(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2023年9月28日(28.09.2023)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2023/181863 A1

(51) 国際特許分類:
C07F 7/18 (2006.01) *C09K 3/18* (2006.01)
C08G 65/336 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2023/008162

(22) 国際出願日： 2023年3月3日(03.03.2023)

(25) 国際出願の言語： 日本語

(26) 国際公開の言語： 日本語

(30) 優先権データ：
特願 2022-049060 2022年3月24日(24.03.2022) JP

(71) 出願人：ＡＧＣ株式会社(**AGC INC.**) [JP/JP]; 〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目５番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者：渡邉 弘毅(**WATANABE, Koki**); 〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目５番１号 ＡＧＣ株式会社内 Tokyo (JP). 青山 元志(**AOYAMA, Motoshi**); 〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目５番１号 ＡＧＣ株式会社内 Tokyo (JP). 平田 泰啓(**HIRATA, Yasuhiro**); 〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目５番１号 ＡＧＣ株式会社内 Tokyo (JP). 阪口 博信(**SAKAGUCHI, Hironobu**); 〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目５番１号 ＡＧＣ株式会社内 Tokyo (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 ＡＧＣ株式会社内 Tokyo (JP). 落合 汐織(**OCHIAI, Shiori**); 〒1008405 東京都千代田区丸の内一丁目５番１号 ＡＧＣ株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人：弁理士法人太陽国際特許事務所(**TAIYO, NAKAJIMA & KATO**); 〒1600022 東京都新宿区新宿４丁目３番１７号 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能)：AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

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

添付公開書類：
一 国際調査報告（条約第21条(3)）

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

(54) 発明の名称： 化合物、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 compound which comprises: the group 1 described below; a partial structure that is an alkylene chain or a polyalkylene oxide chain; and the group 2 described below. Group 1: $-SiR^1_3$ Group 2: $-Si(R^2)_nL_{3-n}$ In the formulae, each R^1 independently represents a hydrocarbon group or a trialkylsilyloxy group; each R^2 independently represents a hydrocarbon group; each L independently represents a hydrolyzable group or a hydroxyl group; and n represents an integer of 0 to 2.

(57) 要約：下記基１と、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２と、を含む化合物。基１：－ＳｉＲ$^1_3$。基２：－Ｓｉ（Ｒ^2）$_n$Ｌ$_{3-n}$。Ｒ^{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、炭化水素基であり、Ｌはそれぞれ独立に、加水分解性基又は水酸基であり、ｎは０～２の整数である。

WO 2023/181863 A1

明　細　書

発明の名称 ：

化合物、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、化合物、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、トリアルキルシリル基を少なくとも１つと、加水分解性ケイ素基を２つ以上有する有機ケイ素化合物、及び金属原子に加水分解性基が少なくとも１つ結合している金属化合物を含む組成物が記載されている。特許文献２には、少なくとも１以上の加水分解性基又は水酸基を有する金属系界面活性剤、及び該金属系界面活性剤と相互作用し得る触媒を含む有機溶媒溶液に、基材を接触させる工程を少なくとも有する、基材表面に有機薄膜を形成する有機薄膜の製造方法が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開２０１７－１１９８４９号公報

特許文献2：国際公開第２００８／０１６０２９号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005]　一方、表面処理剤等に用いられる組成物には撥水性及び耐摩耗性の観点から、さらなる改良が求められている。

[0006]　本開示はこのような事情に鑑みてなされたものであり、本発明の一実施形

態が解決しようとする課題は、基材に対して、撥水性及び耐摩耗性に優れた表面処理層を形成し得る表面処理剤として有用な新規な化合物及び組成物を提供することにある。

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

本発明の一実施形態が解決しようとする課題は、撥水性及び耐摩耗性に優れた表面処理層を有する物品及び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＞

下記基１と、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２と、を含む化合物。

基１：－$M^1R^1_3$

基２：－$Si(R^2)_nL_{3-n}$

M^1は、Ｓｉ、Ｓｎ、又はＧｅであり、

R^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、炭化水素基であり、Ｌはそれぞれ独立に、加水分解性基又は水酸基であり、ｎは０～２の整数である。

＜２＞

下記式１で表される、＜１＞に記載の化合物。

$$[R^1_3Si-(O)_r-Z]_pA(Si(R^2)_nL_{3-n})_q \quad \cdots \quad (1)$$

式１中、R^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は０又は１であり、Ｚ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ｐ＋ｑ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、ｐ及びｑはそれぞれ独立に、１以上の整数である。

＜３＞

式１中、Ｚは炭素数１０以上のアルキレン鎖である、＜２＞に記載の化合物。

＜４＞

式１中、Ｚは、繰り返し数が３以上のポリアルキレンオキシド鎖である、＜２＞に記載の化合物。

＜５＞

式１中、Ｒ[1]はそれぞれ独立に、トリアルキルシリルオキシ基である、＜２＞～＜４＞のいずれか１つに記載の化合物。

＜６＞

式１中、Ｒ[1]はそれぞれ独立に、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である、＜２＞～＜５＞のいずれか１つに記載の化合物。

＜７＞

式１中、ｐは２～４である、＜２＞～＜６＞のいずれか１つに記載の化合物。

＜８＞

式１中、ｑは２～４である、＜２＞～＜７＞のいずれか１つに記載の化合物。

＜９＞

＜１＞～＜８＞のいずれか１つに記載の化合物と、液状媒体と、を含む組成物。

＜１０＞

＜１＞～＜８＞のいずれか１つに記載の化合物を含む、表面処理剤。

＜１１＞

＜１＞～＜８＞のいずれか１つに記載の化合物と、液状媒体と、を含む、表面処理剤。＜１２＞

基材に対して、＜１０＞又は＜１１＞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。

＜１３＞

基材と、基材上に配置され、＜１０＞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。

＜１４＞

光学部材である、＜１３＞に記載の物品。

＜１５＞

ディスプレイ又はタッチパネルである、＜１３＞に記載の物品。

＜１６＞

下記基１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２と、を含む化合物。

基１：$-M^1R^1_3$

基２：$-Si(R^2)_nL_{3-n}$

M^1は、Ｓｉ、Ｓｎ、又はＧｅであり、

R^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、炭化水素基であり、Ｌはそれぞれ独立に、加水分解性基又は水酸基であり、ｎは０～２の整数である。

発明の効果

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

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

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

発明を実施するための形態

[0009] 本明細書において「～」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。

本明細書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。

本明細書において、「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。

本明細書において、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。

[0010] ［化合物］

本開示の化合物は、下記基１と、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２と、を含む。

基１：－$M^1R^1_3$

基２：－Ｓｉ（R^2）$_n$$L_{3-n}$

M^1は、Ｓｉ、Ｓｎ、又はＧｅであり、R^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、炭化水素基であり、Ｌはそれぞれ独立に、加水分解性基又は水酸基であり、ｎは０～２の整数である。

[0011] 本開示の化合物を、表面処理剤として用いた場合に、撥水性及び耐摩耗性に優れた表面処理剤を形成できる。この理由は定かではないが、以下のように推測される。

本開示の化合物では、基２が含まれることにより、基材との密着性が高く、基材上に表面処理層を形成できる。また、基１が含まれることにより撥水性を付与でき、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が含まれることにより、分子間相互作用が働き、パッキング構造を形成する

ため、耐摩耗性を付与できる。

[0012] 特許文献１に記載の化合物は、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を含まないため、表面処理剤として用いた場合に、表面処理層の耐摩耗性が不充分であると考えられる。特許文献２に記載の化合物は、基１を含まないため、表面処理剤として用いた場合に、表面処理層の撥水性が不充分であると考えられる。

[0013] 以下、本開示の化合物について、詳細に説明する。

[0014] 本開示の化合物は、基１と、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２と、を含み、基１、基２、及び上記部分構造以外の構造を含んでいてもよい。例えば、本開示の化合物はオルガノシロキサン残基を含んでいてもよく、含んでいなくてもよい。

[0015] （基１）

本開示の化合物は、上記基１を含む。化合物中、基１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。基１は１価の基であるため、化合物の末端に位置する。

基１：$-M^1R^1{}_3$

M^1は、Ｓｉ、Ｓｎ、又はＧｅである。

R^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。

[0016] 基１が１分子中に複数ある場合、複数の基１は、同じであってもよく、互いに異なっていてもよい。原料の入手容易性、及び、化合物の製造容易性の観点からは、複数の基１は、同じであることが好ましい。

[0017] Ｓｉ、Ｓｎ、及びＧｅはいずれも第１４族元素であるため、同様の効果を奏するが、M^1は、原料の入手容易性の観点から、Ｓｉであることが好ましい。

[0018] R^1で表される炭化水素基としては、例えば、脂肪族炭化水素基及び芳香族炭化水素基が挙げられる。中でも、炭化水素基は、脂肪族炭化水素基が好ましく、アルキル基がより好ましい。アルキル基は、直鎖状アルキル基、分岐

鎖状アルキル基、及び環状アルキル基のいずれであってもよいが、直鎖状アルキル基が好ましく、メチル基、エチル基、ｎ－プロピル基、又はｎ－ブチル基がより好ましく、メチル基がさらに好ましい。

[0019] Ｒ[1]で表されるトリアルキルシリルオキシ基に含まれるアルキル基は、直鎖状アルキル基、分岐鎖状アルキル基、及び環状アルキル基のいずれであってもよいが、直鎖状アルキル基が好ましく、メチル基、エチル基、ｎ－プロピル基、又はｎ－ブチル基がより好ましく、メチル基がさらに好ましい。Ｒ[1]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、互いに異なっていてもよいが、製造容易性の観点から、同一であることが好ましい。

[0020] 基１としては、例えば、メチルジエチルシリル基、メチルエチルプロピルシリル基、メチルエチルブチルシリル基、メチルジプロピルシリル基、メチルプロピルブチルシリル基、メチルジブチルシリル基、ジメチルエチルシリル基、ジメチルプロピルシリル基、ジメチルブチルシリル基、トリメチルシリル基、トリエチルシリル基、トリ－ｎ－プロピルシリル基、トリ－イソプロピルシリル基、及び、これらの基を有するトリアルキルシリルオキシ基が挙げられる。

[0021] 中でも、表面処理層の撥水性を向上させる観点から、基１におけるＲ[1]はトリアルキルシリルオキシ基が好ましく、トリメチルシリルオキシ基又はトリエチルシリルオキシ基がより好ましい。

[0022]（基２）

本開示の化合物は、上記基２を含む。化合物中、基２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。例えば、１～１８つであってもよく、２～１２つであってもよく、２～８つであってもよい。基２は１価の基であるため、化合物の末端に位置する。

基２：－Ｓｉ（Ｒ[2]）$_n$Ｌ$_{3-n}$

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、加水分解性基又は水酸基であり、ｎは０～２の整数である。

[0023] 基２が１分子中に複数ある場合、複数の基２は、同じであってもよく、互いに異なっていてもよい。原料の入手容易性、及び、化合物の製造容易性の観点からは、複数の基２は、同じであることが好ましい。

[0024] R^2は、炭化水素基であり、飽和炭化水素基が好ましい。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がさらに好ましい。

[0025] Ｌはそれぞれ独立に、加水分解性基又は水酸基である。

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で表される加水分解性を有するシリル基は、加水分解反応によりＳｉ－ＯＨで表されるシラノール基となる。シラノール基は、さらにシラノール基間で反応してＳｉ－Ｏ－Ｓｉ結合を形成する。また、シラノール基は、基材の表面に存在する酸化物に由来するシラノール基と脱水縮合反応して、Ｓｉ－Ｏ－Ｓｉ結合を形成できる。

[0026] 加水分解性基としては、例えば、アルコキシ基、アリールオキシ基、ハロゲン原子、アシル基、アシルオキシ基、及びイソシアナト基（－ＮＣＯ）が挙げられる。アルコキシ基は、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。

[0027] 中でも、Ｌは、化合物の製造容易性の観点から、炭素数１～４のアルコキシ基又はハロゲン原子であることが好ましい。Ｌ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。

[0028] 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が複数存在することによって、表面処理層の基材への密着性がより強固になる。

ｎが１以下である場合、１分子中に存在する複数のＬは、同じであっても

よく、互いに異なっていてもよい。原料の入手容易性、及び、化合物の製造容易性の観点から、複数のＬは同じであることが好ましい。ｎが２である場合、１分子中に存在する複数のＲ^{2}は同じであってもよく、互いに異なっていてもよい。原料の入手容易性、及び、化合物の製造容易性の観点から、複数のＲ^{2}は同じであることが好ましい。

[0029]（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）

本開示の化合物は、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を含む。部分構造は、基１と基２との間に存在することが好ましい。基１と部分構造、及び、基２と部分構造とは、直接結合していてもよく、他の構造を介して結合していてもよい。

[0030] アルキレン鎖の炭素数は、表面処理層の撥水性及び耐摩耗性を向上させる観点から、２以上が好ましく、３以上がより好ましく、１０以上がさらに好ましい。アルキレン鎖の炭素数の上限値は特に限定されないが、例えば、８０であり、３０が好ましい。具体的には、アルキレン鎖の炭素数は、１～３０が好ましく、３～３０がより好ましく、４～２０がさらに好ましく、５～１５が特に好ましい。

アルキレン鎖は、直鎖状、分岐鎖状及び環状のいずれであってもよい。

[0031] 中でも、表面処理層の撥水性及び耐摩耗性を向上させる観点から、アルキレン鎖は、直鎖状であることが好ましい。

[0032] 基１とアルキレン鎖とは直接結合していてもよく、他の構造を介して結合していてもよい。例えば、基１とアルキレン鎖との間には、オルガノポリシロキサン残基（例えば、２価のオルガノポリシロキサン残基）が含まれていてもよく、含まれていなくてもよい。

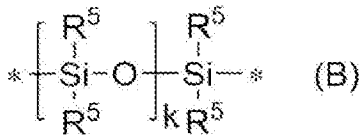
[0033] 例えば、基１とアルキレン鎖とは、２価のオルガノポリシロキサン残基を介して、結合していてもよい。基１、２価のオルガノポリシロキサン残基、アルキレン鎖、の順に配置されている場合、基１と２価のオルガノポリシロキサン残基との間に、他の構造が含まれていてもよい。基１と２価のオルガノポリシロキサン残基との間に、例えば、酸素原子又はアルキレン鎖が配置

されていてもよい。

[0034] ２価のオルガノポリシロキサン残基は、下記式Ｂで表されることが好ましい。

式Ｂ中、Ｒ^{5}は、それぞれ独立に、炭化水素基であり、ｋは１以上の整数である。

[0035] [化1]



(B)

[0036] Ｒ^{5}で表される炭化水素基としては、例えば、脂肪族炭化水素基及び芳香族炭化水素基が挙げられる。中でも、炭化水素基は、脂肪族炭化水素基が好ましく、アルキル基がより好ましい。アルキル基は、直鎖状アルキル基、分岐鎖状アルキル基、及び環状アルキル基のいずれであってもよいが、直鎖状アルキル基が好ましく、メチル基、エチル基、ｎ－プロピル基、又はｎ－ブチル基がより好ましく、メチル基がさらに好ましい。

[0037] ｋは１以上の整数であり、２～５００であることが好ましく、８～３００であることがより好ましく、１５～６０であることがさらに好ましい。耐摩耗性に優れる点からは、９～５０が好ましく、１１～３０がより好ましく、１１～２５が特に好ましい。

[0038] アルキレン鎖と、２価のオルガノポリシロキサン残基との組み合わせは、下記式Ｃ１、Ｃ２、又はＣ３で表されることが好ましい。

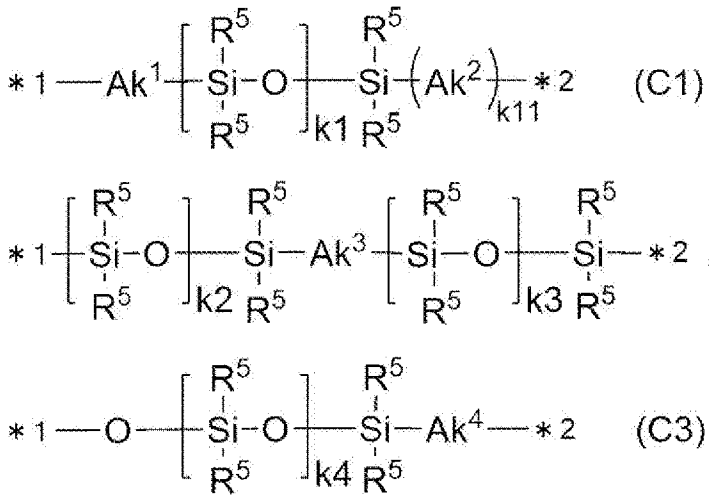
式Ｃ１中、Ａｋ^{1}及びＡｋ^{2}はそれぞれ独立に、アルキレン鎖を意味する。Ｒ^{5}は、式Ｂにおける Ｒ^{5}と同じある。ｋ１は１以上の整数である。

式Ｃ２中、Ａｋ^{3}はアルキレン鎖を意味する。Ｒ^{5}は、式Ｂにおける Ｒ^{5}と同じある。ｋ２及びｋ３はそれぞれ独立に、１以上の整数である。

式Ｃ３中、Ａｋ^{4}はアルキレン鎖を意味する。Ｒ^{5}は、式Ｂにおける Ｒ^{5}と同じある。ｋ４は１以上の整数である。

式Ｃ１、Ｃ２、及びＣ３において、＊１は基１側と連結し、＊２は基２側と連結する。

[0039] [化2]



[0040] 式Ｃ１中、Ａｋ[1]で表されるアルキレン鎖の炭素数は、表面処理層の撥水性及び耐摩耗性を向上させる観点から、２以上が好ましく、４以上がより好ましい。アルキレン鎖の炭素数の上限値は特に限定されないが、例えば、３０である。

Ａｋ[2]で表されるアルキレン鎖の炭素数は、表面処理層の撥水性及び耐摩耗性を向上させる観点から、１～３０が好ましく、３～３０がより好ましく、４～２０がさらに好ましく、５～１５が特に好ましい。

アルキレン鎖は、直鎖状、分岐鎖状及び環状のいずれであってもよい。

[0041] 中でも、表面処理層の撥水性及び耐摩耗性を向上させる観点から、アルキレン鎖は、直鎖状であることが好ましい。

[0042] ｋ１は１以上の整数であり、２～５００であることが好ましく、８～３００であることがより好ましく、１５～６０であることがさらに好ましい。耐摩耗性に優れる点からは、９～５０が好ましく、１１～３０がより好ましく、１１～２５が特に好ましい。

[0043] ｋ１１は０又は１である。

[0044] 式Ｃ２中、Ａｋ[3]で表されるアルキレン鎖の炭素数は、表面処理層の撥水性及び耐摩耗性を向上させる観点から、１以上が好ましく、２～１０がより好ましく、２～６がさらに好ましい。

アルキレン鎖は、直鎖状、分岐鎖状及び環状のいずれであってもよい。

[0045] 中でも、表面処理層の撥水性及び耐摩耗性を向上させる観点から、アルキレン鎖は、直鎖状であることが好ましい。

[0046] ｋ２及びｋ３はそれぞれ独立に、１以上の整数であり、２～５００であることが好ましく、８～３００であることがより好ましく、１５～６０であることがさらに好ましい。耐摩耗性に優れる点からは、９～５０が好ましく、１１～３０がより好ましく、１１～２５が特に好ましい。

式Ｃ３中、$Ａｋ^{4}$で表されるアルキレン鎖の炭素数は、表面処理層の撥水性及び耐摩耗性を向上させる観点から、１～３０が好ましく、３～３０がより好ましく、４～２０がさらに好ましく、５～１５が特に好ましい。

アルキレン鎖は、直鎖状、分岐鎖状及び環状のいずれであってもよい。

[0047] 中でも、表面処理層の撥水性及び耐摩耗性を向上させる観点から、アルキレン鎖は、直鎖状であることが好ましい。

[0048] ｋ４は１以上の整数であり、２～５００であることが好ましく、８～３００であることがより好ましく、１５～６０であることがさらに好ましい。耐摩耗性に優れる点からは、９～５０が好ましく、１１～３０がより好ましく、１１～２５が特に好ましい。

[0049] 中でも、表面処理層の撥水性及び耐摩耗性を向上させる観点から、アルキレン鎖と、２価のオルガノポリシロキサン残基との組み合わせは、式Ｃ３で表されることが好ましい。

[0050] ポリアルキレンオキシド鎖は、下記式Ａで表される。

$（ＸＯ）_{m}$ …（Ａ）

[0051] 式Ａ中、Ｘは、それぞれ独立に、アルキレン基である。

[0052] アルキレン基の炭素数は、表面処理層の撥水性及び耐摩耗性を向上させる観点から、１～２０が好ましく、２～６がより好ましい。

アルキレン基は、直鎖状、分岐鎖状及び環状のいずれであってもよい。

[0053] （ＸＯ）の具体例としては、$－ＣＨ_{2}Ｏ－$、$－Ｃ_{2}Ｈ_{4}Ｏ－$、$－Ｃ_{3}Ｈ_{6}Ｏ－$、$－Ｃ_{4}Ｈ_{8}Ｏ－$、$－Ｃ_{5}Ｈ_{10}Ｏ－$、$－Ｃ_{6}Ｈ_{12}Ｏ－$、$－ＣＨ（ＣＨ_{3}）ＣＨ_{2}Ｏ－$、$－ＣＨ（ＣＨ_{3}）ＣＨ_{2}ＣＨ_{2}Ｏ－$、$－ｃｙｃｌｏＣ_{4}Ｈ_{6}－Ｏ－$、－ｃｙｃｌ

ｏC_5H_8－Ｏ－、及び－ｃｙｃｌｏC_6H_{10}－Ｏ－が挙げられる。

ここで、－ｃｙｃｌｏC_4H_6－は、シクロブタンジイル基を意味する。シクロブタンジイル基としては、シクロブタン－１，２－ジイル基、及びシクロブタン－１，３－ジイル基が挙げられる。－ｃｙｃｌｏC_5H_8－は、シクロペンタンジイル基を意味する。シクロペンタンジイル基としては、シクロペンタン－１，２－ジイル基、及びシクロペンタン－１，３－ジイル基が挙げられる。－ｃｙｃｌｏC_6H_{10}－は、シクロヘキサンジイル基を意味する。シクロヘキサンジイル基としては、シクロヘキサン－１，２－ジイル基、シクロヘキサン－１，３－ジイル基、及びシクロヘキサン－１，４－ジイル基が挙げられる。

[0054] （ＸＯ）の繰り返し数ｍは、２以上の整数であり、３～２００の整数がより好ましく、５～１５０の整数がさらに好ましく、５～１００の整数が特に好ましく、１０～５０の整数が最も好ましい。

[0055] $(XO)_m$は、２種以上の（ＸＯ）を含んでいてもよい。

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

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

２種以上の（ＸＯ）の配置については、例えば、$\{(CH_2O)_{m21}(C_2H_4O)_{m22}\}$で表される構造は、ｍ２１個の$(CH_2O)$とｍ２２個の$(C_2H_4O)$とがランダムに配置されていることを表す。また、$(C_2H_4O-C_3H_6O)_{m25}$で表される構造は、ｍ２５個の$(C_2H_4O)$とｍ２５個の$(C_3H_6O)$とが交互に配置されていることを表す。

[0056] 中でも、$(XO)_m$は、$[(CH_2O)_{m11}(C_2H_4O)_{m12}(OC_3H_6)_{m13}(OC_4H_8)_{m14}(C_5H_{10}O)_{m15}\cdot(C_6H_{12}O)_{m16}$（ｃｙｃｌｏ$C_4H_6$－Ｏ）$_{m17}$（ｃｙｃｌｏ$C_5H_8$－Ｏ）$_{m18}$（ｃｙｃｌｏ$C_6H_{10}$－Ｏ）$_{m19}$

］が好ましい。

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

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

[0057] 中でも、ｍ１２は２以上の整数が好ましく、２～２００の整数が特に好ましい。

また、C_3H_6、C_4H_8、C_5H_{10}、及びC_6H_{12}は、直鎖状であってもよく、分岐鎖状であってもよいが、表面処理層の耐摩耗性を向上させる観点から、直鎖状が好ましい。

[0058] なお、上記式は単位の種類とその数を表すものであり、単位の配列を表すものではない。すなわち、ｍ１１～ｍ１９は単位の数を表すものであり、例えば、$(CH_2O)_{m11}$は、（CH_2O）単位がｍ１１個連続したブロックを表すものではない。同様に、（CH_2O）～（ｃｙｃｌｏC_6H_{10}－Ｏ）の記載順は、その記載順にそれらが配列していることを表すものではない。

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

[0059] $(XO)_m$は、下記の構造を有することが好ましい。

$(C_2H_4O)_{m21}$、

$(C_3H_6O)_{m22}$、

$(C_2H_4O)_{m23}(C_3H_6O)_{m24}$、

$(C_2H_4O-C_3H_6O)_{m25}$。

ただし、ｍ２１は２以上の整数であり、ｍ２２は２以上の整数であり、ｍ２３及びｍ２４はそれぞれ独立に、１以上の整数であり、ｍ２５は、１以上

の整数であり、ｍ２６及びｍ２７はそれぞれ独立に、１以上の整数である。

[0060] 部分構造の数平均分子量（Ｍｎ）は、４００～１８，０００が好ましく、５００～１５，０００がより好ましく、６００～１０，０００が特に好ましい。

Ｍｎが１，０００以上であれば、化合物の分子鎖の流動性が高くなるので、表面処理層の耐摩耗性がより優れる。

[0061] 本開示の化合物は、表面処理層の撥水性及び耐摩耗性により優れる点で、下記式１で表されることが好ましい。

$$[R^1{}_3M^1-(O)_r-Z]_pA(Si(R^2)_nL_{3-n})_q \quad \cdots \quad (1)$$

式１中、M^1は、Ｓｉ、Ｓｎ、又はＧｅであり、R^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は０又は１であり、Ｚ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ｐ＋ｑ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、ｐ及びｑはそれぞれ独立に、１以上の整数である。

[0062] 式１におけるR^1及びM^1は、上記基１におけるR^1及びM^1と同様であるため、説明を省略する。

式１中、M^1はＳｉが好ましい。

式１中、R^1はトリアルキルシリルオキシ基が好ましく、トリメチルシリルオキシ基又はトリエチルシリルオキシ基がより好ましい。

式１におけるR^2、Ｌ、及びｎは、上記基２におけるR^2、Ｌ、及びｎと同様であるため、説明を省略する。

[0063] Ｚで表されるポリアルキレンオキシド鎖は、部分構造であるポリアルキレンオキシド鎖と同様であるため、説明を省略する。

Ｚは、アルキレン鎖であることが好ましい。アルキレン鎖の炭素数は、表面処理層の撥水性及び耐摩耗性を向上させる観点から、２以上が好ましく、

３以上がより好ましく、１０以上がさらに好ましい。アルキレン鎖の炭素数の上限値は特に限定されないが、例えば、８０であり、３０が好ましい。具体的には、アルキレン鎖の炭素数は、１～３０が好ましく、３～３０がより好ましく、４～２０がさらに好ましく、５～１５が特に好ましい。

[0064] Ｚが、アルキレン鎖と２価のポリシロキサン残基との組み合わせである場合、「$R^{1}{}_{3}M^{1}-(O)_{r}-$」と結合する側はアルキレン鎖であってもよく、２価のポリシロキサン残基であってもよい。

[0065] また、Ｚは、$-Z^{11}-Z^{12}-$で表され、Z^{11}は２価のオルガノポリシロキサン残基であり、Z^{12}はアルキレン鎖であることが好ましい。

Z^{11}で表される２価のオルガノポリシロキサン残基は、上記式Ｂで表されることが好ましい。

Z^{12}で表されるアルキレン鎖の炭素数は、表面処理層の撥水性及び耐摩耗性を向上させる観点から、１～３０が好ましく、３～３０がより好ましく、４～２０がさらに好ましく、５～１５が特に好ましい。

[0066] 式１中、Ａは、単結合又はｐ＋ｑ価の連結基である。

ただし、ＺのＡと結合する側の末端がアルキレン鎖の場合、ＡのＺと結合する側の末端はアルキレン基ではない。

Ｚがポリアルキレンオキシド鎖の場合、ＡのＺと結合する側の末端はアルキレンオキシド基ではない。

[0067] 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、後述する式（３－１Ａ）、式（３－１Ｂ）、式（３－１Ａ－１）～（３－１Ａ－７）から$Si(R^{2})_{n}L_{3-n}$を除いた基が挙げられる。

[0068] また、Ａは、後述する基（ｇ２－１）～基（ｇ２－１４）であってもよい。

[0069] ｐ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

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。

[0070] ｐが２以上である場合、複数の［$R^1_3Si-(O)_r-Z$］は同一であってもよく、互いに異なっていてもよい。

[0071] ｑ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であることがさらに好ましく、２又は３であることが特に好ましい。

