

(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11月2日(02.11.2023)



(10) 国際公開番号

WO 2023/210378 A1

- (51) 国際特許分類:
C07F 7/18 (2006.01) *C09K 3/18* (2006.01)
C08G 65/336 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2023/014916
- (22) 国際出願日: 2023年4月12日(12.04.2023)
- (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 2022-074712 2022年4月28日(28.04.2022) JP
- (71) 出願人: A G C 株式会社 (AGC INC.) [JP/JP];
〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 渡邊 弘毅 (WATANABE, Koki);
〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号 A G C 株式会社内 Tokyo (JP).
青山 元志 (AOYAMA, Motoshi); 〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目5番1号 A G C 株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 弁理士法人太陽国際特許事務所(TAIYO, NAKAJIMA & KATO); 〒1600022 東京都新宿区新宿4丁目3番17号 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, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.
- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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))

(54) **Title:** COMPOUND, COMPOSITION, SURFACE TREATMENT AGENT, ARTICLE MANUFACTURING METHOD, AND ARTICLE

(54) 発明の名称: 化合物、組成物、表面処理剤、物品の製造方法、及び物品

(57) **Abstract:** A compound containing a triptycene skeleton, a reactive silyl group and a hydrophobic substructure; a composition and a surface treatment agent containing the compound; and an article and a method of manufacturing an article using the surface treatment agent.

(57) 要約: トリプチセン骨格と、反応性シリル基と、疎水性部分構造と、を含む化合物、当該化合物を含む組成物及び表面処理剤、並びに当該表面処理剤を用いた物品及び物品の製造方法。



WO 2023/210378 A1

明 細 書

発明の名称：

化合物、組成物、表面処理剤、物品の製造方法、及び物品

技術分野

[0001] 本開示は、化合物、組成物、表面処理剤、物品の製造方法、及び物品に関する。

背景技術

[0002] 近年、外観、視認性等の性能を向上させるために、物品の表面に指紋を付きにくくする技術や、汚れを落としやすくする技術が求められている。具体的な方法として、物品の表面に表面処理剤を用いて表面処理を行う方法が知られている。

[0003] 例えば、特許文献1にはパーフルオロ（ポリ）エーテル基含有シラン化合物およびパーフルオロ（ポリ）エーテル基含有アミドシラン化合物を含んでなる表面処理剤が記載されている。特許文献2には、トリアルキルシリル基を少なくとも1つと、加水分解性ケイ素基を2つ以上有する有機ケイ素化合物、及び金属原子に加水分解性基が少なくとも1つ結合している金属化合物を含む組成物が記載されている。特許文献3には、少なくとも1以上の加水分解性基又は水酸基を有する金属系界面活性剤を含む有機溶剤溶液を用いた有機薄膜の製造方法が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2016-17176号公報

特許文献2：特開2017-119849号公報

特許文献3：国際公開第2008/016029号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 一方、表面処理剤等に用いられる組成物には撥水性及び耐摩耗性の観点か

ら、さらなる改良が求められている。

[0006] 本開示はこのような事情に鑑みてなされたものであり、本発明の一実施形態が解決しようとする課題は、基材に対して、撥水性及び耐摩耗性に優れた表面処理層を形成し得る表面処理剤として有用な新規な化合物及び組成物を提供することにある。

本発明の一実施形態が解決しようとする課題は、基材に対して、撥水性及び耐摩耗性に優れた表面処理層を形成し得る表面処理剤を提供することにある。

本発明の一実施形態が解決しようとする課題は、撥水性及び耐摩耗性に優れた表面処理層を有する物品及びその製造方法を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0007] 本開示は以下の態様を含む。

<1> トリプチセン骨格と、反応性シリル基と、疎水性部分構造と、を含む化合物。

<2> 前記反応性シリル基は、前記トリプチセン骨格の9位及び10位のいずれか一方に直接又は連結基を介して結合しており、

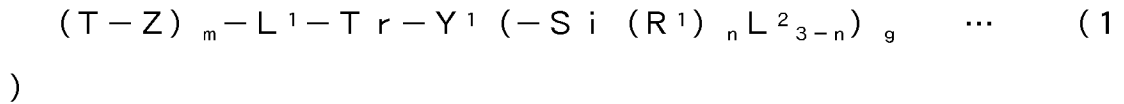
前記疎水性部分構造は、前記トリプチセン骨格の9位及び10位の外方に直接又は連結基を介して結合している、

<1>に記載の化合物。

<3> 前記疎水性部分構造は、ポリオキシフルオロアルキレン鎖、ポリジアルキルシロキサン残基、ポリオキシアルキレン鎖、及び炭素数10以上のアルキレン鎖からなる群より選択される少なくとも一種を含む、<1>に記載の化合物。

<4> 前記疎水性部分構造は、ポリオキシフルオロアルキレン鎖、ポリジアルキルシロキサン残基、ポリオキシアルキレン鎖、及び炭素数10以上のアルキレン鎖からなる群より選択される少なくとも一種を含む、<2>に記載の化合物。

<5> 下記式(1)で表される化合物。



式(1)中、

Tはそれぞれ独立に水素原子又は1価の有機基であり、

Zはそれぞれ独立にポリオキシフルオロアルキレン鎖、ポリジアルキルシロキサン残基、ポリオキシアルキレン鎖、又は炭素数10以上のアルキレン鎖であり、

L¹は単結合又は(m+1)価の連結基であって、T_rで表される連結基の9位に結合し、

T_rはトリプチセンから9位の水素原子及び10位の水素原子を除いた連結基であり、

Y¹は単結合又は(g+1)価の連結基であって、T_rで表される連結基の10位に結合し、

R¹はそれぞれ独立に1価の炭化水素基であり、

L²はそれぞれ独立に加水分解性基又は水酸基であり、

mは1~3の整数であり、

nは0~2の整数であり、

gは1以上の整数である。

<6> 前記式(1)中のmが1である、<5>に記載の化合物。

<7> <1>~<6>のいずれか1つに記載の化合物と、液状媒体と、を含む組成物。<8> <1>~<6>のいずれか1つに記載の化合物を含む、表面処理剤。

<9> さらに液状媒体を含む、<8>に記載の表面処理剤。

<10> 基材に対して、<8>に記載の表面処理剤を用いて表面処理を行い、基材上に表面処理層が形成された物品を製造する、物品の製造方法。

<11> 基材に対して、<9>に記載の表面処理剤を用いて表面処理を行い、基材上に表面処理層が形成された物品を製造する、物品の製造方法。

<12> 基材と、前記基材上に配置され、<8>に記載の表面処理剤で表

面処理された表面処理層と、を含む物品。

< 1 3 > 前記物品が光学部材である、< 1 2 >に記載の物品。

< 1 4 > 前記物品がディスプレイ又はタッチパネルである、< 1 2 >に記載の物品。

発明の効果

[0008] 本発明の一実施形態によれば、基材に対して、撥水性及び耐摩耗性に優れた表面処理層を形成し得る表面処理剤として有用な新規な化合物及び組成物が提供される。

本発明の一実施形態によれば、基材に対して、撥水性及び耐摩耗性に優れた表面処理層を形成し得る表面処理剤が提供される。

本発明の一実施形態によれば、撥水性及び耐摩耗性に優れた表面処理層を有する物品及び物品の製造方法が提供される。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、本発明の一実施形態について詳細に説明する。但し、本発明は以下の実施形態に限定されるものではない。以下の実施形態において、その構成要素（要素ステップ等も含む）は、特に明示した場合を除き、必須ではない。数値及びその範囲についても同様であり、本発明の実施形態を制限するものではない。

[0010] 本開示において「～」を用いて示された数値範囲には、「～」の前後に記載される数値がそれぞれ最小値及び最大値として含まれる。

本開示において各成分は該当する物質を複数種含んでいてもよい。組成物中に各成分に該当する物質が複数種存在する場合、各成分の含有率又は含有量は、特に断らない限り、組成物中に存在する当該複数種の物質の合計の含有率又は含有量を意味する。

本開示に段階的に記載されている数値範囲において、一つの数値範囲で記載された上限値又は下限値は、他の段階的な記載の数値範囲の上限値又は下限値に置き換えてもよい。また、本開示に記載されている数値範囲において、その数値範囲の上限値又は下限値は、実施例に示されている値に置き換え

てもよい。

本開示において「層」又は「膜」との語には、当該層又は膜が存在する領域を観察したときに、当該領域の全体に形成されている場合に加え、当該領域の一部にのみ形成されている場合も含まれる。

本開示において「表面処理層」とは、基材の表面に、表面処理によって形成される層を意味する。

本開示において、化合物又は基が特定の式（X）で表される場合、当該式（X）で表される化合物又は基をそれぞれ化合物（X）及び基（X）と記すことがある。

本開示において、（ポリ）オキシアルキレン基とは、オキシアルキレン基又はポリオキシアルキレン基を意味する。

[0011] [化合物]

本開示の化合物は、トリプチセン骨格と、反応性シリル基と、疎水性部分構造と、を含む。

本開示の化合物を含む組成物を用いて基材表面の表面処理を行うと、撥水性及び耐摩耗性に優れた表面処理層を形成できる。この理由は定かではないが、以下のように推測される。

本開示の化合物は、トリプチセン骨格を含むため、基材表面において配向しやすい。そのため本開示の化合物は、トリプチセン骨格の作用により配向した状態で、反応性シリル基が基材と密着し、かつ、疎水性部分構造が表面に並ぶ。そのため、本開示の化合物を含む組成物を用いると、撥水性及び耐摩耗性の両方に優れた表面処理層を基板上に形成できると考えられる。

[0012] (トリプチセン骨格)

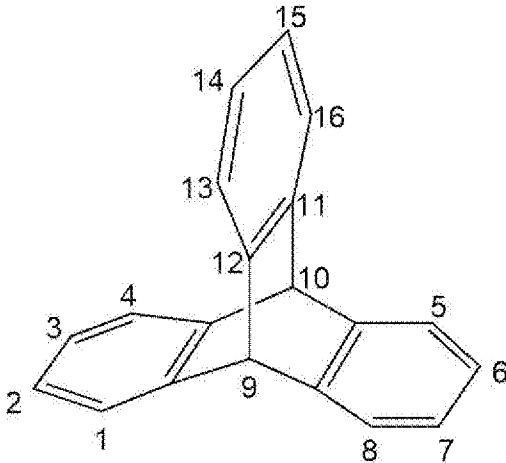
本開示の化合物は、トリプチセン骨格を含む。

トリプチセン骨格とは、トリプチセンから1以上の水素を除いた部分構造をいう。

以下に、トリプチセンの化学構造及び位置番号を示す。

[0013]

[化1]



[0014] 本開示の化合物に含まれるトリプチセン骨格には、反応性シリル基及び疎水性部分構造が、直接又は連結基を介して結合している。トリプチセン骨格における反応性シリル基及び疎水性部分構造の結合位置は、特に限定されるものではない。つまり、反応性シリル基及び疎水性部分構造は、それぞれ、トリプチセン骨格における1位～16位のいずれの位置に結合してもよい。

[0015] 反応性シリル基と疎水性部分構造とは、トリプチセン骨格における異なる位置にそれぞれ結合してもよく、3価以上の連結基を介してトリプチセン骨格の1つの位置に結合してもよい。反応性シリル基と疎水性部分構造とは、撥水性及び耐摩耗性に優れる表面処理層を得る観点から、トリプチセン骨格における異なる位置にそれぞれ結合することが好ましく、トリプチセン骨格の対称面の反対側に結合することがより好ましい。

[0016] 本開示の化合物が反応性シリル基を2以上含む場合、2以上の反応性シリル基が、トリプチセン骨格における異なる位置にそれぞれ結合してもよく、3価以上の連結基を介してトリプチセン骨格の1つの位置に結合してもよい。撥水性及び耐摩耗性に優れる表面処理層を得る観点から、2以上の反応性シリル基すべてが、トリプチセン骨格の対称面の一方の側に結合することが好ましく、トリプチセン骨格の1つの位置に結合することがより好ましい。

本開示の化合物が疎水性部分構造を2以上含む場合、2以上の疎水性部分

構造が、トリプチセン骨格における異なる位置にそれぞれ結合してもよく、3価以上の連結基を介してトリプチセン骨格の1つの位置に結合してもよい。撥水性及び耐摩耗性に優れる表面処理層を得る観点から、2以上の疎水性部分構造すべてが、トリプチセン骨格の対称面の一方の側に結合することが好ましく、トリプチセン骨格の1つの位置に結合することがより好ましい。

[0017] 本開示の化合物は、撥水性及び耐摩耗性に優れる表面処理層を得る観点から、反応性シリル基がトリプチセン骨格の9位及び10位のいずれか一方に結合し、かつ、疎水性部分構造がトリプチセン骨格の9位及び10位の他方に結合したものであることが好ましい。つまり、本開示の化合物は、トリプチセン骨格の9位に反応性シリル基が結合し、かつ、トリプチセン骨格の10位に疎水性部分構造が結合したものであるか、又はトリプチセン骨格の10位に反応性シリル基が結合し、かつ、トリプチセン骨格の9位に疎水性部分構造が結合したものであることが好ましい。

[0018] 本開示の化合物が2以上の反応性シリル基を含む場合、2以上の反応性シリル基のうち少なくとも1つの反応性シリル基が、トリプチセン骨格の9位及び10位の一方に結合していることが好ましい。その中でも、2以上の反応性シリル基すべてが、トリプチセン骨格の対称面における一方の位置に結合していることがより好ましい。つまり、2以上の反応性シリル基のうち1つの反応性シリル基がトリプチセン骨格の9位に結合している場合、他の反応性シリル基すべてが、それぞれ、1位、2位、7位、8位、9位、12位、13位、及び14位のいずれかに結合していることがより好ましい。さらにその中でも、2以上の反応性シリル基すべてが、トリプチセン骨格の9位及び10位のいずれか一方に結合していることがさらに好ましい。

本開示の化合物が疎水性部分構造を2以上含む場合、2以上の疎水性部分構造のうち少なくとも1つの疎水性部分構造が、トリプチセン骨格の9位及び10位の一方に結合していることが好ましい。その中でも、2以上の疎水性部分構造すべてが、トリプチセン骨格の対称面における一方の位置に結合していることがより好ましい。さらにその中でも、2以上の疎水性部分構造

すべてが、トリプチセン骨格の9位及び10位のいずれか一方に結合していることがさらに好ましい。

[0019] 本開示の化合物が2以上の反応性シリル基及び2以上の疎水性部分構造を含む場合、少なくとも1つの反応性シリル基がトリプチセン骨格の9位及び10位の一方に結合し、かつ、少なくとも1つの疎水性部分構造がトリプチセン骨格の9位及び10位の他方に結合していることが好ましい。その中でも、2以上の反応性シリル基すべてがトリプチセン骨格の対称面における一方の側に結合し、かつ、2以上の疎水性部分構造すべてがトリプチセン骨格の対称面における他方の側に結合していることがより好ましい。さらにその中でも、2以上の反応性シリル基すべてがトリプチセン骨格の9位及び10位のいずれか一方に結合し、かつ、2以上の疎水性部分構造すべてがトリプチセン骨格の9位及び10位の他方に結合していることがさらに好ましい。

[0020] トリプチセン骨格は、反応性シリル基及び疎水性部分構造以外の他の置換基を有してもよい。他の置換基としては、炭素数9以下のアルキル基、ハロゲン原子（具体的には、フッ素、塩素、臭素、ヨウ素）ヒドロキシ基、アミノ基、カルボニル基等が挙げられる。他の置換基としてのアルキル基の炭素数としては、例えば5以下が好ましく、3以下であってもよい。トリプチセン骨格が他の置換基を有する場合、トリプチセン骨格における他の置換基の結合位置は特に限定されるものではなく、例えば、反応性シリル基及び疎水性部分構造のいずれも結合していない位置が挙げられる。なお、撥水性及び耐摩耗性に優れる表面処理層を得る観点から、トリプチセン骨格は、他の置換基を有さないことが好ましい。

[0021] 本開示の化合物は、1分子内にトリプチセン骨格を1以上有していればよく、2以上有してもよい。撥水性及び耐摩耗性に優れる表面処理層を得る観点から、本開示の化合物1分子内に含まれるトリプチセン骨格は、1つであることが好ましい。

[0022] (反応性シリル基)

本開示の化合物は、反応性シリル基を含む。反応性シリル基は、化合物の

末端に位置する。

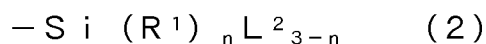
反応性シリル基とは、Si原子に反応性基が結合した基を意味する。反応性基としては、加水分解性基又は水酸基が好ましい。

[0023] 加水分解性基とは、加水分解反応により水酸基となる基である。すなわち、Si-Lで表される加水分解性を有するシリル基は、加水分解反応によりSi-OHで表されるシラノール基となる。シラノール基は、さらにシラノール基間で反応してSi-O-Si結合を形成する。また、シラノール基は、基材の表面に存在する酸化物に由来するシラノール基と脱水縮合反応して、Si-O-Si結合を形成できる。加水分解性基としては、例えば、アルコキシ基、アリールオキシ基、ハロゲン原子、アシル基、アシルオキシ基、及びイソシアナト基(-NCO)が挙げられる。アルコキシ基としては、炭素数1~4のアルコキシ基が好ましい。ただし、アリールオキシ基のアリール基は、ヘテロアリール基を含む。ハロゲン原子は、塩素原子であることが好ましい。アシル基は、炭素数1~6のアシル基であることが好ましい。アシルオキシ基は、炭素数1~6のアシルオキシ基であることが好ましい。

[0024] 均一な膜を作製しやすく、耐久性に優れる観点からは、反応性シリル基としてはアルコキシシリル基又はトリクロロシリル基が好ましい。基材との反応において生じる副生物の取り扱いやすさの観点から、反応性シリル基は、アルコキシシリル基であることがより好ましい。アルコキシシリル基としてはジアルコキシシリル基又はトリアルコキシシリル基が好ましく、トリアルコキシシリル基がより好ましい。

[0025] 本開示の化合物が有する反応性シリル基の数は、1以上であり、表面処理層の耐摩耗性をより向上させる観点から、1~18が好ましく、2~12がより好ましく、2~8がさらに好ましい。本開示の化合物が有する反応性シリル基の数は、1であってもよい。

[0026] 反応性シリル基としては、下記式(2)で表される基が好ましい。



式(2)中、R¹はそれぞれ独立に1価の炭化水素基であり、L²はそれぞれ

れ独立に加水分解性基又は水酸基であり、 n は0～2の整数である。

- [0027] 基(2)が1分子中に複数ある場合、複数の基(2)は、同じであっても異なってもよい。原料の入手容易性、及び、化合物の製造容易性の観点からは、複数の基(2)は、同じであることが好ましい。
- [0028] R^1 はそれぞれ独立に1価の炭化水素基であり、1価の飽和炭化水素基が好ましい。 R^1 の炭素数は、1～6が好ましく、1～3がより好ましく、1～2がさらに好ましい。
- [0029] L^2 が加水分解性基の場合、加水分解性基としては、上述のものが好ましい。
- [0030] なかでも、 L^2 は、化合物の製造容易性に優れる観点から、アルコキシ基(好ましくは炭素数1～4のアルコキシ基)又はハロゲン原子であることが好ましい。 L^2 は、塗布時のアウトガスが少なく、化合物の保存安定性がより優れる観点から、炭素数1～4のアルコキシ基であることが好ましい。化合物の長期の保存安定性が必要な場合には、 L^2 は、エトキシ基であることがより好ましい。塗布後の反応時間を短時間とする場合には、 L^2 は、メトキシ基であることがより好ましい。式(2)において、 L^2 の少なくとも1つが上記基であることが好ましく、 L^2 のすべてが上記基であることがより好ましい。
- [0031] n は、0～2の整数であり、0又は1が好ましく、0がより好ましい。本開示の化合物を表面処理剤に用いる場合、 L^2 が複数存在することによって、表面処理層の基材への密着性がより強固になる。
- n が1以下である場合、1分子中に存在する複数の L^2 は、同じであってもよく、互いに異なってもよい。原料の入手容易性、及び、化合物の製造容易性の観点から、複数の L^2 は同じであることが好ましい。 n が2である場合、1分子中に存在する複数の R^1 は同じであってもよく、互いに異なってもよい。原料の入手容易性、及び、化合物の製造容易性の観点から、複数の R^1 は同じであることが好ましい。
- [0032] 反応性シリル基は、前記の通り、直接又は連結基を介してトリプチセン骨格に結合している。反応性シリル基が連結基を介してトリプチセン骨格に結

合している場合、反応性シリル基とトリプチセン骨格との間に存在する連結基は、本開示の目的を損なわない基であればよく、後述の式(1)中のY¹として説明される多価連結基が挙げられる。

[0033] (疎水性部分構造)

本開示の化合物は、疎水性部分構造を含む。

疎水性部分構造とは、水に対する親和性が低い部分構造を意味する。

疎水性部分構造としては、水溶液中でイオン化が可能な基及び水素結合が可能な基を有さない部分構造が挙げられる。ここで、水溶液中でイオン化が可能な基としては、アミノ基、カルボキシ基等が挙げられる。また、水素結合が可能な基としては、ヒドロキシ基等が挙げられる。

[0034] 疎水性部分構造は、鎖式部分構造であることが好ましい。鎖式部分構造とは、環状構造を含まない鎖状の部分構造をいう。

疎水性部分構造における主鎖の構成原子数は、3以上であり、撥水性に優れる表面処理層を得る観点から、10以上であることが好ましく、15以上であることがより好ましい。また、疎水性部分構造における主鎖の構成原子数は、耐摩耗性の観点から、500以下であることが好ましく、250以下であることがより好ましく、150以下であることがさらに好ましい。疎水性部分構造における主鎖の構成原子数は、3~500であることが好ましく、10~250であることがより好ましく、15~150であることがさらに好ましい。

[0035] ここで、「主鎖の構成原子数」とは、疎水性部分構造における最も長い直鎖を構成する原子の数をいう。例えば疎水性部分構造がポリオキシフルオロアルキレン鎖又はポリオキシアルキレン鎖である場合、主鎖を構成する炭素原子及び酸素原子の総数を、主鎖の構成原子数とする。また、例えば疎水性部分構造がポリジアルキルシロキサン残基である場合、主鎖を構成し交互に結合するケイ素原子及び酸素原子の総数を、主鎖の構成原子数とする。また、例えば、疎水性部分構造がアルキレン鎖である場合、主鎖を構成する炭素原子の総数を、主鎖の構成原子数とする。

[0036] 本開示の化合物は、撥水性に優れる表面処理層を得る観点から、疎水性部分構造として、ポリオキシフルオロアルキレン鎖、ポリジアルキルシロキサン残基、ポリオキシアルキレン鎖、及び炭素数10以上のアルキレン鎖からなる群より選択される少なくとも一種を含むことが好ましい。

[0037] 本開示の化合物が有する疎水性部分構造の数は、1以上であり、表面処理層の耐摩耗性をより向上させる観点から、1~3が好ましく、1~2がより好ましく、1がさらに好ましい。

本開示の化合物が疎水性部分構造を2以上含む場合、2以上の疎水性部分構造は、互いに異なる種類の部分構造であってもよく、同種の部分構造であってもよい。2以上の疎水性部分構造は、化合物の製造容易性の観点から、同種の部分構造であることが好ましい。2以上の疎水性部分構造が同種の部分構造である場合とは、例えば、2以上の疎水性部分構造がいずれもポリオキシフルオロアルキレン鎖である場合、2以上の疎水性部分構造がいずれもポリジアルキルシロキサン残基である場合、2以上の疎水性部分構造がいずれもポリオキシアルキレン鎖である場合、2以上の疎水性部分構造がいずれもアルキレン鎖である場合等が挙げられる。2以上の疎水性部分構造が同種の部分構造である場合、互いに種類が同じであればよく、炭素数、鎖長等が互いに異なってもよい。

[0038] <ポリオキシフルオロアルキレン鎖>

ポリオキシフルオロアルキレン鎖は、下記式(C)で表される。



式(C)中、 X^f は、それぞれ独立に、フルオロアルキレン基であり、 k は2以上の整数である。

[0039] フルオロアルキレン基の炭素数は、表面処理層の撥水性及び耐摩耗性を向上させる観点から、1~8が好ましく、1~6がより好ましく、1~4がさらに好ましい。

フルオロアルキレン基は、直鎖状、分岐鎖状、及び環状のいずれであってもよく、その中でも、表面処理層の撥水性及び耐摩耗性を向上させる観点か

ら、直鎖状又は分岐鎖状が好ましく、直鎖状がより好ましい。

フルオロアルキレン基は、両末端の炭素原子にそれぞれ1以上のフッ素原子が結合したアルキレン基であればよく、表面処理層の撥水性及び耐摩耗性を向上させる観点からは、ペルフルオロアルキレン基であることが好ましい。フルオロアルキレン基は、フッ素原子及び水素原子の両方を有していてもよい。水素原子を含むフルオロアルキレン基における水素原子の結合位置及び個数は、特に限定されるものではない。

[0040] X^f の具体例としては、 $-CHF-$ 、 $-CF_2-$ 、 $-C_2F_4-$ 、 $-CF_2CHF-$ 、 $-C_3F_6-$ 、 $-C_2F_4CHF-$ 、 $-CF_2CHF CF_2-$ 、 $-CF_2CH_2CF_2-$ 、 $-CF(CF_3)CF_2-$ 、 $-C_4F_8-$ 、 $-CHFC_3F_6-$ 、 $-CF_2CH_2C_2F_4-$ 、 $-CF(CF_3)C_2F_4-$ 、 $-C_5F_{10}-$ 、 $-CHFC_4F_8-$ 、 $-C_2F_4CH_2C_2F_4-$ 、 $-C_6F_{12}-$ 、 $-C_5F_{10}CHF-$ 、 $-cycloC_4F_6-$ 、 $-cycloC_5F_8-$ 、及び $-cycloC_6F_{10}-$ が挙げられる。

[0041] ここで、 $-cycloC_4F_6-$ は、ペルフルオロシクロブタンジイル基を意味する。ペルフルオロシクロブタンジイル基としては、ペルフルオロシクロブタン-1, 2-ジイル基、及びペルフルオロシクロブタン-1, 3-ジイル基が挙げられる。 $-cycloC_5F_8-$ は、ペルフルオロシクロペンタンジイル基を意味する。ペルフルオロシクロペンタンジイル基としては、ペルフルオロシクロペンタン-1, 2-ジイル基、及びペルフルオロシクロペンタン-1, 3-ジイル基が挙げられる。 $-cycloC_6F_{10}-$ は、ペルフルオロシクロヘキサジイル基を意味する。ペルフルオロシクロヘキサジイル基としては、ペルフルオロシクロヘキサン-1, 2-ジイル基、ペルフルオロシクロヘキサン-1, 3-ジイル基、及びペルフルオロシクロヘキサン-1, 4-ジイル基が挙げられる。

[0042] (OX^f) の繰り返し数 k は、2以上の整数であり、2~200の整数がより好ましく、5~150の整数がさらに好ましく、5~100の整数が特に好ましく、10~50の整数が最も好ましい。

[0043] 式 (C) 中に含まれる k 個の X^f は、互いに同じであってもよく、異なってもよい。つまり、 $(OX^f)_k$ は、2 種以上の (OX^f) を含んでいてもよい。

2 種以上の (OX^f) の結合順序は限定されず、ランダム、交互、及びブロックのいずれに配置されていてもよい。

2 種以上の (OX^f) を含むとは、化合物中において、炭素数の異なる 2 種以上の (OX^f) が存在すること、炭素数が同一であってもフッ素原子数が異なる 2 種以上の (OX^f) が存在すること、並びに炭素数及びフッ素原子数が同一であっても側鎖の有無や側鎖の種類（例えば、側鎖の数、側鎖の炭素数等）が異なる 2 種以上の (OX^f) が存在することをいう。

2 種以上の (OX^f) の配置については、例えば、 $\{(OCF_2)_{k21} (OC_2F_4)_{k22}\}$ で表される構造は、 $k21$ 個の (OCF_2) と $k22$ 個の (OC_2F_4) とがランダムに配置されていることを表す。また、 $(OC_2F_4 - OC_3F_6)_{k25}$ で表される構造は、 $k25$ 個の (OC_2F_4) と $k25$ 個の (OC_3F_6) とが交互に配置されていることを表す。

[0044] 中でも、 $(OX^f)_k$ は、 $[(OCF_2)_{k1} (OC_2F_4)_{k2} (OC_3F_6)_{k3} (OC_4F_8)_{k4} (OC_5F_{10})_{k5} (OC_6F_{12})_{k6} (O-cycloC_4F_6)_{k7} (O-cycloC_5F_8)_{k8} (O-cycloC_6F_{10})_{k9}]$ の構造を含むことが好ましい。

$k1$ 、 $k2$ 、 $k3$ 、 $k4$ 、 $k5$ 、 $k6$ 、 $k7$ 、 $k8$ 、及び $k9$ は、それぞれ独立に、0 以上の整数であり、100 以下が好ましい。

$k1 + k2 + k3 + k4 + k5 + k6 + k7 + k8 + k9$ は 2 以上の整数であり、2~200 の整数がより好ましく、5~150 の整数がより好ましく、5~100 の整数がさらに好ましく、10~50 の整数が特に好ましい。

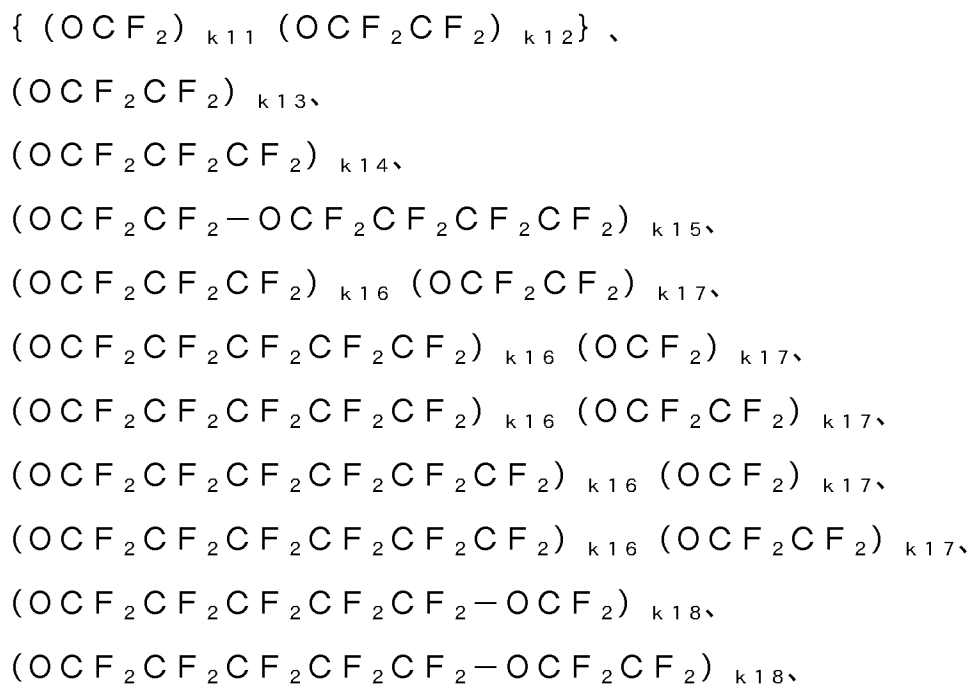
また、 C_3F_6 、 C_4F_8 、 C_5F_{10} 、及び C_6F_{12} は、直鎖状であってもよく、分岐鎖状であってもよいが、表面処理層の耐摩耗性を向上させる観点から、直鎖状が好ましい。

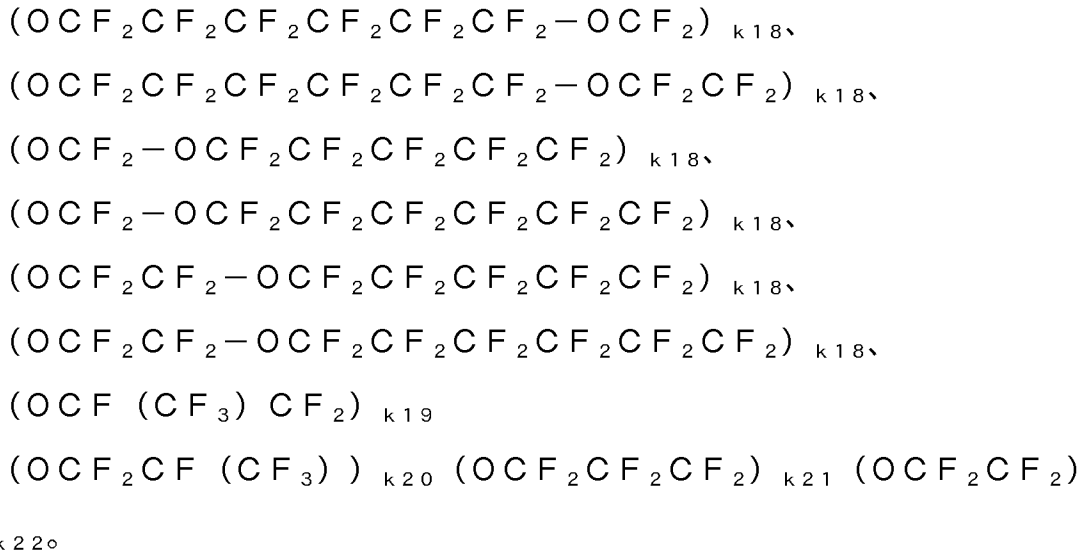
なお、上記式は単位の種類とその数を表すものであり、単位の配列を表すものではない。すなわち、 $k_1 \sim k_9$ は単位の数を表すものであり、例えば、 $(OCF_2)_{k_1}$ は、 (OCF_2) 単位が k_1 個連続したブロックを表すものではない。同様に、 $(OCF_2) \sim (O-cycloC_6F_{10})$ の記載順は、その記載順にそれらが配列していることを表すものではない。

上記式において、 $k_1 \sim k_9$ の2つ以上が0でない場合（すなわち、 $(OX^f)_k$ が2種以上の単位から構成されている場合）、異なる単位の配列は、ランダム配列、交互配列、ブロック配列、及びそれら配列の組合せのいずれであってもよい。

[0045] $(OX^f)_k$ は、連続した (OX^f) が、 $-(OX^{f1}-OX^{f2})_{k10}-$ で表される構造を含むことが好ましい。ただし、 X^{f1} はフルオロアルキレン基であり、 X^{f2} は X^{f1} と異なるフルオロアルキレン基であり、 $k10$ は1以上の整数であり、 $2 \leq (2 \times k10) \leq k$ である。 X^{f1} で表されるフルオロアルキレン基及び X^{f2} で表されるフルオロアルキレン基の具体例は、 X^f で表されるフルオロアルキレン基の具体例と同様である。

[0046] $(OX^f)_k$ は、その一部に下記の構造のうち少なくとも1つを有するものが好ましい。





ただし、 $k11$ 、 $k12$ 、 $k13$ 、 $k14$ 、 $k15$ 、 $k16$ 、 $k17$ 、 $k18$ 、 $k19$ 、 $k20$ 、 $k21$ 、及び $k22$ は、1以上の整数であり、上限値は (OX^f) の繰返し数 k の上限値に合わせて調整される。

特に $\{(\text{OCF}_2)_{k11}(\text{OCF}_2\text{CF}_2)_{k12}\}$ において、 $k12/k11$ は、表面処理層の耐摩擦性及び撥水性がより優れる点から、0.1~1.0が好ましく、0.2~5.0がより好ましく、0.2~2.0がさらに好ましく、0.2~1.5が特に好ましく、0.2~0.85が最も好ましい。

