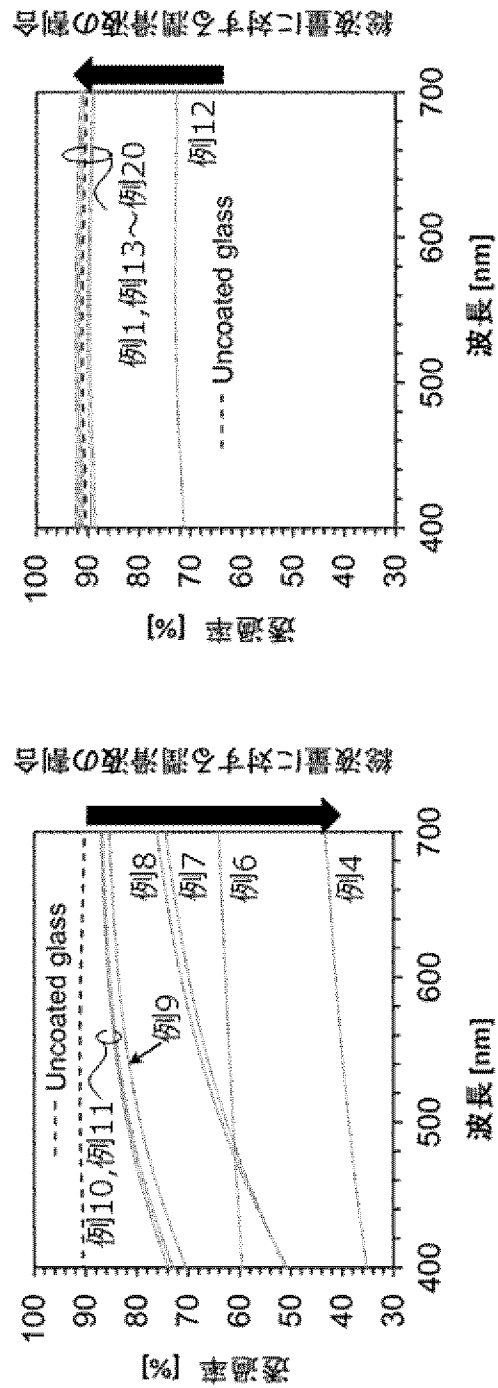
[図10]



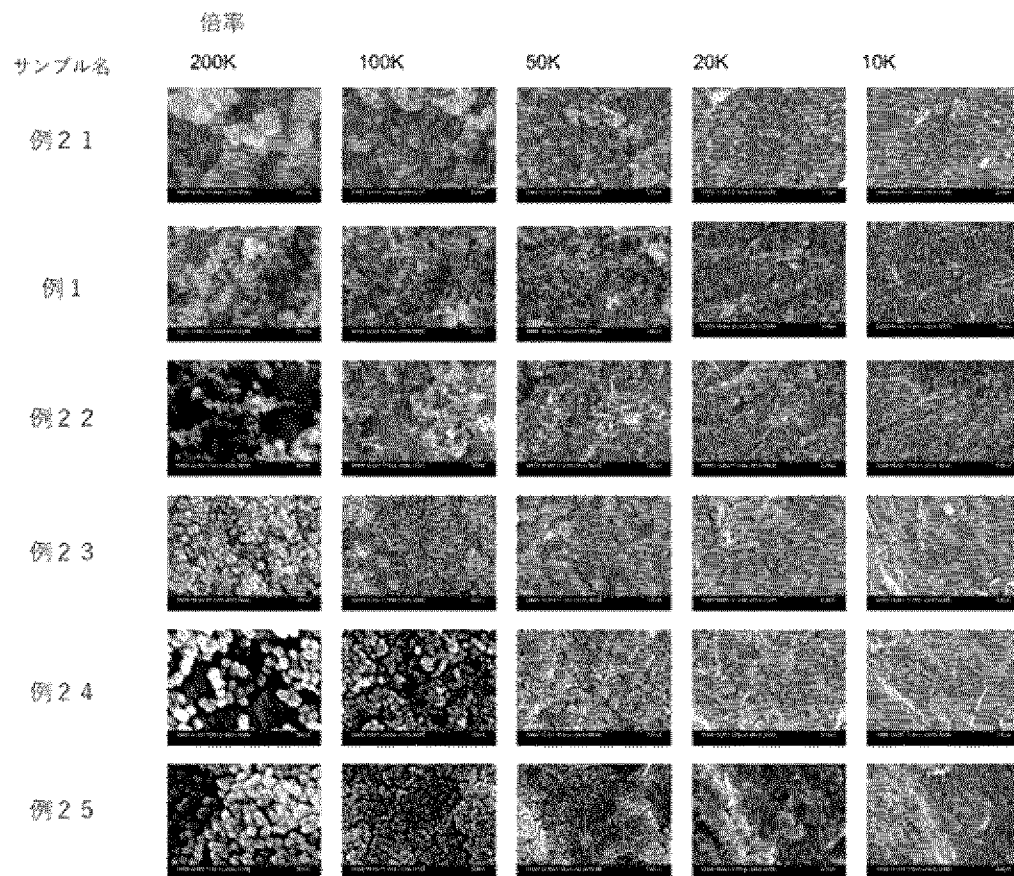
[図11]