[0072] ｑ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、互いに異なっていてもよい。

[0073] 式１におけるA（$Si(R^2)_nL_{3-n})_q$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。

[0074] $-Q^a-X^{31}(-Q^b-Si(R^2)_nL_{3-n})_h(-R^{31})_i$ …（３－１Ａ）

$-Q^c-[CH_2C(R^{32})(-Q^d-Si(R^2)_nL_{3-n})]_y-R^{33}$ …（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。

[0075] 式（３－１Ａ）中、Q^aは、単結合又は２価の連結基である。

ただし、ＺのＡと結合する側の末端がアルキレン鎖の場合、Q^aのＺと結合する側の末端は、アルキレン基ではない。

Ｚがポリアルキレンオキシド鎖の場合、Q^aのＺと結合する側の末端は、アルキレンオキシド基ではない。

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、１～２

０がより好ましく、４～２０がさらに好ましく、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、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。

中でも、ＺのＡと結合する側の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、－Ｏ

Ｃ（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$_{2}$Ｎ（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さらに好ましい。

Ｚがポリアルキレンオキシド鎖である場合には、Ｑ^{a}は、２価の炭化水素基、２価の複素環基、－ＳＯ$_{2}$－、－Ｃ（Ｏ）－、－Ｓｉ（Ｒ^{a}）$_{2}$－、－Ｃ（Ｏ）Ｏ－、－Ｃ（Ｏ）Ｓ－、－Ｃ（Ｏ）Ｎ（Ｒ^{d}）－、－ＳＯ$_{2}$Ｎ（Ｒ^{d}）－、－Ｃ（Ｏ）Ｎ（Ｒ^{d}）－を有するアルキレン基、－Ｃ（Ｏ）Ｏ－を有するアルキレン基、－ＳＯ$_{2}$Ｎ（Ｒ^{d}）－を有するアルキレン基、アルキレン基－Ｓｉ（Ｒ^{a}）$_{2}$－フェニレン基－Ｓｉ（Ｒ^{a}）$_{2}$が好ましく、－Ｃ（Ｏ）－がより好ましい。

[0076] 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、ＺのＡと結合する側の末端がアルキレン鎖、かつ、Ｑ^{a}が単結合の場合、Ｘ^{31}のＺと結合する側の末端はアルキレン基ではない。

また、Ｚがポリアルキレンオキシド鎖、かつ、Ｑ^{a}が単結合の場合、Ｘ^{31}のＺと結合する側の末端はポリアルキレンオキシド基ではない。上記以外の場合、Ｘ^{31}の末端はアルキレン基であってもよく、アルキレンオキシド基であってもよい。

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。

[0077] 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}、（$-Q^{b}-Si(R^{2})_{n}L_{3-n}$）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。さらに、環は芳香族性の環であってもよく、非芳香族性の環であってもよい。

単環としては、４員環～８員環が好ましく、５員環及び６員環がより好ましい。縮合多環としては、４員環～８員環の２以上が縮合した縮合多環が好ましく、５員環及び６員環から選ばれる環の２又は３個結合した縮合多環、及び、５員環及び６員環から選ばれる環の１又は２個と４員環１個が結合した縮合多環がより好ましい。橋かけ環としては、５員環又は６員環を最大の環とする橋かけ環が好ましく、スピロ環としては、４員環～６員環の２つからなるスピロ環が好ましい。集合多環としては、５員環及び６員環から選ばれる環の２又は３個が単結合、炭素原子の１～３個、又は原子価が２又は３

のヘテロ原子１個を介して結合した集合多環が好ましい。なお、集合多環においては、各環にQ^a、（$-Q^b-Si(R^2)_nL_{3-n}$）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、酸素原子及びイオウ原子が好ましく、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いてもよい。

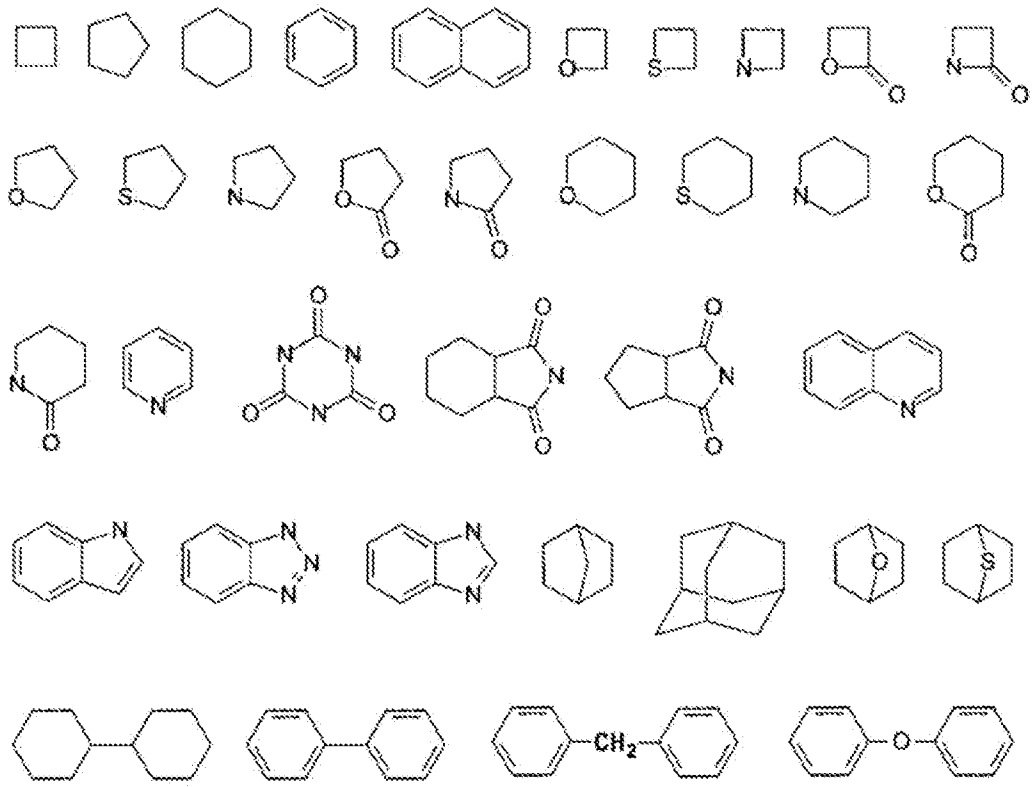
[0078] X^{31}における環としては、化合物が製造しやすく、表面処理層の耐摩耗性がさらに優れる点から、３～８員環の脂肪族環、ベンゼン環、３～８員環のヘテロ環、これらの環のうちの２又は３個が縮合した縮合環、５員環又は６員環を最大の環とする橋かけ環、及び、これらの環のうちの２つ以上を有し、連結基が単結合、炭素数３以下のアルキレン基、酸素原子又は硫黄原子である集合多環からなる群から選ばれる１種が好ましい。

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。

[0079]

[化3]



[0080] 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、さらに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、さらに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。

[0081] 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。

[0082] 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。

ただし、ＺのＡと結合する側の末端がアルキレン鎖、かつ、Ｑ^{a}及びＸ^{31}が単結合の場合、Ｑ^{b}のＺと結合する側の末端はアルキレン基ではない。

また、Ｚがポリアルキレンオキシド鎖、かつ、Ｑ^{a}及びＸ^{31}が単結合の場合、Ｑ^{b}のＺと結合する側の末端はアルキレンオキシド基ではない。上記以外の場合、Ｑ^{b}の末端はアルキレン基であってもよく、アルキレンオキシド基であってもよい。

[0083] 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がさらに好ましく、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。

[0084] 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がさらに好ましい。

[0085] 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}－Ｓｉ（Ｒ）$_{n}L_{3-n}$）が２個以上ある場合は、２個以上の（－Q^{b}－Ｓｉ（Ｒ）$_{n}L_{3-n}$）は、同一であっても異なっていてもよい。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いてもよい。

[0086] 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。

[0087] 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と直接結合し、Ｚはアルキレン鎖である。

[0088] 式（３－１Ｂ）中、Q^{c}は、単結合又は２価の連結基である。

ただし、ＺのＡと結合する側の末端がアルキレン鎖の場合、Q^{c}のＺと結合する側の末端は、アルキレン基ではない。

Ｚがポリアルキレンオキシド鎖の場合、Q^{c}のＺと結合する側の末端は、アルキレンオキシド基ではない。

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。

[0089] 式（３－１Ｂ）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。

[0090] 式（３－１Ｂ）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。

[0091] 式（３－１Ｂ）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。

[0092] 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［$CH_{2}C$（R^{32}）（－Q^{d}－Ｓｉ（R^{2}）$_{n}L_{3-n}$）］は、同一であっても異なっていてもよい。

[0093] 基（３－１Ａ）としては、基（３－１Ａ－１）～（３－１Ａ－７）が好ましい。

[0094] $-(X^{32})_{s1}-Q^{b1}-Si(R^{2})_{n}L_{3-n}$ …（３－１Ａ－１）

$-(X^{33})_{s2}-Q^{a2}-N[-Q^{b2}-Si(R^{2})_{n}L_{3-n}]_{2}$ …（３－１Ａ－２）

$-Q^{a3}-Si(R^{g})[-Q^{b3}-Si(R^{2})_{n}L_{3-n}]_{2}$ …（３－１Ａ－３）

$-[Q^{e}]_{s4}-Q^{a4}-(O)_{t4}-C[-(O)_{u4}-Q^{b4}-Si(R^{2})_{n}L_{3-n}]_{3-w1}(-R^{31})_{w1}$ …（３－１Ａ－４）

$-Q^{a5}-Si[-Q^{b5}-Si(R^{2})_{n}L_{3-n}]_{3}$ …（３－１Ａ－５）

$-[Q^{e}]_{v}-Q^{a6}-Z^{a}[-Q^{b6}-Si(R^{2})_{n}L_{3-n}]_{w2}$ …（３－１Ａ－６）

$-[Q^{e}]_{s4}-Q^{a4}-(O)_{t4}-Z^{c}[-(O-Q^{b4})_{u4}-Si(R^{2})_{n}L_{3-n}]_{w3}(-OH)_{w4}$ …（３－１Ａ－７）

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。

ただし、ＺのＡと結合する側の末端がアルキレン鎖の場合、基（３－１Ａ－１）～（３－１Ａ－７）のＺと結合する側の末端はアルキレン基ではない。

Ｚがポリアルキレンオキシド鎖の場合、基（３－１Ａ－１）～（３－１Ａ－７）のＺと結合する側の末端はアルキレンオキシド基ではない。

[0095] 中でも、基（３－１Ａ）は、基（３－１Ａ－４）が好ましい。

[0096] 基（３－１Ａ－１）において、X^{32}は、－Ｏ－、－Ｓ－、－Ｎ（R^{d}）－、－Ｃ（Ｏ）－、－Ｃ（Ｏ）Ｏ－、－Ｃ（Ｏ）Ｓ－、$-SO_{2}N(R^{d})-$、$-N(R^{d})SO_{2}-$、－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}）－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。

[0097] 中でも、ＺのＡと結合する側の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}）－、－ＯＣ（Ｏ）Ｎ（R^{d}）－、又は－Ｃ（Ｏ）Ｎ（R^{d}）－がより好ましく、－Ｃ（Ｏ）Ｏ－又は－Ｃ（Ｏ）Ｎ（R^{d}）－がさらに好ましい。

Ｚ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）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。

[0098] 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。

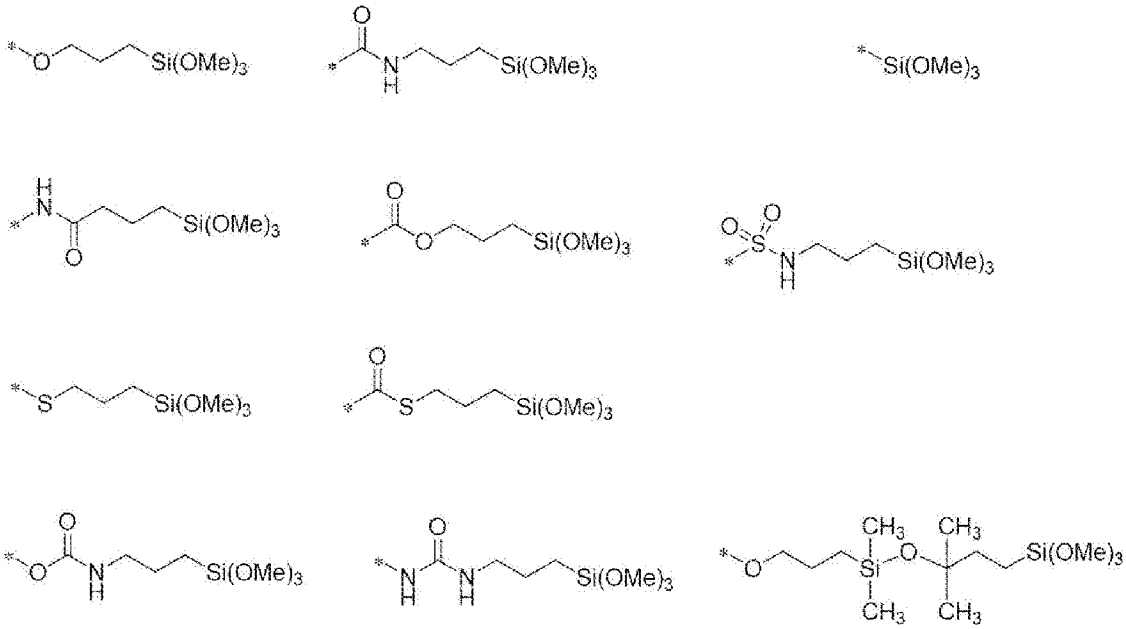
Q^{b1}で表されるアルキレン基の炭素数は、１～３０が好ましく、１～２０がより好ましく、２～２０がさらに好ましく、２～６が特に好ましい。また、前記炭素数は１～１０であってもよい。

[0099] 中でも、ＺのＡと結合する側の末端がアルキレン鎖である場合には、ｓ１は１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。

Ｚがポリアルキレンオキシド鎖である場合には、ｓ１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。

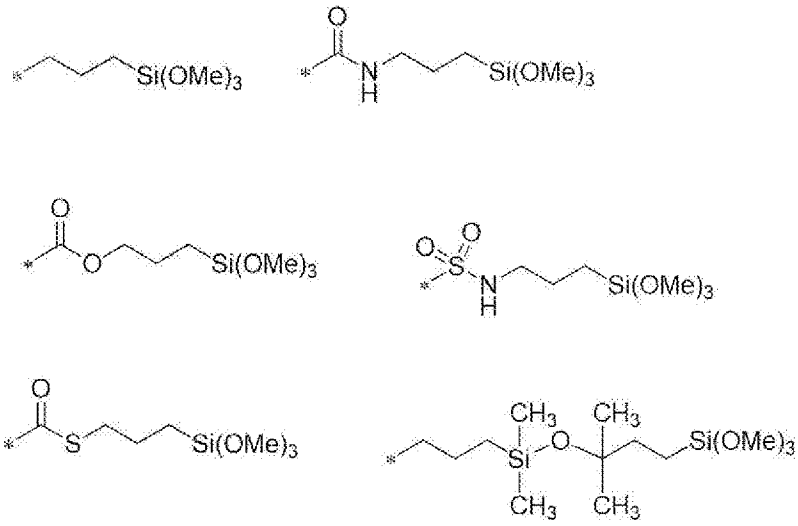
[0100] ＺのＡと結合する側の末端がアルキレン鎖である場合に、基（３－１Ａ－１）の具体例としては、以下の基が挙げられる。下記式中、＊は、Ｚとの結合位置を表す。

[化4]



[0101] Ｚがポリアルキレンオキシド鎖である場合に、基（３－１Ａ－１）の具体例としては、以下の基が挙げられる。下記式中、＊は、Ｚとの結合位置を表す。

[化5]



[0102] 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$_2$Ｎ（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）－である。

Ｒ^{d}の定義は、上述した通りである。

ｓ２は、０又は１である。ｓ２は、化合物を製造しやすい点から、０が好ましい。

[0103] 中でも、ＺのＡと結合する側の末端がアルキレン鎖である場合には、Ｘ^{33}は、－Ｏ－、－Ｓ－、－Ｎ（Ｒ^d）－、－Ｃ（Ｏ）－、－Ｃ（Ｏ）Ｏ－、－Ｃ（Ｏ）Ｓ－、－ＳＯ$_2$Ｎ（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$_2$Ｎ（Ｒ^d）－、又は－Ｃ（Ｏ）Ｎ（Ｒ^d）－が好ましい。

[0104] 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$_2$Ｎ（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がさらに好ましく、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$_2$Ｎ（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。

[0105] Q^{a2}は、化合物を製造しやすい点から、単結合が好ましい。

[0106] Q^{b2}は、アルキレン基、又は、炭素数２以上のアルキレン基の炭素原子－炭素原子間に、２価のオルガノポリシロキサン残基、エーテル性酸素原子若しくは－ＮＨ－を有する基である。

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

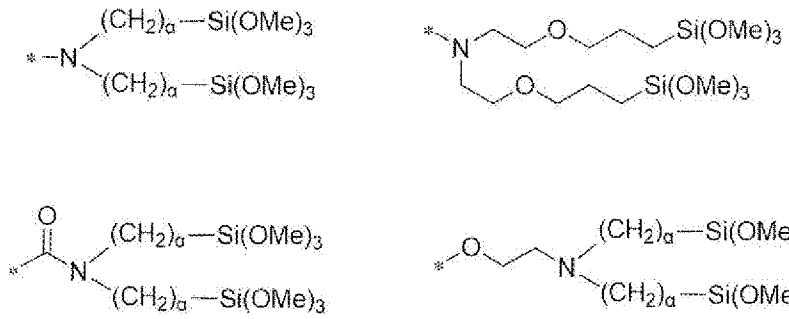
Q^{b2}で表される炭素数２以上のアルキレン基の炭素原子－炭素原子間に、２価のオルガノポリシロキサン残基、エーテル性酸素原子又は－ＮＨ－を有する基の炭素数は、２～１０が好ましく、２～６がより好ましい。

[0107] 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。）。

[0108] ２個の［$-Q^{b2}-Si(R^2)_nL_{3-n}$］は、同一であっても異なっていてもよい。

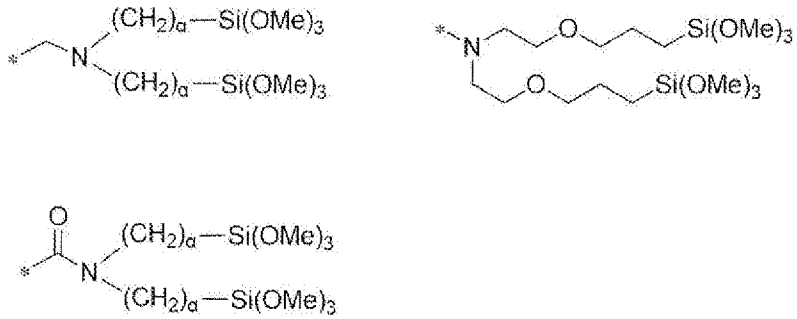
[0109] ＺのＡと結合する側の末端がアルキレン鎖の場合、基（３－１Ａ－２）の具体例としては、以下の基が挙げられる。下記式中、＊は、Ｚとの結合位置を表す。また、式中、反応性シリル基に結合する$(CH_2)_\alpha$におけるαはメチレン基の数を表す整数であり、１～３０が好ましく、１～２０がより好ましく、２～２０がさらに好ましく、２～１０であってもよく、２～６であってもよい。例えば、２、３、８、９、１１が挙げられる。また、前記炭素数は１～１０であってもよい。同一化合物中に含まれる複数のαは同一であっても異なっていてもよいが、同一であることが好ましい。例えば、同一化合物中に含まれる複数のαが全て２、３、８、９、１１である。以下同様である。

[化6]



[0110] Ｚがポリアルキレンオキシド鎖の場合、基（３－１Ａ－２）の具体例としては、以下の基が挙げられる。下記式中、＊は、Ｚとの結合位置を表す。

[化7]



[0111] 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。

[0112] R^{g}は、水素原子、水酸基又はアルキル基である。

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

[0113] 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がさらに好ましく、２～１０であってもよく、２

～６であってもよい。例えば、２、３、８、９、１１が挙げられる。また、前記炭素数は１～１０であってもよい。

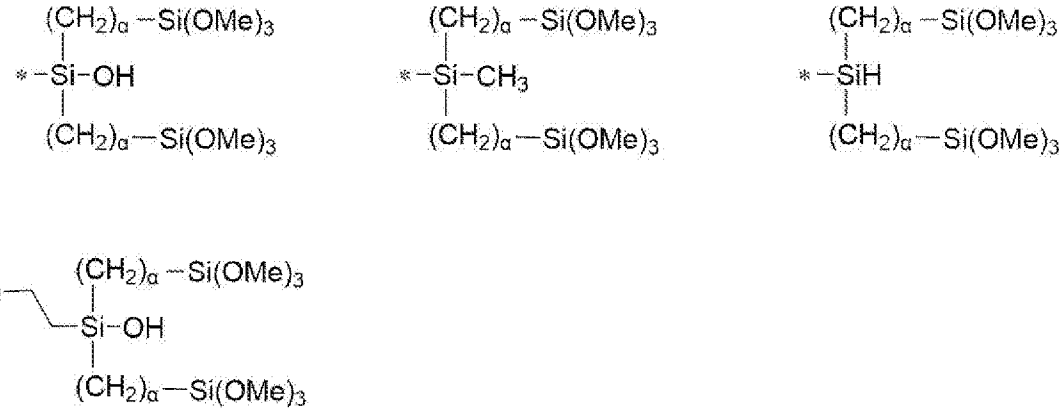
Q^{b3}で表される炭素数２以上のアルキレン基の炭素原子－炭素原子間にエーテル性酸素原子又は２価のオルガノポリシロキサン残基を有する基の炭素数は、２～２０が好ましく、２～１０がより好ましく、２～６がさらに好ましい。

Q^{b3}は、化合物を製造しやすい点から、$-CH_2CH_2-$、$-CH_2CH_2CH_2-$、又は$-CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2CH_2-$が好ましい。

[0114] ２個の［$-Q^{b3}-Si(R^2)_nL_{3-n}$］は、同一であっても異なっていてもよい。

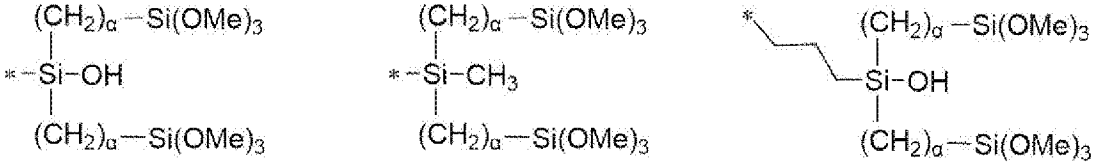
[0115] ＺのＡと結合する側の末端がアルキレン鎖の場合、基（３－１Ａ－３）の具体例としては、以下の基が挙げられる。下記式中、＊は、Ｚとの結合位置を表す。

[化8]



[0116] Ｚがポリアルキレンオキシド鎖の場合、基（３－１Ａ－３）の具体例としては、以下の基が挙げられる。下記式中、＊は、Ｚとの結合位置を表す。

[化9]



[0117] 基（３－１Ａ－４）において、Q^eは、－Ｃ（Ｏ）Ｏ－、$-SO_2N(R^d)$

－、－Ｎ（Ｒ^{d}）ＳＯ$_{2}$－、－Ｎ（Ｒ^{d}）Ｃ（Ｏ）－、又は、－Ｃ（Ｏ）Ｎ（Ｒ^{d}）－である。

Ｒ^{31}の定義は、上述した通りである。ｗ１が１又は２である場合、Ｒ^{31}は水素原子であることが好ましい。

ｓ４は、０又は１である。

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

エーテル性酸素原子を有していてもよいアルキレン基の炭素数は、１～２０が好ましく、１～１０がより好ましく、１～６がさらに好ましく、１～３が特に好ましい。

ｔ４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）$_{t4}$－としては、化合物を製造しやすい点から、ｓ４が０の場合は、単結合、－ＣＨ$_{2}$Ｏ－、－ＣＨ$_{2}$ＯＣＨ$_{2}$－、－ＣＨ$_{2}$ＯＣＨ$_{2}$ＣＨ$_{2}$Ｏ－、－ＣＨ$_{2}$ＯＣＨ$_{2}$ＣＨ$_{2}$ＯＣＨ$_{2}$－、－ＣＨ$_{2}$ＯＣＨ$_{2}$ＣＨ$_{2}$ＣＨ$_{2}$ＣＨ$_{2}$ＯＣＨ$_{2}$－が好ましく（ただし、左側が（ＸＯ）$_{m}$に結合する。）、ｓ４が１の場合は、単結合、－ＣＨ$_{2}$－、－ＣＨ$_{2}$ＣＨ$_{2}$－が好ましい。

[0118] 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）$_{u4}$と結合する側の末端にこれらの基を有することが好ましい。

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

前記炭素数は１～１０であってもよい。

[0119] ｕ４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、－ＣＨ$_2$ＣＨ$_2$－、－ＣＨ$_2$ＣＨ$_2$ＣＨ$_2$－、－ＣＨ$_2$ＯＣＨ$_2$ＣＨ$_2$ＣＨ$_2$－、－ＣＨ$_2$ＯＣＨ$_2$ＣＨ$_2$ＣＨ$_2$ＣＨ$_2$－、－ＯＣＨ$_2$ＣＨ$_2$ＣＨ$_2$－、－ＯＳｉ（ＣＨ$_3$）$_2$ＣＨ$_2$ＣＨ$_2$ＣＨ$_2$－、－ＯＳｉ（ＣＨ$_3$）$_2$ＯＳｉ（ＣＨ$_3$）$_2$ＣＨ$_2$ＣＨ$_2$ＣＨ$_2$－、－ＣＨ$_2$ＣＨ$_2$ＣＨ$_2$Ｓｉ（ＣＨ$_3$）$_2$ＰｈＳｉ（ＣＨ$_3$）$_2$ＣＨ$_2$ＣＨ$_2$－が好ましい（ただし、右側がＳｉに結合する。）。

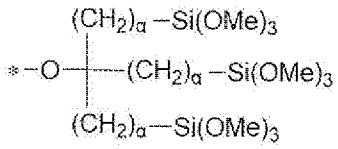
[0120] ｗ１は、０～２の整数であり、０又は１が好ましく、０が特に好ましい。

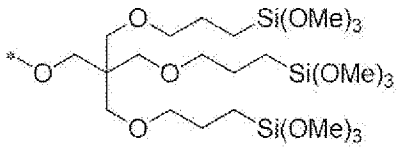
［－（Ｏ）$_{u4}$－Ｑ^{b4}－Ｓｉ（Ｒ^2）$_n$Ｌ$_{3-n}$］が２個以上ある場合は、２個以上の［－（Ｏ）$_{u4}$－Ｑ^{b4}－Ｓｉ（Ｒ^2）$_n$Ｌ$_{3-n}$］は、同一であっても異なっていてもよい。

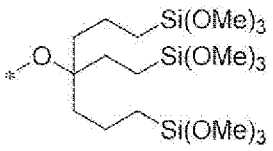
Ｒ^{31}が２個以上ある場合は、２個以上の（－Ｒ^{31}）は、同一であっても異なっていてもよい。

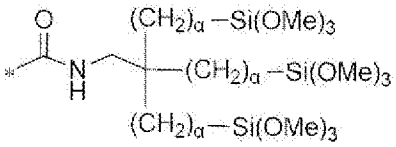
[0121] ＺのＡと結合する側の末端がアルキレン鎖の場合、基（３－１Ａ－４）の具体例としては、以下の基が挙げられる。下記式中、＊は、Ｚとの結合位置を表す。

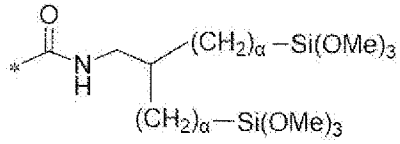
[化10]