[0047] $(\text{OX}^f)_k$ における下記式で表されるフッ素化率は、表面処理層の撥水性及び耐摩耗性を向上させる観点から、60%以上であることが好ましく、80%以上がより好ましく、実質的に100%、即ちパーフルオロポリエーテルであることが更に好ましい。

式：フッ素化率(%) = (フッ素原子の数) / {(フッ素原子の数) + (水素原子の数)} × 100

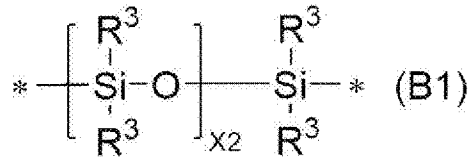
[0048] <ポリジアルキルシロキサン残基>

ポリジアルキルシロキサン残基は、2価の鎖状のオルガノポリシロキサン残基である。

ポリジアルキルシロキサン残基としては、下記式(B1)で表される部分構造が好ましい。

[0049]

[化2]



[0050] 式(B1)中、 R^3 は、それぞれ独立に、アルキル基であり、 X_2 は1以上の整数である。

[0051] R^3 で表されるアルキル基は、直鎖状アルキル基、分岐鎖状アルキル基、及び環状アルキル基のいずれであってもよく、その中でも直鎖状アルキル基又は環状アルキル基が好ましく、直鎖状アルキル基がより好ましい。

R^3 で表されるアルキル基の炭素数としては、例えば1~5が挙げられ、1~3が好ましく、1~2がより好ましく、1がさらに好ましい。

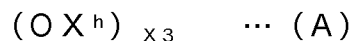
R^3 で表されるアルキル基は、メチル基、エチル基、 n -プロピル基、又は n -ブチル基がより好ましく、メチル基がさらに好ましい。

式(B1)中に含まれる($2 \times X_2 + 2$)個の R^3 は、互いに同じであってもよく、異なってもよい。

[0052] X_2 は1以上の整数であり、撥水性に優れる表面処理層を得る観点から、5~200であることが好ましく、10~100であることがより好ましく、20~80であることがさらに好ましい。耐摩耗性に優れる表面処理層を得る観点から、 X_2 は、9~50が好ましく、11~30がより好ましく、11~25が特に好ましい。

[0053] <ポリオキシアルキレン鎖>

ポリオキシアルキレン鎖は、下記式(A)で表される。



式(A)中、 X^h は、それぞれ独立に、アルキレン基であり、 X_3 は2以上の整数である。

[0054] アルキレン基の炭素数は、表面処理層の撥水性及び耐摩耗性を向上させる観点から、1~10が好ましく、2~8がより好ましく、3~8がさらに好

ましく、3～6が特に好ましく、4～6が極めて好ましい。アルキレン基の炭素数は、特に表面処理層の撥水性を向上させる観点から、3以上が好ましい。

アルキレン基は、直鎖状、分岐鎖状、及び環状のいずれであってもよく、その中でも、表面処理層の撥水性及び耐摩耗性を向上させる観点から、直鎖状又は分岐鎖状が好ましく、直鎖状がより好ましい。

[0055] (OX^h) の具体例としては、 $-\text{OCH}_2-$ 、 $-\text{OC}_2\text{H}_4-$ 、 $-\text{OC}_3\text{H}_6-$ 、 $-\text{OC}_4\text{H}_8-$ 、 $-\text{OC}_5\text{H}_{10}-$ 、 $-\text{OC}_6\text{H}_{12}-$ 、 $-\text{OCH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2-$ 、 $-\text{OCH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_2-$ 、 $-\text{O}-\text{cycloC}_4\text{H}_6-$ 、 $-\text{O}-\text{cycloC}_5\text{H}_8-$ 、及び $-\text{O}-\text{cycloC}_6\text{H}_{10}-$ が挙げられる。

ここで、 $-\text{cycloC}_4\text{H}_6-$ は、シクロブタンジイル基を意味する。シクロブタンジイル基としては、シクロブタン-1, 2-ジイル基、及びシクロブタン-1, 3-ジイル基が挙げられる。 $-\text{cycloC}_5\text{H}_8-$ は、シクロペンタンジイル基を意味する。シクロペンタンジイル基としては、シクロペンタン-1, 2-ジイル基、及びシクロペンタン-1, 3-ジイル基が挙げられる。 $-\text{cycloC}_6\text{H}_{10}-$ は、シクロヘキサンジイル基を意味する。シクロヘキサンジイル基としては、シクロヘキサン-1, 2-ジイル基、シクロヘキサン-1, 3-ジイル基、及びシクロヘキサン-1, 4-ジイル基が挙げられる。

[0056] (OX^h) の繰り返し数X3は、2以上の整数であり、3以上の整数であることが好ましく、3～200の整数がより好ましく、5～150の整数がさらに好ましく、5～100の整数が特に好ましく、10～50の整数が最も好ましい。

[0057] 式(A)中に含まれるX3個のX^hは、互いに同じであってもよく、異なってもよい。つまり、(OX^h)_{X3}は、2種以上の(OX^h)を含んでもよい。

2種以上の(OX^h)の結合順序は限定されず、ランダム、交互、及びブロックのいずれに配置されていてもよい。

2種以上の(OX^h)を含むとは、化合物中において、炭素数の異なる2種以上の(OX^h)が存在すること、及び、炭素数が同一であっても側鎖の有無や側鎖の種類(例えば、側鎖の数、側鎖の炭素数等)が異なる2種以上の(OX^h)が存在することをいう。

2種以上の(OX^h)の配置については、例えば、{(OCH₂)_{m21}(OC₂H₄)_{m22}}で表される構造は、m21個の(OCH₂)とm22個の(OC₂H₄)とがランダムに配置されていることを表す。また、(OC₂H₄-OC₃H₆)_{m25}で表される構造は、m25個の(OC₂H₄)とm25個の(OC₃H₆)とが交互に配置されていることを表す。

[0058] 中でも、(OX^h)_{x3}は、[(OCH₂)_{m11}(OC₂H₄)_{m12}(OC₃H₆)_{m13}(OC₄H₈)_{m14}(OC₅H₁₀)_{m15}(OC₆H₁₂)_{m16}(O-cycloC₄H₆)_{m17}(O-cycloC₅H₈)_{m18}(O-cycloC₆H₁₀)_{m19}]の構造を含むことが好ましい。

m11、m12、m13、m14、m15、m16、m17、m18、及びm19は、それぞれ独立に、0以上の整数であり、100以下が好ましい。

m11+m12+m13+m14+m15+m16+m17+m18+m19は2以上の整数であり、2~200の整数がより好ましく、5~150の整数がより好ましく、5~100の整数がさらに好ましく、10~50の整数が特に好ましい。

[0059] 中でも、m13+m14+m15+m16+m17+m18+m19は、2以上の整数が好ましく、2~200がより好ましい。さらにその中でも、m13は2以上の整数が好ましく、2~200がより好ましい。

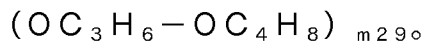
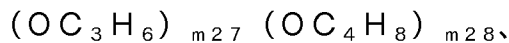
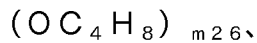
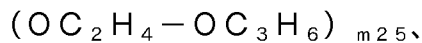
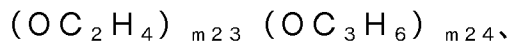
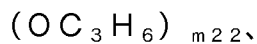
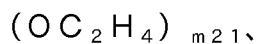
また、C₃H₆、C₄H₈、C₅H₁₀、及びC₆H₁₂は、直鎖状であってもよく、分岐鎖状であってもよいが、表面処理層の耐摩耗性を向上させる観点から、直鎖状が好ましい。

[0060] なお、上記式は単位の種類とその数を表すものであり、単位の配列を表すものではない。すなわち、m11~m19は単位の数を表すものであり、例

例えば、 $(\text{OCH}_2)_{m11}$ は、 (OCH_2) 単位が $m11$ 個連続したブロックを表すものではない。同様に、 $(\text{OCH}_2) \sim (\text{O-cycloC}_6\text{H}_{10})$ の記載順は、その記載順にそれらが配列していることを表すものではない。

上記式において、 $m11 \sim m19$ の 2 以上が 0 でない場合（すなわち、 $(\text{OX}^h)_{x3}$ が 2 種以上の単位から構成されている場合）、異なる単位の配列は、ランダム配列、交互配列、ブロック配列及びそれら配列の組合せのいずれであってもよい。

[0061] $(\text{OX}^h)_{x3}$ は、下記の構造を有することが好ましい。



ただし、 $m21$ は 2 以上の整数であり、 $m22$ は 2 以上の整数であり、 $m23$ 及び $m24$ はそれぞれ独立に、1 以上の整数であり、 $m25$ は 1 以上の整数であり、 $m26$ は 1 以上の整数であり、 $m27$ 及び $m28$ はそれぞれ独立に、1 以上の整数であり、 $m29$ は 1 以上の整数である。

[0062] <アルキレン鎖>

アルキレン鎖の炭素数は、10 以上であり、表面処理層の撥水性及び耐摩耗性を向上させる観点から、12 以上が好ましく、14 以上がより好ましく、16 以上がさらに好ましい。アルキレン鎖の炭素数は、21 以上であってもよい。アルキレン鎖の炭素数は、耐摩耗性の観点から、100 以下であることが好ましく、60 以下であることがより好ましく、40 以下であることがさらに好ましい。アルキレン鎖の炭素数は、12～100 であることが好ましく、14～60 であることがより好ましく、16～40 であることがさらに好ましい。

アルキレン鎖は、直鎖状、分岐鎖状、及び環状のいずれであってもよく、表面処理層の撥水性及び耐摩耗性を向上させる観点から、直鎖状又は分岐鎖状が好ましく、直鎖状がより好ましい。

[0063] <連結基及び置換基>

疎水性部分構造は、前記の通り、直接又は連結基を介してトリプチセン骨格に結合している。疎水性部分構造が連結基を介してトリプチセン骨格に結合している場合、疎水性部分構造とトリプチセン骨格との間に存在する連結基は、本開示の目的を損なわない基であればよく、後述の式(1)中の L^1 として説明される多価連結基が挙げられる。

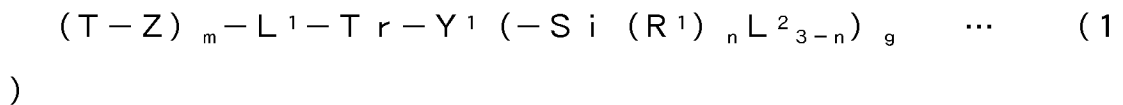
なお、疎水性部分構造がポリオキシフルオロアルキレン鎖である場合、多価連結基におけるポリオキシフルオロアルキレン鎖に結合する末端は、 $-CF_2-$ 又は $-CFH-$ 以外の構造を有する。また、疎水性部分構造がアルキレン鎖である場合、多価連結基におけるアルキレン鎖に結合する末端は、 $-CH_2-$ 以外の構造を有する。

[0064] 疎水性部分構造は、置換基を有してもよい。疎水性部分構造が有する置換基は、本開示の目的を損なわない基であればよく、前記反応性シリル基以外の基が挙げられ、具体的には後述の式(1)中の T として説明される1価の有機基が挙げられる。上記置換基は、例えば、疎水性部分構造の末端のうち、トリプチセン骨格に直接又は連結基を介して結合する末端と反対側の末端に結合する。

なお、疎水性部分構造がポリオキシフルオロアルキレン鎖又はポリオキシアルキレン鎖である場合、上記置換基における疎水性部分構造に結合する末端は、 $-O-$ 以外の構造を有する。また、疎水性部分構造が炭素数10以上のアルキレン鎖である場合、上記置換基における疎水性部分構造に結合する末端は、 $-CH_2-$ 以外の構造を有する。

[0065] (式(1)で表される化合物)

本開示の化合物は、撥水性及び耐摩耗性に優れる観点から、下記式(1)で表される化合物であることが好ましい。



式(1)中、

Tはそれぞれ独立に水素原子又は1価の有機基であり、

Zはそれぞれ独立にポリオキシフルオロアルキレン鎖、ポリジアルキルシロキサン残基、ポリオキシアルキレン鎖、又は炭素数10以上のアルキレン鎖であり、

L¹は単結合又は(m+1)価の連結基であって、Trで表される連結基の9位に結合し、

Trはトリプチセンから9位の水素原子及び10位の水素原子を除いた連結基であり、

Y¹は単結合又は(g+1)価の連結基であって、Trで表される連結基の10位に結合し、

R¹はそれぞれ独立に1価の炭化水素基であり、

L²はそれぞれ独立に加水分解性基又は水酸基であり、

mは1~3の整数であり、

nは0~2の整数であり、

gは1以上の整数である。

[0066] 式(1)におけるZは、疎水性部分構造として上述したポリオキシフルオロアルキレン鎖、ポリジアルキルシロキサン残基、ポリオキシアルキレン鎖、又は炭素数10以上のアルキレン鎖と同様であるため、説明を省略する。

なお、mが2以上である場合、式(1)で表される化合物に含まれる2以上のZは、同一であってもよく、互いに異なっていてもよい。

式(1)におけるTrは、前述のトリプチセン骨格のうち、9位に疎水性部分構造が直接又は連結基を介して結合し、かつ、10位に反応性シリル基が直接又は連結基を介して結合するものと同様であるため、説明を省略する。

式(1)におけるR¹、L²、及びnは、反応性シリル基として上述した式

(2)における R^1 、 L 、及び n と同様である。

[0067] <式(1)における T >

式(1)における T は、それぞれ独立に水素原子又は1価の有機基である。 m が2以上である場合、式(1)で表される化合物に含まれる2以上の T は、同一であってもよく、互いに異なっていてもよい。

[0068] T で表される1価の有機基としては、アルキル基、フルオロアルキル基、ペンタフルオロスルファニル基、基 $-MR^2_3$ 、アリール基、フルオロアリール基、1価のポリシロキサン残基等の置換基、これらの置換基と連結基とを組み合わせた基などが挙げられる。なお、 M は Si 、 Sn 、又は Ge であり、 Si が好ましい。すなわち基 $-MR^2_3$ は、 $-SiR^2_3$ が好ましい。 R^2 は、それぞれ独立に、炭化水素基又はトリアルキルシリルオキシ基である。

上記置換基と組み合わせる連結基としては、アルキレン基、アリーレン基、カルボニル基、エーテル結合、チオエーテル結合、スルホニル基、 $-NR^4$ 、 $-SiR^4_2$ 、等が挙げられる。なお、 R^4 は、水素原子又は炭化水素基である。これらの連結基は、2以上組み合わせてもよく、2種以上組み合わせてもよい。上記連結基を2以上組み合わせた連結基としては、エステル結合、チオエステル結合、アミド結合、スルホンアミド結合、アリーレン基とエーテル結合と組み合わせ等が挙げられる。

上記置換基と連結基との組み合わせとしては、基 $-SiR^2_3$ とアルキレン基との組み合わせ、基 $-SiR^2_3$ とエーテル結合との組み合わせ、アリール基とエーテル結合との組み合わせ、フルオロアルキル基とアリーレン基とエーテル結合との組み合わせ、ペンタフルオロスルファニル基とアリーレン基とエーテル結合との組み合わせ、フルオロアリール基とエーテル結合との組み合わせ等が挙げられる。

[0069] T で表される1価の有機基に含まれるアルキル基は、直鎖状アルキル基、分岐鎖状アルキル基、及び環状アルキル基のいずれであってもよく、その中でも直鎖状アルキル基又は環状アルキル基が好ましく、直鎖状アルキル基がより好ましい。アルキル基の炭素数としては、例えば1~5が挙げられ、

1～3が好ましく、1～2がより好ましく、1がさらに好ましい。アルキル基は、メチル基、エチル基、*n*-プロピル基、又は*n*-ブチル基がより好ましく、メチル基がさらに好ましい。

[0070] Tで表される1価の有機基に含まれるフルオロアルキル基は、直鎖状、分岐鎖状、及び環状のいずれであってもよく、その中でも直鎖状フルオロアルキル基が好ましく、直鎖状ペルフルオロアルキル基がより好ましい。フルオロアルキル基の炭素数としては、例えば1～5が挙げられ、1～3が好ましく、1～2がより好ましく、1がさらに好ましい。フルオロアルキル基は、トリフルオロメチル基、ペンタフルオロエチル基、*n*-ヘプタフルオロプロピル基、又は*n*-ノナフルオロブチル基がより好ましく、トリフルオロメチル基がさらに好ましい。

[0071] Tで表される1価の有機基に含まれる基-SiR²₃のR²で表される炭化水素基としては、例えば、脂肪族炭化水素基及び芳香族炭化水素基が挙げられる。中でも、炭化水素基は、脂肪族炭化水素基が好ましく、アルキル基がより好ましい。アルキル基は、直鎖状アルキル基、分岐鎖状アルキル基、及び環状アルキル基のいずれであってもよいが、直鎖状アルキル基が好ましく、メチル基、エチル基、*n*-プロピル基、又は*n*-ブチル基がより好ましく、メチル基がさらに好ましい。

[0072] R²で表されるトリアルキルシリルオキシ基に含まれるアルキル基は、直鎖状アルキル基、分岐鎖状アルキル基、及び環状アルキル基のいずれであってもよいが、直鎖状アルキル基が好ましく、メチル基、エチル基、*n*-プロピル基、又は*n*-ブチル基がより好ましく、メチル基がさらに好ましい。R²がトリアルキルシリルオキシ基である場合、3つのアルキルシリルオキシ基は同一であってもよく、互いに異なってもよいが、製造容易性の観点から、同一であることが好ましい。

R²で表されるトリアルキルシリルオキシ基は、トリメチルシリルオキシ基、トリエチルシリルオキシ基、トリー*n*-プロピルシリルオキシ基、又はトリー*n*-ブチルシリルオキシ基が好ましく、トリメチルシリルオキシ基又は

トリエチルシリルオキシ基がより好ましい。

[0073] 基 $-SiR^2_3$ としては、例えば、メチルジエチルシリル基、メチルエチルプロピルシリル基、メチルエチルブチルシリル基、メチルジプロピルシリル基、メチルプロピルブチルシリル基、メチルジブチルシリル基、ジメチルエチルシリル基、ジメチルプロピルシリル基、ジメチルブチルシリル基、トリメチルシリル基、トリエチルシリル基、トリー n -プロピルシリル基、トリー n -イソプロピルシリル基、及び、これらの基を有するトリアルキルシリルオキシシリル基が挙げられる。

中でも、表面処理層の撥水性を向上させる観点から、基 $-SiR^2_3$ は、トリアルキルシリルオキシシリル基が好ましく、トリメチルシリルオキシシリル基又はトリエチルシリルオキシシリル基がより好ましい。

[0074] Tで表される1価の有機基に含まれるアリアル基は、芳香環から水素を1つ除いた基である。

芳香環は、単環であってもよく、多環であってもよく、撥液性に優れる観点から単環であることが好ましい。

芳香環としては、ベンゼン環、ナフタレン環、フルオレン環、アントラセン環、フラン環、チオフェン環、ピリジン環等が挙げられる。

[0075] Tで表される1価の有機基に含まれるフルオロアリアル基は、上記アリアル基の水素原子をフッ素原子に置換した基が挙げられる。フルオロアリアル基が有するフッ素原子の数は特に限定されるものではない。

フルオロアリアル基は、ペルフルオロアリアル基であることが好ましく、その中でもペンタフルオロフェニル基であることがより好ましい。

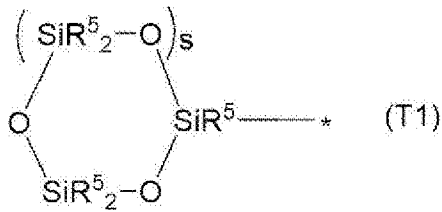
[0076] Tで表される1価の有機基に含まれる1価のポリシロキサン残基としては、1価の環状のポリシロキサン残基等が挙げられる。

1価の環状のポリシロキサン残基としては、下記式(T1)で表される基が挙げられる。

式(T1)中、 R^5 はそれぞれ独立に、アルキル基又は置換基を有するアルキル基であり、 s は1~4の整数である。*は式(1)におけるZへの結合

部である。

[0077] [化3]



[0078] R⁵で表されるアルキル基は、直鎖状アルキル基、分岐鎖状アルキル基、及び環状アルキル基のいずれであってもよいが、直鎖状アルキル基が好ましい。アルキル基の炭素数は1～10であることが好ましく、1～8であることがより好ましく、1～4であることがさらに好ましい。具体的に、R⁵で表されるアルキル基は、メチル基、エチル基、n-プロピル基、又はn-ブチル基が好ましく、メチル基がより好ましい。

[0079] R⁵で表される置換アルキル基に含まれるアルキル基は、直鎖状アルキル基、分岐鎖状アルキル基、及び環状アルキル基のいずれであってもよいが、直鎖状アルキル基が好ましい。置換アルキル基に含まれるアルキル基の炭素数は1～10であることが好ましく、1～8であることがより好ましく、2～4であることがさらに好ましい。

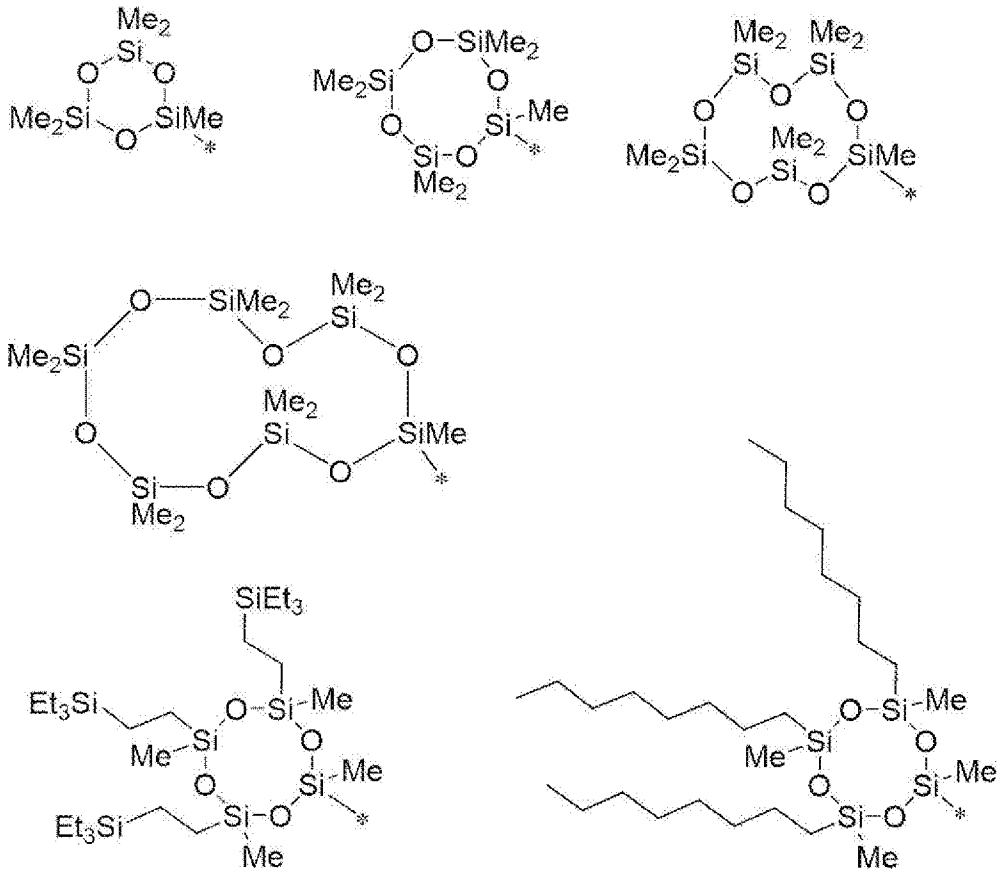
[0080] R⁵で表される置換アルキル基における置換基としては、例えば、ハロゲン原子、水酸基、アルコキシ基、トリアルキルシリルエーテル基、トリアルキルシリル基、アミノ基、ニトロ基、シアノ基、スルホニル基、及びトリフルオロメチル基が挙げられる。

[0081] 複数のR⁵は同一であってもよく、互いに異なっていてもよいが、製造容易性の観点から、同一であることが好ましい。

[0082] 1価の環状のポリシロキサン残基としては、例えば、以下の基が挙げられる。

[0083]

[化4]



[0084] Tで表される1価の有機基に含まれるアルキレン基としては、直鎖状、分岐鎖状、及び環状のいずれであってもよく、その中でも直鎖状又は分岐鎖状が好ましく、直鎖状がより好ましい。アルキレン基の炭素数としては、例えば1～5が挙げられ、1～3が好ましく、1～2がより好ましい。

Tで表される1価の有機基に含まれるアリーレン基としては、芳香環から水素を2つ除いた基であり、芳香環については前述の通りである。

Tで表される1価の有機基に含まれる $-NR^4-$ 及び $-SiR^4_2-$ の R^4 で表される炭化水素基としては、例えば、脂肪族炭化水素基及び芳香族炭化水素基が挙げられる。中でも、炭化水素基は、脂肪族炭化水素基が好ましく、アルキル基がより好ましい。アルキル基は、直鎖状アルキル基、分岐鎖状アルキル基、及び環状アルキル基のいずれであってもよいが、直鎖状アルキル基が好ましく、メチル基、エチル基、*n*-プロピル基、又は*n*-ブチル基

がより好ましく、メチル基がさらに好ましい。

[0085] 式(1)におけるZがポリオキシフルオロアルキレン鎖である場合、式(1)におけるTは、化合物の製造容易性の観点から、水素原子、アルキル基、フルオロアルキル基、アリール基、又はフルオロアリール基が好ましく、アルキル基又はフルオロアルキル基がより好ましく、ペルフルオロアルキル基がさらに好ましく、トリフルオロメチル基が特に好ましい。

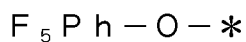
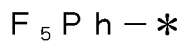
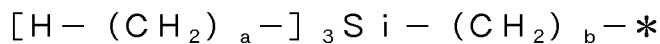
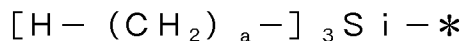
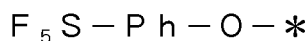
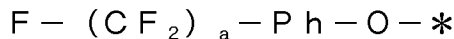
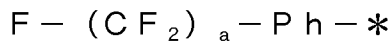
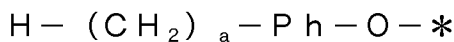
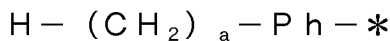
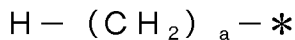
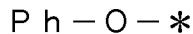
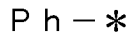
[0086] 式(1)におけるZがポリジアルキルシロキサン残基である場合、式(1)におけるTは、化合物の製造容易性の観点から、アルキル基、トリアルキルシリルオキシ基、トリアルキルシリルオキシシリルオキシ基、トリアルキルシリルオキシシリルアルキレン基、式(T1)で表される基とエーテル結合とを組み合わせた基、又は式(T1)で表される基とアルキレン基とを組み合わせた基が好ましく、トリメチルシリルオキシシリルオキシ基、トリメチルシリルオキシシリルエチレン基、式(T1)で表されsが2でありR⁵がいずれもメチル基である基とエーテル結合とを組み合わせた基、又は式(T1)で表されsが2でありR⁵がいずれもメチル基である基とエチレン基とを組み合わせた基がより好ましい。

[0087] 式(1)におけるZがポリオキシアルキレン鎖である場合、式(1)におけるTは、化合物の製造容易性に優れる観点から、水素原子、アルキル基、ペンタフルオロスルファニル基、基-SiR²₃、トリアルキルシリルアルキレン基、アリール基、フルオロアリール基、アルキルアリール基、フルオロアルキルアリール基、又はペンタフルオロスルファニルアリール基が好ましく、アルキル基、トリメチルシリルアルキレン基、トリエチルシリルアルキレン基、フェニル基、ペンタフルオロフェニル基、トリフルオロメチルフェニル基、又はペンタフルオロスルファニルフェニル基がより好ましい。

[0088] 式(1)におけるZがアルキレン鎖である場合、式(1)におけるTは、化合物の製造容易性の観点から、水素原子、ペンタフルオロスルファニル基、基-SiR²₃、アリール基、フルオロアリール基、アリールオキシ基、フルオロアリールオキシ基、アルキルアリール基、アルキルアリールオキシ基

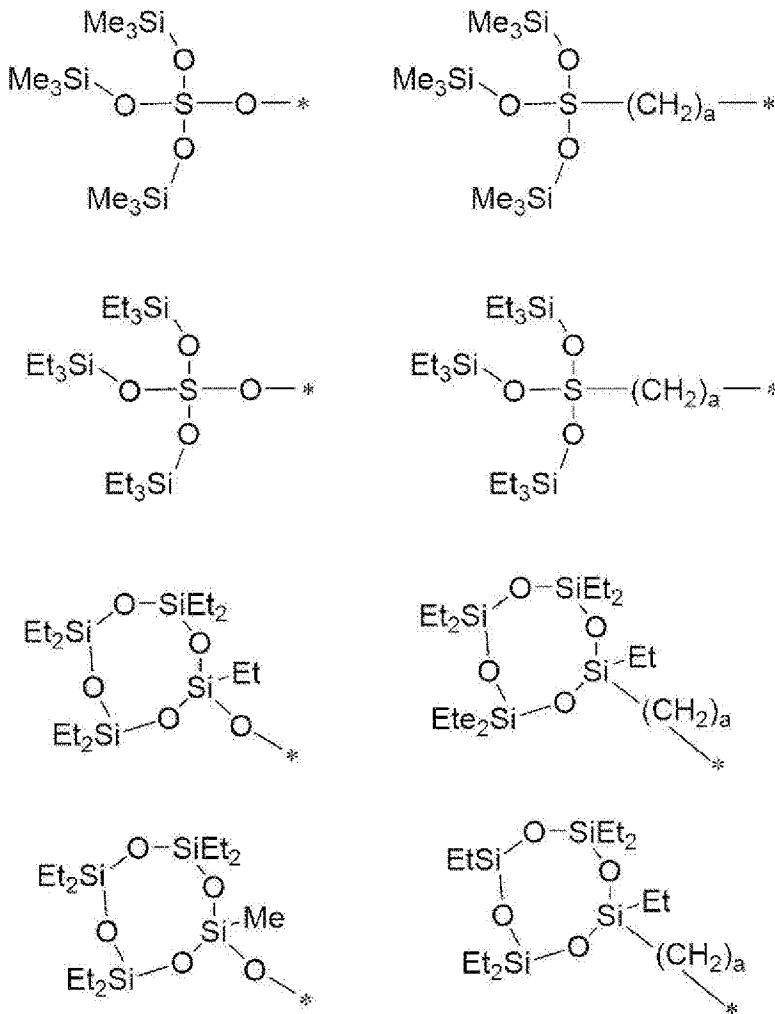
、フルオロアルキルアリアルオキシ基、又はペンタフルオロスルファニルアリアルオキシ基が好ましく、水素原子、トリメチルシリル基、トリエチルシリル基、フェニルオキシ基、ペンタフルオロフェニルオキシ基、トリフルオロメチルフェニルオキシ基、又はペンタフルオロスルファニルフェニルオキシ基がより好ましい。

[0089] Tで表される1価の有機基の具体例としては、例えば下記構造の有機基が挙げられる。Tで表される有機基は、下記具体例に限定されるものではない。ただし、下記式中、a及びbは、それぞれ独立に1～6の整数であり、1～3の整数であることが好ましい。なお、a及びbは、互いに同じであってもよく、異なってもよい。Phはベンゼン環であり、Phが1価の場合はフェニル基、Phが2価の場合はフェニレン基、F₅Phはペンタフルオロフェニル基である。*は式(1)におけるZへの結合部である。Meはメチル基であり、Etはエチル基である。



[0090]

[化5]



[0091] <式(1)におけるm>

式(1)におけるmは、1~3の整数であり、表面処理層の撥水性及び耐摩耗性を向上させる観点から、1~2の整数が好ましく、1がより好ましい。

[0092] <式(1)におけるL¹>

式(1)におけるL¹は、単結合又は(m+1)価の連結基であって、Trで表される連結基の9位に結合する。つまり、L¹は、単結合又は2~4価の連結基であって、トリプチセン骨格の9位に結合する。なお、L¹が単結合である場合、mは1である。

[0093] L¹で表される連結基としては、アルキレン基、カルボニル基、エーテル結

合、チオエーテル結合、スルホニル基、 $-NR^4-$ 、 $-N<$ 、 $-SiR^4_2-$ 、 $>SiR^4-$ 、 $>Si<$ 等が挙げられる。なお、 R^4 は、水素原子又は炭化水素基である。これらの連結基は、2以上組み合わせてもよく、2種以上組み合わせてもよい。

上記連結基を2以上組み合わせた連結基としては、エステル結合、チオエステル結合、アミド結合、スルホンアミド結合、アルキレン基とアリーレン基との組み合わせ、アルキレン基とカルボニル基との組み合わせ、アルキレン基とエーテル結合との組み合わせ、アルキレン基とチオエーテル結合との組み合わせ、アルキレン基と $-NR^4-$ との組み合わせ、アルキレン基と $-N<$ との組み合わせ、アルキレン基とエステル結合との組み合わせ、アルキレン基とチオエステル結合との組み合わせ、アルキレン基とアミド結合との組み合わせ、アルキレン基とスルホンアミド結合との組み合わせ、アルキレン基とアミド結合とエーテル結合との組み合わせ、アルキレン基とアミド結合とスルホンアミド結合との組み合わせ等が挙げられる。

[0094] L^1 で表される連結基に含まれるアルキレン基は、直鎖状、分岐鎖状、及び環状のいずれであってもよく、その中でも直鎖状又は分岐鎖状が好ましく、直鎖状がより好ましい。アルキレン基の炭素数としては、例えば1~10が挙げられ、1~5が好ましく、1~3がより好ましい。アルキレン基の炭素数は、1~30であってもよく、4~20であってもよく、5~15であってもよい。 L^1 で表される連結基がアルキレン基とアルキレン以外の連結基との組合せである場合、 L^1 で表される連結基はアルキレン基を2以上含んでもよい。

L^1 で表される連結基に含まれる $-NR^4-$ 、 $-SiR^4_2-$ 、及び $>SiR^4-$ の R^4 で表される炭化水素基としては、例えば、脂肪族炭化水素基及び芳香族炭化水素基が挙げられる。中でも、炭化水素基は、脂肪族炭化水素基が好ましく、アルキル基がより好ましい。アルキル基は、直鎖状アルキル基、分岐鎖状アルキル基、及び環状アルキル基のいずれであってもよいが、直鎖状アルキル基が好ましく、メチル基、エチル基、 n -プロピル基、又は n

ーブチル基がより好ましく、メチル基がさらに好ましい。

[0095] L^1 で表される連結基の T_r 側末端は、炭素原子又は酸素原子が好ましく、炭素原子がより好ましく、アルキレン基又はカルボニル基がさらに好ましい。

L^1 で表される連結基の T_r 側末端としては、 $-S-CH_2-*^{Tr}$ 、 $-O-CH_2-*^{Tr}$ 、 $-NH-CH_2-*^{Tr}$ 、 $-CH_2-CH_2-*^{Tr}$ 、 $-S-CO-*^{Tr}$ 、 $-O-CO-*^{Tr}$ 、 $-NH-CO-*^{Tr}$ 、 $-O-*^{Tr}$ 等が好ましく挙げられる。 $*^{Tr}$ は、 T_r への結合部を意味し、以下同様である。

[0096] 式(1)におけるZがポリオキシフルオロアルキレン鎖である場合、 L^1 で表される連結基のZ側末端は、フルオロアルキレン基以外の基であり、アルキレン基、カルボニル基、エーテル結合、又はチオエーテル結合であることが好ましい。