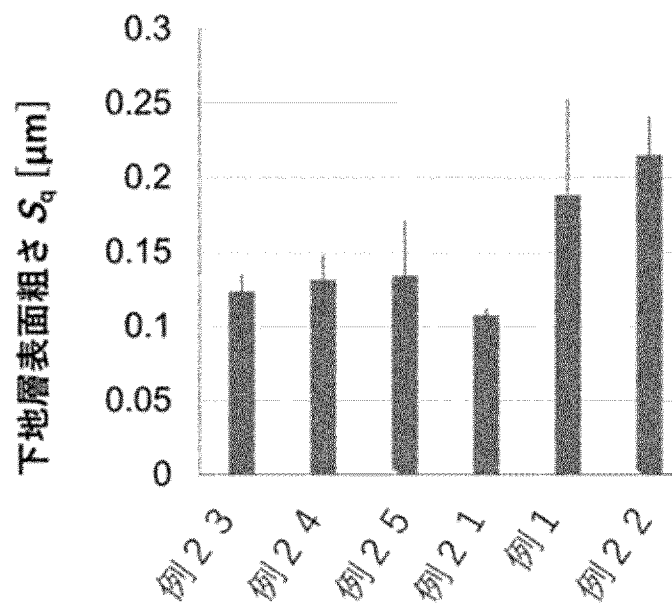
[図12]



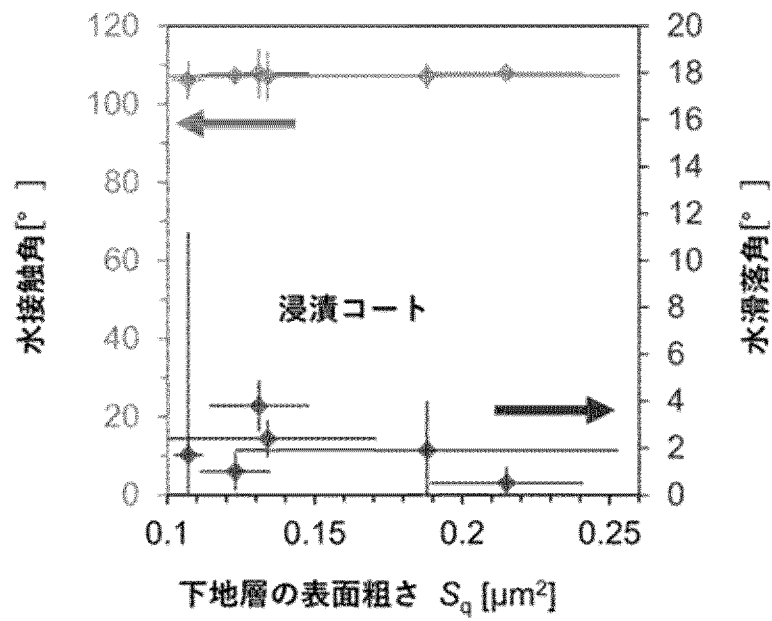
[図13]



