

(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
2022年1月6日(06.01.2022)



(10) 国際公開番号

WO 2022/004853 A1

(51) 国際特許分類:
B32B 27/00 (2006.01) C09D 171/02 (2006.01)
C08G 65/336 (2006.01) C09K 3/18 (2006.01)
C09D 5/16 (2006.01) C08L 71/02 (2006.01)
C08L 83/04 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2021/024997

(22) 国際出願日: 2021年7月1日(01.07.2021)

(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 2020-115115 2020年7月2日(02.07.2020) JP

(71) 出願人: ダイキン工業株式会社 (DAIKIN INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒5308323 大阪府大阪市北区中崎西2丁目4番12号梅田センタービル Osaka (JP).

(72) 発明者: 丸橋 和希 (MARUHASHI, Kazuki); 〒5308323 大阪府大阪市北区中崎西2丁目4番12号梅田センタービル ダイキン工業株式会社内 Osaka (JP). 本多義昭 (HONDA, Yoshiaki); 〒5308323 大阪府大阪市北区中崎西2丁目4番12号梅田センタービル ダイキン工業株式会社内 Osaka (JP). 三橋尚志 (MITSUHASHI, Hisashi); 〒5308323 大阪府大阪市北区中崎西2丁目4番12号梅田センタービル ダイキン工業株式会社内 Osaka (JP).

(74) 代理人: 山尾 憲人, 外 (YAMAHO, Norihito et al.); 〒5300017 大阪府大阪市北区角田町8番1号梅田阪急ビルオフィスタワー 青山特許事務所 Osaka (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, KE, KG, KH,

KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, 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.

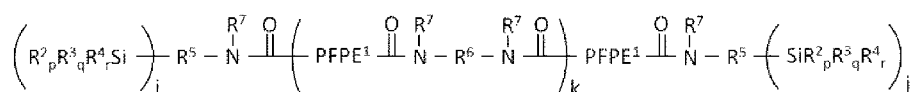
(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM,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

添付公開書類:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(54) Title: CURABLE COMPOSITION

(54) 発明の名称: 硬化性組成物



(57) Abstract: The present invention provides a fluoropolyether group-containing silane compound represented by formula (I) [the respective symbols are as described in the description].

(57) 要約: 本開示は、式(1) [各記号は明細書に記載の通りである] で表されるフルオロポリエーテル基含有シラン化合物を提供する。



WO 2022/004853 A1

明 細 書

発明の名称：硬化性組成物

技術分野

[0001] 本開示は、表面処理剤に関する。

背景技術

[0002] ある種の含フッ素シラン化合物は、基材の表面処理に用いると、優れた撥水性、撥油性、防汚性を提供し得ることが知られている。含フッ素シラン化合物を含む表面処理剤から得られる層（以下、「表面処理層」とも言う）は、いわゆる機能性薄膜として、例えばガラス、プラスチック、繊維、建築資材など種々多様な基材に施されている。

[0003] そのような含フッ素化合物として、パーフルオロポリエーテル基を分子主鎖に有し、Si原子に結合した加水分解可能な基を分子末端又は末端部に有するパーフルオロポリエーテル基含有シラン化合物が知られている（特許文献1及び2）。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2014-218639号公報

特許文献2：特開2017-082194号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] パーフルオロポリエーテル基含有シラン化合物を含む表面処理剤から得られる層は、撥水性、撥油性、防汚性などの機能を薄膜でも発揮し得ることから、光透過性及び透明性が求められるメガネやタッチパネルなどの光学部材に好適に利用されている。とりわけ、これら用途においては、繰り返し摩擦を受けてもかかる機能を維持し得るように摩擦耐久性が求められる。

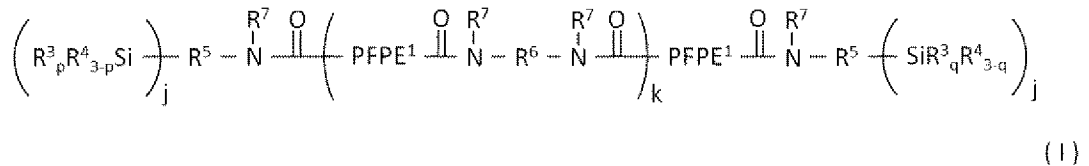
[0006] 本開示は、高い摩擦耐久性を有する層を形成することができるフルオロポリエーテル基含有シラン化合物を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0007] 本開示は、以下の態様を提供する。

[1] 下記式(1)：

[化1]



[式中：

R^3 は、各出現においてそれぞれ独立して、水素原子又は1価の有機基であり、

R^4 は、各出現においてそれぞれ独立して、水酸基又は加水分解可能な基であり、

p は、各出現においてそれぞれ独立して、0～3の整数であり；

ただし、 $(Si R^3_p R^4_{3-p})_j$ において少なくとも1つの $Si R^3_p R^4_{3-p}$ は、 p が0～2の整数であり、

q は、各出現においてそれぞれ独立して、0～3の整数であり；

ただし、 $(Si R^3_q R^4_{3-q})_j$ において少なくとも1つの $Si R^3_q R^4_{3-q}$ は、 q が0～2の整数であり、

R^5 は、各出現においてそれぞれ独立して、 $j+1$ 価の有機基であり、

R^6 は、各出現においてそれぞれ独立して、 $-R^{16}-R^{15}-R^{17}-$ であり、

R^{15} は、各出現においてそれぞれ独立して、シクロアルキレン含有基であり、

R^{16} は、各出現においてそれぞれ独立して、単結合又は二価の有機基であり、

R^{17} は、各出現においてそれぞれ独立して、単結合又は二価の有機基であり、

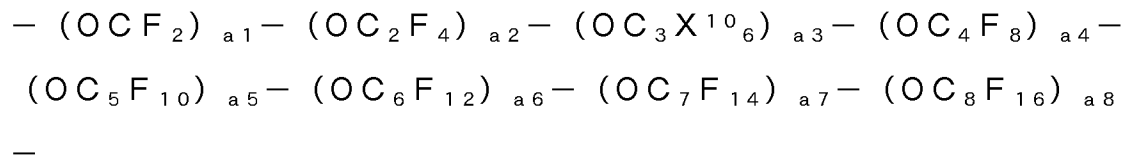
R⁷は、各出現においてそれぞれ独立して、水素原子又はC₁₋₂₀アルキル基であり、