式(1)におけるZがポリオキシフルオロアルキレン鎖である場合における L^1 で表される連結基のZ側末端としては、 $*^Z-CH_2-CH_2-$ 、 $*^Z-CH_2-O-$ 、 $*^Z-CH_2-S-$ 、 $*^Z-O-CH_2-$ 、 $*^Z-CO-NH-CH_2-$ 、 $*^Z-CO-O-CH_2-$ 、 $*^Z-S-CH_2-$ 等が好ましく挙げられる。 $*^Z$ は、Zへの結合部を意味し、以下同様である。

[0097] 式(1)におけるZがポリジアルキルシロキサン残基である場合、 L^1 で表される連結基のZ側末端は、アルキレン基であることが好ましい。

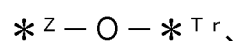
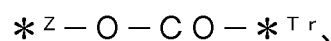
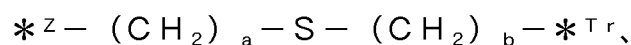
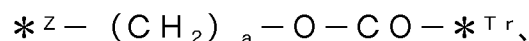
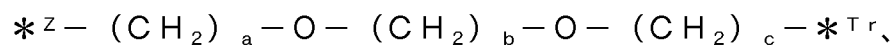
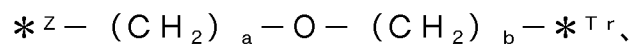
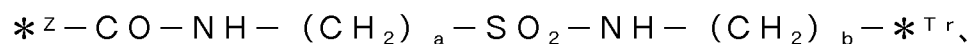
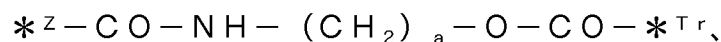
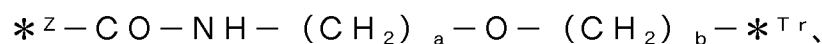
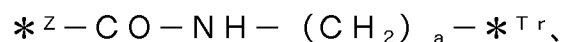
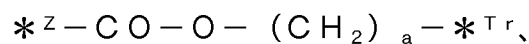
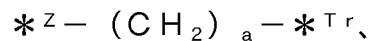
式(1)におけるZがポリジアルキルシロキサン残基である場合における L^1 で表される連結基のZ側末端としては、 $*^Z-(CH_2)_a-O-CH_2-$ 、 $*^Z-(CH_2)_a-O-(CH_2)_b-O-CH_2-$ 、 $*^Z-(CH_2)_a-O-CO-$ 、 $*^Z-(CH_2)_a-O-(CH_2)_b-O-CO-$ 等が好ましく挙げられる。a及びbは、それぞれ独立に1~6の整数であり、1~3の整数であることが好ましい。なお、aとbとは同じであってもよく、異なってもよい。

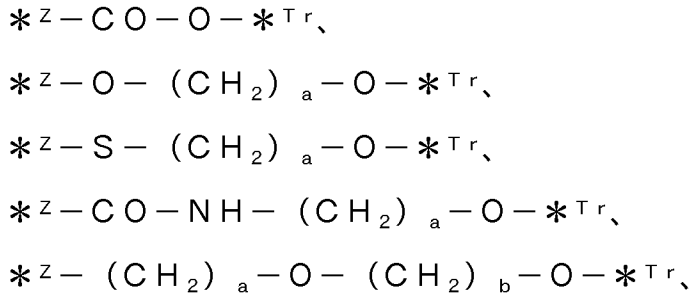
[0098] 式(1)におけるZがポリオキシアルキレン鎖である場合、 L^1 で表される連結基のZ側末端は、アルキレン基以外の基であり、エーテル結合であるこ

とがより好ましい。式（１）におけるＺがポリオキシアルキレン鎖である場合における L^1 で表される連結基のＺ側末端としては、 $*^Z-O-CO-$ 等が好ましく挙げられる。

式（１）におけるＺがアルキレン鎖である場合、 L^1 で表される連結基のＺ側末端は、アルキレン基以外の基であり、エーテル結合であることがより好ましい。式（１）におけるＺがアルキレン鎖である場合における L^1 で表される連結基のＺ側末端としては、 $*^Z-O-CO-$ 等が好ましく挙げられる。

[0099] L^1 で表される連結基の具体例としては、例えば下記構造の連結基が挙げられる。 L^1 で表される連結基は、下記具体例に限定されるものではない。ただし、下記式中、 a 、 b 、及び c は、それぞれ独立に１～６の整数であり、１～３の整数であることが好ましい。なお、 a 、 b 、及び c は、互いに同じであってもよく、異なってもよい。 $*^Z$ はＺへの結合部であり、 $*^{Tr}$ は Tr への結合部である。





[0100] <式(1)における $Y^1(-\text{Si}(\text{R}^1)_n\text{L}^{2_{3-n}})_g$ >

Y^1 は単結合又は $(g+1)$ 価の連結基である。ただし、 Y^1 が単結合の場合 $g=1$ である。 Y^1 としては、例えば、エーテル性酸素原子又は2価のオルガノポリシロキサン残基を有していてもよいアルキレン基を含む基、炭素原子、窒素原子、ケイ素原子、2~8価のオルガノポリシロキサン残基、及び、後述する式(3-1A)、式(3-1B)、式(3-1A-1)~(3-1A-7)から $\text{Si}(\text{R}^1)_n\text{L}^{2_{3-n}}$ を除いた基が挙げられる。

また、 Y^1 は、後述する基(g2-1)~基(g2-14)であってもよい。

[0101] g は1以上の整数である。一態様において、表面処理層の耐摩耗性及び指紋除去性の観点からは、 g は、1~15であることが好ましく、1~6であることがより好ましい。一態様において、表面処理層の耐摩耗性に優れる観点からは、 g は2以上であることが好ましく、2~4であることがより好ましく、2又は3であることがさらに好ましい。一態様において、表面処理層の指紋除去性に優れる観点からは、 g は、1~3であることが好ましく、1又は2であることがより好ましく、1であることがさらに好ましい。

[0102] g が2以上である場合、式(1)で表される化合物に含まれる2以上の $(-\text{Si}(\text{R}^1)_n\text{L}^{2_{3-n}})$ は、同一であってもよく、互いに異なってもよい。

[0103] Y^1 で表される連結基の Tr 側末端は、炭素原子又は酸素原子が好ましく、炭素原子がより好ましく、アルキレン基又はカルボニル基がより好ましい。

Y^1 で表される連結基の Tr 側末端としては、 $*^{\text{Tr}}-\text{CH}_2-\text{O}-$ 、 $*^{\text{Tr}}-\text{CH}_2-\text{S}-$ 、 $*^{\text{Tr}}-\text{CH}_2-\text{CH}_2-$ 、 $*^{\text{Tr}}-\text{CH}_2-\text{NH}-$ 、 $*^{\text{Tr}}-\text{CO}-$

S-、*^{Tr}-CO-O-、*^{Tr}-CO-NH-、*^{Tr}-O-、*^{Tr}-O-CO-、等が好ましく挙げられる。

L¹で表される連結基のTr側末端とY¹で表される連結基のTr側末端との組み合わせとしては、-S-CH₂-*^{Tr}と*^{Tr}-CH₂-O-との組み合わせ、-O-CH₂-*^{Tr}と*^{Tr}-CH₂-O-との組み合わせ、-NH-CH₂-*^{Tr}と*^{Tr}-CH₂-S-との組み合わせ、-CH₂-CH₂-*^{Tr}と*^{Tr}-CH₂-CH₂-との組み合わせ、-S-CO-*^{Tr}と*^{Tr}-CO-O-との組み合わせ、-O-CO-*^{Tr}と*^{Tr}-CO-O-との組み合わせ、-NH-CO-*^{Tr}と*^{Tr}-CO-S-との組み合わせ、-O-*^{Tr}と*^{Tr}-O-との組み合わせ、-CO-O-*^{Tr}と*^{Tr}-O-CO-との組み合わせ等が挙げられる。

[0104] 式(1)における-Y¹(-Si(R¹)_nL²_{3-n})_gで表される基は、基(3-1A)又は基(3-1B)が好ましく、基(3-1A)がより好ましい。

[0105] -Q^a-X³¹(-Q^b-Si(R¹)_nL²_{3-n})_h(-R³¹)_i ... (3-1A)

-Q^c-[CH₂C(R³²)(-Q^d-Si(R¹)_nL²_{3-n})]_y-R³³ ... (3-1B)

[0106] 式(3-1A)において、

Q^aは、単結合又は2価の連結基であり、

X³¹は、単結合、アルキレン基、炭素原子、窒素原子、ケイ素原子、2～8価のオルガノポリシロキサン残基、又は(h+i+1)価の環を有する基であり、

Q^bは、単結合又は2価の連結基であり、

R³¹は、水素原子、水酸基又はアルキル基であり、

hは1以上の整数であり、iは0以上の整数であり、

R¹、L²、及びnの定義及び具体例は、反応性シリル基内の各符号の定義及び具体例と同じである。

[0107] 式 (3-1B) において、

Q^c は、単結合又は2価の連結基であり、

R^{32} は、水素原子又は炭素数1~10のアルキル基であり、

Q^d は、単結合又はアルキレン基であり、

R^{33} は、水素原子又はハロゲン原子であり、

y は、1~10の整数であり、

R^1 、 L^2 、及び n の定義及び具体例は、反応性シリル基内の各符号の定義及び具体例と同じである。

[0108] Q^a は、単結合又は2価の連結基である。

2価の連結基としては、例えば、2価の炭化水素基、2価の複素環基、 $-O-$ 、 $-S-$ 、 $-SO_2-$ 、 $-N(R^d)-$ 、 $-C(O)-$ 、 $-Si(R^a)_2-$ 及び、これらを2種以上組み合わせた基が挙げられる。

上記2価の炭化水素基としては、2価の飽和炭化水素基、2価の芳香族炭化水素基、アルケニレン基、アルキニレン基であってもよい。2価の飽和炭化水素基は、直鎖状、分岐鎖状又は環状であってもよく、例えば、アルキレン基が挙げられる。2価の飽和炭化水素基の炭素数は、1~20が好ましい。また、2価の芳香族炭化水素基としては、炭素数5~20のものが好ましく、例えば、フェニレン基が挙げられる。それ以外にも、2価の炭化水素基は、炭素数2~20のアルケニレン基、炭素数2~20のアルキニレン基であってもよい。

上記 R^a は、アルキル基（好ましくは炭素数1~10）又はフェニル基である。上記 R^d は、水素原子又はアルキル基（好ましくは炭素数1~10）である。

上記これらを2種以上組み合わせた基としては、例えば、 $-OC(O)-$ 、 $-C(O)O-$ 、 $-C(O)S-$ 、 $-C(O)N(R^d)-$ 、 $-N(R^d)C(O)-$ 、 $-N(R^d)C(O)N(R^d)-$ 、 $-N(R^d)C(O)O-$ 、 $-OC(O)N(R^d)-$ 、 $-SO_2N(R^d)-$ 、 $-N(R^d)SO_2-$ 、 $-C(O)N(R^d)-$ を有するアルキレン基、 $-N(R^d)C(O)-$ を有する

アルキレン基、エーテル性酸素原子を有するアルキレン基、 $-OC(O)-$ を有するアルキレン基、 $-C(O)O-$ を有するアルキレン基、 $-C(O)S-$ を有するアルキレン基、 $-SO_2N(R^d)-$ を有するアルキレン基、アルキレン基 $-Si(R^a)_2-$ フェニレン基 $-Si(R^a)_2-$ 、チオエーテル結合を有するアルキレン基等が挙げられる。

一態様において、 Q^a としては、単結合、 $-O-$ 、 $-S-$ 、 $-N(R^d)-$ 、 $-C(O)N(R^d)-$ 、 $-OC(O)N(R^d)-$ 、 $-C(O)O-$ 、 $-OC(O)-$ 、及び $-C(O)S-$ 、エーテル性酸素原子を有するアルキレン基、チオエーテル結合を有するアルキレン基、アルキレン基が好ましく、単結合、 $-O-$ 、 $-C(O)O-$ 、 $-C(O)S-$ 、アルキレン基 $-O-$ 、アルキレン基 $-S-$ 、アルキレン基、及び $-OC(O)-$ がより好ましい。

[0109] X^{31} は、単結合、アルキレン基、炭素原子、窒素原子、ケイ素原子、2～8価のオルガノポリシロキサン残基、又は $(h+i+1)$ 価の環を有する基である。

なお、上記アルキレン基は、 $-O-$ 、シルフェニレン骨格基、2価のオルガノポリシロキサン残基又はジアルキルシリレン基を有していてもよい。アルキレン基は、 $-O-$ 、シルフェニレン骨格基、2価のオルガノポリシロキサン残基及びジアルキルシリレン基からなる群から選択される基を複数有していてもよい。

X^{31} で表されるアルキレン基の炭素数は、1～20が好ましく、1～10がより好ましい。

2～8価のオルガノポリシロキサン残基としては、2価のオルガノポリシロキサン残基、及び、後述する $(w+1)$ 価のオルガノポリシロキサン残基が挙げられる。

[0110] X^{31} が $(h+i+1)$ 価の環を有する基である場合、 Q^a 、 $(-Q^b-Si(R^1)_nL^{2_{3-n}})$ 、及び $-R^{31}(i=1以上の場合)$ は該環を構成する原子に直接結合している。ただし、該環はオルガノポリシロキサン環以外の環である。以下、特に言及しない限り、 X^{31} における環は、オルガノポリシロキ

サン環以外の環を意味する。

X^{31} における環は、単環、縮合多環、橋かけ環、スピロ環及び集合多環のいずれであってもよく、環を構成する原子は、炭素原子のみからなる炭素環でもよく、2価以上の原子価を有するヘテロ原子と炭素原子とからなるヘテロ環でもよい。また、環を構成する原子間の結合は、単結合であってもよく、多重結合であってもよい。さらに、環は芳香族性の環であってもよく、非芳香族性の環であってもよい。

単環としては、4員環～8員環が好ましく、5員環及び6員環がより好ましい。縮合多環としては、4員環～8員環の2以上が縮合した縮合多環が好ましく、5員環及び6員環から選ばれる環の2又は3個結合した縮合多環、及び、5員環及び6員環から選ばれる環の1又は2個と4員環1個が結合した縮合多環がより好ましい。橋かけ環としては、5員環又は6員環を最大の環とする橋かけ環が好ましく、スピロ環としては、4員環～6員環の2つからなるスピロ環が好ましい。集合多環としては、5員環及び6員環から選ばれる環の2又は3個が単結合、炭素原子の1～3個、又は原子価が2又は3のヘテロ原子1個を介して結合した集合多環が好ましい。なお、集合多環においては、各環に Q^a 、 $(-Q^b-S i (R^1)_n L^{2_{3-n}})$ 及び $R^{31}(i=1$ 以上の場合)のいずれかが結合していることが好ましい。

上記環を構成するヘテロ原子としては、窒素原子、酸素原子及び硫黄原子が好ましく、窒素原子及び酸素原子がより好ましい。環を構成するヘテロ原子の数は3個以下が好ましい。また、環を構成するヘテロ原子の数が2個以上の場合、それらのヘテロ原子は同じでも異なってもよい。

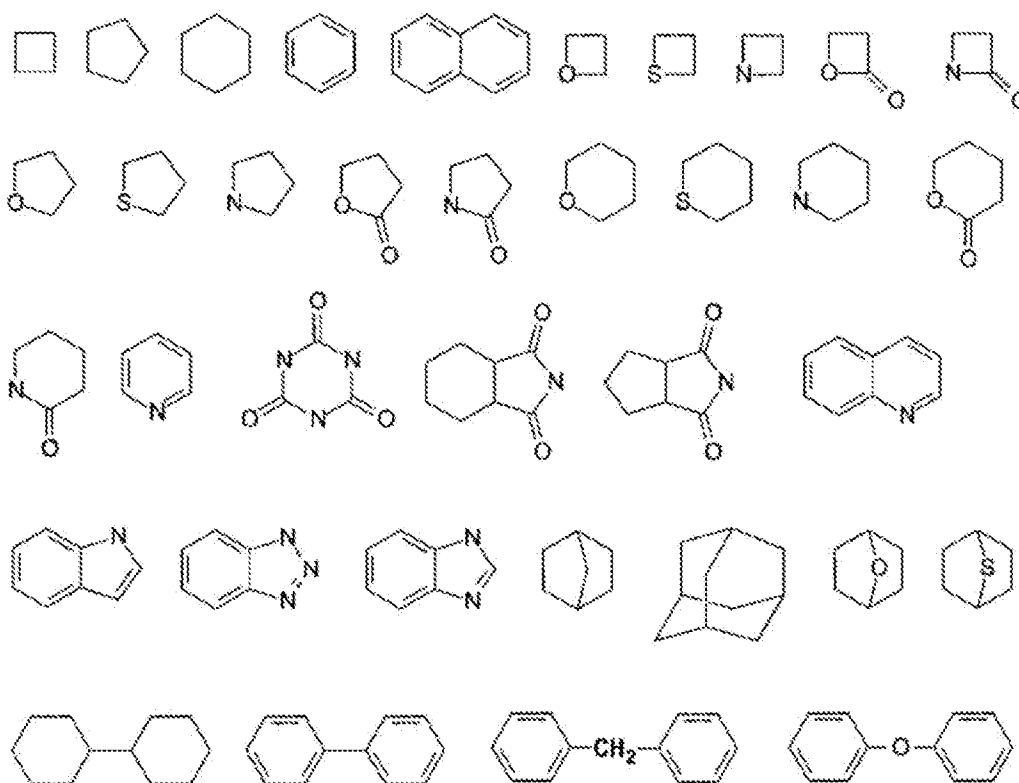
[0111] X^{31} における環としては、化合物を製造しやすい点及び表面処理層の耐摩耗性、耐光性及び耐薬品性がさらに優れる観点から、3～8員環の脂肪族環、ベンゼン環、3～8員環のヘテロ環、これらの環のうちの2又は3個が縮合した縮合環、5員環又は6員環を最大の環とする橋かけ環、及び、これらの環のうちの2つ以上を有し、連結基が単結合、炭素数3以下のアルキレン基、酸素原子又は硫黄原子である集合多環からなる群より選択される1種が

好ましい。

好ましい環は、ベンゼン環、5員又は6員の脂肪族環、窒素原子又は酸素原子を有する5員又は6員のヘテロ環、及び、5員又は6員の炭素環と4～6員のヘテロ環との縮合環である。

具体的な環としては、以下に示す環と、1,3-シクロヘキサジエン環、1,4-シクロヘキサジエン環、アントラセン環、シクロプロパン環、デカヒドロナフタレン環、ノルボルネン環、ノルボルナジエン環、フラン環、ピロール環、チオフェン環、ピラジン環、モルホリン環、アジリジン環、イソキノリン環、オキサゾール環、イソオキサゾール環、チアゾール環、イミダゾール環、ピラゾール環、ピラン環、ピリダジン環、ピリミジン環、及びインデン環が挙げられる。なお、以下には、オキソ基(=O)を有する環も示す。

[0112] [化6]



[0113] X³¹における環を構成する原子の環を構成しない結合手は、Q^a、(-Q^b)

$-S_i(R^1)_nL^{2_{3-n}}$ 又は R^{3^1} ($i = 1$ 以上の場合) に結合する結合手であり、残余の

結合手がある場合は水素原子や置換基に結合している。該置換基としては、ハロゲン原子、アルキル基（炭素-炭素原子間にエーテル性酸素原子を含んでいてもよい。）、シクロアルキル基、アルケニル基、アリル基、アルコキシ基、オキソ基（=O）等が挙げられる。

また、環を構成する炭素原子の1個が Q^a 、 $(-Q^b-S_i(R^1)_nL^{2_{3-n}})$ 、又は $-R^{3^1}$ ($i = 1$ 以上の場合) に結合できる結合手を2つ有する場合、その1個の炭

素原子に Q^a 、 $(-Q^b-S_i(R^1)_nL^{2_{3-n}})$ 、及び $-R^{3^1}$ のうちの任意の2つが結合していてもよい。 Q^a と Q^b とは別の環構成原子に結合していることが好ましい。 i 個の R^{3^1} はそれぞれ別個の環構成原子に結合していてもよく、 i 個の R^{3^1} のうちの2個が1個の環構成炭素原子に結合していてもよい。2個の R^{3^1} が結合した環構成炭素原子が2個以上存在してもよい。

[0114] なかでも、 X^{3^1} は、表面処理層の耐摩耗性を向上させる観点から、炭素原子、窒素原子、ケイ素原子、4~8価のオルガノポリシロキサン残基、又は $(h+i+1)$ 価の環を有する基が好ましく、炭素原子がより好ましい。

[0115] Q^b は、単結合又は2価の連結基である。

2価の連結基としては、例えば、2価の炭化水素基、2価の複素環基、 $-O-$ 、 $-S-$ 、 $-SO_2-$ 、 $-N(R^d)-$ 、 $-C(O)-$ 、 $-S_i(R^a)_2-$ 及び、これらを2種以上組み合わせた基が挙げられる。

上記2価の炭化水素基としては、2価の飽和炭化水素基、2価の芳香族炭化水素基、アルケニレン基、アルキニレン基であってもよい。2価の飽和炭化水素基は、直鎖状、分岐鎖状又は環状であってもよく、例えば、アルキレン基が挙げられる。2価の飽和炭化水素基の炭素数は、1~30が好ましく、1~20がより好ましく、2~20がさらに好ましく、例えば2、3、8、9、11が挙げられる。また、2価の芳香族炭化水素基としては、炭素数5~20のものが好ましく、例えば、フェニレン基が挙げられる。それ以外

にも、2価の炭化水素基は、炭素数2～20のアルケニレン基、炭素数2～20のアルキニレン基であってもよい。

上記R^aは、アルキル基（好ましくは炭素数1～10）又はフェニル基である。上記R^dは、水素原子又はアルキル基（好ましくは炭素数1～10）である。

なお、上記これらを2種以上組み合わせた基としては、例えば、 $-OC(O)-$ 、 $-C(O)O-$ 、 $-C(O)S-$ 、 $-C(O)N(R^d)-$ 、 $-N(R^d)C(O)-$ 、 $-N(R^d)C(O)N(R^d)-$ 、 $-N(R^d)C(O)O-$ 、 $-OC(O)N(R^d)-$ 、 $-SO_2N(R^d)-$ 、 $-N(R^d)SO_2-$ 、 $-C(O)N(R^d)-$ を有するアルキレン基、 $-N(R^d)C(O)-$ を有するアルキレン基、エーテル性酸素原子を有するアルキレン基、 $-OC(O)-$ を有するアルキレン基、 $-C(O)O-$ を有するアルキレン基、 $-C(O)S-$ アルキレン基、 $-SO_2N(R^d)-$ を有するアルキレン基、アルキレン基 $-Si(R^a)_2-$ フェニレン基 $-Si(R^a)_2$ 等が挙げられる。

一態様において、Q^cとしては、単結合、 $-O-$ 、 $-S-$ 、 $-N(R^d)-$ 、 $-C(O)N(R^d)-$ 、 $-OC(O)N(R^d)-$ 、 $-C(O)O-$ 、 $-OC(O)-$ 、及び $-C(O)S-$ が好ましく、単結合、 $-OC(O)N(R^d)-$ 、及び $-OC(O)-$ がより好ましい。

[0116] R³¹は、水素原子、水酸基又はアルキル基である。

アルキル基の炭素数は、1～5が好ましく、1～3がより好ましく、1がさらに好ましい。

[0117] hは1以上の整数であり、iは0以上の整数である。

X³¹が単結合又はアルキレン基の場合、hは1、iは0である。

X³¹が窒素原子の場合、hは1～2の整数であり、iは0～1の整数であり、 $h+i=2$ を満たす。

X³¹が炭素原子又はケイ素原子の場合、hは1～3の整数であり、iは0～2の整数であり、 $h+i=3$ を満たす。

X³¹が2～8価のオルガノポリシロキサン残基の場合、hは1～7の整数

であり、 i は $0 \sim 6$ の整数であり、 $h + i = 1 \sim 7$ を満たす。

X^{31} が $(h + i + 1)$ 価の環を有する基の場合、 h は $1 \sim 7$ の整数であり、 i は $0 \sim 6$ の整数であり、 $h + i = 1 \sim 7$ を満たす。

$(-Q^b - S i (R^1)_n L^{2_{3-n}})$ が 2 個以上ある場合は、2 個以上の $(-Q^b - S i (R^1)_n L^{2_{3-n}})$ は、同一であっても異なってもよい。 R^{31} が 2 個以上ある場合は、2 個以上の $(-R^{31})$ は、同一であっても異なってもよい。

[0118] なかでも、表面処理層の耐摩耗性を向上させる観点からは、 i は 0 であることが好ましい。

[0119] Q^c は、単結合又は 2 価の連結基である。

2 価の連結基の定義及び詳細は、上述した Q^a で説明した定義及び詳細と同じである。

[0120] R^{32} は、水素原子又は炭素数 $1 \sim 10$ のアルキル基であり、化合物を製造しやすい観点から、水素原子であることが好ましい。

アルキル基としては、メチル基が好ましい。

[0121] Q^d は、単結合又はアルキレン基である。アルキレン基の炭素数は、 $1 \sim 10$ が好ましく、 $1 \sim 6$ がより好ましい。化合物を製造しやすい観点から、 Q^d は、単結合又は $-CH_2-$ であることが好ましい。

[0122] R^{33} は、水素原子又はハロゲン原子であり、化合物を製造しやすい観点から、水素原子であることが好ましい。

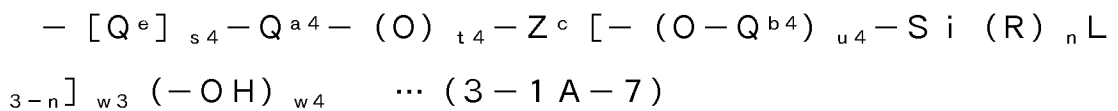
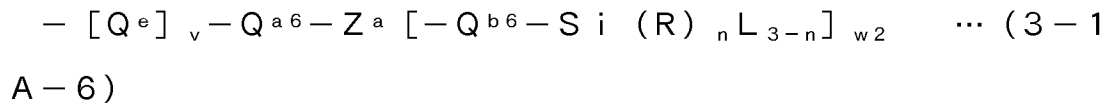
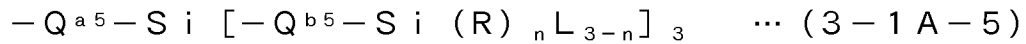
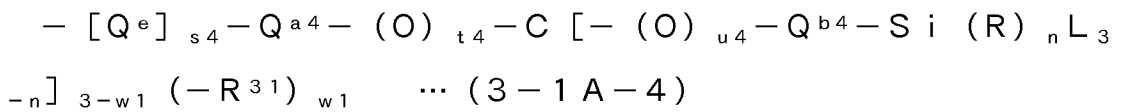
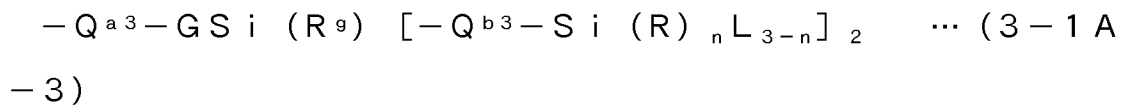
[0123] y は、 $1 \sim 10$ の整数であり、 $1 \sim 6$ の整数であることが好ましい。

2 個以上の $[CH_2C(R^{32})(-Q^d - S i (R)_n L_{3-n})]$ は、同一であっても異なってもよい。

[0124] 基 $(3-1A)$ としては、基 $(3-1A-1) \sim (3-1A-7)$ が好ましい。

$-(X^{32})_{s_1} - Q^{b1} - S i (R)_n L_{3-n} \quad \dots (3-1A-1)$

$-(X^{33})_{s_2} - Q^{a2} - N [-Q^{b2} - S i (R)_n L_{3-n}]_2 \quad \dots (3-1A-2)$



なお、式(3-1A-1)～(3-1A-7)中、 R^1 、 L^2 、及び、 n の定義は、上述した通りである。

[0125] 基(3-1A-1)において、 X^{32} は、 $-O-$ 、 $-C(O)O-$ 、 $-SO_2$ 、 $N(R^d)-$ 、 $-N(R^d)SO_2-$ 、 $-N(R^d)C(O)-$ 、 $-C(O)N(R^d)-$ 、 $-OC(O)-$ 、 $-OC(O)N(R^d)-$ 、 $-S-$ 、 $-C(O)S-$ 、又は $-N(R^d)-$ である(ただし、式中の N は Q^{b1} に結合する)。
 R^d の定義は、上述した通りである。

s_1 は、0又は1である。

[0126] Q^{b1} は、アルキレン基である。なお、アルキレン基は、 $-O-$ 、シルフェニレン骨格基、2価のオルガノポリシロキサン残基又はジアルキルシリレン基を有していてもよい。アルキレン基は、 $-O-$ 、シルフェニレン骨格基、2価のオルガノポリシロキサン残基及びジアルキルシリレン基からなる群から選択される基を複数有していてもよい。

なお、アルキレン基が $-O-$ 、シルフェニレン骨格基、2価のオルガノポリシロキサン残基又はジアルキルシリレン基を有する場合、炭素原子-炭素原子間にこれらの基を有することが好ましい。

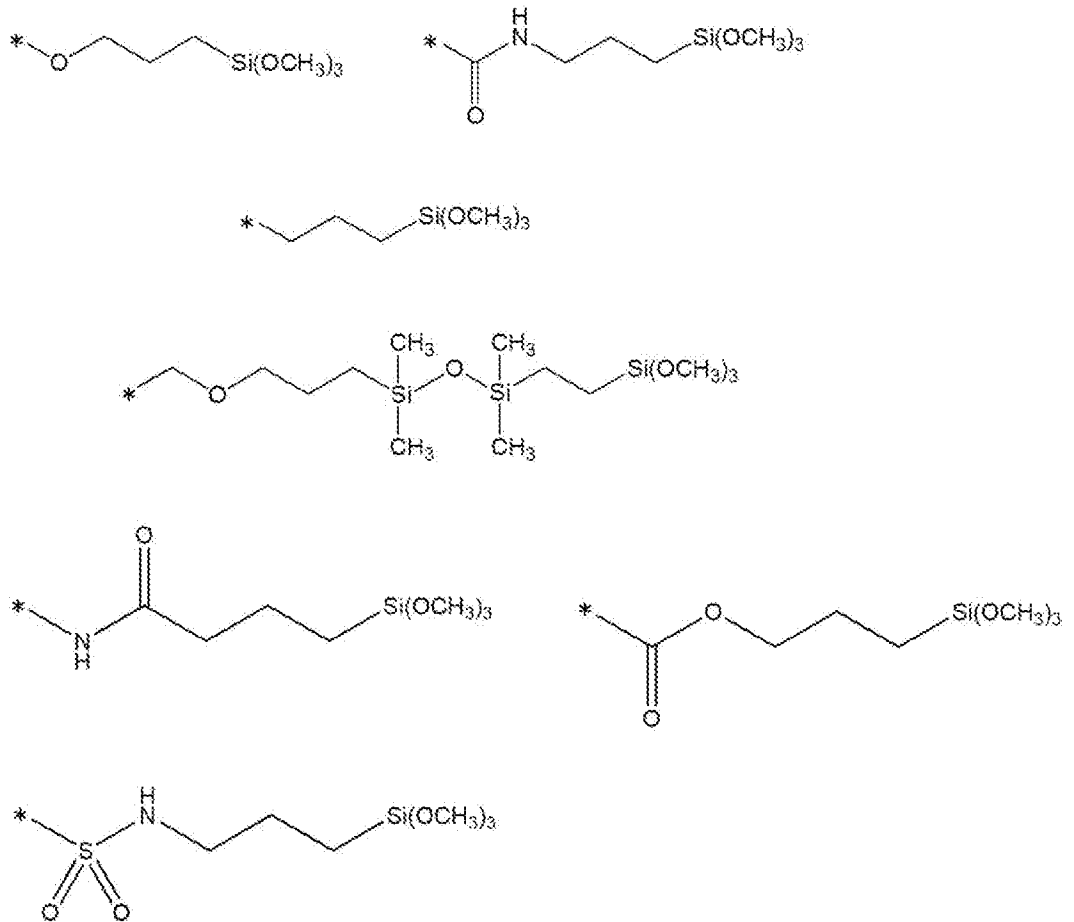
Q^{b1} で表されるアルキレン基の炭素数は、1～20が好ましく、1～10がより好ましく、2～6がさらに好ましい。

[0127] Q^{b1} としては、 s_1 が0の場合は、 $-CH_2OCH_2CH_2CH_2-$ 、 $-CH$

$2\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-$ 、 $-\text{CH}_2\text{CH}_2-$ 、 $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-$ 、 $-\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Si}(\text{CH}_3)_2\text{OSi}(\text{CH}_3)_2\text{CH}_2\text{CH}_2-$ が好ましい。 $(\text{X}^{32})_{s_1}$ が $-\text{O}-$ の場合は、 $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-$ 、 $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-$ が好ましい。 $(\text{X}^{32})_{s_1}$ が $-\text{C}(\text{O})\text{N}(\text{R}^d)-$ の場合は、炭素数2~6のアルキレン基が好ましい(ただし、式中のNは Q^{b1} に結合する)。 Q^{b1} がこれらの基であると化合物が製造しやすい。

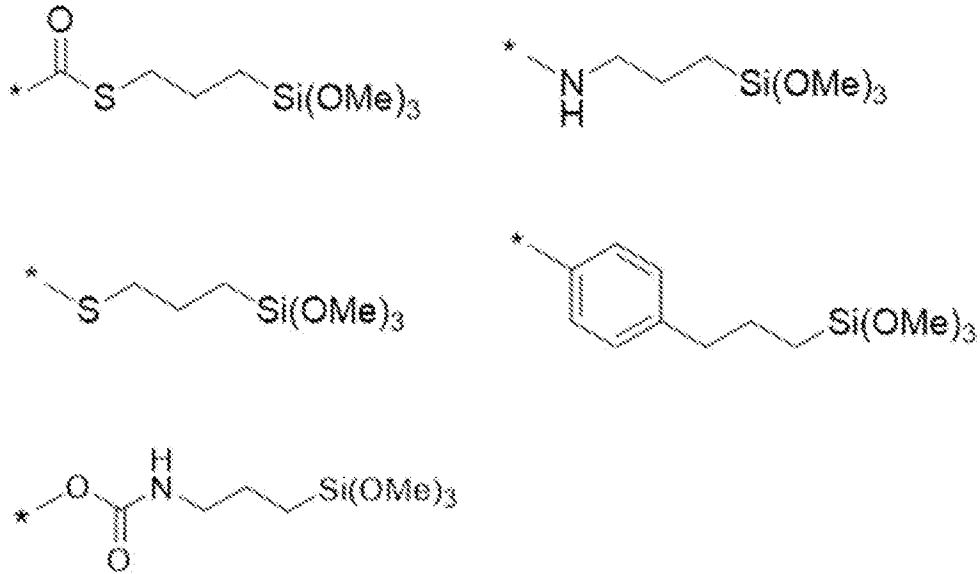
[0128] 基(3-1A-1)の具体例としては、以下の基が挙げられる。下記式中、*は、トリプチセン骨格との結合位置を表す。

[0129] [化7]



[0130]

[化8]



[0131] 基 (3-1A-2) において、 X^{33} は、 $-O-$ 、 $-NH-$ 、 $-C(O)O-$ 、 $-SO_2N(R^d)-$ 、 $-N(R^d)SO_2-$ 、 $-N(R^d)C(O)-$ 、又は、 $-C(O)N(R^d)-$ である。