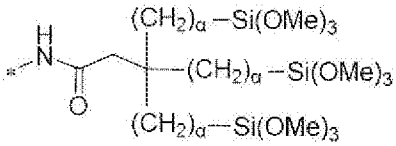


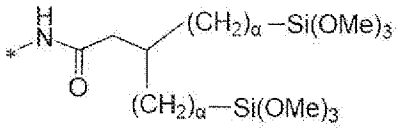


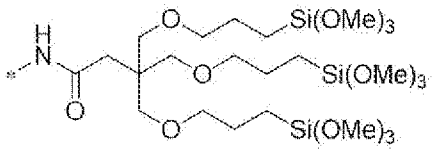


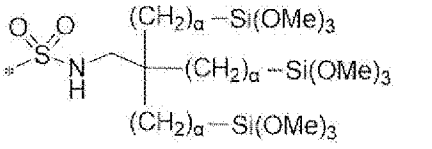


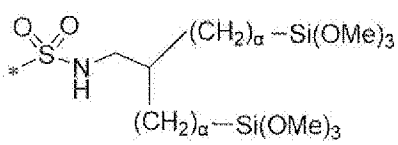


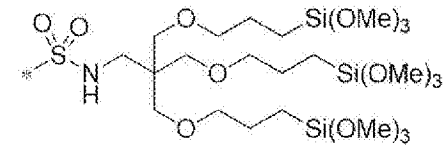


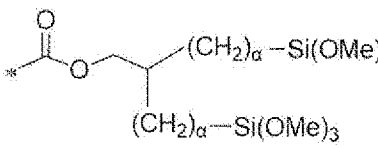


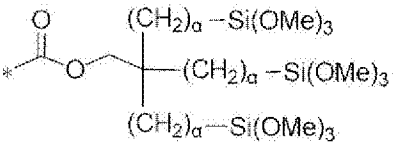


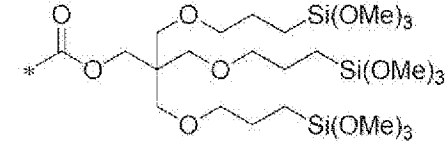






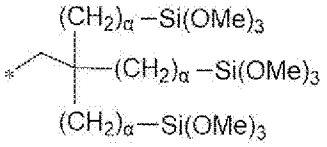


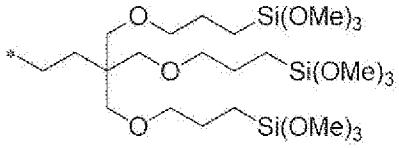


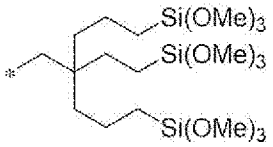


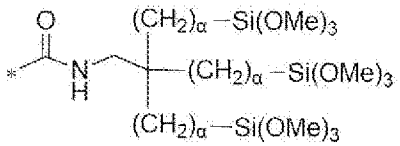
[0122] Ｚがポリアルキレンオキシド鎖の場合、基（３－１Ａ－４）の具体例としては、以下の基が挙げられる。下記式中、＊は、Ｚとの結合位置を表す。

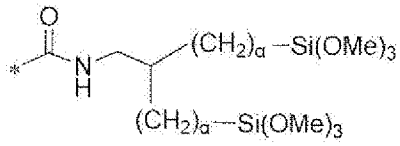
[化11]

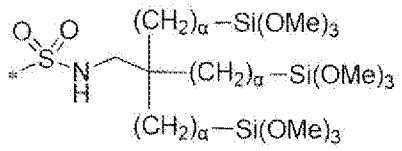


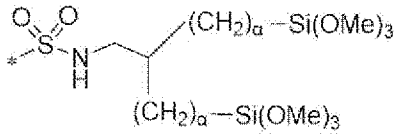


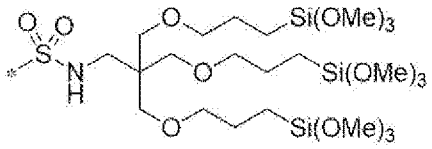


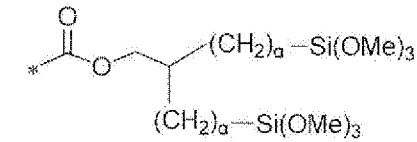


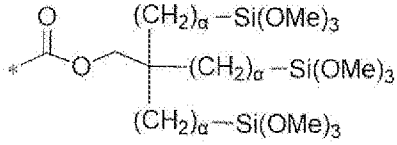


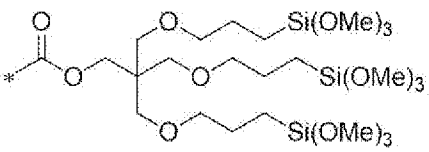












[0123] 基（３－１Ａ－５）において、Ｑ^{a5}は、エーテル性酸素原子を有していてもよいアルキレン基である。

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、１～１

０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、－ＯＣＨ$_2$ＣＨ$_2$ＣＨ$_2$－、－ＯＣＨ$_2$ＣＨ$_2$ＯＣＨ$_2$ＣＨ$_2$ＣＨ$_2$－、－ＣＨ$_2$ＣＨ$_2$－、－ＣＨ$_2$ＣＨ$_2$ＣＨ$_2$－が好ましい（ただし、右側がＳｉに結合する。）。

[0124] Q^{b5}は、アルキレン基、又は、炭素数２以上のアルキレン基の炭素原子－炭素原子間にエーテル性酸素原子若しくは２価のオルガノポリシロキサン残基を有する基である。

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

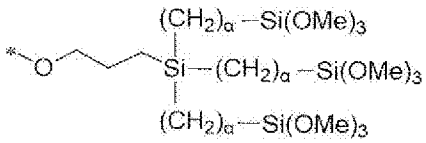
Q^{b5}で表される炭素数２以上のアルキレン基の炭素原子－炭素原子間にエーテル性酸素原子又は２価のオルガノポリシロキサン残基を有する基の炭素数は、２～２０が好ましく、２～１０がより好ましく、２～６がさらに好ましい。

Q^{b5}としては、化合物を製造しやすい点から、－ＣＨ$_2$ＣＨ$_2$ＣＨ$_2$－、－ＣＨ$_2$ＣＨ$_2$ＯＣＨ$_2$ＣＨ$_2$ＣＨ$_2$－が好ましい（ただし、右側がＳｉ（Ｒ^2）$_n$Ｌ$_{3-n}$に結合する。）。

[0125] ３個の［－Q^{b5}－Ｓｉ（Ｒ^2）$_n$Ｌ$_{3-n}$］は、同一であっても異なっていてもよい。

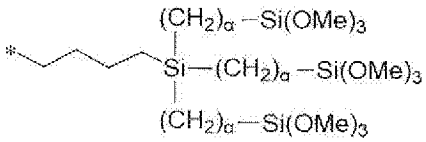
[0126] ＺのＡと結合する側の末端がアルキレン鎖の場合、基（３－１Ａ－５）の具体例としては、以下の基が挙げられる。下記式中、＊は、Ｚとの結合位置を表す。

[化12]



[0127] Ｚがポリアルキレンオキシド鎖の場合、基（３－１Ａ－５）の具体例としては、以下の基が挙げられる。下記式中、＊は、Ｚとの結合位置を表す。

[化13]



[0128] 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。

[0129] 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。

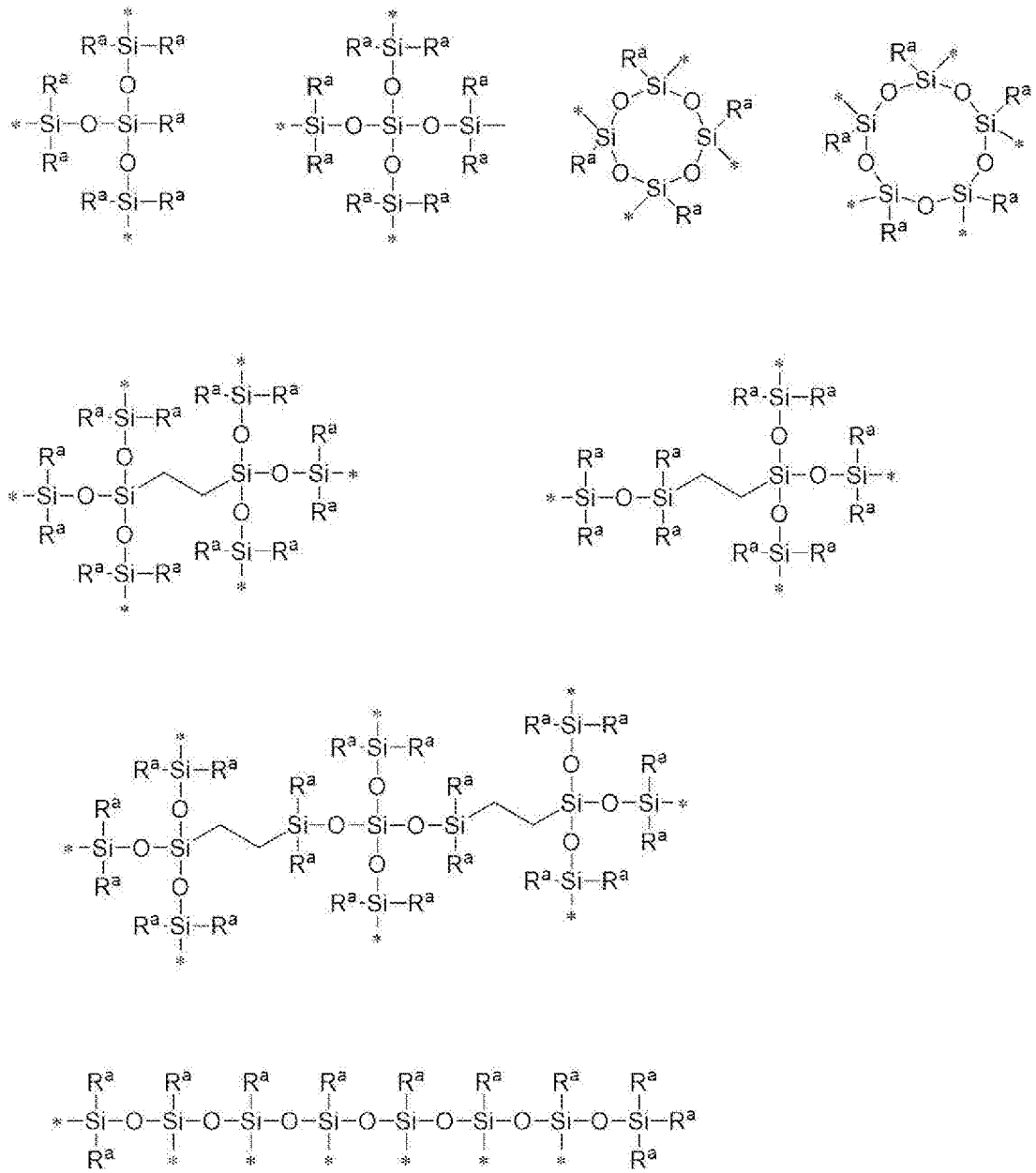
Ｑ^{a6}としては、化合物を製造しやすい点から、－ＣＨ$_2$ＯＣＨ$_2$ＣＨ$_2$ＣＨ$_2$－、－ＣＨ$_2$ＯＣＨ$_2$ＣＨ$_2$ＯＣＨ$_2$ＣＨ$_2$ＣＨ$_2$－、－ＣＨ$_2$ＣＨ$_2$－、－ＣＨ$_2$ＣＨ$_2$ＣＨ$_2$－が好ましい（ただし、右側がＺ^{a}に結合する。）。

[0130] 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。

[化14]



[0131] 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がさらに好ましく、２～１０であってもよく、２～６であってもよい。例えば、２、３、８、９、１１が挙げられる。また、前記炭素数は１～１０であってもよい。

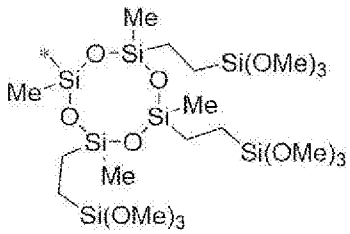
Q^{b6}で表される炭素数２以上のアルキレン基の炭素原子－炭素原子間にエーテル性酸素原子又は２価のオルガノポリシロキサン残基を有する基の炭素数は、２～２０が好ましく、２～１０がより好ましく、２～６がさらに好ましい。

Q^{b6}としては、化合物を製造しやすい点から、－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いてもよい。

[0132] 基（３－１Ａ－６）の具体例としては、以下の基が挙げられる。下記式中、＊は、Ｚとの結合位置を表す。

[化15]



[0133] 基（３－１Ａ－７）において、Z^c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。

[0134] Z^c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^cの価数は５～２０価が好ましく、５～１０価がより好ましく、５～８価がさらに好ましく、５～６価が特に好ましい。

Z^cの炭素数は３～５０が好ましく、４～４０がより好ましく、５～３０がさらに好ましい。

ｗ３は、４～２０が好ましく、４～１６がより好ましく、４～８がさらに

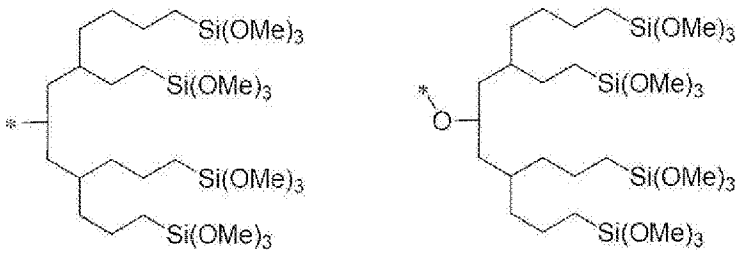
好ましく、４～５が特に好ましい。

ｗ４は、０～１０が好ましく、０～８がより好ましく、０～６がさらに好ましく、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}）$_{n}$Ｌ$_{3-n}$］が２個以上ある場合は、２個以上の［－（Ｏ－Ｑ^{b4}）$_{u4}$－Ｓｉ（Ｒ^{2}）$_{n}$Ｌ$_{3-n}$］は、同一であっても異なっていてもよい。

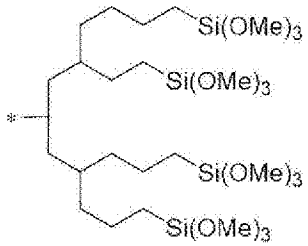
[0135] ＺのＡ側末端がアルキレン鎖の場合、基（３－１Ａ－７）の具体例としては、以下の基が挙げられる。下記式中、＊は、Ｚとの結合位置を表す。

[化16]



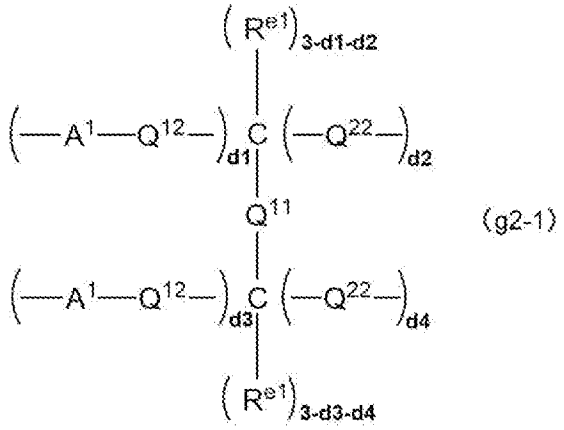
[0136] ＺのＡ側末端がポリアルキレンオキシド鎖の場合、基（３－１Ａ－７）の具体例としては、以下の基が挙げられる。下記式中、＊は、Ｚとの結合位置を表す。

[化17]



[0137] 式１におけるＡは、基（ｇ２－１）（ただし、ｊ１＝ｄ１＋ｄ３、ｇ１＝ｄ２＋ｄ４である。）、基（ｇ２－２）（ただし、ｊ１＝ｅ１、ｇ１＝ｅ２である。）、基（ｇ２－３）（ただし、ｊ１＝１、ｇ１＝２である。）、基（ｇ２－４）（ただし、ｊ１＝ｈ１、ｇ１＝ｈ２である。）、基（ｇ２－５）（ただし、ｊ１＝ｉ１、ｇ１＝ｉ２である。）、基（ｇ２－６）（ただし、ｊ１＝１、ｇ１＝１である。）、又は、基（ｇ２－７）（ただし、ｊ１＝１、ｇ１＝ｉ３である。）であってもよい。

[0138] [化18]



(g2-1)

[0139] （－Ａ^{1}－Ｑ^{12}－）$_{e1}$Ｃ（Ｒ^{e2}）$_{4-e1-e2}$（－Ｑ^{22}－）$_{e2}$ …（ｇ２－２）

－Ａ^{1}－Ｑ^{13}－Ｎ（－Ｑ^{23}－）$_{2}$ …（ｇ２－３）

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

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

－Ａ^{1}－Ｑ^{26}－ （ｇ２－６）

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

[0140] ただし、式（ｇ２－１）～（ｇ２－７）においては、Ａ^{1}側がＺ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。

ＺのＡと結合する側の末端がアルキレン鎖の場合、Ａ^{1}のＺと結合する側の末端はアルキレン基ではない。

Ｚがポリアルキレンオキシド鎖の場合、Ａ^{1}のＺと結合する側の末端はアルキレンオキシド基ではない。

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$_{2}$ＮＲ^{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いてもよい。

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^{1}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^{1}における原子が窒素原子の場合、Ｑ^{13}であり、Ａ^{2}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いてもよい。

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いてもよい。

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Ｓｉ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Ｓｉ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いてもよい。

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いてもよい。

Ｑ^{24}は、Ｑ^{24}が結合するＺ^{1}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^{1}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いてもよい。

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がさらに好ましい。

Ｚ^{1}は、Ｑ^{14}が直接結合する炭素原子又は窒素原子を有しかつＱ^{24}が直接結合する炭素原子又は窒素原子を有するｈ１＋ｈ２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。

[0141] ｄ１は、０～３の整数であり、１又は２であることが好ましい。

ｄ２は、０～３の整数であり、１又は２であることが好ましい。

ｄ１＋ｄ２は、１～３の整数である。

ｄ３は、０～３の整数であり、０又は１であることが好ましい。

ｄ４は、０～３の整数であり、２又は３であることが好ましい。

ｄ３＋ｄ４は、１～３の整数である。

ｄ１＋ｄ３は、１～５の整数であり、１又は２であることが好ましい。

ｄ２＋ｄ４は、１～５の整数であり、４又は５であることが好ましい。

ｅ１＋ｅ２は、３又は４である。

ｅ１は、１～３の整数であり、１又は２であることが好ましい。

ｅ２は、１～３の整数であり、２又は３であることが好ましい。

ｈ１は、１以上の整数であり、１又は２であることが好ましい。

ｈ２は、１以上の整数であり、２又は３であることが好ましい。

ｉ１＋ｉ２は、３又は４である。

ｉ１は、１～３の整数であり、１又は２であることが好ましい。

ｉ２は、１～３の整数であり、２又は３であることが好ましい。

ｉ３は、２又は３である。

[0142] Q^{11}、Q^{12}、Q^{13}、Q^{14}、Q^{15}、Q^{22}、Q^{23}、Q^{24}、Q^{25}及びQ^{26}のアルキレン基の炭素数は、化合物を製造しやすい点、及び表面処理層の耐摩耗性がさらに優れる点から、１～３０が好ましく、１～２０がより好ましく、２～２０がさらに好ましく、２～１０であってもよく、２～６であってもよい。例えば２、３、８、９、１１が挙げられる。また、前記炭素数は１～１０でもよく、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。

[0143] Z^{1}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^{1}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。

[0144] 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。

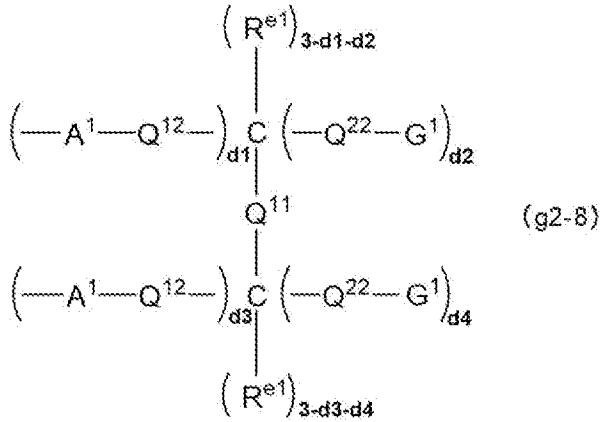
ｈ１は、化合物を製造しやすい点、並びに、表面処理層の耐摩耗性がさらに優れる点から、１～６が好ましく、１～４がより好ましく、１又は２がさ

らに好ましく、１が特に好ましい。

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

[0145] Ａの他の形態としては、基（ｇ２－８）（ただし、ｊ１＝ｄ１＋ｄ３、ｇ１＝ｄ２×ｋ３＋ｄ４×ｋ３である。）、基（ｇ２－９）（ただし、ｊ１＝ｅ１、ｇ１＝ｅ２×ｋ３である。）、基（ｇ２－１０）（ただし、ｊ１＝１、ｇ１＝２×ｋ３である。）、基（ｇ２－１１）（ただし、ｊ１＝ｈ１、ｇ１＝ｈ２×ｋ３である。）、基（ｇ２－１２）（ただし、ｊ１＝ｉ１、ｇ１＝ｉ２×ｋ３である。）、基（ｇ２－１３）（ただし、ｊ１＝１、ｇ１＝ｋ３である。）、又は基（ｇ２－１４）（ただし、ｊ１＝１、ｇ１＝ｉ３×ｋ３である。）が挙げられる。

[0146] [化19]



(g2-8)

[0147] （－Ａ１－Ｑ１２－）$_{e1}$Ｃ（Ｒ^{e2}）$_{4-e1-e2}$（－Ｑ２２－Ｇ１）$_{e2}$ …（ｇ２－９）

－Ａ１－Ｑ１３－Ｎ（－Ｑ２３－Ｇ１）$_{2}$ …（ｇ２－１０）

（－Ａ１－Ｑ１４－）$_{h1}$Ｚ１（－Ｑ２４－Ｇ１）$_{h2}$ …（ｇ２－１１）

（－Ａ１－Ｑ１５－）$_{i1}$Ｓｉ（Ｒ^{e3}）$_{4-i1-i2}$（－Ｑ２５－Ｇ１）$_{i2}$ …（ｇ２－１２）

－Ａ１－Ｑ２６－Ｇ１ …（ｇ２－１３）

－Ａ１－Ｑ１２－ＣＨ（－Ｑ２２－Ｇ１）－Ｓｉ（Ｒ^{e3}）$_{3-i3}$（－Ｑ２５－Ｇ１）

$_{i3}$ …（ｇ２－１４）

[0148] ただし、式（ｇ２－８）～（ｇ２－１４）においては、Ａ^{1}側がＺと結合し、Ｇ^{1}側が［－Ｓｉ（Ｒ^{2}）$_{n}$Ｌ$_{3-n}$］と結合する。

ＺのＡと結合する側の末端がアルキレン鎖の場合、Ａ^{1}のＺと結合する側の末端はアルキレン基ではない。

Ｚがポリアルキレンオキシド鎖の場合、Ａ^{1}のＺと結合する側の末端はアルキレンオキシド基ではない。

[0149] Ｇ^{1}は、下記基（ｇ３）であり、Ａが有する２以上のＧ^{1}は同一であっても異なっていてもよい。Ｇ^{1}以外の符号は、式（ｇ２－１）～（ｇ２－７）における符号と同じである。

－Ｓｉ（Ｒ^{8}）$_{3-k3}$（－Ｑ^{3}－）$_{k3}$ …（ｇ３）

ただし、基（ｇ３）においては、Ｓｉ側がＱ^{22}、Ｑ^{23}、Ｑ^{24}、Ｑ^{25}及びＱ^{26}に接続し、Ｑ^{3}側が［－Ｓｉ（Ｒ^{2}）$_{n}$Ｌ$_{3-n}$］に接続する。Ｒ^{8}は、アルキル基である。Ｑ^{3}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いてもよい。ｋ３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いてもよい。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いてもよい。

[0150] Ｑ^{3}のアルキレン基の炭素数は、化合物を製造しやすい点、並びに、表面処理層の耐摩耗性がさらに優れる点から、１～３０が好ましく、１～２０がより好ましく、２～２０がさらに好ましく、２～１０であってもよく、２～６であってもよい。例えば２、３、８、９、１１が挙げられる。また、前記炭素数は１～１０であってよく、１～６であってよく、１～４であってよい。ただし、炭素－炭素原子間に特定の結合を有する場合のアルキレン基の炭素数の下限値は２である。

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

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

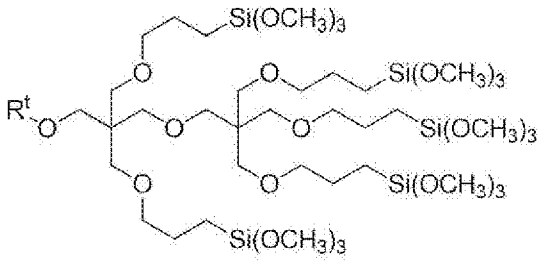
R^9のアルコキシ基の炭素数は、化合物の保存安定性に優れる点から、１～６が好ましく、１～３がより好ましく、１～２が特に好ましい。

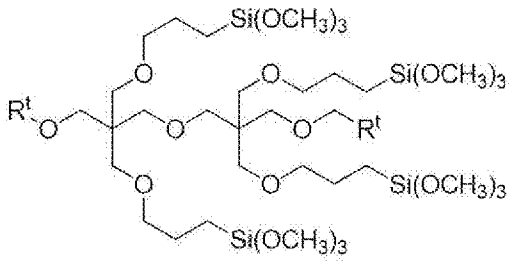
ｐは、０又は１が好ましい。

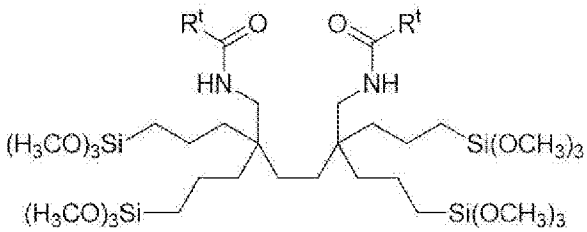
[0151] 本開示の化合物としては、例えば、下式の化合物が挙げられる。下式の化合物は、工業的に製造しやすく、取扱いやすく、表面処理層の撥水性及び耐摩耗性がさらに優れる点から好ましい。下式の化合物におけるR^tは、上述した式１における［$R^1{}_3$Ｓｉ－（Ｏ）$_r$－Ｚ］と同様であり、好ましい形態も同様である。

[0152] ＺのＡと結合する側の末端がアルキレン鎖の場合、式１におけるＡが基（ｇ２－１）である化合物としては、例えば、下式の化合物が挙げられる。

[化20]

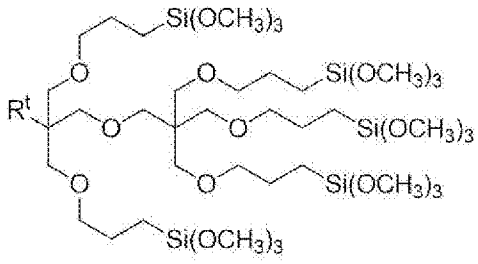


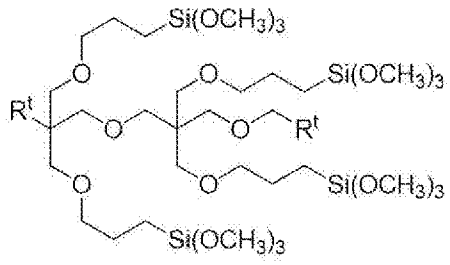


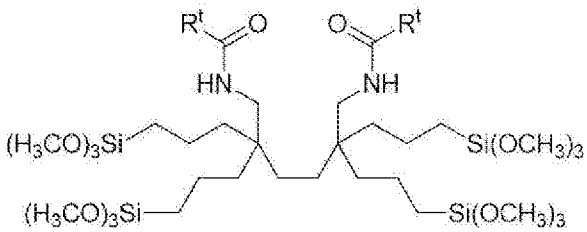


[0153] Ｚがポリアルキレンオキシド鎖の場合、式１におけるＡが基（ｇ２－１）である化合物としては、例えば、下式の化合物が挙げられる。

[化21]

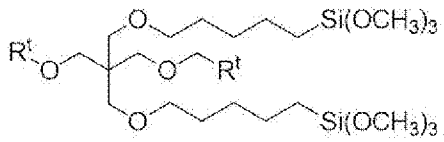


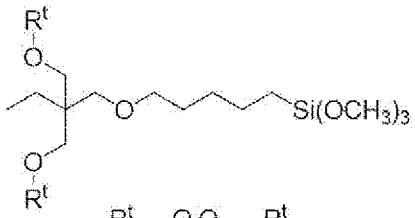


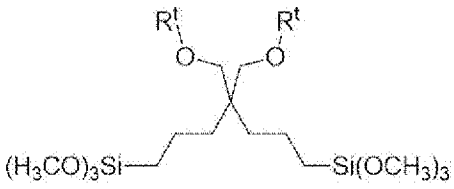


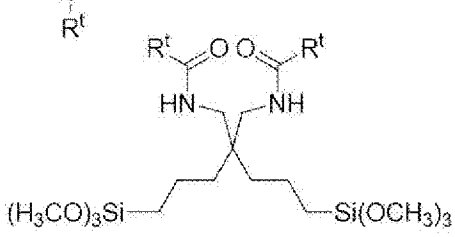
[0154] ＺのＡと結合する側の末端がアルキレン鎖の場合、式１におけるＡが基（ｇ２－２）である化合物としては、例えば、下式の化合物が挙げられる。下式において、Ａｋはアルキル基（例えば、炭素数１～１５のアルキル基）を意味する。

