

(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
2025年5月15日(15.05.2025)



(10) 国際公開番号

WO 2025/100477 A1

(51) 国際特許分類:

C08L 83/14 (2006.01) C08G 77/54 (2006.01)
B05D 7/24 (2006.01) C08K 5/5419 (2006.01)
C07B 61/00 (2006.01) C08L 83/06 (2006.01)
C07F 7/18 (2006.01) C09K 3/18 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2024/039593

(22) 国際出願日: 2024年11月7日(07.11.2024)

(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 2023-191140 2023年11月8日(08.11.2023) JP
特願 2024-034018 2024年3月6日(06.03.2024) 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 (JP).

(72) 発明者: 原 口 将 幸 (HARAGUCHI Masayuki);
〒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 (JP). 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 (JP). 安 樂 英 一 郎 (ANRAKU Eiichiro);
〒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 (JP). 竹 田 洋 介 (TAKEDA
Yosuke); 〒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 (JP). 山 口 凌 平
(YAMAGUCHI Ryohei); 〒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
(JP). 森 田 晋 平 (MORITA Shimpei); 〒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 (JP). 松 浦 啓 吾 (MATSUURA Keigo);
〒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 (JP). 遠 田 豊 和 (ENTA
Toyokazu); 〒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 (JP).

(74) 代理人: 家 入 健 (IEIRI Takeshi); 〒2210835 神
奈川県横浜市神奈川区鶴屋町三丁目33
番8 アーバンセンター横浜ウエスト5
階 響 国 際 特 許 事 務 所 (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,

(54) Title: COMPOSITION, SURFACE TREATMENT AGENT, ARTICLE, AND METHOD FOR PRODUCING
ARTICLE

(54) 発明の名称: 組成物、表面処理剤、物品、及び物品の製造方法

(57) Abstract: The present invention provides a composition, etc., with which it is possible to form a surface-treated layer
exhibiting excellent water repellency and abrasion resistance. This composition includes: a first compound that has an
organo(poly)siloxane residue and a reactive silyl group a; and a second compound that does not have an organo(poly)silox-
ane residue, and has a reactive silyl group b and a C4 or higher hydrocarbon group not directly bonded to an oxygen
atom and optionally having a functional group or a substituent. The composition satisfies at least one of the following
requirements (1) and (2). Requirement (1): In the first compound, two or more reactive silyl groups a are linked to at least
one terminal of the organo(poly)siloxane residue. Requirement (2): In the second compound, two or more reactive silyl
groups b are linked to at least one terminal of the hydrocarbon group.

(57) 要約: 撥水性及び耐摩耗性に優れた表面処理層を形成し得る組成物等を提供する。オルガノ（ポリ）
シロキサン残基と、反応性シリル基 a と、を有する第1化合物、及び、オルガノ（ポリ）シロキサン残基
を有さず、酸素原子と直接結合しない炭化水素基であって官能基又は置換基を有してもよい炭素数4以上
の炭化水素基と、反応性シリル基 b と、を有する第2化合物を含み、下記要件（1）及び（2）のうち少な
くとも1つを満たす、組成物等。要件（1）: 前記第1化合物において、前記反応性シリル基 a は前記オル
ガノ（ポリ）シロキサン残基の少なくとも一方の末端に2つ以上連結される。要件（2）: 前記第2化合物
において、前記反応性シリル基 b は前記炭化水素基の少なくとも一方の末端に2つ以上連結される。

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))

明 細 書

発明の名称：組成物、表面処理剤、物品、及び物品の製造方法
技術分野

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

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、式(a1)で表される化合物(A1)、式(b1)で表される有機ケイ素化合物(B)、及び式(c1)で表される有機ケイ素化合物(C)の混合組成物であり、有機ケイ素化合物(B)及び有機ケイ素化合物(C)の合計に対する化合物(A1)の質量比が0.060以上であることを特徴とする混合組成物が記載されている。

特許文献2には、部分加水分解縮合及び／又は共縮合していてもよい、式(6)で表される化合物及び式(6)で表される化合物の含有量100質量%に対して0.5～50質量%の含有量の式(3)で表される化合物、を含む撥水層形成用組成物が記載されている。

特許文献3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(a)、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(b)を含む組成物が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：国際公開第2021／187184号

特許文献2：特開2015－145463号公報

特許文献3：特開2017－119849号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 表面処理剤により形成される表面処理層において、撥水性と耐摩耗性との両立が求められている。

[0006] 本発明者によれば、特許文献1～3に記載の組成物により形成される表面処理層は、撥水性と耐摩耗性との両立ができなかった。

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組成物、及び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物品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>

オルガノ（ポリ）シロキサン残基と、反応性シリル基aと、を有する第1化合物、及び、

オルガノ（ポリ）シロキサン残基を有さず、酸素原子と直接結合しない炭化水素基であって官能基又は置換基を有してもよい炭素数4以上の炭化水素基と、反応性シリル基bと、を有する第2化合物を含み、

下記要件（1）及び（2）のうち少なくとも1つを満たす、組成物。

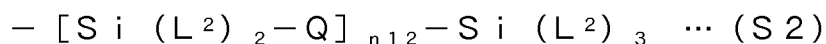
要件（1）：第1化合物において、反応性シリル基aはオルガノ（ポリ）シロキサン残基の少なくとも一方の末端に2つ以上連結される。

要件（2）：第2化合物において、反応性シリル基bは炭化水素基の少なくとも一方の末端に2つ以上連結される。

<2>

反応性シリル基a及び反応性シリル基bはそれぞれ独立に、下記式（S1）又は下記式（S2）で表される、<1>に記載の組成物。





ただし、

R^2 は、それぞれ独立に、1価の炭化水素基であり、

L は、それぞれ独立に、加水分解性基、加水分解性基を有する基、又は水酸基であり、

L^2 は、それぞれ独立に、加水分解性基、加水分解性基を有する基、水酸基、又は炭化水素基であり、

L^2 のうち、少なくとも4個の L^2 は、加水分解性基、加水分解性基を有する基、又は水酸基であり、

Q は、それぞれ独立に、酸素原子、又は、両隣の Si と結合する1つの炭素原子を有する有機基であり、

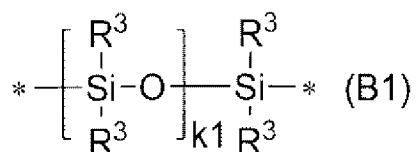
n は、0～2の整数であり、

$n12$ は、1～3の整数である。

<3>

第1化合物に含まれるオルガノ（ポリ）シロキサン残基は、下記式（B1）で表される、<1>又は<2>に記載の組成物。

[化1]



式（B1）中、

R^3 は、それぞれ独立に、炭化水素基であり、

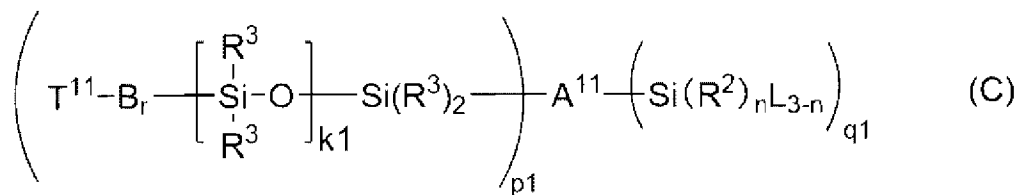
$k1$ は、1以上の数であり、

$*$ は、隣接する原子との結合部位である。

<4>

第1化合物は、下記式（C）で表される化合物である、<1>～<3>のいずれか1つに記載の組成物。

[化2]



式 (C) 中、

T^{11} は、反応性シリル基を含まない 1 価の基であり、

B は、それぞれ独立に、 $-O-$ 又は $-C(=O)-$ であり、

r は、それぞれ独立に、0 又は 1 であり、

R^3 は、それぞれ独立に、炭化水素基であり、

$k1$ は、それぞれ独立に、1 以上の数であり、

$p1$ は、1 以上の整数であり、

A^{11} は、 $(p1 + q1)$ 価の連結基であり、

$q1$ は、1 以上の整数であり、

R^2 は、それぞれ独立に、炭化水素基であり、

L は、それぞれ独立に、加水分解性基、加水分解性基を有する基、又は水酸基であり、

n は、それぞれ独立に、0～2 の整数である。

<5>

式 (C) において、 $k1$ が 2～600 である、<4>に記載の組成物。

<6>

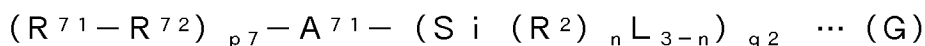
式 (C) において、 $q1$ は 1～4 の整数である、<4>又は<5>に記載の組成物。

<7>

第2化合物において、反応性シリル基 b は炭化水素基の一方の末端のみに連結される、<1>～<6>のいずれか 1 つに記載の組成物。

<8>

前記第2化合物は、式 (G) で表される化合物である、<1>～<7>のいずれか 1 つに記載の組成物。



式 (G) 中、

R^{71} は、水素原子、又は、 $[(CH_3)_3Q^{71}-R^{73}]_{m7}Q^{72}(CH_3)_{3-m7}$ であり、

Q^{71} 及び Q^{72} 、はそれぞれ独立に、C 又は Si であり、

R^{73} は、それぞれ独立に、炭素数 1～6 のアルキレン基であり、

$m7$ は、0～3 の整数であり、

R^{72} は、アルキレン基であって、炭素数が 2 以上の場合、炭素-炭素原子間に、 $-O-$ 、 $-S-$ 、 $-C(=O)NH-$ 、 $-NHC(=O)-$ 、 $-C(=O)O-$ 、 $-OC(=O)-$ 、 $-C(=O)S-$ 、 $-SC(=O)-$ 、 $-S(=O)_2NH-$ 、 $-NHS(=O)_2-$ 、 $-S(=O)_2O-$ 、 $-OS(=O)_2-$ 、及びフェニレン基より選択される基を 1 個以上有していてもよく、

A^{71} は、単結合又は $(p7+q2)$ 価の連結基であり、

R^2 は、それぞれ独立に、炭化水素基であり、

L は、それぞれ独立に、加水分解性基、加水分解性基を有する基、又は水酸基であり、

n は、0～2 の整数であり、

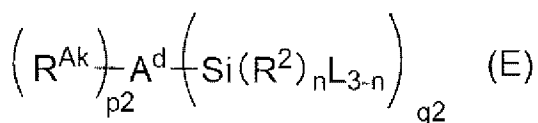
$p7$ は 1 以上の整数であり、

$q2$ は、1 以上の整数である。

<9>

前記第 2 化合物は、下記式 (E) で表される化合物である、<1>～<8> のいずれか 1 つに記載の組成物。

[化 3]



式 (E) 中、

R^{Ak} は、それぞれ独立に、アルキル基であり、

A^d は、単結合、又は酸素原子以外の $(p2+q2)$ 価の連結基であり、

p 2 及び q 2 は、それぞれ独立に、1 以上の整数であり、

R^2 は、それぞれ独立に、炭化水素基であり、

L は、それぞれ独立に、加水分解性基、加水分解性基を有する基、又は水酸基であり、

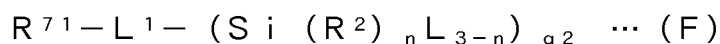
n は、0～2 の整数である。

< 1 0 >

前記 R^{Ak} が炭素数 4～50 のアルキル基である、< 9 > に記載の組成物。

< 1 1 >

前記第 2 化合物は、下記式 (F) で表される化合物である、< 1 >～< 1 0 > のいずれか 1 つに記載の組成物。



式 (F) 中、

R^{71} は、水素原子、又は、 $[(CH_3)_3Q^{71}-R^{73}]_{m7}Q^{72}(CH_3)_{3-m7}$ であり、

Q^{71} 及び Q^{72} 、はそれぞれ独立に、C 又は Si であり、

ただし、 Q^{71} 及び Q^{72} のうち、少なくとも一つが Si であり、

R^{73} はそれぞれ独立に、炭素数 1～6 のアルキレン基であり、

$m7$ は、0～3 の整数であり、

L^1 は、炭素数が 13 以上のアルキレン基であって、炭素-炭素原子間に、 $-O-$ 、 $-S-$ 、 $-C(=O)NH-$ 、 $-NHC(=O)-$ 、 $-C(=O)O-$ 、 $-OC(=O)-$ 、 $-C(=O)S-$ 、 $-SC(=O)-$ 、 $-S(=O)_2NH-$ 、 $-NHS(=O)_2-$ 、 $-S(=O)_2O-$ 、 $-OS(=O)_2-$ 、及びフェニレン基より選択される基を 1 個以上有していてもよく、

R^2 は、それぞれ独立に、炭化水素基であり、

L は、それぞれ独立に、加水分解性基、加水分解性基を有する基、又は水酸基であり、

n は、0～2 の整数であり、

$q2$ は、1 以上の整数である。

< 1 2 >

前記 L¹ が、炭素数が 13 ～ 36 のアルキレン基である、< 1 1 > に記載の組成物。

< 1 3 >

前記 R¹ が、(CH₃)₃Si- である、< 1 1 > 又は < 1 2 > に記載の組成物。

< 1 4 >

第 1 化合物に対する第 2 化合物の質量比率は、0.01 ～ 0.9 である、< 1 > ～ < 1 3 > のいずれか 1 つに記載の組成物。

< 1 5 >

更に液状媒体を含む、< 1 > ～ < 1 4 > のいずれか 1 つに記載の組成物。

< 1 6 >

< 1 > ～ < 1 5 > のいずれか 1 つに記載の組成物からなる表面処理剤。

< 1 7 >

基材に対して、< 1 6 > 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。

< 1 8 >

基材と、基材上に配置され、< 1 6 > 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 9 >

光学部材である、< 1 8 > に記載の物品。

< 2 0 >

ディスプレイ又はタッチパネルである、< 1 8 > 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組成物、及び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] 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。

本開示中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、本明細書中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、「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、「Me」はメチル基を意味することがある。

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)若しくは化合物X、及び基(X)若しくは基Xと記すことがある。

本開示において、オルガノ(ポリ)シロキサン残基とは、オルガノシロキサン残基又はオルガノポリシロキサン残基を意味する。

[0010] [組成物]

本開示の組成物は、オルガノ(ポリ)シロキサン残基と、反応性シリル基aとを有する第1化合物、及び、オルガノ(ポリ)シロキサン残基を有さず、酸素原子と直接結合しない炭化水素基であって官能基又は置換基を有してもよい炭素数4以上の炭化水素基と、反応性シリル基bと、を有する第2化合物を含み、下記要件(1)及び(2)のうち少なくとも1つを満たす。

要件(1)：第1化合物において、反応性シリル基aはオルガノ(ポリ)シロキサン残基の少なくとも一方の末端に2つ以上連結される。

要件(2)：第2化合物において、反応性シリル基bは炭化水素基の少なくとも一方の末端に2つ以上連結される。

[0011] 本開示の組成物によれば、撥水性及び耐摩耗性に優れた表面処理層を形成できる。

このような効果が得られる理由は定かではないが、以下のように推測される。

[0012] 本開示の組成物に含まれる第1化合物がオルガノ（ポリ）シロキサン残基を有することにより撥水性に優れる。また、本開示の組成物に含まれる第2化合物が、酸素原子と直接結合しない炭化水素基であって官能基又は置換基を有してもよい炭素数4以上の炭化水素基を含むことにより、耐摩耗性に優れる。要件（1）及び要件（2）のうち少なくとも一方を満たすということは、第1化合物及び第2化合物のうち少なくとも一方において、少なくとも一方の末端に反応性シリル基が2つ以上連結されていることを意味する。特に、反応性シリル基は、少なくとも一方の末端に2つ以上連結されることから、一の化合物において2つ以上の反応性シリル基が互いに近接して存在することができる。そのため、基材との密着性に優れ、撥水性及び耐摩耗性を両立できると考えられる。

[0013] 特許文献1～3には、上記要件（1）及び（2）のうち少なくとも1つを満たす、第1化合物及び第2化合物との組み合わせに関する記載はない。

[0014] 以下、本開示の組成物に含まれる各成分について、詳細に説明する。

[0015] <第1化合物>

第1化合物は、オルガノ（ポリ）シロキサン残基と、反応性シリル基aと、を有する。本開示の組成物は、第1化合物を1種のみ含んでいてもよく、2種以上含んでいてもよい。

[0016] （オルガノ（ポリ）シロキサン残基）

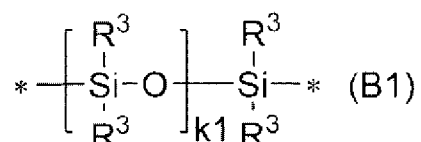
第1化合物は、オルガノ（ポリ）シロキサン残基を含む。第1化合物に含まれるオルガノ（ポリ）シロキサン残基は1つであっても2つ以上であってもよい。第1化合物に2つ以上のオルガノ（ポリ）シロキサン残基が含まれる場合、2つ以上のオルガノ（ポリ）シロキサン残基は同じであっても異なってもよい。

[0017] オルガノ（ポリ）シロキサン残基としては、鎖状オルガノ（ポリ）シロキサン残基、環状オルガノ（ポリ）シロキサン残基、及びかご状オルガノ（ポ

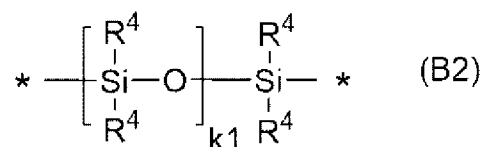
り) シロキサン残基が挙げられる。中でも、オルガノ (ポリ) シロキサン残基は、鎖状オルガノ (ポリ) シロキサン残基が好ましく、2 価の鎖状オルガノ (ポリ) シロキサン残基がより好ましい。

[0018] オルガノ (ポリ) シロキサン残基としては、下記式 (B 1) 又は (B 2) で表される鎖状オルガノ (ポリ) シロキサン残基が挙げられる。中でも、オルガノ (ポリ) シロキサン残基は、式 (B 1) が好ましい。

[0019] [化4]



[0020] [化5]



[0021] 式 (B 1) 中、

R^3 は、それぞれ独立に、炭化水素基であり、

$k1$ は、1 以上の数であり、

$*$ は、隣接する原子との結合部位である。

[0022] 式 (B 2) 中、

R^4 は、それぞれ独立に、炭化水素基又は $T^{11}-B_r-(SiR^3_2-O)_{k1}$ であり、

T^{11} は、それぞれ独立に、1 価の基であり、

B は、それぞれ独立に、 $-O-$ 又は $-C(=O)-$ であり、

r は、それぞれ独立に、0 又は 1 であり、

R^3 は、それぞれ独立に、炭化水素基であり、

$k1$ は、それぞれ独立に、1 以上の数であり、

$*$ は、隣接する原子との結合部位である。

[0023] 式 (B 1) 及び (B 2) 中、 R^3 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、メチル基が更に好ましい。また、芳香族炭化水素基としては、フェニル基が好ましい。

[0024] 式 (B 1) 及び (B 2) 中、 k_1 は 1 以上の数であり、1～600 の数が好ましく、1～500 の数がより好ましく、3～500 の数が更に好ましく、9～50 の数が特に好ましく、11～30 の数が極めて好ましく、11～25 の数が最も好ましい。

[0025] 式 (B 2) 中、 R^4 は、それぞれ独立に、炭化水素基又は $T^{11}-B_r-(SiR^3_2-O)_{k_1}-$ であり、炭化水素基が好ましい。炭化水素基の詳細は、 R^3 で表される炭化水素基と同様である。

[0026] T^{11} は、それぞれ独立に、1 価の基であり、具体的態様は後述の式 (C) における T^{11} と同様である。

B 及び r の具体的態様は後述の式 (C) における B 及び r と同様である。

[0027] (反応性シリル基)

第 1 化合物に含まれる反応性シリル基 a 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、2～18 が好ましく、2～12 がより好ましく、2～8 が更に好ましく、2～4 が特に好ましい。反応性シリル基の数は 1 であってもよい。

[0028] 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、加水分解性基を有する基、又は水酸基が好ましい。

[0029] 加水分解性基は、加水分解反応により水酸基となる基である。すなわち、 $Si-L^1$ 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、更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、 S

i-O-S i 結合を形成できる。

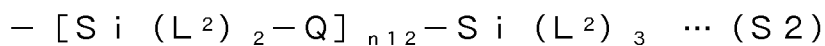
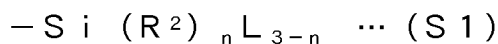
[0030] 加水分解性基としては、例えば、アルコキシ基、アリールオキシ基、ハロゲン原子、アシル基、アシルオキシ基、アミノ基、 $-O-N=CR^r_2$ 及びイソシアナト基 ($-NCO$) が挙げられる。アルコキシ基は、炭素数 1～4 のアルコキシ基であることが好ましい。

アリールオキシ基は、炭素数 3～10 のアリールオキシ基であることが好ましい。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。R^r はそれぞれ独立に、炭素数 1～10 のアルキル基である。

[0031] 加水分解性基を有する基としては、例えば、上記で例示される加水分解性基を有する基であればよい。加水分解性基を有する基は、 $-O-L^A-L^B$ が好ましい。L^A は 2 価の連結基であり、L^B は加水分解性基である。L^A における 2 価の連結基としては、アルキレン基が好ましく、アルキレン基の炭素数は、1～10 が好ましく、炭素原子-炭素原子間に酸素原子を有していてもよい。L^B で表される加水分解性基は、上述した R¹ で表される加水分解性基と同義であり、好適態様も同じである。加水分解性基を有する基の具体例としては、 $-O-CH_2CH_2-OCH_3$ が挙げられる。

[0032] 反応性シリル基は、下記式 (S1) 又は下記式 (S2) で表される基が好ましい。



ただし、

R² は、それぞれ独立に、1 価の炭化水素基であり、

L は、それぞれ独立に、加水分解性基、加水分解性基を有する基、又は水酸基であり、

L² は、それぞれ独立に、加水分解性基、加水分解性基を有する基、水酸基

、又は炭化水素基であり、

L^2 のうち、少なくとも4個の L^2 は、加水分解性基、加水分解性基を有する基、又は水酸基であり、

Qは、それぞれ独立に、酸素原子、又は、両隣のSiと結合する1つの炭素原子を有する有機基であり、

nは、0～2の整数であり、

$n_1 n_2$ は、1～3の整数である。

[0033] 反応性シリル基が1分子中に複数ある場合、複数の反応性シリル基は、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は、複数の反応性シリル基は、同じであることが好ましい。

[0034] R^2 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^2 の炭化水素基としては、アルキル基、シクロアルキル基、アルケニル基、アリル基等が挙げられ、合成の容易性等の点から、飽和炭化水素基が好ましく、アルキル基がより好ましい。当該炭化水素基の炭素数は、1～6が好ましく、1～3がより好ましく、1～2が更に好ましい。 R^2 の炭素数は、1～6が好ましく、1～3がより好ましく、1～2が更に好ましい。

[0035] Lは、それぞれ独立に、加水分解性基、加水分解性基を有する基、又は水酸基である。 L^2 は、それぞれ独立に、加水分解性基、加水分解性基を有する基、水酸基、又は炭化水素基である。L及び L^2 における加水分解性基の詳細は、上記の通りである。

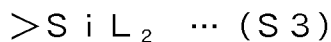
[0036] 中でも、L及び L^2 は、化合物の製造容易性の観点から、炭素数1～4のアルコキシ基アルキレンオキサイド変性アルコキシ基又はハロゲン原子であることが好ましい。L及び L^2 は、塗布時のアウトガスが少なく、化合物の保存安定性がより優れる点から、炭素数1～4のアルコキシ基であることが好ましく、エトキシ基又はメトキシ基がより好ましい。

[0037] 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。L

$\text{OCH}_3)_3$ 、 $-\text{Si}(\text{OCH}_3)_2-\text{O}-\text{Si}(\text{OCH}_2\text{CH}_3)_3$ 、 $-\text{Si}(\text{OCH}_2\text{CH}_3)_2-\text{O}-\text{Si}(\text{OCH}_2\text{CH}_3)_3$ 、 $-\text{Si}(\text{OCH}_2\text{CH}_3)_2-\text{CH}_2-\text{Si}(\text{OCH}_3)_3$ 、 $-\text{Si}(\text{OCH}_3)_2-\text{CH}_2-\text{Si}(\text{OCH}_2\text{CH}_3)_3$ 、 $-\text{Si}(\text{OCH}_2\text{CH}_3)_2-\text{CH}_2-\text{Si}(\text{OCH}_2\text{CH}_3)_3$ 、 $-\text{Si}(\text{OCH}_2\text{CH}_3)_2-\text{C}(\text{CH}_3)_2-\text{Si}(\text{OCH}_3)_3$ 、 $-\text{Si}(\text{OCH}_3)_2-\text{C}(\text{CH}_3)_2-\text{Si}(\text{OCH}_2\text{CH}_3)_3$ 、 $-\text{Si}(\text{OCH}_2\text{CH}_3)_2-\text{C}(\text{CH}_3)_2-\text{Si}(\text{OCH}_2\text{CH}_3)_3$ 、 $-\text{Si}(\text{OH})_2-\text{O}-\text{Si}(\text{OH})_3$ 、 $-\text{Si}(\text{OH})_2-\text{O}-\text{Si}(\text{OCH}_3)_3$ 、 $-\text{Si}(\text{OCH}_3)_2-\text{O}-\text{Si}(\text{OH})_3$ 、 $-\text{Si}(\text{OH})_2-\text{CH}_2-\text{Si}(\text{OH})_3$ 、 $-\text{Si}(\text{OH})_2-\text{CH}_2-\text{Si}(\text{OCH}_3)_3$ 、 $-\text{Si}(\text{OCH}_3)_2-\text{CH}_2-\text{Si}(\text{OH})_3$ 、 $-\text{Si}(\text{OH})_2-\text{C}(\text{CH}_3)_2-\text{Si}(\text{OH})_3$ 、 $-\text{Si}(\text{OH})_2-\text{C}(\text{CH}_3)_2-\text{Si}(\text{OCH}_3)_3$ 、 $-\text{Si}(\text{OCH}_3)_2-\text{C}(\text{CH}_3)_2-\text{Si}(\text{OH})_3$ が挙げられる。

[0043] 表面処理層の均一性及び耐久性に優れる観点から、反応性シリル基はアルコキシシリル基又はトリクロロシリル基であることが好ましい。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。

[0044] また、反応性シリル基は、下記式 (S3) で表される基であってもよい。



Lは、式 (S1) におけるLと同様である。

[0045] 第1化合物の数平均分子量 (M_n) は、500～20,000であることが好ましく、600～18,000であることがより好ましく、700～15,000であることが更に好ましい。

M_n が500以上であれば、表面処理層の耐摩耗性がより優れる。 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。

[0046] 本開示の組成物は、第1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。

[0047] 第1化合物の含有量は、本開示の組成物の全量に対して、0.001～50質量%が好ましく、0.01～20質量%がより好ましく、0.1～10質量%が更に好ましい。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、第1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。

[0048] 第1化合物としては、鎖状オルガノ（ポリ）シロキサン残基と、前記鎖状オルガノ（ポリ）シロキサン残基の一方の末端のみに連結される反応性シリル基とを有する化合物（以下、「第1化合物S」とも記す。）、及び、鎖状オルガノ（ポリ）シロキサン残基と、前記鎖状オルガノ（ポリ）シロキサン残基の両末端にそれぞれ連結される反応性シリル基を有する化合物（以下、「第1化合物D」とも記す。）が挙げられる。

第1化合物として、第1化合物Sを単独で用いてもよく、第1化合物Dを単独で用いてもよく、第1化合物Sと第1化合物Dを組み合わせて用いてもよい。いずれの場合も、第1化合物Sとして1種を単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよく、第1化合物Dとして1種を単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。

[0049] [第1化合物S]

第1化合物Sは、鎖状オルガノ（ポリ）シロキサン残基と、前記鎖状オルガノ（ポリ）シロキサン残基の一方の末端のみに連結される反応性シリル基とを有する。本開示において、「鎖状オルガノ（ポリ）シロキサン残基の一方の末端のみに連結される反応性シリル基」とは、鎖状オルガノ（ポリ）シロキサン残基の一方の末端のみに直接又は他の化学構造を介して間接的に連結される反応性シリル基を意味する。

[0050] （鎖状オルガノ（ポリ）シロキサン残基）

第1化合物Sは、鎖状オルガノ（ポリ）シロキサン残基を含む。第1化合

物Sに含まれる鎖状オルガノ（ポリ）シロキサン残基は1つであっても2つ以上であってもよい。第1化合物Sに2つ以上の鎖状オルガノ（ポリ）シロキサン残基が含まれる場合、2つ以上の鎖状オルガノ（ポリ）シロキサン残基は同じであっても異なってもよい。第1化合物Sに2つ以上の鎖状オルガノ（ポリ）シロキサン残基が含まれる場合、両末端側に反応性シリル基が連結された鎖状オルガノ（ポリ）シロキサン残基がなく、かつ少なくとも1つの鎖状オルガノ（ポリ）シロキサン残基において、一方の末端側に反応性シリル基が連結されていればよい。

[0051] 鎖状オルガノ（ポリ）シロキサン残基の詳細は、第1化合物に含まれる鎖状オルガノ（ポリ）シロキサン残基の項において前述した通りである。特に、鎖状オルガノ（ポリ）シロキサン残基は、式（B1）又は（B2）で表されることが好ましく、式（B1）で表されることがより好ましい。

[0052] （反応性シリル基）

反応性シリル基の詳細は第1化合物に含まれる反応性シリル基の項において前述した通りである。

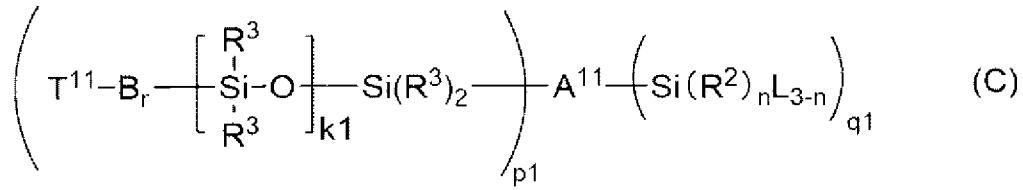
第1化合物Sに含まれる反応性シリル基の数は、鎖状オルガノ（ポリ）シロキサン残基の一方の末端あたり、1以上であり、表面処理層の耐摩耗性をより向上させる観点から、鎖状オルガノ（ポリ）シロキサン残基の一方の末端あたり、1～18が好ましく、1～12がより好ましく、1～8が更に好ましく、1～6が特に好ましい。一態様において、第1化合物Sに含まれる反応性シリル基の数は、鎖状オルガノ（ポリ）シロキサン残基の一方の末端あたり、2～18が好ましく、2～12がより好ましく、2～8が更に好ましく、2～6が特に好ましい。反応性シリル基の数は、鎖状オルガノ（ポリ）シロキサン残基の一方の末端あたり、1であってもよい。

[0053] （化合物（C））

一態様において、第1化合物Sは、下記式（C）で表されることが好ましい。

[0054]

[化6]



[0055] 式 (C) 中、

T^{11} は、反応性シリル基を含まない1価の基であり、

B は、それぞれ独立に、 $-O-$ 又は $-C(=O)-$ であり、

r は、それぞれ独立に、0又は1であり、

R^3 は、それぞれ独立に、炭化水素基であり、

$k1$ は、それぞれ独立に、1以上の数であり、

$p1$ は、1以上の整数であり、

A^{11} は、 $(p1 + q1)$ 価の連結基であり、

$q1$ は、1以上の整数であり、

R^2 は、それぞれ独立に、炭化水素基であり、

L は、それぞれ独立に、加水分解性基、加水分解性基を有する基、又は水酸基であり、

n は、それぞれ独立に、0～2の整数である。

[0056] 式 (C) 中、 R^3 及び $k1$ は、式 (B1) における R^3 及び $k1$ と同様である。

R^2 、 L 、及び n は、式 (S1) における R^2 、 L 、及び n と同様である。

[0057] 式 (C) 中、 T^{11} は1価の基である。

T^{11} としては、アルキル基、 $T^1_3M^1-$ （ここで、 M^1 は、 Si 、 Sn 、又は Ge であり、 T^1 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。）、 $T^1_3M^1-R^1-$ （ここで、 M^1 は、 Si 、 Sn 、又は Ge であり、 T^1 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り、 R^1 はアルキレン基である）、1価の環状のポリシロキサン残基又は1価のかご状のポリシロキサン残基、及び1価の環状のポリシロキサン残基又は1価のかご状のポリシロキサン残基と2価の炭化水素基との組み合わせ

わせが挙げられる。

[0058] T^{11} 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、直鎖状アルキル基又は分岐鎖状アルキル基が好ましい。アルキル基の炭素数は1であっても2以上であってもよい。アルキル基の炭素数が2以上である場合、炭素数は2～30であることが好ましく、3～28であることがより好ましく、4～22であることが更に好ましい。

[0059] $T^1_3M^1$ ー及び $T^1_3M^1-R^1$ ーにおける M^1 としては、Siが好ましい。

[0060] $T^1_3M^1$ ー及び $T^1_3M^1-R^1$ ーにおける T^1 としては、アルキル基又はトリアルキルシリルオキシ基が好ましく、メチル基、ブチルジメチルシリルオキシ基、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。

[0061] R^1 としては、炭素数1～20のアルキレン基が好ましく、炭素数1～10のアルキレン基がより好ましく、炭素数1～5のアルキレン基が更に好ましく、エチレン基が特に好ましい。

[0062] 一態様において、 T^{11} は、アルキル基又はトリアルキルシリル基であることが好ましく、メチル基又はトリメチルシリル基であることがより好ましい。