P F P E¹は、各出現においてそれぞれ独立して、-R^F-R^{FE}-であり、

R^Fは、-(C_fF_{2f})-であり、

fは1~10の整数であり、

R^{FE}は、式：



(式中：

a₁、a₂、a₃、a₄、a₅、a₆、a₇及びa₈は、それぞれ独立して0~200の整数であり、a₁、a₂、a₃、a₄、a₅、a₆、a₇及びa₈の和は、少なくとも5であり、

添字a₁、a₂、a₃、a₄、a₅、a₆、a₇又はa₈を付して括弧でくくられた各繰り返し単位の存在順序は、式中において任意であり、

X¹⁰は、各出現においてそれぞれ独立して、水素原子、フッ素原子又は塩素原子であり、ただし、全てのX¹⁰が水素原子又は塩素原子であるとき、a₁、a₂、a₄、a₅、a₆、a₇及びa₈の少なくとも1つは、1以上の整数である。)

で表される2価のフルオロポリエーテル基であり、

jは、各出現において独立して、1~9の整数であり、

kは、1以上の整数である。]

で表されるフルオロポリエーテル基含有シラン化合物。

[2] R¹⁵は、各出現においてそれぞれ独立して、炭素数5~12の単環式、二環式又は三環式シクロアルキレン基を含有する基であり、

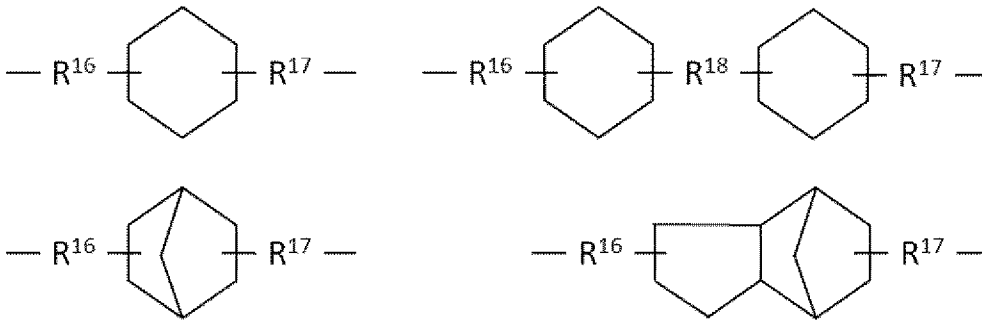
R¹⁶は、各出現においてそれぞれ独立して、単結合又はC₁₋₆アルキレン基であり、

R¹⁷は、各出現においてそれぞれ独立して、単結合又はC₁₋₆アルキレン基

である、上記 [1] に記載のフルオロポリエーテル基含有シラン化合物。

[3] R⁶は、環の水素原子が置換されていてもよい下記の基 :

[化2]



[式中、

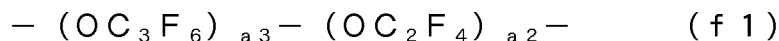
R¹⁶は、各出現においてそれぞれ独立して、単結合又はC₁₋₆アルキレン基であり、

R¹⁷は、各出現においてそれぞれ独立して、単結合又はC₁₋₆アルキレン基であり、

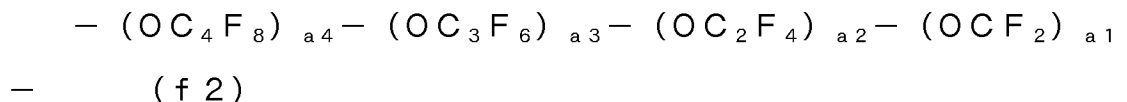
R¹⁸は、各出現においてそれぞれ独立して、C₁₋₆アルキレン基である。] から選択される基である、上記 [1] 又は [2] に記載のフルオロポリエーテル基含有シラン化合物。

[4] X¹⁰は、フッ素原子である、上記 [1] ~ [3] のいずれか 1 項に記載のフルオロポリエーテル基含有シラン化合物。

[5] R^{FE}は、各出現においてそれぞれ独立して、下記式 (f 1) 、 (f 2) 、 (f 3) 、 (f 4) 又は (f 5) :



[式中、a₃は5~200の整数であり、a₂は0又は1である。]



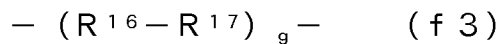
[式中、a₃及びa₄は、それぞれ独立して、0~30の整数であり ;

a₁及びa₂は、それぞれ独立して、1~200の整数であり ;

a₁、a₂、a₃及びa₄の和は、10~200の整数であり ;

添字 a₁、a₂、a₃又は a₄ を付して括弧でくくられた各繰り返し単位

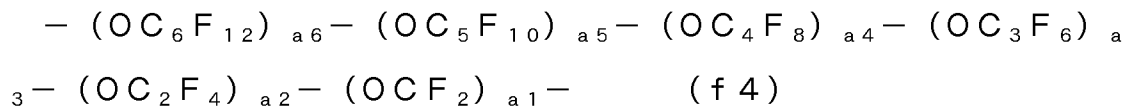
の存在順序は、式中において任意である。]