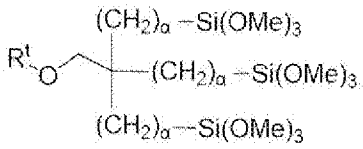
[化22]

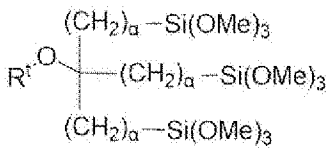


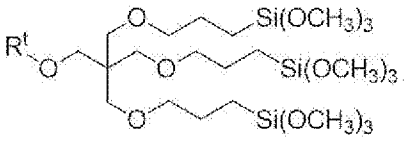


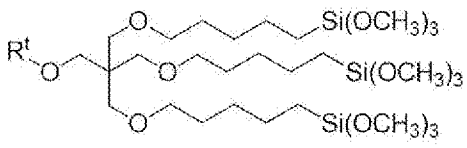


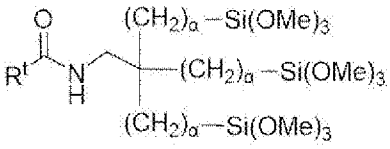


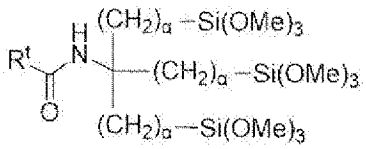


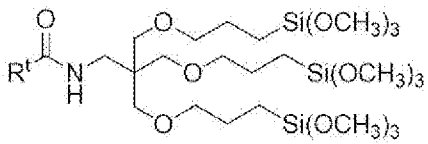


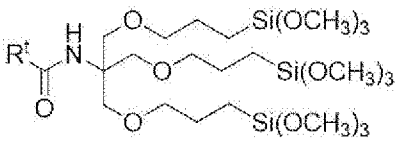


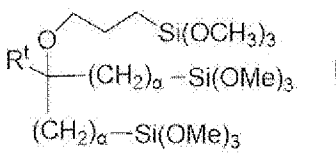


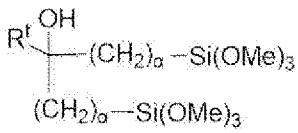


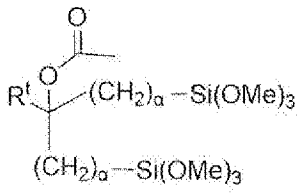


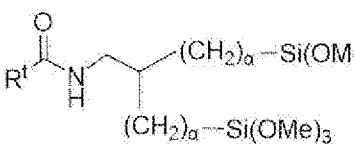


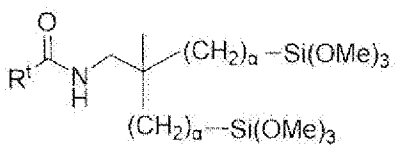




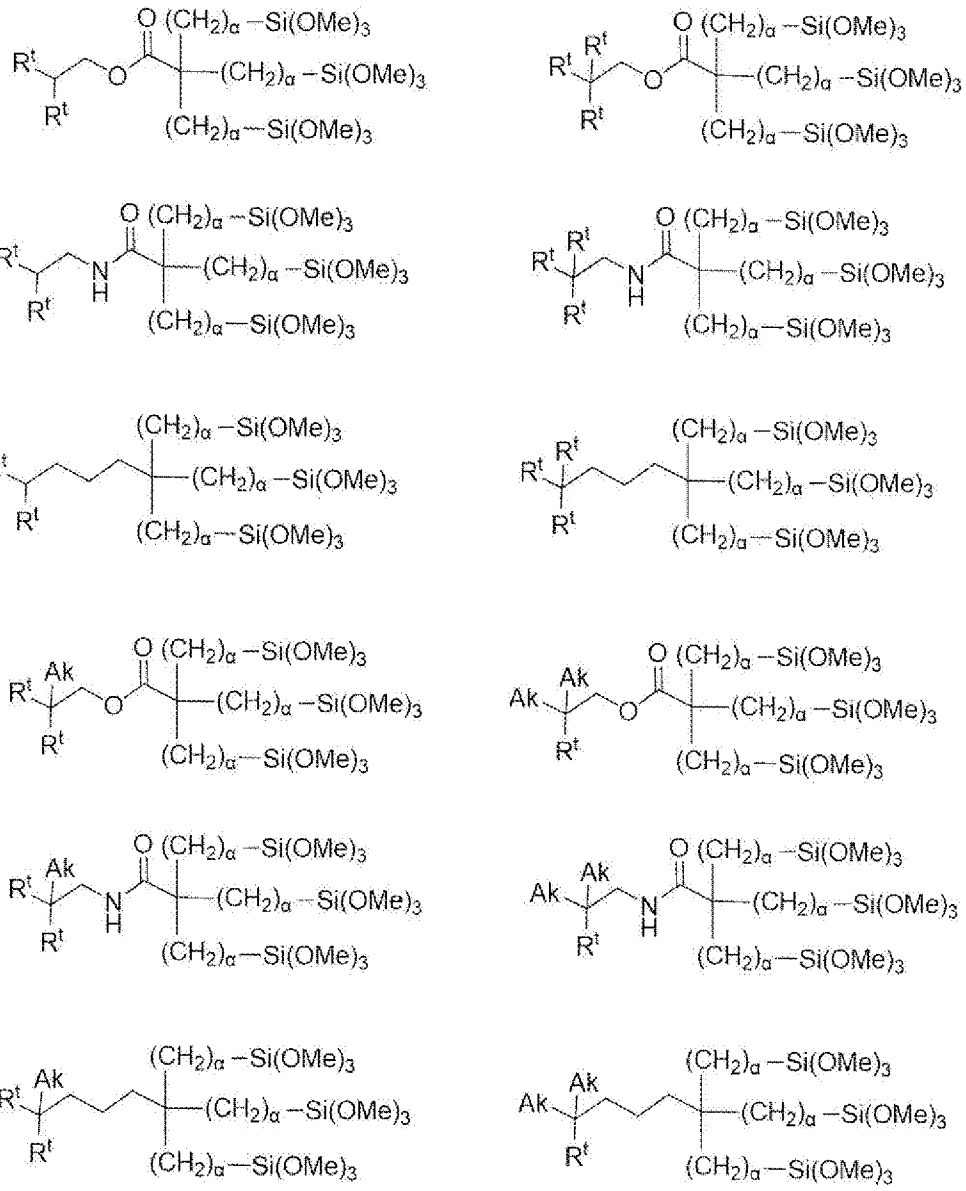






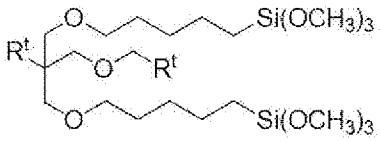


[化23]

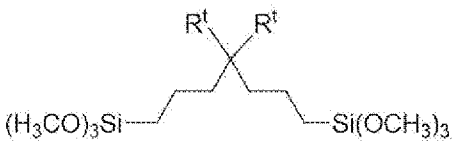


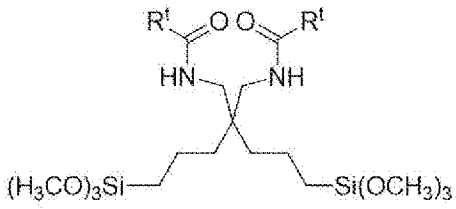
[0155] Ｚがポリアルキレンオキシド鎖の場合、式１におけるＡが基（ｇ２－２）である化合物としては、例えば、下式の化合物が挙げられる。

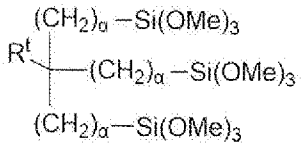
[化24]

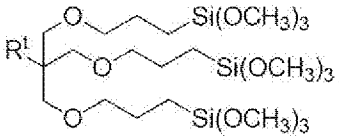


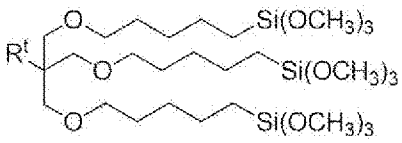


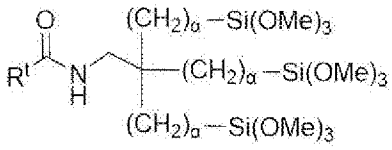


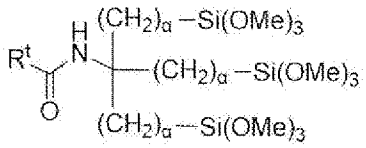


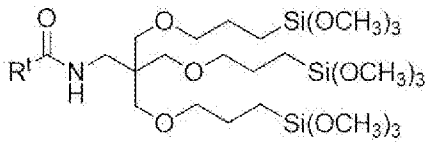


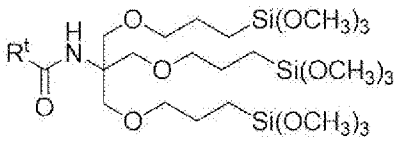


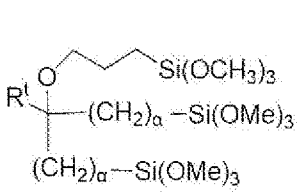


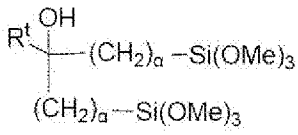


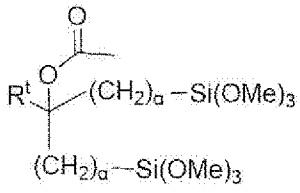


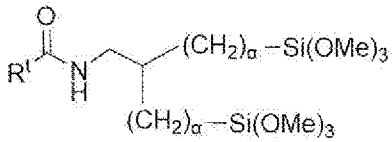


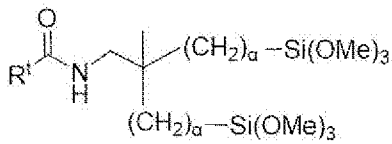




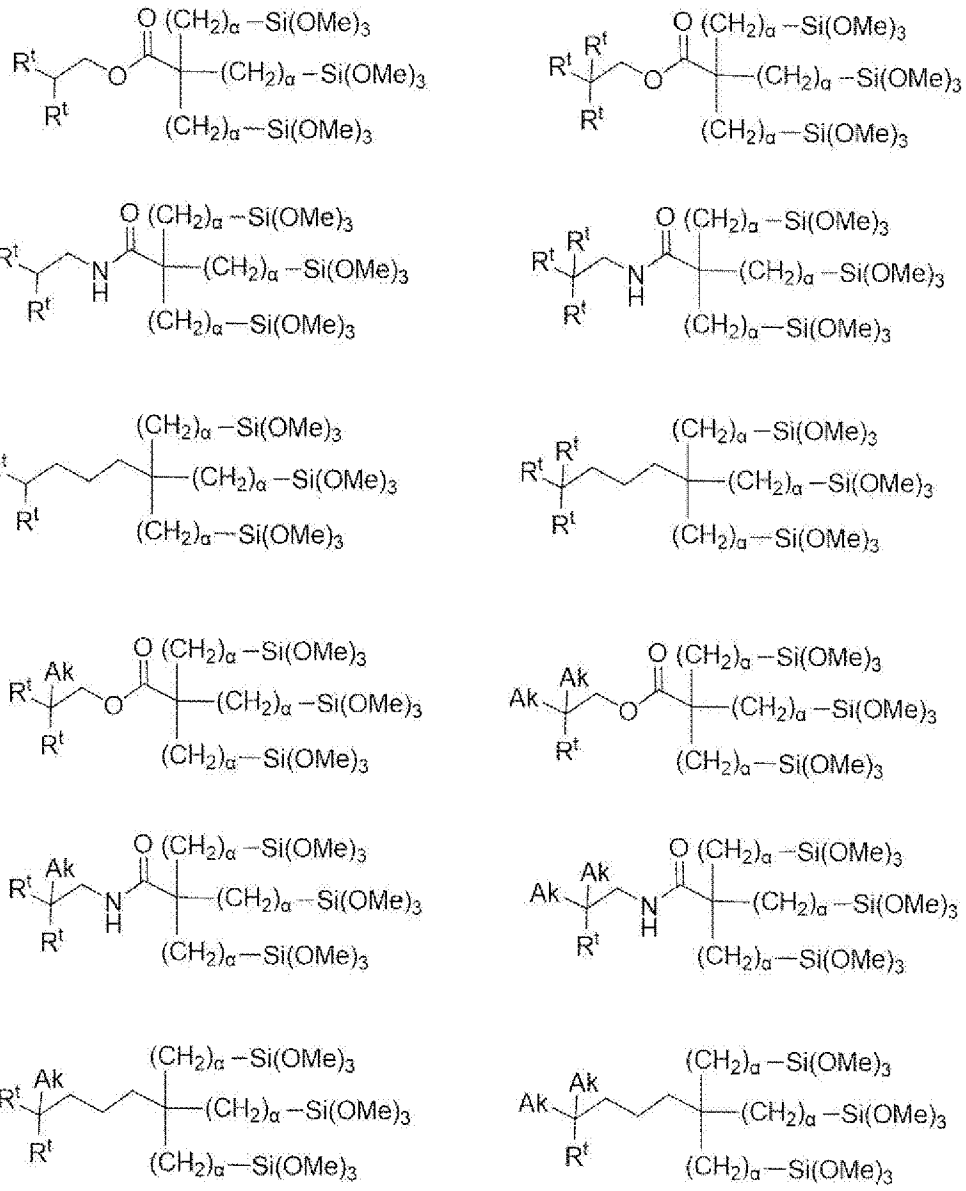








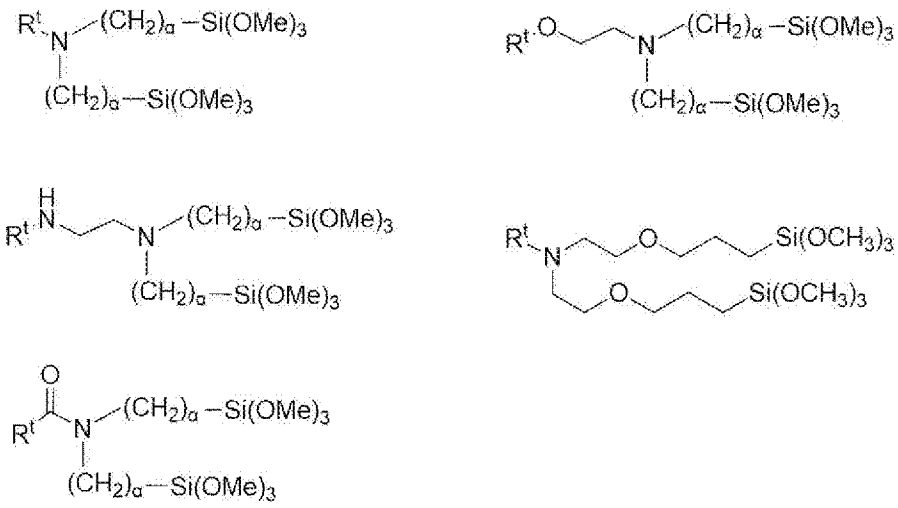
[化25]



[0156] ＺのＡと結合する側の末端がアルキレン鎖の場合、式１におけるＡが基（ｇ２－３）である化合物としては、例えば、下式の化合物が挙げられる。

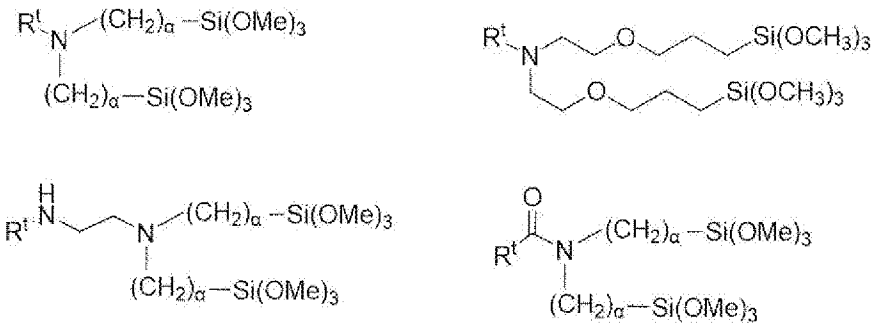
[0157]

[化26]



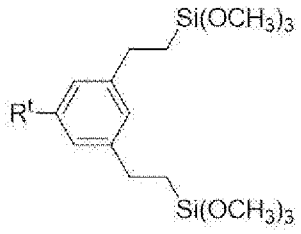
[0158] Ｚがポリアルキレンオキシド鎖の場合、式１におけるＡが基（ｇ２－３）である化合物としては、例えば、下式の化合物が挙げられる。

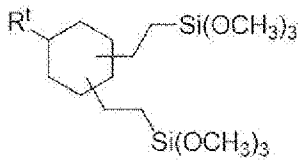
[0159] [化27]

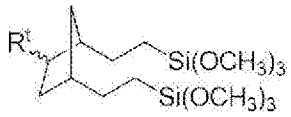


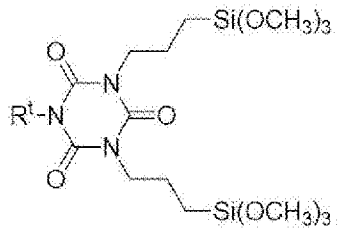
[0160] ＺのＡと結合する側の末端がアルキレン鎖の場合、式１におけるＡが基（ｇ２－４）である化合物としては、例えば、下式の化合物が挙げられる。

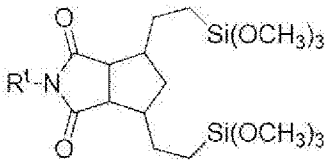
[化28]

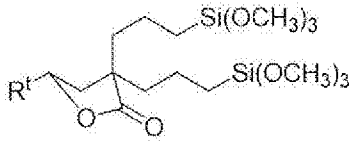

Si(OCH3)3
Rt
Si(OCH3)3

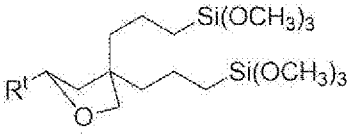

Rt
Si(OCH3)3
Si(OCH3)3

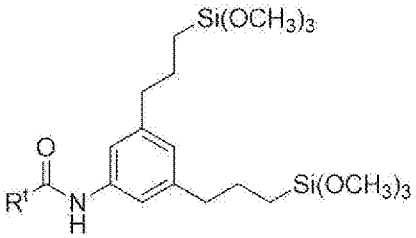

Rt
Si(OCH3)3
Si(OCH3)3

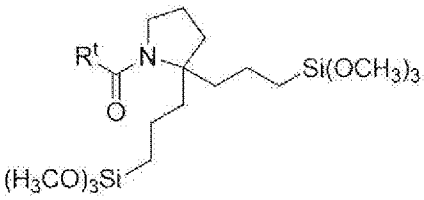

Si(OCH3)3
O
N
Rt
N
O
O
N
Si(OCH3)3

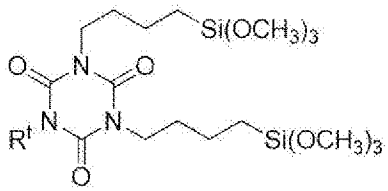

O
Rt
N
Si(OCH3)3
O
Si(OCH3)3

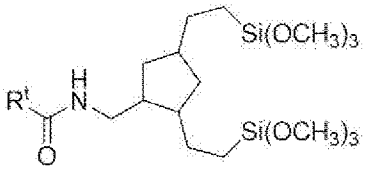

Si(OCH3)3
Rt
Si(OCH3)3
O
O

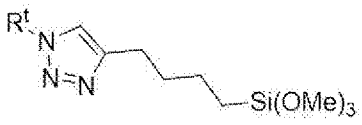

Si(OCH3)3
Rt
Si(OCH3)3
O


Si(OCH3)3
O
Rt
N
H
Si(OCH3)3


Rt
N
Si(OCH3)3
O
(H3CO)3Si

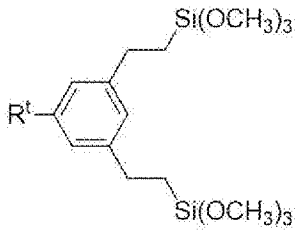

Si(OCH3)3
O
N
O
Rt
N
Si(OCH3)3
O

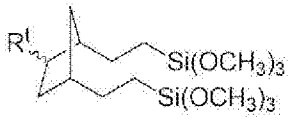

Si(OCH3)3
Rt
H
N
O
Si(OCH3)3

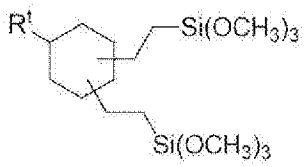

Rt
N
N=N
Si(OMe)3

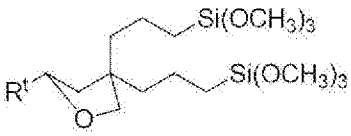
[0161] Ｚがポリアルキレンオキシド鎖の場合、式１におけるＡが基（ｇ２－４）である化合物としては、例えば、下式の化合物が挙げられる。

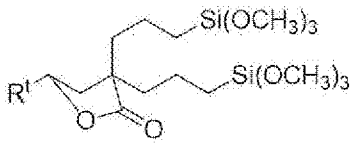
[化29]

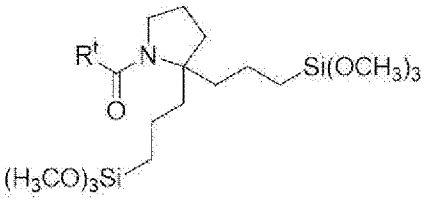


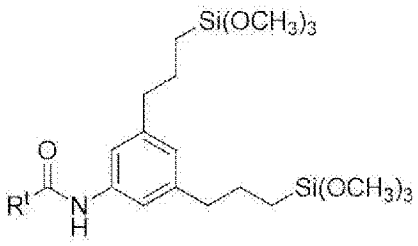


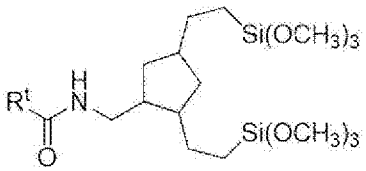


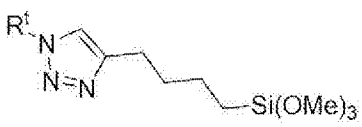






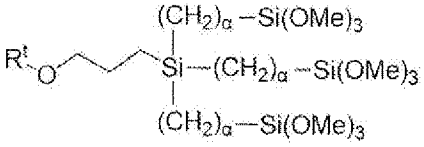


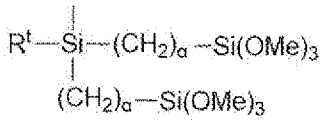


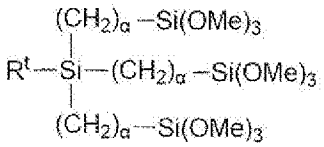


[0162] ＺのＡと結合する側の末端がアルキレン鎖の場合、式１におけるＡが基（ｇ２－５）である化合物としては、例えば、下式の化合物が挙げられる。

[化30]

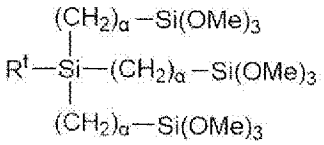


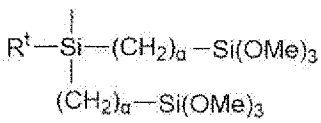




[0163] Ｚがポリアルキレンオキシド鎖の場合、式１におけるＡが基（ｇ２－５）である化合物としては、例えば、下式の化合物が挙げられる。

[化31]



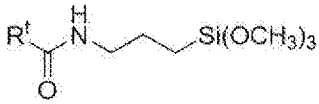


[0164] ＺのＡと結合する側の末端がアルキレン鎖の場合、式１におけるＡが基（ｇ２－６）である化合物としては、例えば、下式の化合物が挙げられる。

[化32]

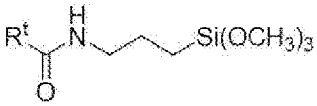






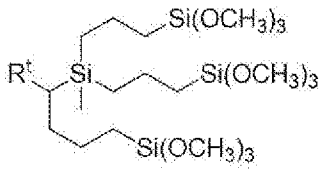
[0165] Ｚがポリアルキレンオキシド鎖の場合、式１におけるＡが基（ｇ２－６）である化合物としては、例えば、下式の化合物が挙げられる。

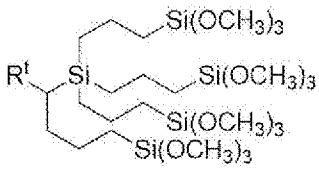
[化33]

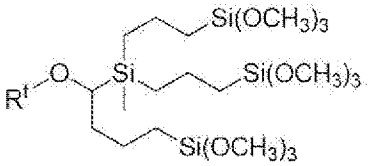


[0166] ＺのＡと結合する側の末端がアルキレン鎖の場合、式１におけるＡが基（ｇ２－７）である化合物としては、例えば、下式の化合物が挙げられる。

[化34]

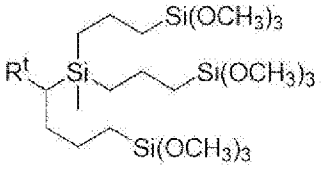


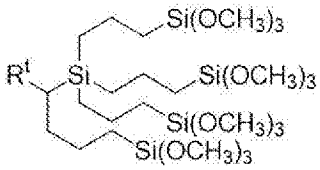




[0167] Ｚがポリアルキレンオキシド鎖の場合、式１におけるＡが基（ｇ２－７）である化合物としては、例えば、下式の化合物が挙げられる。

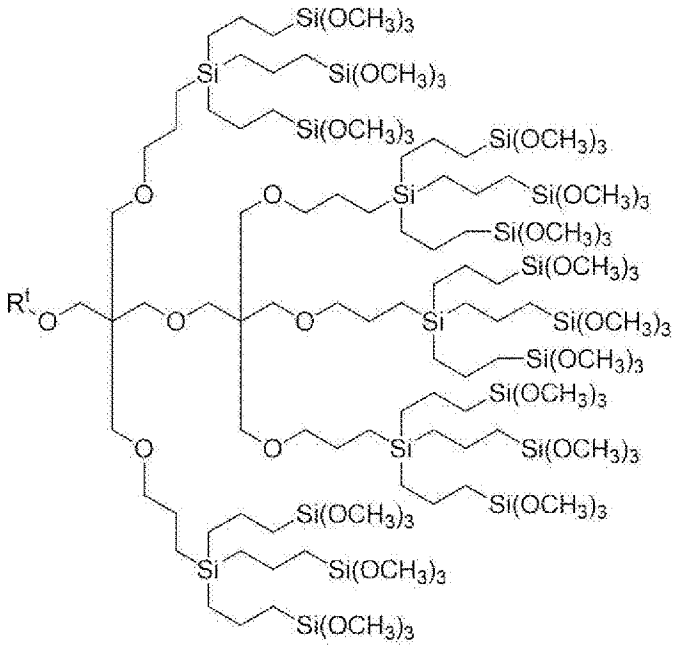
[化35]

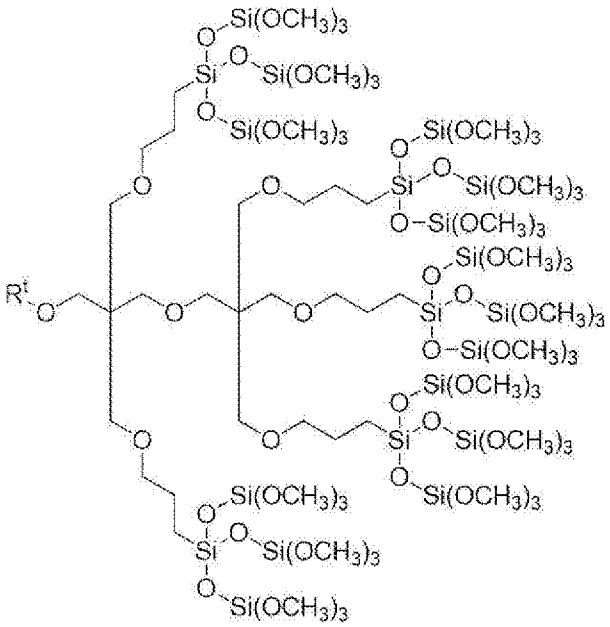




[0168] ＺのＡと結合する側の末端がアルキレン鎖の場合、式１におけるＡが基（ｇ２－８）である化合物としては、例えば、下式の化合物が挙げられる。

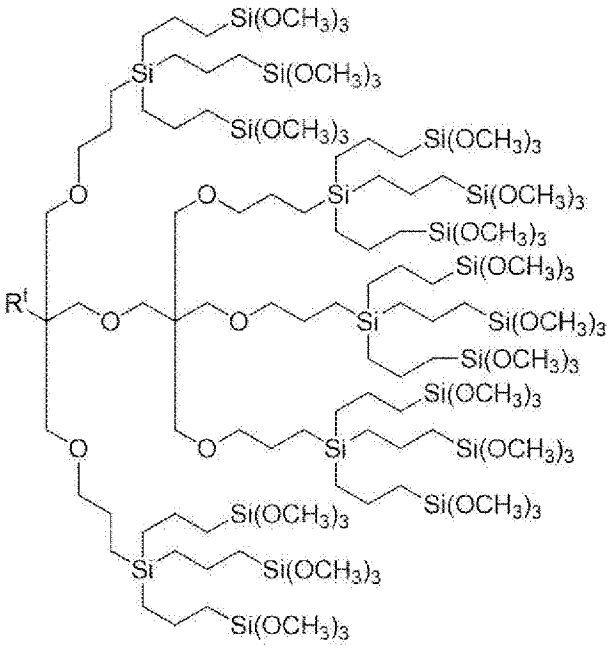
[化36]