[0063] 1価の環状のポリシロキサン残基は、下記式(T1)で表される基が好ましい。

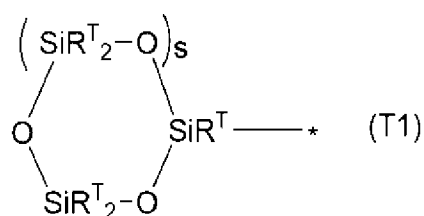
式(T1)中、

R^T は、それぞれ独立に、炭化水素基又は置換基を有する炭化水素基であり

、

sは、1～4の整数である。

[0064] [化7]



[0065] R¹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。

[0066] R¹で表される炭化水素基のうち、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であることが更に好ましい。具体的に、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。

[0067] R¹で表される置換基を有する炭化水素基に含ま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であることが更に好ましい。

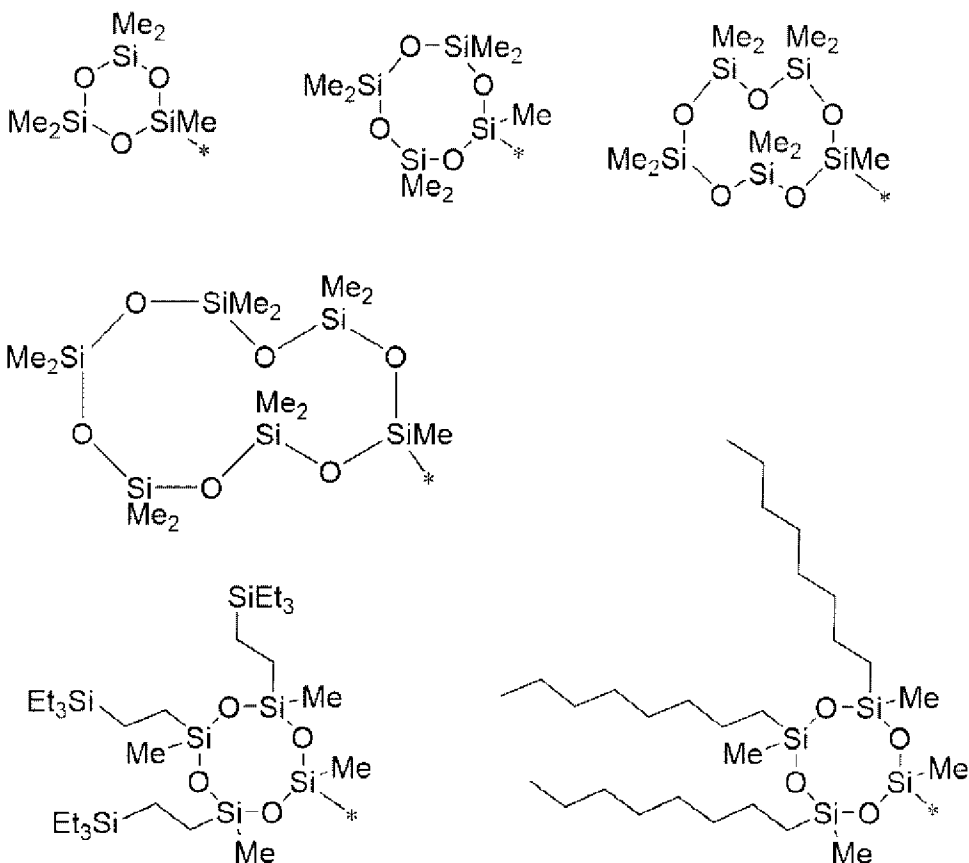
[0068] R¹で表される置換基を有する炭化水素基における置換基としては、例えば、ハロゲン原子、水酸基、アルコキシ基、トリアルキルシリルエーテル基、トリアルキルシリル基、アミノ基、ニトロ基、シアノ基、スルホニル基、及びトリフルオロメチル基が挙げられる。

[0069] 複数のR¹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。

[0070] 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。

[0071]

[化8]

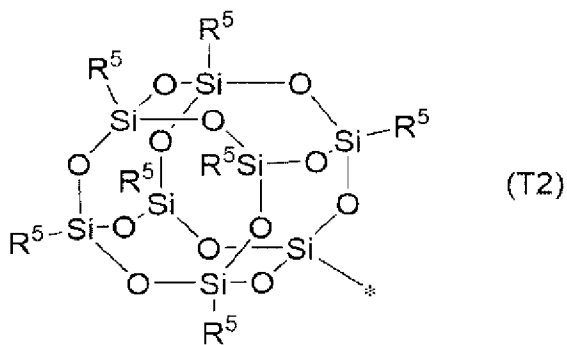


[0072] 1価のかご状のポリシロキサン残基は下記式（T2）で表される基が好ましい。

式 (T2) 中、

R⁵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。

[0073] [化9]



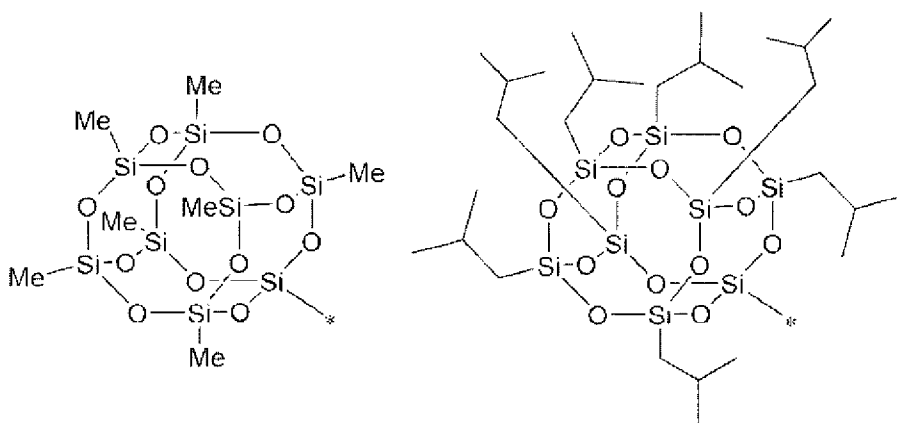
[0074] R⁵で表される炭化水素基としては、例えば、脂肪族炭化水素基及び芳香族炭化水素基が挙げられる。中でも、炭化水素基は、脂肪族炭化水素基が好ま

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、直鎖状アルキル基又は分岐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、*n*-ブチル基、又は、イソブチル基がより好ましく、イソブチル基が更に好ましい。

[0075] R^5 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、メチル基が更に好ましい。 R^5 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。

[0076] 1価のかご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。

[0077] [化10]



[0078] 1価の環状のポリシロキサン残基又は1価のかご状のポリシロキサン残基と2価の炭化水素基との組み合わせにおける2価の炭化水素基としては、アルキレン基が挙げられる。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、1～5が更に好ましい。

[0079] 式(C)中、Bは、それぞれ独立に、 $-O-$ 又は $-C(=O)-$ であり、 $-O-$ が好ましい。また、式(C)中、 r は0又は1であり、 r が0のとき

、 T^{11} は S_i に直接結合する。

[0080] 式(C)中、 p_1 は、1以上の整数であり、1～3の整数が好ましく、1又は2がより好ましく、1が更に好ましい。

p_1 が2以上である場合、複数の $T^{11}-B_r-[S_i(R^3)_2-O]_{k_1}-S_i(R^3)_2-$ は同一であってもよく、互いに異なってもよい。

[0081] 式(C)中、 A^{11} は、 (p_1+q_1) 価の連結基である。 A^{11} としては、アルキレン基、オルガノ(ポリ)シロキサン残基、ポリアルキレンオキシド基、及びこれらの組み合わせ；並びにこれらと (p_1+1) 価の基及び／又は (q_1+1) 価の基との組み合わせが挙げられる。

アルキレン基としては、エーテル性酸素原子を有していても有していなくてもよい、炭素数1～30のアルキレン基、好ましくは炭素数1～20のアルキレン基が挙げられる。

オルガノ(ポリ)シロキサン残基としては、前述の式(B1)で表される基が挙げられる。

ポリアルキレンオキシド基としては、式 $(XO)_m$ で表される基が挙げられる。ここで、 X はそれぞれ独立に炭素数1～5のアルキレン基であり、 m は1以上の整数である。 X の炭素数は1～4が好ましく、2又は3がより好ましい。 m は1～200が好ましく、1～20がより好ましく、1～10が更に好ましい。

A^{11} としては、後述の式 $A(S_i(R^2)_nL_{3-n})_{q_1}$ における A が挙げられる。

[0082] 式(C)中、 q_1 は1以上の整数であり、1～18が好ましく、1～12がより好ましく、1～8が更に好ましく、1～6が特に好ましく、1～4が極めて好ましい。一態様において、 q_1 は、2～18が好ましく、2～12がより好ましく、2～8が更に好ましく、2～6が特に好ましく、2～4が極めて好ましい。 q_1 は1であってもよい。

q_1 が2以上の整数である場合、複数の $[S_i(R^2)_nL_{3-n}]$ は同一であってもよく、互いに異なってもよい。

[0083] 一態様において、式 (C) における T^{11} は、トリアルキルシリル基又はアルキル基であることが好ましく、トリメチルシリル基又はメチル基であることがより好ましい。

B は、0 であることが好ましく、r は、0 又は 1 である。

R^3 は、メチル基であることが好ましい。

k_1 は、2～600 であることが好ましく、3～500 であることがより好ましく、6～50 が更に好ましく、6～30 が特に好ましく、6～25 が最も好ましい。

p_1 は、1～15 の整数であることが好ましく、1～6 の整数であることがより好ましく、1～4 の整数であることが更に好ましく、1 であることが特に好ましい。

A^{11} は、炭素数 1～30 のアルキレン基、又は後述の基 (3-1A) から $Si(R^2)_nL_{3-n}$ を除いた基であることが好ましく、炭素数 1～30 のアルキレン基、又は後述の基 (3-1A-4) から $Si(R^2)_nL_{3-n}$ を除いた基であることがより好ましい。

q_1 は、1～15 の整数であることが好ましく、1～6 の整数であることがより好ましく、1～4 の整数であることが更に好ましく、2 又は 3 であることが特に好ましい。

[0084] 第 1 化合物 S の数平均分子量 (M_n) は、500～20,000 であることが好ましく、600～18,000 であることがより好ましく、700～15,000 であることが更に好ましい。一態様において、第 1 化合物 S の M_n は、500～5,000 でもよく、500～3,000 でもよい。

M_n が 500 以上であれば、表面処理層の耐摩耗性がより優れる。 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。

[0085] 本開示の組成物は、第 1 化合物 S を 1 種のみ含んでいてもよく、2 種以上含んでいてもよい。

[0086] 本開示の組成物は、第 1 化合物 S 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。

[0087] 第1化合物Sの含有量は、本開示の組成物の全量に対して、0.001～50質量%が好ましく、0.01～20質量%がより好ましく、0.1～10質量%が更に好ましい。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、第1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。

[0088] 第1化合物Sの含有量は、本開示の組成物の全固形分に対して、5質量%以上65質量%未満が好ましく、10～64質量%がより好ましく、20～60質量%でもよく、30～50質量%でもよい。

[0089] [第1化合物D]

第1化合物Dは、鎖状オルガノ（ポリ）シロキサン残基と、前記鎖状オルガノ（ポリ）シロキサン残基の両末端にそれぞれ連結される反応性シリル基を有する。本開示において、「鎖状オルガノ（ポリ）シロキサン残基の両末端にそれぞれ連結される反応性シリル基」とは、鎖状オルガノ（ポリ）シロキサン残基の両末端に直接又は他の化学構造を介して間接的に連結される反応性シリル基を意味する。

[0090] （鎖状オルガノ（ポリ）シロキサン残基）

第1化合物Dは、鎖状オルガノ（ポリ）シロキサン残基を含む。第1化合物Dに含まれる鎖状オルガノ（ポリ）シロキサン残基は1つであっても2つ以上であってもよい。第1化合物Dに2つ以上の鎖状オルガノ（ポリ）シロキサン残基が含まれる場合、2つ以上の鎖状オルガノ（ポリ）シロキサン残基は同じであっても異なってもよい。第1化合物Dに2つ以上の鎖状オルガノ（ポリ）シロキサン残基が含まれる場合、少なくとも1つの鎖状オルガノ（ポリ）シロキサン残基において、両末端側に反応性シリル基が連結されていればよい。

[0091] 鎖状オルガノ（ポリ）シロキサン残基の詳細は、特定シラン化合物に含ま

れる鎖状オルガノ（ポリ）シロキサン残基の項において前述した通りである。特に、鎖状オルガノ（ポリ）シロキサン残基は、式（B 1）又は（B 2）で表されることが好ましく、式（B 1）で表されることがより好ましい。

[0092] （反応性シリル基）

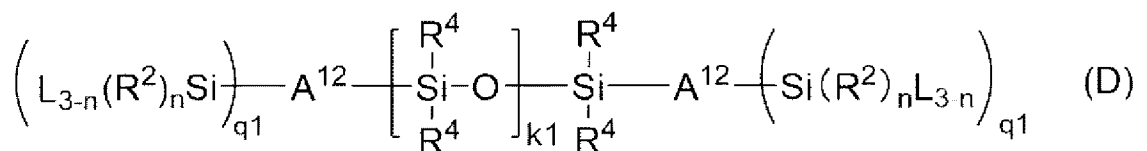
反応性シリル基の詳細は特定シラン化合物に含まれる反応性シリル基の項において前述した通りである。

第1化合物Dに含まれる反応性シリル基の数は、鎖状オルガノ（ポリ）シロキサン残基の一方の末端あたり、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、鎖状オルガノ（ポリ）シロキサン残基の一方の末端あたり、1～18が好ましく、1～12がより好ましく、1～8が更に好ましく、1～6が特に好ましい。一態様において、第1化合物Dに含まれる反応性シリル基の数は、鎖状オルガノ（ポリ）シロキサン残基の一方の末端あたり、2～18が好ましく、2～12がより好ましく、2～8が更に好ましく、2～6が特に好ましい。反応性シリル基の数は、鎖状オルガノ（ポリ）シロキサン残基の一方の末端あたり、1であってもよい。

[0093] （化合物（D））

一態様において、第1化合物Dは、下記式（D）で表されることが好ましい。

[0094] [化11]



[0095] 式（D）中、

R^4 は、それぞれ独立に、炭化水素基又は $T^{11} - B_r - (SiR^3_2 - O)_{k1}$ であり、

T^{11} は、それぞれ独立に、1価の基であり、

B は、それぞれ独立に、 $-O-$ 又は $-C(=O)-$ であり、

r は、それぞれ独立に、0又は1であり、

R^3 は、それぞれ独立に、炭化水素基であり、

k_1 は、それぞれ独立に、1以上の数であり、

A^{12} は、それぞれ独立に、 $(q_1 + 1)$ 価の連結基であり、

q_1 は、それぞれ独立に、1以上の整数であり、

R^2 は、それぞれ独立に、炭化水素基であり、

L は、それぞれ独立に、加水分解性基、加水分解性基を有する基、又は水酸基であり、

n は、それぞれ独立に、0～2の整数である。

[0096] 式(D)中、 R^4 及び k_1 は、式(B2)における R^4 及び k_1 と同様である。

R^2 、 L 、及び n は、式(S1)における R^2 、 L 、及び n と同様である。

[0097] A^{12} としては、アルキレン基、オルガノ(ポリ)シロキサン残基、ポリアルキレンオキシド基、及びこれらの組み合わせ；並びにこれらと $(q_1 + 1)$ 価の基との組み合わせが挙げられる。

アルキレン基としては、エーテル性酸素原子を有していても有していなくてもよい、炭素数1～30のアルキレン基、好ましくは炭素数1～20のアルキレン基が挙げられる。

オルガノ(ポリ)シロキサン残基としては、上記式(B1)又は(B2)で表される基が挙げられる。

ポリアルキレンオキシド基としては、式 $(XO)_m$ で表される基が挙げられる。ここで、 X はそれぞれ独立に炭素数1～5のアルキレン基であり、 m は1以上の整数である。 X の炭素数は1～4が好ましく、2又は3がより好ましい。 m は1～100が好ましく、1～10がより好ましく、1～5が更に好ましい。

A^{12} としては、後述の式 $A(S_i(R^2)_n L_{3-n})_{q_1}$ における A のうち、 $(q_1 + 1)$ 価の基が挙げられる。

[0098] q_1 は、それぞれ独立に、1以上の整数であり、それぞれ独立に、1～18が好ましく、1～12がより好ましく、1～8が更に好ましく、1～6が

特に好ましく、1～4が極めて好ましい。一態様において、 q_1 は、2～18が好ましく、2～12がより好ましく、2～8が更に好ましく、2～6が特に好ましく、2～4が極めて好ましい。 q_1 は1であってもよい。

q_1 が2以上の整数である場合、複数の $[Si(R^2)_nL_{3-n}]$ は同一であってもよく、互いに異なっていてもよい。

[0099] 一態様において、 R^4 は、メチル基であることが好ましい。

k_1 は、2～600であることが好ましく、3～500であることがより好ましく、6～50が更に好ましく、6～30が特に好ましく、6～25が最も好ましい。

A^{12} は、炭素数1～30のアルキレン基、又は後述の基(3-1A)から $Si(R^2)_nL_{3-n}$ を除いた基であることが好ましく、炭素数1～30のアルキレン基、又は後述の基(3-1A-4)から $Si(R^2)_nL_{3-n}$ を除いた基であることがより好ましい。

q_1 は、1～15の整数であることが好ましく、1～6の整数であることがより好ましく、1～4の整数であることが更に好ましく、2又は3であることが特に好ましい。

[0100] 第1化合物Dの数平均分子量(M_n)は、500～20,000であることが好ましく、600～18,000であることがより好ましく、700～15,000であることが更に好ましい。一態様において、第1化合物Dの M_n は、500～5,000でもよく、500～3,000以下でもよい。

[0101] M_n が500以上であれば、表面処理層の耐摩耗性がより優れる。 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。

[0102] 本開示の組成物は、第1化合物Dを1種のみ含んでいてもよく、2種以上含んでいてもよい。

[0103] 本開示の組成物は、第1化合物D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。

[0104] 第1化合物Dの含有量は、本開示の組成物の全量に対して、0.001～

50質量%が好ましく、0.01～20質量%がより好ましく、0.1～10質量%が更に好ましい。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、第1化合物D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。

[0105] 第1化合物Dの含有量は、本開示の組成物の全固形分に対して、35質量%超95質量%以下が好ましく、36～90質量%がより好ましく、40～80質量%でもよく、50～70質量%でもよい。

[0106] [第1化合物S及び第1化合物Dの部分構造]

以下、式(C)における $A^{11}(Si(R^2)_nL_{3-n})_{q1}$ 及び式(D)における $A^{12}(Si(R^2)_nL_{3-n})_{q1}$ の好ましい態様を詳述する。以下、式(C)における $A^{11}(Si(R^2)_nL_{3-n})_{q1}$ 及び式(D)における $A^{12}(Si(R^2)_nL_{3-n})_{q1}$ を包括して $A(Si(R^2)_nL_{3-n})_{q1}$ と示す。

ただし、式(C)の場合、Aは $(p1+q1)$ 価の基であり、式(D)の場合、Aは $(q1+1)$ 価の基である。

[0107] $A(Si(R^2)_nL_{3-n})_{q1}$ 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。

[0108] $-Q^a-X^{31}(-Q^b-Si(R^2)_nL_{3-n})_h(-R^{31})_i \dots (3-1A)$

$-Q^c-[CH_2C(R^{32})(-Q^d-Si(R^2)_nL_{3-n})]_y-R^{33} \dots (3-1B)$

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

[0109] 式(3-1A)中、 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。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、4～20が更に好ましく、5～15が特に好ましい。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、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、 $-OC(O)N(R^d)-$ 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、 $-S-$ 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、 $-N(R^d)-$ を有するアルキレン基、 $-N(R^d)C(O)N(R^d)-$ を有するアルキレン基、 $-SO_2N(R^d)-$ を有するアルキレン基、及びアルキレン基 $-Si(R^a)_2-$ フェニレン基 $-Si(R^a)_2$ が挙げられる。

[0110] 式(3-1A)中、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。

[0111] 式(3-1A)中、 X^{31} が $(h+i+1)$ 価の環を有する基である場合、 Q^a 、 $(-Q^b-S^i(R^2)_nL_{3-n})$ 及び R^{31} 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。

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。更に、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 、 $(-Q^b-S^i(R^2)_nL_{3-n})$ 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異なってもよい。

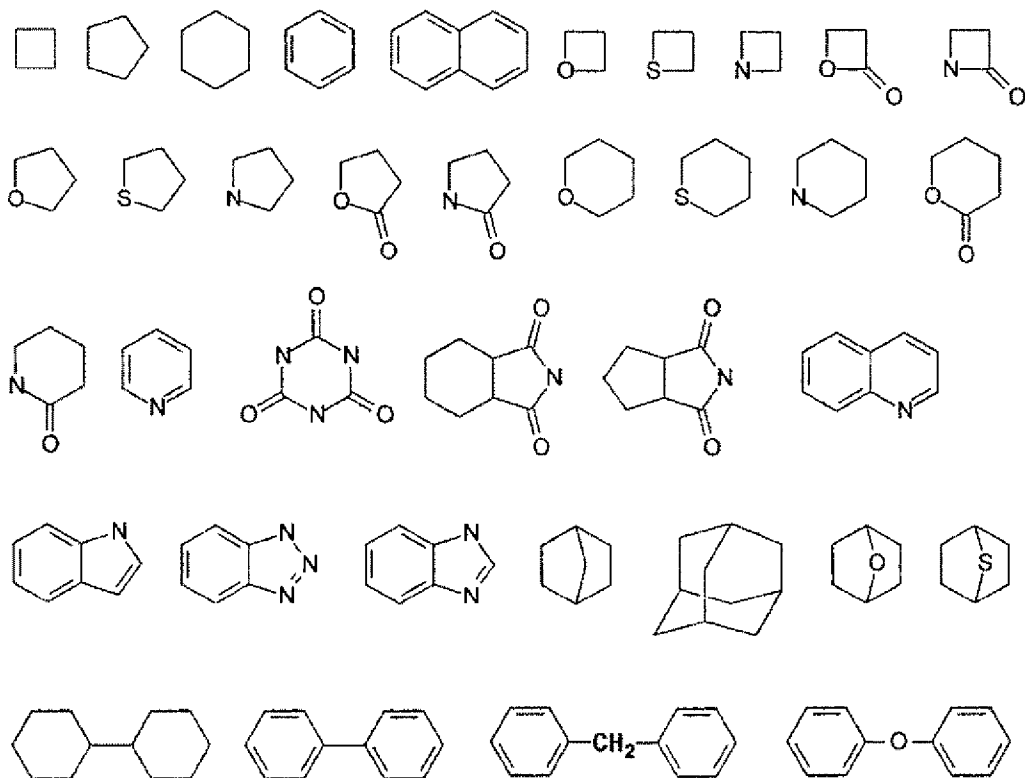
[0112] X^{31} における環としては、化合物が製造しやすく、表面処理層の耐摩耗性が更に優れる点から、3～8員環の脂肪族環、ベンゼン環、3～8員環のヘテロ環、これらの環のうちの2又は3個が縮合した縮合環、5員環又は6員環を最大の環とする橋かけ環、及び、これらの環のうちの2つ以上を有し、連結基が単結合、炭素数3以下のアルキレン基、酸素原子又は硫黄原子である集合多環からなる群から選ばれる1種が好ましい。

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。

[0113]

[化12]



[0114] X^{31} 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 、 $(-Q^b-Si(R^2)_nL_{3-n})$ 又は R^{31} に結合する結合手である。残余の結合手がある場合には、残余の結合手は、水素原子又は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 、 $(-Q^b-Si(R^2)_nL_{3-n})$ 又は R^{31} に結合する結合手を2つ有する場合、その1個の炭素原子に Q^a と $(-Q^b-Si(R^2)_nL_{3-n})$ とが結合していてもよく、2つの $(-Q^b-Si(R^2)_nL_{3-n})$ が結合していてもよい。 Q^a と、 $(-Q^b-Si(R^2)_nL_{3-n})$ 又は R^{31} とは別の環構成原子に結合していることが好ましい。 h 個の $(-Q^b-Si(R^2)_nL_{3-n})$ はそれぞれ別個の環構成原子に結合してもよく、そのうちの2個は1個の環構成炭素原子に結合してもよく、更に2個の $(-Q^b-Si(R^2)_nL_{3-n})$ が結合した環構成炭素原子は2個以上存

在してもよい。 i 個の R^{31} はそれぞれ別個の環構成原子に結合してもよく、そのうちの 2 個は 1 個の環構成炭素原子に結合してもよく、更に 2 個の R^{31} が結合した環構成炭素原子は 2 個以上存在してもよい。

[0115] 中でも、 X^{31} 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。

[0116] 式 (3-1A) 中、 Q^b は、単結合又は 2 価の連結基である。

2 価の連結基の定義は、上述した Q^a で説明した定義と同義である。

[0117] 中でも、 Q^b 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ことが好ましい。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 が更に好ましく、2～10 であってもよく、2～6 であってもよく、2～5 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。

[0118] 式 (3-1A) 中、 R^{31} 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 が更に好ましい。

[0119] X^{31} が単結合又はアルキレン基の場合、 h は 1、 i は 0 であり、

X^{31} 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、 $h + i = 2$ を満たし、

X^{31} 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、 $h + i = 3$ を満たし、

X^{31} 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 0～6 の整数であり、 $h + i = 1～7$ を満たす。

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

$(-Q^b - S i (R)_n L_{3-n})$ が 2 個以上ある場合は、2 個以上の $(-Q^b - S i (R)_n L_{3-n})$ 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。

[0120] 中でも、表面処理層の耐摩耗性を向上させる観点から、 i は 0 であることが好ましい。

[0121] 式 (3-1 B) 中、 Q^c は、単結合又は 2 価の連結基である。

2 価の連結基の定義は、上述した Q^a で説明した定義と同義である。

[0122] 式 (3-1 B) 中、 R^{32} は、水素原子又は炭素数 1 ~ 10 のアルキル基であり、化合物を製造しやすい点から、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。

[0123] 式 (3-1 B) 中、 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 ~ 10 が好ましく、1 ~ 6 がより好ましい。化合物を製造しやすい点から、 Q^d は、単結合又は CH_2- であることが好ましい。

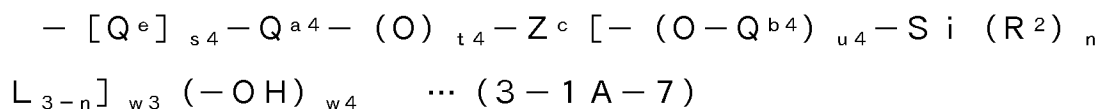
[0124] 式 (3-1 B) 中、 R^{33} は、水素原子又はハロゲン原子であり、化合物を製造しやすい点から、水素原子であることが好ましい。

[0125] y は、1 ~ 10 の整数であり、1 ~ 6 の整数であることが好ましい。

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

[0126] 基 (3-1 A) としては、基 (3-1 A-1) ~ (3-1 A-7) が好ましい。

[0127] $-(X^{32})_{s1}-Q^{b1}-Si(R^2)_nL_{3-n} \quad \cdots (3-1 A-1)$
 $-(X^{33})_{s2}-Q^{a2}-N[-Q^{b2}-Si(R^2)_nL_{3-n}]_2 \quad \cdots (3-1 A-2)$
 $-Q^{a3}-Si(R^9)[-Q^{b3}-Si(R^2)_nL_{3-n}]_2 \quad \cdots (3-1 A-3)$
 $-[Q^e]_{s4}-Q^{a4}-(O)_{t4}-C[-(O)_{u4}-Q^{b4}-Si(R^2)_nL_{3-n}]_{3-w1}(-R^{31})_{w1} \quad \cdots (3-1 A-4)$
 $-Q^{a5}-Si[-Q^{b5}-Si(R^2)_nL_{3-n}]_3 \quad \cdots (3-1 A-5)$
 $-[Q^e]_v-Q^{a6}-Z^a[-Q^{b6}-Si(R^2)_nL_{3-n}]_{w2} \quad \cdots (3-1 A-6)$



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

[0128] 中でも、基(3-1A)は、基(3-1A-4)が好ましい。

[0129] 基(3-1A-1)において、 X^{32} は、 $-O-$ 、 $-S-$ 、 $-N(R^d)-$ 、 $-C(O)-$ 、 $-C(O)O-$ 、 $-C(O)S-$ 、 $-SO_2N(R^d)-$ 、 $-N(R^d)SO_2-$ 、 $-N(R^d)C(O)-$ 、 $-N(R^d)C(O)N(R^d)-$ 、 $-OC(O)N(R^d)-$ 、若しくは $-C(O)N(R^d)-$ ；又は、これらと2価連結基との組み合わせである（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。

$s1$ は、0又は1である。

[0130] X^{32} が、 $-O-$ 、 $-S-$ 、 $-N(R^d)-$ 、 $-C(O)-$ 、 $-C(O)O-$ 、 $-C(O)S-$ 、 $-SO_2N(R^d)-$ 、 $-N(R^d)SO_2-$ 、 $-N(R^d)C(O)-$ 、 $-N(R^d)C(O)N(R^d)-$ 、 $-OC(O)N(R^d)-$ 、若しくは $-C(O)N(R^d)-$ と、2価連結基と、の組み合わせである場合、2価連結基は、式(C)又は(D)の $Si(R^3)_2$ 又は $Si(R^4)_2$ と結合する。

2価連結基としては、アルキレン基、オルガノ（ポリ）シロキサン残基、ポリアルキレンオキシド基、及びこれらの組み合わせが挙げられる。

[0131] Q^{b1} は、単結合又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、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、1～30が好ましく、1～20がより好ましく、2～20が更に好ましく、2～6が特に好ましい。また、前記炭素数は1～10であってもよい。

[0132] 基(3-1A-2)において、 X^{33} は、 $-O-$ 、 $-S-$ 、 $-N(R^d)-$ 、 $-C(O)-$ 、 $-C(O)O-$ 、 $-C(O)S-$ 、 $-SO_2N(R^d)-$ 、 $-N(R^d)SO_2-$ 、 $-N(R^d)C(O)-$ 、 $-N(R^d)C(O)N(R^d)-$ 、 $-OC(O)N(R^d)-$ 、若しくは $-C(O)N(R^d)-$ ；又は、これらと2価連結基との組み合わせである。

R^d の定義は、上述した通りである。

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

[0133] X^{33} が、 $-O-$ 、 $-S-$ 、 $-N(R^d)-$ 、 $-C(O)-$ 、 $-C(O)O-$ 、 $-C(O)S-$ 、 $-SO_2N(R^d)-$ 、 $-N(R^d)SO_2-$ 、 $-N(R^d)C(O)-$ 、 $-N(R^d)C(O)N(R^d)-$ 、 $-OC(O)N(R^d)-$ 、若しくは $-C(O)N(R^d)-$ と、2価連結基と、の組み合わせである場合、2価連結基は、式(C)又は(D)の $Si(R^3)_2$ 又は $Si(R^4)_2$ と結合する。

2価連結基としては、アルキレン基、オルガノ(ポリ)シロキサン残基、ポリアルキレンオキシド基、及びこれらの組み合わせが挙げられる。

[0134] 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、1～20が好ましく、1～10がより好ましく、1～6が更に好ましく、1～3が特に好ましい。

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。

[0135] Q^{a2} は、化合物を製造しやすい点から、単結合が好ましい。

[0136] 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が更に好ましく、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。

[0137] Q^{b2} としては、化合物を製造しやすい点から、 $-CH_2CH_2CH_2-$ 、 $-CH_2CH_2OCH_2CH_2CH_2-$ が好ましい（ただし、右側がSiに結合する）。

[0138] 2個の $[-Q^{b2}-Si(R^2)_nL_{3-n}]$ は、同一であっても異なってもよい。

[0139] 基(3-1A-3)において、 Q^{a3} 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。化合物を製造しやすい点から、 Q^{a3} は、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。

[0140] R^g は、水素原子、水酸基又はアルキル基である。

R⁹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、メチル基が更に好ましい。

[0141] Q^{b3}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^{b3}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が更に好ましく、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が更に好ましい。

Q^{b3}は、化合物を製造しやすい点から、 $-\text{CH}_2\text{CH}_2-$ 、 $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-$ 、又は $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-$ が好ましい。

[0142] 2個の $[-\text{Q}^{\text{b3}}-\text{Si}(\text{R}^2)_n\text{L}_{3-n}]$ は、同一であっても異なってもよい。

[0143] 基(3-1A-4)において、Q^eは、 $-\text{C}(\text{O})\text{O}-$ 、 $-\text{SO}_2\text{N}(\text{R}^d)-$ 、 $-\text{N}(\text{R}^d)\text{SO}_2-$ 、 $-\text{N}(\text{R}^d)\text{C}(\text{O})-$ 、若しくは、 $-\text{C}(\text{O})\text{N}(\text{R}^d)-$ ；又は、これらと2価連結基との組み合わせである。

Q^eが、 $-\text{C}(\text{O})\text{O}-$ 、 $-\text{SO}_2\text{N}(\text{R}^d)-$ 、 $-\text{N}(\text{R}^d)\text{SO}_2-$ 、 $-\text{N}(\text{R}^d)\text{C}(\text{O})-$ 、若しくは、 $-\text{C}(\text{O})\text{N}(\text{R}^d)-$ と、2価連結基との組み合わせである場合、2価連結基は、式(C)又は(D)の $\text{Si}(\text{R}^3)_2$ 又は $\text{Si}(\text{R}^4)_2$ と結合する。