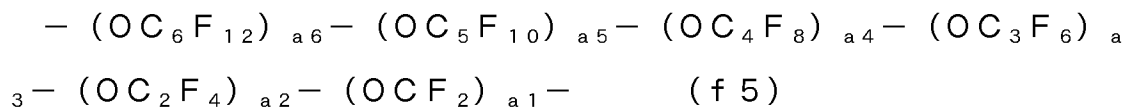
[式中、 R^{16} は、 OCF_2 又は OC_2F_4 であり；

R^{17} は、 OC_2F_4 、 OC_3F_6 、 OC_4F_8 、 OC_5F_{10} 及び OC_6F_{12} から選択される基であるか、あるいは、これらの基から選択される2又は3つの基の組み合わせであり；

g は、2～100の整数である。]



[式中、 a_2 は、1～200の整数であり、 a_1 、 a_3 、 a_4 、 a_5 及び a_6 は、それぞれ独立して0～200の整数であって、 a_1 、 a_2 、 a_3 、 a_4 、 a_5 及び a_6 の和は少なくとも5であり、また、 a_1 、 a_2 、 a_3 、 a_4 、 a_5 又は a_6 を付して括弧でくくられた各繰り返し単位の存在順序は式中において任意である。]



[式中、 a_1 は、1～200の整数であり、 a_2 、 a_3 、 a_4 、 a_5 及び a_6 は、それぞれ独立して0～200の整数であって、 a_1 、 a_2 、 a_3 、 a_4 、 a_5 及び a_6 の和は少なくとも5であり、また、 a_1 、 a_2 、 a_3 、 a_4 、 a_5 又は a_6 を付して括弧でくくられた各繰り返し単位の存在順序は式中において任意である。]

で表される基である、上記 [1] ～ [4] のいずれか1項に記載のフルオロポリエーテル基含有シラン化合物。

[6] R^7 は水素原子である、上記 [1] ～ [5] のいずれか1項に記載のフルオロポリエーテル基含有シラン化合物。

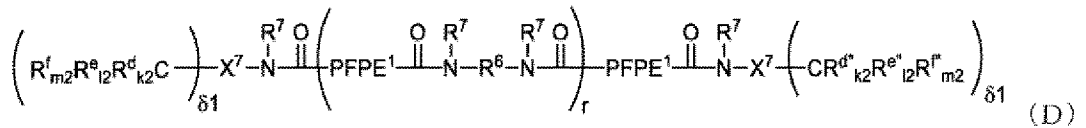
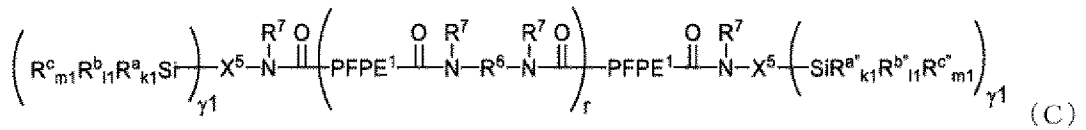
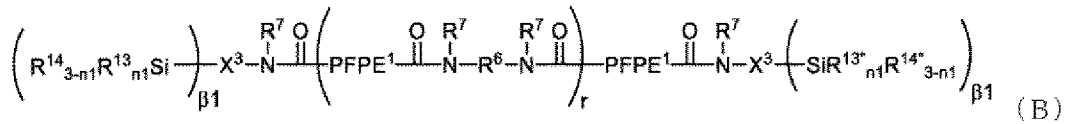
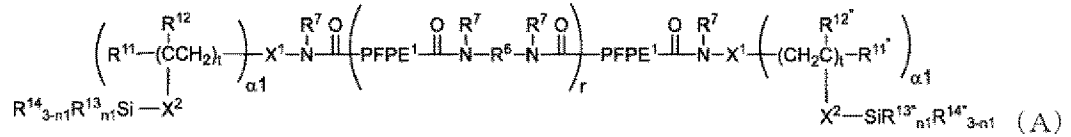
[7] R^5 は二価の有機基であり、 j は1である、上記 [1] ～ [6] のいずれか1項に記載のフルオロポリエーテル基含有シラン化合物。

[8] R^5 は、 C_{1-6} アルキレン基であり、 j は1である、上記 [1] ～ [

7] のいずれか 1 項に記載のフルオロポリエーテル基含有シラン化合物。

[9] 式 (A)、(B)、(C)、又は (D) :

[化3]



[式中 :

R¹¹及びR^{11'}は、各出現において、それぞれ独立して、水素原子又はハロゲン原子であり、

R¹²及びR^{12'}は、各出現において、それぞれ独立して、水素原子又は低級アルキル基であり、

R¹³及びR^{13''}は、各出現においてそれぞれ独立して、水酸基又は加水分解可能な基であり、

R¹⁴及びR^{14''}は、各出現においてそれぞれ独立して、水素原子又は炭素原子数 1 ~ 22 のアルキル基であり、

X²は、各出現においてそれぞれ独立して、単結合又は 2 価の有機基であり、

n₁は、(-SiR¹³_{n₁}R¹⁴_{3-n₁}) 単位毎、又は (-SiR^{13''}_{n₁}R^{14''}_{3-n₁}) 単位毎に独立して、0 ~ 3 の整数であり、