R^d の定義は、上述した通りである。

[0132] Q^{a2} は、単結合、アルキレン基、 $-C(O)-$ 、又は、炭素数2以上のアルキレン基の炭素原子-炭素原子間にエーテル性酸素原子、 $-C(O)-$ 、 $-C(O)O-$ 、 $-OC(O)-$ 、 $-C(O)N(R^d)-$ 、 $-N(R^d)C(O)-$ 、 $-N(R^d)C(O)N(R^d)-$ 、 $-N(R^d)C(O)O-$ 、 $-OC(O)N(R^d)-$ 、 $-SO_2N(R^d)-$ 、 $-N(R^d)SO_2-$ 、 $-C(O)N(R^d)-$ 、若しくは $-NH-$ を有する基である。

Q^{a2} で表されるアルキレン基の炭素数は、1~10が好ましく、1~6がより好ましい。

Q^{a2} で表される炭素数2以上のアルキレン基の炭素原子-炭素原子間にエーテル性酸素原子、 $-C(O)-$ 、 $-C(O)O-$ 、 $-OC(O)-$ 、 $-C(O)N(R^d)-$ 、 $-N(R^d)C(O)-$ 、 $-N(R^d)C(O)N(R^d)-$

) -、 $-N(R^d)C(O)O-$ 、 $-OC(O)N(R^d)-$ 、 $-SO_2N(R^d)-$ 、 $-N(R^d)SO_2-$ 、 $-C(O)N(R^d)-$ 、又は $-NH-$ を有する基の炭素数は、2~10が好ましく、2~6がより好ましい。

[0133] Q^{a2} は、化合物を製造しやすい観点から、 $-CH_2-$ 、 $-CH_2CH_2-$ 、 $-CH_2CH_2CH_2-$ 、 $-CH_2OCH_2CH_2-$ 、 $-CH_2NHCH_2CH_2-$ 、 $-CH_2OC(O)CH_2CH_2-$ 、又は $-C(O)-$ が好ましい。

[0134] s_2 は、0又は1である。化合物を製造しやすい観点から、0が好ましい。

[0135] Q^{b2} は、アルキレン基、又は、炭素数2以上のアルキレン基の炭素原子-炭素原子間に、2価のオルガノポリシロキサン残基、エーテル性酸素原子若しくは $-NH-$ を有する基である。

Q^{b2} で表されるアルキレン基の炭素数は、1~30が好ましく、1~20がより好ましく、2~20がさらに好ましく、2~10であってもよく、2~6であってもよい。例えば2、3、8、9、11が挙げられる。また、前記炭素数は1~10であってもよい。

Q^{b2} で表される炭素数2以上のアルキレン基の炭素原子-炭素原子間に、2価のオルガノポリシロキサン残基、エーテル性酸素原子又は $-NH-$ を有する基の炭素数は、2~10が好ましく、2~6がより好ましい。

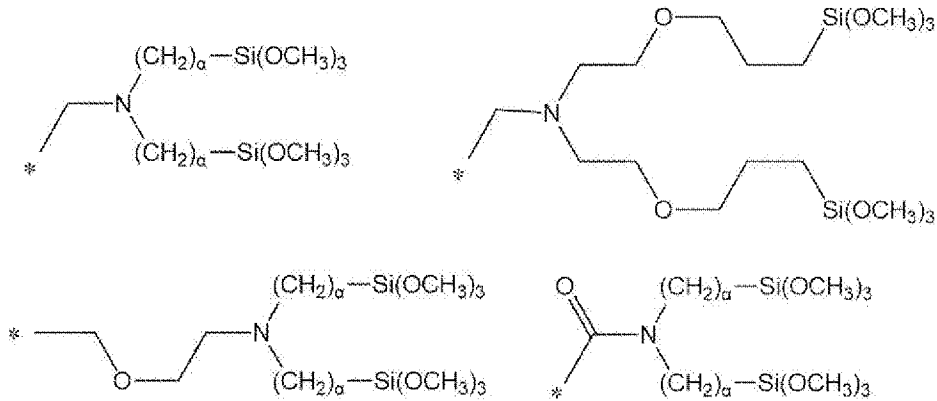
[0136] Q^{b2} としては、化合物を製造しやすい観点から、 $-CH_2CH_2CH_2-$ 、 $-CH_2CH_2OCH_2CH_2CH_2-$ が好ましい（ただし、右側がSiに結合する。）。

[0137] 2個の $[-Q^{b2}-Si(R^1)_nL^{2_{3-n}}]$ は、同一であっても異なってもよい。

[0138] 基(3-1A-2)の具体例としては、以下の基が挙げられる。下記式中、*は、トリプチセン骨格との結合位置を表す。また、式中、反応性シリル基に結合する $(CH_2)_\alpha$ における α はメチレン基の数を表す整数であり、1~30が好ましく、1~20がより好ましく、2~20がさらに好ましく、2~10であってもよく、2~6であってもよい。例えば、2、3、8、9

、11が挙げられる。また、前記炭素数は1～10であってもよい。同一化合物中に含まれる複数の α は同一であっても異なってもよいが、同一であることが好ましい。例えば、同一化合物中に含まれる複数の α が全て2、3、8、9、11である。以下同様である。

[0139] [化9]



[0140] 基(3-1A-3)において、 $\text{Q}^{\text{a}3}$ は、単結合、又は、エーテル性酸素原子を有していてもよいアルキレン基であり、化合物を製造しやすい点から、単結合が好ましい。

エーテル性酸素原子を有していてもよいアルキレン基の炭素数は、1～10が好ましく、2～6が特に好ましい。

[0141] R^{a} は、水素原子、水酸基、又はアルキル基である。

R^{a} としては、化合物を製造しやすい観点からは、水素原子又はアルキル基が好ましい。アルキル基の炭素数は1～10が好ましく、1～4がより好ましく、メチル基がさらに好ましい。

[0142] $\text{Q}^{\text{b}3}$ は、アルキレン基、又は、炭素数2以上のアルキレン基の炭素原子-炭素原子間にエーテル性酸素原子若しくは2価のオルガノポリシロキサン残基を有する基である。

$\text{Q}^{\text{b}3}$ で表されるアルキレン基の炭素数は、1～30が好ましく、1～20がより好ましく、2～20がさらに好ましく、2～10であってもよく、2～6であってもよい。例えば2、3、8、9、11が挙げられる。また、前

記炭素数は 1 ~ 10 であってもよい。

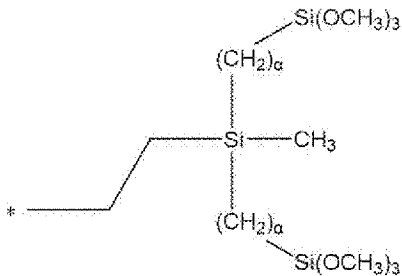
Q^{b3}で表される炭素数 2 以上のアルキレン基の炭素原子-炭素原子間にエーテル性酸素原子又は 2 価のオルガノポリシロキサン残基を有する基の炭素数は、2 ~ 20 が好ましく、2 ~ 10 がより好ましく、2 ~ 6 がさらに好ましい。

Q^{b3}は、化合物を製造しやすい観点から、-CH₂CH₂-、-CH₂CH₂CH₂-、又は-CH₂CH₂CH₂CH₂CH₂CH₂CH₂CH₂CH₂-が好ましい。

[0143] 2 個の [-Q^{b3}-Si(R¹)_nL²_{3-n}] は、同一であっても異なってもよい。

[0144] 基 (3-1A-3) の具体例としては、以下の基が挙げられる。下記式中、*は、トリプチセン骨格との結合位置を表す。

[0145] [化10]



[0146] 基 (3-1A-4) において、Q^eは、-C(O)O-、-SO₂N(R^d)-、-N(R^d)SO₂-、-N(R^d)C(O)-、又は、-C(O)N(R^d)-である。

R^{s1}の定義は、上述した通りである。

s₄は、0又は1である。

Q^{a4}は、単結合、又は、エーテル性酸素原子を有していてもよいアルキレン基である。

エーテル性酸素原子を有していてもよいアルキレン基の炭素数は、1 ~ 10 が好ましく、2 ~ 6 がより好ましい。

t_4 は、0又は1（ただし、 Q^{a4} が単結合の場合は0である。）である。

$-Q^{a4}-(O)_{t_4}-$ としては、化合物を製造しやすい点から、 s_4 が0の場合は、単結合、 $-CH_2O-$ 、 $-CH_2OCH_2-$ 、 $-CH_2OCH_2CH_2O-$ 、 $-CH_2OCH_2CH_2OCH_2-$ 、 $-CH_2OCH_2CH_2CH_2CH_2OCH_2-$ が好ましく（ただし、左側がトリプチセン骨格に結合する。）、 s_4 が1の場合は、単結合、 $-CH_2-$ 、 $-CH_2CH_2-$ が好ましい。

[0147] Q^{b4} は、アルキレン基であり、上記アルキレン基は $-O-$ 、 $-C(O)N(R^d)-$ （ R^d の定義は、上述した通りである。）、シルフェニレン骨格基、2価のオルガノポリシロキサン残基又はジアルキルシリレン基を有していてもよく、有していなくてもよい。

なお、アルキレン基が $-O-$ 又はシルフェニレン骨格基を有する場合、炭素原子-炭素原子間に $-O-$ 又はシルフェニレン骨格基を有することが好ましい。また、アルキレン基が $-C(O)N(R^d)-$ 、ジアルキルシリレン基又は2価のオルガノポリシロキサン残基を有する場合、炭素原子-炭素原子間又は $(O)_{u4}$ と結合する側の末端にこれらの基を有することが好ましい。

Q^{b4} で表されるアルキレン基の炭素数は、1~30が好ましく、1~20がより好ましく、2~20がさらに好ましく、2~10であってもよく、2~6であってもよい。例えば2、3、8、9、11が挙げられる。また、前記範囲は1~10であってもよい。

[0148] u_4 は、0又は1である。

$-(O)_{u4}-Q^{b4}-$ としては、化合物を製造しやすい観点から、 $-CH_2CH_2-$ 、 $-CH_2CH_2CH_2-$ 、 $-CH_2OCH_2CH_2CH_2-$ 、 $-CH_2OCH_2CH_2CH_2CH_2CH_2-$ 、 $-OCH_2CH_2CH_2-$ 、 $-OSi(CH_3)_2CH_2CH_2CH_2-$ 、 $-OSi(CH_3)_2OSi(CH_3)_2CH_2CH_2CH_2-$ 、及び $-CH_2CH_2CH_2Si(CH_3)_2PhSi(CH_3)_2CH_2CH_2-$ が好ましい（ただし、右側がSiに結合する。）。

[0149] w_1 は、0~2の整数であり、0又は1が好ましく、0がより好ましい。

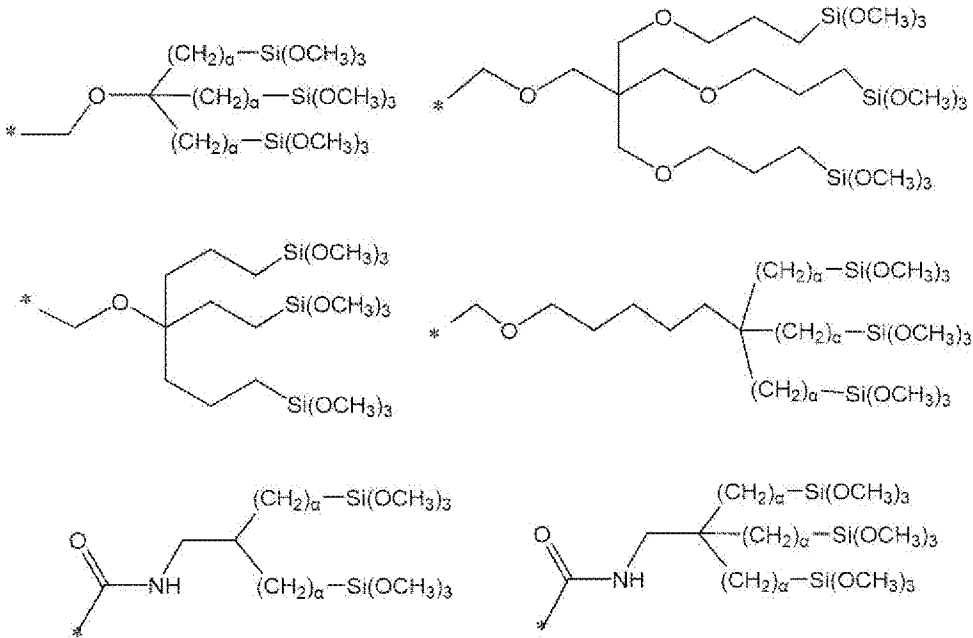
$[-(O)_{u4}-Q^{b4}-Si(R^1)_nL^{2_{3-n}}]$ が2個以上ある場合は、2個

以上の $[-(O)_{u4}-Q^{b4}-Si(R^1)_nL^{23-n}]$ は、同一であっても異なってもよい。

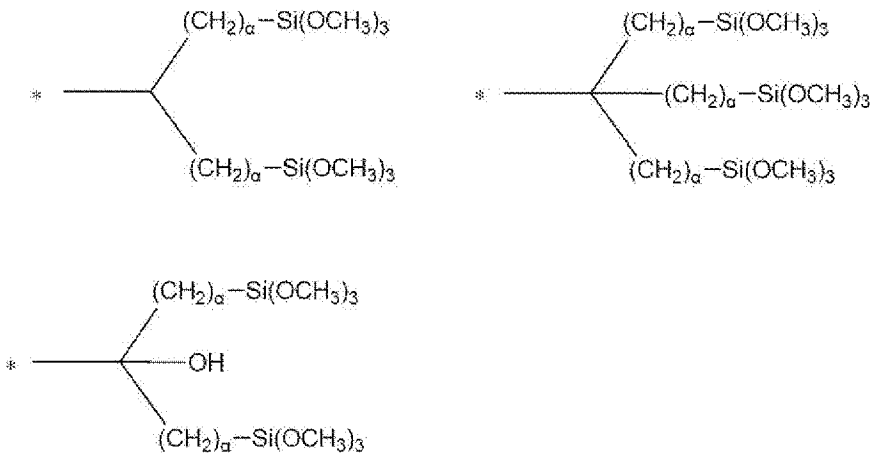
R^{31} が 2 個以上ある場合は、2 個以上の $(-R^{31})$ は、同一であっても異なってもよい。

[0150] 基 (3-1A-4) の具体例としては、以下の基が挙げられる。下記式中、* は、トリプチセン骨格との結合位置を表す。

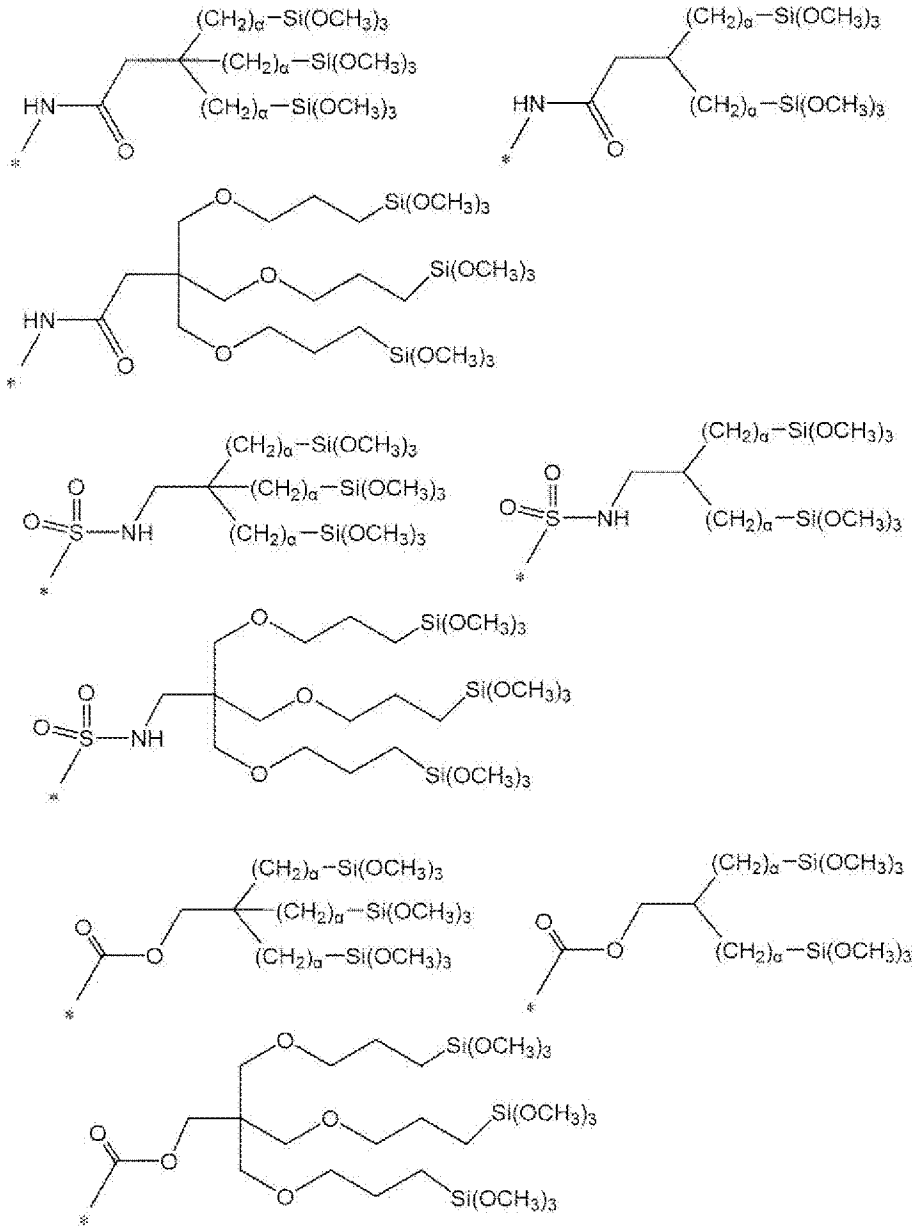
[0151] [化11]



[0152] [化12]



[0153] [化13]



[0154] 基(3-1A-5)において、Q^{a5}は、エーテル性酸素原子を有していてもよいアルキレン基である。

エーテル性酸素原子を有していてもよいアルキレン基の炭素数は、1～10が好ましく、2～6が特に好ましい。

Q^{a5}としては、化合物を製造しやすい点から、 $-\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-$ 、 $-\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-$ 、 $-\text{CH}_2\text{CH}_2-$ 、 $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-$ が好ましい(ただし、右側がSiに結合する。)

[0155] Q^{b5} は、アルキレン基、又は、炭素数2以上のアルキレン基の炭素原子-炭素原子間にエーテル性酸素原子若しくは2価のオルガノポリシロキサン残基を有する基である。

Q^{b5} で表されるアルキレン基の炭素数は、1~30が好ましく、1~20がより好ましく、2~20がさらに好ましく、2~10であってもよく、2~6であってもよい。例えば2、3、8、9、11が挙げられる。また、前記炭素数は1~10であってもよい。

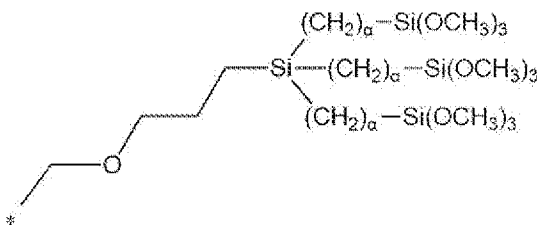
Q^{b5} で表される炭素数2以上のアルキレン基の炭素原子-炭素原子間にエーテル性酸素原子又は2価のオルガノポリシロキサン残基を有する基の炭素数は、2~20が好ましく、2~10がより好ましく、2~6がさらに好ましい。

Q^{b5} としては、化合物を製造しやすい観点から、 $-CH_2CH_2CH_2-$ 、及び $-CH_2CH_2OCH_2CH_2CH_2-$ が好ましい（ただし、右側が $Si(R^1)_nL^{2_{3-n}}$ に結合する。）。

[0156] 3個の $[-Q^{b5}-Si(R^1)_nL^{2_{3-n}}]$ は、同一であっても異なってもよい。

[0157] 基(3-1A-5)の具体例としては、以下の基が挙げられる。下記式中、*は、トリプチセン骨格との結合位置を表す。

[0158] [化14]



[0159] 基(3-1A-6)中の Q^v の定義は、上述の基(3-1A-4)において定義した通りである。

v は、0又は1である。

[0160] Q^{a6} は、エーテル性酸素原子を有してもよいアルキレン基である。

エーテル性酸素原子を有していてもよいアルキレン基の炭素数は、1～20が好ましく、1～10がより好ましく、2～6がさらに好ましい。

Q^{a6}としては、化合物を製造しやすい点から、 $-\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-$ 、 $-\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-$ 、 $-\text{CH}_2\text{CH}_2-$ 、 $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-$ が好ましい（ただし、右側がZ^aに結合する。）。

[0161] Z^aは、(w 2 + 1) 価のオルガノポリシロキサン残基、又は、(w 2 + 1) 価であって、オルガノポリシロキサン残基とオルガノポリシロキサン残基との間にアルキレン基を有する基である。

w 2 は、2～7の整数である。

(w 2 + 1) 価のオルガノポリシロキサン残基、及び、(w 2 + 1) 価であって、オルガノポリシロキサン残基とオルガノポリシロキサン残基との間にアルキレン基を有する基としては、下記の基が挙げられる。ただし、下式におけるR^aは、上述の通りである。

[0162]

記炭素数は1～10であってもよい。

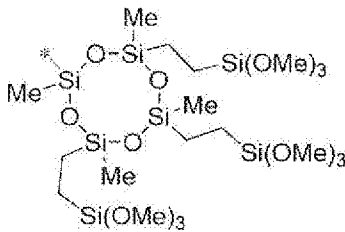
Q^{b6} で表される炭素数2以上のアルキレン基の炭素原子-炭素原子間にエーテル性酸素原子又は2価のオルガノポリシロキサン残基を有する基の炭素数は、2～20が好ましく、2～10がより好ましく、2～6がさらに好ましい。

Q^{b6} としては、化合物を製造しやすい観点から、 $-CH_2CH_2-$ 、及び $-CH_2CH_2CH_2-$ が好ましい。

w2個の $[-Q^{b6}-Si(R^1)_{n3}L^{23-n}]$ は、同一であっても異なってもよい。

[0164] 基(3-1A-6)の具体例としては、以下の基が挙げられる。下記式中、*は、トリプチセン骨格との結合位置を表す。

[0165] [化16]



[0166] 基(3-1A-7)において、 Z° は $(w3 + w4 + 1)$ 価の炭化水素基である。

$w3$ は、4以上の整数である。

$w4$ は、0以上の整数である。

Q^e 、 $s4$ 、 Q^{a4} 、 $t4$ 、 Q^{b4} 、及び $u4$ の定義及び好ましい範囲は基(3-1A-4)中の各符号の定義と同じである。

[0167] Z° は炭化水素鎖からなってもよく、炭化水素鎖の炭素原子-炭素原子間にエーテル性酸素原子を有してもよく、炭化水素鎖からなることが好ましい。

Z° の価数は5～20価が好ましく、5～10価がより好ましく、5～8価がさらに好ましく、5価又は6価が特に好ましい。

Z° の炭素数は3～50が好ましく、4～40がより好ましく、5～30が

さらに好ましい。

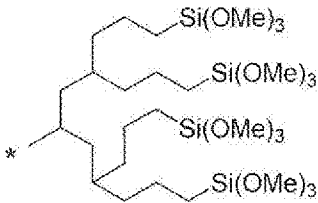
w 3 は、4 ~ 20 が好ましく、4 ~ 16 がより好ましく、4 ~ 8 がさらに好ましく、4 又は 5 が特に好ましい。

w 4 は、0 ~ 10 が好ましく、0 ~ 8 がより好ましく、0 ~ 6 がさらに好ましく、0 ~ 3 が特に好ましく、0 又は 1 が最も好ましい。

$[-(O-Q^{b4})_{u4}-Si(R^1)_nL^{2_{3-n}}]$ が 2 個以上ある場合は、2 個以上の $[-(O-Q^{b4})_{u4}-Si(R^1)_nL^{2_{3-n}}]$ は、同一であっても異なってもよい。

[0168] 基 (3-1A-7) の具体例としては、以下の基が挙げられる。下記式中、* は、トリプチセン骨格との結合位置を表す。

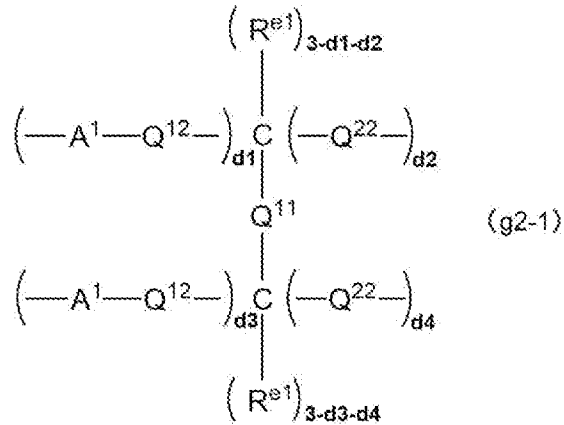
[0169] [化17]



[0170] 式 (1) における Y^1 は、基 (g 2-1) (ただし、 $d 1 + d 3 = 1$ 、 $d 2 + d 4 = g$ である。)、基 (g 2-2) (ただし、 $e 1 = 1$ 、 $e 2 = g$ である。)、基 (g 2-3) (ただし、 $g = 2$ である。)、基 (g 2-4) (ただし、 $h 1 = 1$ 、 $h 2 = g$ である。)、基 (g 2-5) (ただし、 $i 1 = 1$ 、 $i 2 = g$ である。)、基 (g 2-6) (ただし、 $g = 1$ である。)、又は、基 (g 2-7) (ただし、 $i 3 = g$ である。) であってもよい。

[0171]

[化18]



[0172] $(-A^1-Q^{12}-)_{e1} C (R^{e2})_{4-e1-e2} (-Q^{22}-)_{e2} \dots (g2-2)$

$-A^1-Q^{13}-N (-Q^{23}-)_2 \dots (g2-3)$

$(-A^1-Q^{14}-)_{h1} Z^1 (-Q^{24}-)_{h2} \dots (g2-4)$

$(-A^1-Q^{15}-)_{i1} Si (R^{e3})_{4-i1-i2} (-Q^{25}-)_{i2} \dots (g2-5)$

$-A^1-Q^{26}- \quad (g2-6)$

$-A^1-Q^{12}-CH (-Q^{22}-) -Si (R^{e3})_{3-i3} (-Q^{25}-)_{i3}$

$\dots (g2-7)$

[0173] ただし、式 (g2-1) ~ (g2-7) においては、A¹側がトリプチセン骨格に結合し、Q²²、Q²³、Q²⁴、Q²⁵又はQ²⁶側が (-Si (R¹)_n L²_{3-n}) に結合する。

A¹は、単結合、-C(O)NR⁶-、-C(O)-、-C(O)O-、-C(O)S-、-OC(O)O-、-NHC(O)O-、-NHC(O)NR⁶-、-O-又はSO₂NR⁶-である。

Q¹¹は、単結合、-O-、アルキレン基、又は炭素数2以上のアルキレン基の炭素-炭素原子間に-C(O)NR⁶-、-C(O)-、-NR⁶-又は-O-を有する基である。

Q¹²は、単結合、アルキレン基、又は炭素数2以上のアルキレン基の炭素

—炭素原子間に—C(O)NR⁶—、—C(O)—、—NR⁶—、—S—、又は—O—を有する基である。

Q¹³は、単結合（ただし、A¹は—C(O)—である。）、アルキレン基、炭素数2以上のアルキレン基の炭素—炭素原子間に—C(O)NR⁶—、—C(O)—、—NR⁶—、—S—、又は—O—を有する基、又はアルキレン基のN側の末端に—C(O)—を有する基である。

Q¹⁴は、Q¹⁴が結合するZ¹における原子が炭素原子の場合、Q¹²であり、Q¹⁴が結合するZ¹における原子が窒素原子の場合、Q¹³である。

Q¹⁵は、アルキレン基、又は炭素数2以上のアルキレン基の炭素—炭素原子間に—C(O)NR⁶—、—C(O)—、—NR⁶—、—S—、又は—O—を有する基である。

Q²²は、アルキレン基、炭素数2以上のアルキレン基の炭素—炭素原子間に—C(O)NR⁶—、—C(O)—、—NR⁶—又はO—を有する基、アルキレン基のS_iに結合しない側の末端に—C(O)NR⁶—、—C(O)—、—NR⁶—又はO—を有する基、又は炭素数2以上のアルキレン基の炭素—炭素原子間に—C(O)NR⁶—、—C(O)—、—NR⁶—又はO—を有しかつS_iに結合しない側の末端に—C(O)NR⁶—、—C(O)—、—NR⁶—又はO—を有する基であり、Y¹がQ²²を2以上有する場合、2以上のQ²²は同一であっても異なってもよい。

Q²³は、アルキレン基、又は炭素数2以上のアルキレン基の炭素—炭素原子間に—C(O)NR⁶—、—C(O)—、—NR⁶—又はO—を有する基であり、2個のQ²³は同一であっても異なってもよい。

Q²⁴は、Q²⁴が結合するZ¹における原子が炭素原子の場合、Q²²であり、Q²⁴が結合するZ¹における原子が窒素原子の場合、Q²³であり、Y¹がQ²⁴を2以上有する場合、2以上のQ²⁴は同一であっても異なってもよい。

Q²⁵は、アルキレン基、又は炭素数2以上のアルキレン基の炭素—炭素原子間に—C(O)NR⁶—、—C(O)—、—NR⁶—又はO—を有する基で

あり、 Y^1 が Q^{25} を2以上有する場合、2以上の Q^{25} は同一であっても異なってもよい。

Q^{26} は、単結合、アルキレン基、又は炭素数2以上のアルキレン基の炭素-炭素原子間に $-C(O)NR^6-$ 、 $-C(O)-$ 、 $-NR^6-$ 、 $-S-$ 、又は $-O-$ を有する基である。

Z^1 は、 Q^{14} が直接結合する炭素原子又は窒素原子を有しかつ Q^{24} が直接結合する炭素原子又は窒素原子を有する $h_1 + h_2$ 個の環構造を有する基である。

R^{e1} は、水素原子又はアルキル基であり、 Y^1 が R^{e1} を2以上有する場合、2以上の R^{e1} は同一であっても異なってもよい。

R^{e2} は、水素原子、水酸基、アルキル基又はアシルオキシ基である。

R^{e3} は、アルキル基である。

R^6 は、水素原子、炭素数1~6のアルキル基又はフェニル基である。

[0174] d_1 は、0~1の整数である。 d_2 は、0~3の整数であり、1又は2であることが好ましい。 $d_1 + d_2$ は、1~3の整数である。

d_3 は、0~1の整数である。 d_4 は、0~3の整数であり、2又は3であることが好ましい。 $d_3 + d_4$ は、1~3の整数である。

$d_1 + d_3$ は、1である。

$d_2 + d_4$ は、1~5の整数であり、4又は5であることが好ましい。

$e_1 + e_2$ は、3又は4である。 e_1 は、1である。 e_2 は、1~3の整数であり、2又は3であることが好ましい。

h_1 は、1である。 h_2 は、1以上の整数であり、2又は3であることが好ましい。

$i_1 + i_2$ は、3又は4である。 i_1 は、1である。 i_2 は、1~3の整数であり、2又は3であることが好ましい。

i_3 は、2又は3である。

[0175] Q^{11} 、 Q^{12} 、 Q^{13} 、 Q^{14} 、 Q^{15} 、 Q^{22} 、 Q^{23} 、 Q^{24} 、 Q^{25} 及び Q^{26} のアルキレン基の炭素数は、化合物を製造しやすい点、及び表面処理層の耐摩耗

性がさらに優れる点から、1～30が好ましく、1～20がより好ましく、2～20がさらに好ましく、2～10であってもよく、2～6であってもよい。例えば2、3、8、9、11が挙げられる。また、前記炭素数は1～10であってもよく、1～6であってもよく、1～4であってもよい。ただし、炭素-炭素原子間に特定の結合を有する場合のアルキレン基の炭素数の下限値は2である。

[0176] Z¹における環構造としては、上述した環構造が挙げられ、好ましい形態も同様である。なお、Z¹における環構造にはQ¹⁴やQ²⁴が直接結合するため、例えば、環構造にアルキレン基が連結して、そのアルキレン基にQ¹⁴やQ²⁴が連結することはない。

[0177] R^{e1}、R^{e2}又はR^{e3}のアルキル基の炭素数は、化合物を製造しやすい点から、1～6が好ましく、1～3がより好ましく、1～2がさらに好ましい。

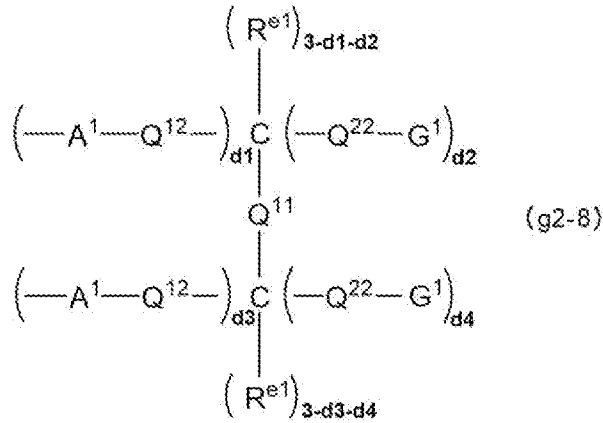
R^{e2}のアシルオキシ基のアルキル基部分の炭素数は、化合物を製造しやすい点から、1～6が好ましく、1～3がより好ましく、1～2がさらに好ましい。

h²としては、化合物を製造しやすい点、並びに、表面処理層の耐摩耗性がさらに優れる点から、2～6が好ましく、2～4がより好ましく、2又は3がさらに好ましい。

[0178] Y¹の他の形態としては、基(g²-8) (ただし、d¹+d³=1、d²×k³+d⁴×k³=gである。)、基(g²-9) (ただし、e¹=1、e²×k³=gである。)、基(g²-10) (ただし、2×k³=gである。)、基(g²-11) (ただし、h¹=1、h²×k³=gである。)、基(g²-12) (ただし、i¹=1、i²×k³=gである。)、基(g²-13) (ただし、k³=gである。)、又は基(g²-14) (ただし、i³×k³=gである。)が挙げられる。

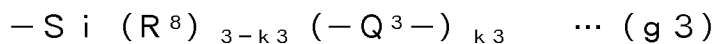
[0179]

[化19]



- [0180] $(-A^1-Q^{12}-)_{e1} C (R^{e2})_{4-e1-e2} (-Q^{22}-G^1)_{e2} \dots (g2-9)$
 $-A^1-Q^{13}-N (-Q^{23}-G^1)_2 \dots (g2-10)$
 $(-A^1-Q^{14}-)_{h1} Z^1 (-Q^{24}-G^1)_{h2} \dots (g2-11)$
 $(-A^1-Q^{15}-)_{i1} S i (R^{e3})_{4-i1-i2} (-Q^{25}-G^1)_{i2} \dots (g2-12)$
 $-A^1-Q^{26}-G^1 \dots (g2-13)$
 $-A^1-Q^{12}-CH (-Q^{22}-G^1) -S i (R^{e3})_{3-i3} (-Q^{25}-G^1)_{i3} \dots (g2-14)$

[0181] ただし、式 (g2-8) ~ (g2-14) においては、A¹側がトリプチセン骨格に結合し、G¹側が (-S i (R¹)_n L²_{3-n}) に結合する。G¹は、基 (g3) であり、Y¹が有する2以上のG¹は同一であっても異なってもよい。G¹以外の符号は、式 (g2-1) ~ (g2-7) における符号と同じである。



ただし、式 (g3) においては、S i側がQ²²、Q²³、Q²⁴、Q²⁵及びQ²⁶に結合し、Q³側が (-S i (R¹)_n L²_{3-n}) に結合する。R⁸は、アルキル基である。Q³は、アルキレン基、炭素数2以上のアルキレン基の炭素-炭素原子間に-C(O)NR⁶-、-C(O)-、-NR⁶-若しくは-O-を