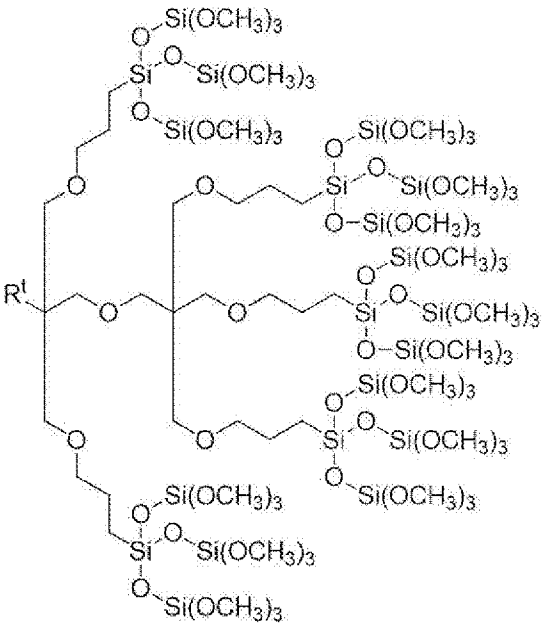




[0169] Ｚがポリアルキレンオキシド鎖の場合、式１におけるＡが基（ｇ２－８）である化合物としては、例えば、下式の化合物が挙げられる。

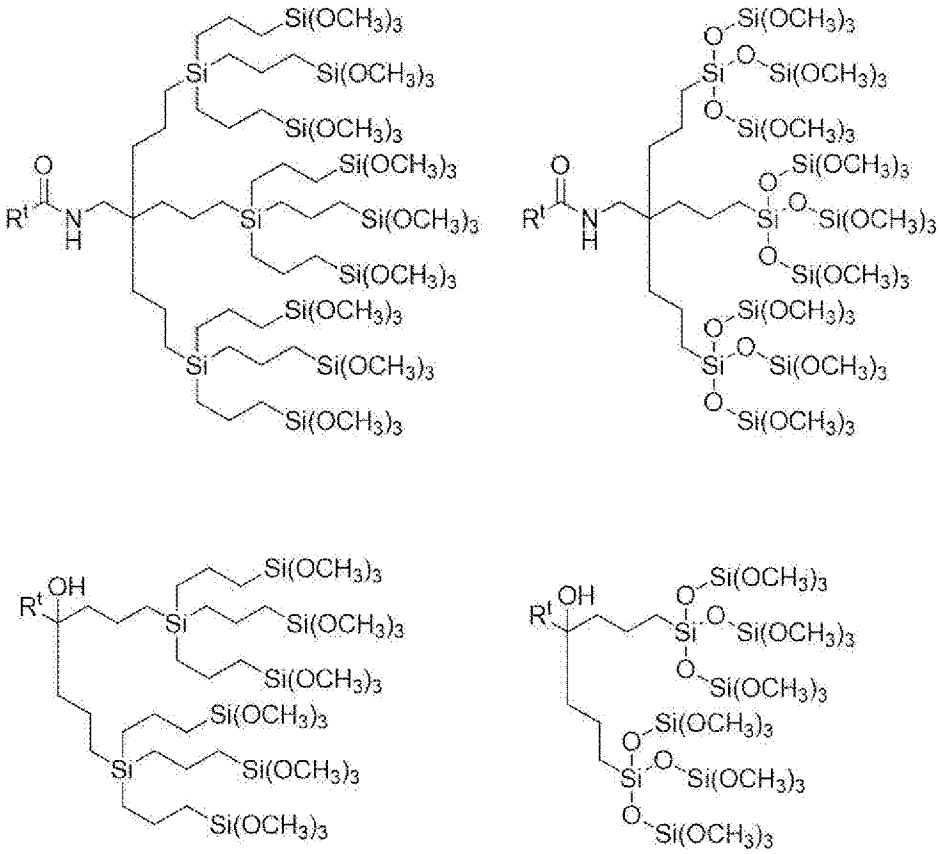
[化37]





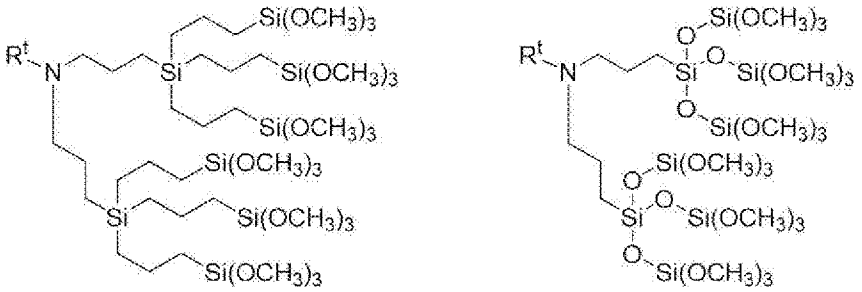
[0170] 式１におけるＡが基（ｇ２－９）である化合物としては、例えば、下式の化合物が挙げられる。

[化38]



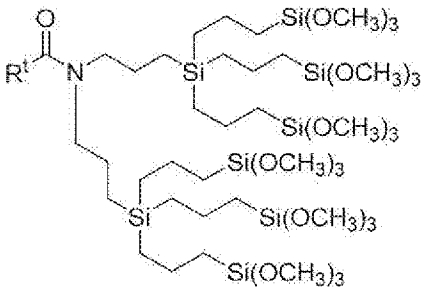
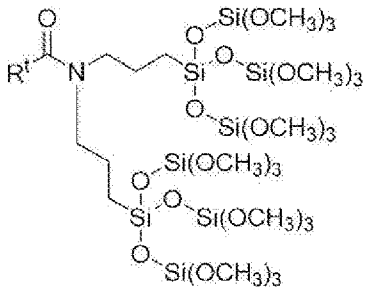
[0171] ＺのＡと結合する側の末端がアルキレン鎖の場合、式１におけるＡが基（ｇ２－１０）である化合物としては、例えば、下式の化合物が挙げられる。

[化39]



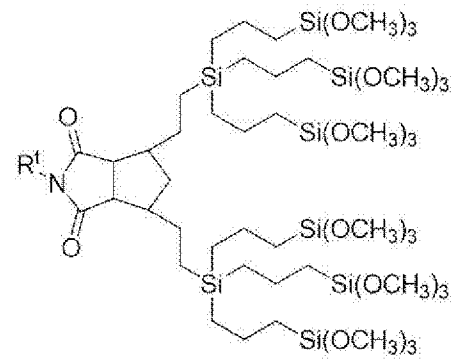
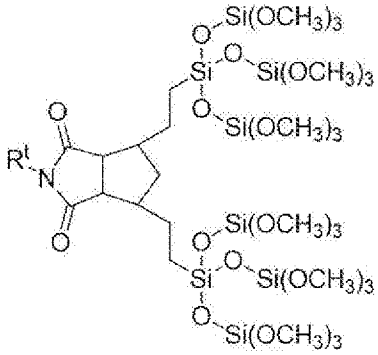
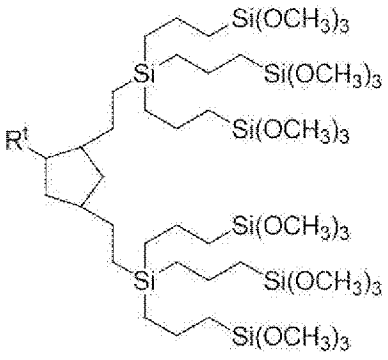
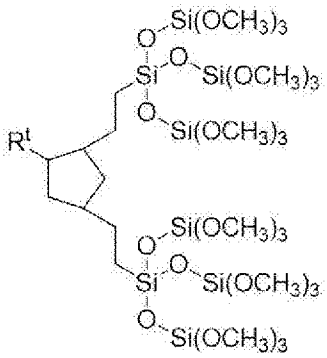
[0172] Ｚがポリアルキレンオキシド鎖の場合、式１におけるＡが基（ｇ２－１０）である化合物としては、例えば、下式の化合物が挙げられる。

[化40]

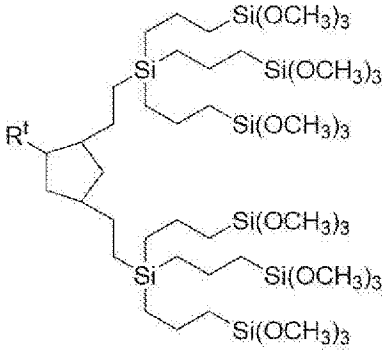
[0173] ＺのＡと結合する側の末端がアルキレン鎖の場合、式１におけるＡが基（ｇ２－１１）である化合物としては、例えば、下式の化合物が挙げられる。

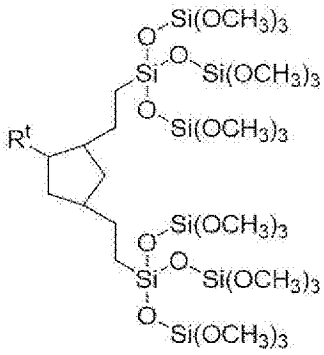
[化41]

[0174] Ｚがポリアルキレンオキシド鎖の場合、式１におけるＡが基（ｇ２－１１）である化合物としては、例えば、下式の化合物が挙げられる。

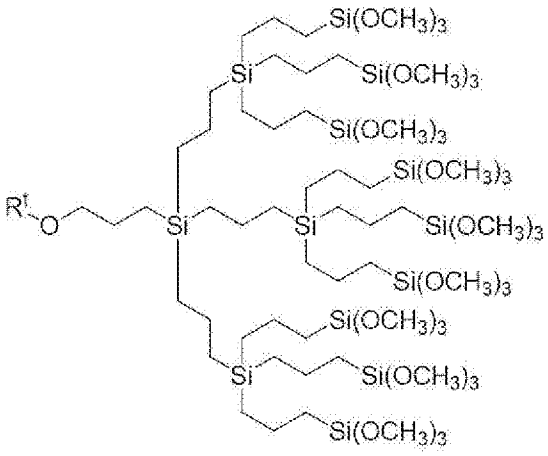
[化42]

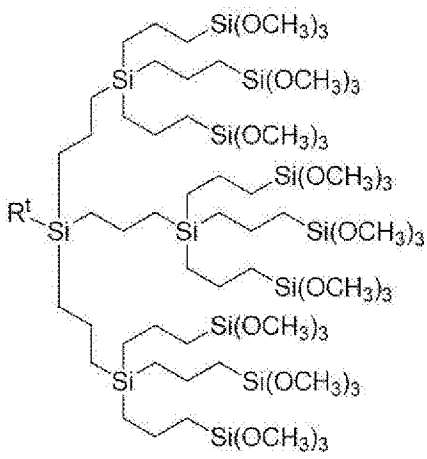


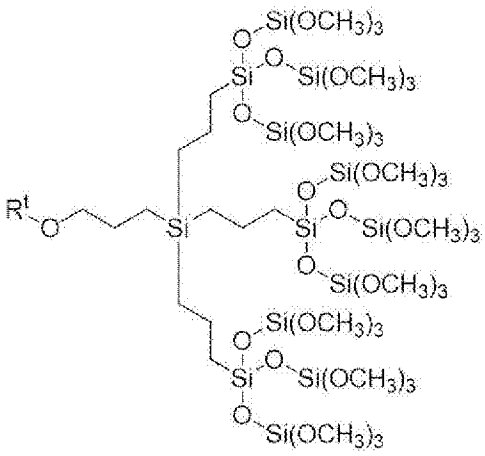


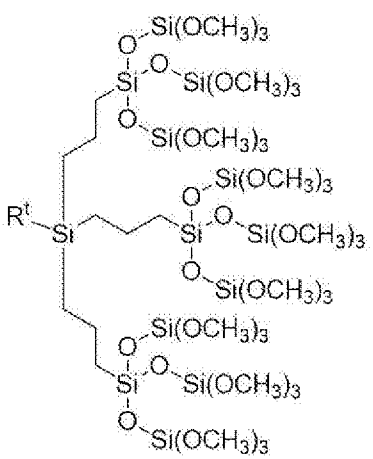
[0175] ＺのＡと結合する側の末端がアルキレン鎖の場合、式１におけるＡが基（ｇ２－１２）である化合物としては、例えば、下式の化合物が挙げられる。

[化43]



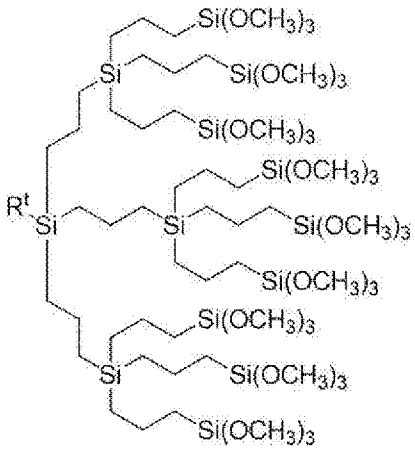


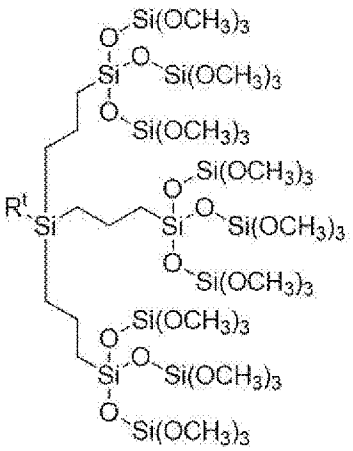




[0176] Ｚがポリアルキレンオキシド鎖の場合、式１におけるＡが基（ｇ２－１２）である化合物としては、例えば、下式の化合物が挙げられる。

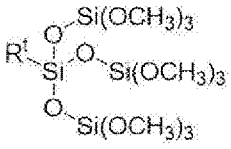
[化44]

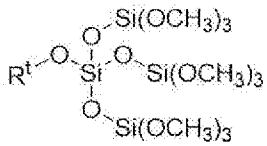




[0177] ＺのＡと結合する側の末端がアルキレン鎖の場合、式１におけるＡが基（ｇ２－１３）である化合物としては、例えば、下式の化合物が挙げられる。

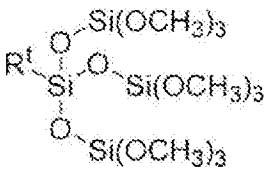
[化45]





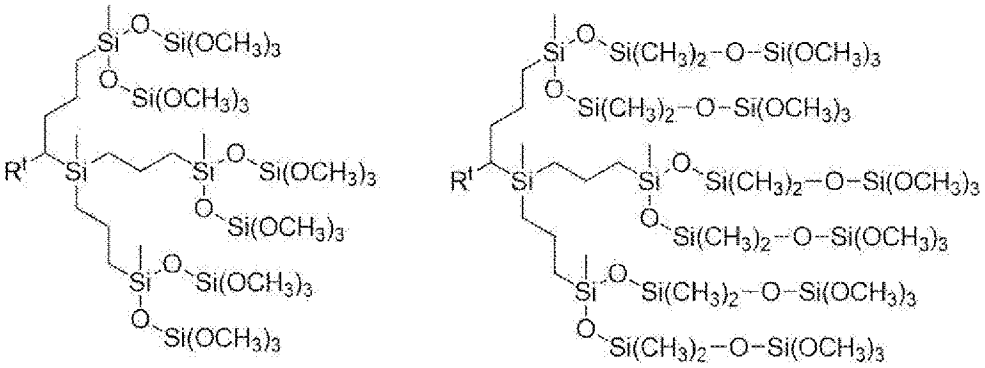
[0178] Ｚがポリアルキレンオキシド鎖の場合、式１におけるＡが基（ｇ２－１３）である化合物としては、例えば、下式の化合物が挙げられる。

[化46]



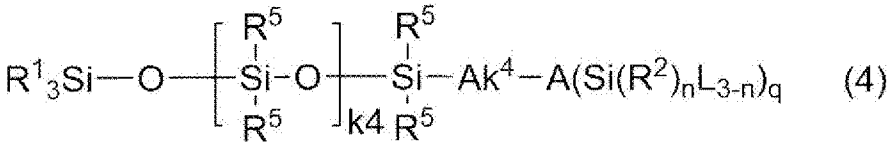
[0179] 式１におけるＡが基（ｇ２－１４）である化合物としては、例えば、下式の化合物が挙げられる。

[化47]



[0180] 本開示の化合物は、下記式４で表される化合物であることが好ましい。

[化48]



[0181] 式４中、Ｒ^{1}は、基１におけるＲ^{1}と同じある。

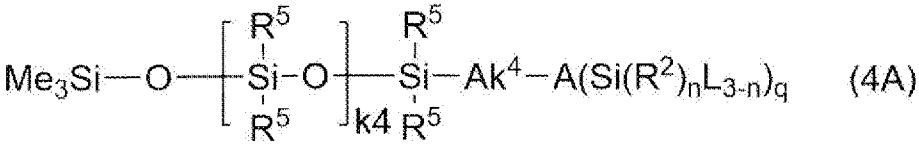
Ｒ^{5}は、式Ｂにおけるの^{5}と同じある。ｋ４は、式Ｃ３におけるｋ４と同じである。

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

Ａｋ^{4}は、式Ｃ３におけるＡｋ^{4}と同じである。

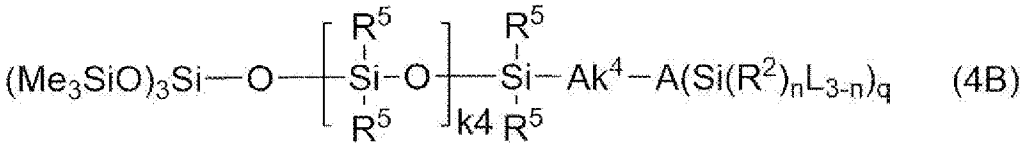
[0182] 本開示の化合物は、下記式４Ａ又は４Ｂで表される化合物であることが好ましい。

[0183] [化49]



[0184]

[化50]



[0185] 式４Ａ及び式４Ｂ中、Ｒ^{5}は、式Ｂにおけるｒ^{5}と同じある。ｋ４は、式Ｃ３におけるｋ４と同じである。

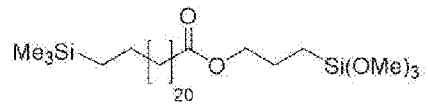
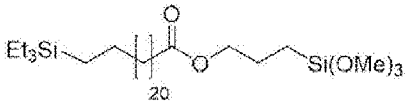
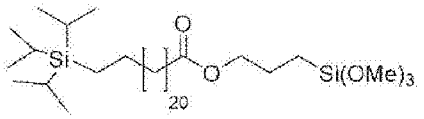
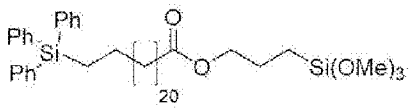
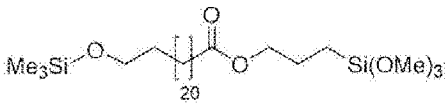
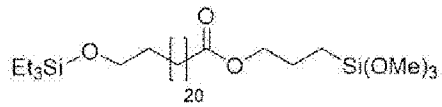
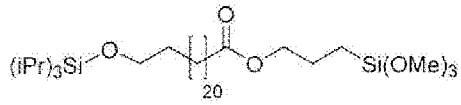
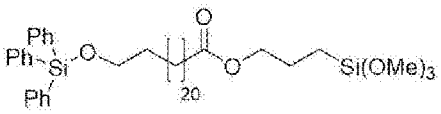
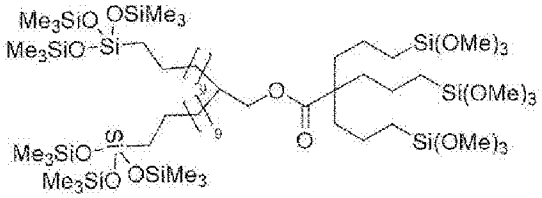
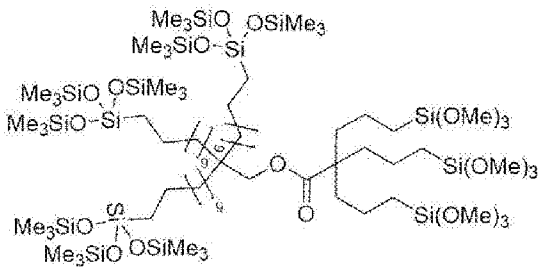
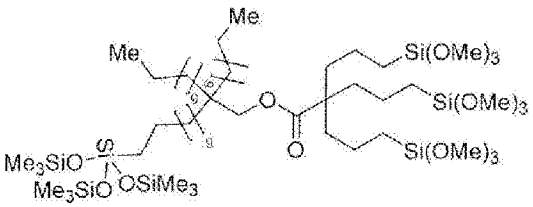
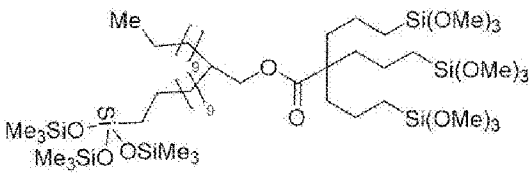
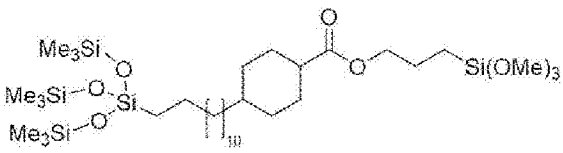
Ａ（Ｓｉ（Ｒ^{2}）$_{n}$Ｌ$_{3-n}$）$_{q}$で表される基は、式１におけるＡ（Ｓｉ（Ｒ^{2}）$_{n}$Ｌ$_{3-n}$）$_{q}$で表される基と同じである。

Ａｋ^{4}は、式Ｃ３におけるＡｋ^{4}と同じである。

[0186] 本開示の化合物としては、例えば、以下の化合物が挙げられる。

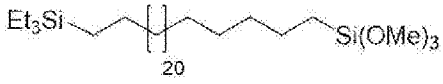
[0187]

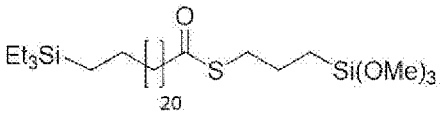
[化51]

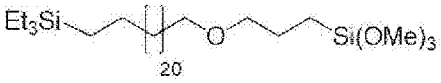














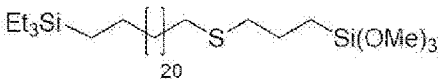
[0188]

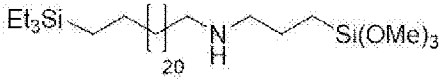
[化52]

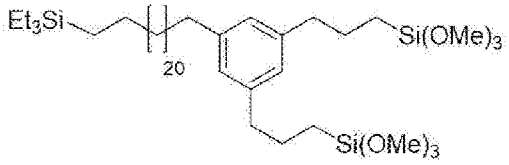


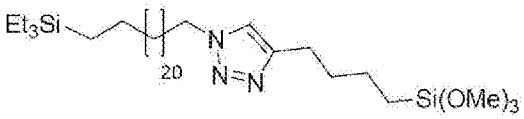


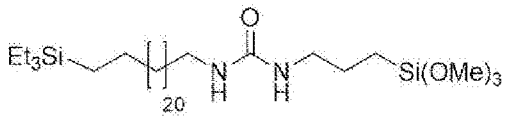


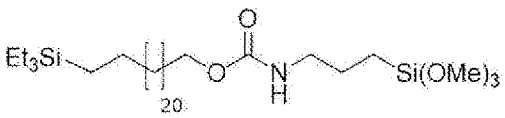


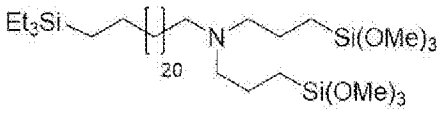


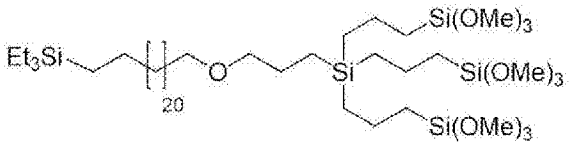








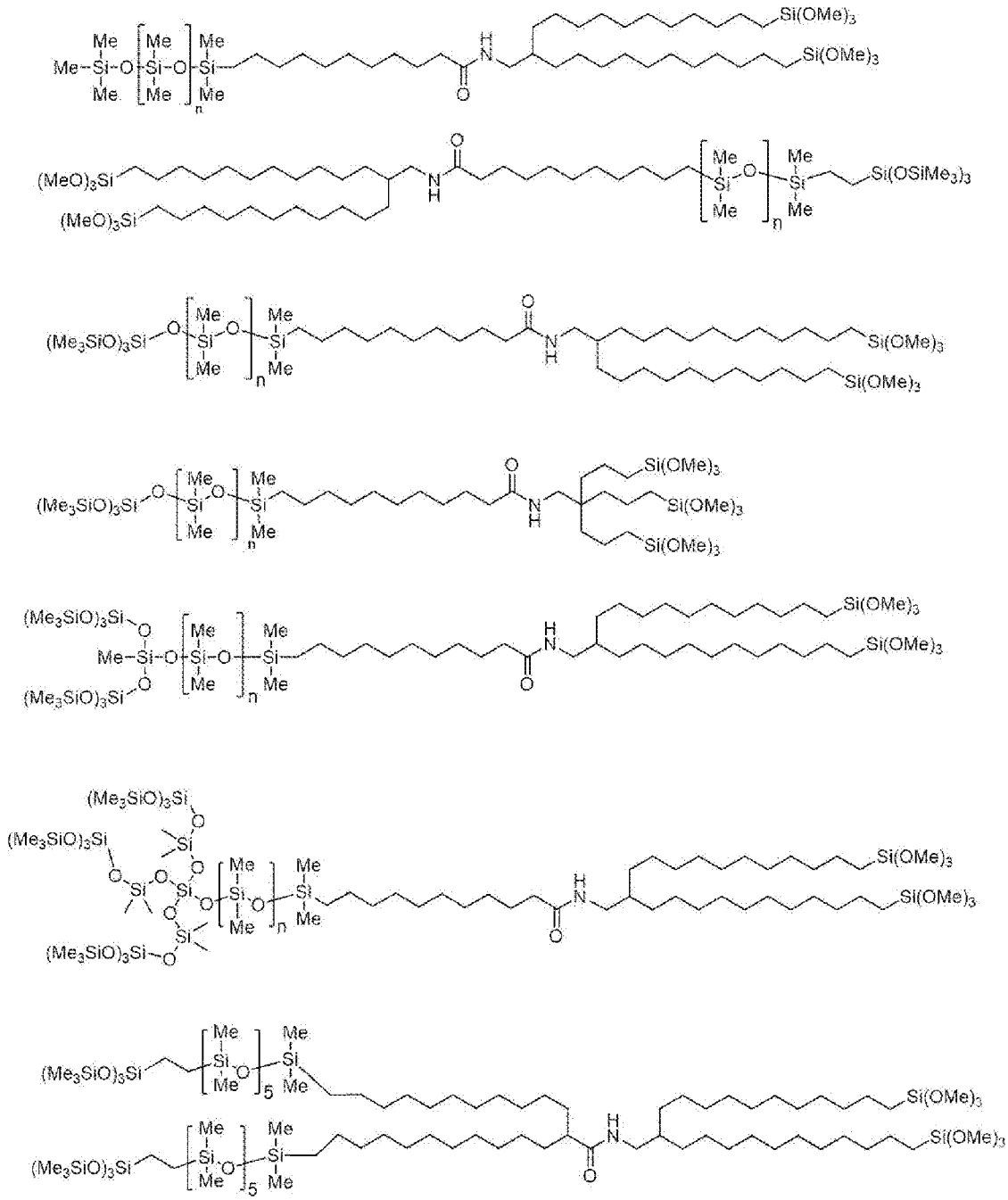




[0189] 下記式中、ｎは９～５０が好ましく、１１～３０がより好ましく、１１～２５が特に好ましい。

[0190]