X¹は、それぞれ独立して、アミド結合に連結する単結合又は 2 ~ 10 価の

有機基であり、

t は、それぞれ独立して、1～10の整数であり、

$\alpha 1$ は1～9の整数であり、

X^3 は、それぞれ独立して、2～10価の有機基であり、

$\beta 1$ は、1～9の整数であり、

X^5 は、それぞれ独立して、2～10価の有機基であり、

$\gamma 1$ は、1～9の整数であり、

R^a は、各出現においてそれぞれ独立して、 $-Z^3-SiR^{71}_{p1}R^{72}_{q1}R^{73}_{r1}$ であり、

Z^3 は、各出現においてそれぞれ独立して、酸素原子又は2価の有機基であり、

R^{71} は、各出現においてそれぞれ独立して、 $R^{a'}$ であり、

$R^{a'}$ は、 R^a と同意義であり、

R^a 中、 Z^3 基を介して直鎖状に連結される Si は最大で5個であり、

R^{72} は、各出現においてそれぞれ独立して、水酸基又は加水分解可能な基であり、

R^{73} は、各出現においてそれぞれ独立して、水素原子又は低級アルキル基であり、

$p 1$ は、各出現においてそれぞれ独立して、0～3の整数であり、

$q 1$ は、各出現においてそれぞれ独立して、0～3の整数であり、

$r 1$ は、各出現においてそれぞれ独立して、0～3の整数であり、

ただし、 $(-Z^3-SiR^{71}_{p1}R^{72}_{q1}R^{73}_{r1})$ 毎において、 $p 1$ 、 $q 1$ 及び $r 1$ の和は3であり、

$R^{a''}$ は、各出現においてそれぞれ独立して、 $-Z^3-SiR^{71}_{p1}R^{72''}_{q1}R^{73}_{r1}$ であり、

Z^3 、 R^{71} 、 R^{73} 、 $p 1$ 、 $q 1$ 、及び $r 1$ は、上記と同意義であり、

$R^{72''}$ は、 R^{72} と同意義であり、

R^b および $R^{b''}$ は、各出現においてそれぞれ独立して、水酸基又は加水分解

可能な基であり、

R^c および $R^{c'}$ は、各出現においてそれぞれ独立して、水素原子又は低級アルキル基であり、

k_1 は、各出現においてそれぞれ独立して、0～3の整数であり、

l_1 は、各出現においてそれぞれ独立して、0～3の整数であり、

m_1 は、各出現においてそれぞれ独立して、0～3の整数であり、

ただし、 $(SiR^{a_{k_1}}R^{b_{l_1}}R^{c_{m_1}})$ 毎又は $(SiR^{a'_{k_1}}R^{b'_{l_1}}R^{c'_{m_1}})$

毎において、 k_1 、 l_1 及び m_1 の和は、3であり、

X^7 は、それぞれ独立して、2～10価の有機基であり、

δ_1 は、1～9の整数であり、

R^d は、各出現においてそれぞれ独立して、 $-Z^4-CR^{\delta_1}_{p_2}R^{\delta_2}_{q_2}R^{\delta_3}_{r_2}$ であり、

Z^4 は、各出現においてそれぞれ独立して、酸素原子又は2価の有機基であり、

R^{δ_1} は、各出現においてそれぞれ独立して、 $R^{d'}$ であり、

$R^{d'}$ は、 R^d と同意義であり、

R^{δ_2} は、各出現においてそれぞれ独立して、 $-Y-SiR^{\delta_5}_{n_2}R^{\delta_6}_{3-n_2}$ であり、

Y は、各出現においてそれぞれ独立して、2価の有機基であり、

R^{δ_5} は、各出現においてそれぞれ独立して、水酸基又は加水分解可能な基であり、

R^{δ_6} は、各出現においてそれぞれ独立して、水素原子又は低級アルキル基であり、

n_2 は、 $(-Y-SiR^{\delta_5}_{n_2}R^{\delta_6}_{3-n_2})$ 単位毎、又は $(-Y-SiR^{\delta_5'_{n_2}}R^{\delta_6'_{3-n_2}})$ 単位毎に独立して、0～3の整数であり、

R^{δ_3} は、各出現においてそれぞれ独立して、水素原子、水酸基又は低級アルキル基であり、

p_2 は、各出現においてそれぞれ独立して、0～3の整数であり、

- q_2 は、各出現においてそれぞれ独立して、0～3の整数であり、
 r_2 は、各出現においてそれぞれ独立して、0～3の整数であり、
 ただし、 $(-Z^4 - CR^{81}_{p_2} R^{82}_{q_2} R^{83}_{r_2})$ 毎、又は $(-Z^4 - CR^{81}_{p_2} R^{82}_{q_2} R^{83}_{r_2})$ 毎において、 p_2 、 q_2 及び r_2 の和は3であり、
 $R^{d''}$ は、各出現においてそれぞれ独立して、 $-Z^4 - CR^{81}_{p_2} R^{82}_{q_2} R^{83}_{r_2}$ であり、
 $R^{82''}$ は、各出現においてそれぞれ独立して、 $-Y - SiR^{85''}_{n_2} R^{86''}_{3-n_2}$ であり、
 $R^{85''}$ 、及び $R^{86''}$ は、それぞれ、 R^{85} 、及び R^{86} と同意義であり、
 R^e は、各出現においてそれぞれ独立して、 $-Y - SiR^{85}_{n_2} R^{86}_{3-n_2}$ であり、
 $R^{e''}$ は、各出現においてそれぞれ独立して、 $-Y - SiR^{85''}_{n_2} R^{86''}_{3-n_2}$ であり、
 R^f および $R^{f''}$ は、各出現においてそれぞれ独立して、水素原子、水酸基又は低級アルキル基であり、
 k_2 は、各出現においてそれぞれ独立して、0～3の整数であり、
 l_2 は、各出現においてそれぞれ独立して、0～3の整数であり、
 m_2 は、各出現においてそれぞれ独立して、0～3の整数であり、
 ただし、 k_2 、 l_2 及び m_2 の和は3であり、
 R^6 は、各出現においてそれぞれ独立して、 $-R^{16} - R^{15} - R^{17}$ であり、
 R^{15} は、各出現においてそれぞれ独立して、シクロアルキレン含有基であり、
 R^{16} は、各出現においてそれぞれ独立して、単結合又は二価の有機基であり、
 R^{17} は、各出現においてそれぞれ独立して、単結合又は二価の有機基であり、
 R^7 は、各出現においてそれぞれ独立して、水素原子又は C_{1-20} アルキル基