有する基、又は $(OSi(R^9)_2)_p-O-$ であり、2以上の Q^3 は同一であっても異なってもよい。 k_3 は、2又は3である。 R^6 は、水素原子、炭素数1～6のアルキル基又はフェニル基である。 R^9 は、アルキル基、フェニル基又はアルコキシ基であり、2個の R^9 は同一であっても異なってもよい。 p は、0～5の整数であり、 p が2以上の場合、2以上の $(OSi(R^9)_2)$ は同一であっても異なってもよい。

[0182] Q^3 のアルキレン基の炭素数は、化合物を製造しやすい点、並びに、表面処理層の耐摩耗性がさらに優れる点から、1～30が好ましく、1～20がより好ましく、2～20がさらに好ましく、2～10であってもよく、2～6であってもよい。例えば2、3、8、9、11が挙げられる。また、前記炭素数は1～10であってもよく、1～6であってもよく、1～4であってもよい。ただし、炭素-炭素原子間に特定の結合を有する場合のアルキレン基の炭素数の下限値は2である。

R^8 のアルキル基の炭素数は、化合物を製造しやすい点から、1～6が好ましく、1～3がより好ましく、1～2がさらに好ましい。

R^9 のアルキル基の炭素数は、化合物を製造しやすい点から、1～6が好ましく、1～3がより好ましく、1～2がさらに好ましい。

R^9 のアルコキシ基の炭素数は、化合物の保存安定性に優れる点から、1～6が好ましく、1～3がより好ましく、1～2がさらに好ましい。

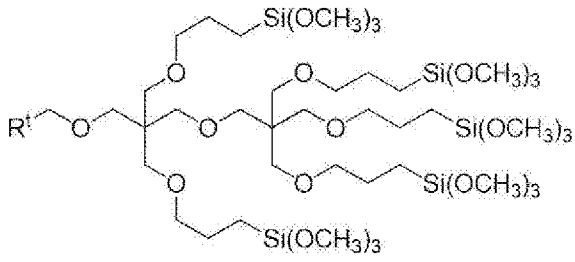
p は、0又は1が好ましい。

[0183] 化合物(1)としては、例えば、下式の化合物が挙げられる。下式の化合物は、工業的に製造しやすく、取扱いやすく、表面処理層の耐摩耗性がさらに優れる観点から好ましい。下式の化合物における R^1 は、上述した式(1)における $(T-Z)_m-L^1-Tr$ と同様であり、好ましい形態も同様である。

[0184] Y^1 が基(g_2-1)である化合物(1)としては、例えば、下式の化合物が挙げられる。

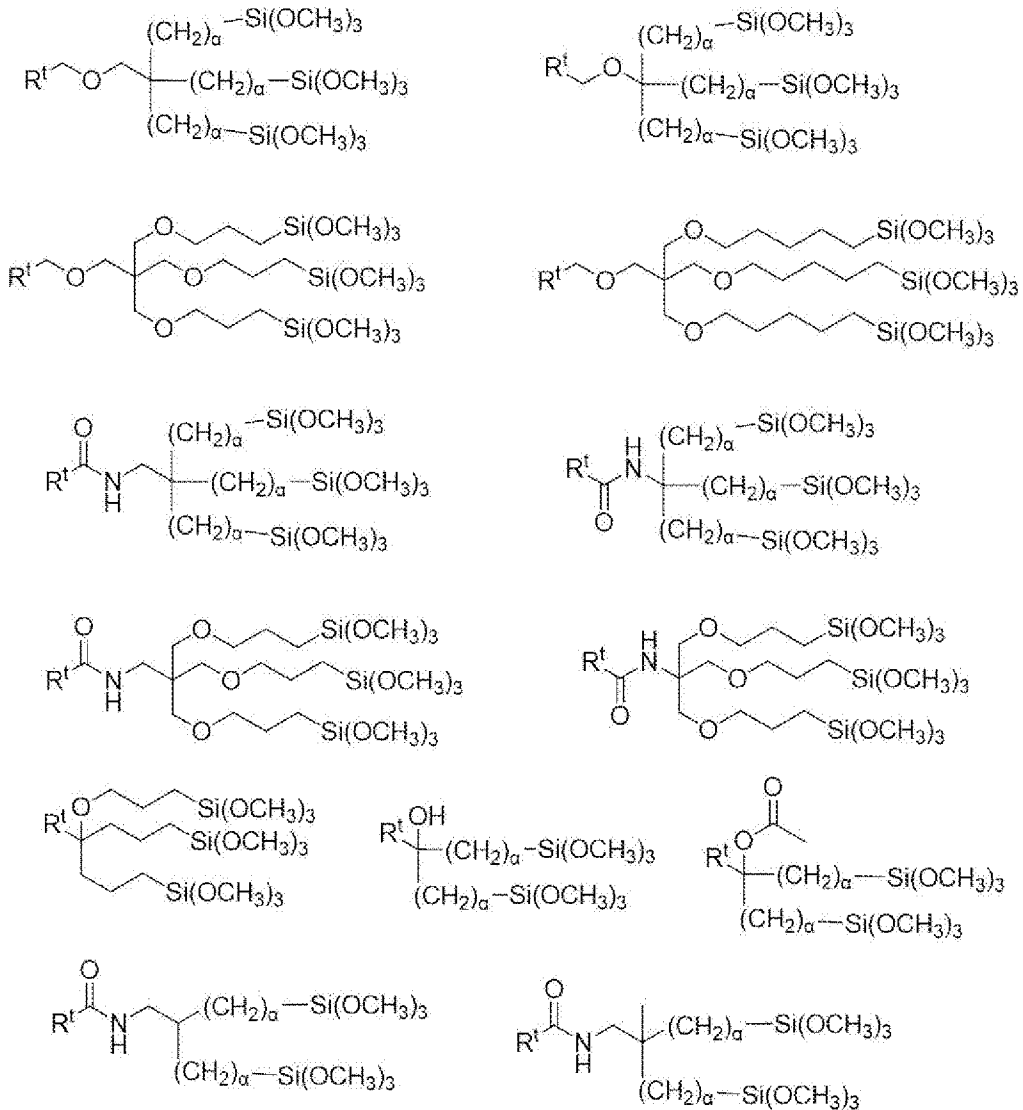
[0185]

[化20]



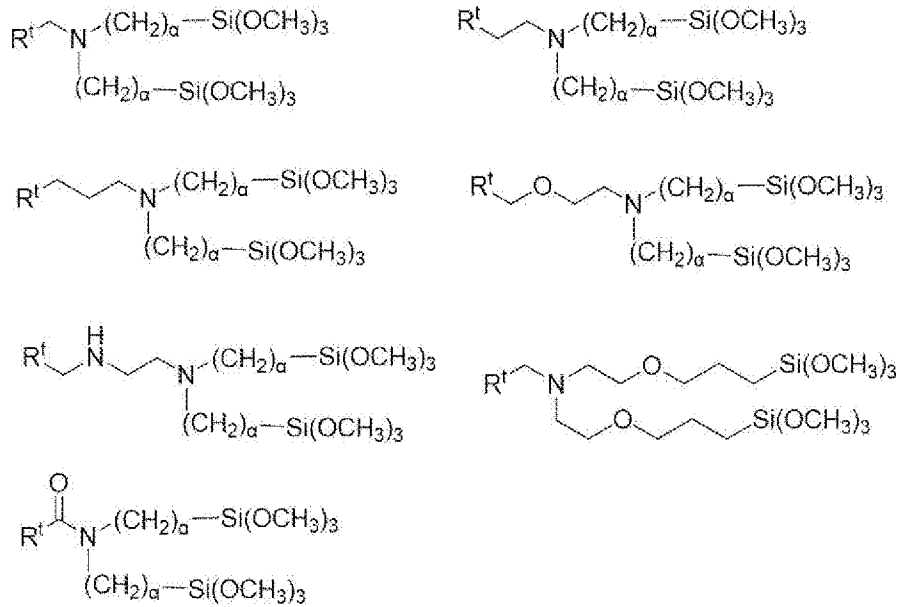
[0186] Y¹が基 (g 2-2) である化合物 (1) としては、例えば、下式の化合物が挙げられる。

[0187] [化21]



[0188] Y¹が基 (g 2-3) である化合物 (1) としては、例えば、下式の化合物が挙げられる。

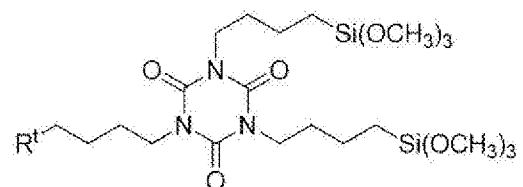
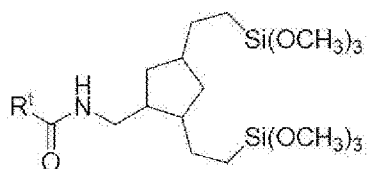
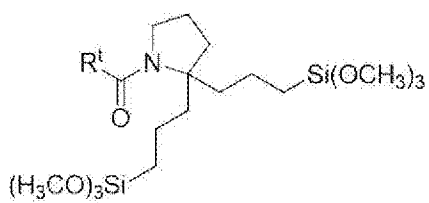
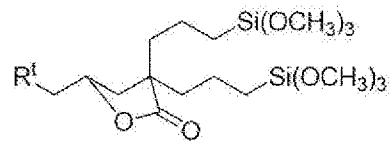
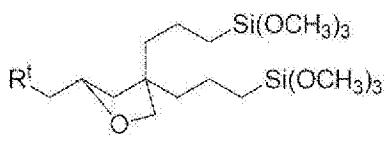
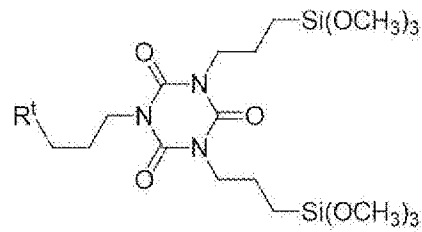
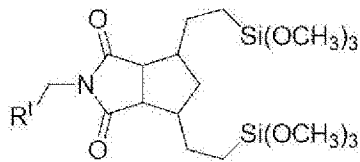
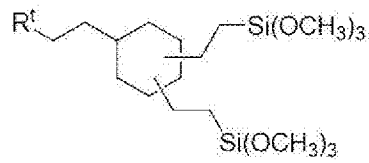
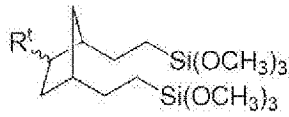
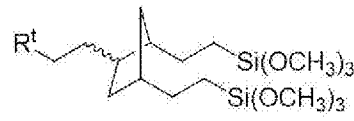
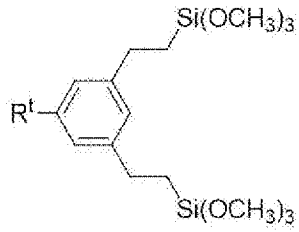
[0189] [化22]



[0190] Y¹が基 (g 2-4) である化合物 (1) としては、例えば、下式の化合物が挙げられる。

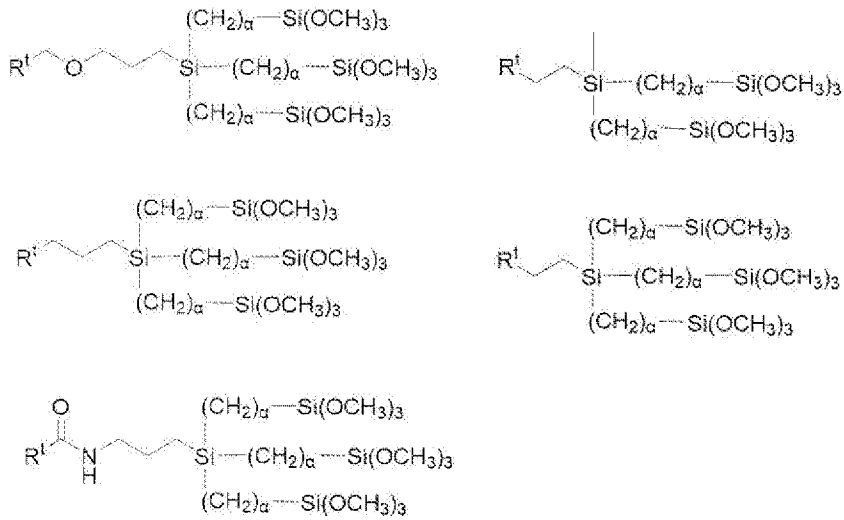
[0191]

[化23]



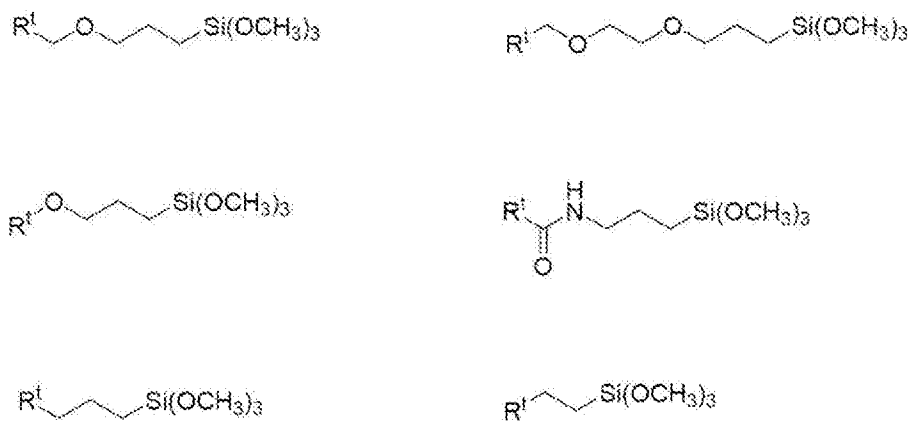
[0192] Y¹が基 (g 2-5) である化合物 (1) としては、例えば、下式の化合物が挙げられる。

[0193] [化24]



[0194] Y¹が基 (g 2-6) である化合物 (1) としては、例えば、下式の化合物が挙げられる。

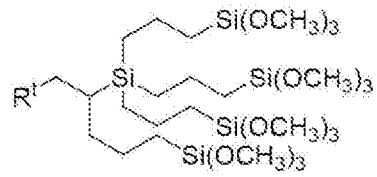
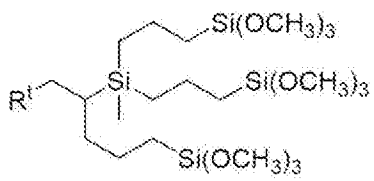
[0195] [化25]



[0196] Y¹が基 (g 2-7) である化合物 (1) としては、例えば、下式の化合物が挙げられる。

[0197]

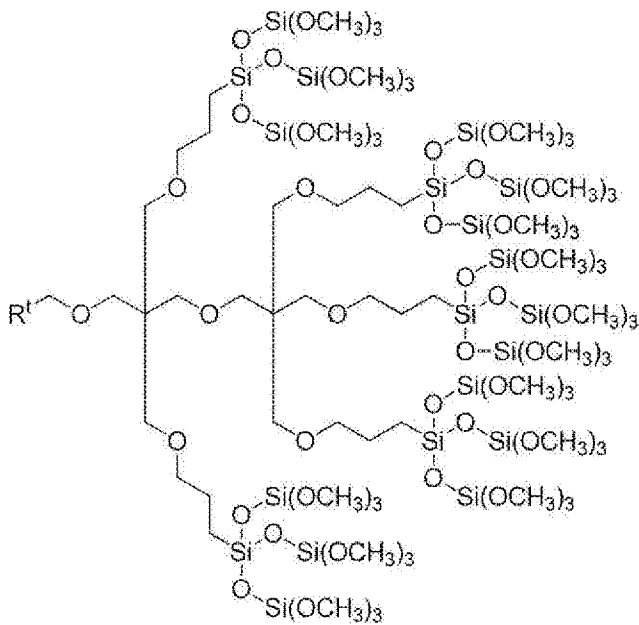
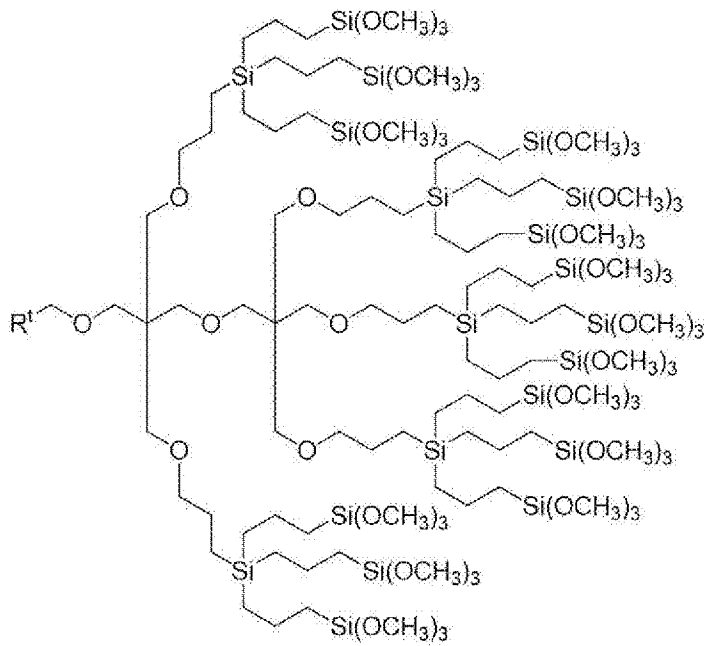
[化26]



[0198] Y¹が基 (g 2 - 8) である化合物 (1) としては、例えば、下式の化合物が挙げられる。

[0199]

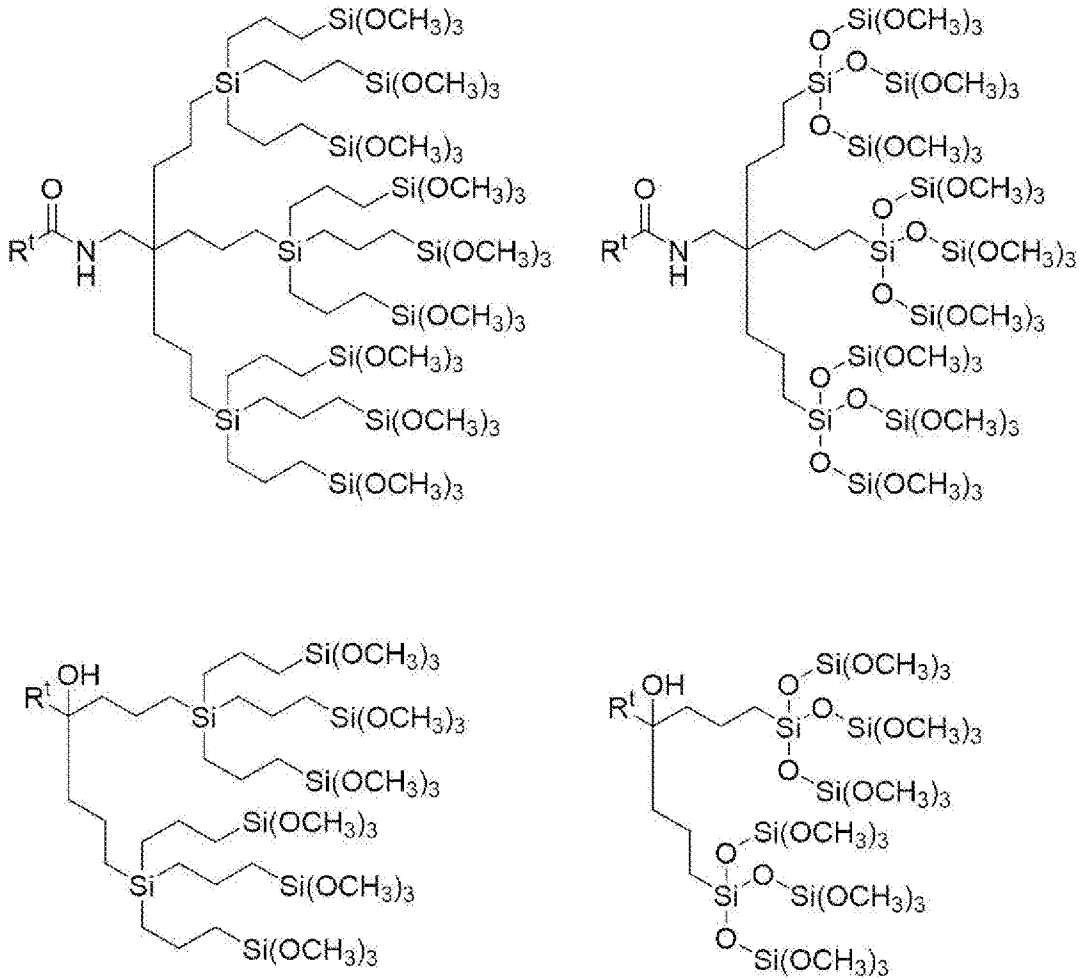
[化27]



[0200] Y^1 が基(9-2)である化合物(1)としては、例えば、下式の化合物が挙げられる。

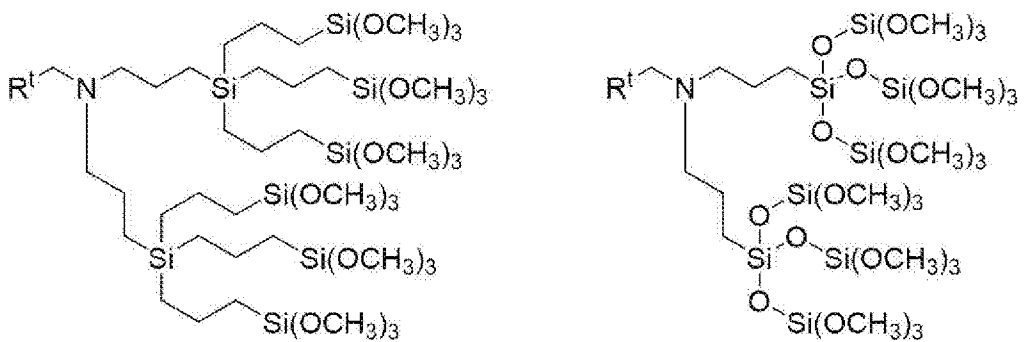
[0201]

[化28]



[0202] Y¹が基 (g 2-10) である化合物 (1) としては、例えば、下式の化合物が挙げられる。

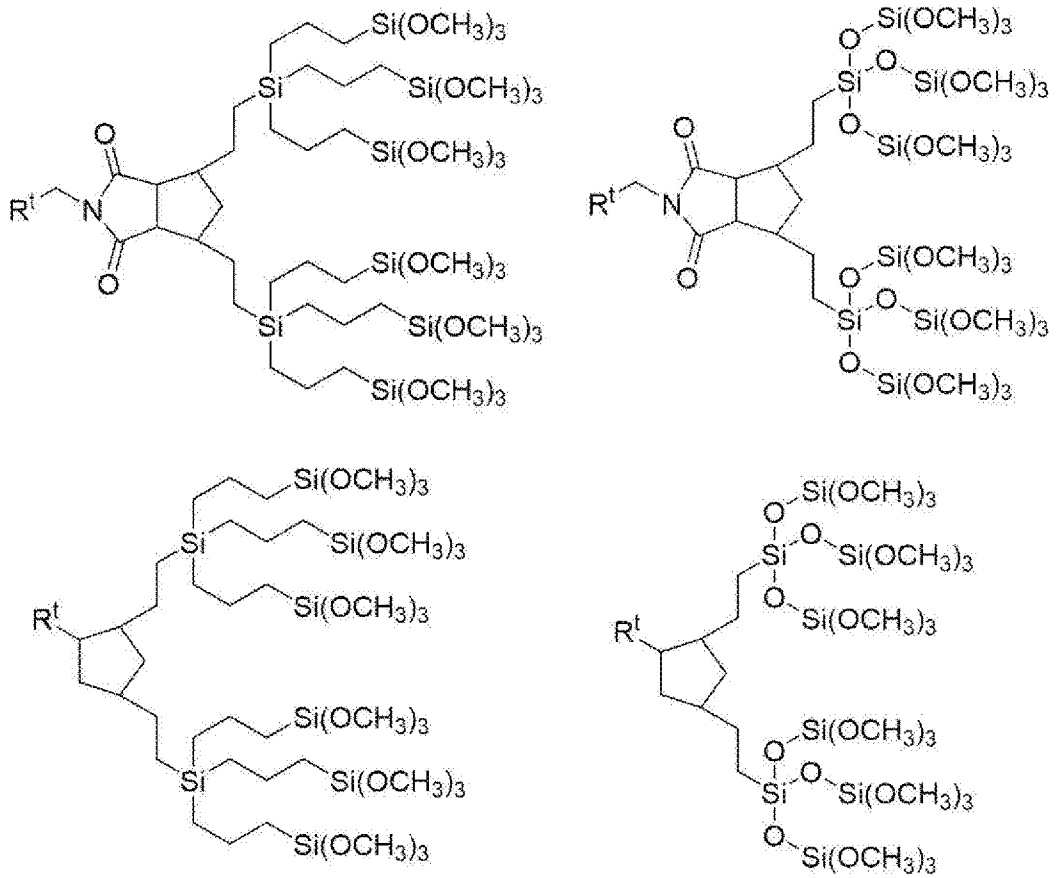
[0203] [化29]



[0204] Y¹が基 (g 2-11) である化合物 (1) としては、例えば、下式の化合物

物が挙げられる。

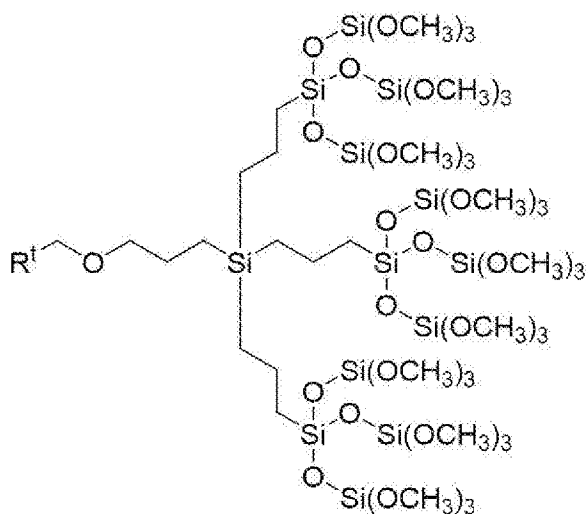
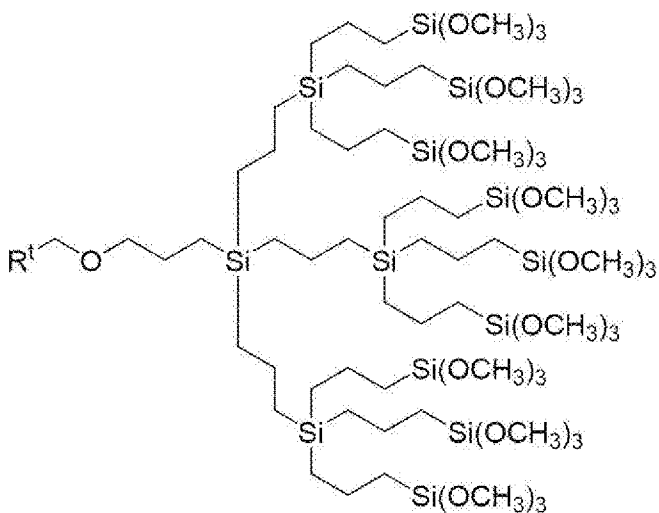
[0205] [化30]



[0206] Y¹が基 (g 2 - 1 2) である化合物 (1) としては、例えば、下式の化合物が挙げられる。

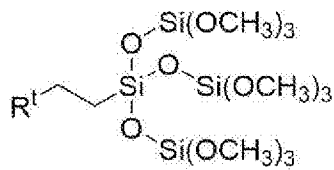
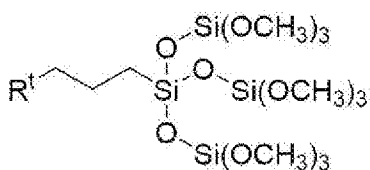
[0207]

[化31]



[0208] Y¹が基 (g 2-13) である化合物 (1) としては、例えば、下式の化合物が挙げられる。

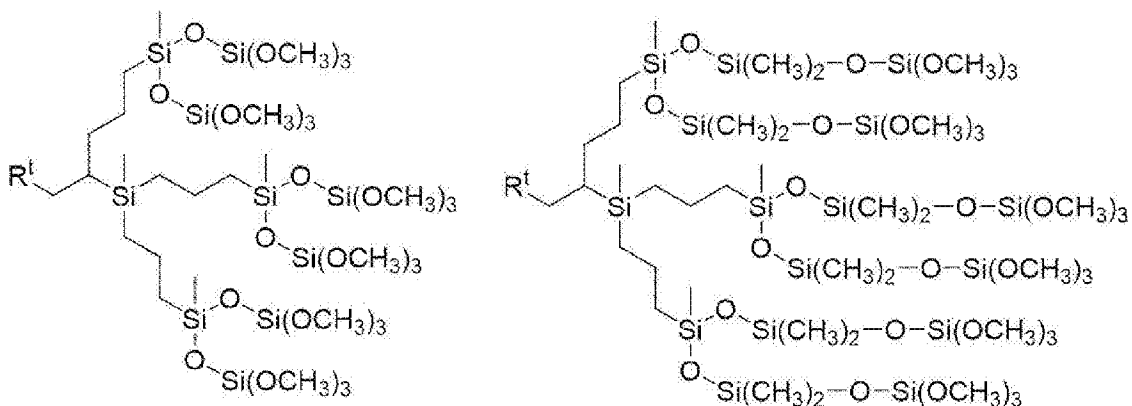
[0209] [化32]



[0210] Y¹が基 (g 2-14) である化合物 (1) としては、例えば、下式の化合物

物が挙げられる。

[0211] [化33]



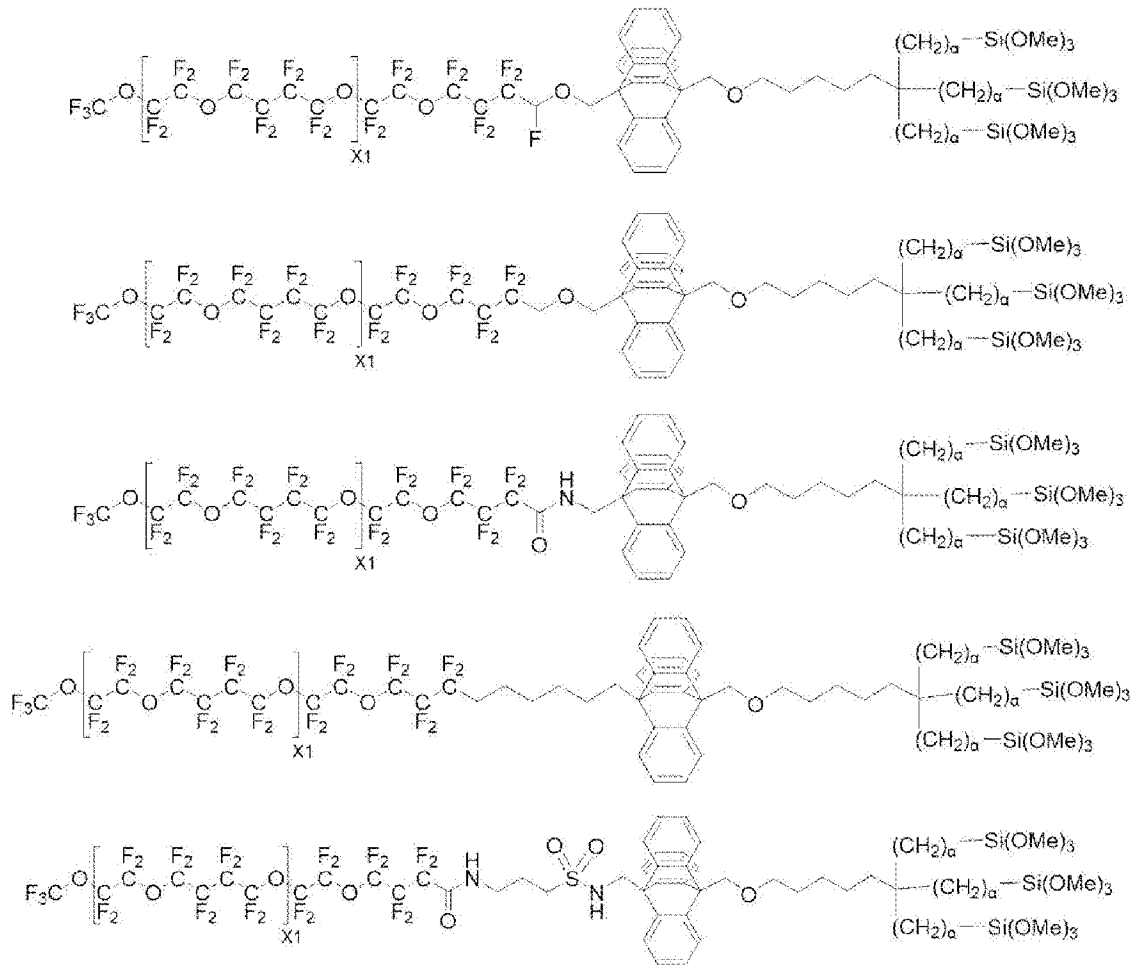
[0212] 本開示の化合物としては、例えば、以下の化合物が挙げられる。

なお、下記構造式中、 X_1 は2～30の整数であり、 X_2 は2～100の整数であり、 X_3 は2～100の整数である。

また、以下に示す化合物はいずれも、トリプチセン骨格の9位及び10位の一方に反応性シリル基が結合し、他方に疎水性部分構造が結合した化合物である。

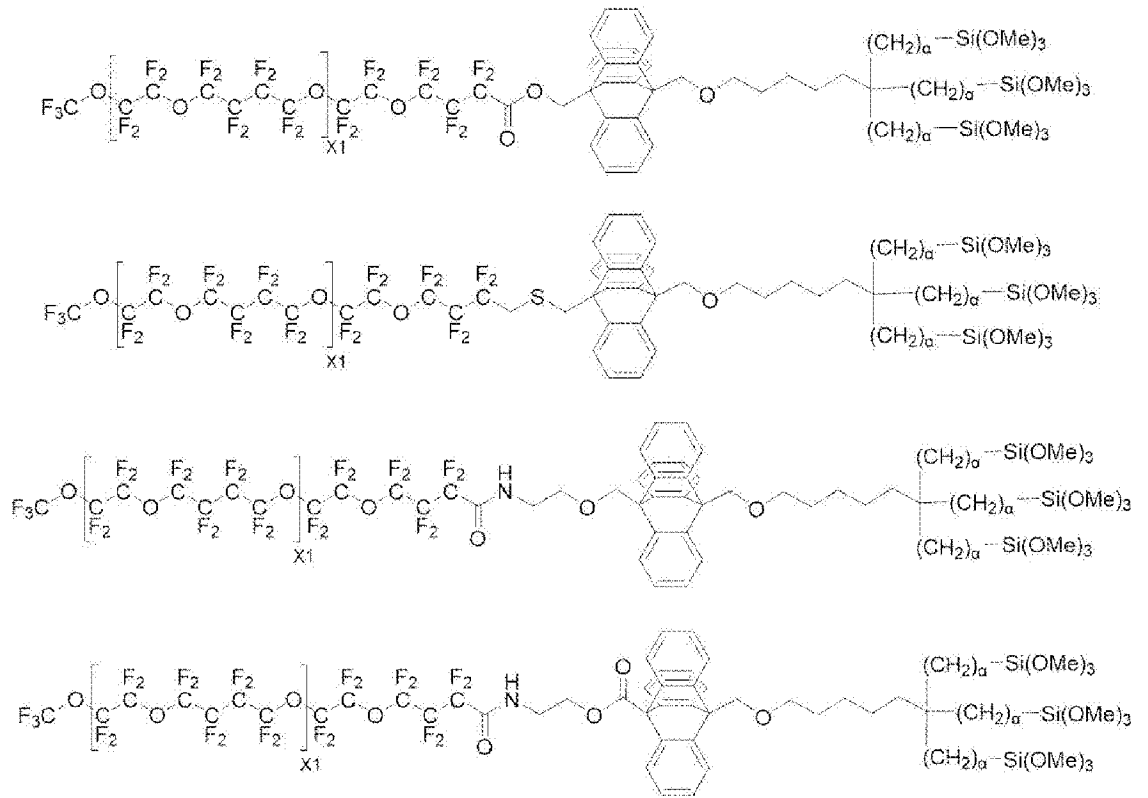
[0213]