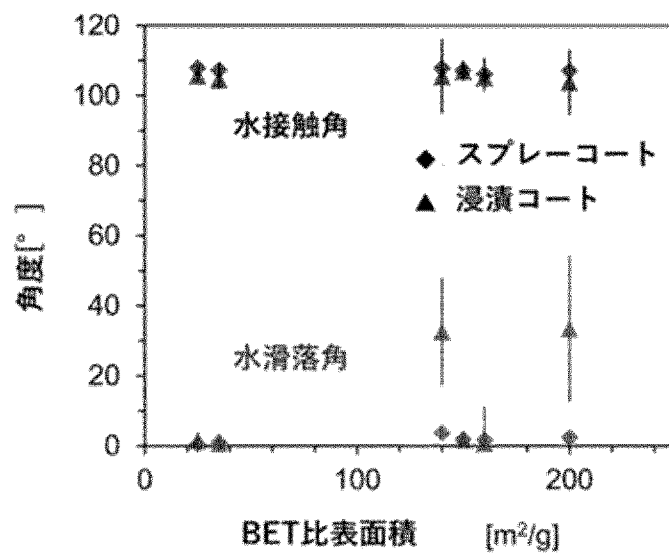
[図14]



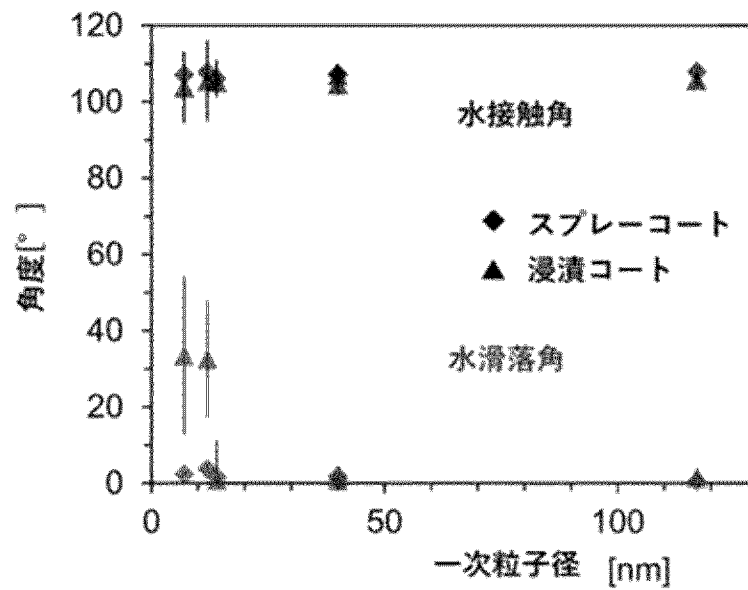
[図15]



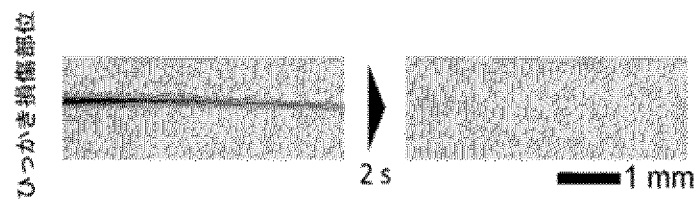
[図16]