であり、

$P F P E^1$ は、各出現においてそれぞれ独立して、 $-R^F-R^{FE}-$ であり、

R^F は、 $-(C_f F_{2f})-$ であり、

f は1～10の整数であり、

R^{FE} は、式：

$$-(OC F_2)_{a1} - (OC_2 F_4)_{a2} - (OC_3 X^{10}_6)_{a3} - (OC_4 F_8)_{a4} - \\ (OC_5 F_{10})_{a5} - (OC_6 F_{12})_{a6} - (OC_7 F_{14})_{a7} - (OC_8 F_{16})_{a8} - \\ -$$

(式中：

a_1 、 a_2 、 a_3 、 a_4 、 a_5 、 a_6 、 a_7 及び a_8 は、それぞれ独立して0～200の整数であり、 a_1 、 a_2 、 a_3 、 a_4 、 a_5 、 a_6 、 a_7 及び a_8 の和は、少なくとも5であり、

添字 a_1 、 a_2 、 a_3 、 a_4 、 a_5 、 a_6 、 a_7 又は a_8 を付して括弧でくくられた各繰り返し単位の存在順序は、式中において任意であり、

X^{10} は、各出現においてそれぞれ独立して、水素原子、フッ素原子又は塩素原子であり、ただし、全ての X^{10} が水素原子又は塩素原子であるとき、 a_1 、 a_2 、 a_4 、 a_5 、 a_6 、 a_7 及び a_8 の少なくとも1つは、1以上の整数である。)

で表される2価のフルオロポリエーテル基であり、

r は、1以上の整数である。]

で表される、上記[1]～[8]のいずれか1項に記載のフルオロポリエーテル基含有シラン化合物。

[10] 上記[1]～[9]のいずれか1項に記載のフルオロポリエーテル基含有シラン化合物を含有する、表面処理剤。

[11] 含フッ素オイル、シリコンオイル、及び触媒から選択される1種又はそれ以上の他の成分をさらに含有する、上記[10]に記載の表面処理剤。

[12] さらに溶媒を含む、上記[10]又は[11]のいずれか1項に

記載の表面処理剤。

[13] 防汚性コーティング剤又は防水性コーティング剤として使用される、上記[10]～[12]のいずれか1項に記載の表面処理剤。

[14] 基材と、該基材の表面に、上記[1]～[9]のいずれか1項に記載のフルオロポリエーテル基含有シラン化合物、又は上記[10]～[13]のいずれか1項に記載の表面処理剤より形成された層とを含む物品

[15] 光学部材である、上記[14]に記載の物品。

発明の効果

[0008] 本開示によれば、摩擦耐久性に優れたフルオロポリエーテル基含有シラン化合物を提供することができる。

発明を実施するための形態

[0009] 以下、本開示のフルオロポリエーテル基含有シラン化合物について説明する。

[0010] 本明細書において用いられる場合、「1価の有機基」とは、炭素を含有する1価の基を意味する。1価の有機基としては、特に限定されないが、炭化水素基又はその誘導体であり得る。炭化水素基の誘導体とは、炭化水素基の末端又は分子鎖中に、1つ又はそれ以上のN、O、S、Si、アミド、スルホニル、シロキサン、カルボニル、カルボニルオキシ等を有している基を意味する。尚、単に「有機基」と示す場合、1価の有機基を意味する。また、「j+1価の有機基」とは、炭素を含有するj+1価の基を意味する。かかるj+1価の有機基としては、特に限定されないが、有機基からさらにj個の水素原子を脱離させたj+1価の基が挙げられる。例えば、2価の有機基としては、特に限定されるものではないが、有機基からさらに1個の水素原子を脱離させた2価の基が挙げられる。

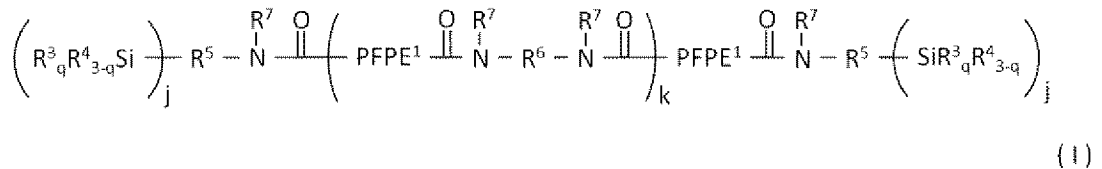
[0011] 本明細書において用いられる場合、「炭化水素基」とは、炭素及び水素を含む基であって、炭化水素から1個の水素原子を脱離させた基を意味する。かかる炭化水素基としては、特に限定されるものではないが、1つ又はそれ以上の置換基により置換されていてもよい、C₁₋₂₀炭化水素基、例えば、脂

脂肪族炭化水素基、芳香族炭化水素基等が挙げられる。上記「脂肪族炭化水素基」は、直鎖状、分枝鎖状又は環状のいずれであってもよく、飽和又は不飽和のいずれであってもよい。また、炭化水素基は、1つ又はそれ以上の環構造を含んでいてもよい。