[化34]



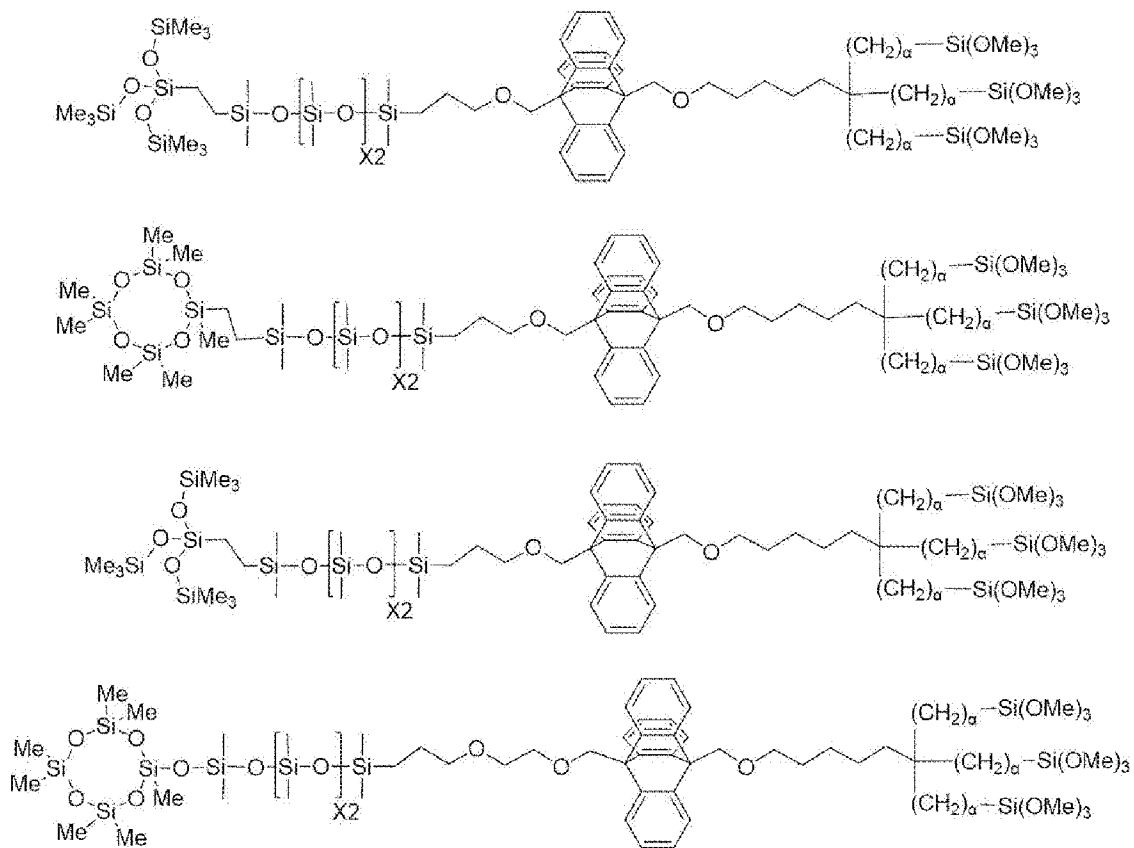
[0214]

[化35]

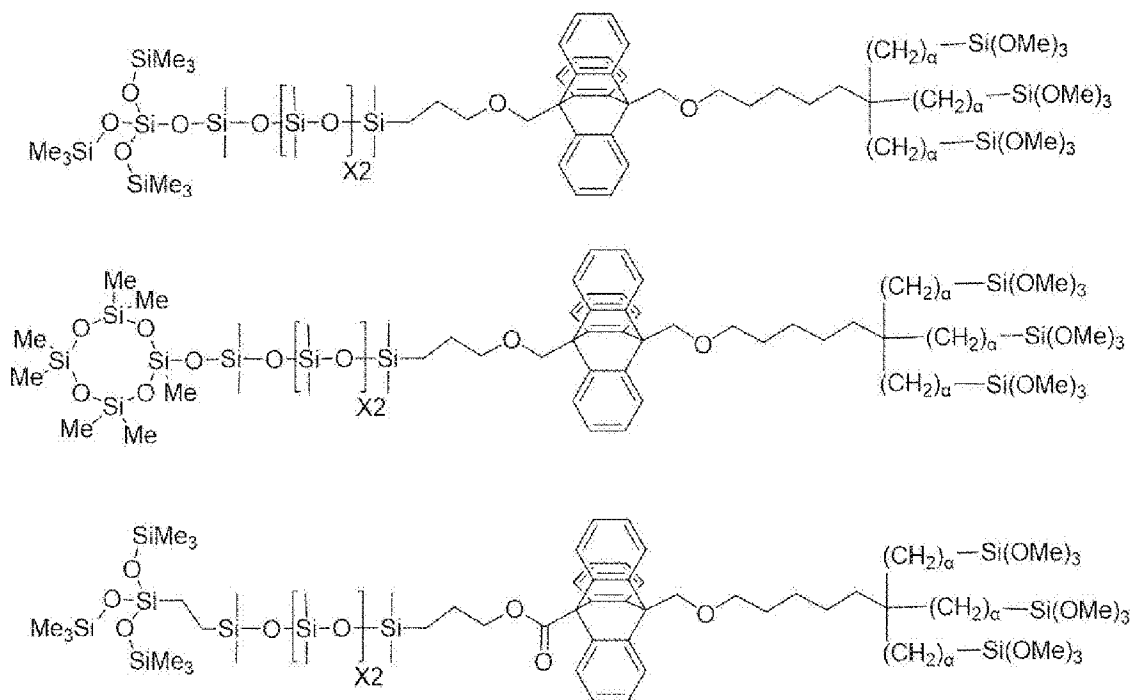


[0215]

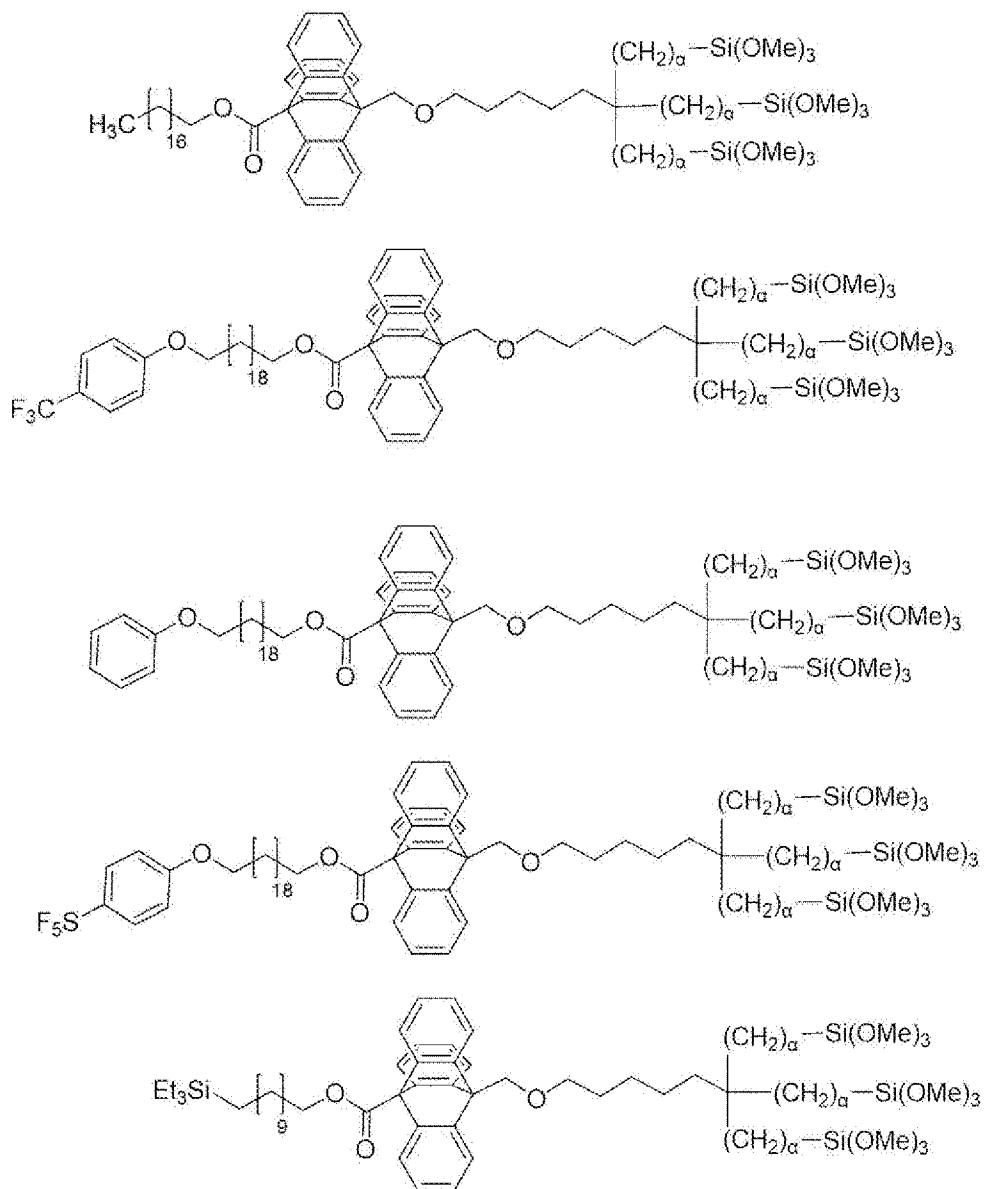
[化36]



[0216] [化37]

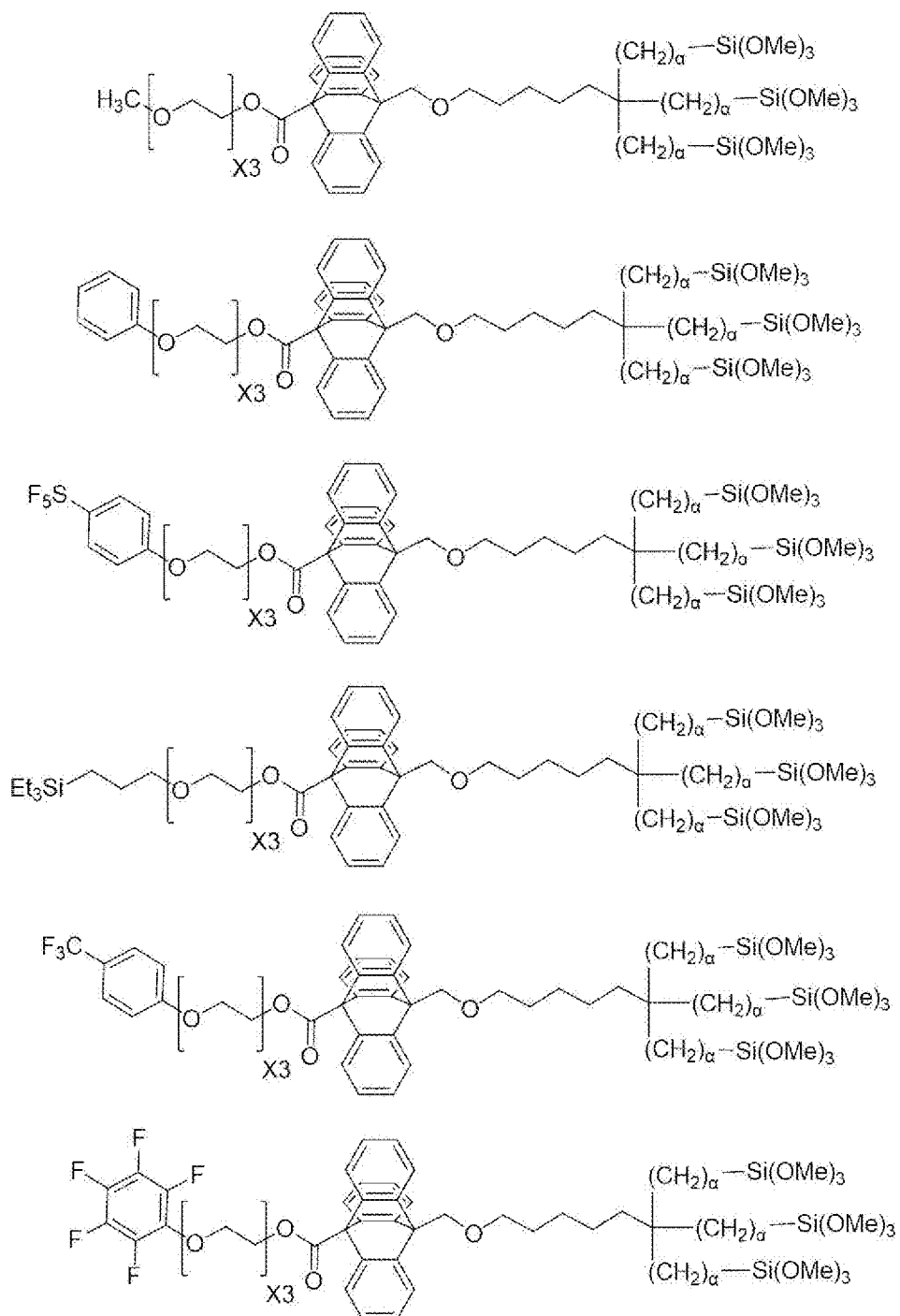


[0217] [化38]



[0218]

[化39]



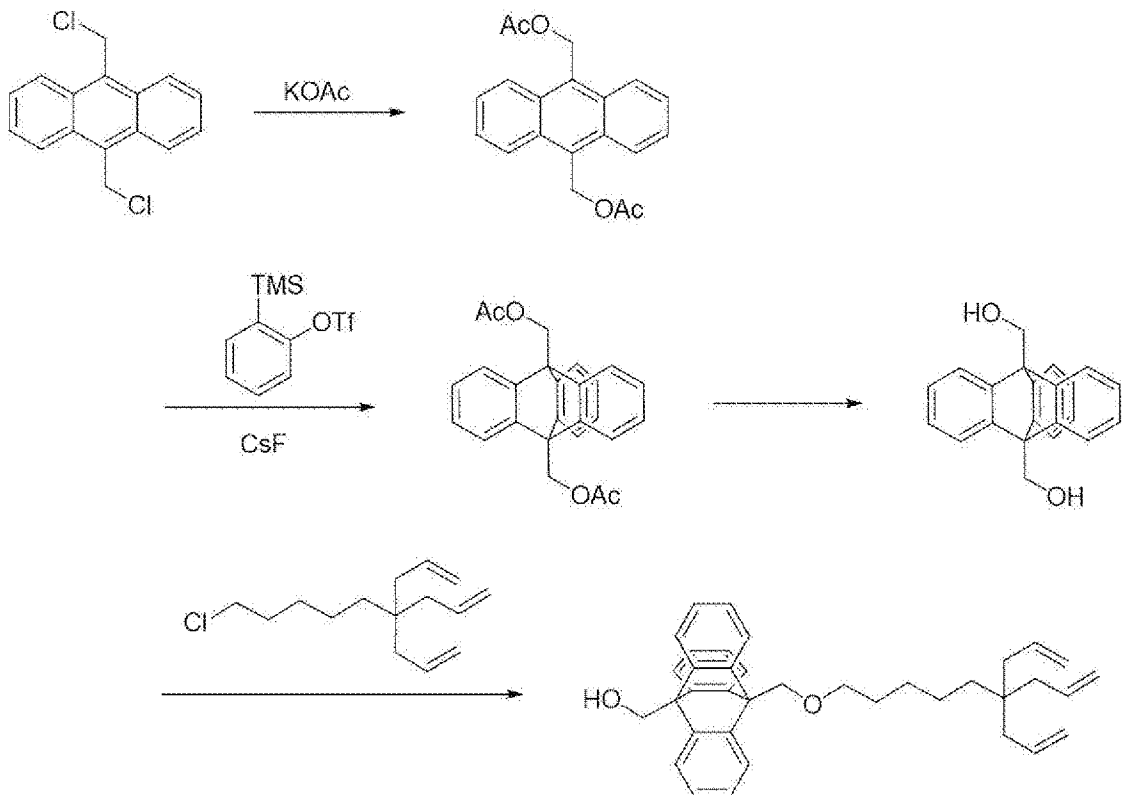
[0219] 本開示の化合物の数平均分子量 (M_n) は、400~20,000であることが好ましく、500~18,000であることがより好ましく、600~15,000であることがさらに好ましい。M_nが400以上であれば、撥水性かつ耐摩耗性に優れる。M_nが20,000以下であれば、粘性を適

切な範囲内に調節しやすく、また溶解性が向上するので、成膜時のハンドリング性が優れる。

[0220] [化合物の製造方法]

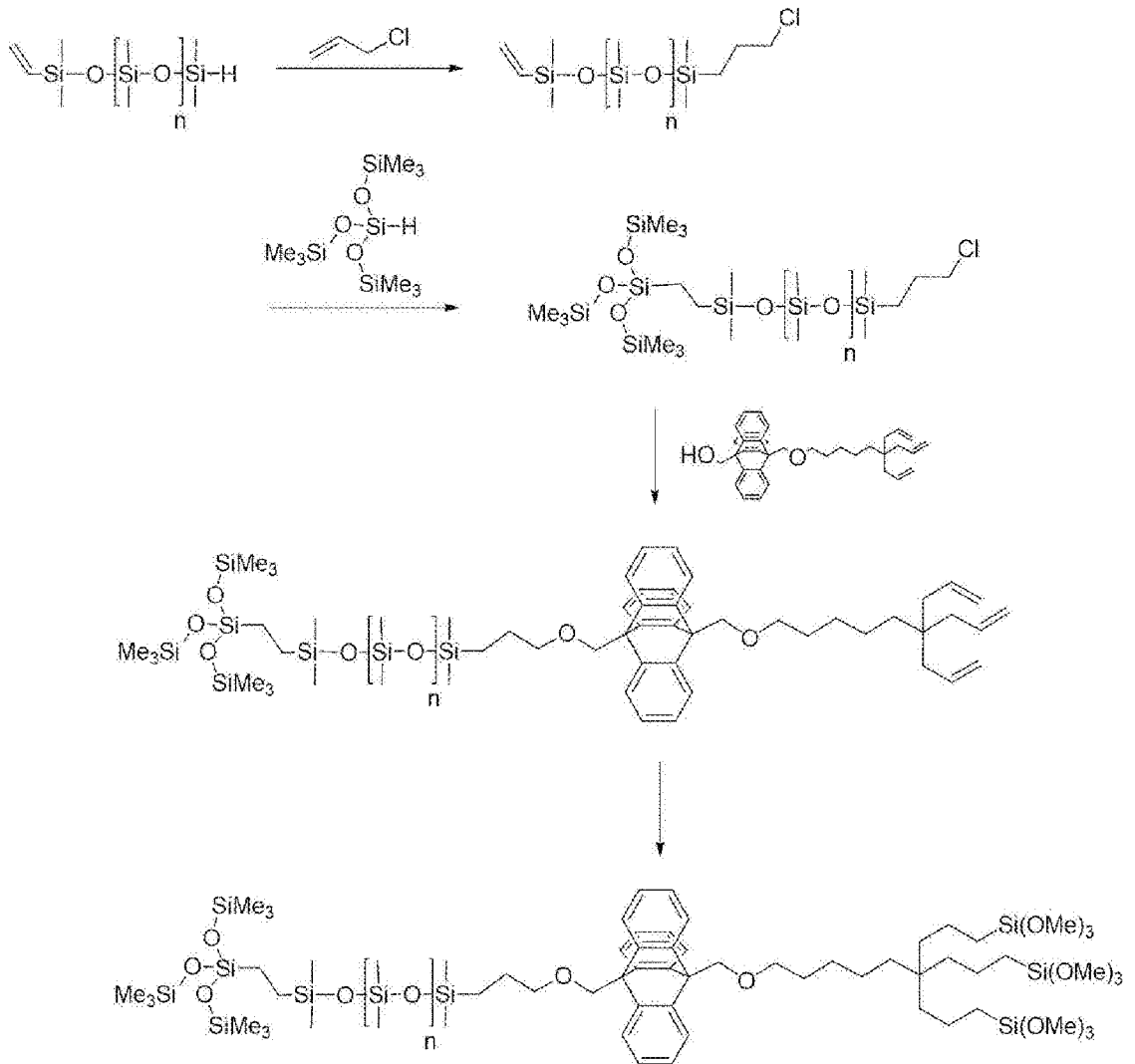
本開示の化合物の製造方法は特に制限されない。本開示の化合物の合成スキームの例を以下に示す。

[0221] [化40]

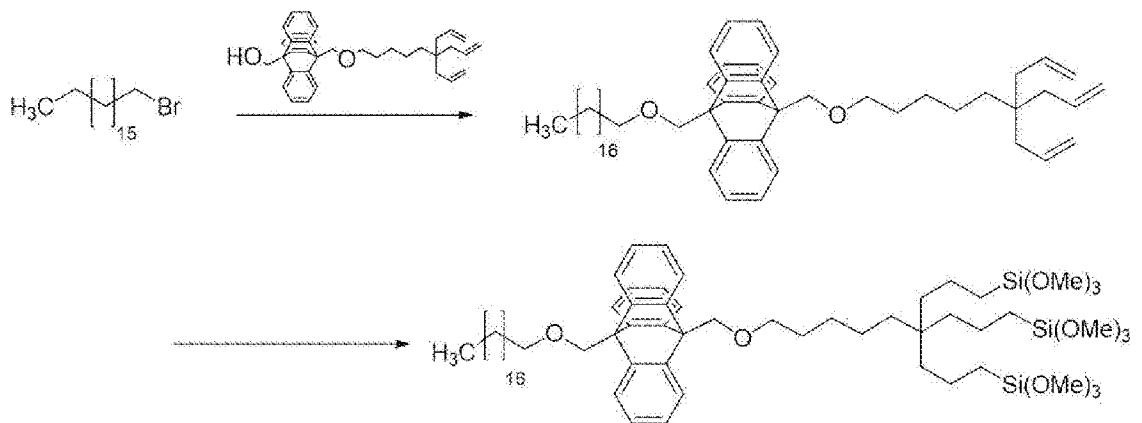


[0222]

[化42]



[0224] [化43]



[0225] [組成物]

本開示の組成物は、本開示の化合物を含んでいればよく、本開示の化合物以外の成分は特に限定されない。本開示の組成物は、本開示の化合物と、液状媒体と、を含むことが好ましい。本開示の組成物が液状媒体を含む場合、本開示の組成物は、液状であればよく、溶液であってもよく、分散液であってもよい。

本開示の組成物は、本開示の化合物を含んでいればよく、本開示の化合物の製造工程で生成した副生物等の不純物を含んでもよい。

本開示の組成物は、本開示の化合物を1種含有してもよく、2種以上含有してもよい。

[0226] 本開示の化合物の含有量は、本開示の組成物の全量に対して、0.001～40質量%が好ましく、0.01～20質量%がより好ましく、0.1～10質量%がさらに好ましい。ウェットコーティング法に使用する本開示の組成物の場合には、本開示の化合物の含有量は、本開示の組成物の全量に対して、0.01～10質量%であってもよく、0.02～5質量%であってもよく、0.03～3質量%であってもよく、0.05～2質量%であってもよい。

[0227] 液状媒体は、有機溶媒が好ましい。

[0228] 有機溶媒としては、フッ素系有機溶媒及び非フッ素系有機溶媒が挙げられる。

フッ素系有機溶媒は、本開示の化合物が疎水性部分構造としてポリオキシフルオロアルキレン鎖を含む化合物である場合に、好ましく使用される。

フッ素系有機溶媒の具体例としては、フッ素化アルカン、フッ素化芳香族化合物、フルオロアルキルエーテル、フッ素化アルキルアミン、フルオロアルコールが挙げられる。

フッ素化アルカンは、炭素数4～8の化合物が好ましく、たとえば、 $C_6F_{13}H$ (AC-2000: 製品名、AGC社製)、 $C_6F_{13}C_2H_5$ (AC-6000: 製品名、AGC社製)、 $C_2F_5CHFCHFCF_3$ (バートレル: 製

品名、デュポン社製)が挙げられる。

フッ素化芳香族化合物の具体例としては、ヘキサフルオロベンゼン、トリフルオロメチルベンゼン、ペルフルオロトルエン、1, 3-ビス(トリフルオロメチル)ベンゼン、1, 4-ビス(トリフルオロメチル)ベンゼンが挙げられる。

フルオロアルキルエーテルは、炭素数4~12の化合物が好ましく、たとえば、 $\text{CF}_3\text{CH}_2\text{OCF}_2\text{CF}_2\text{H}$ (AE-3000: 製品名、AGC社製)、 $\text{C}_4\text{F}_9\text{OCH}_3$ (ノベック-7100: 製品名、3M社製)、 $\text{C}_4\text{F}_9\text{OC}_2\text{H}_5$ (ノベック-7200: 製品名、3M社製)、 $\text{C}_2\text{F}_5\text{CF}(\text{OCH}_3)\text{C}_3\text{F}_7$ (ノベック-7300: 製品名、3M社製)が挙げられる。

フッ素化アルキルアミンの具体例としては、ペルフルオロトリプロピルアミン、ペルフルオロトリブチルアミンが挙げられる。

フルオロアルコールの具体例としては、2, 2, 3, 3-テトラフルオロプロパノール、2, 2, 2-トリフルオロエタノール、ヘキサフルオロイソプロパノールが挙げられる。

[0229] 非フッ素系有機溶媒としては、水素原子及び炭素原子のみからなる化合物、並びに、水素原子、炭素原子及び酸素原子のみからなる化合物が挙げられ、具体的には、炭化水素系有機溶媒、ケトン系有機溶媒、エーテル系有機溶媒、エステル系有機溶媒、グリコール系有機溶媒、及びアルコール系有機溶媒が挙げられる。

炭化水素系有機溶媒の具体例としては、ペンタン、ヘキサン、ヘプタン、オクタン、ヘキサデカン、イソヘキサン、イソオクタン、イソノナン、シクロヘプタン、シクロヘキサン、ビスシクロヘキシル、ベンゼン、トルエン、エチルベンゼン、*o*-キシレン、*m*-キシレン、*p*-キシレン、*o*-ジエチルベンゼン、*m*-ジエチルベンゼン、*p*-ジエチルベンゼン、*n*-ブチルベンゼン、*sec*-ブチルベンゼン、*tert*-ブチルベンゼンが挙げられる。

ケトン系有機溶媒の具体例としては、アセトン、メチルエチルケトン、メチルイソブチルケトン、ジイソブチルケトン、シクロヘキサノン、2-ヘプ

タノン、4-ヘプタノン、3, 5, 5-トリメチル-2-シクロヘキセン-1-オン、及び3, 3, 5-トリメチルシクロヘキサノン、イソホロンが挙げられる。

エーテル系有機溶媒の具体例としては、ジエチルエーテル、シクロペンチルメチルエーテル、テトラヒドロフラン、1, 4-ジオキサンが挙げられる。

エステル系有機溶媒の具体例としては、酢酸メチル、酢酸エチル、酢酸プロピル、酢酸イソプロピル、酢酸ブチル、酢酸イソブチル、酢酸tert-ブチル、酢酸アミル、酢酸イソアミル、3-エトキシプロピオン酸エチル、乳酸エチルエチレングリコールモノブチルエーテルアセテート、ジエチレングリコールモノブチルエーテルアセテート、プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート、ジプロピレングリコールメチルエーテルアセテート、3-メトキシ-3-メチルブチルアセテート、3-メトキシブチルアセテート、プロピレングリコールモノメチルアセテート、プロピレングリコールジメチルアセテート、エチレングリコールモノエチルエーテルアセテート、エチレングリコールモノメチルエーテルアセテート、ジエチレングリコールモノエチルエーテルアセテート、シクロヘキサノールアセテート、プロピレングリコールジアセテート、プロピレングリコールモノメチルエーテルアセテート、プロピレングリコールモノメチルエーテルプロピオネート、プロピレングリコールモノエチルエーテルアセテート、プロピレングリコールモノブチルエーテルアセテート、プロピレングリコールモノプロピルエーテルアセテート、プロピレングリコールジアセテート、ジプロピレングリコールメチルエーテルアセテート、1, 3-ブチレングリコールジアセテート、1, 4-ブタンジオールジアセテート、1, 3-ブチレングリコールジアセテート、1, 6-ヘキサジオールジアセテート、 γ -ブチロラクトン、トリアセチン、2, 2, 4-トリメチル-1, 3-ペンタンジオールモノイソブチレートが挙げられる。

グリコール系有機溶媒の具体例としては、エチレングリコール、エチレン

グリコールモノブチルエーテル、ジエチレングリコールモノブチルエーテル、トリエチレングリコールモノブチルエーテル、テトラエチレングリコールモノブチルエーテル、エチレングリコールモノヘキシルエーテル、ジエチレングリコールモノヘキシルエーテル、エチレングリコールモノ-2-エチルヘキシルエーテル、ジエチレングリコールモノ-2-エチルヘキシルエーテル、プロピレングリコールモノメチルエーテル、プロピレングリコールモノエチルエーテル、プロピレングリコールモノブチルエーテル、プロピレングリコールモノプロピルエーテル、エチレングリコールモノイソプロピルエーテル、エチレングリコールモノエチルエーテル、エチレングリコールモノtert-ブチルエーテル、エチレングリコールモノプロピルエーテル、エチレングリコールモノメチルエーテル、ジエチレングリコールモノイソプロピルエーテル、ジエチレングリコールモノメチルエーテル、ジプロピレングリコールモノエチルエーテル、ジプロピレングリコールモノブチルエーテル、ジプロピレングリコールモノプロピルエーテル、ジプロピレングリコールモノメチルエーテル、トリプロピレングリコールモノブチルエーテルトリプロピレングリコールモノメチルエーテル、プロピレングリコールモノフェニルエーテル、1,3-ブチレングリコール、プロピレングリコールn-プロピルエーテル、プロピレングリコールn-ブチルエーテル、ジエチレングリコールモノエチルエーテル、ジプロピレングリコールn-プロピルエーテル、ジプロピレングリコールn-ブチルエーテル、トリプロピレングリコールメチルエーテル、トリプロピレングリコールn-ブチルエーテル、エチレングリコールジメチルエーテル、エチレングリコールジエチルエーテル、エチレングリコールジブチルエーテル、ジエチレングリコールジエチルエーテル、ジエチレングリコールジメチルエーテル、ジプロピレングリコールジメチルエーテル、ジエチレングリコールジブチルエーテル、テトラエチレングリコールジメチルエーテル、ジプロピレングリコールジメチルエーテルペンタン、トリエチレングリコールジメチルエーテル、ポリエチレングリコールジメチルエーテルが挙げられる。

アルコール系有機溶媒の具体例としては、メタノール、エタノール、1-プロパノール、イソプロピルアルコール、n-ブタノール、ジアセトンアルコール、イソブタノール、sec-ブタノール、tert-ブタノール、ペンタノール、3-メチル-1,3-ブタンジオール、1,3-ブタンジオール、1,3-ブチレングリコール、オクタンジオール、2,4-ジエチルペンタンジオール、ブチルエチルプロパンジオール、2-メチル-1,3-プロパンジオール、4-ヒドロキシ-4-メチル-2-ペンタノン、2-エチル-1-ヘキサノール、3,5,5-トリメチル-1-ヘキサノール、イソデカノール、イソトリデカノール、3-メトキシ-3-メチル-1-ブタノール、2-メトキシブタノール、3-メトキシブタノール、シクロヘキサノール、フルフリルアルコール、テトラヒドロフルフリルアルコール、ベンジルアルコール、及びメチルシクロヘキサノールが挙げられる。

[0230] また、非フッ素系有機溶媒としては、フッ素以外のハロゲン原子を有するハロゲン系有機溶媒、含窒素化合物、含硫黄化合物、シロキサン化合物が挙げられる。

フッ素以外のハロゲン原子を有するハロゲン系有機溶媒の具体例としては、ジクロロメタン、クロロホルム、四塩化炭素、ジクロロエタン、クロロベンゼン、o-クロロトルエン、m-クロロトルエン、p-クロロトルエン、m-ジクロロベンゼン、1,2,3-トリクロロプロパンが挙げられる。

含窒素化合物としては、ニトロベンゼン、アセトニトリル、ベンゾニトリル、N,N-ジメチルホルムアミド、N,N-ジメチルアセトアミド、N-メチルピロリドン、1,3-ジメチル-2-イミダゾリジノンが挙げられる。

含硫黄化合物としては、二硫化炭素、ジメチルスルホキッドが挙げられる。

シロキサン化合物としては、ヘキサメチルジシロキサン、オクタメチルトリシロキサン、デカメチルテトラシロキサンが挙げられる。

[0231] 液状媒体の含有量は、本開示の組成物の全量に対して、60~99.99

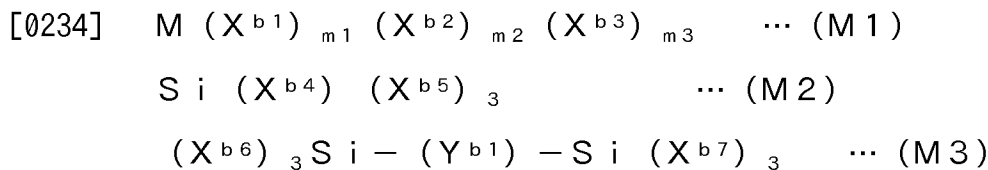
9質量%が好ましく、80～99.99質量%がより好ましく、90～99.9質量%がさらに好ましい。ウェットコーティング法に使用する本開示の組成物の場合には、液状媒体の含有量は、本開示の組成物の全量に対して、90～99.99質量%であってもよく、95～99.98質量%であってもよく、97～99.97質量%であってもよく、98～99.95質量%であってもよい。

本開示の組成物に含まれる液状媒体は1種のみであってもよく、2種以上であってもよい。

[0232] 本開示の組成物は、本開示の化合物及び液状媒体以外に、本開示の効果を損なわない範囲で、他の成分を含んでいてもよい。

他の成分としては、例えば、反応性シリル基の加水分解と縮合反応を促進する酸触媒、塩基性触媒等の公知の添加剤が挙げられる。

[0233] また、他の成分としては、加水分解性基を有する金属化合物（以下、加水分解性基を有する金属化合物を「特定金属化合物」とも記す。）も挙げられる。本開示の組成物が特定金属化合物を含むと、表面処理層の滑り性及び防汚性をより向上しうる。特定金属化合物としては、下記式（M1）～（M3）が挙げられる。