2価連結基としては、アルキレン基、オルガノ（ポリ）シロキサン残基、ポリアルキレンオキシド基、及びこれらの組み合わせが挙げられる。

R³¹の定義は、上述した通りである。w1が1又は2である場合、R³¹は

水素原子であることが好ましい。

s_4 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、1～20が好ましく、1～10がより好ましく、1～6が更に好ましく、1～3が特に好ましい。

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、 $-CH_2O-$ 、 $-CH_2OCH_2-$ 、 $-CH_2OCH_2CH_2O-$ 、 $-CH_2OCH_2CH_2OCH_2-$ 、 $-CH_2OCH_2CH_2CH_2CH_2OC$
 H_2- が好ましく、 s_4 が1の場合は、単結合、 $-CH_2-$ 、 $-CH_2CH_2-$ が好ましい。

[0144] 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 $(O)_{u_4}$ 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が更に好ましく、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。

[0145] 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点から、—CH₂CH₂—、—CH₂CH₂CH₂—、—CH₂OCH₂CH₂CH₂—、—CH₂OCH₂CH₂CH₂CH₂CH₂—、—OCH₂CH₂CH₂—、—OSi(CH₃)₂CH₂CH₂CH₂—、—OSi(CH₃)₂OSi(CH₃)₂CH₂CH₂CH₂—、—CH₂CH₂CH₂Si(CH₃)₂PhSi(CH₃)₂CH₂CH₂—が好ましい（ただし、右側がSiに結合する。）。

[0146] w₁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(R²)_nL_{3-n}]が2個以上ある場合は、2個以上の[—(O)_{u4}—Q^{b4}—Si(R²)_nL_{3-n}]は、同一であっても異なってもよい。

R³¹が2個以上ある場合は、2個以上の(—R³¹)は、同一であっても異なってもよい。

[0147] 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、—OCH₂CH₂CH₂—、—OCH₂CH₂OCH₂CH₂CH₂—、—CH₂CH₂—、—CH₂CH₂CH₂—が好ましい（ただし、右側がSiに結合する。）。

[0148] 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が更に好ましく、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が更に好ましい。

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

[0149] 3個の $[-Q^{b5}-Si(R^2)_nL_{3-n}]$ は、同一であっても異なってもよい。

[0150] 基(3-1A-6)中の Q^e 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。

[0151] Q^{a6} 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^{a6} としては、化合物を製造しやすい点から、 $-CH_2OCH_2CH_2CH_2-$ 、 $-CH_2OCH_2CH_2OCH_2CH_2CH_2-$ 、 $-CH_2CH_2-$ 、 $-CH_2CH_2CH_2-$ が好ましい（ただし、右側が Z^a に結合する。）。

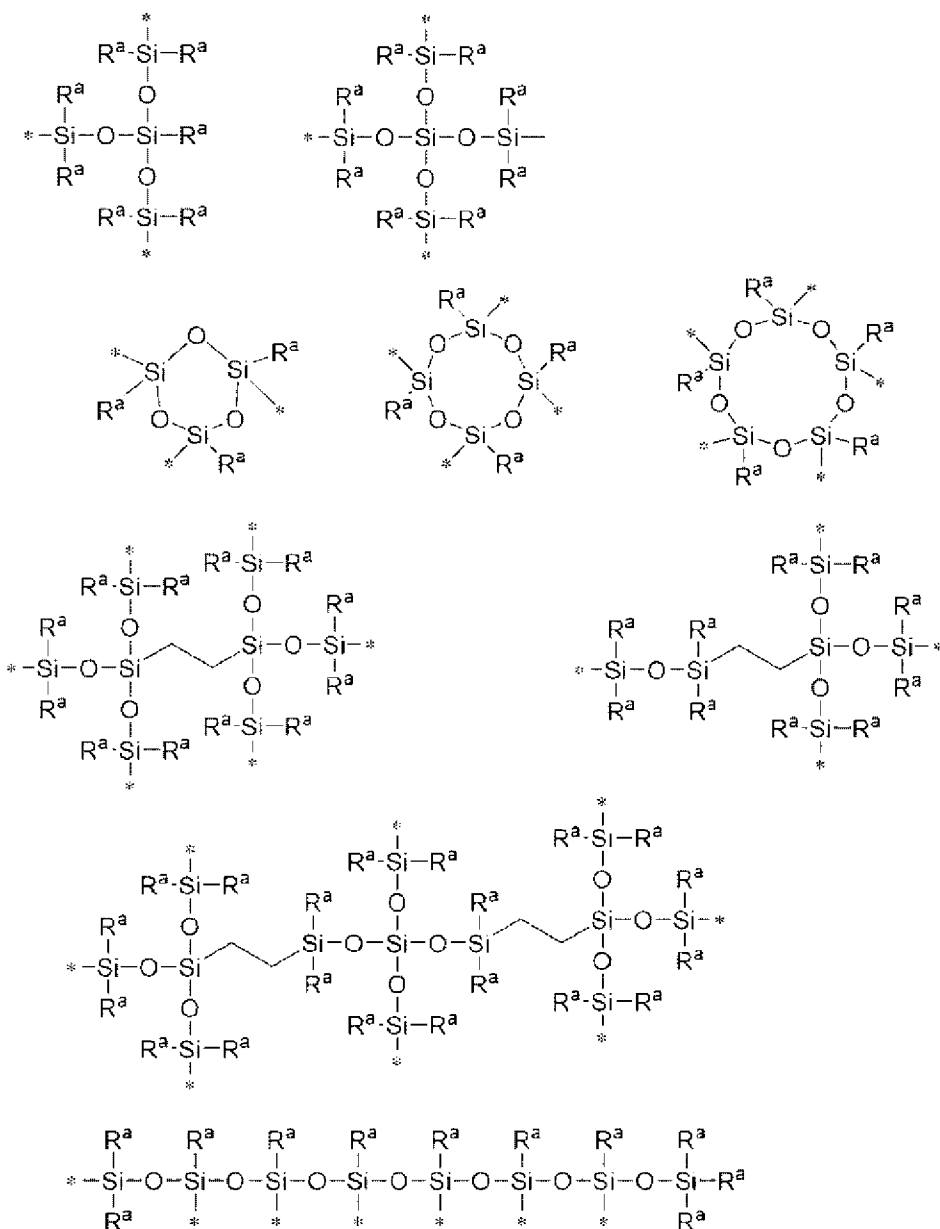
[0152] Z^a は、 $(w2+1)$ 価のオルガノ（ポリ）シロキサン残基、又は、 $(w2+1)$ 価であって、オルガノ（ポリ）シロキサン残基とオルガノ（ポリ）シロキサン残基との間にアルキレン基を有する基である。

$w2$ は、2～7の整数である。

$(w2+1)$ 価のオルガノ（ポリ）シロキサン残基、及び、 $(w2+1)$ 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。 $*$ は、結合部位を示す。

[0153]

[化13]



[0154] Q^{b6}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^{b6}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が更に好ましく、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^{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が更に好ましい。

Q^{b6} としては、化合物を製造しやすい点から、 $-CH_2CH_2-$ 、 $-CH_2CH_2CH_2CH_2-$ が好ましい。

w2個の $[-Q^{b6}-Si(R^2)_nL_{3-n}]$ は、同一であっても異なってもよい。

[0155] 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。

[0156] 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価が更に好ましく、5～6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が更に好ましい。

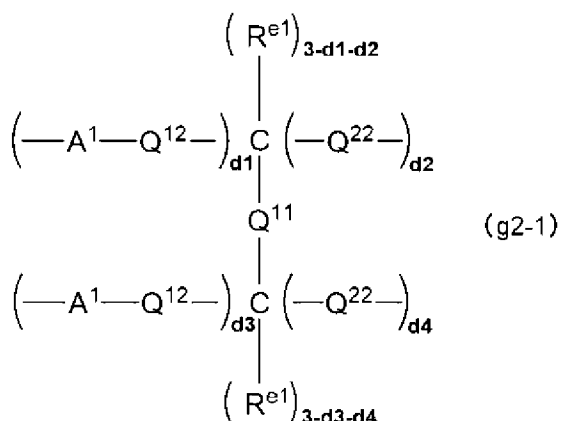
$w3$ は、4～20が好ましく、4～16がより好ましく、4～8が更に好ましく、4～5が特に好ましい。

$w4$ は、0～10が好ましく、0～8がより好ましく、0～6が更に好ましく、0～3が特に好ましく、0～1が最も好ましい。

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

[0157] 式A($Si(R^2)_nL_{3-n}$) $_{q1}$ におけるAは、基($g2-1$)～($g2-7$)であってもよい。

[0158] [化14]



[0159] $(-A^1-Q^{12}-)_{e1} C (R^{e2})_{4-e1-e2} (-Q^{22}-)_{e2} \cdots (g2-2)$

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

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

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

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

$-A^1-Q^{12}-CH (-Q^{22}-)-Si (R^{e3})_{3-i3} (-Q^{25}-)_{i3} \cdots (g2-7)$

[0160] ただし、式 (g2-1) ~ (g2-7) においては、 A^1 側が $Si (R^3)_2$ 又は $Si (R^4)_2$ と結合し、 Q^{22} 、 Q^{23} 、 Q^{24} 、 Q^{25} 又は Q^{26} 側が $[-Si (R^2)_n L_{3-n}]$ と結合する。

A^1 は、単結合、 $-C(O)NR^6-$ 、 $-C(O)-$ 、 $-OC(O)O-$ 、 $-NHC(O)O-$ 、 $-NHC(O)NR^6-$ 、 $-O-$ 又は SO_2NR^6- である。

Q^{11} 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 $-C(O)NR^6-$ 、 $-C(O)-$ 、 $-NR^6-$ 又は $O-$ を有する基である。

Q^{12} 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 $-C(O)NR^6-$ 、 $-C(O)-$ 、 $-NR^6-$ 又は $O-$ を有

する基であり、Aが Q^{12} を2以上有する場合、2以上の Q^{12} は同一であっても異なってもよい。

Q^{13} は、単結合（ただし、 A^1 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 $-C(O)NR^6-$ 、 $-C(O)-$ 、 $-NR^6-$ 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。

Q^{14} は、 Q^{14} が結合する Z^4 における原子が炭素原子の場合、 Q^{12} であり、 Q^{14} が結合する Z^4 における原子が窒素原子の場合、 Q^{13} であり、Aが Q^{14} を2以上有する場合、2以上の Q^{14} は同一であっても異なってもよい。

Q^{15} 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 $-C(O)NR^6-$ 、 $-C(O)-$ 、 $-NR^6-$ 又は $O-$ を有する基であり、Aが Q^{15} を2以上有する場合、2以上の Q^{15} は同一であっても異なってもよい。

Q^{22} 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 $-C(O)NR^6-$ 、 $-C(O)-$ 、 $-NR^6-$ 又は $O-$ を有する基、アルキレン基の S_i に接続しない側の末端に $-C(O)NR^6-$ 、 $-C(O)-$ 、 $-NR^6-$ 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 $-C(O)NR^6-$ 、 $-C(O)-$ 、 $-NR^6-$ 又は $O-$ を有しかつ S_i に接続しない側の末端に $-C(O)NR^6-$ 、 $-C(O)-$ 、 $-NR^6-$ 又は $O-$ を有する基であり、Aが Q^{22} を2以上有する場合、2以上の Q^{22} は同一であっても異なってもよい。

Q^{23} 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 $-C(O)NR^6-$ 、 $-C(O)-$ 、 $-NR^6-$ 又は $O-$ を有する基であり、2個の Q^{23} は同一であっても異なってもよい。

Q^{24} は、 Q^{24} が結合する Z^4 における原子が炭素原子の場合、 Q^{22} であり、 Q^{24} が結合する Z^4 における原子が窒素原子の場合、 Q^{23} であり、Aが Q^{24} を2以上有する場合、2以上の Q^{24} は同一であっても異なってもよい。

Q^{25} 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 $-C(O)NR^6-$ 、 $-C(O)-$ 、 $-NR^6-$ 又は $O-$ を有する基であり、 A 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いるいてもよい。

Q^{26} 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 $-C(O)NR^6-$ 、 $-C(O)-$ 、 $-NR^6-$ 又は $O-$ を有する基である。

Q^{22} 、 Q^{23} 、 Q^{24} 、 Q^{25} 、 Q^{26} がアルキレン基の場合、炭素数は 1 ~ 20 が好ましく、1 ~ 10 がより好ましく、1 ~ 6 が更に好ましい。

Z^4 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 ($h_1 + h_2$) 価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、 A 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いるいてもよい。

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。

[0161] d_1 は、0 ~ 3 の整数であり、1 又は 2 であることが好ましい。

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 ~ 3 の整数であり、0 又は 1 であることが好ましい。

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 ~ 5 の整数であり、1 又は 2 であることが好ましい。

$d_2 + d_4$ 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 ~ 3 の整数であり、1 又は 2 であることが好ましい。

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 以上の整数であり、1 又は 2 であることが好ましい。

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、1～3の整数であり、1又は2であることが好ましい。

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。

[0162] 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更に優れる点から、1～30が好ましく、1～20がより好ましく、2～20が更に好ましく、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でもよく、1～6でもよく、1～4でもよい。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。

[0163] Z^4 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、 Z^4 における環構造には Q^{14} や Q^{24} 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 Q^{14} や Q^{24} が連結することはない。

[0164] 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が特に好ましい。

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が特に好ましい。

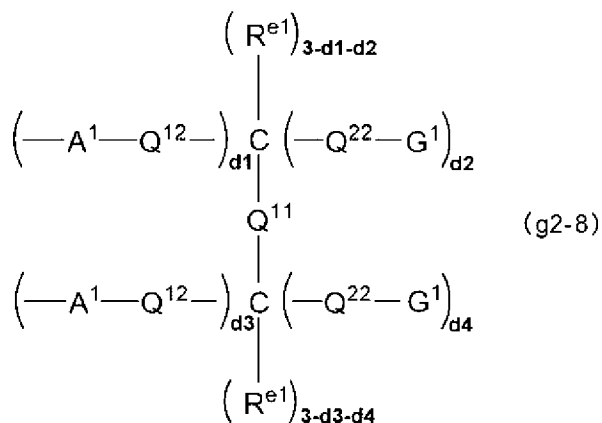
h_1 は、化合物を製造しやすい点、並びに、表面処理層の耐摩耗性が更に優れる点から、1～6が好ましく、1～4がより好ましく、1又は2が更に好ましく、1が特に好ましい。

h_2 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更に優れる点から、2～6が好ましく、2～4がより好ましく、2又は3が特に好ましい。

[0165] 式A ($S_i(R^2)_nL_{3-n}$) $_{q1}$ におけるAの他の形態としては、基 (g_2

− 8) ∼ (g 2 − 1 4) が挙げられる。

[0166] [化15]



[0167] $(-A^1-Q^{12}-)_{e1} C (R^{e2})_{4-e1-e2} (-Q^{22}-G^1)_{e2} \cdots (g 2-9)$

$-A^1-Q^{13}-N (-Q^{23}-G^1)_2 \cdots (g 2-10)$

$(-A^1-Q^{14}-)_{h1} Z^4 (-Q^{24}-G^1)_{h2} \cdots (g 2-11)$

$(-A^1-Q^{15}-)_{i1} Si (R^{e3})_{4-i1-i2} (-Q^{25}-G^1)_{i2} \cdots (g 2-12)$

$-A^1-Q^{26}-G^1 \cdots (g 2-13)$

$-A^1-Q^{12}-CH (-Q^{22}-G^1)-Si (R^{e3})_{3-i3} (-Q^{25}-G^1)_{i3} \cdots (g 2-14)$

[0168] ただし、式 (g 2 − 8) ∼ (g 2 − 1 4) においては、A¹側がSi (R³)₂又はSi (R⁴)₂と結合し、G¹側が[−Si (R²)_nL_{3−n}]と結合する。

[0169] G¹は、下記基 (g 3) であり、A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 (g 2 − 1) ∼ (g 2 − 7) における符号と同じである。

$-Si (R^{13})_{3-k3} (-Q^3-)_{k3} \cdots (g 3)$

ただし、基 (g 3) においては、Si 側がQ²²、Q²³、Q²⁴、Q²⁵及びQ²⁶に接続し、Q³側が[−Si (R²)_nL_{3−n}]に接続する。R¹³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 $-C(O)NR^6-$ 、 $-C(O)-$ 、 $-NR^6-$ 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。

[0170] 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更に優れる点から、1～30が好ましく、1～20がより好ましく、2～20が更に好ましく、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^{13} 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が更に好ましい。

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が更に好ましい。

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が特に好ましい。

p は、0又は1が好ましい。

[0171] [第1化合物S及び第1化合物Dの例]

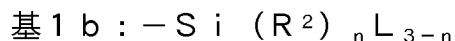
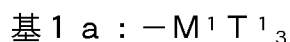
以下に、第1化合物S及び第1化合物Dの具体例を詳述する。

第1化合物Sの具体例としては、以下の化合物(1)～(3)、(4A)、及び(5)が挙げられる。

第1化合物Dの具体例として、以下の化合物(4B)が挙げられる。

[0172] ・化合物(1)

下記基 1 a と、鎖状オルガノ（ポリ）シロキサン残基と、炭素数 3 以上のアルキレン鎖又はポリアルキレンオキシド鎖である部分構造と、下記基 1 b と、を含む化合物。



M^1 は、 Si 、 Sn 、又は Ge であり、

T^1 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り、

R^2 は、それぞれ独立に、1 価の炭化水素基であり、

L は、それぞれ独立に、加水分解性基、加水分解性基を有する基、又は水酸基であり、

n は、それぞれ独立に、0～2 の整数である。

R^2 、 L 、及び n は、上記式（S 1）における R^2 、 L 、及び n と同様である。

基 1 a の詳細は、式（C）中の T^1 の説明における T^1_3M^1 の詳細と同じである。

[0173] ・化合物（2）

炭素数 2 以上のアルキル基と、鎖状オルガノ（ポリ）シロキサン残基と、反応性シリル基と、を含む化合物。

[0174] ・化合物（3）

下記基 3 a と、2 価の鎖状オルガノ（ポリ）シロキサン残基を含む部分構造と、下記基 3 b と、を含み、前記部分構造は、2 価の鎖状オルガノ（ポリ）シロキサン残基であるか、又は、2 価の鎖状オルガノ（ポリ）シロキサン残基と、アルキレン鎖及びポリアルキレンオキシド鎖の少なくとも一方との組み合わせである、化合物。

基 3 a : 1 価の環状のポリシロキサン残基又は 1 価のかご状のポリシロキサン残基



R^2 は、それぞれ独立に、1価の炭化水素基であり、

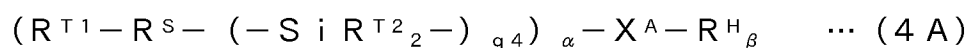
L はそれぞれ独立に、加水分解性基、加水分解性基を有する基、又は水酸基であり、

n はそれぞれ独立に、0～2の整数である。

R^2 、 L 、及び n は、上記式（S1）における R^2 、 L 、及び n と同様である。

[0175] ・化合物（4A）、（4B）

下記式（4A）又は（4B）で表される化合物



式（4A）及び（4B）中、

R^S は、それぞれ独立に、2価の直鎖オルガノシロキサン基であり、

R^{T1} は、それぞれ独立に、炭化水素基であり、

R^{T2} は、それぞれ独立に、炭化水素基であり、

$p4$ は、0又は1であり、

$q4$ は、それぞれ独立に、0又は1であり、

R^H は、下記式（W1）～（W4）のいずれかで表される基であり、

上記 R^H 中には、水酸基又は加水分解性基が結合した $S i$ 原子が2つ以上存在し、

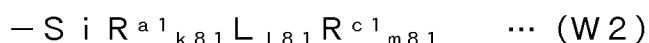
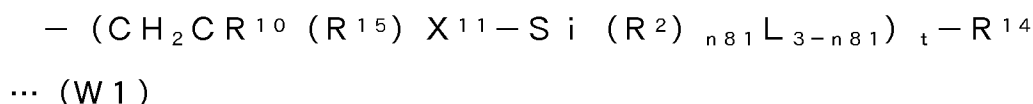
X^A は、それぞれ独立して、単結合又は下記式（W5）で表される基であり、

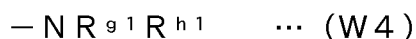
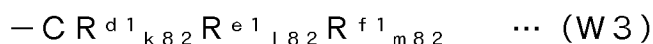
、

α は、1～9の整数であり、

β は、1～9の整数であり、

γ は、それぞれ独立に、1～9の整数である。





式 (W1) ~ (W4) 中、

L は、それぞれ独立に、加水分解性基、加水分解性基を有する基、又は水酸基であり、

R^2 は、それぞれ独立に、1 価の炭化水素基であり、

n_{81} は、 $(Si R^2_{n81} L_{3-n81})$ 単位毎にそれぞれ独立して、0 ~ 3 の整数であり、

X^{11} は、それぞれ独立に、単結合又は 2 価の有機基であり；

R^{10} は、それぞれ独立に、水素原子又は 1 価の有機基であり；

t は、それぞれ独立に、2 以上の整数であり；

R^{14} は、それぞれ独立に、水素原子、ハロゲン原子、又は $-X^{11}-Si (R^2)_{n81} L_{3-n81}$ であり；

R^{15} は、それぞれ独立に、単結合、酸素原子、炭素数 1 ~ 6 のアルキレン基、又は炭素数 1 ~ 6 のアルキレンオキシ基であり；

R^{a1} は、それぞれ独立に、 $-Z^{81}-Si R^{21}_{p81} L_{q81} R^{23}_{r81}$ であり；

Z^{81} は、それぞれ独立に、2 価の有機基であり；

R^{21} は、それぞれ独立に、 $-Z^{1'}-Si R^{21'}_{p1'} L_{q1'} R^{23'}_{r1'}$ であり；

R^{23} は、それぞれ独立に、1 価の有機基であり；

p_{81} は、それぞれ独立に、0 ~ 3 の整数であり；

q_{81} は、それぞれ独立に、0 ~ 3 の整数であり；

r_{81} は、それぞれ独立に、0 ~ 3 の整数であり；

$p_{81} + q_{81} + r_{81}$ は、3 であり；

$Z^{1'}$ は、それぞれ独立に、2 価の有機基であり；

$R^{21'}$ は、それぞれ独立に、 $-Z^{1''}-Si L_{q1''} R^{23''}_{r1''}$ であり；

$R^{23'}$ は、それぞれ独立に、1 価の有機基であり；

$p_{1'}$ は、それぞれ独立に、0 ~ 3 の整数であり；

q_1' は、それぞれ独立に、0～3の整数であり；
 r_1' は、それぞれ独立に、0～3の整数であり；
 $p_1' + q_1' + r_1'$ は、3であり；
 $Z^{1''}$ は、それぞれ独立に、2価の有機基であり；
 $R^{23''}$ は、それぞれ独立に、1価の有機基であり；
 q_1'' は、それぞれ独立に、0～3の整数であり；
 r_1'' は、それぞれ独立に、0～3の整数であり；
 $q_1'' + r_1''$ は、3であり；
 R^{c1} は、それぞれ独立に、1価の有機基であり；
 k_{81} は、それぞれ独立に、0～3の整数であり；
 l_{81} は、それぞれ独立に、0～3の整数であり；
 m_{81} は、それぞれ独立に、0～3の整数であり；
 $k_{81} + l_{81} + m_{81}$ は、3であり；
 R^{d1} は、それぞれ独立に、 $-Z^{82} - C R^{71}_{p_{82}} R^{72}_{q_{82}} R^{73}_{r_{82}}$ であり；
 Z^{82} は、それぞれ独立に、単結合、酸素原子又は2価の有機基であり；
 R^{71} は、それぞれ独立に、 $-Z^{2'} - C R^{32'}_{q_{2'}} R^{33'}_{r_{2'}}$ であり；
 R^{72} は、それぞれ独立に、 $-Z^{83} - Si L_{n_{82}} R^{35}_{3-n_{82}}$ であり；
 R^{73} は、それぞれ独立に、水素原子、水酸基又は1価の有機基であり；
 p_{82} は、それぞれ独立に、0～3の整数であり；
 q_{82} は、それぞれ独立に、0～3の整数であり；
 r_{82} は、それぞれ独立に、0～3の整数であり；
 $p_{82} + q_{82} + r_{82}$ は、3であり；
 $Z^{2'}$ は、それぞれ独立に、単結合、酸素原子又は2価の有機基であり；
 $R^{32'}$ は、それぞれ独立に、 $-Z^{83} - Si L_{n_{82}} R^{35}_{3-n_{82}}$ であり；
 $R^{33'}$ は、それぞれ独立に、水素原子、水酸基又は1価の有機基であり；
 $q_{2'}$ は、それぞれ独立に、0～3の整数であり；
 $r_{2'}$ は、それぞれ独立に、0～3の整数であり；
 $q_{2'} + r_{2'}$ は、3であり；

Z^{83} は、それぞれ独立に、単結合、酸素原子又は2価の有機基であり；

R^{35} は、それぞれ独立に、1価の有機基であり；

n_{82} は、それぞれ独立に、0～3の整数であり；

R^{e1} は、それぞれ独立に、 $-Z^{83}-SiL_{n_{82}}R^{35}_{3-n_{82}}$ であり；

R^{f1} は、それぞれ独立に、水素原子、水酸基又は1価の有機基であり；

k_{82} は、それぞれ独立に、0～3の整数であり；

l_{82} は、それぞれ独立に、0～3の整数であり；

m_{82} は、それぞれ独立に、0～3の整数である。

$k_{82}+l_{82}+m_{82}$ は、3であり；

R^{g1} 及び R^{h1} は、それぞれ独立に、 $-Z^{84}-SiL_{n_{81}}R^{2}_{3-n_{81}}$ 、 $-Z^{84}-SiR^{a1}_{k_{81}}L_{l_{81}}R^{c1}_{m_{81}}$ 、又は $-Z^{84}-CR^{d1}_{k_{82}}R^{e1}_{l_{82}}R^{f1}_{m_{82}}$ であり；

Z^{84} は、それぞれ独立に、単結合、酸素原子又は2価の有機基であり；

ただし、式(W1)、(W2)、(W3)、及び(W4)中、加水分解性基、加水分解性基を有する基、又は水酸基が結合したSi原子が少なくとも2つ存在する。

R^2 及びLは、上記式(S1)における R^2 及びLと同様である。

[0176] $-(R^{50})_{p_5}-(X^{51})_{q_5}-\dots$ (W5)

式(W5)中、

R^{50} は、単結合、 $-(CH_2)_{s_5}-$ 又はo-、m-若しくはp-フェニレン基であり、

s_5 は、1～20の整数であり、

X^{51} は、 $-(X^{52})_{l_5}-$ であり、

X^{52} は、各出現においてそれぞれ独立して、 $-O-$ 、 $-S-$ 、o-、m-若しくはp-フェニレン基、 $-CO-$ 、 $-C(O)O-$ 、 $-CONR^{54}-$ 、 $-O-CONR^{54}-$ 、 $-NR^{54}-$ 及び $-(CH_2)_{n_5}-$ からなる群から選択される基であり、

R^{54} は、各出現においてそれぞれ独立して、水素原子、又は1価の有機基

であり、

n_5 は、各出現においてそれぞれ独立して、1～20の整数であり、

l_5 は、1～10の整数であり、

p_5 は、0又は1であり、

q_5 は、0又は1であり、

p_5 及び q_5 の少なくとも一方は1であり、 $(R^{50})_{p_5}$ 及び $(X^{51})_{q_5}$ の存在順序は任意である。

[0177] X^A は、それぞれ独立して、単結合、炭素数1～20のアルキレン基、 $-(CH_2)_{s_5}-X^{53}-$ 、 $-X^{53}-(CH_2)_{t_5}-$ 、又は $-(CH_2)_{s_5}-X^{53}-(CH_2)_{t_5}-$ であることが好ましい。

X^{53} は、単結合、 $-O-$ 、 $-CO-$ 、 $-CONR^{54}-$ 、 $-O-CONR^{54}-$ 、 $-O-(CH_2)_{u_5}-CONR^{54}-$ 、又は $-O-(CH_2)_{u_5}-CO-$ であり、

R^{54} は、各出現においてそれぞれ独立して、水素原子、フェニル基、炭素数1～6のアルキル基又は炭素数1～10のオキシアルキレン含有基であり、

s_5 は、1～20の整数であり、

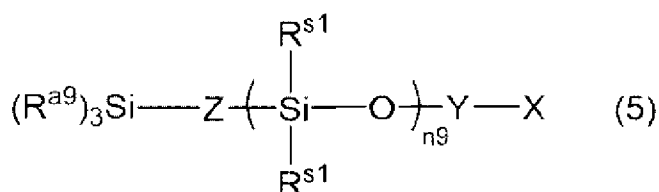
t_5 は、1～20の整数であり、

u_5 は、1～20の整数であることが好ましい。

[0178] ・化合物(5)

下記式(5)で表される化合物。

[0179] [化16]



[0180] 式(5)中、

Y は、単結合又は $*-Si(R^{s2})_2-L^{s1}-$ を表す。 $*$ は酸素原子との結合手を表す。

Zは、酸素原子又は炭素数1～10の2価の炭化水素基を表す。

R^{a9}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を表す。ただし、R^{a9}の全てが炭化水素基の場合、R^{a9}で表される炭化水素基はアルキル基である。

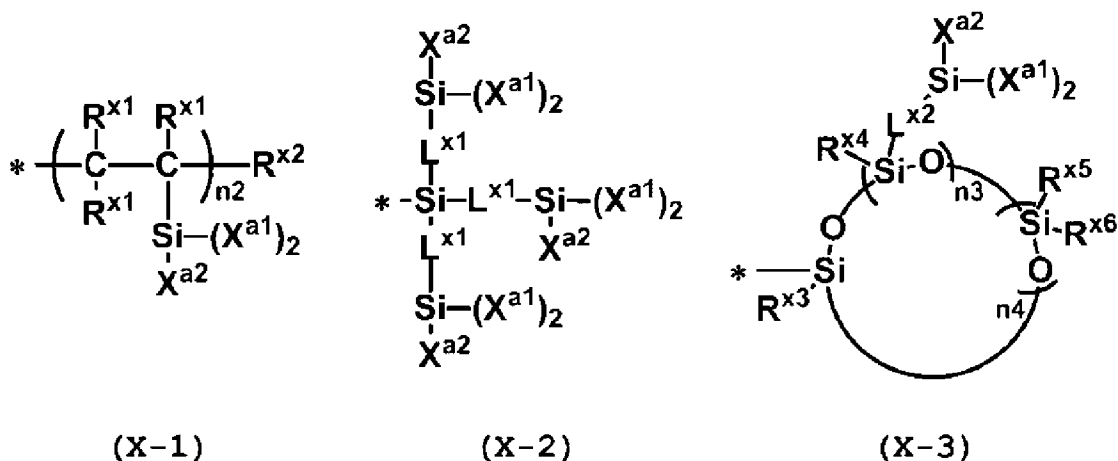
R^{s1}、R^{s2}は、それぞれ独立に、炭素数1～10のアルキル基を表す。

L^{s1}は、炭素数1～10の2価の炭化水素基を表す。

Xは、下記式(X-1)～(X-3)のいずれかで表される基を表す。

n₉は、1～150の数を表す。

[0181] [化17]



[0182] 式(X-1)～(X-3)中、

L^{x1}及びL^{x2}は、それぞれ独立に、炭素数1～20の2価の炭化水素基を表し、該2価の炭化水素基に含まれるメチレン基(—CH₂—)は、—O—又は—O—Si(R^{x7})₂—に置き換わっていてもよい。

R^{x1}～R^{x7}は、それぞれ独立に、水素原子又は炭素数1～10の炭化水素基を表す。

X^{a1}は、それぞれ独立に、加水分解性基、加水分解性基を有する基、又はトリアルコキシシリルオキシ基を表す。

X^{a2}は、それぞれ独立に、トリアルキルシリル含有基、炭化水素鎖含有基、シロキサン骨格含有基、加水分解性基、加水分解性基を有する基、又はトリアルコキシシリルオキシ基を表し、X^{a2}が加水分解性基の場合、X^{a2}とX^a

¹とは、同一であっても異なってもよい。

n²は、1～50の整数を表す。

n³は、2～5の数を表す。

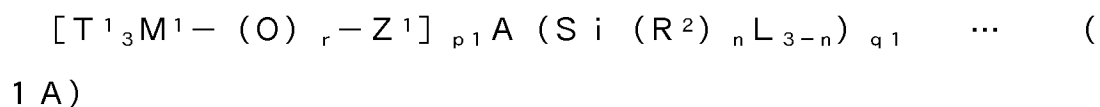
n⁴は、0～5の数を表す。

式(X-3)中、(Si(R^{x4})(-L^{x2}-Si(X^{a2})(X^{a1})₂)-O-)及び(Si(R^{x5})(R^{x6})-O-)で表される単位の順序は任意である。

[0183] 以下、化合物(1)～(5)について説明する。

[0184] (化合物(1))

化合物(1)は、下記式(1A)で表される化合物であることが好ましい。



式(1A)中、

M¹は、Si、Sn、又はGeであり、

T¹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り、

rは、0又は1であり、

Z¹は、それぞれ独立に、アルキレン鎖若しくはポリアルキレンオキシド鎖であるか、又は、アルキレン鎖と2価の鎖状オルガノ(ポリ)シロキサン残基との組み合わせであり、Aは、単結合又は(p₁+q₁)価の連結基であり、