[0012] 本明細書において用いられる場合、「炭化水素基」の置換基としては、特に限定されないが、例えば、ハロゲン原子、1個又はそれ以上のハロゲン原子により置換されていてもよい、C₁₋₆アルキル基、C₂₋₆アルケニル基、C₂₋₆アルキニル基、C₃₋₁₀シクロアルキル基、C₃₋₁₀不飽和シクロアルキル基、5～10員のヘテロシクリル基、5～10員の不飽和ヘテロシクリル基、C₆₋₁₀アリール基及び5～10員のヘテロアリール基から選択される1個又はそれ以上の基が挙げられる。

[0013] 本開示のフルオロポリエーテル基含有シラン化合物は、下記式(1)：

[化4]



[式中：

R³は、各出現においてそれぞれ独立して、水素原子又は1価の有機基であり、

R⁴は、各出現においてそれぞれ独立して、水酸基又は加水分解可能な基であり、

pは、各出現においてそれぞれ独立して、0～3の整数であり；

ただし、(SiR³_pR⁴_{3-p})_jにおいて少なくとも1つのSiR³_pR⁴_{3-p}は、pが0～2の整数であり、

qは、各出現においてそれぞれ独立して、0～3の整数であり；

ただし、(SiR³_qR⁴_{3-q})_jにおいて少なくとも1つのSiR³_qR⁴_{3-q}は、qが0～2の整数であり、

R⁵は、各出現においてそれぞれ独立して、j+1価の有機基であり、

R^6 は、各出現においてそれぞれ独立して、 $-R^{16}-R^{15}-R^{17}-$ であり、
 R^{15} は、各出現においてそれぞれ独立して、シクロアルキレン含有基であり、

R^{16} は、各出現においてそれぞれ独立して、単結合又は二価の有機基であり、

R^{17} は、各出現においてそれぞれ独立して、単結合又は二価の有機基であり、

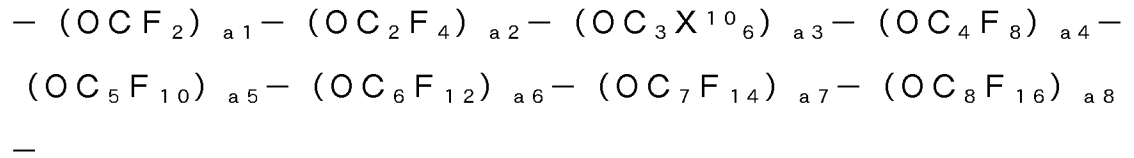
R^7 は、各出現においてそれぞれ独立して、水素原子又は C_{1-20} アルキル基であり、

$P F P E^1$ は、各出現においてそれぞれ独立して、 $-R^F-R^{FE}-$ であり、

R^F は、 $-(C_f F_{2f})-$ であり、

f は1～10の整数であり、

R^{FE} は、式：



(式中：

a_1 、 a_2 、 a_3 、 a_4 、 a_5 、 a_6 、 a_7 及び a_8 は、それぞれ独立して0～200の整数であり、 a_1 、 a_2 、 a_3 、 a_4 、 a_5 、 a_6 、 a_7 及び a_8 の和は、少なくとも5であり、

添字 a_1 、 a_2 、 a_3 、 a_4 、 a_5 、 a_6 、 a_7 又は a_8 を付して括弧でくくられた各繰り返し単位の存在順序は、式中において任意であり、

X^{10} は、各出現においてそれぞれ独立して、水素原子、フッ素原子又は塩素原子であり、ただし、全ての X^{10} が水素原子又は塩素原子であるとき、 a_1 、 a_2 、 a_4 、 a_5 、 a_6 、 a_7 及び a_8 の少なくとも1つは、1以上の整数である。)

で表される2価のフルオロポリエーテル基であり、

j は、各出現において独立して、1～9の整数であり、

k は、1 以上の整数である。]

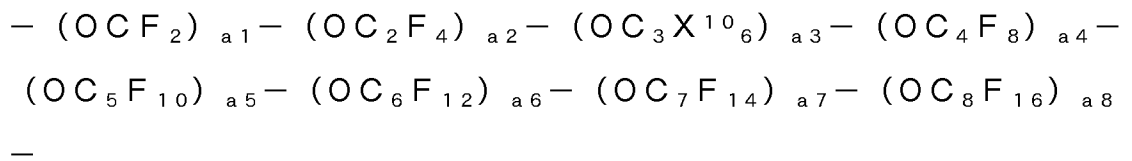
で表される。

[0014] P F P E¹ は、いわゆるフルオロポリエーテル基であり、各出現においてそれぞれ独立して、 $-R^F-R^{FE}-$ である。

[0015] 上記 R^F は、 $-(C_f F_{2f})-$ であり、f は 1 ~ 10 の整数である。

[0016] 上記 f は、好ましくは 1 ~ 6 の整数、より好ましくは 1 ~ 4 の整数、さらに好ましくは 1 ~ 3 の整数である。

[0017] 上記 R^{FE} は、式：



で表される 2 価のフルオロポリエーテル基である。

[0018] 上記 X^{10} は、各出現においてそれぞれ独立して、水素原子、フッ素原子又は塩素原子であり、ただし、全ての X^{10} が水素原子又は塩素原子であるとき、 a_1 、 a_2 、 a_4 、 a_5 、 a_6 、 a_7 及び a_8 の少なくとも 1 つは、1 以上の整数である。