[0235] 式（M1）中、

Mは、3価又は4価の金属原子を表す。

X^{b1} はそれぞれ独立に、加水分解性基を表す。

X^{b2} はそれぞれ独立に、シロキサン骨格含有基を表す。

X^{b3} はそれぞれ独立に、炭化水素鎖含有基を表す。

$m1$ は2～4の整数であり、

$m2$ 及び $m3$ はそれぞれ独立に、0～2の整数であり、

Mが3価の金属原子の場合、 $m1 + m2 + m3$ は3であり、Mが4価の金

属原子の場合、 $m_1 + m_2 + m_3$ は4である。

[0236] 式 (M2) 中、

X^{b4} は、加水分解性シランオリゴマー残基を表す。

X^{b5} は、それぞれ独立に、加水分解性基又は炭素数1～4のアルキル基を表す。

式 (M3) 中、

X^{b6} 及び X^{b7} は、それぞれ独立に、加水分解性基又は水酸基を表す。

Y^{b1} は、2価の有機基を表す。

[0237] 式 (M1) 中、Mで表される金属には、Si、Ge等の半金属も包含される。Mとしては、3価金属及び4価金属が好ましく、Al、Fe、In、Hf、Si、Ti、Sn、及びZrがより好ましく、Al、Si、Ti、及びZrがさらに好ましく、Siが特に好ましい。

[0238] 式 (M1) 中、 X^{b1} で表される加水分解性基としては、上記反応性シリル基における $(-Si(R^1)_nL^{2}_{3-n})$ 中の L^2 で示される加水分解性基と同様のものが挙げられる。

[0239] X^{b2} で表されるシロキサン骨格含有基は、シロキサン単位 $(-Si-O-)$ を有し、直鎖状でも分岐鎖状でもよい。シロキサン単位としては、ジアルキルシリルオキシ基が好ましく、ジメチルシリルオキシ基、ジエチルシリルオキシ基等が挙げられる。シロキサン骨格含有基におけるシロキサン単位の繰り返し数は、1以上であり、1～5が好ましく、1～4がより好ましく、1～3がさらに好ましい。

シロキサン骨格含有基は、シロキサン骨格の一部に2価の炭化水素基を含んでいてもよい。具体的には、シロキサン骨格の一部の酸素原子が2価の炭化水素基で置き換わっていてもよい。前記2価の炭化水素基としては、メチレン基、エチレン基、プロピレン基、ブチレン基等のアルキレン基が挙げられる。

シロキサン骨格含有基の末端のケイ素原子には、加水分解性基、炭化水素基(好ましくはアルキル基)等が結合していてもよい。

シロキサン骨格含有基の元素数は、100以下が好ましく、50以下がより好ましく、30以下がさらに好ましい。前記元素数は10以上が好ましい。

シロキサン骨格含有基としては、 $*-(O-Si(CH_3)_2)_nCH_3$ で表される基が好ましく、ここで、 n は1～5の整数であり、 $*$ は隣接原子との結合部位を表す。

[0240] X^{b3} で表される炭化水素鎖含有基は、炭化水素鎖のみからなる基でもよく、炭化水素鎖の炭素原子-炭素原子間にエーテル性酸素原子を有する基でもよい。炭化水素鎖は直鎖でも分岐鎖でもよく、直鎖が好ましい。炭化水素鎖は飽和炭化水素鎖でも不飽和炭化水素鎖でもよく、飽和炭化水素鎖が好ましい。炭化水素鎖含有基の炭素数は、1～3が好ましく、1～2がより好ましく、1がさらに好ましい。炭化水素鎖含有基としては、アルキル基が好ましく、メチル基、エチル基、又はプロピル基がより好ましい。

[0241] $m1$ は3又は4であることが好ましい。

[0242] 式(M1)で表される化合物としては、 M が Si である下記式(M1-1)～(M1-5)で表される化合物が好ましく、式(M1-1)で表される化合物がより好ましい。式(M1-1)で表される化合物としては、テトラエトキシシラン、テトラメトキシシラン、及びトリエトキシメチルシランが好ましい。

[0243]	$Si(X^{b1})_4$	… (M1-1)
	$CH_3-Si(X^{b1})_3$	… (M1-2)
	$C_2H_5-Si(X^{b1})_3$	… (M1-3)
	$n-C_3H_7-Si(X^{b1})_3$	… (M1-4)
	$(CH_3)_2CH-Si(X^{b1})_3$	… (M1-5)

[0244] 式(M2)中、 X^{b4} で表される加水分解性シランオリゴマー残基に含まれるケイ素原子の数は、3以上が好ましく、5以上がより好ましく、7以上がさらに好ましい。前記ケイ素原子の数は、15以下が好ましく、13以下がより好ましく、10以下がさらに好ましい。

加水分解性シランオリゴマー残基は、ケイ素原子に結合するアルコキシ基を有していてもよい。前記アルコキシ基としては、メトキシ基、エトキシ基、プロポキシ基、ブトキシ基等が挙げられ、メトキシ基及びエトキシ基が好ましい。加水分解性シランオリゴマー残基は、これらアルコキシ基の1種又は2種以上を有してもよく、1種を有することが好ましい。

加水分解性シランオリゴマー残基としては、 $(C_2H_5O)_3Si-(OSi(OC_2H_5)_2)_4O-*$ 等が挙げられる。ここで、*は隣接原子との結合部位を表す。

[0245] 式(M2)中、 X^{b5} で表される加水分解性基としては、上記反応性シリル基における $(-Si(R^1)_nL^{2}_{3-n})$ 中の L^2 で示される加水分解性基と同様のもの、シアノ基、水素原子、アリル基が挙げられ、アルコキシ基又はイソシアナト基が好ましい。アルコキシ基としては、炭素数1~4のアルコキシ基が好ましい。

X^{b5} としては、加水分解性基が好ましい。

[0246] 式(M2)で表される化合物としては、 $(H_5C_2O)_3-Si-(OSi(OC_2H_5)_2)_4OC_2H_5$ 等が挙げられる。

[0247] 式(M3)で表される化合物は、2価の有機基の両末端に反応性シリル基を有する化合物、すなわち、ビスシランである。

式(M3)中、 X^{b6} 及び X^{b7} で表される加水分解性基としては、アルコキシ基、アシロキシ基、ケトオキシム基、アルケニルオキシ基、アミノ基、アミノキシ基、アミド基、イソシアナト基、ハロゲン原子が挙げられ、アルコキシ基、イソシアナト基が好ましい。アルコキシ基としては、炭素数1~4のアルコキシ基が好ましく、メトキシ基、エトキシ基がより好ましい。

式(M3)において、 X^{b6} 及び X^{b7} は互いに同じ基でもよく、互いに異なる基でもよい。入手しやすさの点で、 X^{b6} 及び X^{b7} は互いに同じ基であることが好ましい。

[0248] 式(M3)中、 Y^{b1} は、両末端の反応性シリル基を連結する2価の有機基である。2価の有機基の Y^{b1} の炭素数は1~8が好ましく、1~3がより好

ましい。

Y^{b1}としては、アルキレン基、フェニレン基、炭素原子間にエーテル性酸素原子を有するアルキレン基が挙げられる。例えば、 $-\text{CH}_2\text{CH}_2-$ 、 $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-$ 、 $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-$ 、 $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-$ 、 $-\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)_2\text{CH}_2-$ 、 $-\text{C}(\text{CH}_3)_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_3)_2-$ 、 $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_2-$ 、 $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-$ 、 $-\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)-$ 、 $-\text{C}_6\text{H}_4-$ が挙げられる。

[0249] 式 (M3) で表される化合物としては、 $(\text{CH}_3\text{O})_3\text{Si}(\text{CH}_2)_2\text{Si}(\text{OCH}_3)_3$ 、 $(\text{C}_2\text{H}_5\text{O})_3\text{Si}(\text{CH}_2)_2\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_3$ 、 $(\text{OCN})_3\text{Si}(\text{CH}_2)_2\text{Si}(\text{NCO})_3$ 、 $\text{Cl}_3\text{Si}(\text{CH}_2)_2\text{SiCl}_3$ 、 $(\text{C}_2\text{H}_5\text{O})_3\text{Si}(\text{CH}_2)_6\text{Si}(\text{OCH}_3)_3$ 、 $(\text{C}_2\text{H}_5\text{O})_3\text{Si}(\text{CH}_2)_6\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_3$ が挙げられる。

[0250] 本開示の組成物に含まれてもよい他の成分の含有量は、本開示の組成物の全量に対して、10質量%以下が好ましく、1質量%以下がより好ましい。本開示の組成物が特定金属化合物を含む場合、特定金属化合物の含有量は本開示の組成物の全量に対して0.01~30質量%が好ましく、0.01~10質量%がより好ましく、0.05~5質量%がさらに好ましい。

[0251] 本開示の化合物と他の成分の合計含有量（以下、「固形分濃度」ともいう。）は、本開示の組成物の全量に対して、0.001~40質量%が好ましく、0.01~20質量%がより好ましく、0.1~10質量%がさらに好ましい。本開示の組成物の固形分濃度は、加熱前の組成物の質量と、120℃の対流式乾燥機にて4時間加熱した後の質量とから算出される値である。

[0252] 本開示の組成物は、液状媒体を含むことから、コーティング用途として有用であり、コーティング液として用いることができる。

[0253] [表面処理剤]

一態様において、本開示の表面処理剤は、本開示の化合物を含む。また、本開示の表面処理剤は、本開示の化合物と、液状媒体と、を含んでいてもよ

い。本開示の表面処理剤は、本開示の組成物でもよい。表面処理剤に含まれる液状媒体の好ましい態様は、本開示の組成物に含まれる液状媒体の好ましい態様と同様である。

[0254] 本開示の化合物は上述の構成を有するため、本開示の化合物を含む表面処理剤を用いることにより、撥水性及び耐摩耗性に優れた表面処理層を形成できる。

[0255] [物品]

一態様において、本開示の物品は、基材と、前記表面処理剤で表面処理された表面処理層と、を含む。

[0256] 表面処理層は、基材の表面の一部に形成されてもよく、基材の表面全体に形成されてもよい。表面処理層は、基材の表面に膜状に広がっていてもよく、ドット状に点在していてもよい。

表面処理層において、本開示の化合物は、反応性シリル基の一部又は全部の加水分解が進行し、かつ、シラノール基の脱水縮合反応が進行した状態に含まれる。

[0257] 表面処理層の厚さは、1～100nmが好ましく、1～50nmがより好ましい。表面処理層の厚さが1nm以上であれば、表面処理による効果が十分に得られやすい。表面処理層の厚さが100nm以下であれば、利用効率が高い。表面処理層の厚さは、薄膜解析用X線回折計（製品名「ATX-G」、RIGAKU社製）を用いて、X線反射率法によって反射X線の干渉パターンを得て、干渉パターンの振動周期から算出できる。

[0258] 基材の種類は特に限定されず、例えば、撥水性の付与が求められている基材が挙げられる。基材として、例えば、他の物品（例えば、スタイラス）又は人の手指を接触させて使用することがある基材；操作時に人の手指で持つことがある基材；及び、他の物品（例えば、載置台）の上に置くことがある基材が挙げられる。

基材の材料としては、金属、樹脂、ガラス、サファイア、セラミック、石、繊維、不織布、紙、木、天然皮革、人工皮革、及びこれらの複合材料が挙

げられる。ガラスは化学強化されていてもよい。

[0259] 基材としては、建材、装飾建材、インテリア用品、輸送機器（例えば、自動車）、看板、掲示板、飲用器・食器、水槽、観賞用器具（例えば、額、箱）、実験器具、家具、繊維製品、包装容器；アート、スポーツ、ゲーム等に使用する、ガラス又は樹脂；携帯電話（例えば、スマートフォン）、携帯情報端末、ゲーム機、リモコン等の機器における外装部分（表示部を除く）に使用する、ガラス又は樹脂が挙げられる。基材の形状は、板状であってもよく、フィルム状であってもよい。

[0260] 基材としては、タッチパネル用基材、ディスプレイ用基材、メガネレンズが好適であり、タッチパネル用基材が特に好適である。タッチパネル用基材の材料としては、ガラス又は透明樹脂が好ましい。

[0261] 基材は、一方の表面又は両面が、コロナ放電処理、プラズマ処理、プラズマグラフト重合処理等の表面処理が施された基材であってもよい。表面処理が施された基材は、表面処理層との密着性がより優れ、表面処理層の耐摩耗性がより向上する。そのため、基材の表面処理層と接する側の表面に表面処理を施すことが好ましい。また、表面処理が施された基材は、後述する下地層が設けられる場合には、下地層との密着性がより優れ、表面処理層の耐摩耗性がより向上する。そのため、下地層が設けられる場合には、基材の下地層と接する側の表面に表面処理を施すことが好ましい。

[0262] 表面処理層は、基材の表面上に直接設けられていてもよく、基材と表面処理層との間に下地層が設けられていてもよい。表面処理層の撥水性及び耐摩耗性をより向上させる観点から、本開示の物品は、基材と、基材上に配置された下地層と、下地層上に配置された本開示の表面処理剤で表面処理された表面処理層と、を含むことが好ましい。

[0263] 下地層は、ケイ素と、周期表の第1族元素、第2族元素、第4族元素、第5族元素、第13族元素、及び第15族元素からなる群から選択される少なくとも1つの特定元素とを含む酸化物を含む層が好ましい。

[0264] 周期表の第1族元素（以下、「第1族元素」ともいう。）とは、リチウム

、ナトリウム、カリウム、ルビジウム及びセシウムを意味する。第1族元素としては、下地層上に表面処理層を欠陥なくより均一に形成できる点、又は、サンプル間での下地層の組成のバラツキがより抑制される観点から、リチウム、ナトリウム、カリウムが好ましく、ナトリウム、カリウムがより好ましい。下地層には、第1族元素が2種以上含まれていてもよい。

[0265] 周期表の第2族元素（以下、「第2族元素」ともいう。）とは、ベリリウム、マグネシウム、カルシウム、ストロンチウム及びバリウムを意味する。第2族元素としては、下地層上に表面処理層を欠陥なくより均一に形成できる点、又は、サンプル間での下地層の組成のバラツキがより抑制される観点から、マグネシウム、カルシウム、バリウムが好ましく、マグネシウム、カルシウムがより好ましい。下地層には、第2族元素が2種以上含まれていてもよい。

[0266] 周期表の第4族元素（以下、「第4族元素」ともいう。）とは、チタン、ジルコニウム、及びハフニウムを意味する。第4族元素としては、下地層上に表面処理層を欠陥なくより均一に形成できる観点、又は、サンプル間での下地層の組成のバラツキがより抑制される観点から、チタン、ジルコニウムが好ましく、チタンがより好ましい。下地層には、第4族元素が2種以上含まれていてもよい。

[0267] 周期表の第5族元素（以下、「第5族元素」ともいう。）とは、バナジウム、ニオブ及びタンタルを意味する。第5族元素としては、表面処理層の耐摩耗性がより優れる観点から、バナジウムが特に好ましい。下地層には、第5族元素が2種以上含まれていてもよい。

[0268] 周期表の第13族元素（以下、「第13族元素」ともいう。）とは、ホウ素、アルミニウム、ガリウム及びインジウムを意味する。第13族元素としては、下地層上に表面処理層を欠陥なくより均一に形成できる点、又は、サンプル間での下地層の組成のバラツキがより抑制される観点から、ホウ素、アルミニウム、ガリウムが好ましく、ホウ素、アルミニウムがより好ましい。下地層には、第13族元素が2種以上含まれていてもよい。

[0269] 周期表の第15族元素（以下、「第15族元素」ともいう。）とは、窒素、リン、ヒ素、アンチモン及びビスマスを意味する。第15族元素としては、下地層上に表面処理層を欠陥なくより均一に形成できる観点、又は、サンプル間での下地層の組成のバラツキがより抑制される観点から、リン、アンチモン、ビスマスが好ましく、リン、ビスマスがより好ましい。下地層には、第15族元素が2種以上含まれていてもよい。

[0270] 下地層に含まれる特定元素としては、第1族元素、第2族元素、第13族元素が表面処理層の耐摩耗性がより優れるため好ましく、第1族元素、第2族元素がより好ましく、第1族元素がさらに好ましい。

特定元素として、1種のみ元素が含まれていても2種以上の元素が含まれていてもよい。

[0271] 下地層に含まれる酸化物は、上記元素（ケイ素及び特定元素）単独の酸化物の混合物（例えば、酸化ケイ素と、特定元素の酸化物と、の混合物）であってもよいし、上記元素を2種以上含む複合酸化物であってもよいし、上記元素単独の酸化物と複合酸化物との混合物であってもよい。

[0272] 下地層中のケイ素のモル濃度に対する、下地層中の特定元素の合計モル濃度の比（特定元素／ケイ素）は、表面処理層の耐摩耗性がより優れる観点から、0.02～2.90であるのが好ましく、0.10～2.00であるのがより好ましく、0.20～1.80であるのがさらに好ましい。

下地層中の各元素のモル濃度（モル%）は、例えば、イオンスパッタリングを用いたX線光電子分光法（XPS）による深さ方向分析によって測定できる。

[0273] 下地層は、単層であっても複層であってもよい。下地層は、表面に凹凸を有していてもよい。

下地層の厚さは、1～100nmが好ましく、1～50nmがより好ましく、2～20nmがさらに好ましい。下地層の厚さが上記下限値以上であれば、下地層による表面処理層の密着性がより向上して、表面処理層の耐摩耗性がより優れる。下地層の厚さが上記上限値以下であれば、下地層自体の耐

摩耗性が優れる。

下地層の厚さは、透過電子顕微鏡（TEM）による下地層の断面観察によって測定される。

[0274] 下地層は、例えば、蒸着材料を用いた蒸着法、又は、ウェットコーティング法により形成できる。

[0275] 蒸着法で用いる蒸着材料は、ケイ素及び特定元素を含む酸化物を含有することが好ましい。

蒸着材料の形態の具体例としては、粉体、熔融体、焼結体、造粒体、破砕体が挙げられ、取り扱い性の観点から、熔融体、焼結体、造粒体が好ましい。

ここで、熔融体とは、蒸着材料の粉体を高温で熔融させた後、冷却固化して得られた固形物を意味する。焼結体とは、蒸着材料の粉体を焼成して得られた固形物を意味し、必要に応じて、蒸着材料の粉体の代わりに、粉体をプレス成形して成形体を用いてもよい。造粒体とは、蒸着材料の粉体と液状媒体（例えば、水、有機溶媒）とを混練して粒子を得た後、粒子を乾燥させて得られた固形物を意味する。

[0276] 蒸着材料は、例えば、以下の方法で製造できる。

- ・酸化ケイ素の粉体と、特定元素の酸化物の粉体と、を混合して、蒸着材料の粉体を得る方法。

- ・上記蒸着材料の粉体及び水を混練して粒子を得た後、粒子を乾燥させて、蒸着材料の造粒体を得る方法。

- ・ケイ素を含む粉体（例えば、酸化ケイ素からなる粉体、珪砂、シリカゲル）と、特定元素を含む粉体（例えば、特定元素の酸化物の粉体、炭酸塩、硫酸塩、硝酸塩、シュウ酸塩、水酸化物）と、水と、を混合した混合物を乾燥させた後、乾燥後の混合物又はこれをプレス成形した成形体を焼成して、焼結体を得る方法。

- ・ケイ素を含む粉体（例えば、酸化ケイ素からなる粉体、珪砂、シリカゲル）と、特定元素を含む粉体（例えば、特定元素の酸化物の粉体、炭酸塩、硫

酸塩、硝酸塩、シュウ酸塩、水酸化物)と、を高温で溶融させた後、溶融物を冷却固化して、溶融体を得る方法。

[0277] 蒸着材料を用いた蒸着法の具体例としては、真空蒸着法が挙げられる。真空蒸着法は、蒸着材料を真空槽内で蒸発させ、基材の表面に付着させる方法である。

蒸着時の温度（例えば、真空蒸着装置を用いる際には、蒸着材料を配置するボートの温度）としては、100～3,000℃が好ましく、500～3,000℃がより好ましい。

蒸着時の圧力（例えば、真空蒸着装置を用いる際には、蒸着材料を配置する槽内の圧力）としては、1 Pa以下が好ましく、0.1 Pa以下がより好ましい。

蒸着材料を用いて下地層を形成する場合、1つの蒸着材料を用いてもよいし、異なる元素を含む2つ以上の蒸着材料を用いてもよい。

[0278] 蒸着材料の蒸発方法の具体例としては、高融点金属製抵抗加熱用ボート上で蒸着材料を溶融し、蒸発させる抵抗加熱法、電子ビームを蒸着材料に照射し、蒸着材料を直接加熱して表面を溶融し、蒸発させる電子銃法が挙げられる。蒸着材料の蒸発方法としては、局所的に加熱できるため高融点物質も蒸発できる点、電子ビームが当たっていないところは低温であるため容器との反応や不純物の混入のおそれがない観点から、電子銃法が好ましい。

蒸着材料の蒸発方法としては、複数のボートを用いてもよく、単独のボートに全ての蒸着材料を入れて用いてもよい。蒸着方法は、共蒸着であってもよく、交互蒸着等でもよい。具体的には、シリカと特定源を同一のボートに混合して用いる例、シリカと特定元素源とを別々のボートに入れて共蒸着する例、同様に別々のボートに入れて交互蒸着する例が挙げられる。蒸着の条件、順番等は下地層の構成により適宜選択される。

[0279] ウェットコーティング法では、ケイ素を含む化合物と、特定元素を含む化合物と、液状媒体と、を含むコーティング液を用いたウェットコーティング法によって、基材上に下地層を形成することが好ましい。

- [0280] ケイ素化合物の具体例としては、酸化ケイ素、ケイ酸、ケイ酸の部分縮合物、アルコキシシラン、アルコキシシランの部分加水分解縮合物が挙げられる。
- [0281] 特定元素を含む化合物の具体例としては、特定元素の酸化物、特定元素のアルコキシド、特定元素の炭酸塩、特定元素の硫酸塩、特定元素の硝酸塩、特定元素のシュウ酸塩、特定元素の水酸化物が挙げられる。
- [0282] 液状媒体としては、上記本開示の組成物に含まれる液状媒体と同様のものが挙げられる。
- [0283] 液状媒体の含有量は、下地層の形成に使用するコーティング液の全量に対して、0.01～20質量%が好ましく、0.1～10質量%がより好ましい。
- [0284] 下地層を形成するためのウェットコーティング法の具体例としては、スピコート法、ワイプコート法、スプレーコート法、スキージーコート法、ディップコート法、ダイコート法、インクジェット法、フローコート法、ロールコート法、キャスト法、ラングミュア・プロジェクト法、グラビアコート法が挙げられる。
- [0285] コーティング液をウェットコーティングした後、塗膜を乾燥させるのが好ましい。塗膜の乾燥温度としては、20～200℃が好ましく、80～160℃がより好ましい。
- [0286] 本開示の物品は、光学部材であることが好ましい。光学部材としては、例えば、カーナビゲーション、携帯電話、スマートフォン、デジタルカメラ、デジタルビデオカメラ、PDA、ポータブルオーディオプレーヤー、カーオーディオ、ゲーム機器、眼鏡レンズ、カメラレンズ、レンズフィルター、サングラス、胃カメラ等の医療用器機、複写機、PC、ディスプレイ（例えば、液晶ディスプレイ、有機ELディスプレイ、プラズマディスプレイ、タッチパネルディスプレイ）、タッチパネル、保護フィルム、及び反射防止フィルムが挙げられる。特に、物品は、ディスプレイ又はタッチパネルであることが好ましい。

[0287] [物品の製造方法]

本開示の物品の製造方法は、例えば、基材に対して、本開示の表面処理剤を用いて表面処理を行い、基材上に表面処理層が形成された物品を製造するという方法である。表面処理としては、ドライコーティング法及びウェットコーティング法が挙げられる。

[0288] ドライコーティング法としては、真空蒸着、CVD、スパッタリング等の手法が挙げられる。ドライコーティング法としては、化合物の分解を抑える点、及び装置の簡便さの観点から、真空蒸着法が好ましい。真空蒸着時には、鉄、鋼等の金属多孔体に、本開示の化合物を含浸させたペレット状物質を用いてもよい。本開示の化合物及び液状媒体を含む組成物を、鉄、鋼等の金属多孔体に含浸させ、液状媒体を乾燥させて、本開示の化合物を含浸させたペレット状物質を用いてもよい。

[0289] ウェットコーティング法としては、例えば、スピンコート法、ワイプコート法、スプレーコート法、スキージーコート法、ディップコート法、ダイコート法、インクジェット法、フローコート法、ロールコート法、キャスト法、ラングミュア・プロジェクト法、グラビアコート法が挙げられる。

[0290] 表面処理層の耐摩耗性を向上させるために、必要に応じて、本開示の化合物と基材との反応を促進させるための操作を行ってもよい。該操作としては、加熱、加湿、光照射等が挙げられる。

例えば、水分を有する大気中で表面処理層が形成された基材を加熱して、加水分解性基の加水分解反応、基材の表面の水酸基等とシラノール基との反応、シラノール基の縮合反応によるシロキサン結合の生成、等の反応を促進できる。

表面処理後、表面処理層中の化合物であって、他の化合物又は基材と化学結合していない化合物は、必要に応じて除去してもよい。除去する方法としては、例えば、表面処理層に溶媒をかけ流す方法、溶媒をしみ込ませた布でふき取る方法等が挙げられる。

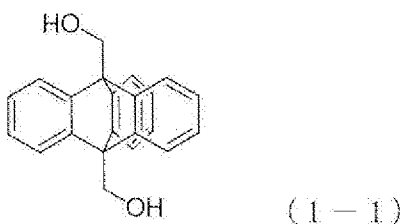
実施例

[0291] 次に本開示の実施形態を実施例により具体的に説明するが、本開示の実施形態はこれらの実施例に限定されるものではない。

[0292] [合成例1：化合物(1-1)の合成]

ジャーナル・オブ・アメリカン・ケミカル・ソサエティー (J. Am. Chem. Soc.)、2020年、142巻、18513~18521頁に記載の方法で化合物(1-1)を得た。

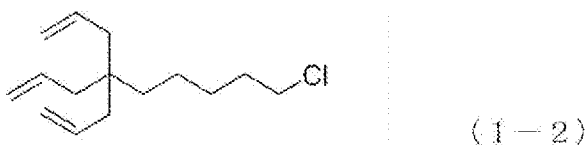
[0293] [化44]



[0294] [合成例2：化合物(1-2)の合成]

国際公開第2021/054413号に記載の方法で化合物(1-2)を得た。

[0295] [化45]



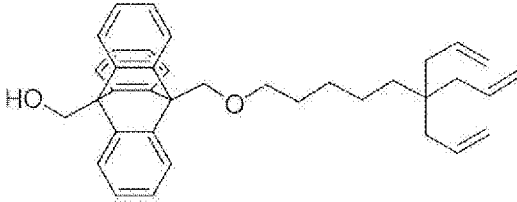
[0296] [合成例3：化合物(1-3)の合成]

化合物(1-1) (3.0 g) に1,3-ビストリフルオロメチルベンゼン (10 g)、水素化ナトリウム (0.3 g) を加え、室温 (25℃) で10分間攪拌した。その後、化合物(1-2) (2.0 g) を加え、80℃で24時間攪拌した後、溶媒を減圧留去し、シリカゲルを用いたフラッシュカラムクロマトグラフィー (展開溶媒：酢酸エチル/ヘキサン) を行うことで、化合物(1-3)を1.5 g得た。化合物(1-3)の構造は、以下のNMRデータより確認した。

$^1\text{H-NMR}$ (500MHz, Chloroform-d) δ 7.17~6

. 78 (m, 12H), 5.78~5.49 (m, 3H), 5.13 (dt, J=13.5, 1.1 Hz, 6H), 4.28~3.88 (m, 4H), 3.45 (t, J=7.1 Hz, 2H), 2.03~1.02 (m, 14H)。

[0297] [化46]

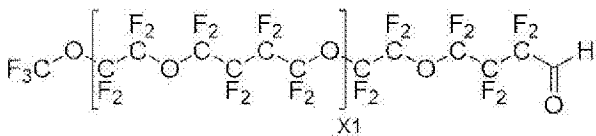


(1-3)

[0298] [合成例4：化合物(1-4)の合成]

国際公開第2021/251396号の実施例に記載の方法に従い、化合物(1-4)を得た。なお、下記式(1-4)中におけるX1の平均値は1.4である。

[0299] [化47]



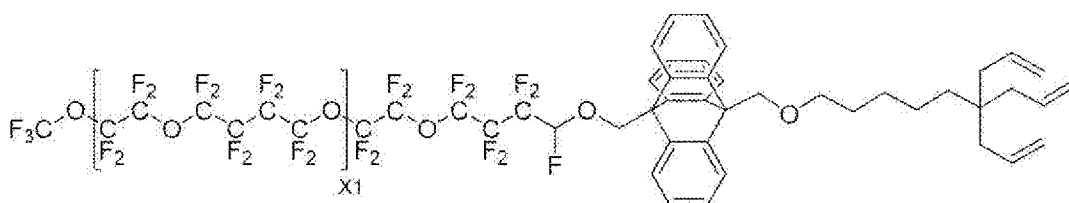
(1-4)

[0300] [合成例5：化合物(1-5)の合成]

化合物(1-4) (5.0 g) に1, 3-ビストリフルオロメチルベンゼン (10 g) を加えた後、化合物(1-3) (0.8 g) を加えた。室温 (25℃) で1時間攪拌した後、ビス(2-メトキシエチル) アミノ硫黄=トリフルオリド (0.95 g) を加えた。80℃に加熱し1時間攪拌した後、メタノールを加えアサヒクリン (登録商標) AC-6000 (C₆F₁₃C₂H₅、AGC社製) で抽出した。溶媒を留去し、シリカゲルを用いたカラムクロマトグラフィー (展開溶媒: AC-6000) を行うことで、化合物(1-5) を4.6 g得た。化合物(1-5) の構造は、以下のNMRデータより確認した。なお、下記式(1-5) 中におけるX1の平均値は1.4である。

$^1\text{H-NMR}$ (500MHz, Chloroform-d) δ 7.28~6.74 (m, 12H), 5.77~5.41 (m, 4H), 5.13 (dt, $J=13.5, 1.1$ Hz, 6H), 4.02 (d, $J=76.9$ Hz, 4H), 3.45 (t, $J=7.1$ Hz, 2H), 2.03~1.11 (m, 14H)。

[0301] [化48]



(1-5)

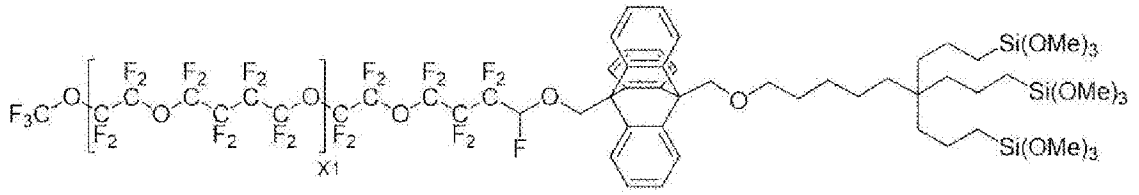
[0302] [合成例6：化合物(1-6)の合成]

化合物(1-5) (3.0g) に1, 3-ビストリフルオロメチルベンゼン (10g) を加え、攪拌した後、白金/1, 3-ジビニル-1, 1, 3, 3-テトラメチルジシロキサン錯体のトルエン溶液 (白金含有量3質量%、0.1g)、アニリン (0.1g)、トリメトキシシラン (1.0g) を加え、40℃で24時間攪拌した後、溶媒を減圧留去することで、化合物(1-6)を3.2g得た。化合物(1-6)の構造は、以下のNMRデータより確認した。なお、下記式(1-6)中におけるX1の平均値は14である。

$^1\text{H-NMR}$ (500MHz, Chloroform-d) δ 7.15~6.81 (m, 12H), 5.77~5.38 (m, 1H), 4.02 (d, $J=76.9$ Hz, 4H), 3.58 (s, 29H), 1.76~0.48 (m, 26H)。

[0303]

[化49]



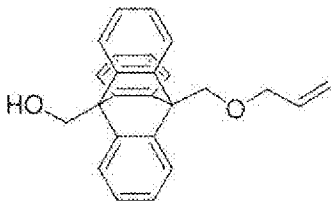
(1-6)

[0304] [合成例7：化合物(2-1)の合成]

化合物(1-1)(3.0g)に1,3-ビストリフルオロメチルベンゼン(10g)、水素化ナトリウム(0.3g)を加え、室温(25℃)で10分間攪拌した。その後、アリルブロミド(1.0g)を加え、60℃で24時間攪拌した後、溶媒を減圧留去し、シリカゲルを用いたフラッシュカラムクロマトグラフィー(展開溶媒：酢酸エチル/ヘキサン)を行うことで、化合物(2-1)を1.5g得た。化合物(2-1)の構造は、以下のNMRデータより確認した。

¹H-NMR(500MHz, Chloroform-d) δ 7.17~6.77(m, 12H), 5.74(ddt, J=13.7, 12.6, 6.2Hz, 1H), 5.22(dt, J=13.4, 1.1Hz, 2H), 4.32~3.79(m, 6H)。

[0305] [化50]



(2-1)

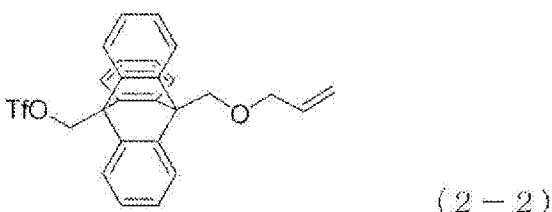
[0306] [合成例8：化合物(2-2)の合成]

化合物(2-1)(1.5g)に1,3-ビストリフルオロメチルベンゼン(20g)、トリフルオロメタンスルホン酸無水物(1.3g)、2,6-ルチジン(2.3g)を加え、室温(25℃)で24時間攪拌した後、溶

媒を留去し、シリカゲルを用いたフラッシュカラムクロマトグラフィー（展開溶媒：酢酸エチル／ヘキサン）を行うことで、化合物（2-2）を1.4 g得た。化合物（2-2）の構造は、以下のNMRデータより確認した。なお、下記式（2-2）中のTfはトリフルオロメチルスルホン基である。

$^1\text{H-NMR}$ (500MHz, Chloroform-d) δ 7.20~6.70 (m, 12H), 5.74 (ddt, $J=13.7, 12.7, 6.2$ Hz, 1H), 5.22 (dt, $J=13.3, 1.1$ Hz, 2H), 4.59 (s, 2H), 4.24~3.67 (m, 4H)。

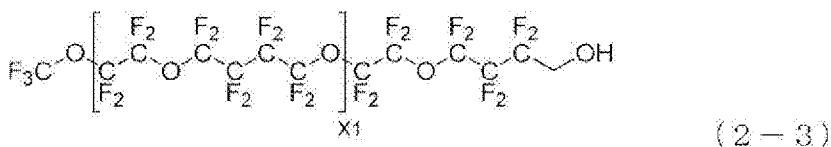
[0307] [化51]



[0308] [合成例9：化合物（2-3）の合成]

国際公開第2013/121984号の実施例7に記載の方法に従い、化合物（2-3）を得た。なお、下記式（2-3）中におけるX1の平均値は1.4である。

[0309] [化52]



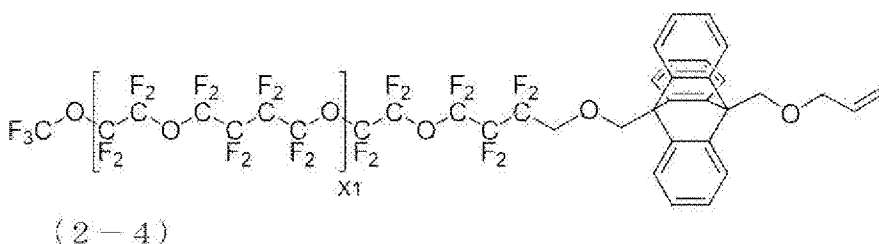
[0310] [合成例10：化合物（2-4）の合成]