R²は、それぞれ独立に、1価の炭化水素基であり、

Lは、それぞれ独立に、加水分解性基、加水分解性基を有する基、又は水酸基であり、

nは、それぞれ独立に、0～2の整数であり、

p₁及びq₁は、それぞれ独立に、1以上の整数である。

ただし、Z¹が、それぞれ独立に、アルキレン鎖若しくはポリアルキレンオ

キシド鎖である場合には、Aは、鎖状オルガノ（ポリ）シロキサン残基を含む（ $p1 + q1$ ）価の連結基である。

[0185] T^1 及び M^1 は、上記基1aにおける T^1 及び M^1 と同様であるため、説明を省略する。

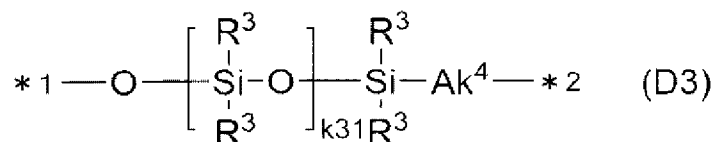
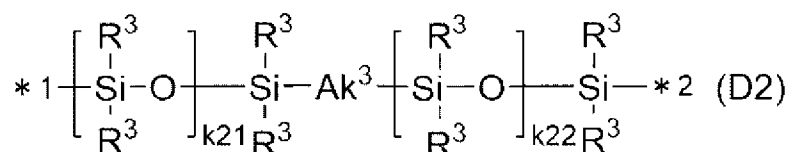
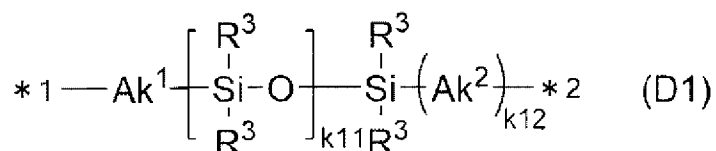
M^1 は Si が好ましい。

T^1 はトリアルキルシリルオキシ基が好ましく、ブチルジメチルシリルオキシ基、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。

R^2 、 L 、及び n は、上記式（S1）における R^2 、 L 、及び n と同様である。

Z^1 で表される、アルキレン鎖と2価の鎖状オルガノ（ポリ）シロキサン残基との組み合わせは、下記式（D1）、（D2）、又は（D3）で表されることが好ましい。

[0186] [化18]



[0187] 式（D1）中、 Ak^1 及び Ak^2 はそれぞれ独立に、アルキレン鎖を意味する。 R^3 は、式（B1）における R^3 と同じある。 $k11$ は1以上の数である。 $k12$ は0又は1である。

式（D2）中、 Ak^3 はアルキレン鎖を意味する。 R^3 は、式（B1）における R^3 と同じある。 $k21$ 及び $k22$ はそれぞれ独立に、1以上の数である。

式 (D 3) 中、 $A k^4$ はアルキレン鎖を意味する。 R^3 は、式 (B 1) における R^3 と同じである。 k^3 は 1 以上の数である。

式 (D 1)、(D 2)、又は (D 3) において、* 1 は基 1 a 側と連結し、* 2 は基 1 b 側と連結する。

[0188] A としては、本開示の効果を損なわない基であればよく、例えば、エーテル性酸素原子又は 2 価の鎖状オルガノ (ポリ) シロキサン残基を有していてもよいアルキレン基、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、上記基 (3-1 A)、基 (3-1 B)、基 (3-1 A-1)～(3-1 A-7) から $Si(R^2)_nL_{3-n}$ を除いた基が挙げられる。

A は、トリプチセン構造を含んでいてもよい。トリプチセン構造とは、トリプチセンから 2 以上の水素を除いた部分構造をいう。

[0189] また、A は、上記基 (g 2-1)～基 (g 2-14) であってもよい。

[0190] p_1 は、1 以上の整数である。表面処理層の撥水性がより優れる点から、 p_1 は 1～6 であることが好ましく、2～4 であることが好ましい。 p_1 は 1 であってもよい。

[0191] p_1 が 2 以上である場合、複数の $[T^1_3M^1-(O)_r-Z^1]$ は同一であってもよく、互いに異なってもよい。

[0192] q_1 は、1 以上の整数である。表面処理層の耐摩耗性がより優れる点から、 q_1 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く、2～6 であることが更に好ましく、2～4 であることが特に好ましく、2 又は 3 であることが極めて好ましい。 q_1 は 1 であってもよい。

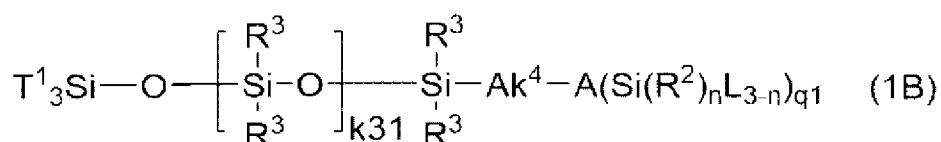
[0193] q_1 が 2 以上である場合、複数の $[Si(R^2)_nL_{3-n}]$ は同一であってもよく、互いに異なってもよい。

[0194] 式 (1 A) における基 $A(Si(R^2)_nL_{3-n})_{q_1}$ の好ましい態様は、前述した「第 1 化合物 S 及び第 1 化合物 D の部分構造」の項における基 $A(Si(R^2)_nL_{3-n})_{q_1}$ の好ましい態様と同様である。ただし、基 $A(Si(R^2)_nL_{3-n})_{q_1}$ における A は式 (1 A) の $[T^1_3M^1-(O)_r-Z^1]_{p_1}$

に連結する。Z¹のAに結合する側の末端がアルキレン鎖である場合、AのZ¹に結合する側の末端はアルキレン鎖ではない。Z¹のAに結合する側の末端がポリアルキレンオキシド鎖である場合、AのZ¹に結合する側の末端はポリアルキレンオキシド鎖ではない。

[0195] 化合物(1)は、下記式(1B)で表される化合物であることが好ましい。

[0196] [化19]



[0197] 式(1B)中、T¹は、基1aにおけるT¹と同じある。

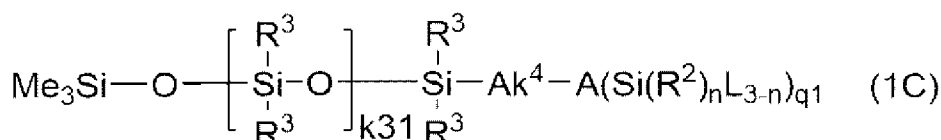
R³は、式(B1)におけるR³と同じある。k31は、式(D3)におけるk31と同じである。

A(Si(R²)_nL_{3-n})_{q1}で表される基は、式(1A)におけるA(Si(R²)_nL_{3-n})_{q1}で表される基と同じである。

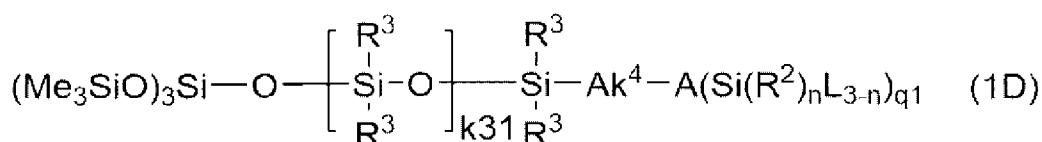
Ak⁴は、式(D3)におけるAk⁴と同じである。

[0198] 化合物(1)は、下記式(1C)、式(1D)、又は式(1E)で表される化合物であることが好ましい。

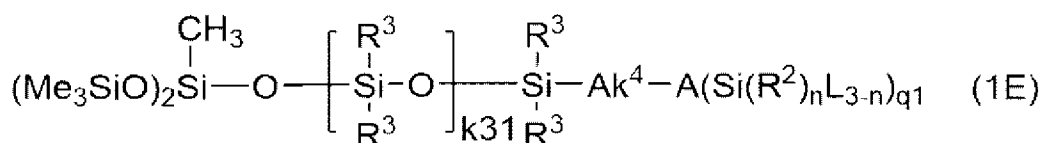
[0199] [化20]



[0200] [化21]



[0201] [化22]



[0202] 式(1C)、式(1D)、及び式(1E)中、 R^3 は、式(B1)における R^3 と同じある。 k^3 は、式(D3)における k^3 と同じである。

$A(S_i(R^2)_{nL_{3-n}})_{q1}$ で表される基は、式(1A)における $A(S_i(R^2)_{nL_{3-n}})_{q1}$ で表される基と同じである。

Ak^4 は、式(D3)における Ak^4 と同じである。

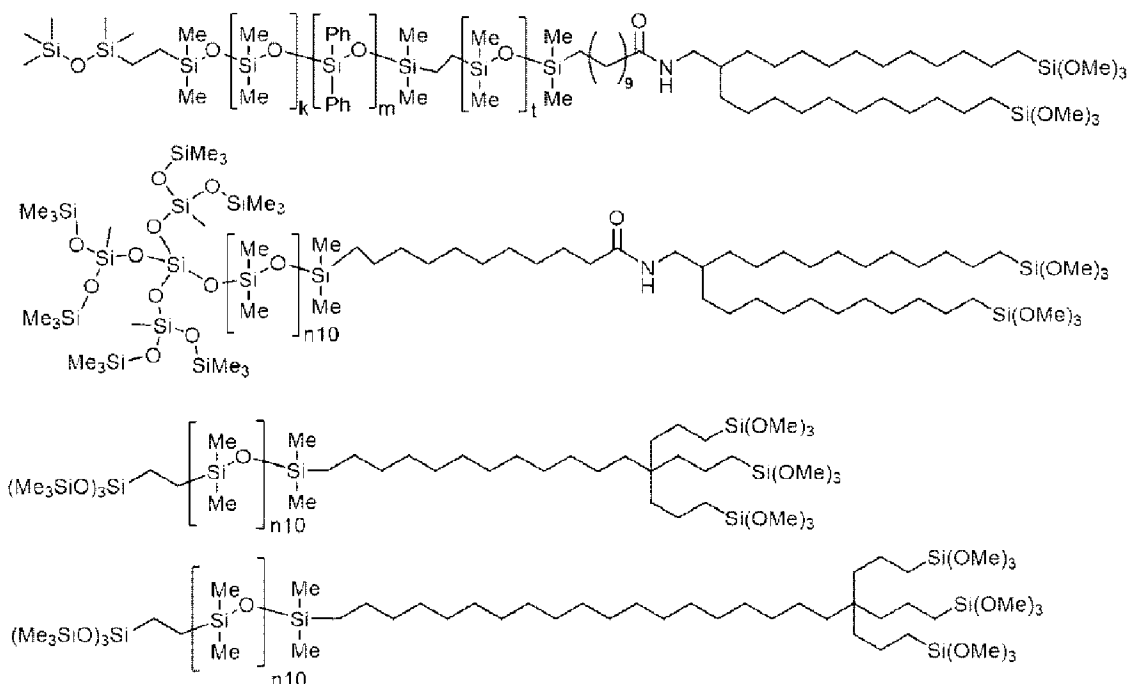
[0203] 化合物(1)の具体例としては、以下の化合物が挙げられる。

[0204] 下記式中、 $n10$ は1以上の数であり、 $n10$ は1～60の数が好ましく、3～50の数であってもよく、5～30の数であってもよく、7～25の数であってもよい。

[0205]

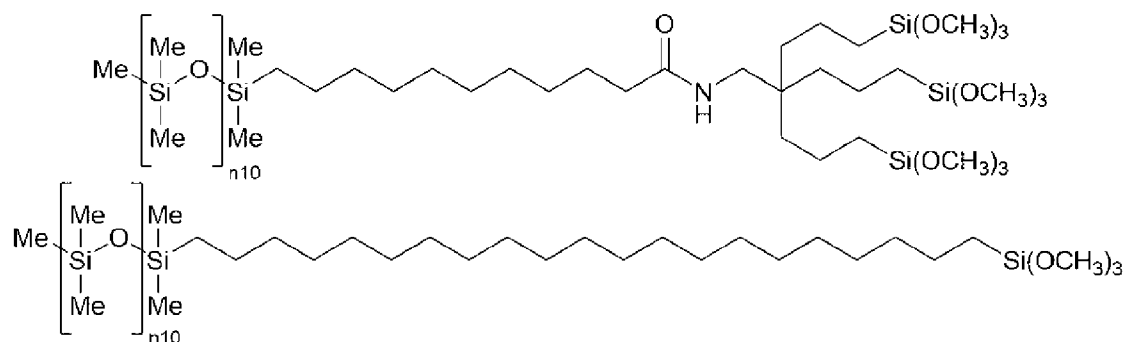
、3～50の数であってもよく、5～30の数であってもよく、7～25の数であってもよい。

[0207] [化24]



[0208] 下記式中、 n_{10} は1以上の数であり、 n_{10} は1～60の数が好ましく、3～50の数であってもよく、5～30の数であってもよく、7～25の数であってもよい。

[0209] [化25]



[0210] (化合物(2))

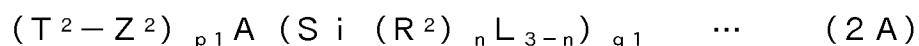
化合物(2)において、アルキル基とは、非置換のアルキル基を意味する。アルキル基は、直鎖状アルキル基、分岐鎖状アルキル基、及び環状アルキル基のいずれであってもよいが、直鎖状アルキル基又は分岐鎖状アルキル基

が好ましい。アルキル基の炭素数は2～30であることが好ましく、3～28であることがより好ましく、4～22であることが更に好ましい。

化合物中、アルキル基は1つのみ含まれていてもよく、2つ以上含まれていてもよい。

アルキル基は1価の基であるため、化合物の末端に位置する。

[0211] 化合物(2)は、下記式(2A)で表される化合物であることが好ましい。



式(2A)中、

T^2 は、炭素数2以上のアルキル基であり、

Z^2 は、2価の鎖状オルガノ(ポリ)シロキサン残基であり、

Aは、単結合又は($p1+q1$)価の連結基であり、

R^2 は、それぞれ独立に、1価の炭化水素基であり、

Lは、それぞれ独立に、加水分解性基、加水分解性基を有する基、又は水酸基であり、

nは、0～2の整数であり、

$p1$ 及び $q1$ は、それぞれ独立に、1以上の整数である。

[0212] T^2 で表される炭素数2以上のアルキル基の好ましい態様は、上記の通りである。

Z^2 で表される2価の鎖状オルガノ(ポリ)シロキサン残基は、上記式(B1)で表される基が好ましい。

R^2 、L、及びnは、上記式(S1)における R^2 、L、及びnと同様である。

$A(Si(R^2)_nL_{3-n})_{q1}$ で表される基は、下記に示す内容以外、上記式(1A)における $A(Si(R^2)_nL_{3-n})_{q1}$ で表される基と同様である。

$p1$ 及び $q1$ は、上記式(1A)における $p1$ 及び $q1$ と同様である。

[0213] $A(Si(R^2)_nL_{3-n})_{q1}$ で表される基は、基(3-1A)又は基(3

− 1 B) が好ましく、基 (3 − 1 A) がより好ましい。

式 (3 − 1 A) 中、 Q^a は、単結合又は 2 価の連結基である。

ただし、 Q^a の Z^2 と結合する側の末端は、オキシシリル基ではない。

[0214] 式 (3 − 1 A) 中、 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。

ただし、 Q^a が単結合の場合、 X^{31} の Z^2 と結合する側の末端は、オキシシリル基ではない。上記以外の場合、 X^{31} の末端は、オキシシリル基であってもよい。

[0215] 式 (3 − 1 A) 中、 Q^b は、単結合又は 2 価の連結基である。

ただし、 Q^a 及び X^{31} が単結合の場合、 Q^b の Z^2 と結合する側の末端はオキシシリル基ではない。上記以外の場合、 Q^b の末端は、オキシシリル基であってもよい。

また、 h が 1 であって、 Q^b がアルキレン基である場合、 $Q^a - X^{31}$ の Q^b 側末端はアルキレン基ではない。

[0216] 式 (3 − 1 B) 中、 Q^c は、単結合又は 2 価の連結基である。

ただし、 Q^c の Z^2 と結合する側の末端は、オキシシリル基ではない。

[0217] 基 (3 − 1 A) としては、基 (3 − 1 A − 1) ~ (3 − 1 A − 7) が好ましい。

ただし、基 (3 − 1 A − 1) ~ (3 − 1 A − 7) の Z^2 と結合する側の末端は、オキシシリル基ではない。

[0218] 基 (3 − 1 A − 1) において、 X^{32} は、 $-O-$ 、 $-S-$ 、 $-N(R^d)-$ 、 $-C(O)O-$ 、 $-C(O)S-$ 、 $-N(R^d)C(O)N(R^d)-$ 、 $-OC(O)N(R^d)-$ 、又は $-C(O)N(R^d)-$ が好ましく、 $-C(O)O-$ 又は $-C(O)N(R^d)-$ がより好ましい。

s_1 は 0 であることが好ましく、 Q^{b1} は、炭素数 2 ~ 6 のアルキレン基が好ましい。

[0219] 基 (3 − 1 A − 2) において、 X^{33} は、 $-O-$ 、 $-C(O)O-$ 、又は

C (O) N (R^d) - が好ましい。

[0220] 式 (2 A) における A は、基 (g 2 - 1) ~ (g 2 - 7) であってもよい。

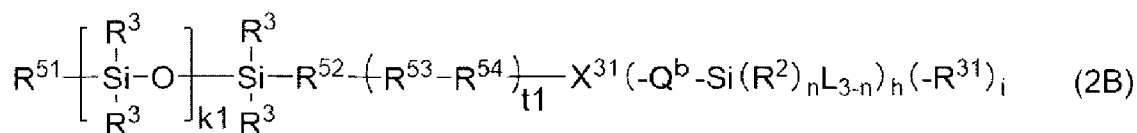
[0221] ただし、式 (g 2 - 1) ~ (g 2 - 7) においては、A¹ 側が Z² と結合し、Q²²、Q²³、Q²⁴、Q²⁵ 又は Q²⁶ 側が [-S i (R²)_n L_{3-n}] と結合する。

[0222] A の他の形態としては、基 (g 2 - 8) ~ (g 2 - 14) が挙げられる。

[0223] ただし、式 (g 2 - 8) ~ (g 2 - 14) においては、A¹ 側が Z² と結合し、G¹ 側が [-S i (R²)_n L_{3-n}] と結合する。

[0224] 化合物 (2) は、下記式 (2 B) で表される化合物であることが好ましい。

[化26]



[0225] 式 (2 B) 中、R⁵¹ は、炭素数 2 以上のアルキル基である。

R⁵² 及び R⁵⁴ はそれぞれ独立に、アルキレン基である。

R⁵³ は、-C (O) O-、-S O₂ N (R^d) -、-N (R^d) S O₂ -、-N (R^d) C (O) -、又は、-C (O) N (R^d) - である。

R³ は、式 (B 1) における R³ と同じある。k 1 は、式 (B 1) における k 1 と同じである。

X³¹ (-Q^b-S i (R²)_n L_{3-n})_h (-R³¹)_i で表される基は、基 (3 - 1 A) における X³¹ (-Q^b-S i (R³)_n L_{3-n})_h (-R³¹)_i で表される基と同じである。

t 1 は、0 又は 1 である。

[0226] R⁵¹ で表されるアルキル基の好ましい態様は、上記アルキル基の欄で説明した通りである。

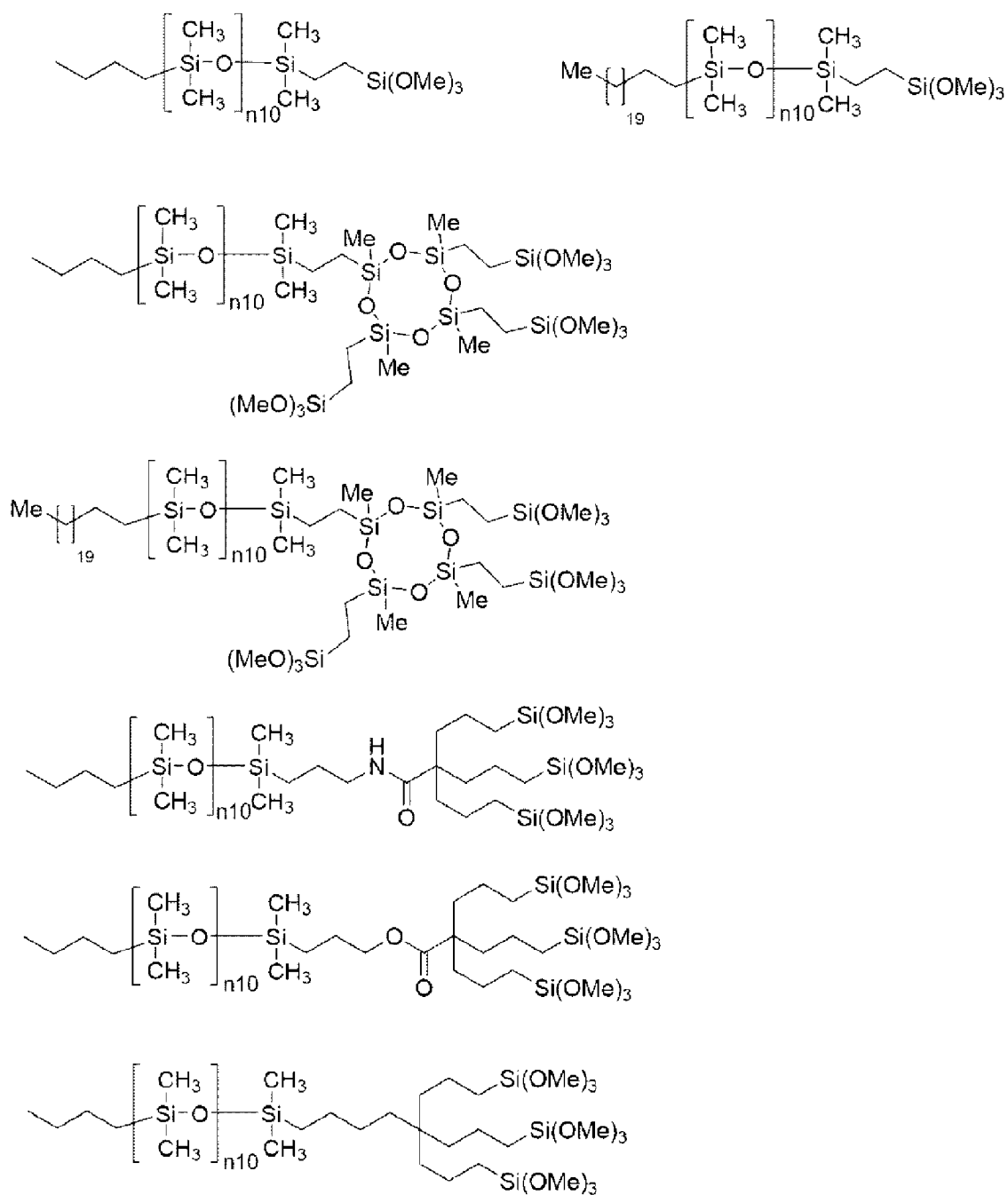
R⁵² で表されるアルキレン基は、直鎖状、分岐鎖状又は環状であってもよい。アルキレン基の炭素数は、1 ~ 30 が好ましく、1 ~ 20 がより好ましく、4 ~ 20 が更に好ましく、5 ~ 15 が特に好ましい。

R⁵⁴で表されるアルキレン基は、直鎖状、分岐鎖状又は環状であってもよい。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、1～6が更に好ましく、1～3が特に好ましい。

[0227] 化合物(2)としては、例えば、以下の化合物が挙げられる。下記式中、n10は1以上の数であり、n10は1～60の数が好ましく、3～50の数であってもよく、5～30の数であってもよく、7～25の数であってもよい。

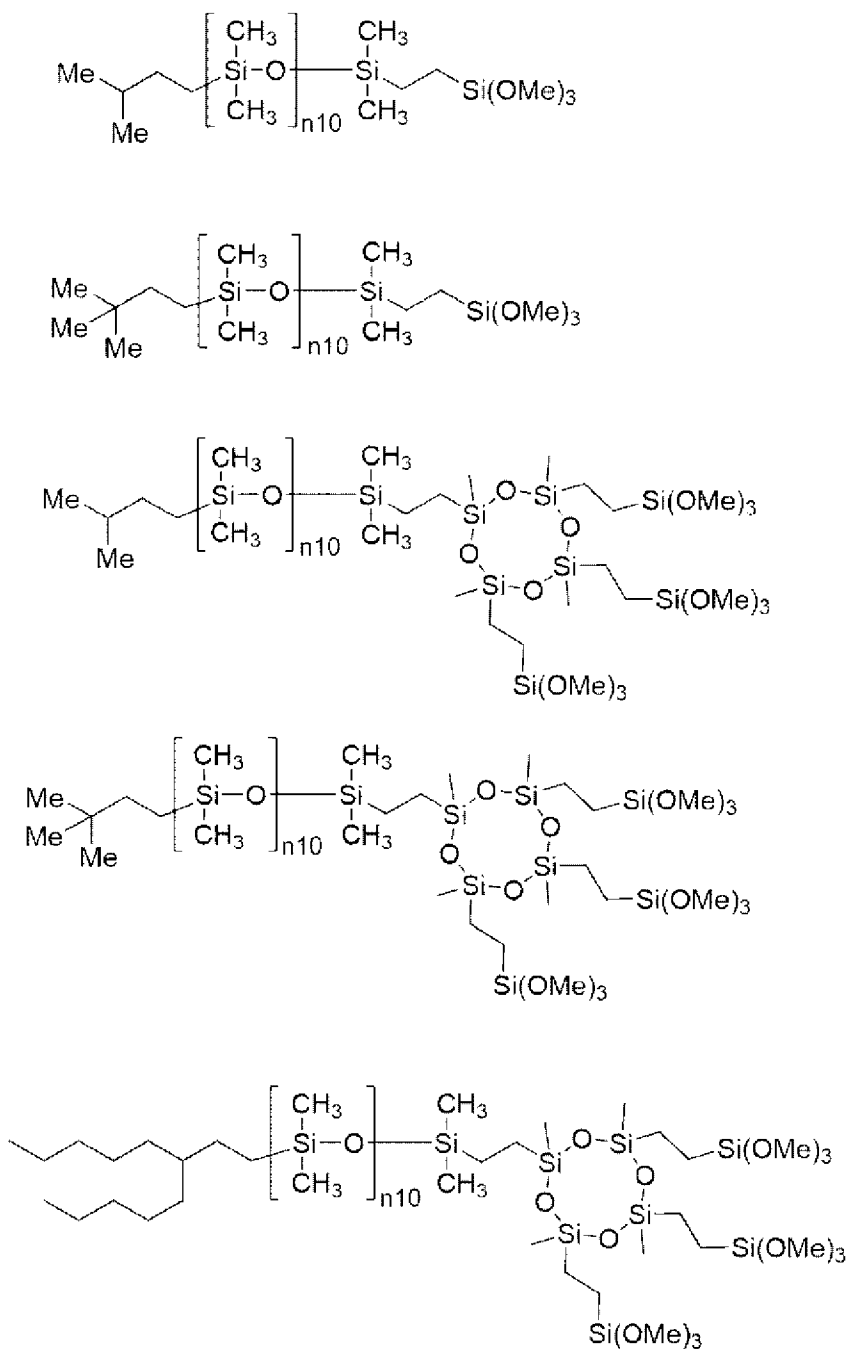
[0228]

[化27]



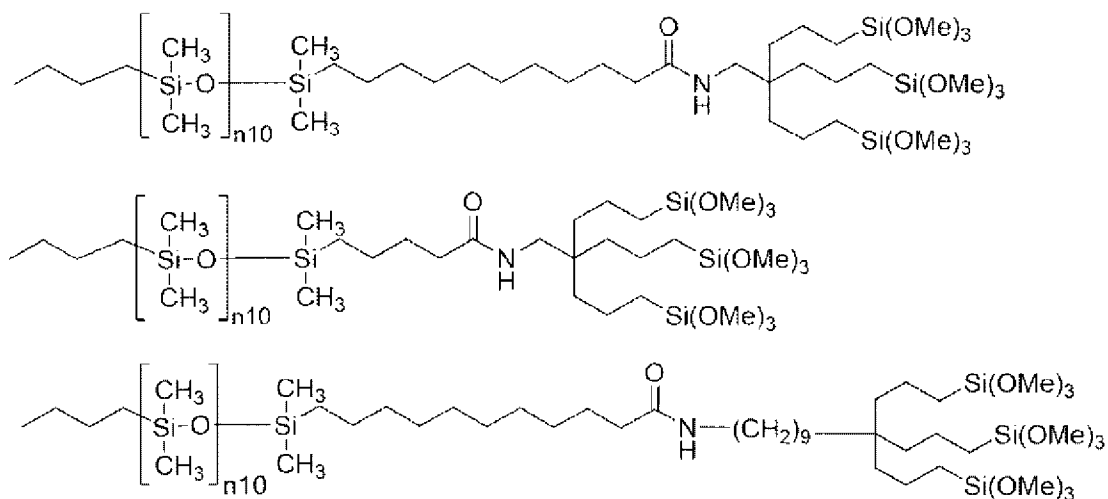
[0229]

[化28]

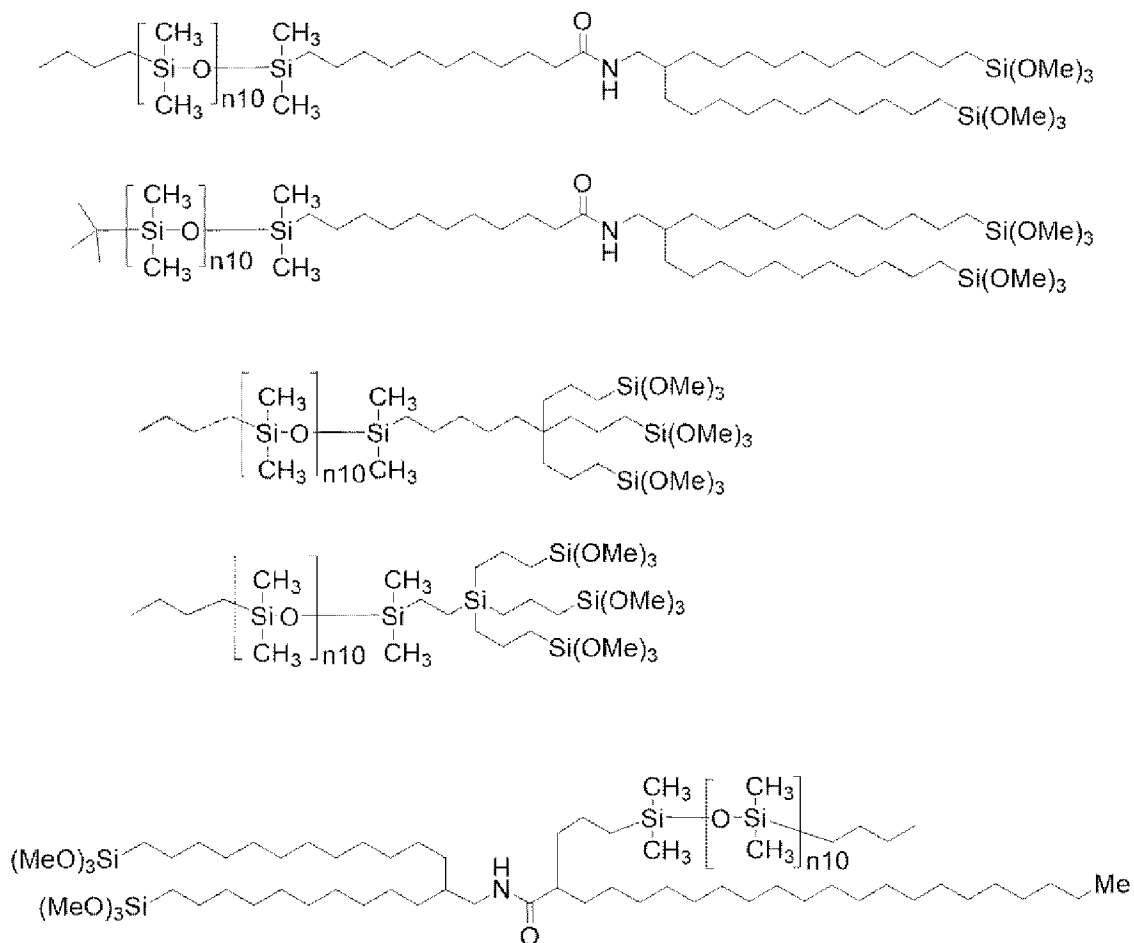


[0230]

[化29]

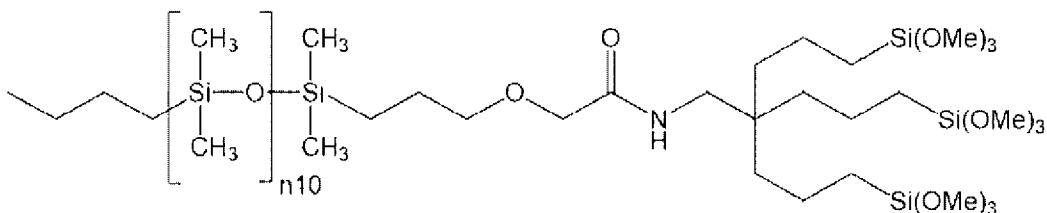


[0231] [化30]



[0232]

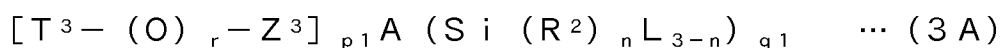
[化31]