[0019] 好ましい態様において、 X^{10} は、フッ素原子である。

[0020] 上記 a_1 、 a_2 、 a_3 、 a_4 、 a_5 、 a_6 、 a_7 及び a_8 は、それぞれ独立して 0 ~ 200 の整数、好ましくは 0 ~ 100 の整数であり、 a_1 、 a_2 、 a_3 、 a_4 、 a_5 、 a_6 、 a_7 及び a_8 の和は、5 以上、好ましくは 10 以上、より好ましくは 15 以上又は 20 以上であり、好ましくは 200 以下、より好ましくは 100 以下、例えば例えば 50 以下又は 30 以下であり得る。

[0021] 添字 a_1 、 a_2 、 a_3 、 a_4 、 a_5 、 a_6 、 a_7 又は a_8 を付して括弧でくくられた各繰り返し単位の存在順序は、式中において任意である。

[0022] これら繰り返し単位は、直鎖状であっても、分枝鎖状であってもよい。例えば、 $-(OC_8F_{16})-$ は、 $-(OCF_2CF_2CF_2CF_2CF_2CF_2CF_2CF_2CF_2)-$ 、 $-(OCF(CF_3)CF_2CF_2CF_2CF_2CF_2CF_2)-$ 、 $-$

$(OCF_2CF(CF_3)CF_2CF_2CF_2CF_2CF_2) -$ 、 $- (OCF_2CF_2CF(CF_3)CF_2CF_2CF_2CF_2) -$ 、 $- (OCF_2CF_2CF_2CF(CF_3)CF_2CF_2CF_2) -$ 、 $- (OCF_2CF_2CF_2CF_2CF(CF_3)CF_2CF_2CF_2) -$ 、 $- (OCF_2CF_2CF_2CF_2CF_2CF(CF_3)CF_2) -$ 、 $- (OCF_2CF_2CF_2CF_2CF_2CF_2CF(CF_3)) -$ 等であってもよいが、好ましくは $- (OCF_2CF_2CF_2CF_2CF_2CF_2CF_2CF_2CF_2) -$ である。 $- (OC_7F_{14}) -$ は、 $- (OCF_2CF_2CF_2CF_2CF_2CF_2CF_2CF_2CF_2CF_2) -$ 、 $- (OCF(CF_3)CF_2CF_2CF_2CF_2CF_2) -$ 、 $- (OCF_2CF(CF_3)CF_2CF_2CF_2CF_2) -$ 、 $- (OCF_2CF_2CF(CF_3)CF_2CF_2CF_2) -$ 、 $- (OCF_2CF_2CF_2CF(CF_3)CF_2CF_2CF_2) -$ 、 $- (OCF_2CF_2CF_2CF_2CF(CF_3)CF_2CF_2CF_2) -$ 、 $- (OCF_2CF_2CF_2CF_2CF(CF_3)CF_2) -$ 、 $- (OCF_2CF_2CF_2CF_2CF_2CF(CF_3)) -$ 等であってもよいが、好ましくは $- (OCF_2CF_2CF_2CF_2CF_2CF_2CF_2CF_2CF_2) -$ である。 $- (OC_6F_{12}) -$ は、 $- (OCF_2CF_2CF_2CF_2CF_2CF_2CF_2CF_2) -$ 、 $- (OCF(CF_3)CF_2CF_2CF_2CF_2) -$ 、 $- (OCF_2CF(CF_3)CF_2CF_2CF_2) -$ 、 $- (OCF_2CF_2CF(CF_3)CF_2CF_2) -$ 、 $- (OCF_2CF_2CF_2CF(CF_3)CF_2) -$ 、 $- (OCF_2CF_2CF_2CF_2CF(CF_3)) -$ 等であってもよいが、好ましくは $- (OCF_2CF_2CF_2CF_2CF_2CF_2CF_2CF_2CF_2) -$ である。 $- (OC_5F_{10}) -$ は、 $- (OCF_2CF_2CF_2CF_2CF_2CF_2) -$ 、 $- (OCF(CF_3)CF_2CF_2CF_2) -$ 、 $- (OCF_2CF(CF_3)CF_2CF_2CF_2) -$ 、 $- (OCF_2CF_2CF(CF_3)CF_2) -$ 、 $- (OCF_2CF_2CF_2CF(CF_3)CF_2) -$ 、 $- (OCF_2CF_2CF_2CF(CF_3)) -$ 等であってもよいが、好ましくは $- (OCF_2CF_2CF_2CF_2CF_2CF_2CF_2CF_2CF_2) -$ である。 $- (OC_4F_8) -$ は、 $- (OCF_2CF_2CF_2CF_2CF_2) -$ 、 $- (OCF(CF_3)CF_2CF_2) -$ 、 $- (OCF_2CF(CF_3)CF_2) -$ 、 $- (OCF_2CF_2CF(CF_3)) -$ 、 $- (OC(CF_3)_2CF_2) -$ 、 $- (OCF_2C(CF_3)_2) -$ 、 $- (OCF(CF_3)CF(CF_3)) -$ 、 $- (OCF(C_2F_5)CF_2) -$ 及び $- (OCF_2CF(C_2F_5)) -$ のいずれであってもよいが、好ましくは $- (OCF_2CF_2CF_2CF_2CF_2CF_2CF_2CF_2CF_2) -$

) -である。- (OC₃F₆) - (即ち、上記式中、X¹⁰はフッ素原子である) は、- (OCF₂CF₂CF₂) -, - (OCF (CF₃) CF₂) -及び- (OCF₂CF (CF₃)) -のいずれであってもよいが、好ましくは- (OCF₂CF₂CF₂) -である。また、- (OC₂F₄) -は、- (OCF₂CF₂) -及び- (OCF (CF₃)) -のいずれであってもよいが、好ましくは- (OCF₂CF₂) -である。