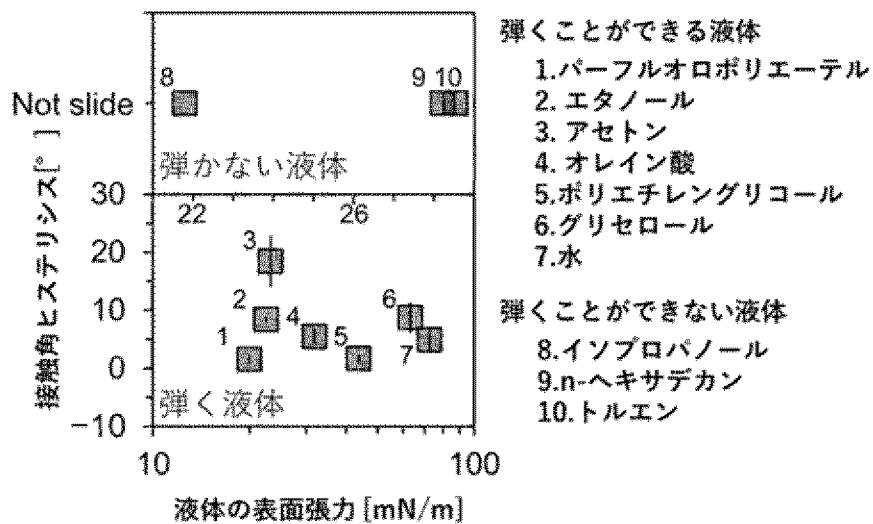
[図17]



[図18]

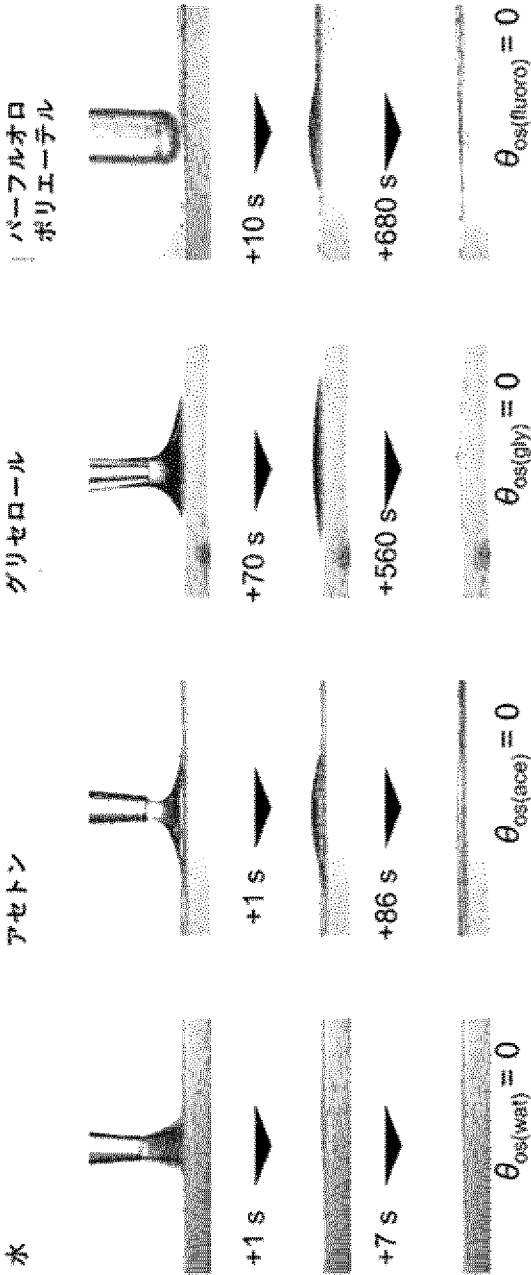


[図19]