[0233] (化合物 (3))

化合物 (3) は、下記式 (3 A) で表される化合物であることが好ましい

。



式 (3 A) 中、

T^3 は、1 価の環状のポリシロキサン残基又は 1 価のかご状のポリシロキサン残基であり、

r は、0 又は 1 であり、

Z^3 は、2 価の鎖状オルガノ (ポリ) シロキサン残基であるか、又は、2 価の鎖状オルガノ (ポリ) シロキサン残基と、アルキレン鎖及びポリアルキレンオキシド鎖の少なくとも一方との組み合わせであり、

A は、単結合又は ($p1 + q1$) 価の連結基であり、

R^2 は、それぞれ独立に、1 価の炭化水素基であり、

L は、それぞれ独立に、加水分解性基、加水分解性基を有する基、又は水酸基であり、

n は、0 ~ 2 の整数であり、

$p1$ 及び $q1$ は、それぞれ独立に、1 以上の整数である。

[0234] R^2 、 L 、及び n は、上記式 (S 1) における R^2 、 L 、及び n と同様である。

$A (Si(R^2)_n L_{3-n})_{q1}$ で表される基は、下記に示す内容以外、上記式 (1 A) における $A (Si(R^2)_n L_{3-n})_{q1}$ で表される基と同様である

。

$p1$ 及び $q1$ は、上記式 (1 A) における $p1$ 及び $q1$ と同様である。

[0235] 1 価の環状のポリシロキサン残基又は 1 価のかご状のポリシロキサン残基の詳細は、式 (C) の T¹¹ の説明において上述した通りである。

[0236] $A(Si(R^2)_nL_{3-n})_{q1}$ で表される基は、基 (3-1 A) 又は基 (3-1 B) が好ましく、基 (3-1 A) がより好ましい。

[0237] 式 (3-1 A) 中、Q^a は、単結合又は 2 価の連結基である。

ただし、Q^a の Z³ と結合する側の末端は、アルキレン基、ポリアルキレンオキシド鎖、及び 2 価のオルガノ (ポリ) シロキサン残基のいずれでもない。

Z³ の A 側末端がアルキレン鎖である場合には、Q^a は、アルキレン基以外の 2 価の炭化水素基、2 価の複素環基、 $-O-$ 、 $-S-$ 、 $-SO_2-$ 、 $-N(R^d)-$ 、 $-C(O)-$ 、 $-Si(R^a)_2-$ 、 $-OC(O)-$ 、 $-C(O)O-$ 、 $-C(O)S-$ 、 $-C(O)N(R^d)-$ 、 $-N(R^d)C(O)-$ 、 $-N(R^d)C(O)N(R^d)-$ 、 $-N(R^d)C(O)O-$ 、 $-OC(O)N(R^d)-$ 、 $-SO_2N(R^d)-$ 、 $-N(R^d)SO_2-$ 、 $-C(O)N(R^d)-$ 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、 $-OC(O)N(R^d)-$ 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、 $-S-$ 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、 $-N(R^d)-$ を有するアルキレン基、 $-N(R^d)C(O)N(R^d)-$ を有するアルキレン基、又は $-SO_2N(R^d)-$ を有するアルキレン基が好ましく、 $-OC(O)-$ 、 $-C(O)N(R^d)-$ を有するアルキレン基、 $-OC(O)N(R^d)-$ 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、 $-S-$ 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、 $-N(R^d)-$ を有するアルキレン基、又は $-N(R^d)C(O)N(R^d)-$ を有するアルキレン基がより好ましく、 $-C(O)O-$ を有するアルキレン基、又は $-C(O)N(R^d)-$ を有するアルキレン基が更に好ましい。

Z³ の A 側末端がポリアルキレンオキシド鎖である場合には、Q^a は、アル

キレン基以外の2価の炭化水素基、2価の複素環基、 $-\text{SO}_2-$ 、 $-\text{C}(\text{O})-$ 、 $-\text{Si}(\text{R}^a)_2-$ 、 $-\text{C}(\text{O})\text{O}-$ 、 $-\text{C}(\text{O})\text{S}-$ 、 $-\text{C}(\text{O})\text{N}(\text{R}^d)-$ 、 $-\text{SO}_2\text{N}(\text{R}^d)-$ 、 $-\text{C}(\text{O})\text{N}(\text{R}^d)-$ を有するアルキレン基、 $-\text{C}(\text{O})\text{O}-$ を有するアルキレン基、又は $-\text{SO}_2\text{N}(\text{R}^d)-$ を有するアルキレン基が好ましく、 $-\text{C}(\text{O})-$ がより好ましい。

Z^3 のA側末端が2価の鎖状オルガノ（ポリ）シロキサン残基である場合には、 Q^a は、アルキレン基以外の2価の炭化水素基、2価の複素環基、 $-\text{O}-$ 、 $-\text{S}-$ 、 $-\text{SO}_2-$ 、 $-\text{N}(\text{R}^d)-$ 、 $-\text{C}(\text{O})-$ 、 $-\text{Si}(\text{R}^a)_2-$ 、 $-\text{OC}(\text{O})-$ 、 $-\text{C}(\text{O})\text{O}-$ 、 $-\text{C}(\text{O})\text{S}-$ 、 $-\text{C}(\text{O})\text{N}(\text{R}^d)-$ 、 $-\text{N}(\text{R}^d)\text{C}(\text{O})-$ 、 $-\text{N}(\text{R}^d)\text{C}(\text{O})\text{N}(\text{R}^d)-$ 、 $-\text{N}(\text{R}^d)\text{C}(\text{O})\text{O}-$ 、 $-\text{OC}(\text{O})\text{N}(\text{R}^d)-$ 、 $-\text{SO}_2\text{N}(\text{R}^d)-$ 、 $-\text{N}(\text{R}^d)\text{SO}_2-$ 、 $-\text{C}(\text{O})\text{N}(\text{R}^d)-$ を有するアルキレン基、 $-\text{N}(\text{R}^d)\text{C}(\text{O})-$ を有するアルキレン基、 $-\text{OC}(\text{O})\text{N}(\text{R}^d)-$ 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、 $-\text{S}-$ を有するアルキレン基、 $-\text{OC}(\text{O})-$ を有するアルキレン基、 $-\text{C}(\text{O})\text{O}-$ を有するアルキレン基、 $-\text{C}(\text{O})\text{S}-$ を有するアルキレン基、 $-\text{N}(\text{R}^d)-$ を有するアルキレン基、 $-\text{N}(\text{R}^d)\text{C}(\text{O})\text{N}(\text{R}^d)-$ を有するアルキレン基、又は $-\text{SO}_2\text{N}(\text{R}^d)-$ を有するアルキレン基が好ましい。

[0238] 式(3-1A)中、 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。

ただし、 Q^a が単結合の場合、 X^{31} の Z^3 と結合する側の末端は、アルキレン基、ポリアルキレンオキシド鎖、及び2価のオルガノ（ポリ）シロキサン残基のいずれでもない。上記以外の場合、 X^{31} の末端は、アルキレン基、ポリアルキレンオキシド鎖、及び2価のオルガノ（ポリ）シロキサン残基のいずれであってもよい。

[0239] 式(3-1A)中、 Q^b は、単結合又は2価の連結基である。

ただし、 Q^a 及び X^{31} が単結合の場合、 Q^b の Z^3 と結合する側の末端はアル

キレン基、ポリアルキレンオキシド鎖、及び2価のオルガノ（ポリ）シロキサン残基のいずれでもない。上記以外の場合、 Q^b の末端は、アルキレン基、ポリアルキレンオキシド鎖、及び2価のオルガノ（ポリ）シロキサン残基のいずれであってもよい。

[0240] 式(3-1A)中、 Q^a 、 X^{31} 、及び Q^b が単結合の場合、 $[Si(R^2)_n L_{3-n}]$ は、 Z^3 と直接結合し、 Z^3 はアルキレン鎖である。

[0241] 式(3-1B)中、 Q^c は、単結合又は2価の連結基である。

ただし、 Q^c の Z^3 と結合する側の末端は、アルキレン基、ポリアルキレンオキシド鎖、及び2価のオルガノ（ポリ）シロキサン残基のいずれでもない。

[0242] 基(3-1A)としては、基(3-1A-1)～(3-1A-7)が好ましい。

ただし、基(3-1A-1)～(3-1A-7)の Z^3 と結合する側の末端は、アルキレン基、ポリアルキレンオキシド鎖、及び2価のオルガノ（ポリ）シロキサン残基のいずれでもない。

[0243] 基(3-1A-1)において、 Z^3 のA側末端がアルキレン鎖である場合には、 X^{32} は、 $-O-$ 、 $-S-$ 、 $-N(R^d)-$ 、 $-C(O)-$ 、 $-C(O)O-$ 、 $-C(O)S-$ 、 $-SO_2N(R^d)-$ 、 $-N(R^d)SO_2-$ 、 $-N(R^d)C(O)-$ 、 $-N(R^d)C(O)N(R^d)-$ 、 $-OC(O)N(R^d)-$ 、又は、 $-C(O)N(R^d)-$ が好ましく、 $-O-$ 、 $-S-$ 、 $-N(R^d)-$ 、 $-C(O)O-$ 、 $-C(O)S-$ 、 $-N(R^d)C(O)-$ 、 $-N(R^d)C(O)N(R^d)-$ 、 $-OC(O)N(R^d)-$ 、又は $-C(O)N(R^d)-$ がより好ましく、 $-C(O)O-$ 又は $-N(R^d)C(O)-$ が更に好ましい。

Z^3 のA側末端がポリアルキレンオキシド鎖である場合には、 X^{32} は、 $-C(O)-$ 、 $-C(O)O-$ 、 $-C(O)S-$ 、 $-SO_2N(R^d)-$ 、又は $-C(O)N(R^d)-$ が好ましく、 $-C(O)-$ がより好ましい。

Z^3 のA側末端が2価の鎖状オルガノ（ポリ）シロキサン残基である場合に

は、 X^{32} は、 $-O-$ 、 $-S-$ 、 $-N(R^d)-$ 、 $-C(O)-$ 、 $-C(O)O-$ 、 $-C(O)S-$ 、 $-SO_2N(R^d)-$ 、 $-N(R^d)SO_2-$ 、 $-N(R^d)C(O)-$ 、 $-N(R^d)C(O)N(R^d)-$ 、 $-OC(O)N(R^d)-$ 、又は $-C(O)N(R^d)-$ が好ましく、 $-O-$ がより好ましい。

[0244] Z^3 のA側末端がアルキレン鎖である場合には、 s_1 が0であって、 Q^{b1} が単結合であるか、又は、 s_1 が1であって、 Q^{b1} が、炭素数2～6のアルキレン基であることが好ましい。

Z^3 のA側末端がポリアルキレンオキシド鎖である場合には、 s_1 が1であって、 Q^{b1} が炭素数2～6のアルキレン基であることが好ましい。

Z^3 のA側末端が2価の鎖状オルガノ（ポリ）シロキサン残基である場合には、 s_1 が1であって、 Q^{b1} が単結合であることが好ましい。

[0245] 基（3-1A-2）において、 Z^3 のA側末端がアルキレン鎖又は2価の鎖状オルガノ（ポリ）シロキサン残基である場合には、 X^{33} は、 $-O-$ 、 $-S-$ 、 $-N(R^d)-$ 、 $-C(O)-$ 、 $-C(O)O-$ 、 $-C(O)S-$ 、 $-SO_2N(R^d)-$ 、 $-N(R^d)SO_2-$ 、 $-N(R^d)C(O)-$ 、 $-N(R^d)C(O)N(R^d)-$ 、 $-OC(O)N(R^d)-$ 、又は、 $-C(O)N(R^d)-$ が好ましい。

Z^3 のA側末端がポリアルキレンオキシド鎖である場合には、 X^{33} は、 $-C(O)O-$ 、 $-C(O)S-$ 、 $-SO_2N(R^d)-$ 、又は $-C(O)N(R^d)-$ が好ましい。

[0246] 式（3A）におけるAは、基（g2-1）～（g2-7）であってもよい。

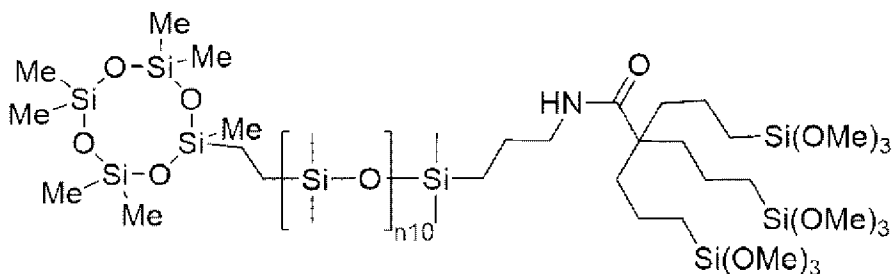
[0247] ただし、式（g2-1）～（g2-7）においては、 A^1 側が Z^3 と結合し、 Q^{22} 、 Q^{23} 、 Q^{24} 、 Q^{25} 又は Q^{26} 側が $[-Si(R^2)_nL_{3-n}]$ と結合する。

[0248] Aの他の形態としては、基（g2-8）～（g2-14）が挙げられる。

[0249] ただし、式（g2-8）～（g2-14）においては、 A^1 側が Z^3 と結合し、 G^1 側が $[-Si(R^2)_nL_{3-n}]$ と結合する。

[0250] 化合物（３）の具体例としては、以下の化合物が挙げられる。下記式中、 n は１以上の数であり、 n は１～６０の数が好ましく、３～５０の数であってもよく、５～３０の数であってもよく、７～２５の数であってもよい。

[0251] [化32]



[0252] (化合物（４Ａ）、（４Ｂ）)

化合物（４Ａ）及び（４Ｂ）において、

X^A は、それぞれ独立に、

— $(CH_2)_s$ — O — $(CH_2)_t$ —、

— $(CH_2)_s$ — $CONR^{54}$ — $(CH_2)_t$ —、

— $(CH_2)_s$ — O — $(CH_2)_u$ — CO —、又は

— $(CH_2)_s$ — O — $(CH_2)_u$ — $CONR^{54}$ — $(CH_2)_t$ —

であることがより好ましい。

[0253] R^{54} は、それぞれ独立に、水素原子、フェニル基、炭素数１～６のアルキル基又は炭素数１～１０のオキシアルキレン含有基であり、

s は、１～２０の整数であり、

t は、１～２０の整数であり、

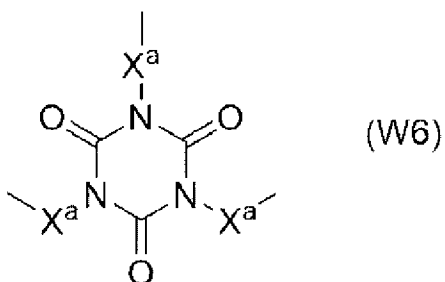
u は、１～２０の整数である。

[0254] X^A は、それぞれ独立に、下記式（Ｗ６）で表される基であることが好ましい。

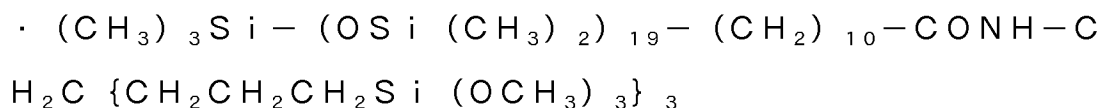
式（Ｗ６）中、 X^a は、それぞれ独立に、単結合又は２価の有機基である。

[0255]

[化33]



[0256] 化合物（4 A）の具体例としては、以下の化合物が挙げられる。

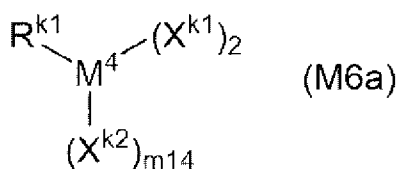


[0257] （化合物（5））

本開示の表面処理剤が化合物（5）を含む場合、本開示の表面処理剤は、更に金属化合物を含むことが好ましい。

[0258] 金属化合物は、下記式（M 6 a）又は（M 6 b）で表される化合物であることが好ましい。

[0259] [化34]



[0260] 式（M 6 a）中、

R^{k1} は、シロキサン骨格含有基、炭化水素鎖含有基、又は加水分解性基を表し、

複数の X^{k1} は、それぞれ独立に、加水分解性基を表す。

X^{k2} は、シロキサン骨格含有基、炭化水素鎖含有基又は加水分解性基を表す。

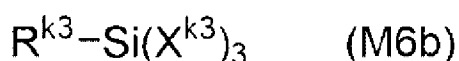
R^{k1} 及び X^{k1} におけるシロキサン骨格含有基の元素数は、化合物（5）の $(R^{a9})_3\text{Si} - Z - (\text{Si}(R^{s1})_2 - \text{O})_{n9} - Y$ で表されるトリアルキルシリル基含有分子鎖の元素数より少なく、 R^{k1} 及び X^{k1} における炭化水素鎖含有基に含まれる炭化水素鎖の最長直鎖の炭素数は、化合物（5）の（

$R^{a9})_3 Si - Z - (Si(R^{s1})_2 - O -)_{n9} - Y -$ で表されるトリアルキルシリル基含有分子鎖の元素数より少ない。

R^{k1} 及び X^{k2} がシロキサン骨格含有基又は炭化水素鎖含有基の場合、 R^{k1} と X^{k2} とは同一であっても異なってもよい。

X^{k2} が加水分解性基の場合、 X^{k2} と X^{k1} とは同一でも異なってもよい。また、 R^{k1} と X^{k2} は同一であっても異なってもよい。 M^4 は、金属アルコキシドを形成しうる3価又は4価の金属原子を表す。 $m14$ は、 M^4 に応じて、0又は1の整数を表す。

[0261] [化35]



[0262] 式(M6b)中、

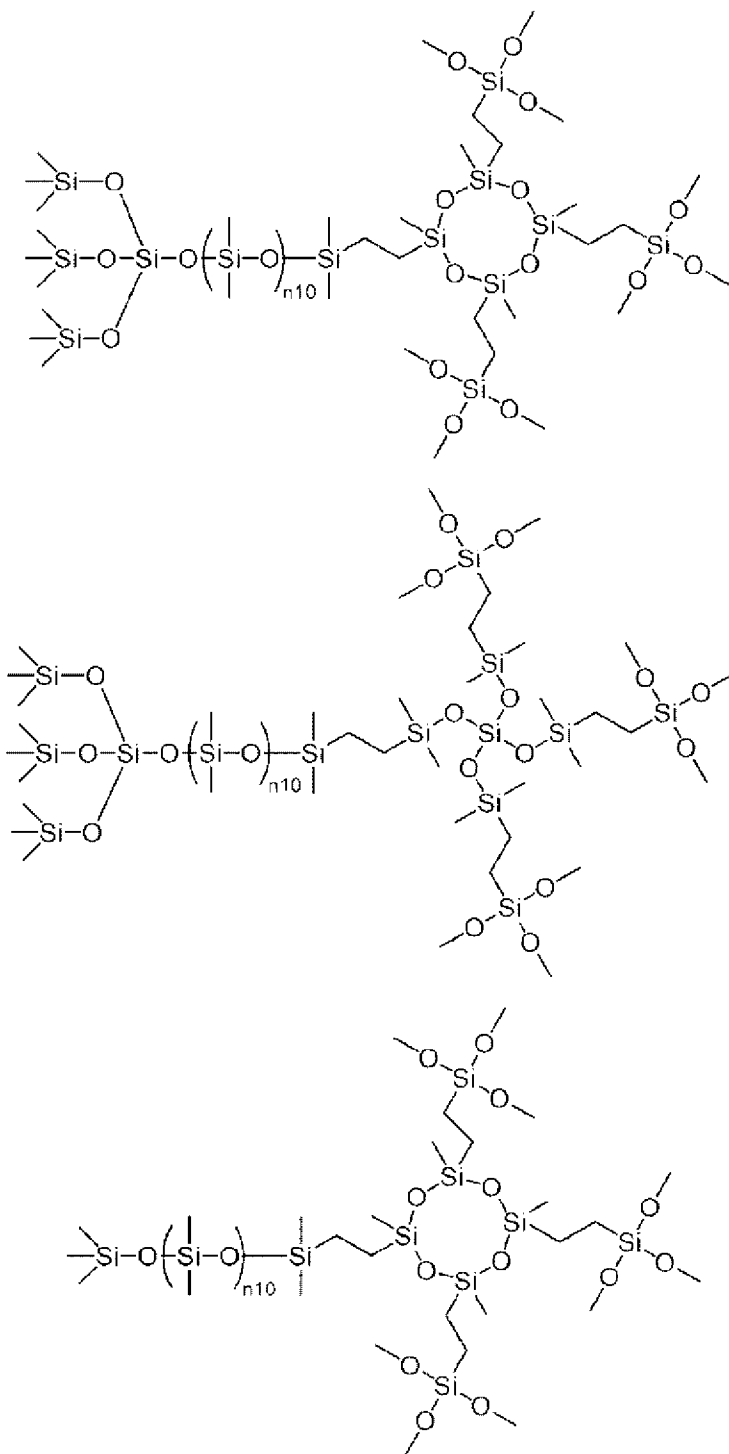
R^{k3} は、加水分解性シランオリゴマー残基を表し、

X^{k3} は、加水分解性基、炭素数1～4の含フッ素アルキル基又は炭素数1～4のアルキル基を表す。

[0263] 化合物(5)の具体例としては、以下の化合物が挙げられる。下記式中、 $n10$ は1以上の数であり、 $n10$ は1～60の数が好ましく、3～50の数であってもよく、5～30の数であってもよく、7～25の数であってもよい。

[0264]

[化36]



[0265] <第2化合物>

第2化合物は、オルガノ（ポリ）シロキサン残基を有さず、酸素原子と直接結合しない炭化水素基であって官能基又は置換基を有してもよい炭素数4以上の炭化水素基と、反応性シリル基bと、を有する。

第2化合物に含まれないオルガノ（ポリ）シロキサン残基としては、上記第1化合物に含まれる式（B1）及び式（B2）で表されるオルガノ（ポリ）シロキサン残基が挙げられる。

[0266] 第2化合物としては、上記炭化水素基の一方の末端のみに連結される反応性シリル基bとを有する化合物（以下、「第2化合物S」とも記す。）、及び、上記炭化水素基の両末端にそれぞれ連結される反応性シリル基bを有する化合物（以下、「第2化合物D」とも記す。）が挙げられる。

第2化合物として、第2化合物Sを単独で用いてもよく、第2化合物Dを単独で用いてもよく、第2化合物Sと第2化合物Dを組み合わせて用いてもよい。いずれの場合も、第2化合物Sとして1種を単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよく、第2化合物Dとして1種を単独で用いてもよく、2種以上を併用してもよい。

中でも、第2化合物において、反応性シリル基bは、上記炭化水素基の一方の末端のみに連結されることが好ましい。

[0267] （反応性シリル基）

第2化合物は、反応シリル基bを含む。第2化合物に含まれる反応性シリル基bの好ましい態様は、第1化合物に含まれる反応性シリル基aの好ましい態様と同様である。

[0268] 具体的には、反応性シリル基a及び反応性シリル基bはそれぞれ独立に、上記式（S1）で表されることが好ましい。式（S1）の詳細は、上記の通りである。

[0269] （炭化水素基）

第2化合物は、酸素原子と直接結合しない炭化水素基であって官能基又は置換基を有してもよい炭素数4以上の炭化水素基を含む。

なお、「炭化水素基の炭素数」には、官能基又は置換基中の炭素数を含まない。

[0270] 以下、酸素原子と直接結合しない炭化水素基であって官能基又は置換基を有してもよい炭素数4以上の炭化水素基を「炭化水素基M」という。

第2化合物は、炭化水素基M以外に、酸素原子と直接結合する炭化水素基を含んでいてもよい。

ただし、第2化合物は、炭化水素基Mを含むことが必須である。したがって、酸素原子と直接結合する炭化水素基のみと、反応性シリル基と、を含む化合物（例えば、 $\text{Si}(\text{OCH}_2\text{CH}_3)_4$ ）は、第2化合物に該当しない。

[0271] 炭化水素基Mは、官能基又は置換基を有していてもよく、官能基又は置換基を有していなくてもよい。

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。

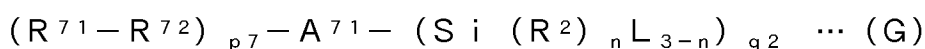
炭化水素基の炭素数は4～50が好ましく、8～40がより好ましく、10～40が特に好ましい。

[0272] 炭化水素基Mが有していてもよい官能基又は置換基としては、例えば、アミド基、及びエステル基が挙げられる。

[0273] 中でも、炭化水素基Mは、酸素原子と直接結合しない炭化水素基であって無置換の炭化水素基であることが好ましい。

[0274] 第2化合物において、炭化水素基と反応性シリル基とは直接結合していてもよく、炭化水素基と反応性シリル基とは別の基を介して結合していてもよい。

[0275] 前記第2化合物は、式(G)で表される化合物が好ましい。



式(G)中、

R^{71} は、水素原子、又は、 $\left[(\text{CH}_3)_3\text{Q}^{71}-\text{R}^{73}-\right]_{m7}\text{Q}^{72}(\text{CH}_3)_{3-m7}$ であり、

Q^{71} 及び Q^{72} 、はそれぞれ独立に、C又はSiであり、

R^{73} は、それぞれ独立に、炭素数1～6のアルキレン基であり、

m_7 は、0～3の整数であり、

R^{72} は、アルキレン基であって、炭素数が2以上の場合、炭素－炭素原子間に、 $-O-$ 、 $-S-$ 、 $-C(=O)NH-$ 、 $-NHC(=O)-$ 、 $-C(=O)O-$ 、 $-OC(=O)-$ 、 $-C(=O)S-$ 、 $-SC(=O)-$ 、 $-S(=O)_2NH-$ 、 $-NHS(=O)_2-$ 、 $-S(=O)_2O-$ 、 $-OS(=O)_2-$ 、及びフェニレン基より選択される基を1個以上有していてもよく、

A^{71} は、単結合又は $(p_7 + q_2)$ 価の連結基であり、

R^2 は、それぞれ独立に、炭化水素基であり、

L は、それぞれ独立に、加水分解性基、加水分解性基を有する基、又は水酸基であり、

n は、0～2の整数であり、

p_7 は1以上の整数であり、

q_2 は、1以上の整数である。

[0276] 上記 R^{71} が水素原子の場合、式 (G) の $R^{71}-R^{72}$ はアルキル基である。当該アルキル基としては、後述する式 (E) における R^{Ak} と同様のものが挙げられる。

上記 R^{71} が $[(CH_3)_3Q^{71}-R^{73}]_{m_7}Q^{72}(CH_3)_{3-m_7}-$ の場合、 $R^{71}-R^{72}$ は、先端にトリメチルシリル基 (TMS) 又は *tert*-ブチル基 (*t*Bu) を含むアルキル基である。先端に TMS 又は *t*Bu を有する第2化合物は、表面処理層を形成した際に、空気界面側に TMS 又は *t*Bu が配置されるため、撥水性及び撥油性に優れ指紋拭き取り性がより向上する。

[0277] R^{73} は炭素数1～6のアルキレン基である。 R^{73} を有することで、先端に TMS 及び *t*Bu が2個以上存在する場合であっても立体障害が緩和され、分子の運動性が上昇する。その結果、撥水性及び撥油性に優れた表面処理層が形成できる。

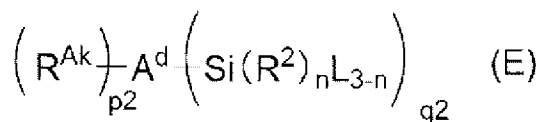
R^{73} におけるアルキレン基は直鎖であっても分岐を有していてもよい。 R^{73} としては、 $-CH_2-$ 、 $-CH_2CH_2-$ 、 $-CH_2CH_2CH_2-$ 、 $-CH_2CH_2CH_2CH_2-$ 、 $-CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2-$ 、 $-CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2-$ 、 $-CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2-$ 、

$\text{H}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-$ 、 $-\text{CH}(\text{CH}_3)-$ 、 $-\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2-$ 、 $-\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_2-$ 、 $-\text{CH}(\text{CH}_2\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_2-$ 、 $-\text{CH}_2\text{C}(\text{CH}_2)_2\text{CH}_2-$ 、 $-\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-$ 、 $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2\text{CH}_2-$ 等が挙げられる。 R^{73} が分岐を有するアルキレン基の場合、耐摩耗性をより向上する点から、分岐鎖の炭素数は1～2が好ましく、1（即ちメチル基）がより好ましい。 R^2 におけるアルキレン基の炭素数は、1～5が好ましく、1～4がより好ましい。

m_7 は、0～3の整数である。耐摩耗性、耐酸性及び耐熱水性をより向上する点からは、 m_7 は、0～2が好ましく、0～1がより好ましい。

[0278] 第2化合物は、撥水性、耐摩耗性、指紋除去性の観点から、化合物(G)の中でも、下記式(E)又は式(F)で表される化合物が好ましい。

[0279] [化37]



[0280] 式(E)中、

R^{Ak} は、それぞれ独立に、アルキル基であり、

A^{d} は、単結合、又は酸素原子以外の($\text{p}2 + \text{q}2$)価の連結基であり、

$\text{p}2$ 及び $\text{q}2$ はそれぞれ独立に、1以上の整数であり、

R^2 は、それぞれ独立に、炭化水素基であり、

L は、それぞれ独立に、加水分解性基、加水分解性基を有する基、又は水酸基であり、

n は、0～2の整数である。

[0281] 式(E)における R^2 、 L 、及び n は、上記式(S1)における R^2 、 L 、及び n と同様である。

[0282] 式(E)において、 $\text{p}2$ 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く、2～4であることが更に好ましく、2又は3であることが特に好ましい。 $\text{p}2$ は1であってもよい。

式(E)において、 $\text{q}2$ 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く、2～4であることが更に好ましく、2又は3であることが特に好ましい。 q_2 は1であってもよい。

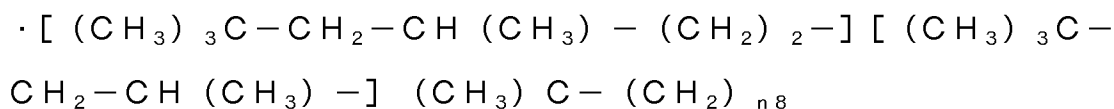
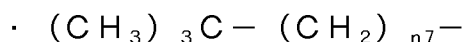
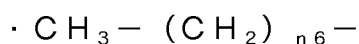
[0283] A^d は、酸素原子ではないこと以外、上記式(1A)におけるAと同様である。

[0284] 中でも、 $A^d(Si(R^2)_nL_{3-n})_{q_2}$ で表される基は、基(3-1A)又は基(3-1B)が好ましく、基(3-1A)がより好ましく、基(3-1A-4)が更に好ましい。

[0285] R^{Ak} はそれぞれ独立に、アルキル基であり、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。

[0286] R^{Ak} の炭素数は、4～50が好ましく、8～40がより好ましく、10～40が特に好ましい。

R^{Ak} としては、例えば、下記の基が挙げられる。

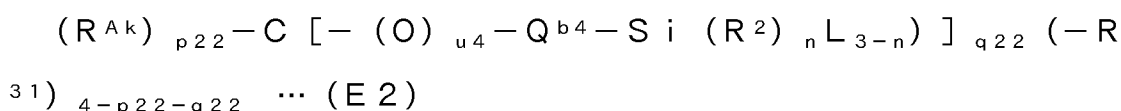
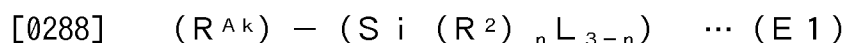


n_6 は、例えば、11、17、22である。

n_7 は、例えば、20である。

n_8 は、例えば、20である。

[0287] 化合物(E)は、下記式(E1)又は下記式(E2)で表される化合物であることが好ましい。



[0289] 式(E1)中、

R^{Ak} は、それぞれ独立に、アルキル基であり、

R^2 は、それぞれ独立に、炭化水素基であり、

Lは、それぞれ独立に、加水分解性基、加水分解性基を有する基、又は水

酸基であり、

n は、0～2の整数である。

[0290] 式 (E 2) 中、

R^{Ak} は、それぞれ独立に、アルキル基であり、

p_{22} は、1～3の整数であり、

q_{22} は、1～3の整数であり、

$p_{22} + q_{22}$ は2～4の整数であり、

u_4 は、0又は1であり、

Q^{b4} は、アルキレン基であり、

R^{31} は、水素原子、水酸基又はアルキル基であり、

R^2 は、それぞれ独立に、炭化水素基であり、

L は、それぞれ独立に、加水分解性基、加水分解性基を有する基、又は水酸基であり、

n は、0～2の整数である。

[0291] 式 (E 1) 及び式 (E 2) における R^2 、 L 、及び n は、上記式 (S 1) における R^2 、 L 、及び n と同様である。

[0292] 式 (E 1) 及び式 (E 2) における R^{Ak} は、上記式 (E) における R^{Ak} と同様である。

式 (E 2) における u_4 、 Q^{b4} 、及び R^{31} は、上記基 (3-1A-4) における u_4 、 Q^{b4} 、及び R^{31} と同様である。