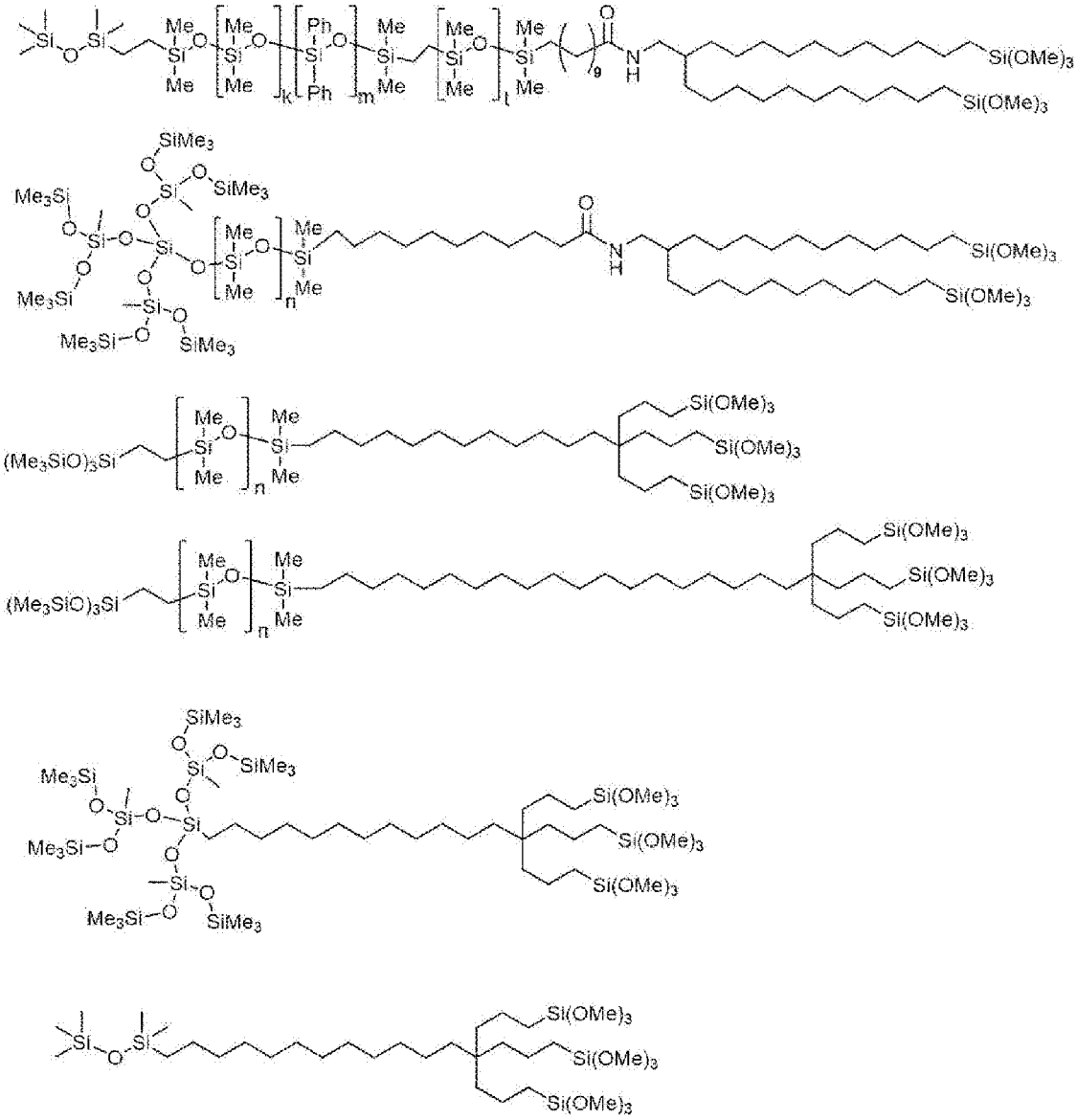
[化53]



[0191] 下記式中、ｋは１～８０が好ましく、３～５０がより好ましく、３～３０がさらに好ましい。ｍは１～３０が好ましく、３～２０がより好ましく、３～１０がさらに好ましい。ｔは１～３０が好ましく、３～２０がより好ましく、３～１０がさらに好ましい。

下記式中、ｎは９～５０が好ましく、１１～３０がより好ましく、１１～２５が特に好ましい。

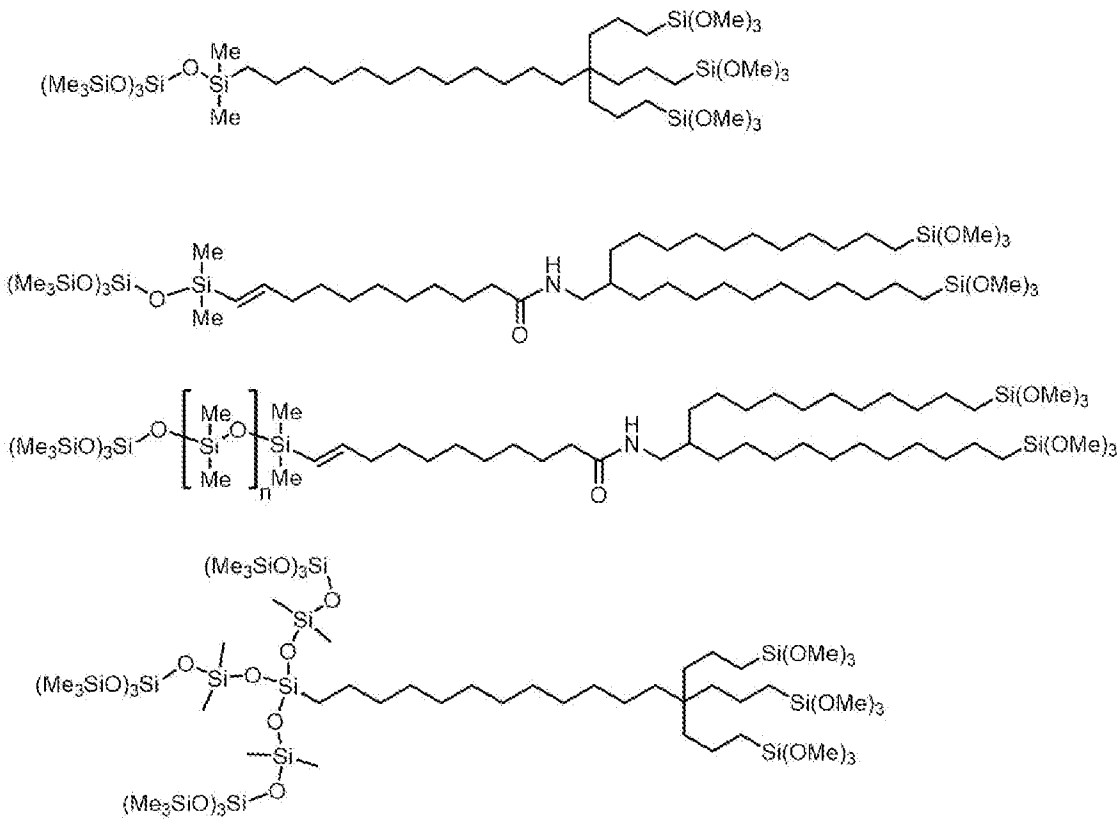
[0192] [化54]



[0193] 下記式中、ｎは９～５０が好ましく、１１～３０がより好ましく、１１～２５が特に好ましい。

[0194]

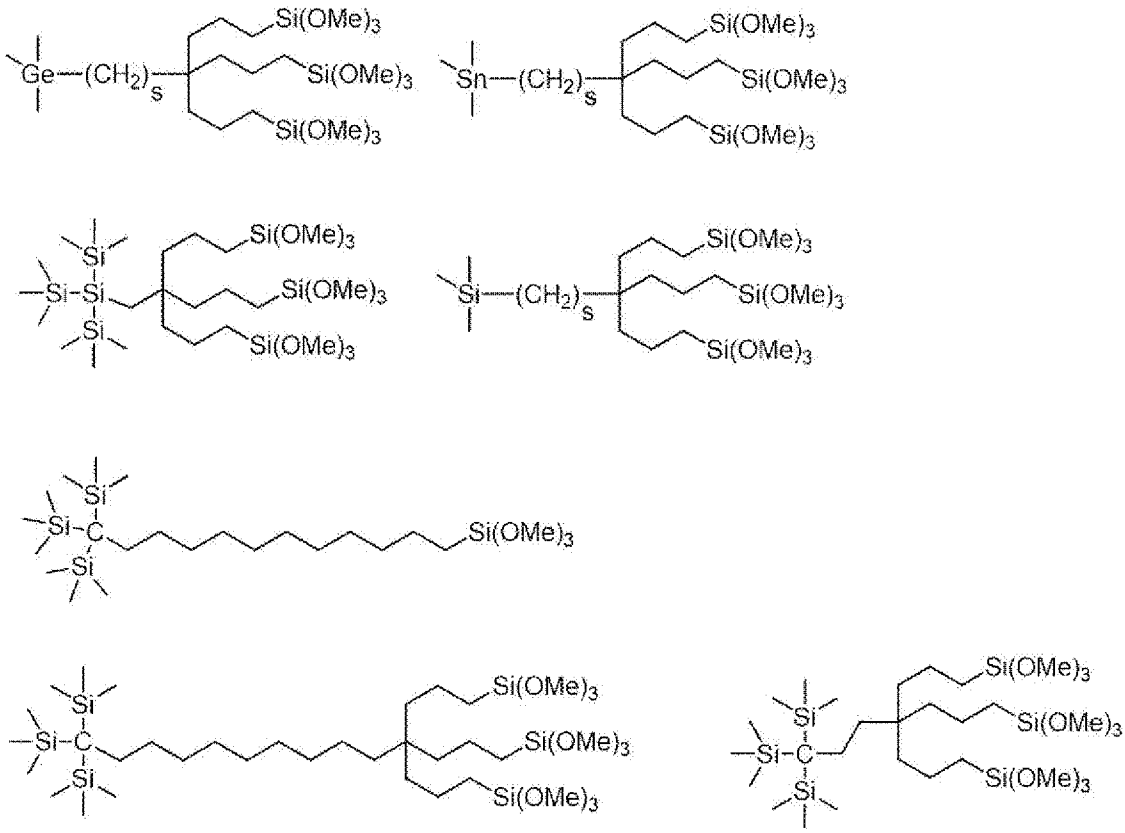
[化55]



[0195] 下記式中、ｓは１～３０が好ましく、４～２０がより好ましく、５～１５がさらに好ましい。

[0196]

[化56]



[0197] 本開示の化合物の数平均分子量（Ｍｎ）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であることがさらに好ましい。

Ｍｎが５００以上であれば、表面処理層の耐摩耗性がより優れる。Ｍｎ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。

[0198] ［組成物］

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

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

[0199] 本開示の化合物の含有量は、本開示の組成物の全量に対して、０．００１

～４０質量％が好ましく、０．０１～２０質量％がより好ましく、０．１～１０質量％がさらに好ましい。ウェットコーティング法に使用する本開示の組成物の場合には、本開示の化合物の含有量は、本開示の組成物の全量に対して、０．０１～１０質量％であってもよく、０．０２～５質量％であってもよく、０．０３～３質量％であってもよく、０．０５～２質量％であってもよい。

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

[0200] 液状媒体は、有機溶媒が好ましい。

[0201] 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、ビシクロヘキシル、ベンゼン、トルエン、エチルベンゼン、ｏ－キシレン、ｍ－キシレン、ｐ－キシレン、ｏ－ジエチルベンゼン、ｍ－ジエチルベンゼン、ｐ－ジエチルベンゼン、ｎ－ブチルベンゼン、ｓｅｃ－ブチルベンゼン、ｔｅｒｔ－ブチルベンゼンが挙げられる。

ケトン系有機溶媒の具体例としては、アセトン、メチルエチルケトン、メチルイソブチルケトン、ジイソブチルケトン、シクロヘキサノン、２－ヘプタノン、４－ヘプタノン、３，５，５－トリメチル－２－シクロヘキセン－１－オン、及び３，３，５－トリメチルシクロヘキサノン、イソホロンが挙げられる。

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

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

グリコール系有機溶媒の具体例としては、エチレングリコール、エチレングリコールモノブチルエーテル、ジエチレングリコールモノブチルエーテル、トリエチレングリコールモノブチルエーテル、テトラエチレングリコールモノブチルエーテル、エチレングリコールモノヘキシルエーテル、ジエチレングリコールモノヘキシルエーテル、エチレングリコールモノ－２－エチルヘキシルエーテル、ジエチレングリコールモノ－２－エチルヘキシルエーテル、プロピレングリコールモノメチルエーテル、プロピレングリコールモノ

エチルエーテル、プロピレングリコールモノブチルエーテル、プロピレングリコールモノプロピルエーテール、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－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。

[0202] 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、シロキサン化合物が挙げられる。

[0203] 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。

[0204] 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。

[0205] 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。

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

[0206] 液状媒体の含有量は、本開示の組成物の全量に対して、６０～９９．９９質量％が好ましく、８０～９９．９９質量％がより好ましく、９０～９９．９質量％がさらに好ましい。ウェットコーティング法に使用する本開示の組成物の場合には、液状媒体の含有量は、本開示の組成物の全量に対して、９０～９９．９９質量％であってもよく、９５～９９．９８質量％であってもよく、９７～９９．９７質量％であってもよく、９８～９９．９５質量％であってもよい。

[0207] 本開示の組成物は、本開示の化合物及び液状媒体以外に、本開示の効果を

損なわない範囲で、他の成分を含んでいてもよい。

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

[0208] 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。

[0209] $M(X^{b1})_{m1}(X^{b2})_{m2}(X^{b3})_{m3}$ …（Ｍ１）

$Si(X^{b4})(X^{b5})_3$ …（Ｍ２）

$(X^{b6})_3Si-(Y^{b1})-Si(X^{b7})_3$ …（Ｍ３）

[0210] 式（Ｍ１）中、

Ｍは、３価又は４価の金属原子を表す。

X^{b1}はそれぞれ独立に、加水分解性基を表す。

X^{b2}はそれぞれ独立に、シロキサン骨格含有基を表す。

X^{b3}はそれぞれ独立に、炭化水素鎖含有基を表す。

ｍ１は２～４の整数であり、

ｍ２及びｍ３はそれぞれ独立に、０～２の整数であり、

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

[0211] 式（Ｍ２）中、

X^{b4}は、加水分解性シランオリゴマー残基を表す。

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

[0212] 式（Ｍ３）中、

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

Y^{b1}は、２価の有機基を表す。

[0213] 式（Ｍ１）中、Ｍで表される金属には、Ｓｉ、Ｇｅ等の半金属も包含され

る。Ｍとしては、３価金属及び４価金属が好ましく、Ａｌ、Ｆｅ、Ｉｎ、Ｈｆ、Ｓｉ、Ｔｉ、Ｓｎ、及びＺｒがより好ましく、Ａｌ、Ｓｉ、Ｔｉ、及びＺｒがさらに好ましく、Ｓｉが特に好ましい。

[0214] 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}）$_{n}L_{3-n}$］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。

[0215] X^{b2}で表されるシロキサン骨格含有基は、シロキサン単位（－Ｓｉ－Ｏ－）を有し、直鎖状でも分岐鎖状でもよい。シロキサン単位としては、ジアルキルシリルオキシ基が好ましく、ジメチルシリルオキシ基、ジエチルシリルオキシ基等が挙げられる。シロキサン骨格含有基におけるシロキサン単位の繰り返し数は、１以上であり、１～５が好ましく、１～４がより好ましく、１～３がさらに好ましい。

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

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

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

シロキサン骨格含有基としては、＊－（Ｏ－Ｓｉ（CH_3）$_2$）$_{n}CH_3$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。

[0216] X^{b3}で表される炭化水素鎖含有基は、炭化水素鎖のみからなる基でもよく、炭化水素鎖の炭素原子－炭素原子間にエーテル性酸素原子を有する基でもよい。炭化水素鎖は直鎖でも分岐鎖でもよく、直鎖が好ましい。炭化水素鎖は飽和炭化水素鎖でも不飽和炭化水素鎖でもよく、飽和炭化水素鎖が好まし

い。炭化水素鎖含有基の炭素数は、１～３が好ましく、１～２がより好ましく、１がさらに好ましい。炭化水素鎖含有基としては、アルキル基が好ましく、メチル基、エチル基、又はプロピル基がより好ましい。

[0217] ｍ１は３又は４であることが好ましい。

[0218] 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。

[0219] $Si(X^{b1})_4$ …（Ｍ１－１）

$CH_3-Si(X^{b1})_3$ …（Ｍ１－２）

$C_2H_5-Si(X^{b1})_3$ …（Ｍ１－３）

$n-C_3H_7-Si(X^{b1})_3$ …（Ｍ１－４）

$(CH_3)_2CH-Si(X^{b1})_3$ …（Ｍ１－５）

[0220] 式（Ｍ２）中、X^{b4}で表される加水分解性シランオリゴマー残基に含まれるケイ素原子の数は、３以上が好ましく、５以上がより好ましく、７以上がさらに好ましい。前記ケイ素原子の数は、１５以下が好ましく、１３以下がより好ましく、１０以下がさらに好ましい。

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

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

[0221] 式（Ｍ２）中、X^{b5}で表される加水分解性基としては、上記反応性シリル基における［$-Si(R^2)_nL_{3-n}$］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、アリル基が挙げられ、アルコキシ基又はイソシアナト基が好ましい。アルコキシ基としては、炭素数１～４のアルコキシ基が好ましい。

X^{b5}としては、加水分解性基が好ましい。

[0222] 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。

[0223] 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。

[0224] 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。

[0225] 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

$)_3Si(CH_2)_2Si(NCO)_3$、$Cl_3Si(CH_2)_2SiCl_3$、$(CH_3O)_3Si(CH_2)_6Si(OCH_3)_3$、$(C_2H_5O)_3Si(CH_2)_6Si(OC_2H_5)_3$が挙げられる。

[0226] 本開示の組成物に含まれてもよい他の成分の含有量は、本開示の組成物の全量に対して、１０質量％以下が好ましく、１質量％以下がより好ましい。本開示の組成物が特定金属化合物を含む場合、特定金属化合物の含有量は本開示の組成物の全量に対して０．０１～３０質量％が好ましく、０．０１～１０質量％がより好ましく、０．０５～５質量％がさらに好ましい。

[0227] 本開示の化合物と他の成分の合計含有量（以下、「固形分濃度」ともいう。）は、本開示の組成物の全量に対して、０．００１～４０質量％が好ましく、０．０１～２０質量％がより好ましく、０．１～１０質量％がさらに好ましい。本開示の組成物の固形分濃度は、加熱前の組成物の質量と、１２０℃の対流式乾燥機にて４時間加熱した後の質量とから算出される値である。

[0228] 本開示の組成物は、液状媒体を含むことから、コーティング用途として有用であり、コーティング液として用いることができる。

[0229] ［表面処理剤］

一態様において、本開示の表面処理剤は、本開示の化合物を含む。また、本開示の表面処理剤は、本開示の化合物と、液状媒体と、を含んでいてもよい。本開示の表面処理剤は、本開示の組成物でもよい。本開示の表面処理剤に含まれる液状媒体の好ましい態様は、本開示の組成物に含まれる液状媒体の好ましい態様と同様である。

[0230] 本開示の化合物は、上記基１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、上記基２と、を含む。そのため、本開示の化合物を含む表面処理剤を用いることにより、撥水性及び耐摩耗性に優れた表面処理層を形成することができる。

[0231] ［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。

[0232] 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拡がっていてもよく、ドット状に点在していてもよい。

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

[0233] 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充分に得られやすい。表面処理層の厚さが１００ｎｍ以下であれば、利用効率が高い。表面処理層の厚さは、薄膜解析用Ｘ線回折計（製品名「ＡＴＸ－Ｇ」、ＲＩＧＡＫＵ社製）を用いて、Ｘ線反射率法によって反射Ｘ線の干渉パターンを得て、干渉パターンの振動周期から算出できる。

[0234] 基材の種類は特に限定されず、例えば、撥水性の付与が求められている基材が挙げられる。基材として、例えば、他の物品（例えば、スタイラス）又は人の手指を接触させて使用することがある基材；操作時に人の手指で持つことがある基材；及び、他の物品（例えば、載置台）の上に置くことがある基材が挙げられる。

基材の材料としては、金属、樹脂、ガラス、サファイア、セラミック、石、繊維、不織布、紙、木、天然皮革、人工皮革、及びこれらの複合材料が挙げられる。ガラスは化学強化されていてもよい。

[0235] 基材としては、建材、装飾建材、インテリア用品、輸送機器（例えば、自動車）、看板、掲示板、飲用器、食器、水槽、観賞用器具（例えば、額、箱）、実験器具、家具、繊維製品、包装容器；アート、スポーツ、ゲーム等に使用する、ガラス又は樹脂；携帯電話（例えば、スマートフォン）、携帯情報端末、ゲーム機、リモコン等の機器における外装部分（表示部を除く）に使用する、ガラス又は樹脂が挙げられる。基材の形状は、板状であってもよく、フィルム状であってもよい。

[0236] 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。

[0237] 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。

[0238] 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。

[0239] 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。

[0240] 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。

[0241] 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。

[0242] 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。

[0243] 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。

[0244] 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。

[0245] 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。

[0246] 下地層に含まれる特定元素としては、第１族元素、第２族元素、第１３族元素が表面処

理層の耐摩耗性がより優れるため好ましく、第１族元素、第２族元素がより好ましく、第１族元素がさらに好ましい。

特定元素として、１種のみ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。

[0247] 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。

[0248] 下地層中のケイ素のモル濃度に対する、下地層中の特定元素の合計モル濃度の比（特定元素／ケイ素）は、表面処理層の耐摩耗性がより優れる観点から、０．０２～２．９０であるのが好ましく、０．１０～２．００であるのがより好ましく、０．２０～１．８０であるのがさらに好ましい。

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

[0249] 下地層は、単層であっても複層であってもよい。下地層は、表面に凹凸を有していてもよい。

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

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

[0250] 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。

[0251] 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、溶融体、焼結体、造粒体、破砕体が挙げられ、取り扱い性の観点から、溶融体、焼結体、造粒体が好ましい。

ここで、溶融体とは、蒸着材料の粉体を高温で溶融させた後、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。

[0252] 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。

[0253] 蒸着材料を用いた蒸着法の具体例としては、真空蒸着法が挙げられる。真空蒸着法は、蒸着材料を真空槽内で蒸発させ、基材の表面に付着させる方法である。

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

，０００℃がより好ましい。

蒸着時の圧力（例えば、真空蒸着装置を用いる際には、蒸着材料を配置する槽内の圧力）としては、１Ｐａ以下が好ましく、０．１Ｐａ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。

[0254] 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。

[0255] 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。

[0256] 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。

[0257] 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。

[0258] 液状媒体としては、本開示の組成物に含まれる液状媒体と同様のものが挙

げられる。

[0259] 液状媒体の含有量は、下地層の形成に使用するコーティング液の全量に対して、０．０１～２０質量％が好ましく、０．１～１０質量％がより好ましい。

[0260] 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・ブロジェット法、グラビアコート法が挙げられる。

[0261] 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。

[0262] 本開示の物品は、光学部材であることが好ましい。光学部材としては、例えば、カーナビゲーション、携帯電話、スマートフォン、デジタルカメラ、デジタルビデオカメラ、ＰＤＡ、ポータブルオーディオプレーヤー、カーオーディオ、ゲーム機器、眼鏡レンズ、カメラレンズ、レンズフィルター、サングラス、胃カメラ等の医療用器機、複写機、ＰＣ、ディスプレイ（例えば、液晶ディスプレイ、有機ＥＬディスプレイ、プラズマディスプレイ、タッチパネルディスプレイ）、タッチパネル、保護フィルム、及び反射防止フィルムが挙げられる。特に、物品は、ディスプレイ又はタッチパネルであることが好ましい。

[0263] ［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。

[0264] 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。

[0265] 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・ブロジェット法、グラビアコート法が挙げられる。

[0266] 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

[0267] 以下に実施例を用いて本発明をさら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。

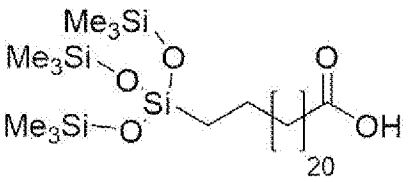
[0268] ［化合物１Ｃの合成］

２２－トリコセン酸（２．０ｇ）、トリス（トリメチルシリルオキシ）シラン（１．７ｇ）、及び１，３－ビストリフルオロメチルベンゼン（１０ｇ）を加え、攪拌した。その後、白金／１，３－ジビニル－１，１，３，３－テトラメチルジシロキサン錯体のトルエン溶液（白金含有量３％，０．１ｇ

）及びアニリン（０．１ｇ）を加え、８５℃で２４時間撹拌した。２５℃まで冷却した後、溶媒を留去し、シリカゲルを用いたフラッシュカラムクロマトグラフィ（展開溶媒：酢酸エチル／ヘキサン）を行うことで、化合物１Ａを３．０ｇ得た。化合物１Ａの構造は、以下のＮＭＲデータより確認した。

[0269] ^{1}Ｈ－ＮＭＲ（５００ＭＨｚ，ＣＤＣｌ$_3$）：δ ２．３１（ｔ，Ｊ＝７．１Ｈｚ，２Ｈ），１．６０（ｐ，Ｊ＝７．１Ｈｚ，２Ｈ），１．４０（ｐｄ，Ｊ＝７．０，０．８Ｈｚ，２Ｈ），１．３３－１．２０（ｍ，３６Ｈ），０．３６（ｔ，Ｊ＝７．０Ｈｚ，２Ｈ），０．１０（ｓ，２７Ｈ）．

[0270] [化57]



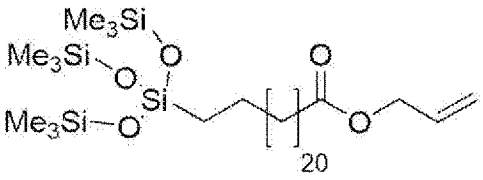
(1A)

[0271] 化合物１Ａ（３．０ｇ）にアリルアルコール（３０ｇ）を加え、撹拌した後、Ｎ－メチルモルホリン（１．０ｇ）、４－（４，６－ジメトキシ－１，３，５－トリアジン－２－イル）－４－メチルモルホリニウムクロリド（３．０ｇ）を加えた。５０℃に昇温し、２４時間加熱攪拌した。２５℃まで冷却した後、溶媒を留去し、シリカゲルを用いたフラッシュカラムクロマトグラフィ（展開溶媒：酢酸エチル／ヘキサン）を行うことで、化合物１Ｂを２．１ｇ得た。化合物１Ｂの構造は、以下のＮＭＲデータより確認した。

[0272] ^{1}Ｈ－ＮＭＲ（５００ＭＨｚ，ＣＤＣｌ$_3$）δ ６．０３－５．８２（ｍ，１Ｈ），５．３１（ｄｔ，Ｊ＝１３．３，１．０Ｈｚ，２Ｈ），４．５７（ｄｔ，Ｊ＝６．２，１．０Ｈｚ，２Ｈ），１．６９－１．６２（ｍ，２Ｈ），１．６２－１．５３（ｍ，２Ｈ），１．４０（ｐｄ，Ｊ＝７．０，０．８Ｈｚ，２Ｈ），１．３６－１．１４（ｍ，３６Ｈ），０．３６（ｔ，Ｊ＝７．０Ｈｚ，２Ｈ），０．１０（ｓ，２７Ｈ）．

[0273]

[化58]

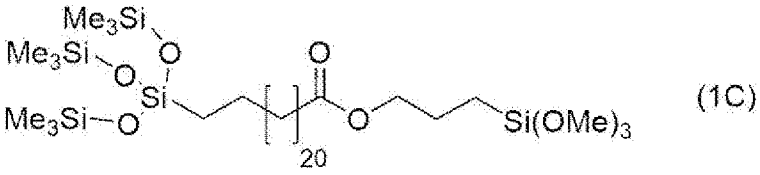


(1B)

[0274] 化合物１Ｂ（２．１ｇ）に１，３－ビストリフルオロメチルベンゼン（１０ｇ）を加え、攪拌した。その後、白金／１，３－ジビニル－１，１，３，３－テトラメチルジシロキサン錯体のトルエン溶液（白金含有量３％、０．１ｇ）、アニリン（０．１ｇ）、トリメトキシシラン（０．５ｇ）を加え、４０℃で撹拌した。溶媒を減圧留去することで、化合物１Ｃを２．４ｇ得た。化合物１Ｃの構造は、以下のＮＭＲデータより確認した。

[0275] ^{1}Ｈ－ＮＭＲ（５００ ＭＨｚ，ＣＤＣｌ$_3$）δ ４．０９ （ｔ，Ｊ ＝ ７．１ Ｈｚ， ２Ｈ），３．５８ （ｓ， ９Ｈ），２．３１ （ｔ， Ｊ ＝ ７．１ Ｈｚ， ２Ｈ），１．８０ （ｐ， Ｊ ＝ ７．１ Ｈｚ， ２Ｈ），１．５８ （ｐ， Ｊ ＝ ７．１ Ｈｚ，２Ｈ），１．４０ （ｐｄ， Ｊ ＝ ７．０， ０．８ Ｈｚ， ２Ｈ），１．３５－１．１４ （ｍ， ３６Ｈ），０．６６ （ｔ， Ｊ ＝ ７．１ Ｈｚ， ２Ｈ），０．３６ （ｔ， Ｊ ＝ ７．０ Ｈｚ， ２Ｈ），０．１０ （ｓ， ２７Ｈ）．