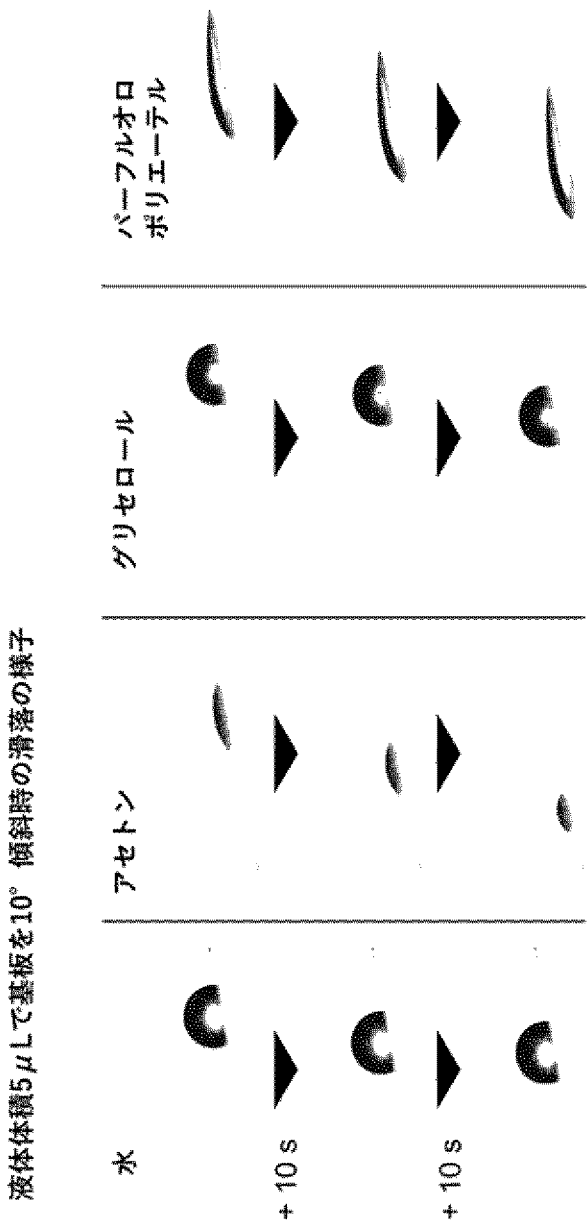


[図20]