[0293] p_{22} は1又は2が好ましい。

q_{22} は2又は3が好ましい。

[0294] 化合物 (E) の具体例は、以下の通りである。

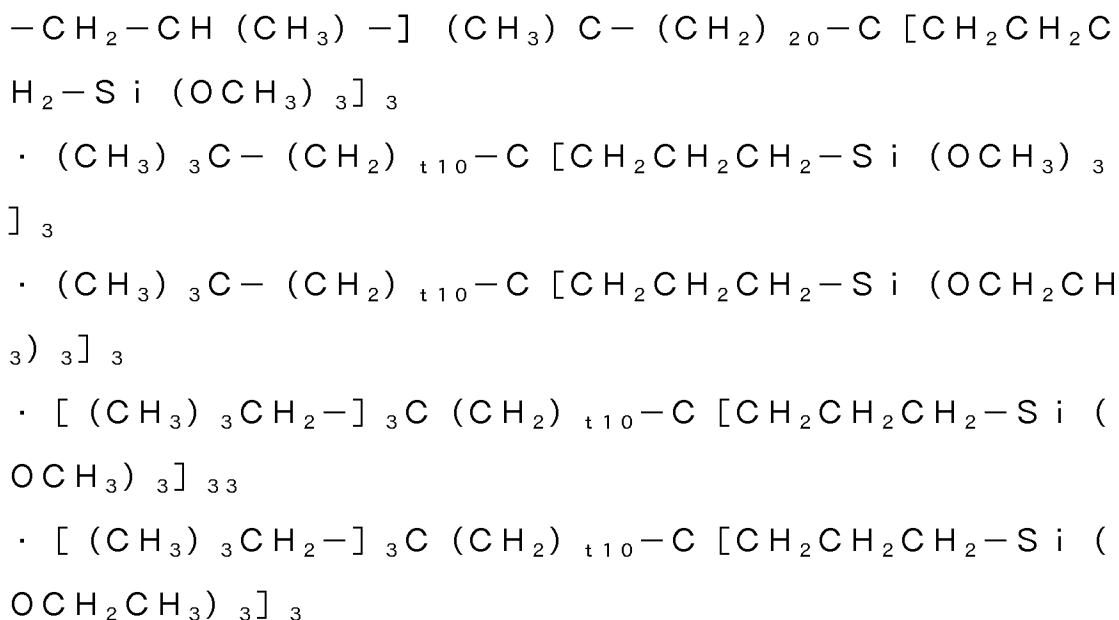
[0295] $\cdot CH_3 (CH_2)_{11} - C [CH_2CH_2CH_2 - Si (OCH_3)_3]_3$

$\cdot CH_3 (CH_2)_{17} - Si (OCH_3)_3$

$\cdot CH_3 (CH_2)_{22} - C [CH_2CH_2CH_2 - Si (OCH_3)_3]_3$

$\cdot (CH_3)_3C - (CH_2)_{20} - C [CH_2CH_2CH_2 - Si (OCH_3)_3]_3$

$_3 \cdot [(CH_3)_3C - CH_2 - CH (CH_3) - (CH_2)_2 -] [(CH_3)_3C$



上記式中、 t_{10} は3～49の整数であり、例えば7、8、9、10、11、12、13、14、15、16、17、18、19、20である。

[0296] $R^{71}-L^1-(\text{Si}(R^2)_n L_{3-n})_{q2} \cdots (F)$

式(F)中、

R^{71} は、水素原子、又は、 $[(\text{CH}_3)_3 Q^{71}-R^{73}-]_{m7} Q^{72}(\text{CH}_3)_{3-m7}$ であり、

Q^{71} 及び Q^{72} 、はそれぞれ独立に、C又はSiであり、

ただし、 Q^{71} 及び Q^{72} のうち、少なくとも一つがSiであり、

R^{73} はそれぞれ独立に、炭素数1～6のアルキレン基であり、

$m7$ は、0～3の整数であり、

L^1 は、炭素数が13以上のアルキレン基であって、炭素-炭素原子間に、 $-\text{O}-$ 、 $-\text{S}-$ 、 $-\text{C}(=\text{O})\text{NH}-$ 、 $-\text{NHC}(=\text{O})-$ 、 $-\text{C}(=\text{O})\text{O}-$ 、 $-\text{OC}(=\text{O})-$ 、 $-\text{C}(=\text{O})\text{S}-$ 、 $-\text{SC}(=\text{O})-$ 、 $-\text{S}(=\text{O})_2\text{NH}-$ 、 $-\text{NHS}(=\text{O})_2-$ 、 $-\text{S}(=\text{O})_2\text{O}-$ 、 $-\text{OS}(=\text{O})_2-$ 、及びフェニレン基より選択される基を1個以上有していてもよく、

R^2 は、それぞれ独立に、炭化水素基であり、

L は、それぞれ独立に、加水分解性基、加水分解性基を有する基、又は水酸基であり、

n は、0～2の整数であり、

q_2 は、1以上の整数である。

[0297] 化合物 (F) において、 R^{73} 、 Q^{71} 、 Q^{72} 、 m_7 、 R^2 、 L 、 n 、及び q_2 は、前記化合物 (G) におけるものと同様である。ただし、 Q^{71} 、 Q^{72} のうち少なくとも一つが Si である。

m_7 は、0～3の整数であり、0～2が好ましく、0～1がより好ましい。 m_7 が0の場合、 Q^{72} が Si であり、 R^{81} は $(CH_3)_3Si-$ となる。

q_2 は、1以上の整数であり、2～10が好ましく、2～3がより好ましい。

[0298] R^{81} としては、例えば以下の基が挙げられる。なお、 $*$ は L^1 との結合位置である。

- ・ $(CH_3)_3Si-*$
- ・ $(CH_3)_3Si-CH_2-Si(CH_3)_2-*$
- ・ $(CH_3)_3Si-CH_2-C(CH_3)_2-*$
- ・ $(CH_3)_3C-CH_2-Si(CH_3)_2-*$
- ・ $[(CH_3)_3Si-CH_2]_2-Si(CH_3)-*$
- ・ $[(CH_3)_3Si-CH_2][CH(CH_3)_3-CH_2]-Si(CH_3)-*$
- ・ $[(CH_3)_3Si-CH_2CH_2]_2-Si(CH_3)-*$
- ・ $[(CH_3)_3C-CH_2]_3-Si-*$
- ・ $[(CH_3)_3Si-CH_2]_3-C-*$
- ・ $[(CH_3)_3C-CH_2CH_2CH(CH_3)]_2-Si(CH_3)-*$
- ・ $[(CH_3)_3Si-CH_2CH_2CH(CH_3)]_2-C(CH_3)-*$

[0299] L^1 は、炭素数が13以上のアルキレン基であって、炭素-炭素原子間に、 $-O-$ 、 $-S-$ 、 $-C(=O)NH-$ 、 $-NHC(=O)-$ 、 $-C(=O)O-$ 、 $-OC(=O)-$ 、 $-C(=O)S-$ 、 $-SC(=O)-$ 、 $-S(=O)_2NH-$ 、 $-NHS(=O)_2-$ 、 $-S(=O)_2O-$ 、 $-OS(=O)_2-$ 、及びフェニレン基より選択される基（結合）を1個以上有していてもよ

い。

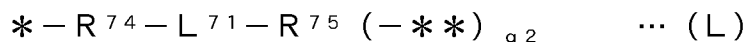
L¹が炭素数13以上のアルキレン基であることにより、耐酸性だけでなく、耐熱水性や耐摩擦性に優れた表面処理層を形成することができる。L¹の炭素数は、13以上であればよく、表面処理層の耐酸性、耐熱水性及び耐摩擦性をより向上する観点からは、15以上が好ましく、19以上がより好ましい。一方、L¹の炭素数の上限は、特に限定されないが、例えば100以下であればよく、化合物(1)の製造容易の観点から、36以下が好ましい。なお、アルキレン基の炭素数には、上記各結合の炭素(例えば、-C(=O)O-中の炭素)は含めないものとする。

[0300] L¹のアルキレン基は、直鎖であってもよく、分岐を有していてもよい。分岐を有する場合、分岐鎖の炭素数は1~2が好ましく、1(即ちメチル基)がより好ましい。一方、表面処理層の耐酸性、耐熱水性及び耐摩擦性をより向上する観点からは、L¹は直鎖アルキレン基が好ましい。

[0301] 表面処理層の耐酸性、耐熱水性及び耐摩擦性をより向上する観点からは、L¹中の上記各基(結合)の数は0~2個が好ましく、0~1個がより好ましい。

L¹が上記の基を有する場合、表面処理層の耐酸性、耐熱水性及び耐摩擦性をより向上する観点から、当該基はL¹の中心よりもT¹側に存在することが好ましい。

[0302] L¹としては、下記式(L)で表される基が好ましい。



式(L)中、

R⁷⁴は、炭素数6以上の直鎖アルキレン基であり、

R⁷⁵は、単結合、又は炭素数1~6の直鎖アルキレン基、又は分岐を有するアルキレン基であり、

L⁷¹は、単結合、-O-、-S-、-C(=O)NH-、-NHC(=O)-、-C(=O)O-、-OC(=O)-、-C(=O)S-、-SC(=O)-、-S(=O)₂NH-、-NHS(=O)₂-、-S(=O)₂O-

、 $-\text{OS}(=\text{O})_2-$ 、又はフェニレン基であり、

L^{71} が単結合の場合、 R^{75} は単結合であり、かつ、 R^{74} は炭素数13以上の直鎖アルキレン基であり、

L^{71} が単結合以外の場合、 R^{75} は炭素数1～6の直鎖アルキレン基であり、かつ、 R^{74} と R^{75} の炭素数の合計は13以上であるか、又は、

R^{75} は炭素数1～6の直鎖アルキレン基であり、かつ、 R^{74} と R^{75} の一番長い炭素鎖の炭素数の合計は13以上であり、

q_2 は1以上の整数であり、

$*$ は R^{81} のとの結合位置であり、 $**$ は $\text{Si}(\text{R}^2)_n\text{L}_{3-n}$ のとの結合位置である。

[0303] L^{71} が単結合の場合、 R^{74} の炭素数は、表面処理層の耐酸性、耐熱水性及び耐摩擦性をより向上する観点から、13以上が好ましく、15以上がより好ましく、17以上が更に好ましい。また、製造容易の観点から、 R^{74} の炭素数は36以下が好ましい。

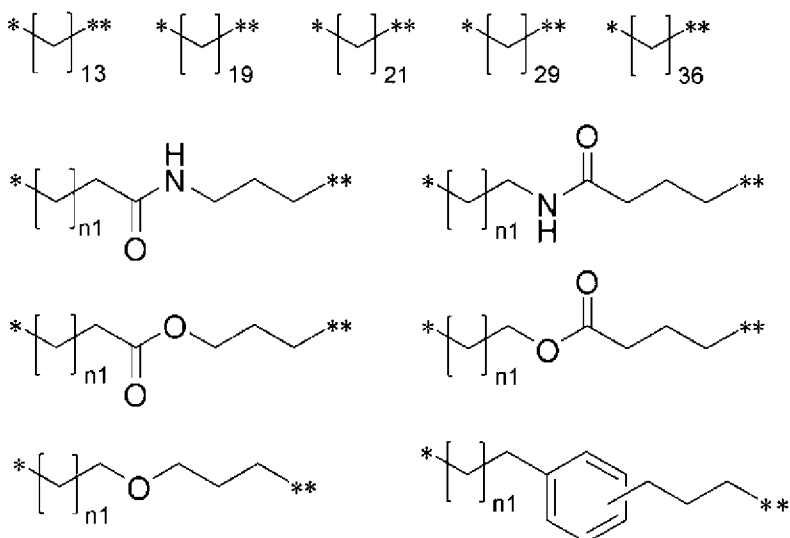
L^{71} が、単結合以外の各種結合の場合、 R^{74} の炭素数は、表面処理層の耐酸性、耐熱水性及び耐摩擦性をより向上する観点から、12以上が好ましく、14以上がより好ましく、16以上が更に好ましい。また、 R^{75} の炭素数は、化合物(F)の製造容易の観点から、2～6が好ましく、3～6がより好ましい。

L^{71} は、表面処理層の耐酸性、耐熱水性及び耐摩擦性をより向上する観点から、単結合が好ましい。

[0304] R^{75} における分岐を有するアルキレン基は、 q_2 個の分岐鎖の末端に $\text{Si}(\text{R}^2)_n\text{L}_{3-n}$ に結合する。 R^{75} における分岐を有するアルキレン基の場合、炭素数は、3～30が好ましく、4～24がより好ましい。また、各分岐鎖の炭素数は1～6が好ましい。

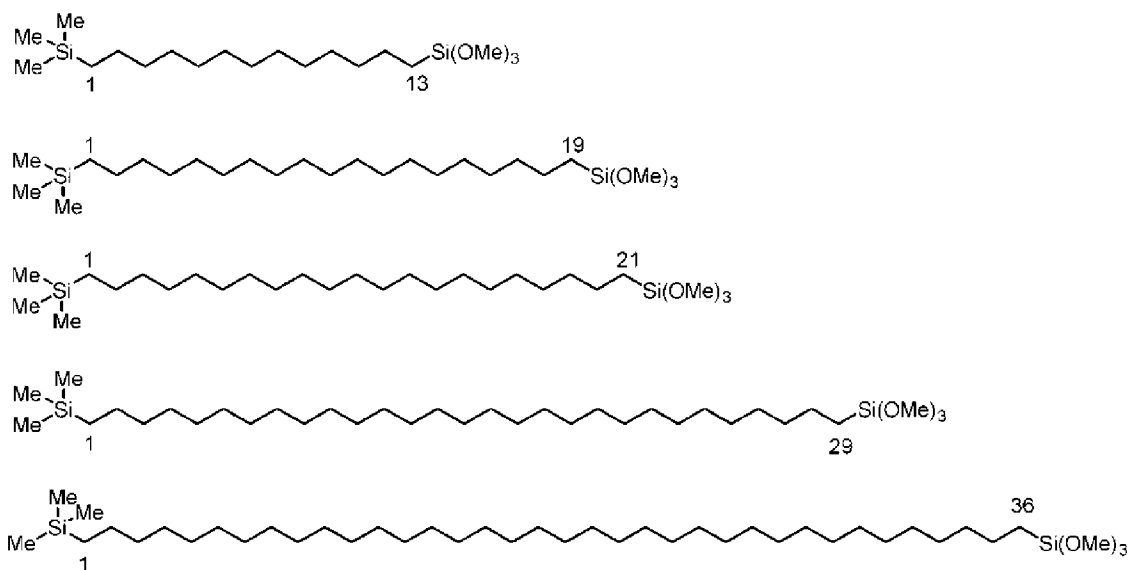
[0305] L^1 としては、例えば、以下の基が挙げられる。なお、 $*$ は R^{81} のとの結合位置であり、 $**$ は $\text{Si}(\text{R}^2)_n\text{L}_{3-n}$ のとの結合位置である。 n_1 はそれぞれ独立に5以上の整数であり、好ましくは32以下である。

[化38]

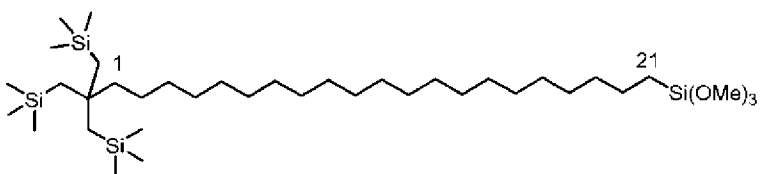
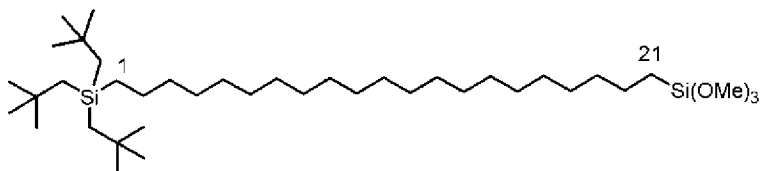
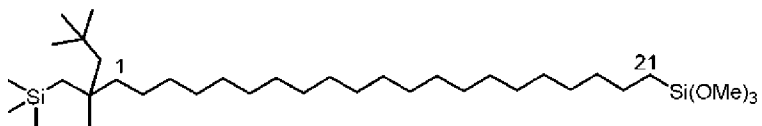
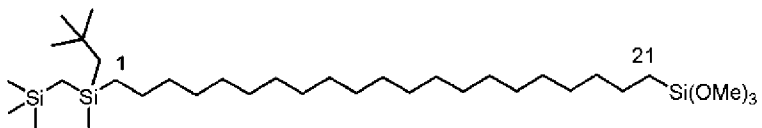
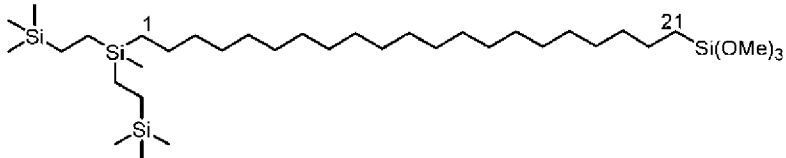
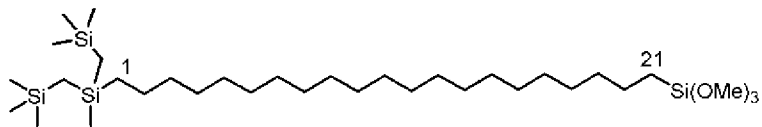
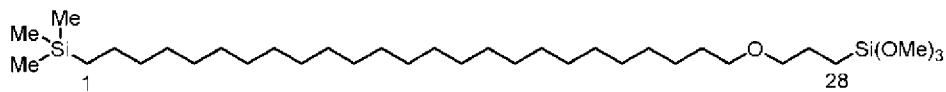
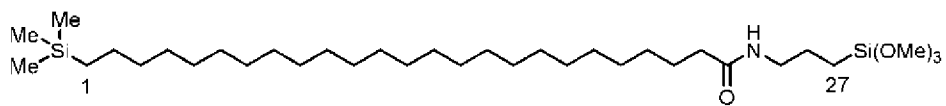


[0306] 化合物（F）としては、例えば下記化合物が挙げられる。ただし、これらに限定されるものではない。また、下式において、 L^1 中の R^{81} 側末端の炭素原子に「1」を付し、 L^1 中の $Si(R^2)_nL_{3-n}$ 側末端の炭素原子には L^1 を構成する炭素数（例えば13、19、21等）を付している。

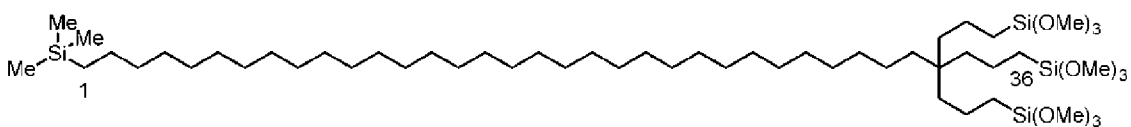
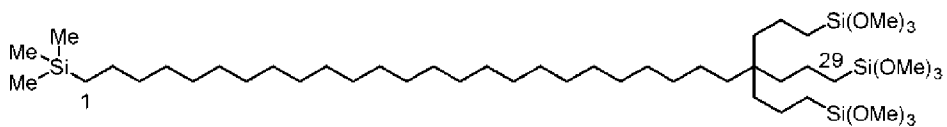
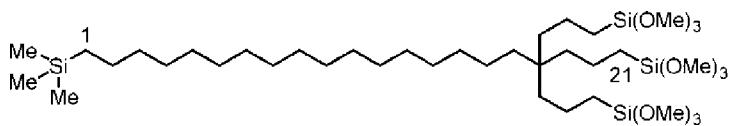
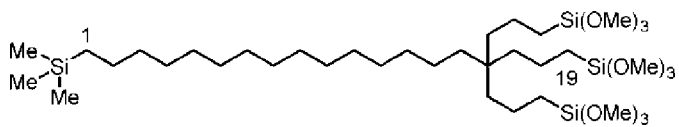
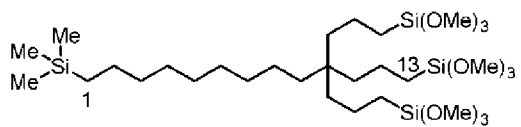
[化39]



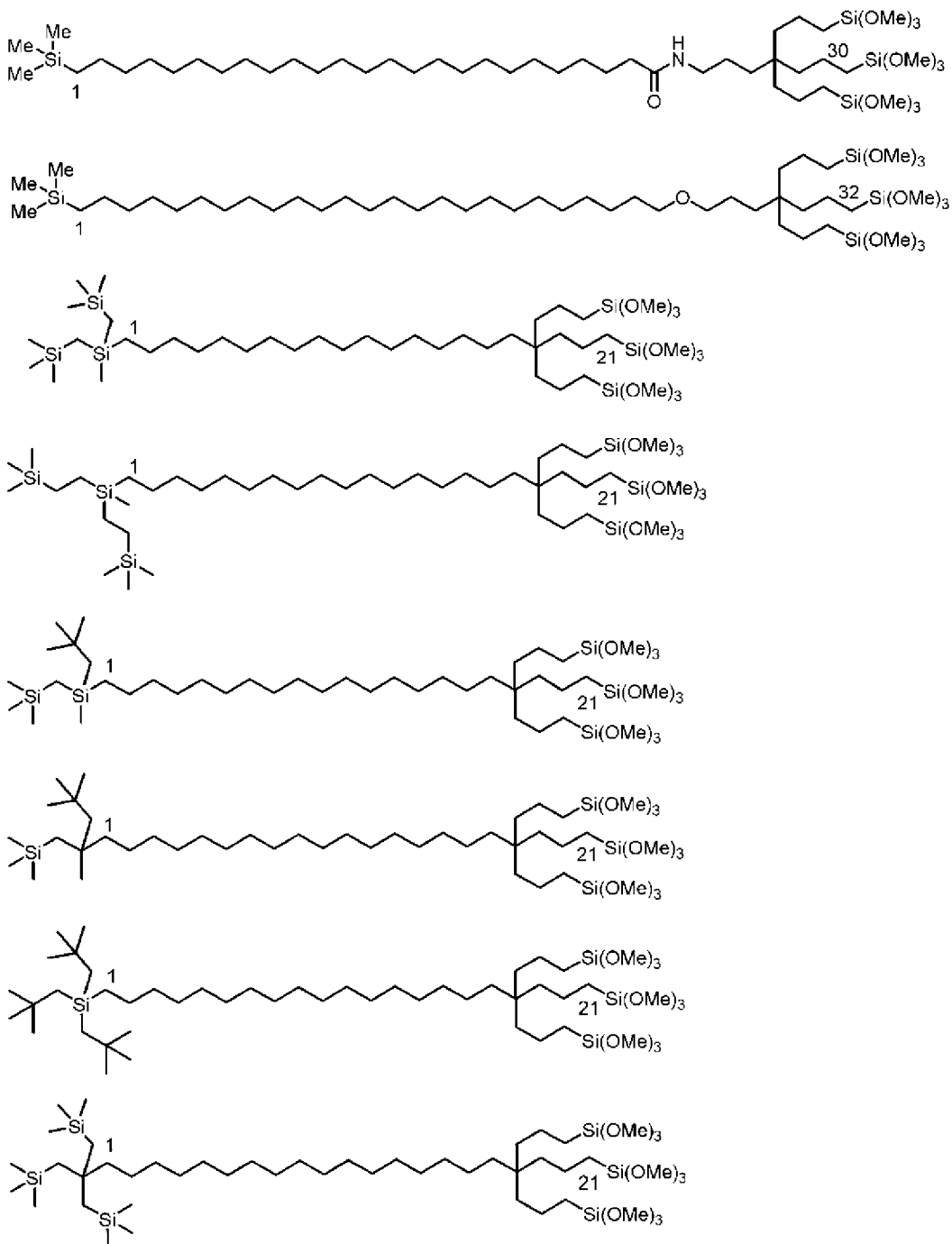
[化40]



[化41]



[化42]



[0307] <要件（１）及び（２）>

本開示の組成物は、要件（１）及び（２）のうち少なくとも一方を満たす。

[0308] 要件（１）：第１化合物において、反応性シリル基 a はオルガノ（ポリ）シロキサン残基の少なくとも一方の末端に２つ以上連結される。

要件（２）：第２化合物において、反応性シリル基ｂは炭化水素基の少なくとも一方の末端に２つ以上連結される。

[0309] 要件（１）及び（２）のうち少なくとも一方を満たすということは、第１化合物及び第２化合物のうち少なくとも一方において、少なくとも一方の末端に反応性シリル基が２つ以上連結されていることを意味する。特に、反応性シリル基は、少なくとも一方の末端に２つ以上連結されることから、一の化合物において２つ以上の反応性シリル基が互いに近接して存在することができる。

[0310] 本開示の組成物は、２つ以上の反応性シリル基を有する化合物が含まれていることにより、基材との密着性に優れ、撥水性及び耐摩耗性に優れる。

[0311] ー要件（１）ー

要件（１）を満たす場合、第１化合物において、反応性シリル基ａの数は２以上である。反応性シリル基ａの数は、２～６であることが好ましい。

第１化合物において、反応性シリル基ａはオルガノ（ポリ）シロキサン残基の一方の末端に２つ以上連結されることが好ましい。すなわち、第１化合物は、第１化合物Ｓであって、反応性シリル基ａの数が２以上であることが好ましい。オルガノ（ポリ）シロキサン残基の一方の末端に連結される反応性シリル基ａの数は２～６であることが好ましい。

[0312] オルガノ（ポリ）シロキサン残基の少なくとも一方の末端に連結される反応性シリル基ａは、オルガノ（ポリ）シロキサン残基に直接連結していてもよく、他の基を介して連結していてもよい。

[0313] 例えば、式（１Ａ）～（１Ｅ）、式（２Ａ）、式（３Ａ）、及び式（Ｃ）において、 q_1 は２以上の整数である。

式（２Ｂ）において、 h は２以上の整数である。

[0314] ー要件（２）ー

要件（２）を満たす場合、第２化合物において、反応性シリル基ｂの数は２以上である。反応性シリル基ｂの数は、２～６であることが好ましい。

第２化合物において、反応性シリル基ｂは炭化水素基の一方の末端に２つ

以上連結されることが好ましい。炭化水素基の一方の末端に連結される反応性シリル基bの数は2～6であることが好ましい。

[0315] 炭化水素基の少なくとも一方の末端に連結される反応性シリル基bは、炭化水素基に直接連結していてもよく、他の基を介して連結していてもよい。

例えば、式(E)において、 q_2 は2以上の整数である。

[0316] 本開示の組成物の態様としては、以下の態様1～態様3が挙げられる。

態様1：要件(1)及び要件(2)を満たす。

態様2：要件(1)を満たし、要件(2)を満たさない。

態様3：要件(1)を満たさず、要件(2)を満たす。

本開示の組成物の様態としては、態様1が好ましい。

[0317] 本開示の組成物において、第1化合物に対する第2化合物の質量比率は、0.01～0.9が好ましく、0.02～0.7がより好ましく、0.03～0.5が更に好ましく、0.04～0.2が特に好ましい。

第1化合物に対する第2化合物の質量比率が前記範囲の下限值以上であると、撥水性及び耐摩耗性に優れる。

第1化合物に対する第2化合物の質量比率が前記範囲の上限値以下であると、撥水性に優れる。

また本開示の組成物において、第1化合物と第2化合物の合計質量に対する第2化合物の質量比率は、0.001～0.9が好ましく、0.1～0.9がより好ましい。

[0318] 本開示の組成物は、第1化合物及び第2化合物以外の成分を含んでいてもよい。

例えば、本開示の組成物は、第1化合物及び第2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。

[0319] (液状媒体)

本開示の組成物は、液状媒体を含んでいてもよい。

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。

[0320] 液状媒体は、有機溶媒が好ましい。

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、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rolakton、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。

[0321] また、有機溶媒としては、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、及び含フッ素有機溶媒が挙げられる。

[0322] 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。

[0323] 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。

[0324] 含硫黄化合物としては、二硫化炭素、ジメチルスルホキシドが挙げられる。

[0325] シロキサン化合物としては、ヘキサメチルジシロキサン、ヘキサエチルジシロキサン、オクタメチルトリシロキサン、オクタエチルトリシロキサン、ヘキサメチルシクロトリシロキサン、ヘキサエチルシクロトリシロキサン、オクタメチルシクロテトラシロキサン、オクタエチルシクロテトラシロキサン、デカメチルテトラシロキサンが挙げられる。

[0326] 含フッ素有機溶媒としては、ポリフルオロ芳香族炭化水素（例えば、1, 3-ビス（トリフルオロメチル）ベンゼン）；ポリフルオロ脂肪族炭化水素（例えば、 $C_6F_{13}CH_2CH_3$ （例えば、AGC社製のアサヒクリン（登録商標）AC-6000）、1, 1, 2, 2, 3, 3, 4-ヘプタフルオロシクロペンタン（例えば、日本ゼオン株式会社製のゼオローラ（登録商標）H）；ヒドロフルオロエーテル（HFE）（例えば、ペルフルオロプロピルメチルエーテル（ $C_3F_7OCH_3$ ）（例えば、住友スリーエム株式会社製のNov ec（商標）7000）、ペルフルオロブチルメチルエーテル（ $C_4F_9OCH_3$ ）（例えば、住友スリーエム株式会社製のNov ec（商標）7100）、ペルフルオロブチルエチルエーテル（ $C_4F_9OC_2H_5$ ）（例えば、住友スリーエム株式会社製のNov ec（商標）7200）、ペルフルオロヘキシルメチルエーテル（ $C_2F_5CF(OCH_3)C_3F_7$ ）（例えば、住友スリーエム株式会社製のNov ec（商標）7300）等のアルキルペルフルオロアルキルエーテル（ペルフルオロアルキル基及びアルキル基は直鎖又は分枝状であってよい）、 $CF_3CH_2OCF_2CHF_2$ （例えば、AGC社製のアサヒ

クリン（登録商標）AE-3000）；ハイドロフルオロオレフィン（HFO）（例えば、1-クロロ-2,3,3-トリフルオロ-1-プロペン（HCF O-1233 y d）（例えば、AGC社製のアモレア（登録商標）AS-300）、ケマーズ社製のオブテオン（登録商標）SF01、SF05、SF10、SF30、SF33、SF70、SF79、SF80）が挙げられる。

[0327] 液状媒体の含有量は、本開示の組成物の全量に対して、50～99.99質量%が好ましく、80～99.99質量%がより好ましく、90～99.9質量%が更に好ましい。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。

[0328] （他の成分）

本開示の組成物は、第1化合物、第2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。

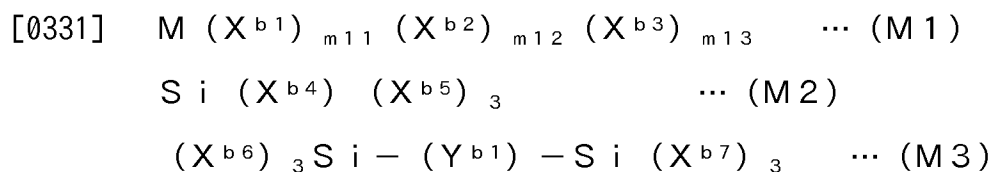
[0329] 触媒としては、任意の適切な酸又は塩基、遷移金属（例えばTi、Ni、Sn、Zr、Al、B等）、分子構造内に非共有電子対を有する含硫黄化合物、含窒素化合物（例えばスルホキシド化合物、脂肪族アミン化合物、芳香族アミン化合物、リン酸アミド化合物、アミド化合物、尿素化合物）等を使用できる。

酸触媒としては、例えば、酢酸、ギ酸、トリフルオロ酢酸、塩酸、硝酸、硫酸、リン酸、スルホン酸、メタンスルホン酸、及びp-トルエンスルホン酸が挙げられる。

また、塩基触媒としては、例えば、アンモニア、水酸化ナトリウム、水酸化カリウム；及びトリエチルアミン、ジエチルアミン等の有機アミンが挙げ

られる。

[0330] 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。



[0332] 式（M1）中、

Mは、3価又は4価の金属原子を表す。

$\text{X}^{\text{b}1}$ はそれぞれ独立に、加水分解性基を表す。

$\text{X}^{\text{b}2}$ はそれぞれ独立に、シロキサン骨格含有基を表す。

$\text{X}^{\text{b}3}$ はそれぞれ独立に、炭化水素鎖含有基を表す。

$\text{m}11$ は2～4の整数であり、

$\text{m}12$ 及び $\text{m}13$ 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、 $\text{m}11 + \text{m}12 + \text{m}13$ は3であり、Mが4価の金属原子の場合、 $\text{m}11 + \text{m}12 + \text{m}13$ は4である。

[0333] 式（M2）中、

$\text{X}^{\text{b}4}$ は、加水分解性シランオリゴマー残基を表す。

$\text{X}^{\text{b}5}$ 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。

[0334] 式（M3）中、

$\text{X}^{\text{b}6}$ 及び $\text{X}^{\text{b}7}$ は、それぞれ独立に、加水分解性基又は水酸基を表す。

$\text{Y}^{\text{b}1}$ は、2価の有機基を表す。

[0335] 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が更に好ましく、Siが特に好ましい。

[0336] 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 $[-Si(R^2)_nL_{3-n}]$ 中のLで示される加水分解性基と同様のものが挙げられる。

[0337] 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が更に好ましい。

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以下が更に好ましい。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。

[0338] 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が更に好ましい。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。