化合物（2-3）（5 g）に1,3-ビストリフルオロメチルベンゼン（10 g）、炭酸セシウム（2.0 g）を加え、室温（25℃）で10分間攪拌した。その後、化合物（2-2）（1.5 g）を加え、100℃で24時間攪拌した後、溶媒を減圧留去し、シリカゲルを用いたフラッシュカラムクロマトグラフィー（展開溶媒：アサヒクリン（登録商標）AE-3000（

CF₃CH₂OCF₂CF₂H、AGC社製) / アサヒクリン (登録商標) AC-2000 (C₆F₁₃H、AGC社製)) を行うことで、化合物 (2-4) を 3.8 g 得た。化合物 (2-4) の構造は、以下のNMRデータより確認した。なお、下記式 (2-4) 中におけるX1の平均値は14である。

¹H-NMR (500MHz, Chloroform-d) δ 7.23~6.82 (m, 12H), 5.74 (ddt, J=13.7, 12.6, 6.2 Hz, 1H), 5.22 (dt, J=13.3, 1.1 Hz, 2H), 4.31~3.81 (m, 8H)。

[0311] [化53]



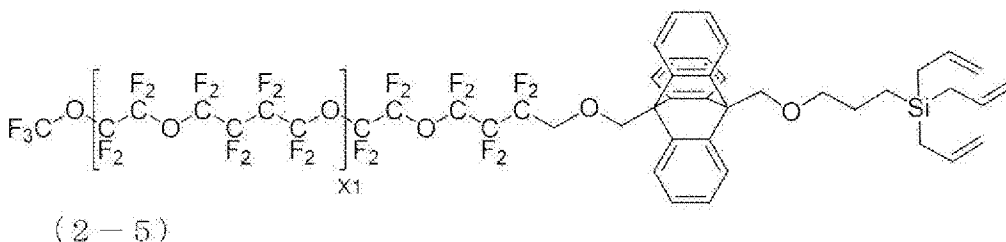
[0312] [合成例 11 : 化合物 (2-5) の合成]

化合物 (2-4) (3.8 g) に 1, 3-ビストリフルオロメチルベンゼン (10 g) を加え、攪拌した後、白金 / 1, 3-ジビニル-1, 1, 3, 3-テトラメチルジシロキサン錯体のトルエン溶液 (白金含有量 3 質量%、0.1 g)、トリクロロシラン (1.0 g) を加え、40℃で 24 時間攪拌した後、溶媒を減圧留去した。続いて、1, 3-ビストリフルオロメチルベンゼン (10 g)、アリルマグネシウムブロミドの 0.7 mol/L ジエチルエーテル溶液 (10 mL) を加えた後、再度 40℃で 24 時間攪拌した。反応終了後、溶媒を減圧留去し、シリカゲルを用いたフラッシュカラムクロマトグラフィー (展開溶媒 : AE-3000 / AC-2000) を行うことで、化合物 (2-5) を 3.0 g 得た。化合物 (2-5) の構造は、以下のNMRデータより確認した。なお、下記式 (2-5) 中におけるX1の平均値は14である。

¹H-NMR (500MHz, Chloroform-d) δ 7.18~6

. 85 (m, 12H), 5.39 (ddt, $J=13.9, 12.5, 6.1$ Hz, 3H), 5.02 (dt, $J=13.1, 1.1$ Hz, 6H), 4.20~3.86 (m, 6H), 3.36 (t, $J=7.1$ Hz, 2H), 1.67~1.27 (m, 8H), 0.43 (t, $J=7.1$ Hz, 2H)。

[0313] [化54]



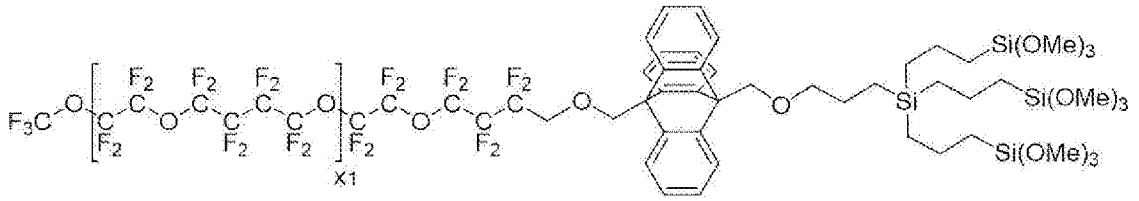
[0314] [合成例12：化合物(2-6)の合成]

化合物(2-5) (3.0g) に1, 3-ビストリフルオロメチルベンゼン (10g) を加え、攪拌した後、白金/1, 3-ジビニル-1, 1, 3, 3-テトラメチルジシロキサン錯体のトルエン溶液 (白金含有量3質量%、0.1g)、アニリン (0.1g)、トリメトキシシラン (1.5g) を加え、40℃で24時間攪拌した後、溶媒を減圧留去することで、化合物(2-6) を3.2g得た。化合物(2-6)の構造は、以下のNMRデータより確認した。なお、下記式(2-6)中におけるX1の平均値は14である。

$^1\text{H-NMR}$ (500MHz, Chloroform-d) δ 7.19~6.71 (m, 12H), 4.25~3.83 (m, 6H), 3.58 (s, 27H), 3.36 (t, $J=7.1$ Hz, 2H), 1.43 (dp, $J=70.7, 7.1$ Hz, 8H), 0.77~0.35 (m, 14H)。

[0315]

[化55]



(2-6)

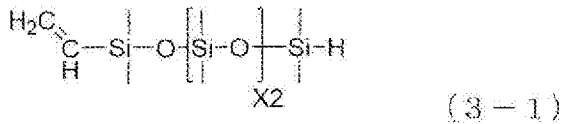
[0316] [合成例 13 : 化合物 (3-2) の合成]

平均分子量が約 2,500 の化合物 (3-1) (10 g、ゲレスト社製 製品番号 : DMS-HV15) に塩化アリル (1.0 g)、1,3-ビストリフルオロメチルベンゼン (10 g) を加え、攪拌した後、白金 / 1,3-ジビニル-1,1,3,3-テトラメチルジシロキサン錯体のトルエン溶液 (白金含有量 3 質量%、0.1 g)、アニリン (0.1 g) を加えて 40°C で 24 時間加熱攪拌した。室温 (25°C) に下げた後、溶媒を減圧留去した。その後、トリス (トリメチルシリルオキシ) シラン (1.5 g)、1,3-ビストリフルオロメチルベンゼン (10 g) を加え、攪拌した後、白金 / 1,3-ジビニル-1,1,3,3-テトラメチルジシロキサン錯体のトルエン溶液 (白金含有量 3 質量%、0.1 g)、アニリン (0.1 g) を加えて 40°C で 24 時間加熱攪拌した。反応終了後、溶媒を減圧留去し、シリカゲルを用いたフラッシュカラムクロマトグラフィー (展開溶媒 : ヘキサン / 酢酸エチル) を行うことで、化合物 (3-2) を 7.0 g 得た。化合物 (3-2) の構造は、以下の NMR データより確認した。なお、下記式 (3-2) 中における X2 の平均値は 31 である。

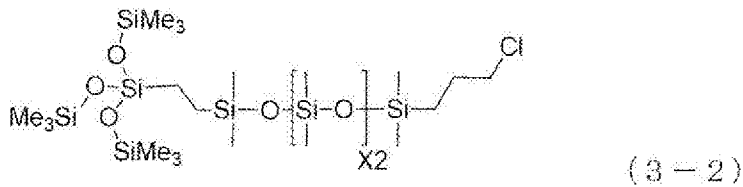
¹H-NMR (500 MHz, Chloroform-d) δ 3.37 (t, J = 7.1 Hz, 2H), 1.70 (p, J = 7.1 Hz, 2H), 0.83 (dt, J = 20.5, 7.1 Hz, 4H), 0.37 (t, J = 7.1 Hz, 2H), 0.27 ~ -0.21 (m, 225H)。

[0317]

[化56]



[0318] [化57]



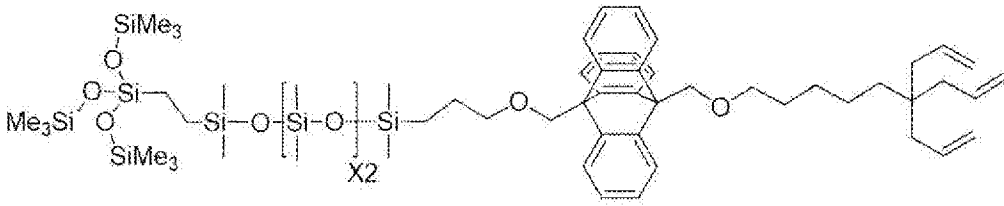
[0319] [合成例14：化合物(3-3)の合成]

化合物(1-3)(1.0g)に1,3-ビストリフルオロメチルベンゼン(10g)、水素化ナトリウム(0.1g)を加え室温(25℃)で10分間攪拌させた後、化合物(3-2)を5g加え、80℃で24時間攪拌した。反応終了後、溶媒を減圧留去し、シリカゲルを用いたフラッシュカラムクロマトグラフィー(展開溶媒：ヘキサン/酢酸エチル)を行うことで、化合物(3-3)を3.0g得た。化合物(3-3)の構造は、以下のNMRデータより確認した。なお、下記式(3-3)中におけるX2の平均値は3.1である。

$^1\text{H-NMR}$ (500MHz, Chloroform-d) δ 7.14~6.60 (m, 12H), 5.74 (tt, $J=13.4, 6.2\text{ Hz}$, 3H), 5.04 (dt, $J=13.4, 1.0\text{ Hz}$, 6H), 4.28 (d, $J=0.9\text{ Hz}$, 4H), 3.41 (dt, $J=20.0, 7.1\text{ Hz}$, 4H), 2.05~0.98 (m, 16H), 0.72~-0.05 (m, 231H)。

[0320]

[化58]



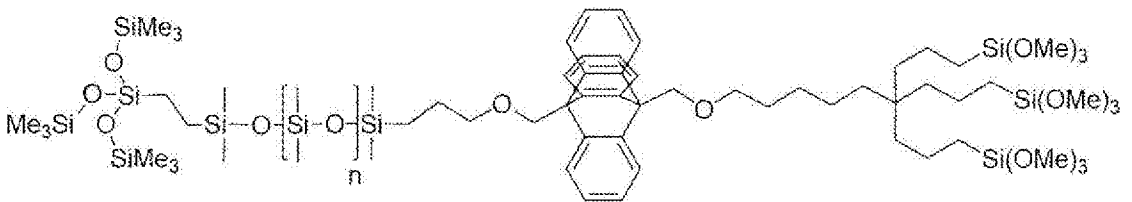
(3-3)

[0321] [合成例15：化合物(3-4)の合成]

化合物(3-3)(3.0g)に1,3-ビストリフルオロメチルベンゼン(10g)を加え、攪拌した後、白金/1,3-ジビニル-1,1,3,3-テトラメチルジシロキサン錯体のトルエン溶液(白金含有量3%、0.1g)、アニリン(0.1g)、トリメトキシシラン(1.0g)を加え、40℃で24時間攪拌した後、溶媒を減圧留去することで、化合物(3-4)を3.2g得た。化合物(3-4)の構造は、以下のNMRデータより確認した。なお、下記式(3-4)中におけるX2の平均値は31である。

¹H-NMR(500MHz, Chloroform-d) δ 7.19~6.52(m, 12H), 3.58(s, 27H), 3.41(dt, J=20.0, 7.1Hz, 4H), 1.58~0.90(m, 22H), 0.73~-0.02(m, 238H)。

[0322] [化59]



(3-4)

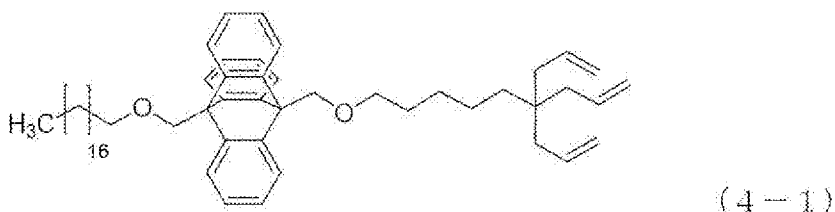
[0323] [合成例16：化合物(4-1)の合成]

化合物(1-3)(3.0g)に1,3-ビストリフルオロメチルベンゼン(10g)、水素化ナトリウム(0.3g)を加え室温(25℃)で10

分間攪拌させた後、1-ブロモオクタデカン（3.0 g）を加え、80℃で24時間攪拌した。反応終了後、溶媒を減圧留去し、シリカゲルを用いたフラッシュカラムクロマトグラフィー（展開溶媒：ヘキサン／酢酸エチル）を行うことで、化合物（4-1）を3.0 g得た。化合物（4-1）の構造は、以下のNMRデータより確認した。

$^1\text{H-NMR}$ (500 MHz, Chloroform-d) δ 7.18~6.80 (m, 12 H), 5.76~5.53 (m, 3 H), 5.13 (dt, $J=13.4, 1.1$ Hz, 6 H), 3.95 (s, 4 H), 3.45 (t, $J=7.1$ Hz, 4 H), 2.06~0.75 (m, 49 H).

[0324] [化60]



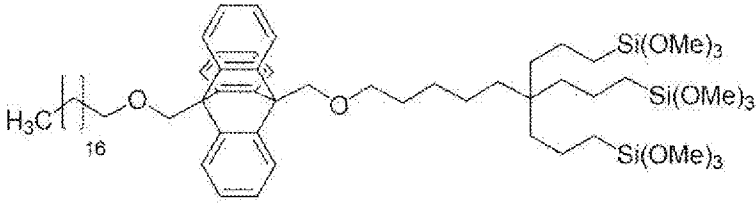
[0325] [合成例17：化合物（4-2）の合成]

化合物（4-1）（3.0 g）に1,3-ビストリフルオロメチルベンゼン（10 g）を加え、攪拌した後、白金／1,3-ジビニル-1,1,3,3-テトラメチルジシロキサン錯体のトルエン溶液（白金含有量3%、0.1 g）、アニリン（0.1 g）、トリメトキシシラン（2.0 g）を加え、40℃で24時間攪拌した後、溶媒を減圧留去することで、化合物（4-2）を4.1 g得た。化合物（4-2）の構造は、以下のNMRデータより確認した。

$^1\text{H-NMR}$ (500 MHz, Chloroform-d) δ 7.17~6.80 (m, 12 H), 3.95 (s, 4 H), 3.58 (s, 27 H), 3.45 (t, $J=7.1$ Hz, 4 H), 1.72~0.44 (m, 61 H).

[0326]

[化61]

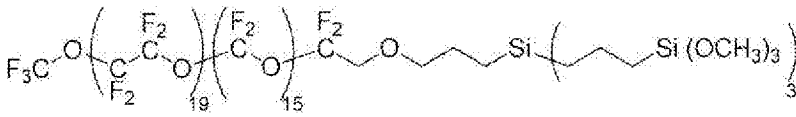


(4-2)

[0327] [合成例18：化合物(C-1)の合成]

特開2016-17176号公報記載の方法により化合物(C-1)を得た。

[0328] [化62]

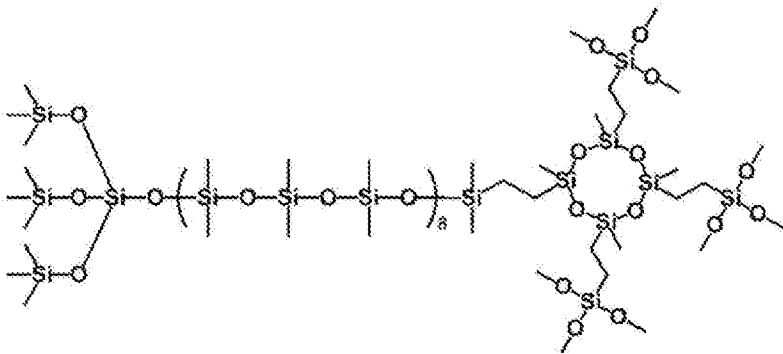


(C-1)

[0329] [合成例19：化合物(C-2)の合成]

特開2017-119849号公報の実施例記載の方法に従い、化合物(C-2)を得た。

[0330] [化63]



(C-2)

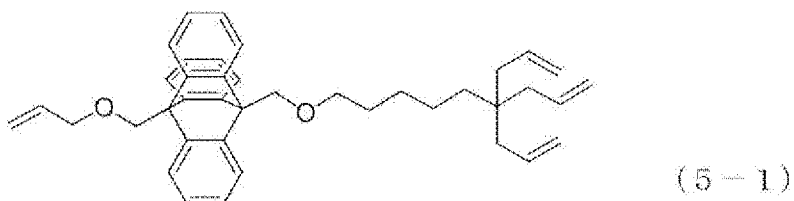
[0331] [合成例20：化合物(5-1)の合成]

化合物(1-3) (3.0g) にトルエン (20g)、臭化アリル (3.0g)、炭酸カリウム (3.0g) を加え、80℃で24時間攪拌した。濾過後、溶媒を減圧留去し、シリカゲルを用いたフラッシュカラムクロマトグ

ラフィー（展開溶媒：ヘキサン／酢酸エチル）を行うことで、化合物（5-1）を1.3g得た。化合物（5-1）の構造は、以下のNMRデータより確認した。

$^1\text{H-NMR}$ (500MHz, Chloroform-d) δ 7.31~6.85 (m, 12H), 5.84~5.56 (m, 4H), 5.28~4.92 (m, 8H), 4.12 (dt, $J=4.8, 1.0\text{Hz}$, 2H), 3.94 (d, $J=6.6\text{Hz}$, 4H), 3.51 (t, $J=5.3\text{Hz}$, 2H), 1.84 (dt, $J=7.3, 1.0\text{Hz}$, 6H), 1.64~1.20 (m, 8H)。

[0332] [化64]



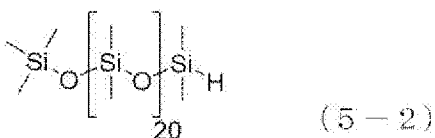
[0333] [合成例21：化合物（5-2）の合成]

トリメチルシラノール リチウム塩（5.1g）にTHF（20g）を加え、室温（25℃）で5分攪拌し、均一な溶液とした後、ヘキサメチルシクロトリシロキサン（76g）をTHF（101g）で希釈した溶液を1時間かけて連続添加した。連続添加終了後、1時間室温（25℃）で攪拌した。その後、クロロジメチルシランを10g加え、30分室温（25℃）で攪拌した。水とヘキサンを加えて抽出したのち、シリカゲルを用いたフラッシュカラムクロマトグラフィー（展開溶媒：ヘキサン／酢酸エチル）を行うことで、化合物（5-2）を53g得た。化合物（5-2）の構造は、以下のNMRデータより確認した。

$^1\text{H-NMR}$ (500MHz, Chloroform-d) δ 2.14 (s, 1H), 0.07 (s, 6H), -0.08 (s, 129H)。

[0334]

[化65]

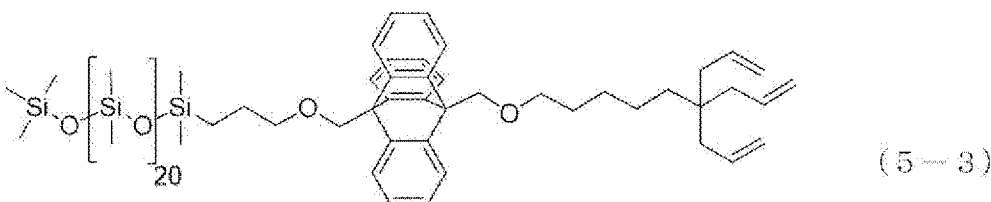


[0335] [合成例22：化合物(5-3)の合成]

化合物(5-1)(1.3g)に1,3-ビストリフルオロメチルベンゼン(10g)を加え、攪拌した後、白金/1,3-ジビニル-1,1,3,3-テトラメチルジシロキサン錯体のトルエン溶液(白金含有量3%、0.1g)、化合物(5-2)(8.5g)を加え、40℃で2時間攪拌した。溶媒を減圧留去した後、シリカゲルを用いたフラッシュカラムクロマトグラフィー(展開溶媒：ヘキサン/酢酸エチル)を行うことで、化合物(5-3)を5.3g得た。化合物(5-3)の構造は、以下のNMRデータより確認した。

$^1\text{H-NMR}$ (500MHz, Chloroform-d) δ 7.30~6.83 (m, 12H), 5.70 (ddt, $J=16.9, 11.4, 7.4$ Hz, 3H), 5.24~4.77 (m, 6H), 3.95 (s, 4H), 3.61~3.20 (m, 4H), 1.84 (dt, $J=7.3, 1.0$ Hz, 6H), 1.66~1.06 (m, 10H), 0.76 (t, $J=9.0$ Hz, 2H), 0.09 (s, 135H).

[0336] [化66]



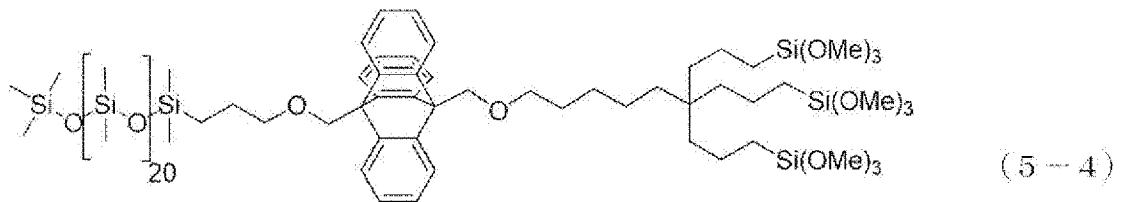
[0337] [合成例23：化合物(5-4)の合成]

化合物(5-3)(3.0g)に1,3-ビストリフルオロメチルベンゼン(10g)を加え、攪拌した後、白金/1,3-ジビニル-1,1,3,3-

3-テトラメチルジシロキサン錯体のトルエン溶液（白金含有量3%、0.1g）、アニリン（0.1g）、トリメトキシシラン（1.0g）を加え、40℃で24時間攪拌した後、溶媒を減圧留去することで、化合物（5-4）を3.2g得た。化合物（5-4）の構造は、以下のNMRデータより確認した。

$^1\text{H-NMR}$ (500MHz, Chloroform-d) δ 7.30~6.70 (m, 12H), 3.95 (s, 4H), 3.58 (s, 27H), 3.54~3.31 (m, 4H), 1.68~1.12 (m, 22H), 0.72 (dt, $J=43.7, 9.2$ Hz, 8H), 0.09 (s, 135H).

[0338] [化67]



[0339] [物品の製造及び評価]

合成例6、12、15、17、23、18、及び19で得た各化合物、並びにオクタデシルトリメトキシシラン（東京化成工業社製、製品コード：00256）を用いて基材を表面処理し、それぞれ例1~8の物品を得た。表面処理方法として、各例について下記のドライコーティング法を用いた。基材としては化学強化ガラスを用いた。得られた物品について、下記の方法で評価した。結果を表1に示す。

[0340] (ドライコーティング法)

ドライコーティングは、真空蒸着装置（ULVAC社製、VTR350M）を用いて行った（真空蒸着法）。各化合物の20質量%酢酸エチル溶液の0.5gを真空蒸着装置内のモリブデン製ボートに充填し、真空蒸着装置内を 1×10^{-3} Pa以下に排気した。化合物溶液を配置したボートを昇温速度 $10^\circ\text{C}/\text{分}$ 以下の速度で加熱し、水晶発振式膜厚計による蒸着速度が1nm

／秒を超えた時点でシャッターを開けて基材の表面への製膜を開始させた。膜厚が約50nmとなった時点でシャッターを閉じて基材の表面への製膜を終了させた。化合物が堆積された基材を、150℃で30分間加熱処理し、基材の表面に表面層を有する物品を得た。

[0341] (評価方法)

<接触角の測定方法>

表面層の表面に置いた約2μLの蒸留水の接触角を、接触角測定装置(協和界面科学社製、DM-500)を用いて測定した。表面層の表面における異なる5箇所を測定し、その平均値を算出した。接触角の算出には2θ法を用いた。

評価基準は下記のとおりである。

初期水接触角：

A : 108度以上である。

B : 108度未満である。

[0342] <耐摩耗性(スチールウール)>

表面層について、JIS L0849:2013(ISO 105-X12:2001)に準拠して往復式トラバース試験機(ケイエヌテ社製)を用い、スチールウールボンスター(#0000)を圧力:98.07kPa、速度:320cm/分で1万回往復させた後、前記方法により水接触角を測定した。摩耗後の撥水性(水接触角)の低下が小さいほど摩擦による性能の低下が小さく、耐摩耗性に優れる。評価基準は下記のとおりである。

AA : 1万回往復後の水接触角の変化が5度以下である。

A : 1万回往復後の水接触角の変化が5度超10度以下である。

B : 1万回往復後の水接触角の変化が10度超20度以下である。

C : 1万回往復後の水接触角の変化が20度超である。

[0343]

[表1]

例	1	2	3	4	5	6	7	8
化合物	1-6	2-6	3-4	4-2	5-4	0-1	0-2	オクタデシルトリメチルシラン
評価	初期水接触角	A	A	A	A	A	A	B
	耐摩耗性	A A	A	A	A	A A	B	C

[0344] 上記例において、例1～5は実施例であり、例6～8は比較例である。表1に示されるように、例1～5では撥水性及び耐摩耗性のいずれの評価も良好だが、例6～8では優れた撥水性及び耐摩耗性を両立できない。例3と5とを比較して、式(B1)におけるX2が21である例5の方が耐摩耗性に優れていた。

産業上の利用可能性

[0345] 本開示の化合物は、表面処理剤として有用である。表面処理剤は、例えば、タッチパネルディスプレイ等の表示装置、光学素子、半導体素子、建築材料、自動車部品、ナノインプリント技術等における基材に対して用いることができる。また、表面処理剤は、電車、自動車、船舶、航空機等の輸送機器におけるボディー、窓ガラス(フロントガラス、サイドガラス、リアガラス)、ミラー、バンパー等に対して用いることができる。さらに、表面処理剤は、建築物外壁、テント、太陽光発電モジュール、遮音板、コンクリート等の屋外物品；漁網、虫取り網、水槽に対して用いることができる。また、表面処理剤は、台所、風呂場、洗面台、鏡、トイレ周辺部品；シャンデリア、タイル等の陶磁器；人工大理石、エアコン等の各種屋内設備に対して用いることができる。また、表面処理剤は、工場内の治具、内壁、配管等の防汚処理としても用いることができる。また、表面処理剤は、ゴーグル、眼鏡、ヘルメット、パチンコ、繊維、傘、遊具、サッカーボールに対して用いることができる。また、表面処理剤は、食品用包材、化粧品用包材、ポットの内部等の各種包材の付着防止剤としても用いることができる。また、表面処理剤は

、カーナビゲーション、携帯電話、スマートフォン、デジタルカメラ、デジタルビデオカメラ、PDA、ポータブルオーディオプレーヤー、カーオーディオ、ゲーム機器、眼鏡レンズ、カメラレンズ、レンズフィルター、サングラス、胃カメラ等の医療用器機、複写機、PC、ディスプレイ（例えば、液晶ディスプレイ、有機ELディスプレイ、プラズマディスプレイ、タッチパネルディスプレイ）、タッチパネル、保護フィルム、及び反射防止フィルム等の光学部材に対して用いることができる。

[0346] 2022年4月28日に出願された日本国特許出願第2022-074712号の開示は、その全体が参照により本明細書に取り込まれる。また、本明細書に記載された全ての文献、特許出願及び技術規格は、個々の文献、特許出願、及び技術規格が参照により取り込まれることが具体的かつ個々に記された場合と同程度に、本明細書中に参照により取り込まれる。

請求の範囲

[請求項1] トリプチセン骨格と、反応性シリル基と、疎水性部分構造と、を含む化合物。

[請求項2] 前記反応性シリル基は、前記トリプチセン骨格の9位及び10位のいずれか一方に直接又は連結基を介して結合しており、

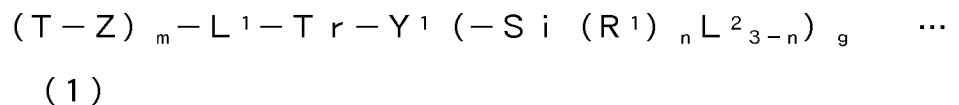
前記疎水性部分構造は、前記トリプチセン骨格の9位及び10位その他方に直接又は連結基を介して結合している、

請求項1に記載の化合物。

[請求項3] 前記疎水性部分構造は、ポリオキシフルオロアルキレン鎖、ポリジアルキルシロキサン残基、ポリオキシアルキレン鎖、及び炭素数10以上のアルキレン鎖からなる群より選択される少なくとも一種を含む、請求項1に記載の化合物。

[請求項4] 前記疎水性部分構造は、ポリオキシフルオロアルキレン鎖、ポリジアルキルシロキサン残基、ポリオキシアルキレン鎖、及び炭素数10以上のアルキレン鎖からなる群より選択される少なくとも一種を含む、請求項2に記載の化合物。

[請求項5] 下記式(1)で表される化合物。



式(1)中、

Tはそれぞれ独立に水素原子又は1価の有機基であり、

Zはそれぞれ独立にポリオキシフルオロアルキレン鎖、ポリジアルキルシロキサン残基、ポリオキシアルキレン鎖、又は炭素数10以上のアルキレン鎖であり、

L¹は単結合又は(m+1)価の連結基であって、Trで表される連結基の9位に結合し、

Trはトリプチセンから9位の水素原子及び10位の水素原子を除いた連結基であり、

Y^1 は単結合又は $(g + 1)$ 価の連結基であって、 T_r で表される連結基の10位に結合し、

R^1 はそれぞれ独立に1価の炭化水素基であり、

L^2 はそれぞれ独立に加水分解性基又は水酸基であり、

m は1～3の整数であり、

n は0～2の整数であり、

g は1以上の整数である。

[請求項6] 前記式(1)中の m が1である、請求項5に記載の化合物。

[請求項7] 請求項1～6のいずれか1項に記載の化合物と、液状媒体と、を含む組成物。

[請求項8] 請求項1～6のいずれか1項に記載の化合物を含む、表面処理剤。

[請求項9] さらに液状媒体を含む、請求項8に記載の表面処理剤。

[請求項10] 基材に対して、請求項8に記載の表面処理剤を用いて表面処理を行い、基材上に表面処理層が形成された物品を製造する、物品の製造方法。

[請求項11] 基材に対して、請求項9に記載の表面処理剤を用いて表面処理を行い、基材上に表面処理層が形成された物品を製造する、物品の製造方法。

[請求項12] 基材と、前記基材上に配置され、請求項8に記載の表面処理剤で表面処理された表面処理層と、を含む物品。

[請求項13] 前記物品が光学部材である、請求項12に記載の物品。

[請求項14] 前記物品がディスプレイ又はタッチパネルである、請求項12に記載の物品。

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/014916

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<p><i>C07F 7/18</i>(2006.01)i; <i>C08G 65/336</i>(2006.01)i; <i>C09K 3/18</i>(2006.01)i FI: C07F7/18 E; C07F7/18 G; C07F7/18 Y; C08G65/336; C09K3/18 104</p> <p>According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC</p>		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) C07F7/18; C08G65/336; C09K3/18		
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) CAplus/REGISTRY (STN)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2006-131509 A (SHARP CORP) 25 May 2006 (2006-05-25) claims, paragraphs [0001]-[0059], examples	1, 3, 7-12
A		2, 4-6, 13-14
A	WO 2021/060042 A1 (FUJIFILM CORPORATION) 01 April 2021 (2021-04-01) entire text, all drawings	1-14
A	WO 2014/111980 A1 (JAPAN SCIENCE AND TECHNOLOGY AGENCY) 24 July 2014 (2014-07-24) entire text, all drawings	1-14
A	WO 2019/151462 A1 (SEED CO., LTD.) 08 August 2019 (2019-08-08) entire text, all drawings	1-14
A	JP 06-267731 A (DAIKIN IND LTD) 22 September 1994 (1994-09-22) entire text, all drawings	1-14
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
<p>* Special categories of cited documents:</p> <p>“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date</p> <p>“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)</p> <p>“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“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</p> <p>“&” document member of the same patent family</p>		
Date of the actual completion of the international search 13 June 2023		Date of mailing of the international search report 04 July 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.

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	ISHIWARI, Fumitaka et al. Terminal Functionalization with a Triptycene Motif That Dramatically Changes the Structural and Physical Properties of an Amorphous Polymer. J. Am. Chem. Soc. 03 October 2018, 140, pp. 13497-13502, DOI: 10.1021/jacs.8b09242 entire text, all drawings	1-14
A	SETAKA, Wataru et al. Introduction of Clutch Function into a Molecular Gear System by Silane-Silicate Interconversion. J. Am. Chem. Soc. 01 November 2008, 130, pp. 15762-15763 entire text, all drawings	1-14
P, A	WO 2023/282114 A1 (TOKYO ELECTRON LTD) 12 January 2023 (2023-01-12) entire text, all drawings	1-14

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No. PCT/JP2023/014916

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2006-131509 A	25 May 2006	(Family: none)	
WO 2021/060042 A1	01 April 2021	(Family: none)	
WO 2014/111980 A1	24 July 2014	(Family: none)	
WO 2019/151462 A1	08 August 2019	EP 3747918 A1 US 2021/0032388 A1	
JP 06-267731 A	22 September 1994	(Family: none)	
WO 2023/282114 A1	12 January 2023	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） C07F 7/18(2006.01)i; C08G 65/336(2006.01)i; C09K 3/18(2006.01)i FI: C07F7/18 E; C07F7/18 G; C07F7/18 Y; C08G65/336; C09K3/18 104		
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）） C07F7/18; C08G65/336; C09K3/18 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 - 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		
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） CAplus/REGISTRY (STN)		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X	JP 2006-131509 A (シャープ株式会社) 25.05.2006 (2006 - 05 - 25) 特許請求の範囲,段落[0001]-[0059],実施例	1,3,7-12
A		2,4-6,13-14
A	WO 2021/060042 A1 (富士フイルム株式会社) 01.04.2021 (2021 - 04 - 01) 全文,全図	1-14
A	WO 2014/111980 A1 (独立行政法人科学技術振興機構) 24.07.2014 (2014 - 07 - 24) 全文,全図	1-14
A	WO 2019/151462 A1 (株式会社シード) 08.08.2019 (2019 - 08 - 08) 全文,全図	1-14
A	JP 06-267731 A (ダイキン工業株式会社) 22.09.1994 (1994 - 09 - 22) 全文,全図	1-14
A	ISHIWARI, Fumitaka et al., Terminal Functionalization with a Triptycene Motif That Dramatically Changes the Structural and Physical Properties of an Amorphous Polymer, J. Am. Chem. Soc., 2018.10.03, 140, pp.13497-13502, DOI: 10.1021/jacs.8b09242 全文,全図	1-14
<input checked="" type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> 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		
国際調査を完了した日	13.06.2023	国際調査報告の発送日 04.07.2023
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） 宮田 透 4H 4863 電話番号 03-3581-1101 内線 3492	

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	SETAKA, Wataru et al., Introduction of Clutch Function into a Molecular Gear System by Silane-Silicate Interconversion, J. Am. Chem. Soc., 2008.11.01, 130, pp.15762-15763 全文, 全図	1-14
P, A	WO 2023/282114 A1 (東京エレクトロン株式会社) 12.01.2023 (2023 - 01 - 12) 全文, 全図	1-14

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/JP2023/014916

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2006-131509 A	25.05.2006	(ファミリーなし)	
WO 2021/060042 A1	01.04.2021	(ファミリーなし)	
WO 2014/111980 A1	24.07.2014	(ファミリーなし)	
WO 2019/151462 A1	08.08.2019	EP 3747918 A1 US 2021/0032388 A1	
JP 06-267731 A	22.09.1994	(ファミリーなし)	
WO 2023/282114 A1	12.01.2023	(ファミリーなし)	