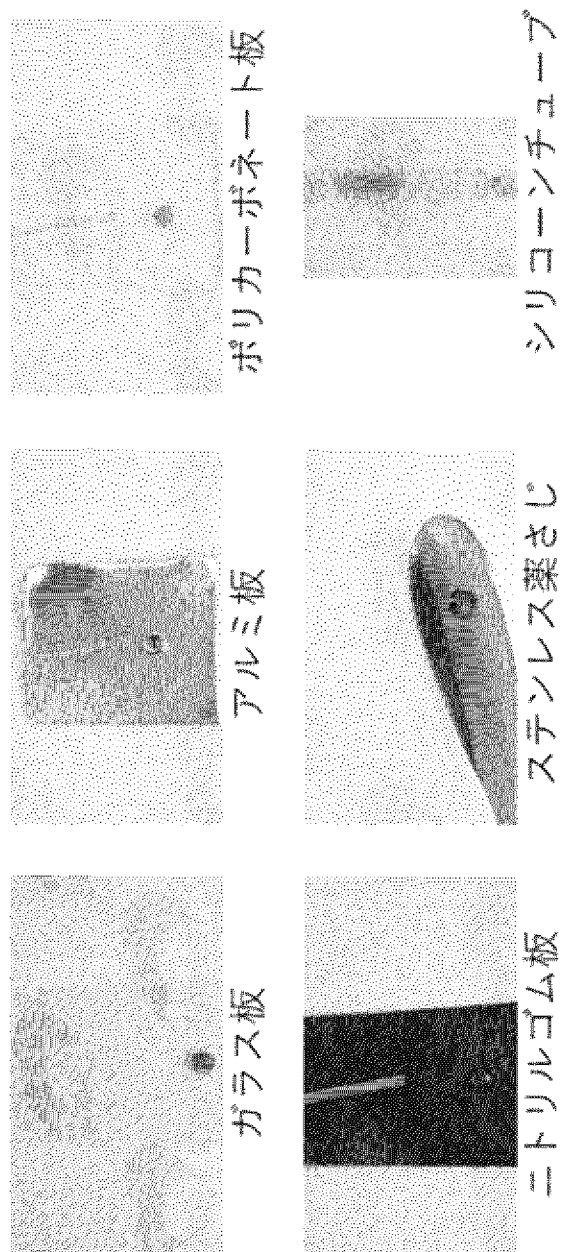
弾きたい液体中潤滑油接触角



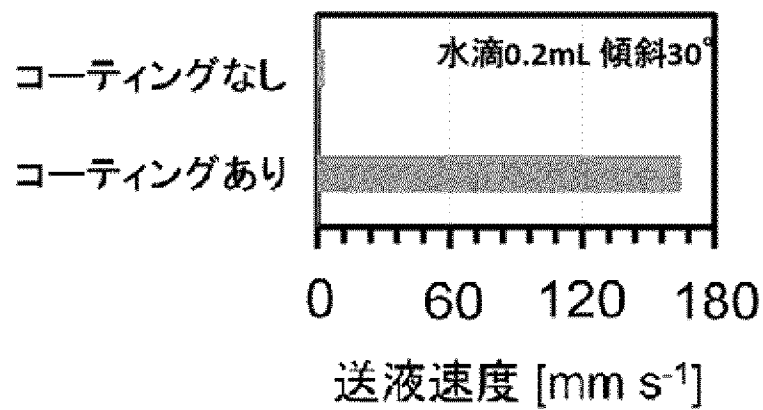
[図21]



[図22]



[図23]



[図24]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/002857

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C09D 5/00(2006.01)i; *C11D 17/08*(2006.01)i; *C09D 183/04*(2006.01)i; *C09D 201/00*(2006.01)i; *C11D 7/20*(2006.01)i;
C11D 7/26(2006.01)i; *C11D 7/50*(2006.01)i; *C09D 7/20*(2018.01)i; *C09D 7/61*(2018.01)i; *C09D 7/63*(2018.01)i
 FI: C09D201/00; C09D5/00 Z; C09D7/20; C09D7/63; C09D7/61; C09D183/04; C11D7/20; C11D7/26; C11D7/50;
 C11D17/08

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)

C09D5/00; C11D17/08; C09D183/04; C09D201/00; C11D7/20; C11D7/26; C11D7/50; C09D7/20; C09D7/61; C09D7/63

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 1971-2023
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2018-184536 A (SNT CO.) 22 November 2018 (2018-11-22) entire text, all drawings	1-20
A	JP 2020-537034 A (UNIV. OF HOUSTON SYSTEM) 17 December 2020 (2020-12-17) entire text, all drawings	1-20
A	JP 2019-014793 A (TOPPAN PRINTING CO., LTD.) 31 January 2019 (2019-01-31) entire text, all drawings	1-20
A	JP 2004-204131 A (KAO CORP.) 22 July 2004 (2004-07-22) entire text, all drawings	1-20
A	WO 2005/063903 A1 (SNT CO.) 14 July 2005 (2005-07-14) entire text, all drawings	1-20
A	JP 2000-104047 A (SOFT 99 CORPORATION KK) 11 April 2000 (2000-04-11) entire text, all drawings	1-20