[0276] [化59]

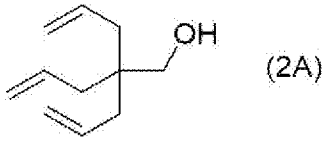


(1C)

[0277] ［化合物２Ｃの合成］

国際公開第２０２１／０５４４１３号の合成例３～５に記載の方法に従い、化合物２Ａを得た。

[0278] [化60]

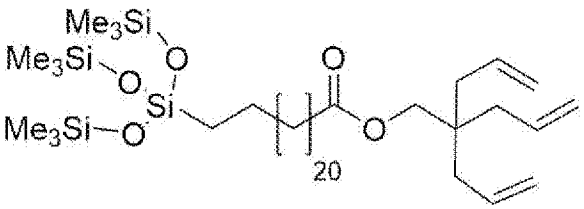


(2A)

[0279] 化合物１Ａ（３．０ｇ）に化合物２Ａ（５．０ｇ）を加え、撹拌した後、Ｎ－メチルモルホリン（１．０ｇ）、４－（４，６－ジメトキシ－１，３，５－トリアジン－２－イル）－４－メチルモルホリニウムクロリド（３．０ｇ）を加えた。５０℃に昇温し、２４時間攪拌した。２５℃まで冷却した後、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：酢酸エチル／ヘキサン）を行うことで、化合物２Ｂを２．４ｇ得た。化合物２Ｂの構造は、以下のＮＭＲデータより確認した。

[0280] ^{1}Ｈ－ＮＭＲ（５００ ＭＨｚ，ＣＤＣｌ$_3$）δ ５．６６（ｄｄｔ，Ｊ＝１３．７，１２．６，６．２ Ｈｚ，３Ｈ），５．１３（ｄｔ，Ｊ＝１３．４，１．１ Ｈｚ，６Ｈ），３．９８（ｓ，２Ｈ），２．３７（ｔ，Ｊ＝７．１ Ｈｚ，２Ｈ），１．９１（ｄｔ，Ｊ＝６．２，１．０ Ｈｚ，６Ｈ），１．５８（ｐ，Ｊ＝７．１ Ｈｚ，２Ｈ），１．４０（ｐｄ，Ｊ＝７．０，０．８ Ｈｚ，２Ｈ），１．３５-１．１４（ｍ，３６Ｈ），０．３６（ｔ，Ｊ＝７．０ Ｈｚ，２Ｈ），０．１０（ｓ，２７Ｈ）．

[0281] [化61]



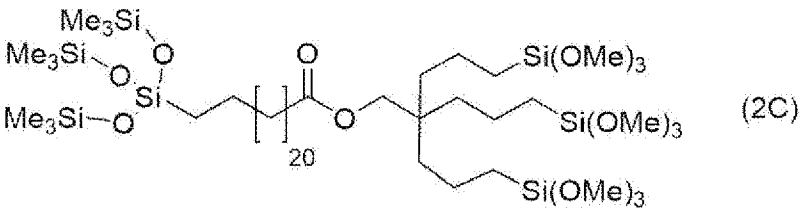
(2B)

[0282] 化合物２Ｂ（２．４ｇ）に１，３－ビストリフルオロメチルベンゼン（１０ｇ）を加え、撹拌した。その後、白金／１，３－ジビニル－１，１，３，３－テトラメチルジシロキサン錯体のトルエン溶液（白金含有量３％、０．１ｇ）、アニリン（０．１ｇ）、トリメトキシシラン（１．５ｇ）を加え、４０℃で撹拌した。溶媒を減圧留去することで、化合物２Ｃを２．９ｇ得た。化合物２Ｃの構造は、以下のＮＭＲデータより確認した。

[0283] ^{1}Ｈ－ＮＭＲ（５００ ＭＨｚ，ＣＤＣｌ$_3$）δ ４．０２（ｓ，２Ｈ），３．５８（ｓ，２７Ｈ），２．３７（ｔ，Ｊ＝７．

１Ｈｚ，２Ｈ），１．５８（ｐ，Ｊ＝７．１Ｈｚ，２Ｈ），１．４２（ｄｐｄ，Ｊ＝１７．４，７．０，０．８Ｈｚ，８Ｈ），１．３４－１．１８（ｍ，４２Ｈ），０．６９（ｔ，Ｊ＝７．０Ｈｚ，６Ｈ），０．３６（ｔ，Ｊ＝７．０Ｈｚ，２Ｈ），０．１０（ｓ，２７Ｈ）．

[0284] [化62]



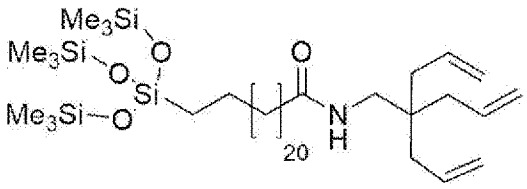
(2C)

[0285] ［化合物３Ｂの合成］

化合物１Ａ（３．０ｇ）に$H_2N-CH_2-C(CH_2CH=CH_2)_3$（１．５ｇ）、メタノール（１０ｇ）を加え、撹拌した後、Ｎ－メチルモルホリン（１．０ｇ）、４－（４，６－ジメトキシ－１，３，５－トリアジン－２－イル）－４－メチルモルホリニウムクロリド（３．０ｇ）を加えた。５０℃に昇温し、２４時間攪拌した。２５℃まで冷却した後、溶媒を留去し、シリカゲルを用いたフラッシュカラムクロマトグラフィ（展開溶媒：酢酸エチル／ヘキサン）を行うことで、化合物３Ａを２．２ｇ得た。化合物３Ａの構造は、以下のＮＭＲデータより確認した。

[0286] ^{1}Ｈ－ＮＭＲ（５００ＭＨｚ，$CDCl_3$）δ６．６７（ｔ，Ｊ＝８．０Ｈｚ，１Ｈ），５．７４－５．５２（ｍ，３Ｈ），５．１３（ｄｔ，Ｊ＝１３．４，１．１Ｈｚ，６Ｈ），３．２５（ｄ，Ｊ＝８．１Ｈｚ，２Ｈ），２．２０（ｔ，Ｊ＝７．１Ｈｚ，２Ｈ），１．８６（ｄｔ，Ｊ＝６．１，０．９Ｈｚ，６Ｈ），１．６３（ｐ，Ｊ＝７．１Ｈｚ，２Ｈ），１．４０（ｐｄ，Ｊ＝７．０，０．８Ｈｚ，２Ｈ），１．３５－１．１７（ｍ，３６Ｈ），０．３６（ｔ，Ｊ＝７．０Ｈｚ，２Ｈ），０．１０（ｓ，２７Ｈ）．

[0287] [化63]

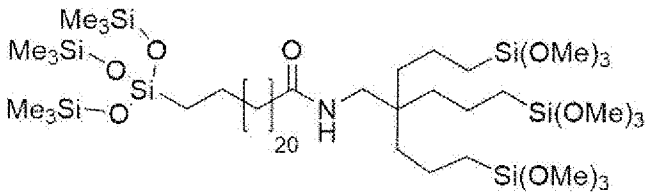


(3A)

[0288] 化合物３Ａ（２．２ｇ）に１，３－ビストリフルオロメチルベンゼン（１０ｇ）を加え、攪拌した。その後、白金／１，３－ジビニル－１，１，３，３－テトラメチルジシロキサン錯体のトルエン溶液（白金含有量３％、０．１ｇ）、アニリン（０．１ｇ）、トリメトキシシラン（１．５ｇ）を加え、４０℃で撹拌した。溶媒を減圧留去することで、化合物３Ｂを２．７ｇ得た。化合物３Ｂの構造は、以下のＮＭＲデータより確認した。

[0289] ^{1}Ｈ－ＮＭＲ（５００ ＭＨｚ，ＣＤＣｌ$_3$）δ ６．８１ （ｔ，Ｊ ＝ ７．２ Ｈｚ， １Ｈ），３．５８ （ｓ，２７Ｈ），３．２９ （ｄ，Ｊ ＝ ７．１ Ｈｚ，２Ｈ），２．２０ （ｔ，Ｊ ＝ ７．１ Ｈｚ，２Ｈ），１．６３ （ｐ，Ｊ ＝ ７．１ Ｈｚ，２Ｈ），１．４１ （ｐｄｄ，Ｊ ＝ ７．０，４．７，０．８ Ｈｚ，８Ｈ），１．３４－１．１７ （ｍ，３５Ｈ），０．６９ （ｔ，Ｊ ＝ ７．０ Ｈｚ，６Ｈ），０．３６ （ｔ，Ｊ ＝ ７．０ Ｈｚ，２Ｈ），０．１０ （ｓ，２７Ｈ）．

[0290] [化64]



(3B)

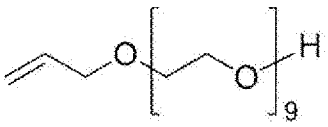
[0291] ［化合物４Ｆの合成］

平均分子量４００のポリエチレングリコール（８．０ｇ）をテトラヒドロフランに溶解させ（以下、「ＴＨＦ」とも記す。２０ｍＬ）、炭酸セシウム（８．０ｇ）、アリルブロミド（２．４ｇ）を加え、５０℃で２４時間攪拌した。その後、溶媒を留去し、シリカゲルを用いたフラッシュカラムクロマ

トグラフィ（展開溶媒：メタノール／ジクロロメタン）を行うことで、化合物４Ａを３．１ｇ得た。化合物４Ａの構造は、以下のＮＭＲデータより確認した。

[0292] ^{1}Ｈ－ＮＭＲ（５００ ＭＨｚ，ＣＤＣｌ$_3$）δ ５．８５（ｔｔ，Ｊ ＝ １３．７，６．２ Ｈｚ，１Ｈ），５．２２（ｄｔ，Ｊ ＝ １３．５，１．１ Ｈｚ，２Ｈ），４．０２－３．８０（ｍ，４Ｈ），３．８０－３．４６（ｍ，３４Ｈ）．

[0293] [化65]

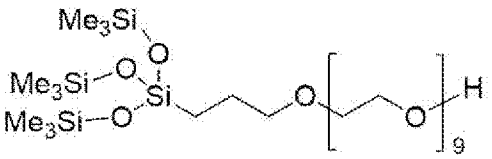


(4A)

[0294] 化合物４Ａ（３．０ｇ）、トリス（トリメチルシリルオキシ）シラン（２．２ｇ）、１，３－ビストリフルオロメチルベンゼン（１０ｇ）を加え、攪拌した。その後、白金／１，３－ジビニル－１，１，３，３－テトラメチルジシロキサン錯体のトルエン溶液（白金含有量３％，０．１ｇ）、アニリン（０．１ｇ）を加え、８５℃で２４時間撹拌した。２５℃まで冷却した後、溶媒を留去し、シリカゲルを用いたフラッシュカラムクロマトグラフィ（展開溶媒：酢酸エチル／ヘキサン）を行うことで、化合物４Ｂを４．１ｇ得た。化合物４Ｂの構造は、以下のＮＭＲデータより確認した。

[0295] ^{1}Ｈ－ＮＭＲ（５００ ＭＨｚ，ＣＤＣｌ$_3$）δ ３．７９－３．５３（ｍ，３６Ｈ），３．４２（ｔ，Ｊ ＝ ７．１ Ｈｚ，２Ｈ），１．６８（ｐ，Ｊ ＝ ７．１ Ｈｚ，２Ｈ），０．４３（ｔ，Ｊ ＝ ７．１ Ｈｚ，２Ｈ），０．１０（ｓ，２７Ｈ）．

[0296] [化66]

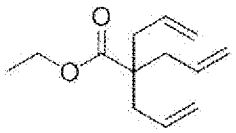


(4B)

[0297] 国際公開第２０２１／０５４４１３号の合成例３～４に記載の方法に従い

、化合物４Ｃを得た。

[0298] [化67]

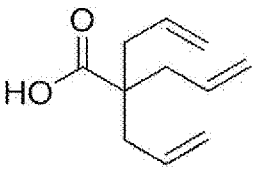


(4C)

[0299] 化合物４Ｃ（１０ｇ）にメタノール（５０ｇ）、水酸化カリウム（５ｇ）を加え、２４時間加熱還流した。２５℃まで冷却した後、塩酸、ジクロロメタンを加えて抽出し、溶媒を留去した後、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：メタノール／ジクロロメタン）を行うことで、化合物４Ｄを８．３ｇ得た。化合物４Ｄの構造は、以下のＮＭＲデータより確認した。

[0300] ^{1}Ｈ－ＮＭＲ（５００ ＭＨｚ，ＣＤＣｌ$_3$）δ ５．７１（ｄｄｔ，Ｊ＝１３．７，１２．６，６．２ Ｈｚ，３Ｈ），５．１６（ｄｔ，Ｊ＝１３．４，１．１ Ｈｚ，６Ｈ），２．２０（ｄｔ，Ｊ＝６．２，０．９ Ｈｚ，６Ｈ）．

[0301] [化68]



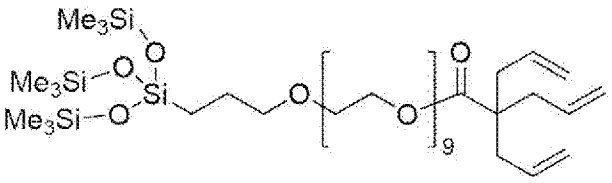
(4D)

[0302] 化合物４Ｂ（４．０ｇ）に化合物４Ｄ（１．５ｇ）、ＴＨＦ（１０ｍＬ）を加え、撹拌した後、Ｎ－メチルモルホリン（１．０ｇ）、４－（４，６－ジメトキシ－１，３，５－トリアジン－２－イル）－４－メチルモルホリニウムクロリド（３．０ｇ）を加えた。５０℃に昇温し、５０℃で２４時間攪拌した。２５℃まで冷却した後、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：酢酸エチル／ヘキサン）を行うことで、化合物４Ｅを３．５ｇ得た。化合物４Ｅの構造は、以下のＮＭＲデータより確認した。

[0303] ^{1}Ｈ－ＮＭＲ（５００ ＭＨｚ，ＣＤＣｌ$_3$）δ ５．７１（ｄｄｔ，Ｊ＝１３．６，１２．６，６．２ Ｈｚ，３Ｈ），５．１６

（ｄｔ，Ｊ＝１３．４，１．１Ｈｚ，６Ｈ），４．３６（ｔ，Ｊ＝７．０Ｈｚ，２Ｈ），３．８４－３．５９（ｍ，３４Ｈ），３．４２（ｔ，Ｊ＝７．１Ｈｚ，２Ｈ），２．２２（ｄｔ，Ｊ＝６．２，１．０Ｈｚ，６Ｈ），１．６８（ｐ，Ｊ＝７．１Ｈｚ，２Ｈ），０．４３（ｔ，Ｊ＝７．１Ｈｚ，２Ｈ），０．１０（ｓ，２７Ｈ）．

[0304] [化69]

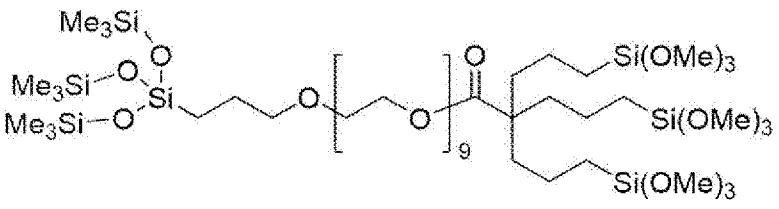


(4E)

[0305] 化合物４Ｅ（３．０ｇ）に１，３－ビストリフルオロメチルベンゼン（１０ｇ）を加え、攪拌した。その後、白金／１，３－ジビニル－１，１，３，３－テトラメチルジシロキサン錯体のトルエン溶液（白金含有量３％、０．１ｇ）、アニリン（０．１ｇ）、トリメトキシシラン（１．５ｇ）を加え、４０℃で撹拌した後、溶媒を減圧留去することで、化合物４Ｆを３．３ｇ得た。化合物４Ｆの構造は、以下のＮＭＲデータより確認した。

[0306] ^{1}Ｈ－ＮＭＲ（５００ＭＨｚ，ＣＤＣｌ$_{3}$）δ４．３６（ｔ，Ｊ＝７．０Ｈｚ，２Ｈ），３．８５－３．５３（ｍ，６１Ｈ），３．４２（ｔ，Ｊ＝７．１Ｈｚ，２Ｈ），１．７４－１．５９（ｍ，８Ｈ），１．５９－１．４３（ｍ，６Ｈ），０．７２（ｔ，Ｊ＝７．０Ｈｚ，６Ｈ），０．４３（ｔ，Ｊ＝７．１Ｈｚ，２Ｈ），０．１０（ｓ，２７Ｈ）．

[0307] [化70]

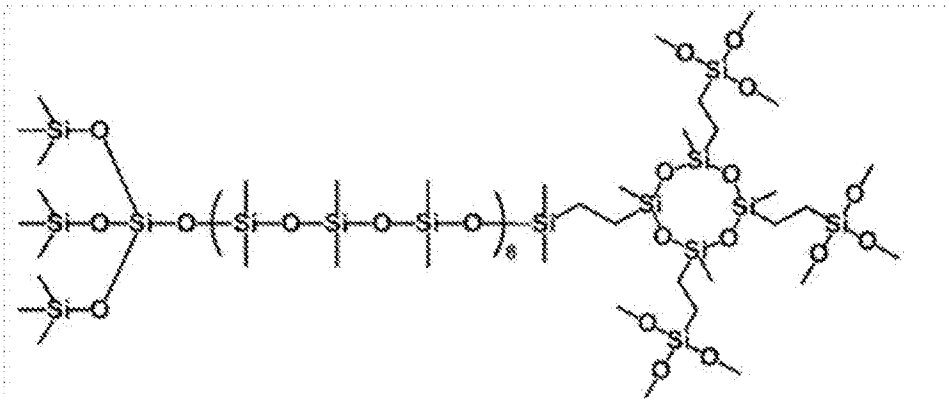


(4F)

[0308] ［化合物５Ａの合成］

特開２０１７－１１９８４９号公報の実施例１に記載の方法に従い、化合物５Ａを得た。

[0309] [化71]



(5A)

[0310] ［化合物６Ａの準備］

化合物６Ａとして、オクタデシルトリメトキシシラン（東京化成工業社製）を、準備した。

[0311] 次に、上記化合物１Ｃ、２Ｃ、３Ｂ、４Ｆ、５Ａ、６Ａを用いて、基材に対して表面処理を行った。表面処理方法として、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。

[0312] ＜ドライコーティング法＞

ドライコーティングは、真空蒸着装置（製品名「ＶＴＲ－３５０Ｍ」、ＵＬＶＡＣ社製）を用いて行った。各化合物の２０質量％酢酸エチル溶液（０．５ｇ）を、真空蒸着装置内のモリブデン製ボートに充填し、真空蒸着装置内の圧力が１×１０$^{-3}$Ｐａ以下になるよう排気した。ボートを昇温速度１０℃／分以下の速度で加熱し、水晶発振式膜厚計による蒸着速度が１ｎｍ／秒を超えた時点でシャッターを開けて基材の表面への成膜を開始させた。膜厚が約５０ｎｍとなった時点でシャッターを閉じて基材の表面への成膜を終了させた。化合物が堆積された基材を、２００℃で３０分間加熱処理し、基材の表面に表面処理層を有する物品を得た。

[0313] ドライコーティング法によって得られた物品について、撥水性及び耐摩耗性の評価を行った。評価方法は、以下のとおりである。

[0314] ＜撥水性＞

物品の表面処理層上に、約２μＬ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箇所で測定を行い、平均値を算出した。なお、水接触角の算出には２θ法を用いた。評価基準は以下のとおりである。Ａは、実用上問題ないレベルである。

Ａ：水接触角が１０８°以上である。

Ｂ：水接触角が１０８°未満である。

[0315] ＜耐摩耗性＞

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（ケイエヌテー社製）を用い、スチールウールボンスター（＃０００）を圧力９８．０７ｋＰａ、速度３２０ｃｍ／分で１万回往復させた後に、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。摩擦試験による水接触角の低下度に基づいて、耐摩耗性の評価を行った。水接触角の低下度が小さいほど、耐摩耗性に優れるといえる。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。

水接触角の低下度＝（初期の水接触角）－（摩擦試験後の水接触角）

Ａ：水接触角の低下度が５°以下であった。

Ｂ：水接触角の低下度が５°超１０°以下であった。

Ｃ：水接触角の低下度が１０°超であった。

[0316] 評価結果を表１に示す。表１中、化合物が、基１、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、又は基２を含む場合には「Ｙ」、含まない場合には「Ｎ」と記載した。

[0317] 例１～４は、実施例であり、例５及び例６は、比較例である。

[0318]

[表1]

	化合物				評価	
	種類	基1	部分構造	基2	撥水性	耐摩耗性
例1	化合物1C	Y	Y	Y	A	B
例2	化合物2C	Y	Y	Y	A	A
例3	化合物3B	Y	Y	Y	A	A
例4	化合物4F	Y	Y	Y	A	A
例5	化合物5A	Y	N	Y	A	C
例6	化合物6A	N	Y	Y	B	B

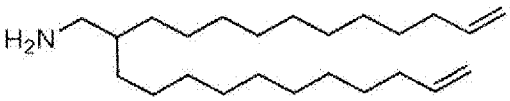
[0319] 表１に示すように、例１～４の化合物は、基１と、炭素数３以上のアルキレン鎖又はポリアルキレンオキシド鎖である部分構造と、基２と、を含むため、撥水性及び耐摩耗性に優れる表面処理層を形成できることが分かった。

一方、例５の化合物は、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を含まず、耐摩耗性に劣ることが分かった。例６の化合物は、基１を含まず、撥水性に劣ることが分かった。

[0320] ［化合物１１Ｆの合成］

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

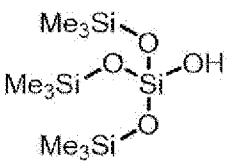
[0321] [化72]



(11A)

[0322] 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。

[0323] [化73]



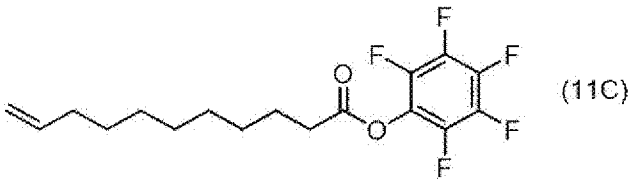
(11B)

[0324] 窒素雰囲気下、１００ｍＬフラスコに２，３，４，５，６－ペンタフルオ

ロフェノール（６．８ｇ）、ＴＨＦ（４２ｍＬ）、トリエチルアミン（５．１ｇ）を加え、２５℃で攪拌した。反応混合物に１０－ウンデセノイルクロリド（５．０ｇ）を滴下し、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７．９ｇ得た。化合物１１Ｃの構造は、以下のＮＭＲデータより確認した。

[0325] ^{1}Ｈ－ＮＭＲ（４００ ＭＨｚ，ＣＤＣｌ$_3$） δ５．７４（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）．

[0326] [化74]



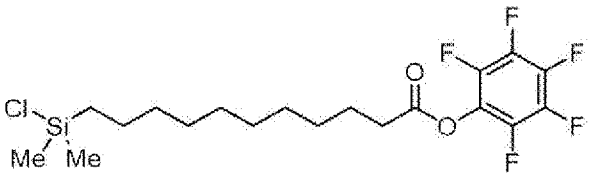
(11C)

[0327] 窒素雰囲気下、２００ｍＬフラスコに化合物１１Ｃ（５．６ｇ）、ＴＨＦ（５．０ｍＬ）、クロロジメチルシラン（２．３ｇ）の混合物に、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キシレン溶液（白金含有量：３質量％、０．１０ｍＬ）を加え、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７．２ｇ得た。化合物１１Ｄの構造は、以下のＮＭＲデータより確認した。

[0328] ^{1}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）．

[0329]

[化75]

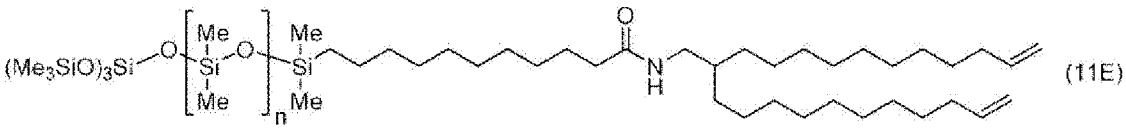


(11D)

[0330] 窒素雰囲気下、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（２．５ｇ）、ＴＨＦ（２０ｍＬ）を加え、攪拌した。０℃に冷却し、ｎ－ＢｕＬｉのヘキサン溶液（１．６Ｍ、５．０ｍＬ）を滴下した。ヘキサメチルシクロトリシロキサンのＴＨＦ溶液（１．０Ｍ、８．８ｍＬ）を滴下し、さらにヘキサメチルシクロトリシロキサンのＴＨＦ溶液（１．０Ｍ、２４ｍＬ）を滴下し、２時間攪拌した。その後、化合物１１Ｄ（３．６ｇ）を加え、１時間攪拌した後、化合物１１Ａ（３．２ｇ）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０．１９ｇ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の平均値は８であった。

[0331] ^{1}Ｈ－ＮＭＲ（４００ ＭＨｚ，ＣＤＣｌ$_3$）δ ５．７１（ｄｄｔ，Ｊ＝１６．９，１０．２，６．７ Ｈｚ，２Ｈ），５．２４（ｔ，Ｊ＝５．７ Ｈｚ，１Ｈ），４．９５－４．７８（ｍ，４Ｈ），３．０８（ｔ，Ｊ＝５．９ Ｈｚ，２Ｈ），２．０６（ｔ，Ｊ＝７．６ Ｈｚ，２Ｈ），１．９４（ｑ，Ｊ＝６．９ Ｈｚ，４Ｈ），１．４６－０．９８（ｍ，４９Ｈ），０．４２（ｔ，Ｊ＝７．６ Ｈｚ，２Ｈ），－０．０６（ｓ，７９Ｈ）

[0332] [化76]



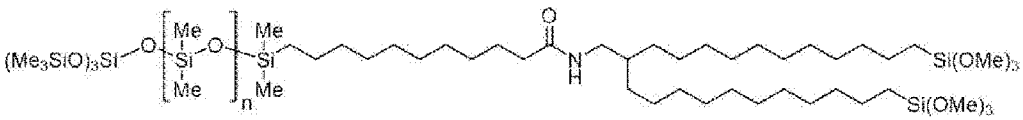
(11E)

[0333] 化合物１１Ｅ（０．１９ｇ）を用いて、後述する化合物１３Ｂの合成と同

様の方法で、化合物１１Ｆを０．２１ｇ得た。化合物１Ｆの構造は、以下のＮＭＲデータより確認した。化合物１１Ｆ中、ｎの平均値は８であった。

[0334] ^{1}Ｈ－ＮＭＲ（４００ ＭＨｚ，ＣＤＣｌ$_3$） δ ５．２６ － ５．１７（ｍ，１Ｈ），３．４７（ｓ，１８Ｈ），３．０８（ｔ，Ｊ＝６．０ Ｈｚ，２Ｈ），２．１２ － １．９８（ｍ，２Ｈ），１．４６ － ０．９８（ｍ，５７Ｈ），０．６３ － ０．４６（ｍ，４Ｈ），０．４５（ｔ，Ｊ ＝ ７．６ Ｈｚ，２Ｈ），－０．０６（ｓ，８１Ｈ）．

[0335] [化77]



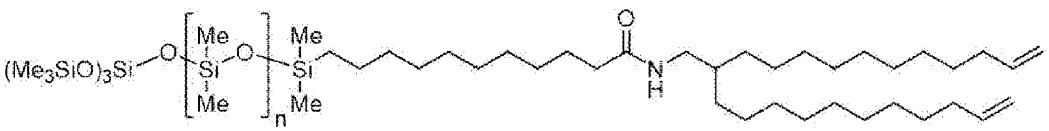
(11F)

[0336] ［化合物１２Ｂの合成］

化合物１１Ｅの合成と同様にして、反応を行い、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１２Ａを０．８６ｇ得た。化合物１２Ａの構造は、以下のＮＭＲデータより確認した。化合物１２Ａ中、ｎの平均値は１４であった。

[0337] ^{1}Ｈ－ＮＭＲ（４００ ＭＨｚ，ＣＤＣｌ$_3$） δ ５．７４ （ｄｄｔ，Ｊ ＝ １６．９，１０．１，６．７ Ｈｚ，２Ｈ），５．２５（ｑ，Ｊ ＝ ５．５ Ｈｚ，１Ｈ），５．１３ － ４．７５（ｍ，４Ｈ），３．１１（ｔ，Ｊ ＝ ５．９ Ｈｚ，２Ｈ），２．０９（ｔ，Ｊ ＝ ７．６ Ｈｚ，２Ｈ），１．９６（ｑ，Ｊ ＝ ７．０ Ｈｚ，４Ｈ），１．４６ － ０．９８（ｍ，４９Ｈ），０．４５（ｔ，Ｊ ＝ ７．６ Ｈｚ，２Ｈ），０．０５（ｓ，１１７Ｈ）．