[0339] m_1 は3又は4であることが好ましい。

[0340] 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、トリエトキシメチルシランが好ましい。

[0341] $\text{Si}(\text{X}^{b1})_4 \quad \dots (\text{M1-1})$
 $\text{CH}_3-\text{Si}(\text{X}^{b1})_3 \quad \dots (\text{M1-2})$
 $\text{C}_2\text{H}_5-\text{Si}(\text{X}^{b1})_3 \quad \dots (\text{M1-3})$
 $n-\text{C}_3\text{H}_7-\text{Si}(\text{X}^{b1})_3 \quad \dots (\text{M1-4})$
 $(\text{CH}_3)_2\text{CH}-\text{Si}(\text{X}^{b1})_3 \quad \dots (\text{M1-5})$

[0342] 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以上が更に好ましい。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以下が更に好ましい。

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、 $(\text{C}_2\text{H}_5\text{O})_3\text{Si}-(\text{OSi}(\text{OC}_2\text{H}_5)_2)_4\text{O}-*$ 等が挙げられる。ここで、*は隣接原子との結合部位を表す。

[0343] 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 $[-\text{Si}(\text{R}^2)_n\text{L}_{3-n}]$ 中のL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、アシル基が挙げられ、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。

[0344] 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。

[0345] 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。

[0346] 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、 $-CH_2CH_2-$ 、 $-CH_2CH_2CH_2-$ 、 $-CH_2CH_2CH_2CH_2-$ 、 $-CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2-$ 、 $-CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2-$ 、 $-CH_2C(CH_3)_2CH_2-$ 、 $-C(CH_3)_2CH_2CH_2C(CH_3)_2-$ 、 $-CH_2CH_2OCH_2CH_2-$ 、 $-CH_2CH_2CH_2OCH_2CH_2CH_2-$ 、 $-CH(CH_3)CH_2OCH_2CH(CH_3)-$ 、 $-C_6H_4-$ が挙げられる。

[0347] 式 (M3) で表される化合物としては、 $(CH_3O)_3Si(CH_2)_2Si(OCH_3)_3$ 、 $(C_2H_5O)_3Si(CH_2)_2Si(OC_2H_5)_3$ 、 $(OCN)_3Si(CH_2)_2Si(NCO)_3$ 、 $Cl_3Si(CH_2)_2SiCl_3$ 、 $(CH_3O)_3Si(CH_2)_6Si(OCH_3)_3$ 、 $(C_2H_5O)_3Si(CH_2)_6$

$\text{Si}(\text{OC}_2\text{H}_5)_3$ が挙げられる。

[0348] 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%が更に好ましい。

[0349] 第1化合物、第2化合物、及び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%が更に好ましい。本開示の組成物の固形分濃度は、加熱前の質量と、組成物に含まれる溶媒の沸点よりも50℃高い温度条件下で対流式乾燥機にて4時間加熱した後の質量とから算出される値である。

[0350] [表面処理剤]

本開示の表面処理剤は、前述の組成物である。本開示の表面処理剤は、必要に応じて液状媒体を含んでもよく、第1化合物、第2化合物、及び液状媒体以外の他の成分を含んでもよい。

本開示の表面処理剤は、第1化合物及び第2化合物を含み、上記要件（1）及び（2）のうち少なくとも一方を満たすため、撥水性及び耐摩耗性に優れた表面処理層を形成することができる。

[0351] [物品]

一態様において、本開示の物品は、基材と、基材上に配置され、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。

[0352] 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、本開示の組成物に含まれる第1化合物及び第2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で含まれる。

[0353] 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、利用効率が低い。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。

[0354] 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、半導体、石、繊維、不織布、紙、木、毛皮、天然皮革、人工皮革、陶磁器、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。

[0355] 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、ゲーム等を使用する、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。

[0356] 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。

[0357] 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。

[0358] 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。

[0359] 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。

[0360] 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。

[0361] 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。

[0362] 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。

[0363] 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。

[0364] 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。

[0365] 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。

[0366] 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族元素が更に好ましい。

特定元素として、1種だけの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。

[0367] 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。

[0368] 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であるのが更に好ましい。

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。

[0369] 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が更に好ましい。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。

[0370] 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。

[0371] 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、粉体をプレス形成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。

[0372] 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。

[0373] 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、 $100\sim3,000^{\circ}\text{C}$ が好ましく、 $500\sim3,000^{\circ}\text{C}$ 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。

[0374] 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。

[0375] 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。

[0376] 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。

[0377] 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。

[0378] 液状媒体としては、本開示の組成物に含まれていてもよい液状媒体と同様のものが挙げられる。

[0379] 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、80～99.99質量%が好ましく、90～99.9質量%がより好ましい。

[0380] 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。

[0381] 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。

[0382] 本開示の物品は、表面処理層を最外層に有する光学材料であってもよい。光学材料としては、ディスプレイ等に関する光学材料のほか、多種多様な光学材料が好ましく挙げられる。

光学材料としては、例えば、陰極線管（CRT；例えば、パソコンモニター）、液晶ディスプレイ、プラズマディスプレイ、有機ELディスプレイ、無機薄膜ELドットマトリクスディスプレイ、背面投写型ディスプレイ、蛍光表示管（VFD）、電界放出ディスプレイ（FED；Field Emission Display）等のディスプレイ又はそれらのディスプレイの保護板、又はそれらの表面に反射防止膜処理を施したものが挙げられる。

[0383] 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。

また、光学部材としては、PDP、LCD等のディスプレイの前面保護板、反射防止板、偏光板、アンチグレア板；ブルーレイ（Blu-ray（登録商標））ディスク、DVDディスク、CD-R、MO等の光ディスクのディスク面；光ファイバー；時計の表示面も挙げられる。

特に、本開示の物品は、ディスプレイ又はタッチパネルであることが好ましい。

[0384] 本開示の物品は、医療機器又は医療材料であってもよい。また、本開示の

物品は、自動車内外装部材であってもよい。外装材としては、例えば、ウィンドウ、ライトカバー、社外カメラカバーが挙げられる。内装材としては、例えば、インパネカバー、ナビゲーションシステムタッチパネル、加飾内装材が挙げられる。

[0385] 本開示の物品が光学部材である場合、基材の表面を構成する材料は、光学部材用材料、例えば、ガラス又は透明プラスチックである。また、本開示の物品が光学部材である場合、基材の表面（最外層）に、ハードコート層、反射防止層等の機能性層が形成されていてもよい。反射防止層は、単層反射防止層及び多層反射防止層のいずれであってもよい。

反射防止層に使用可能な無機物の例としては、 SiO_2 、 SiO 、 ZrO_2 、 TiO_2 、 TiO 、 Ti_2O_3 、 Ti_2O_5 、 Al_2O_3 、 Ta_2O_5 、 Ta_3O_5 、 Nb_2O_5 、 HfO_2 、 Si_3N_4 、 CeO_2 、 MgO 、 Y_2O_3 、 SnO_2 、 MgF_2 、及び WO_3 が挙げられる。これらの無機物は、単独で、又はこれらの2種以上を組み合わせ（例えば混合物として）使用してもよい。多層反射防止層とする場合、その最外層には SiO_2 及び／又は SiO を用いることが好ましい。本開示の物品が、タッチパネル用の光学ガラス部品である場合、透明電極、例えば酸化インジウムスズ（ITO）や酸化インジウム亜鉛等を用いた薄膜を、基材（ガラス）の表面の一部に有していてもよい。また、基材は、その具体的仕様等に応じて、絶縁層、粘着層、保護層、装飾枠層（ICON）、霧化膜層、ハードコーティング膜層、偏光フィルム、相位差フィルム、液晶表示モジュール等を有していてもよい。

[0386] [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。

[0387] 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。

[0388] 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。

[0389] 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

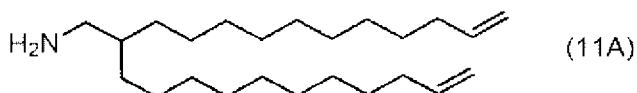
[0390] 以下に実施例を用いて本発明を更に詳しく説明するが、本発明はこれら実施例に限定されるものではない。例1～8及び例12～15は実施例であり、例9～11は比較例である。

[0391] [第1化合物（化合物X1）の合成]

国際公開第2021/054413号に記載の方法にしたがい、化合物11Aを得た。

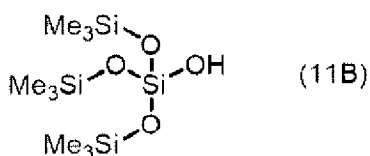
[0392]

[化43]



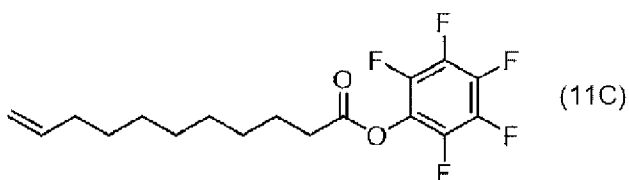
[0393] 特開2017-119849号公報に記載の方法にしたがい、化合物11Bを得た。

[0394] [化44]



[0395] 窒素雰囲気下、100 mL フラスコに2, 3, 4, 5, 6-ペンタフルオロフェノール (6.8 g)、THF (テトラヒドロフラン、42 mL)、トリエチルアミン (5.1 g) を加え、25℃で攪拌した。次いで、10-ウンデセノイルクロリド (5.0 g) を滴下し、25℃で1時間攪拌した。反応液を濾過し、溶媒と低沸点成分を減圧留去し、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 (展開溶媒: ヘキサン/酢酸エチル) を行うことで、化合物11Cを7.9 g 得た。化合物11Cの構造は、以下のNMRデータより確認した。

[0396] [化45]

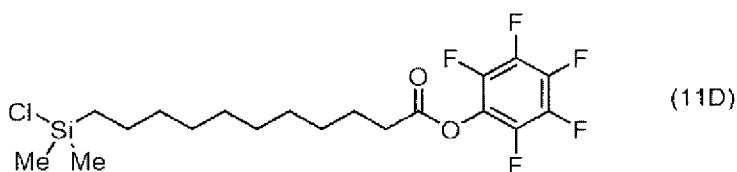


[0397] $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CDCl_3) δ 5.74 (ddt, $J = 16.9, 10.2, 6.6$ Hz, 1H), 5.05 - 4.77 (m, 2H), 2.59 (t, $J = 7.4$ Hz, 2H), 1.97 (q, $J = 7.1$ Hz, 2H), 1.70 (p, $J = 7.4$ Hz, 2H), 1.42 - 1.08 (m, 10H).

[0398] 窒素雰囲気下、200 mL フラスコに化合物11C (5.6 g)、THF (5.0 mL)、クロロジメチルシラン (2.3 g)、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キシレン溶液 (白金含有量: 3質量%、0.10 mL) を加え、25℃で2時間攪拌した。溶

媒と低沸点成分を減圧留去することで、化合物 11D を 7.2 g 得た。化合物 11D の構造は、以下の NMR データより確認した。

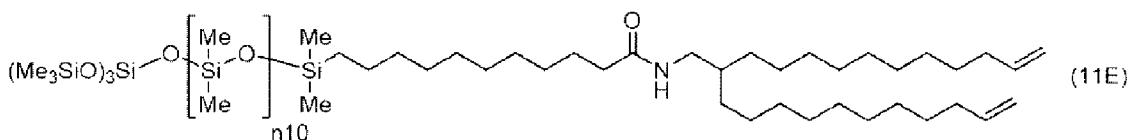
[化46]



[0399] $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CDCl_3) δ 2.63 (t, $J = 7.4$ Hz, 2H), 1.74 (p, $J = 7.4$ Hz, 2H), 1.46 – 1.17 (m, 14H), 0.90 – 0.69 (m, 2H), 0.37 (s, 6H).

[0400] 窒素雰囲気下、100 mL 三ツ口フラスコにトリス（トリメチルシロキシ）シラノール（1.3 g）、THF（20 mL）を加え、攪拌した。0℃に冷却し、 $n\text{-BuLi}$ のヘキサン溶液（1.6 M、2.4 mL）を滴下した。ヘキサメチルシクロトリシロキサン（1.1 M、4.0 mL）を滴下し、更にヘキサメチルシクロトリシロキサンの THF 溶液（1.1 M、22 mL）を滴下し、7 時間攪拌した。その後、化合物 11D（3.6 g）を加え、1 時間攪拌した後、化合物 11A（3.2 g）を加え 1 時間攪拌した。反応液にヘキサン、イオン交換水を順次加え、分液し、有機層を取り分けた。溶媒と低沸点成分を減圧留去した後、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（展開溶媒：ヘキサン／酢酸エチル）を行うことで、化合物 11E を 0.98 g 得た。化合物 11E の構造は、以下の NMR データより確認した。化合物 11E 中、 n_{10} の平均値は 21 であった。

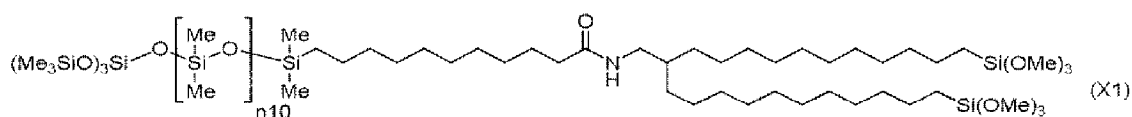
[0401] [化47]



[0402] $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CDCl_3) δ 5.81 (ddt, $J = 16.9, 10.2, 6.7$ Hz, 2H), 5.31 (d, $J = 4.8$ Hz, 1H), 5.08 – 4.84 (m, 4H), 3.19 (t, $J = 6.0$ Hz, 2H), 2.31 – 2.11 (m, 2H), 2.08 – 1.92 (m, 4H), 1.63 (t, $J = 7.3$ Hz, 2H), 1.28 (d, $J = 9.6$ Hz, 47H), 0.53 (t, $J = 7.7$ Hz, 2H), 0.09 (s, 159H)

[0403] ジクロロメタン（１０ｇ）に溶解した化合物１１Ｅ（０．８０ｇ）に、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％、４．１ｍｇ）、アニリン（２．６ｍｇ）、トリメトキシシラン（０．４０ｇ）を加え、２５℃で２時間攪拌した。溶媒を減圧留去することで、化合物Ｘ１を０．６９ｇ得た。化合物Ｘ１の構造は、以下のＮＭＲデータより確認した。化合物Ｘ１中、 n １０の平均値は２１であった。

[0404] [化48]



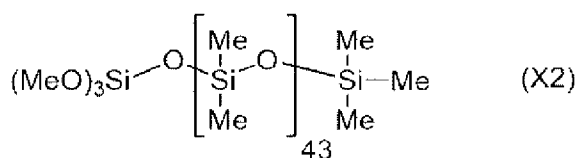
[0405] ^1H -NMR (400 MHz, CDCl_3) δ 5.31 (d, $J = 4.8$ Hz, 1H), 3.57 (s, 18H), 3.18 (t, $J = 6.0$ Hz, 2H), 2.31 – 2.11 (m, 2H), 1.64 – 1.25 (m, 57H), 0.64 (m, 4H), 0.52 (t, $J = 7.7$ Hz, 2H), 0.09 (s, 159H).

[0406] [第１化合物（化合物Ｘ２）の準備]

化合物１２として、信越化学工業社製の「Ｘ－２４－９０１１」を用いた。

Ｘ－２４－９０１１の構造は、以下の通りである。なお、ジメチルポリシロキサンの繰り返し単位数４３は平均値である。

[0407] [化49]

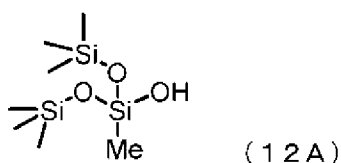


[0408] [第１化合物（化合物Ｘ３）の合成]

[0409] １，１，１，３，５，５，５－ヘプタメチルトリシロキサン（１０ｇ）に、ジクロロメタン（１００ｇ）、トリクロロイソシアヌル酸（１４ｇ）を加え、２５℃で３時間攪拌した。次いで、反応液を濾過し、不溶物を除去した後、ろ液を留去することで低沸点成分を除去した。得られた粗液に水（２０ｇ）、ＴＨＦ（４０ｇ）、トリエチルアミン（１０ｇ）を加え、２５℃で２

時間攪拌した。ヘキサンと水とを加えて抽出し、留去することで低沸点成分を除去した。得られた粗液は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（展開溶媒：ヘキサン／酢酸エチル）を行うことで、精製し、化合物 12 A を 8.3 g 得た。化合物 12 A の構造は、以下の NMR データより確認した。

[0410] [化50]

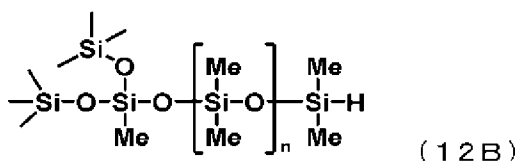


[0411] $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CDCl_3) δ 2.41 (q, $J = 7.2$ Hz, 1H), 0.20 – 0.21 (m, 21H).

[0412] [化合物 12 B の合成]

化合物 12 A (2.0 g) に、THF (20 g) を加え、0℃に冷却したのち、メチルリチウム溶液（ジエトキシメタン中、3.1 M）(2.7 mL) を加え、25℃で10分間攪拌した。次いで、ヘキサメチルシクロトリシロキサン (5.6 g) を THF (20 g) に溶解させた溶液を加えて、25℃で4時間攪拌した。次いで、クロロジメチルシラン (2.0 g) を加えて、25℃で1時間攪拌した。ヘキサンと水とを加えて抽出したのち、留去することで低沸点成分を除去した。得られた粗液は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（展開溶媒：ヘキサン／ジクロロメタン）を行うことで、精製し、化合物 12 B を 4.3 g 得た。化合物 12 B 中、 n の平均値は9であった。化合物 12 B の構造は、以下の NMR データより確認した。

[0413] [化51]

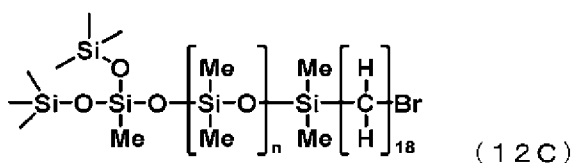


[0414] $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CDCl_3) δ 4.63 (p, $J = 2.8$ Hz, 1H), 0.11 (d, $J = 2.$

8 Hz, 6H), 0.09 – 0.12 (m, 75H).

[0415] 化合物 12B (2.3 g) に、ジクロロメタン (20 g)、18-ブロモ-1-オクタデセン (0.75 g) を加え、均一になるまで攪拌した。次いで、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%、4.1 mg) を加えて、25℃で2時間攪拌した。低沸点成分を減圧留去した後、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 (展開溶媒: ヘキサン/ジクロロメタン) を行うことで、化合物 12C を 1.8 g 得た。化合物 12C 中、n の平均値は 9 であった。化合物 12C の構造は、以下の NMR データより確認した。

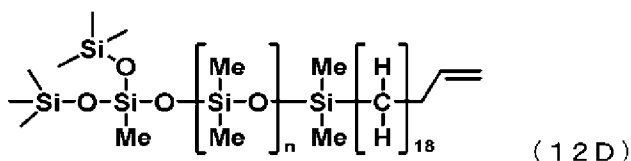
[0416] [化52]



[0417] $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CDCl_3) δ 3.33 (t, $J = 6.9$ Hz, 2H), 1.78 (dt, $J = 14.5, 7.0$ Hz, 2H), 1.42 – 1.08 (m, 30H), 0.45 (t, $J = 7.7$ Hz, 2H), 0.09 – 0.12 (m, 81H).

[0418] 化合物 12C (1.8 g) に、THF (20 g)、アリルマグネシウムクロリド溶液 (THF 中、2.0 M) (20 mL)、塩化銅 (I) (0.02 g) を加え、50℃で2時間攪拌した。塩酸とヘキサンとを加えて抽出し、低沸点成分を減圧留去した後、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 (展開溶媒: ヘキサン/ジクロロメタン) を行うことで、化合物 12D を 1.5 g 得た。化合物 12D 中、n の平均値は 9 であった。化合物 12D の構造は、以下の NMR データより確認した。

[0419] [化53]

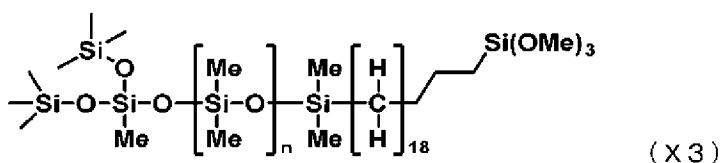


[0420] $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CDCl_3) δ 5.74 (ddt, $J = 17.0, 10.2, 6.7$ Hz, 1H),

5.01 - 4.76 (m, 2H), 2.07 - 1.87 (m, 2H), 1.41 - 0.97 (m, 34H), 0.45 (dd, $J = 9.5, 5.9$ Hz, 2H), 0.09 - 0.12 (m, 81H).

[0421] 化合物12D (1.5 g) に、ジクロロメタン (10 g) を加えて溶解させた。次いで、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%、4.1 mg)、アニリン (2.6 mg)、トリメトキシシラン (0.60 g) を加え、50°C で2時間攪拌した。溶媒を減圧留去することで、化合物X3を1.6 g得た。化合物X3中、 n の平均値は9であった。化合物X3の構造は、以下のNMRデータより確認した。

[0422] [化54]

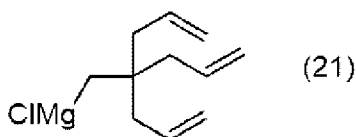


[0423] $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CDCl_3) δ 3.49 (s, 9H), 1.81 - 0.97 (m, 38H), 0.65 - 0.51 (m, 2H), 0.45 (dd, $J = 9.8, 5.3$ Hz, 2H), 0.09 - 0.12 (m, 81H).

[0424] [第2化合物 (化合物Y1) の合成]

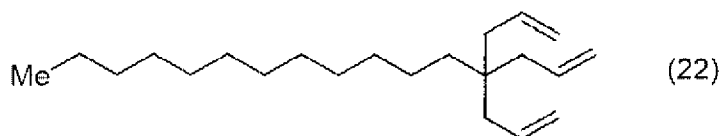
[0425] 国際公開第2021/054413号に記載の方法で、化合物21のTHF溶液 (0.8 M) を得た。

[0426] [化55]



[0427] 1-ブロモウンデカン (2.3 g) をTHF (10 g) に溶解させ、塩化銅 (I) (0.07 g)、化合物21のTHF溶液 (0.8 M、20 mL) を加え、50°C で16時間攪拌した。反応終了後、塩酸を加え、ヘキサンで抽出した。溶媒と低沸点成分を減圧留去し、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 (展開溶媒: ジクロロメタン/ヘキサン) を行うことで、化合物22を1.2 g得た。化合物22の構造は、以下のNMRデータより確認した。

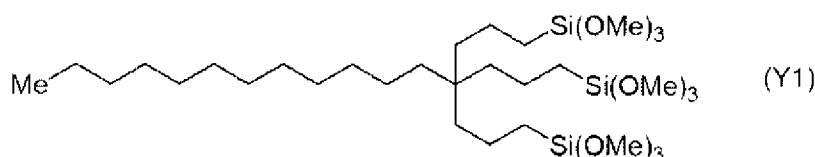
[0428] [化56]



[0429] $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CDCl_3) δ 5.80 (ddt, $J = 16.6, 10.5, 7.4$ Hz, 3H), 5.13 – 4.78 (m, 6H), 1.98 (dt, $J = 7.4, 1.2$ Hz, 6H), 1.45 – 1.13 (m, 22H), 0.96 – 0.76 (m, 3H).

[0430] ジクロロメタン (10 g)、化合物 22 (1.2 g)、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%、8.3 mg)、アニリン (2.6 mg)、トリメトキシシラン (2.5 g) を加え、50°C で 2 時間攪拌した後、溶媒と低沸点成分を減圧留去することで、化合物 Y1 を 2.5 g 得た、化合物 Y1 の構造は、以下の NMR データより確認した。

[0431] [化57]



[0432] $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CDCl_3) δ 3.56 (s, 27H), 1.39 – 1.03 (m, 34H), 0.96 – 0.79 (m, 3H), 0.58 (dd, $J = 8.7, 6.9$ Hz, 6H).

[0433] [第 2 化合物 (化合物 Y2) の準備]

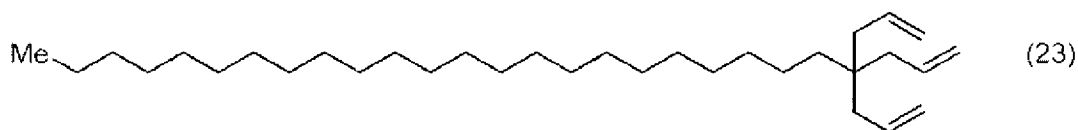
化合物 Y2 として、オクタデシルトリメトキシシラン ($\text{CH}_3(\text{CH}_2)_{17}-\text{Si}(\text{OCH}_3)_3$ 、東京化成工業社製) を準備した。

[0434] [第 2 化合物 (化合物 Y3) の合成]

1-ブロモドコサン (2.5 g) を THF (10 g) に溶解させ、塩化銅 (II) (0.07 g)、化合物 21 の THF 溶液 (0.8 M、20 mL) を加え、50°C で 16 時間攪拌した。反応液に塩酸を加え、ヘキサンで抽出した。溶媒と低沸点成分を減圧留去し、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 (展開溶媒: ジクロロメタン/ヘキサン) を行うことで、化合物 23 を 1.8 g 得た。化合物 23 の構造は、以下の NMR データよ

り確認した。

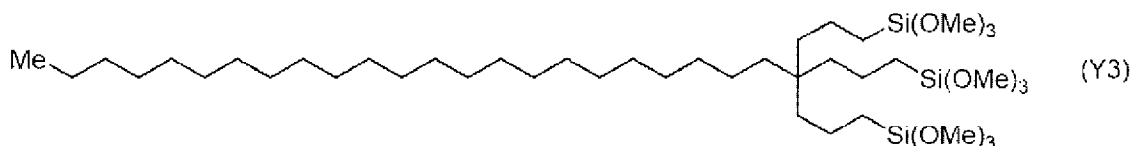
[0435] [化58]



[0436] $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CDCl_3) δ 5.70 (ddt, $J = 16.8, 11.3, 7.4$ Hz, 3H), 5.24 – 4.92 (m, 6H), 1.84 (dt, $J = 7.4, 1.1$ Hz, 6H), 1.44 – 0.72 (m, 47H).

[0437] ジクロロメタン (10 g)、化合物23 (1.2 g)、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%、8.3 mg)、アニリン (2.6 mg)、トリメトキシシラン (2.5 g) を加え、50℃で2時間撹拌した。溶媒と低沸点成分を減圧留去することで、化合物Y3を2.0 g得た。化合物Y3の構造は、以下のNMRデータより確認した。

[0438] [化59]



[0439] $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CDCl_3) δ 3.58 (s, 27H), 1.77 – 1.05 (m, 56H), 0.92 – 0.85 (m, 3H), 0.68 (t, $J = 9.4$ Hz, 6H).

[0440] [第2化合物 (化合物Y4) の合成]

[0441] 1,18-オクタデカンジオール (25 g) をトルエン (1,000 mL) に溶解させた。48%臭化水素酸 (22 g) を加え、24時間還流条件下で撹拌した。反応終了後、分液し、水層をジクロロメタンで抽出した。有機層をまとめ、飽和重曹水で洗浄した。無水硫酸マグネシウムで乾燥し、ろ過した。ろ液を減圧留去し、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/酢酸メチル) を行うことで、化合物31を22 g得た。化合物31の構造は、以下のNMRデータより確認した。

[0442]

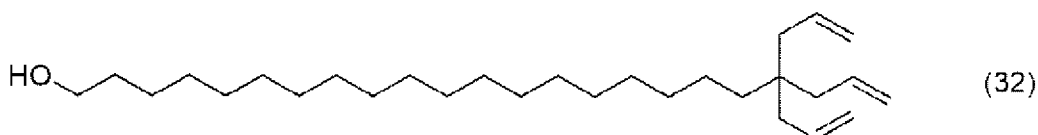
[化60]



[0443] $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CDCl_3) δ 3.57 (td, $J = 5.8, 5.8$ Hz, 2H), 3.42 (t, $J = 4.7$ Hz, 2H), 1.81 – 1.20 (m, 32H).

[0444] 化合物 31 (21 g) を THF (500 mL) に溶解させ、塩化銅 (I) (0.4 g)、化合物 21 の THF 溶液 (0.8 M、200 mL) を加え、50°C で 24 時間撹拌した。反応液に塩酸を加え、ジクロロメタンで抽出した。溶媒と低沸点成分を減圧留去し、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 (展開溶媒: ヘキサン/酢酸メチル) を行うことで、化合物 32 を 18 g 得た。化合物 32 の構造は、以下の NMR データより確認した。

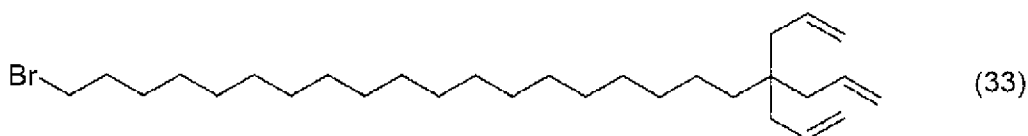
[0445] [化61]



[0446] $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CDCl_3) δ 5.81 – 5.57 (m, 3H), 5.28 – 4.88 (m, 6H), 3.57 (td, $J = 5.8, 5.8$ Hz, 2H), 1.90 – 1.78 (m, 6H), 1.64 – 1.48 (m, 2H), 1.38 – 1.15 (m, 32H).

[0447] 化合物 32 (17 g) を THF (500 mL) に溶解させ、トリフェニルホスフィン (20 g) を加えた。氷浴下、撹拌しながら四臭化炭素 (20 g) をゆっくりと加え、24 時間撹拌を継続した。反応液にシリカゲルを加え、溶媒を留去した。ヘキサンで抽出することで、化合物 33 を 14 g 得た。化合物 33 の構造は、以下の NMR データより確認した。

[0448] [化62]

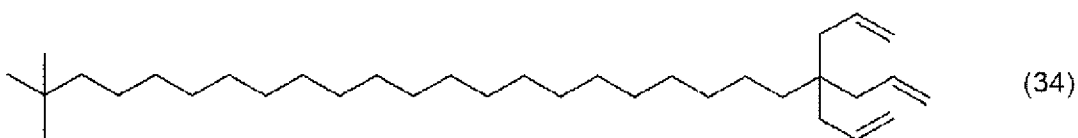


[0449] $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CDCl_3) δ 5.80 – 5.59 (m, 3H), 5.23 – 4.90 (m, 6H), 3.42 (t, $J = 4.7$ Hz, 2H), 1.85 (d, $J = 7.3$ Hz, 6H), 1.82 – 1.10 (m,

36H).

[0450] 化合物33 (5.0 g) をTHF (100 mL) に溶解させ、塩化銅 (I) (0.005 g)、ネオペンチルマグネシウムクロリドのTHF溶液 (1 M、16 mL) を加え、50℃で24時間攪拌した。反応液に塩酸を加え、ヘキサンで抽出した。溶媒と低沸点成分を減圧留去し、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 (展開溶媒: ヘキサン) を行うことで、化合物34を3.4 g得た。

[0451] [化63]

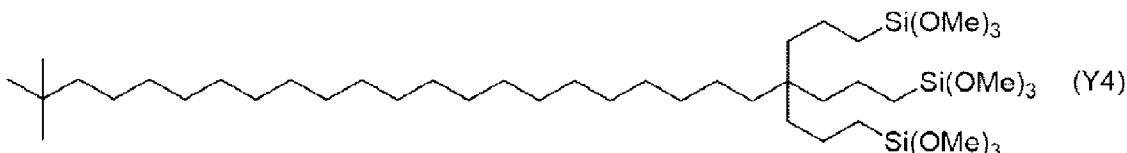


[0452] $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CDCl_3) δ 5.77 – 5.56 (m, 3H), 5.25 – 4.89 (m, 6H), 2.00 – 1.67 (m, 6H), 1.49 – 1.10 (m, 40H), 0.85 (s, 9H).

[0453] ジクロロメタン (10 g)、化合物34 (1.0 g)、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%、8.3 mg)、アニリン (2.6 mg)、トリメトキシシラン (1.0 g) を加え、50℃で2時間攪拌した後、溶媒と低沸点成分を減圧留去することで、化合物Y4を1.8 g得た。

化合物Y4の構造は、以下のNMRデータより確認した。

[0454] [化64]



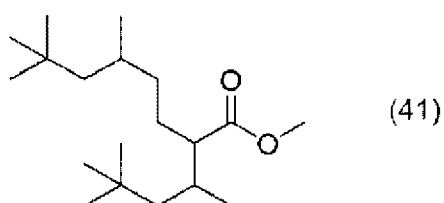
[0455] $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CDCl_3) δ 3.58 (s, 27H), 1.57 – 1.12 (m, 52H), 0.85 (s, 9H), 0.68 (t, $J = 9.4$ Hz, 9H).

[0456] [第2化合物 (化合物Y5) の合成]

[0457] イソステアリン酸 (25 g)、p-トルエンスルホン酸一水和物 (4.3 g)、メタノール (500 g) を加え、24時間還流条件下で攪拌した。反応液を濃縮し、シリカゲルカラムクロマトグラフィで精製することで、化合

物 4 1 を 2 6 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。

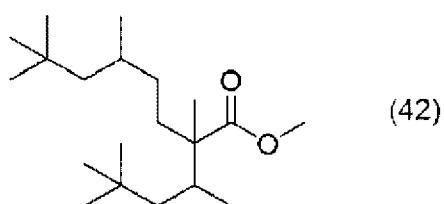
[0458] [化65]



[0459] $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CDCl_3) δ 3.63 (s, 3H), 2.54 – 0.79 (m, 35H).