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

04 April 2023

Date of mailing of the international search report

18 April 2023

Name and mailing address of the ISA/JP

**Japan Patent Office (ISA/JP)
 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/JP2023/002857

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2018-184536	A	22 November 2018	(Family: none)	
JP	2020-537034	A	17 December 2020	US 2020/0347282	A1
				entire text, all drawings	
				WO 2019/079140	A1
				EP 3697690	A1
				CN 111406021	A
				CA 3078708	A
JP	2019-014793	A	31 January 2019	(Family: none)	
JP	2004-204131	A	22 July 2004	(Family: none)	
WO	2005/063903	A1	14 July 2005	KR 10-2007-0015122	A
				entire text, all drawings	
				JP 2008-69365	A
JP	2000-104047	A	11 April 2000	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） C09D 5/00(2006.01)i; C11D 17/08(2006.01)i; C09D 183/04(2006.01)i; C09D 201/00(2006.01)i; C11D 7/20(2006.01)i; C11D 7/26(2006.01)i; C11D 7/50(2006.01)i; C09D 7/20(2018.01)i; C09D 7/61(2018.01)i; C09D 7/63(2018.01)i FI: C09D201/00; C09D5/00 Z; C09D7/20; C09D7/63; C09D7/61; C09D183/04; C11D7/20; C11D7/26; C11D7/50; C11D17/08																				
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）） C09D5/00; C11D17/08; C09D183/04; C09D201/00; C11D7/20; C11D7/26; C11D7/50; C09D7/20; C09D7/61; C09D7/63 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 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2023年</td> </tr> </table> 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）			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2023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 - 2023年																			
日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年																			
日本国登録実用新案公報	1994 - 2023年																			
C. 関連すると認められる文献 <table border="1"> <thead> <tr> <th>引用文献の カテゴリー*</th> <th>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</th> <th>関連する 請求項の番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>A</td> <td>JP 2018-184536 A（株式会社SNT） 22.11.2018（2018 - 11 - 22） 全文、全図</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2020-537034 A（ユニバーシティ オブ ヒューストン システム） 17.12.2020 （2020 - 12 - 17） 全文、全図</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2019-014793 A（凸版印刷株式会社） 31.01.2019（2019 - 01 - 31） 全文、全図</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 2004-204131 A（花王株式会社） 22.07.2004（2004 - 07 - 22） 全文、全図</td> <td>1-20</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>WO 2005/063903 A1（株式会社SNT） 14.07.2005（2005 - 07 - 14） 全文、全図</td> <td>1-20</td> </tr> </tbody> </table> ☒ 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、一般的な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 “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			引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号	A	JP 2018-184536 A（株式会社SNT） 22.11.2018（2018 - 11 - 22） 全文、全図	1-20	A	JP 2020-537034 A（ユニバーシティ オブ ヒューストン システム） 17.12.2020 （2020 - 12 - 17） 全文、全図	1-20	A	JP 2019-014793 A（凸版印刷株式会社） 31.01.2019（2019 - 01 - 31） 全文、全図	1-20	A	JP 2004-204131 A（花王株式会社） 22.07.2004（2004 - 07 - 22） 全文、全図	1-20	A	WO 2005/063903 A1（株式会社SNT） 14.07.2005（2005 - 07 - 14） 全文、全図	1-20
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号																		
A	JP 2018-184536 A（株式会社SNT） 22.11.2018（2018 - 11 - 22） 全文、全図	1-20																		
A	JP 2020-537034 A（ユニバーシティ オブ ヒューストン システム） 17.12.2020 （2020 - 12 - 17） 全文、全図	1-20																		
A	JP 2019-014793 A（凸版印刷株式会社） 31.01.2019（2019 - 01 - 31） 全文、全図	1-20																		
A	JP 2004-204131 A（花王株式会社） 22.07.2004（2004 - 07 - 22） 全文、全図	1-20																		
A	WO 2005/063903 A1（株式会社SNT） 14.07.2005（2005 - 07 - 14） 全文、全図	1-20																		
国際調査を完了した日 04.04.2023		国際調査報告の発送日 18.04.2023																		
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） 松原 宜史 4Z 4162 電話番号 03-3581-1101 内線 3483																		

C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2000-104047 A (株式会社ソフト九九コーポレーション) 11.04.2000 (2000 - 04 - 11) 全文、全図	1-20

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/JP2023/002857

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2018-184536	A	22.11.2018	(ファミリーなし)	
JP	2020-537034	A	17.12.2020	US 2020/0347282	A1
				全文、全図	
				WO 2019/079140	A1
				EP 3697690	A1
				CN 111406021	A
				CA 3078708	A
JP	2019-014793	A	31.01.2019	(ファミリーなし)	
JP	2004-204131	A	22.07.2004	(ファミリーなし)	
WO	2005/063903	A1	14.07.2005	KR 10-2007-0015122	A
				全文、全図	
				JP 2008-69365	A
JP	2000-104047	A	11.04.2000	(ファミリーなし)	