[0338] [化78]

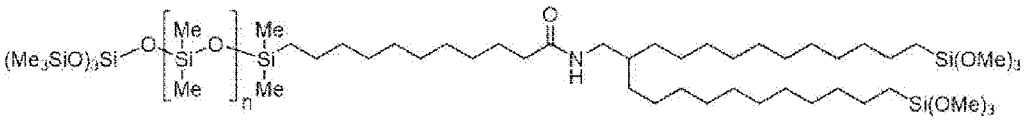


(12A)

[0339] 化合物１２Ａ（０．８６ｇ）を用いて、後述する化合物１３Ｂと同様の方法で、化合物１２Ｂを０．８８ｇ得た。化合物１２Ｂの構造は、以下のＮＭＲデータより確認した。化合物１２Ｂ中、ｎの平均値１４であった。

[0340] ^{1}Ｈ－ＮＭＲ（４００ ＭＨｚ，ＣＤＣｌ$_3$） δ ５．２５（ｔ，Ｊ＝８．２ Ｈｚ，１Ｈ），３．１１（ｔ，Ｊ＝６．０ Ｈｚ，２Ｈ），２．０９（ｔ，Ｊ＝７．６ Ｈｚ，２Ｈ），１．４６－０．９９（ｍ，５７Ｈ），０．６４－０．５３（ｍ，４Ｈ），０．４５（ｔ，Ｊ＝７．６ Ｈｚ，２Ｈ），０．０５（ｓ，１１７Ｈ）．

[0341] [化79]



(12B)

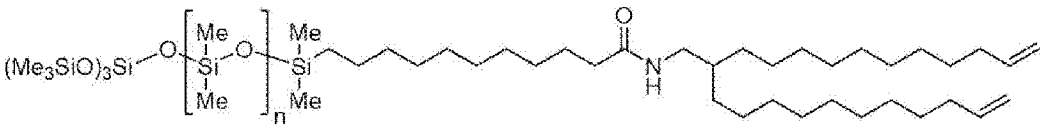
[0342] ［化合物１３Ｂの合成］

窒素雰囲気下、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（１．３ｇ）、ＴＨＦ（２０ｍＬ）を加え、攪拌した。０℃に冷却し、ｎ－ＢｕＬｉのヘキサン溶液（１．６Ｍ、２．４ｍＬ）を滴下した。ヘキサメチルシクロトリシロキサンのＴＨＦ溶液（１．１Ｍ、４．０ｍＬ）を滴下し、さらにヘキサメチルシクロトリシロキサンのＴＨＦ溶液（１．１Ｍ、２２ｍＬ）を滴下し、７時間攪拌した。その後、化合物１１Ｄ（３．６ｇ）を加え、１時間攪拌した後、化合物１１Ａ（３．２ｇ）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のち、シリカゲルを用いたフラッシュカラムクロマトグラフィ（展開溶媒：ヘキサン／酢酸エチル）を行うことで、化合物１３Ａを０．９８ｇ得た。化合物１３Ａの構造は、以下のＮＭＲデータより確認した。化合物１３Ａ中、ｎの平均値は２１であった。

[0343] ^{1}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＝６．０Ｈｚ，２Ｈ），２．３１－２．１１（ｍ，２Ｈ），２．０８－１．９２（ｍ，４Ｈ），１．６３（ｔ，Ｊ＝７．３Ｈｚ，２Ｈ），１．２８（ｄ，Ｊ＝９．６Ｈｚ，４７Ｈ），０．５３（ｔ，Ｊ＝７．７Ｈｚ，２Ｈ），０．０９（ｓ，１５９Ｈ）．

[0344] [化80]

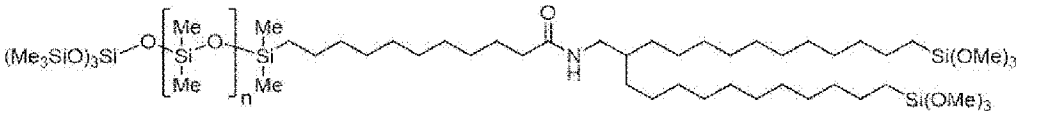


(13A)

[0345] ジクロロメタン（１０ｇ）に溶解した化合物１３Ａ（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１３Ｂを０．６９ｇ得た。化合物１３Ｂの構造は、以下のＮＭＲデータより確認した。化合物１３Ｂ中、ｎの平均値は２１であった。

[0346] ^{1}Ｈ－ＮＭＲ（４００ＭＨｚ，ＣＤＣｌ$_3$）δ５．３１（ｄ，Ｊ＝４．８Ｈｚ，１Ｈ），３．５７（ｓ，１８Ｈ），３．１８（ｔ，Ｊ＝６．０Ｈｚ，２Ｈ），２．３１－２．１１（ｍ，２Ｈ），１．６４－１．２５（ｍ，５７Ｈ），０．６４（ｍ，４Ｈ），０．５２（ｔ，Ｊ＝７．７Ｈｚ，２Ｈ），０．０９（ｓ，１５９Ｈ）．

[0347] [化81]



(13B)

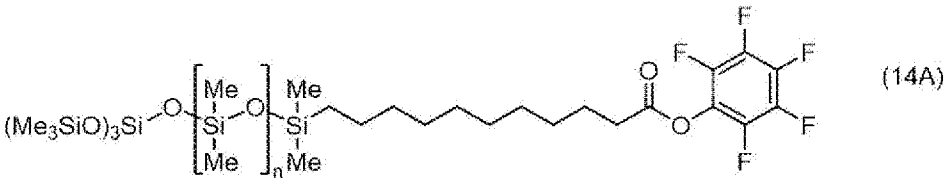
[0348] ［化合物１４Ｃの合成］

窒素雰囲気下、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（１．３ｇ）、ＴＨＦ（２０ｍＬ）を加え、攪拌した。０℃に冷却し、ｎ－ＢｕＬｉのヘキサン溶液（１．６Ｍ、２．４ｍＬ）を滴下した。ヘキサメ

チルシクロトリシロキサンのＴＨＦ溶液（１．０Ｍ、４．４ｍＬ）を滴下し、さらにヘキサメチルシクロトリシロキサンのＴＨＦ溶液（１．０Ｍ、２２ｍＬ）を滴下し、６時間攪拌した。その後、化合物１１Ｄ（３．６ｇ）を加え、２４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のち、シリカゲルを用いたフラッシュカラムクロマトグラフィ（展開溶媒：ヘキサン／酢酸エチル）を行うことで、化合物１４Ａを５．５ｇ得た。化合物１４Ａの構造は、以下のＮＭＲデータより確認した。化合物１４Ａ中、ｎの平均値は２３であった。

[0349] ^{1}Ｈ－ＮＭＲ（４００ ＭＨｚ，ＣＤＣｌ$_3$） δ ２．５８（ｔ，Ｊ＝７．４ Ｈｚ，２Ｈ），１．７０（ｐ，Ｊ＝７．４ Ｈｚ，２Ｈ），１．４１－１．０７（ｍ，１４Ｈ），０．４５（ｔ，Ｊ＝７．４ Ｈｚ，２Ｈ），０．１０（ｓ，１７１Ｈ）．

[0350] [化82]



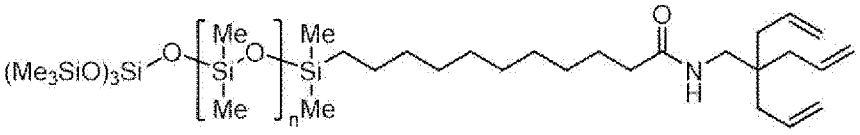
(14A)

[0351] ２００ｍＬフラスコに化合物１４Ａ（１．０ｇ）、１，３－ビス（トリフルオロメチル）ベンゼン（１．５ｇ）の混合物に、２，２－ジアリルペンタ－４－エン－１－アミン（０．２５ｇ）を加え、３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のち、シリカゲルを用いたフラッシュカラムクロマトグラフィ（展開溶媒：ヘキサン／酢酸エチル）を行うことで、化合物１４Ｂを０．３５ｇ得た。化合物１４Ｂの構造は、以下のＮＭＲデータより確認した。化合物１４Ｂ中、ｎの平均値は２３であった。

[0352] ^{1}Ｈ－ＮＭＲ（４００ ＭＨｚ，ＣＤＣｌ$_3$） δ ５．８０（ｄｄｔ，Ｊ＝１７．７，１０．６，７．４ Ｈｚ，３Ｈ），５．１５－４．９０（ｍ，６Ｈ），３．１２（ｄ，Ｊ＝６．３ Ｈｚ，

２Ｈ），２．０９（ｔ，Ｊ＝７．５Ｈｚ，２Ｈ），１．９６（ｄｄ，Ｊ＝７．６，１．３Ｈｚ，６Ｈ），１．３４－１．０７（ｍ，１６Ｈ），０．４５（ｔ，Ｊ＝７．６Ｈｚ，２Ｈ），０．０６－－０．１０（ｍ，１７１Ｈ）．

[0353] [化83]

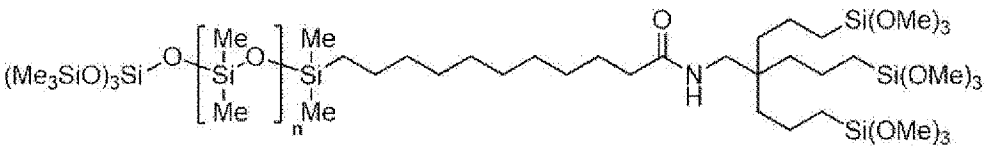


(14B)

[0354] 化合物１４Ｂ（０．３３ｇ）から、化合物１３Ｂの合成と同様の方法で、化合物１４Ｃを０．３８ｇ得た。化合物１４Ｃの構造は、以下のＮＭＲデータより確認した。化合物１４Ｃ中、ｎの平均値は２３であった。

[0355] ^{1}Ｈ－ＮＭＲ（４００ＭＨｚ，ＣＤＣｌ$_{3}$）δ５．６６（ｄ，Ｊ＝６．４Ｈｚ，１Ｈ），３．４６（ｄ，Ｊ＝２９．０Ｈｚ，２Ｈ），２．１２（ｔ，Ｊ＝７．５Ｈｚ，２Ｈ），１．６１－１．４２（ｍ，２Ｈ），１．３２－１．０２（ｍ，２６Ｈ），０．５３（ｔ，Ｊ＝７．７Ｈｚ，６Ｈ），０．４５（ｔ，Ｊ＝７．０Ｈｚ，２Ｈ），０．２２－－０．２４（ｍ，１７１Ｈ）．

[0356] [化84]



(14C)

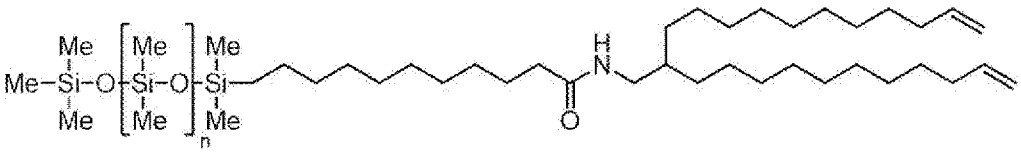
[0357] ［化合物１５Ｂの合成］

窒素雰囲気下、三ツ口フラスコにトリメチルシラノール（０．１５ｇ）、テトラヒドロフラン（１０ｍＬ）を加え、撹拌した。０℃に冷却し、ｎ－ＢｕＬｉのヘキサン溶液（１．６Ｍ、０．９５ｍＬ）を滴下した。ヘキサメチルシクロトリシロキサンのＴＨＦ溶液（１．０Ｍ、１１ｍＬ）を滴下し、１８時間撹拌した。その後、化合物１１Ｄ（１．５ｇ）を加え、６時間撹拌した後、化合物１１Ａ（２．７ｇ）を加え、２４時間撹拌した。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１５Ａを１．４ｇ得た。化合物１５Ａの構造は、以下のＮＭＲデータより確認した。化合物１５Ａ中、ｎの平均値は２２であった。

[0358] ^{1}Ｈ－ＮＭＲ（４００ ＭＨｚ，ＣＤＣｌ$_3$）δ ５．７４（ｄｄｔ，Ｊ ＝ １６．９，１０．２，６．７ Ｈｚ，２Ｈ），５．２８（ｓ，１Ｈ），５．０１ － ４．７１（ｍ，４Ｈ），３．１１（ｔ，Ｊ ＝ ５．８ Ｈｚ，２Ｈ），２．１０（ｔ，Ｊ ＝ ７．６ Ｈｚ，２Ｈ），１．９７（ｑ，Ｊ ＝ ６．９ Ｈｚ，４Ｈ），１．６９ － ０．９７（ｍ，４８Ｈ），０．４５（ｔ，Ｊ ＝ ７．６ Ｈｚ，２Ｈ），０．０７（ｓ，１４７Ｈ）．

[0359] [化85]



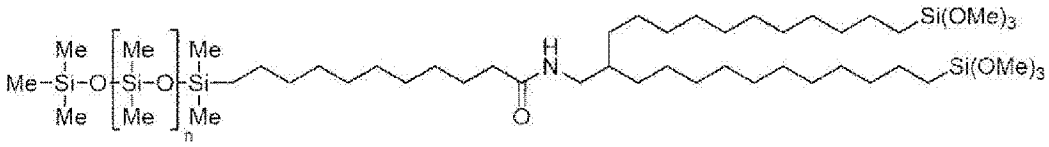
(15A)

[0360] ジクロロメタン（０．６３ｇ）に溶解した化合物１５Ａ（０．５１ｇ）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％、６．８ｍｇ）、アニリン（１．０ｍｇ）、トリメトキシシラン（０．０９１ｇ）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１５Ｂを０．５６ｇ得た。化合物１５Ｂの構造は、以下のＮＭＲデータより確認した。化合物１５Ｂ中、ｎの平均値は２２であった。

[0361] ^{1}Ｈ－ＮＭＲ（４００ ＭＨｚ，ＣＤＣｌ$_3$）δ ５．３１（ｍ，１Ｈ），３．５７（ｓ，１８Ｈ），３．１８（ｔ，Ｊ ＝ ６．０ Ｈｚ，２Ｈ），２．１６（ｔ，Ｊ ＝ ７．５ Ｈｚ，２Ｈ），１．６４ － １．２５（ｍ，５７Ｈ），０．６４（ｍ，４Ｈ），０．５２（ｔ，Ｊ ＝ ７．７ Ｈｚ，２Ｈ），０．０７（ｍ，１４

７Ｈ）．

[0362] [化86]



(15B)

[0363] 次に、上記化合物１１Ｆ、１２Ｂ、１３Ｂ、１４Ｃ、１５Ｂ、及び、化合物５Ａ、６Ａを用いて、基材に対して表面処理を行った。表面処理方法として、ウェットコーティング法を用いた。

[0364] ＜ウェットコーティング法＞

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３０ｇ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℃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た。これにより、基材上に、厚さ約２０ｎｍの酸化ケイ素層が形成された。

[0365] 酸化ケイ素層が形成された基材を酸化ケイ素層が表面になるように、スプレーコーター（株式会社アピロス製ＡＰＩ－９０ＲＳ）のサンプルステージ上に設置した。次に、各化合物の０．２質量％ヘプタン溶液１３ｇをスプレーコーター内のシリンジに投入し、霧化圧１３０ｋＰａ、ノズル－サンプル表面間の距離５０ｍｍ、走査速度３００ｍｍ／秒でスプレー塗布した。その後、塗布された基材を１４０℃で３０分間加熱処理した。これにより、酸化ケイ素層の表面に表面処理層を有する物品を得た。

[0366] ウェット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、及び耐指紋性の評価を行った。撥水性及び耐摩耗性の評価方法は、上記のとおりである。耐指紋性の評価方法は、以下のとおりである。

[0367] ＜耐指紋性＞

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、人口指紋液（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。

[0368] 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。評価基準は以下のとおりである。

Ａ：ヘイズ値が０．１％未満である。

Ｂ：ヘイズ値が０．１％以上１％未満である。

Ｃ：ヘイズ値が１％以上である。

[0369] 評価結果を表２に示す。表２中、化合物が、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、又は基２を含む場合には「Ｙ」、含まない場合には「Ｎ」と記載した。基１に関しては具体的な構造を記載した。また、ｎは、オルガノポリシロキサン残基の繰り返し数ｎを意味する。

[0370] 例１１～１５は、実施例であり、例１６及び１７は比較例である。

[0371] [表2]

	化合物					評価		
	種類	n	基1	部分構造	基2	撥水性	耐摩耗性	耐指紋性
例11	化合物11F	8	$-Si(OSiMe_3)_3$	Y	Y	A	A	B
例12	化合物12B	14	$-Si(OSiMe_3)_3$	Y	Y	A	A	A
例13	化合物13B	21	$-Si(OSiMe_3)_3$	Y	Y	A	A	A
例14	化合物14C	23	$-Si(OSiMe_3)_3$	Y	Y	A	A	A
例15	化合物15B	22	$-SiMe_3$	Y	Y	A	A	A
例16	化合物5A		$-Si(OSiMe_3)_3$	N	Y	B	C	C
例17	化合物6A		N	Y	Y	B	B	C

[0372] 表２に示すように、例１１～１５の化合物は、基１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、基２と、を含むため、撥水性及び耐摩耗性に優れる表面処理層を形成できることが分かった。また、例１１～１５の化合物は、耐指紋性にも優れることが分かった。

産業上の利用可能性

[0373] 本開示の化合物は、表面処理剤として有用である。表面処理剤は、例えば、タッチパネルディスプレイ等の表示装置、光学素子、半導体素子、建築材料、自動車部品、ナノインプリント技術等における基材に対して用いることができる。また、表面処理剤は、電車、自動車、船舶、航空機等の輸送機器におけるボディー、窓ガラス（フロントガラス、サイドガラス、リアガラス）、ミラー、バンパー等に対して用いることができる。さらに、表面処理剤は、建築物外壁、テント、太陽光発電モジュール、遮音板、コンクリート等の屋外物品；漁網、虫取り網、水槽に対して用いることができる。また、表面処理剤は、台所、風呂場、洗面台、鏡、トイレ周辺部品；シャンデリア、タイル等の陶磁器；人工大理石、エアコン等の各種屋内設備に対して用いることができる。また、表面処理剤は、工場内の治具、内壁、配管等の防汚処理としても用いることができる。また、表面処理剤は、ゴーグル、眼鏡、ヘルメット、パチンコ、繊維、傘、遊具、サッカーボールに対して用いることができる。また、表面処理剤は、食品用包材、化粧品用包材、ポットの内部等の各種包材の付着防止剤としても用いることができる。また、表面処理剤は、カーナビゲーション、携帯電話、スマートフォン、デジタルカメラ、デジタルビデオカメラ、ＰＤＡ、ポータブルオーディオプレーヤー、カーオーディオ、ゲーム機器、眼鏡レンズ、カメラレンズ、レンズフィルター、サングラス、胃カメラ等の医療用器機、複写機、ＰＣ、ディスプレイ（例えば、液晶ディスプレイ、有機ＥＬディスプレイ、プラズマディスプレイ、タッチパネルディスプレイ）、タッチパネル、保護フィルム、及び反射防止フィルム等の光学部材に対して用いることができる。

[0374] なお、２０２２年３月２４日に出願された日本国特許出願２０２２－０４９０６０号の開示は、その全体が参照により本明細書に取り込まれる。また、本明細書に記載された全ての文献、特許出願および技術規格は、個々の文献、特許出願、および技術規格が参照により取り込まれることが具体的かつ個々に記された場合と同程度に、本明細書中に参照により取り込まれる。

請求の範囲

[請求項1] 下記基１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２と、を含む化合物。

基１：－$M^1R^1_3$

基２：－Ｓｉ（R^2）$_n$$L_{3-n}$

M^1は、Ｓｉ、Ｓｎ、又はＧｅであり、

R^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、炭化水素基であり、Ｌはそれぞれ独立に、加水分解性基又は水酸基であり、ｎは０～２の整数である。

[請求項2] 下記式１で表される、請求項１に記載の化合物。

［R^1_3Ｓｉ－（Ｏ）$_r$－Ｚ］$_p$Ａ（Ｓｉ（R^2）$_n$$L_{3-n}$）$_q$ …（１）

式１中、R^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は０又は１であり、Ｚ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ｐ＋ｑ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、ｐ及びｑはそれぞれ独立に、１以上の整数である。

[請求項3] 前記式１中、Ｚは炭素数１０以上のアルキレン鎖である、請求項２に記載の化合物。

[請求項4] 前記式１中、Ｚは、繰り返し数が３以上のポリアルキレンオキシド鎖である、請求項２に記載の化合物。

[請求項5] 前記式１中、R^1はそれぞれ独立に、トリアルキルシリルオキシ基である、請求項２～４のいずれか１項に記載の化合物。

[請求項6] 前記式１中、R^1はそれぞれ独立に、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である、請求項２～５のいずれか１項に

記載の化合物。

[請求項7] 前記式１中、ｐは２～４である、請求項２～６のいずれか１項に記載の化合物。

[請求項8] 前記式１中、ｑは２～４である、請求項２～７のいずれか１項に記載の化合物。

[請求項9] 請求項１～８のいずれか１項に記載の化合物と、液状媒体と、を含む組成物。

[請求項10] 請求項１～８のいずれか１項に記載の化合物を含む、表面処理剤。

[請求項11] 請求項１～８のいずれか１項に記載の化合物と、液状媒体と、を含む、表面処理剤。

[請求項12] 基材に対して、請求項１０又は１１に記載の表面処理剤を用いて表面処理を行い、基材上に表面処理層が形成された物品を製造する、物品の製造方法。

[請求項13] 基材と、前記基材上に配置され、請求項１０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14] 光学部材である、請求項１３に記載の物品。

[請求項15] ディスプレイ又はタッチパネルである、請求項１３に記載の物品。

[請求項16] 下記基１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２と、を含む化合物。

基１：－$M^1R^1_3$

基２：－Ｓｉ（R^2）$_n$$L_{3-n}$

M^1は、Ｓｉ、Ｓｎ、又はＧｅであり、

R^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、炭化水素基であり、Ｌはそれぞれ独立に、加水分解性基又は水酸基であり、ｎは０～２の整数である。

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2023/008162

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

C07F 7/18(2006.01)i; ***C08G 65/336***(2006.01)i; ***C09K 3/18***(2006.01)i
FI: C07F7/18 X CSP; C08G65/336; 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)

C07F7/18; C08G65/336; C09K3/18

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2023
Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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

CAplus/REGISTRY (STN)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2008-15167 A (KAGAWA UNIV) 24 January 2008 (2008-01-24) claims, paragraph [0066], examples	1-3, 9-16
X	JP 2015-515449 A (WACKER CHEMIE AG) 28 May 2015 (2015-05-28) claims, paragraph [0057], examples	1-2, 4, 7, 9-16
X	JP 2019-73495 A (NIKON CORP) 16 May 2019 (2019-05-16) claims, paragraphs [0021]-[0022], examples	1-2, 5-7, 9-16
X	JP 2018-193419 A (SHINETSU CHEMICAL CO) 06 December 2018 (2018-12-06) claims, paragraphs [0020]-[0025], examples	1-2 ,5-6, 9-16
X	PAN, Y. et al. Surface-Triggered Tandem Coupling Reactions of Cyclic Azasilanes. Chemistry - An Asian Journal. 2017, vol. 12, no. 11, pp. 1198-1203, DOI: 10.1002/asia.201700137 abstract, scheme 2	1-2, 5-6, 9-16
X	JP 2015-101716 A (THREE BOND CO LTD) 04 June 2015 (2015-06-04) claims, examples	1-2, 8-16

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

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

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
10 May 2023	**23 May 2023**
Name and mailing address of the ISA/JP **Japan Patent Office (ISA/JP)** **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2023/008162

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2017-119849 A (SUMITOMO CHEMICAL COMPANY, LIMITED) 06 July 2017 (2017-07-06) claims, examples	2, 5-6, 9-15
X	JP 2018-2933 A (SHIN-ETSU CHEMICAL CO., LTD.) 11 January 2018 (2018-01-11) claims, paragraph [0031], examples	2, 5-6, 9-15
P, X	WO 2023/017830 A1 (DAIKIN IND LTD) 16 February 2023 (2023-02-16) claims, examples	1-3, 5-6, 8-16

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2023/008162

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP 2008-15167 A	24 January 2008	(Family: none)	
JP 2015-515449 A	28 May 2015	US 2014/0371416 A1 claims, paragraph [0063], examples WO 2013/127771 A1 EP 2820024 A1 CN 104159905 A KR 10-2014-0122737 A	
JP 2019-73495 A	16 May 2019	US 2020/0233304 A1 claims, paragraph [0041], examples WO 2019/073878 A1 CN 111183143 A KR 10-2020-0062227 A	
JP 2018-193419 A	06 December 2018	(Family: none)	
JP 2015-101716 A	04 June 2015	(Family: none)	
JP 2017-119849 A	06 July 2017	US 2020/0123327 A1 claims, examples WO 2017/115679 A1 EP 3398996 A1 CN 108473772 A KR 10-2018-0099789 A	
JP 2018-2933 A	11 January 2018	WO 2018/008505 A1 CN 108884227 A KR 10-2019-0025813 A	
WO 2023/017830 A1	16 February 2023	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2023/008162

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

C07F 7/18(2006.01)i; C08G 65/336(2006.01)i; C09K 3/18(2006.01)i
FI: C07F7/18 X CSP; C08G65/336; C09K3/18 104

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

C07F7/18; C08G65/336; C09K3/18

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０２３年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２３年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２３年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

CAplus/REGISTRY (STN)

C. 関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー*	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X	JP 2008-15167 A (国立大学法人 香川大学) 24.01.2008 (2008-01-24) 特許請求の範囲，段落[0066]，実施例	1-3,9-16
X	JP 2015-515449 A (ワッカー ケミー アクチエンゲゼルシャフト) 28.05.2015 (2015-05-28) 特許請求の範囲，段落[0057]，実施例	1-2,4,7,9-16
X	JP 2019-73495 A (株式会社ニコン) 16.05.2019 (2019-05-16) 特許請求の範囲，段落[0021]～[0022]，実施例	1-2,5-7,9-16
X	JP 2018-193419 A (信越化学工業株式会社) 06.12.2018 (2018-12-06) 特許請求の範囲，段落[0020]～[0025]，実施例	1-2,5-6,9-16
X	PAN, Y et al., Surface-Triggered Tandem Coupling Reactions of Cyclic Azasilanes, Chemistry - An Asian Journal, 2017, Vol. 12, No. 11, p.1198-1203, DOI: 10.1002/asia.201700137 アブストラクト，スキーム２	1-2,5-6,9-16
X	JP 2015-101716 A (スリーボンドファインケミカル株式会社) 04.06.2015 (2015-06-04) 特許請求の範囲，実施例	1-2,8-16

☑ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☑ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と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	国際調査報告の発送日
10.05.2023	23.05.2023

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
神谷　昌克 4H 8379

電話番号 03-3581-1101 内線 3492

C.　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー*	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X	JP 2017-119849 A (住友化学株式会社) 06.07.2017 (2017-07-06) 特許請求の範囲, 実施例	2,5-6,9-15
X	JP 2018-2933 A (信越化学工業株式会社) 11.01.2018 (2018-01-11) 特許請求の範囲, 段落[0031], 実施例	2,5-6,9-15
P, X	WO 2023/017830 A1 (ダイキン工業株式会社) 16.02.2023 (2023-02-16) 請求の範囲, 実施例	1-3,5-6,8-16

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2023/008162

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP 2008-15167 A	24.01.2008	（ファミリーなし）	
JP 2015-515449 A	28.05.2015	US 2014/0371416 A1 特許請求の範囲，段落[0063]，実施例 WO 2013/127771 A1 EP 2820024 A1 CN 104159905 A KR 10-2014-0122737 A	
JP 2019-73495 A	16.05.2019	US 2020/0233304 A1 特許請求の範囲，段落[0041]，実施例 WO 2019/073878 A1 CN 111183143 A KR 10-2020-0062227 A	
JP 2018-193419 A	06.12.2018	（ファミリーなし）	
JP 2015-101716 A	04.06.2015	（ファミリーなし）	
JP 2017-119849 A	06.07.2017	US 2020/0123327 A1 特許請求の範囲，実施例 WO 2017/115679 A1 EP 3398996 A1 CN 108473772 A KR 10-2018-0099789 A	
JP 2018-2933 A	11.01.2018	WO 2018/008505 A1 CN 108884227 A KR 10-2019-0025813 A	
WO 2023/017830 A1	16.02.2023	（ファミリーなし）	