[0460] 乾燥窒素雰囲気下、THF (1, 000 mL) に 60% 水素化ナトリウム (4.1 g) を溶解させた。氷浴下、攪拌しながらゆっくりと化合物 (25 g) を加えた。1 時間攪拌した後、ヨウ化メチル (13 g) をゆっくりと加え、24 時間攪拌を続けた。2 N 塩酸水溶液で反応を停止させ、分液した。水層を酢酸エチルで抽出し、有機層をまとめた。有機層を無水硫酸ナトリウムで乾燥し、ろ過した。ろ液をエバポレーターで濃縮した。得られた粗液をシリカゲルカラムクロマトグラフィで精製することで、化合物 4 2 を 25 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。

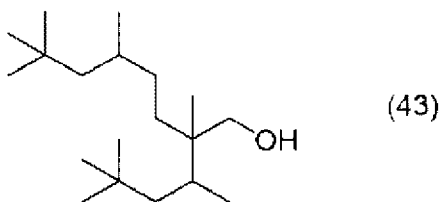
[0461] [化66]



[0462] $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CDCl_3) δ 3.63 (s, 3H), 2.54 – 0.79 (m, 38H).

[0463] 乾燥窒素雰囲気下、THF (1, 000 mL) に、水素化リチウムアルミニウムの THF 溶液 (1 M, 100 mL) を加えた。氷浴下、攪拌しながらゆっくりと化合物 (24 g) を加え、1 時間攪拌を続けた。水 (4 mL)、15% 水酸化ナトリウム水溶液 (4 mL)、水 (12 mL) を順にゆっくりと加え、セライトろ過した。ろ液をエバポレーターで濃縮することで、化合物 4 3 を 19 g 得た。化合物 4 3 の構造は、以下の NMR データより確認した。

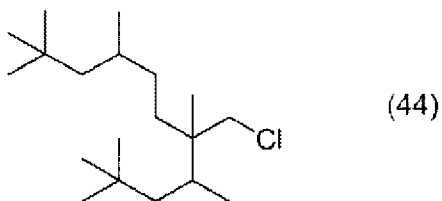
[0464] [化67]



[0465] $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CDCl_3) δ 3.69 – 3.63 (m, 1H), 3.44 – 3.37 (m, 1H), 1.73 – 0.80 (m, 37H).

[0466] 化合物43 (15 g)、四塩化炭素 (12 g)、アセトニトリル (150 mL) を加えて攪拌しながらトリフェニルホスフィン (22 g) を加え、60°Cで1時間攪拌した。反応液にシリカゲルを加え、溶媒を留去した。ヘキサンで抽出することで、化合物44を16 g得た。化合物44の構造は、以下のNMRデータより確認した。

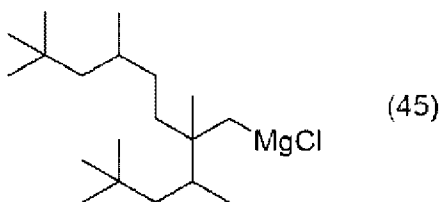
[0467] [化68]



[0468] $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CDCl_3) δ 3.63 – 3.53 (m, 1H), 3.36 – 3.25 (m, 1H), 1.81 – 0.77 (m, 37H).

[0469] 乾燥窒素雰囲気下、マグネシウム (1.3 g)、THF (100 mL)、1,2-ジブロモエタン (0.10 g)、化合物 (15 g) を加え、還流条件下24時間攪拌を続けた。化合物45のTHF溶液 (0.6 M) を80 mL得た。化合物45の構造は、以下のNMRデータより確認した。

[0470] [化69]

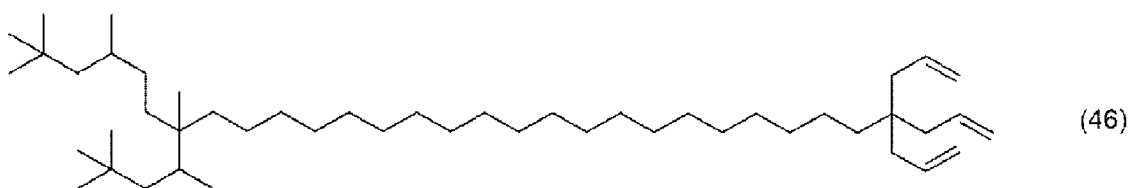


[0471] $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CDCl_3) δ 1.81 – 0.77 (m, 37H), -0.19 – -0.55 (br,

2H).

[0472] 化合物33 (5.0 g) をTHF (100 mL) に溶解させ、塩化銅 (I) (0.005 g)、化合物45のTHF溶液 (0.6 M、30 mL) を加え、50℃で24時間攪拌した。反応液に塩酸を加え、ヘキサンで抽出した。溶媒と低沸点成分を減圧留去し、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 (展開溶媒: ヘキサン) を行うことで、化合物46を4.8 g得た。化合物46の構造は、以下のNMRデータより確認した。

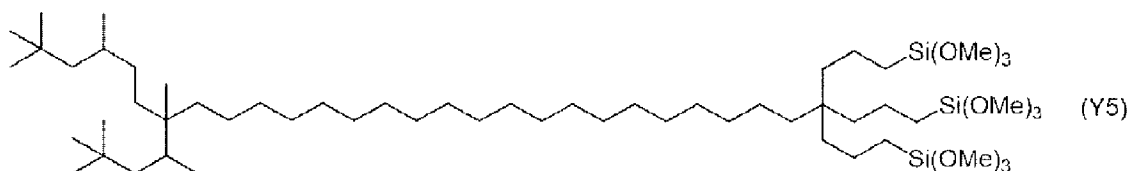
[0473] [化70]



[0474] $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CDCl_3) δ 5.75 - 5.64 (m, 3H), 5.20 - 4.92 (m, 6H), 1.85 (d, $J = 1.4$ Hz, 6H), 1.68 - 0.73 (m, 77H).

[0475] ジクロロメタン (10 g)、化合物46 (1.0 g)、白金/1,3-ジビニルー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%、8.3 mg)、アニリン (2.6 mg)、トリメトキシシラン (1.0 g) を加え、50℃で2時間攪拌した後、溶媒と低沸点成分を減圧留去することで、化合物Y5を1.5 g得た。化合物Y5の構造は、以下のNMRデータより確認した。

[0476] [化71]

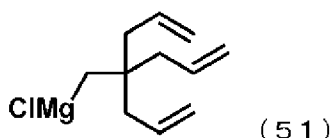


[0477] $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CDCl_3) δ 3.58 (s, 27H), 1.65 - 0.76 (m, 89H), 0.68 (t, $J = 9.4$ Hz, 6H).

[0478] [第2化合物 (化合物Y6) の合成]

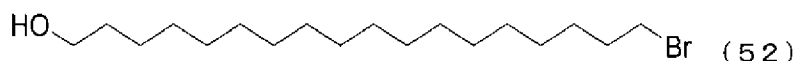
[0479] 国際公開第2021/054413号に記載の方法で、化合物51のTHF溶液 (0.8 M) を得た。

[化72]



[0480] 1, 18-オクタデカンジオール (25 g) をトルエン (1, 000 mL) に溶解させた。48%臭化水素酸 (22 g) を加え、24時間還流条件下で攪拌した。反応終了後、分液し、水層をジクロロメタンで抽出した。有機層をまとめ、飽和重曹水で洗浄した。無水硫酸マグネシウムで乾燥し、ろ過した。ろ液を減圧留去し、シリカゲルカラムクロマトグラフィで精製することで、化合物52を22 g得た。化合物52の構造は、以下のNMRデータより確認した。

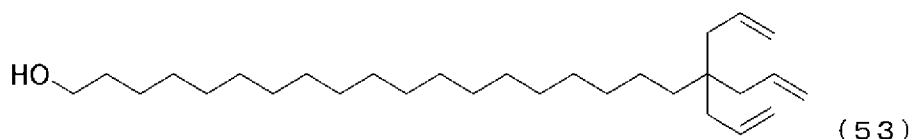
[化73]



[0481] $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CDCl_3) δ 3.57 (td, $J = 5.8, 5.8$ Hz, 2H), 3.42 (t, $J = 4.7$ Hz, 2H), 1.81 – 1.20 (m, 32H).

[0482] 化合物52 (21 g) をTHF (500 mL) に溶解させ、塩化銅 (11) (0.4 g)、化合物51のTHF溶液 (0.8 M) (200 mL) を加え、50℃で24時間攪拌した。反応終了後、塩酸を加え、ジクロロメタンで抽出した。溶媒と低沸点成分を減圧留去し、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を行うことで、化合物53を18 g得た。化合物53の構造は、以下のNMRデータより確認した。

[化74]

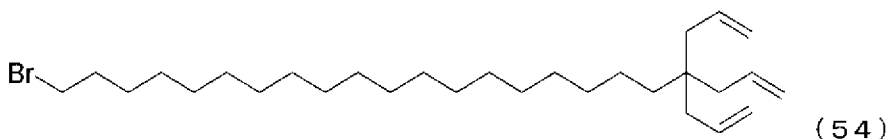


[0483] $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CDCl_3) δ 5.81 – 5.57 (m, 3H), 5.28 – 4.88 (m, 6H), 3.57 (td, $J = 5.8, 5.8$ Hz, 2H), 1.90 – 1.78 (m, 6H), 1.64 – 1.48 (m, 2H), 1.38 – 1.15 (m, 32H).

[0484] 化合物53 (17 g) をTHF (500 mL) に溶解させ、トリフェニル

ホスフィン（20 g）加えた。氷浴下、攪拌しながら四臭化炭素（20 g）をゆっくりと加え、24時間攪拌を継続した。反応液にシリカゲルを加え、溶媒を留去した。ヘキサンで抽出することで、化合物54を14 g得た。化合物54の構造は、以下のNMRデータより確認した。

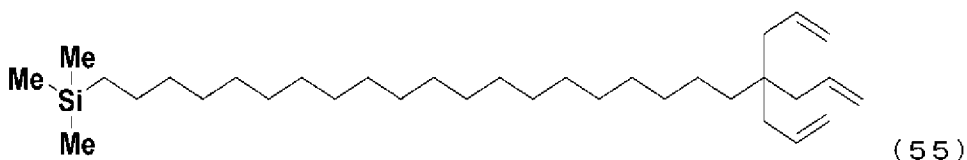
[化75]



[0485] $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CDCl_3) δ 5.80 – 5.59 (m, 3H), 5.23 – 4.90 (m, 6H), 3.42 (t, J = 4.7 Hz, 2H), 1.85 (d, J = 7.3 Hz, 6H), 1.82 – 1.10 (m, 36H).

[0486] 化合物54（5.0 g）をTHF（100 mL）に溶解させ、塩化銅（I）（0.005 g）、トリメチルシリルメチルマグネシウムクロリドのジエチルエーテル溶液（1.0 M）（16 mL）を加え、60℃で24時間攪拌した。反応終了後、塩酸を加え、ヘキサンで抽出した。溶媒と低沸点成分を減圧留去し、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を行うことで、化合物55の構造は、以下のNMRデータより確認した。

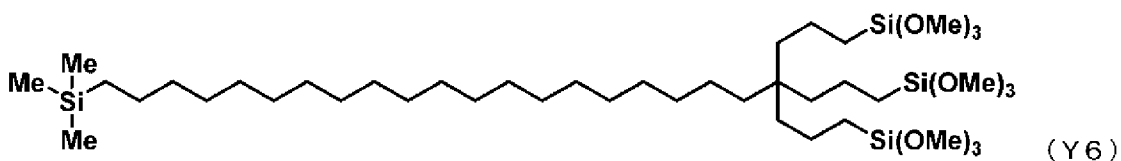
[化76]



[0487] $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CDCl_3) δ 5.70 (ddt, J = 16.8, 11.3, 7.4 Hz, 3H), 5.23 – 4.85 (m, 6H), 1.84 (dt, J = 7.3, 1.0 Hz, 6H), 1.45 – 1.10 (m, 38H), 0.58 (t, J = 8.5 Hz, 2H), -0.05 (s, 9H).

[0488] ジクロロメタン（10 g）に溶解した化合物55（0.5 g）に、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%、5 mg）、アニリン（3 mg）、トリメトキシシラン（1.0 g）を加え、50℃で2時間攪拌した。溶媒を減圧留去することで、化合物Y6を0.7 g得た。

[化77]



[0489] $^1\text{H-NMR}$ (400 MHz, CDCl_3) δ 3.58 (s, 27H), 1.51 – 1.08 (m, 50H), 0.77 – 0.46 (m, 8H), -0.05 (s, 9H).

[0490] [表面処理剤の調製]

表 1 に記載の第 1 化合物及び第 2 化合物を、表 1 に記載の質量比率で混合し、更に液状媒体としてヘプタンを追加し、固形分が 20 質量%である表面処理剤を得た。

基材に対して、表面処理剤を用いて表面処理を行った。表面処理方法としては、ドライコーティング法を用いた。

基材として、化学強化ガラスを用いた。

真空蒸着装置（アルバック機工社製「VTR-350M」）内の銅製ハースに蒸着源として酸化ケイ素の 30 g を配置した。真空蒸着装置内にガラス基材を配置し、真空蒸着装置内を 5×10^{-3} Pa 以下の圧力になるまで排気した。上記ハースを約 2,000°C になるまで加熱し、基材の表面に酸化ケイ素を真空蒸着させ、厚さ約 20 nm の酸化ケイ素層を有する酸化ケイ素層付き基材を作製した。

各表面処理剤の 0.5 g 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。表面処理剤を配置したボートを昇温速度 10°C/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 1 nm/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 50 nm となった時点でシャッターを閉じて酸化ケイ素層付き基材の表面への製膜を終了させた。化合物又は組成物が堆積された基材を、140°C で 30 分間加熱処理し、エタノールにて洗浄して、基材の表面に表面処理層を有する物品を得た。

[0491] ドライコーティング法によって得られた物品について、撥水性、耐摩耗性、及び指紋除去性の評価を行った。評価方法は、以下の通りである。

[0492] <撥水性>

物品の表面処理層上に、約 2 μ L の蒸留水を垂らし、接触角測定装置（製品名「DM-500」、協和界面科学社製）を用いて、初期の水接触角を測定した。表面処理層上の 5 箇所測定した平均値を、水接触角とした。なお、水接触角の算出には 2 θ 法を用いた。評価基準は以下の通りである。AA、A 及び B は、実用上問題ないレベルである。

AA：初期の水接触角が 105° 以上。

A：初期の水接触角が 100° 以上 105° 未満。

B：初期の水接触角が 95° 以上 100° 未満。

C：初期の水接触角が 95° 未満。

[0493] <耐摩耗性 1>

物品の表面処理層に対して、JIS L0849：2013（対応 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 98.07 kPa、速度 320 cm/分 で 100 回往復させるごとに、摩擦試験後の水接触角を測定した。摩擦試験後の水接触角の測定方法は、上記撥水性の評価方法における、初期の水接触角の測定方法と同じである。まず、100 回往復させた後に、得られた水接触角の値が 90° 未満であった場合には、摩擦試験を終了し、終了時の擦り回数を記録した。得られた水接触角の値が 90° 以上であった場合には、続けて摩擦試験を行った。この操作を繰り返し行い、擦り回数を最大 1 万回とした。評価基準は以下のとおりである。A 及び B は、実用上問題ないレベルである。

A：擦り回数が 2,000 回以上。

B：擦り回数が 1,000 回以上 2,000 回未満。

C：擦り回数が 1,000 回未満。

[0494] <耐摩耗性 2>

物品の表面処理層に対して、JIS L0849:2013（対応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100回往復させるごとに、摩擦試験後の水接触角を測定した。摩擦試験後の水接触角の測定方法は、上記撥水性の評価方法における、初期の水接触角の測定方法と同じである。まず、100回往復させた後に、得られた水接触角の値が95°未満であった場合には、摩擦試験を終了し、終了時の擦り回数を記録した。得られた水接触角の値が95°以上であった場合には、続けて摩擦試験を行った。この操作を繰り返し行い、擦り回数を最大1万回とした。評価基準は以下の通りである。

A：擦り回数が200回以上。

B：擦り回数が200回未満。

[0495] <指紋除去性>

指紋スタンプ部分となる直径2cmの赤ゴム栓を備えた1kg分銅を準備した。次に、人工指紋液（伊勢久株式会社製）70μLをウエスに滴下し、指紋スタンプを人工指紋液に1分間付着させた。指紋スタンプに過剰に付着した人工指紋液を除去するために、指紋スタンプを新しいウエスに20秒間付着させた。その後、23℃に温度が調整されたホットプレート上に、表面処理層が形成された物品を設置した。指紋スタンプを表面処理層に対してスタンプした。

[0496] 人工指紋液が付着した物品を摺動装置（製品名「HHS-2000」、株式会社新東科学製）に設置した。1cm角の面積を有する平面圧子に両面テープを用いて拭き取り布（KBセーレン株式会社製サヴィーナミニマックス）に貼り付け、摺動装置に設置した。荷重100gで表面処理層に対して、拭き取り布で1方向に向かって、付着した人工指紋液を拭き取った。拭き取った箇所をヘイズメーター（製品名「NDH7000SP」、株式会社日本電色製）でヘイズを測定した。評価基準は以下の通りである。

A：ヘイズ値が1%未満。

B：ヘイズ値が1%以上5%未満。

C：ヘイズ値が5%以上。

[0497] 評価結果を表1に示す。表1中、要件(1)及び要件(2)におけるYはそれぞれ、要件(1)及び要件(2)を満たしていることを意味する。要件(1)及び要件(2)におけるNはそれぞれ、要件(1)及び要件(2)を満たしていないことを意味する。また、「－」は、第1化合物又は第2化合物が含まれていないことを意味する。例11は、表面処理剤による表面処理を行っていない酸化ケイ素付き基材の測定結果である。また、耐摩耗性1及び2の「－」は実施していないことを示す。

[0498]

[表1]

	第1化合物	要件(1)	第2化合物	要件(2)	第1化合物に対する第2化合物の比率	第1化合物と第2化合物の合計に対する第2化合物の比率	水接触角 [°]	撥水性	耐摩耗性 1	耐摩耗性 2	指紋除去性
例1	X1	Y	Y1	Y	0.1	0.09	100	A	A	B	A
例2	X1	Y	Y2	N	0.1	0.09	100	A	A	B	A
例3	X1	Y	Y2	N	0.6	0.38	93	B	B	—	C
例4	X1	Y	Y2	N	0.6	0.38	94	B	B	—	C
例5	X2	N	Y1	Y	0.1	0.09	95	B	B	—	C
例6	X1	Y	Y3	Y	0.15	0.13	103	A	A	B	A
例7	X1	Y	Y4	Y	0.15	0.13	103	A	A	B	A
例8	X1	Y	Y5	Y	0.15	0.13	103	A	A	B	A
例9	X1	Y	—	—	0	0	105	AA	C	B	A
例10	—	—	Y1	Y	∞	1	92	C	A	—	C
例11	—	—	—	—	—	—	28	C	—	—	C
例12	X3	N	Y3	Y	0.18	0.15	103	A	A	B	A
例13	X3	N	Y6	Y	0.18	0.15	105	AA	A	A	A
例14	X3	N	Y6	Y	0.33	0.25	104	A	A	A	A
例15	X3	N	Y6	Y	1	0.5	103	AA	A	A	B

[0499] 表1に示すように、例1～8及び例12～15では、第1化合物及び第2化合物を含み、要件(1)及び(2)のうち少なくとも1つを満たすため、撥水性及び耐摩耗性に優れることが分かった。例1と例3とを比較して、例

1の方が指紋除去性に優れていた。例2と例4とを比較して、例2の方が指紋除去性に優れていた。

産業上の利用可能性

[0500] 本開示の組成物及び表面処理剤は、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、組成物及び表面処理剤は、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。更に、組成物及び表面処理剤は、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、組成物及び表面処理剤は、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、組成物及び表面処理剤は、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、組成物及び表面処理剤は、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、組成物及び表面処理剤は、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、組成物及び表面処理剤は、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械、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。

[0501] この出願は、2023年11月8日に提出された日本出願特願2023-191140、及び2024年3月6日に提出された日本出願特願2024-

－ 0 3 4 0 1 8 を基礎とする優先権を主張し、その開示の全てをここに取り込む。

請求の範囲

【請求項1】 オルガノ（ポリ）シロキサン残基と、反応性シリル基 a と、を有する第 1 化合物、及び、

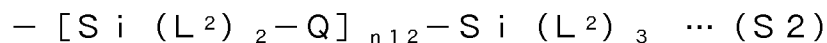
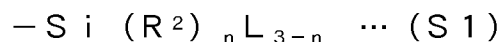
オルガノ（ポリ）シロキサン残基を有さず、酸素原子と直接結合しない炭化水素基であって官能基又は置換基を有してもよい炭素数 4 以上の炭化水素基と、反応性シリル基 b と、を有する第 2 化合物を含み、

下記要件（1）及び（2）のうち少なくとも 1 つを満たす、組成物。

要件（1）：前記第 1 化合物において、前記反応性シリル基 a は前記オルガノ（ポリ）シロキサン残基の少なくとも一方の末端に 2 つ以上連結される。

要件（2）：前記第 2 化合物において、前記反応性シリル基 b は前記炭化水素基の少なくとも一方の末端に 2 つ以上連結される。

【請求項2】 前記反応性シリル基 a 及び前記反応性シリル基 b はそれぞれ独立に、下記式（S 1）又は下記式（S 2）で表される、請求項 1 に記載の組成物。



ただし、

R^2 は、それぞれ独立に、1 価の炭化水素基であり、

L は、それぞれ独立に、加水分解性基、加水分解性基を有する基、又は水酸基であり、

L^2 は、それぞれ独立に、加水分解性基、加水分解性基を有する基、水酸基、又は炭化水素基であり、

L^2 のうち、少なくとも 4 個の L^2 は、加水分解性基、加水分解性基を有する基、又は水酸基であり、

Q は、それぞれ独立に、酸素原子、又は、両隣の Si と結合する 1

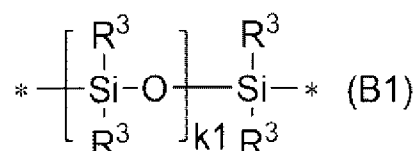
つの炭素原子を有する有機基であり、

n は、0～2の整数であり、

$n+2$ は、1～3の整数である。

[請求項3] 前記第1化合物に含まれるオルガノ（ポリ）シロキサン残基は、下記式（B1）で表される、請求項1に記載の組成物。

[化1]



式（B1）中、

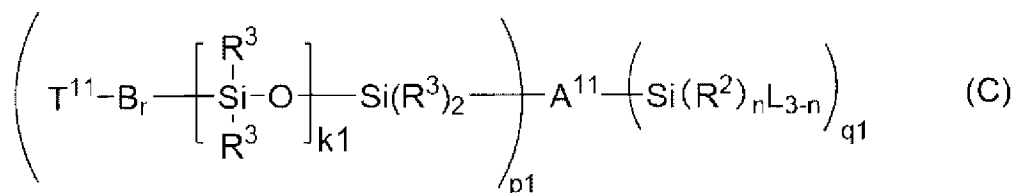
R^3 は、それぞれ独立に、炭化水素基であり、

$k1$ は、1以上の数であり、

$*$ は、隣接する原子との結合部位である。

[請求項4] 前記第1化合物は、下記式（C）で表される化合物である、請求項1に記載の組成物。

[化2]



式（C）中、

T^{11} は、反応性シリル基を含まない1価の基であり、

B は、それぞれ独立に、 $-O-$ 又は $-C(=O)-$ であり、

r は、それぞれ独立に、0又は1であり、

R^3 は、それぞれ独立に、炭化水素基であり、

$k1$ は、それぞれ独立に、1以上の数であり、

$p1$ は、1以上の整数であり、

A^{11} は、 $(p1+q1)$ 価の連結基であり、

$q1$ は、1以上の整数であり、

R^2 は、それぞれ独立に、炭化水素基であり、

L は、それぞれ独立に、加水分解性基、加水分解性基を有する基、又は水酸基であり、

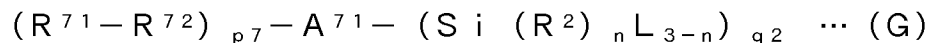
n は、それぞれ独立に、0～2の整数である。

[請求項5] 前記式 (C) において、 k_1 が2～600である、請求項4に記載の組成物。

[請求項6] 前記式 (C) において、 q_1 は1～4の整数である、請求項4に記載の組成物。

[請求項7] 前記第2化合物において、前記反応性シリル基 b は前記炭化水素基の一方の末端のみに連結される、請求項1に記載の組成物。

[請求項8] 前記第2化合物は、式 (G) で表される化合物である、請求項1に記載の組成物。



式 (G) 中、

R^{71} は、水素原子、又は、 $[(CH_3)_3Q^{71}-R^{73}-]_{m_7}Q^{72}(CH_3)_{3-m_7}-$ であり、

Q^{71} 及び Q^{72} 、はそれぞれ独立に、C又はSiであり、

R^{73} は、それぞれ独立に、炭素数1～6のアルキレン基であり、

m_7 は、0～3の整数であり、

R^{72} は、アルキレン基であって、炭素数が2以上の場合、炭素-炭素原子間に、 $-O-$ 、 $-S-$ 、 $-C(=O)NH-$ 、 $-NHC(=O)-$ 、 $-C(=O)O-$ 、 $-OC(=O)-$ 、 $-C(=O)S-$ 、 $-SC(=O)-$ 、 $-S(=O)_2NH-$ 、 $-NHS(=O)_2-$ 、 $-S(=O)_2O-$ 、 $-OS(=O)_2-$ 、及びフェニレン基より選択される基を1個以上有していてもよく、

A^{71} は、単結合又は (p_7+q_2) 価の連結基であり、

R^2 は、それぞれ独立に、炭化水素基であり、

L は、それぞれ独立に、加水分解性基、加水分解性基を有する基、又は水酸基であり、

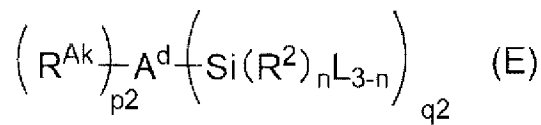
n は、0～2の整数であり、

p 7 は1以上の整数であり、

q 2 は、1以上の整数である。

[請求項9] 前記第2化合物は、下記式(E)で表される化合物である、請求項1に記載の組成物。

[化80]



式(E)中、

R^{Ak}は、それぞれ独立に、アルキル基であり、

A^dは、単結合、又は酸素原子以外の(p 2 + q 2)価の連結基であり、

p 2 及び q 2 は、それぞれ独立に、1以上の整数であり、

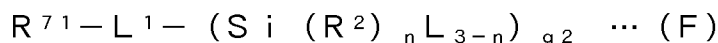
R²は、それぞれ独立に、炭化水素基であり、

L は、それぞれ独立に、加水分解性基、加水分解性基を有する基、又は水酸基であり、

n は、0～2の整数である。

[請求項10] 前記R^{Ak}が炭素数4～50のアルキル基である、請求項9に記載の組成物。

[請求項11] 前記第2化合物は、下記式(F)で表される化合物である、請求項1に記載の組成物。



式(F)中、

R⁷¹は、水素原子、又は、[(CH₃)₃Q⁷¹-R⁷³-]_{m7}Q⁷²(CH₃)_{3-m7}-であり、

Q⁷¹及びQ⁷²、はそれぞれ独立に、C又はSiであり、

ただし、 Q^{71} 及び Q^{72} のうち、少なくとも一つが S_i であり、
 R^{73} はそれぞれ独立に、炭素数1～6のアルキレン基であり、
 m_7 は、0～3の整数であり、

L^1 は、炭素数が13以上のアルキレン基であって、炭素－炭素原子間に、 $-O-$ 、 $-S-$ 、 $-C(=O)NH-$ 、 $-NHC(=O)-$ 、 $-C(=O)O-$ 、 $-OC(=O)-$ 、 $-C(=O)S-$ 、 $-SC(=O)-$ 、 $-S(=O)_2NH-$ 、 $-NHS(=O)_2-$ 、 $-S(=O)_2O-$ 、 $-OS(=O)_2-$ 、及びフェニレン基より選択される基を1個以上有していてもよく、

R^2 は、それぞれ独立に、炭化水素基であり、

L は、それぞれ独立に、加水分解性基、加水分解性基を有する基、又は水酸基であり、

n は、0～2の整数であり、

q_2 は、1以上の整数である。

[請求項12] 前記 L^1 が、炭素数が13～36のアルキレン基である、請求項11に記載の組成物。

[請求項13] 前記 R^1 が、 $(CH_3)_3Si-$ である、請求項11に記載の組成物。

[請求項14] 前記第1化合物に対する前記第2化合物の質量比率は、0.01～0.9である、請求項1に記載の組成物。

[請求項15] 更に液状媒体を含む、請求項1に記載の組成物。

[請求項16] 請求項1～15のいずれか1項に記載の組成物からなる表面処理剤。

[請求項17] 基材に対して、請求項16に記載の表面処理剤を用いて表面処理を行い、前記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18] 基材と、前記基材上に配置され、請求項16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19] 光学部材である、請求項 1 8 に記載の物品。

[請求項20] ディスプレイ又はタッチパネルである、請求項 1 8 に記載の物品。

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/039593

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER <i>C08L 83/14</i> (2006.01)i; <i>B05D 7/24</i> (2006.01)i; <i>C07B 61/00</i> (2006.01)i; <i>C07F 7/18</i> (2006.01)i; <i>C08G 77/54</i> (2006.01)i; <i>C08K 5/5419</i> (2006.01)i; <i>C08L 83/06</i> (2006.01)i; <i>C09K 3/18</i> (2006.01)i FI: C08L83/14; B05D7/24 302Y; C07B61/00 300; C07F7/18 W; C08G77/54; C08K5/5419; C08L83/06; C09K3/18 103; C09K3/18 104 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) C08L83/14; B05D7/24; C07B61/00; C07F7/18; C08G77/54; C08K5/5419; C08L83/06; 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 1971-2024 Registered utility model specifications of Japan 1996-2024 Published registered utility model applications of Japan 1994-2024 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	WO 2023/181865 A1 (AGC INC.) 28 September 2023 (2023-09-28) claims 1-4, paragraphs [0006], [0141], [0144]-[0145], table 1, examples 1-5	1-20
Y	JP 2005-298572 A (SHIN-ETSU CHEMICAL CO., LTD.) 27 October 2005 (2005-10-27) claims 1-11, paragraphs [0007], [0017], examples 1-5	1-20
Y	WO 2023/181866 A1 (AGC INC.) 28 September 2023 (2023-09-28) claims 1-15, paragraph [0004], table 1, examples 1-5	1-20
Y	WO 2023/181867 A1 (AGC INC.) 28 September 2023 (2023-09-28) claims 1-15, paragraph [0006], table 1, examples 2-3, 5	1-20
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: “A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance “D” document cited by the applicant in the international application “E” earlier application or patent but published on or after the international filing date “L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) “O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means “P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed “T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention “X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone “Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art “&” document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 02 December 2024		Date of mailing of the international search report 10 December 2024
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2024/039593

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2023/181865	A1	28 September 2023	TW 202344575 A	
JP	2005-298572	A	27 October 2005	US 2005/0227092 A1	
				claims 1-17, paragraphs [0012], [0041], examples 1-5	
				EP 1584664 A2	
				KR 10-2006-0045524 A	
				TW 200602438 A	
WO	2023/181866	A1	28 September 2023	(Family: none)	
WO	2023/181867	A1	28 September 2023	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））
C08L 83/14(2006.01)i; B05D 7/24(2006.01)i; C07B 61/00(2006.01)i; C07F 7/18(2006.01)i;
C08G 77/54(2006.01)i; C08K 5/5419(2006.01)i; C08L 83/06(2006.01)i; C09K 3/18(2006.01)i
FI: C08L83/14; B05D7/24 302Y; C07B61/00 300; C07F7/18 W; C08G77/54; C08K5/5419; C08L83/06; C09K3/18
103; 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））
C08L83/14; B05D7/24; C07B61/00; C07F7/18; C08G77/54; C08K5/5419; C08L83/06; 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 1971-2024年
日本国実用新案登録公報 1996-2024年
日本国登録実用新案公報 1994-2024年
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	WO 2023/181865 A1 (AGC株式会社) 28.09.2023 (2023-09-28) [請求項1]-[請求項14], 段落[0006], [0141], [0144]-[0145], [表1], 例1-5	1-20
Y	JP 2005-298572 A (信越化学工業株式会社) 27.10.2005 (2005-10-27) [請求項1]-[請求項11], 段落[0007], [0017], 実施例1-5	1-20
Y	WO 2023/181866 A1 (AGC株式会社) 28.09.2023 (2023-09-28) [請求項1]-[請求項15], 段落[0004], [表1], 例1-5	1-20
Y	WO 2023/181867 A1 (AGC株式会社) 28.09.2023 (2023-09-28) [請求項1]-[請求項15], 段落[0006], [表1], 例2-3, 5	1-20

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの
“D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献
“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
02.12.2024

国際調査報告の発送日
10.12.2024

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）

小森 勇 4W 4770

電話番号 03-3581-1101 内線 3495

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/JP2024/039593

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
WO	2023/181865	A1	28.09.2023	TW	202344575	A	
JP	2005-298572	A	27.10.2005	US	2005/0227092	A1	
				請求項1-17, 段落[0012], [0041], 実施例1-5			
				EP	1584664	A2	
				KR	10-2006-0045524	A	
				TW	200602438	A	
WO	2023/181866	A1	28.09.2023	(ファミリーなし)			
WO	2023/181867	A1	28.09.2023	(ファミリーなし)			