[0023] 本開示のフルオロポリエーテル基含有シラン化合物におけるPFPE¹は、フルオロポリエーテル基として調製が可能なものであれば、これらの繰り返し単位の他に、酸素原子及び炭素原子数9以上のパーフルオロアルキレン基からなる繰り返し単位を有していてもよい。

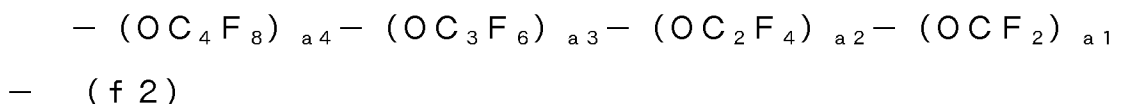
[0024] 一の態様において、上記繰り返し単位は直鎖状である。上記繰り返し単位を直鎖状とすることにより、表面処理層の表面滑り性、摩擦耐久性等を向上させることができる。また、本態様では、フルオロポリエーテル基含有シラン化合物の低温における分子の運動性が低下しにくくなる。直鎖状の繰り返し単位を有することにより、フルオロポリエーテル基含有シラン化合物の物性値 (例えば、低温における弾性率) が、室温における値と比べて低下しにくくなり得るため、広い温度範囲において適用することが可能となる。なお、本明細書において、「弾性率」は、動的弾性率、より具体的には貯蔵弾性率を示す。

[0025] 一の態様において、上記繰り返し単位は分枝鎖状である。上記繰り返し単位を分枝鎖状とすることにより、表面処理層の動摩擦係数を大きくすることができる。

[0026] 一の態様において、R^{FE}は、各出現においてそれぞれ独立して、下記式 (f 1) ~ (f 5) :



[式中、a₃は、5~200の整数であり、a₂は0又は1である。] ;



[式中、 a_4 及び a_3 は、それぞれ独立して、 $0 \sim 30$ の整数であり、 a_2 及び a_1 は、それぞれ独立して $1 \sim 200$ の整数であり、

a_4 、 a_3 、 a_2 及び a_1 の和は 5 以上であり、

添字 a_4 、 a_3 、 a_2 又は a_1 を付して括弧でくくられた各繰り返し単位の存在順序は、式中において任意である。]

$$- (R^6 - R^7)_g - (f3)$$

[式中、 R^6 は、 OCF_2 又は OC_2F_4 であり、

R^7 は、 OC_2F_4 、 OC_3F_6 、 OC_4F_8 、 OC_5F_{10} 及び OC_6F_{12} から選択される基であるか、あるいは、これらの基から独立して選択される 2 又は 3 つの基の組み合わせであり、

g は、 $2 \sim 100$ の整数である。]

$$- (OC_6F_{12})_{a_6} - (OC_5F_{10})_{a_5} - (OC_4F_8)_{a_4} - (OC_3F_6)_{a_3} - (OC_2F_4)_{a_2} - (OCF_2)_{a_1} - (f4)$$

[式中、 a_2 は、 $1 \sim 200$ の整数であり、 a_6 、 a_5 、 a_4 、 a_3 及び a_1 は、それぞれ独立して $0 \sim 200$ の整数であって、 a_6 、 a_5 、 a_4 、 a_3 、 a_2 及び a_1 の和は少なくとも 5 であり、また、 a_6 、 a_5 、 a_4 、 a_3 、 a_2 又は a_1 を付して括弧でくくられた各繰り返し単位の存在順序は式中において任意である。]

$$- (OC_6F_{12})_{a_6} - (OC_5F_{10})_{a_5} - (OC_4F_8)_{a_4} - (OC_3F_6)_{a_3} - (OC_2F_4)_{a_2} - (OCF_2)_{a_1} - (f5)$$

[式中、 a_1 は、 $1 \sim 200$ の整数であり、 a_6 、 a_5 、 a_4 、 a_3 及び a_2 は、それぞれ独立して $0 \sim 200$ の整数であって、 a_6 、 a_5 、 a_4 、 a_3 、 a_2 及び a_1 の和は少なくとも 5 であり、また、 a_6 、 a_5 、 a_4 、 a_3 、 a_2 又は a_1 を付して括弧でくくられた各繰り返し単位の存在順序は式中において任意である。]

で表される基である。

[0027] 上記式 (f1) において、 a_3 は、好ましくは $5 \sim 200$ 、より好ましくは $10 \sim 100$ 、さらに好ましくは $15 \sim 50$ 、例えば $25 \sim 35$ の整数で

ある。一の態様において、 a_2 は、1である。別の態様において、 a_2 は0である。上記式 (f 1) において $-(OC_3F_6)_d-$ は、好ましくは、 $-(OCF_2CF_2CF_2)_{a_3}-$ 又は $-(OCF(CF_3)CF_2)_{a_3}-$ で表される基であり、より好ましくは、 $-(OCF_2CF_2CF_2)_{a_3}-$ で表される基である。

[0028] 上記式 (f 2) において、 a_2 及び a_1 は、それぞれ独立して、好ましくは5以上200以下、より好ましくは10~200の整数である。また、 a_4 、 a_3 、 a_2 及び a_1 の和は、好ましくは5以上であり、より好ましくは10以上であり、例えば15以上又は20以上であってもよい。一の態様において、上記式 (f 2) は、好ましくは、 $-(OCF_2CF_2CF_2CF_2)_{a_4}- (OCF_2CF_2CF_2)_{a_3}- (OCF_2CF_2)_{a_2}- (OCF_2)_{a_1}-$ で表される基である。別の態様において、式 (f 2) は、 $-(OC_2F_4)_{a_2}- (OCF_2)_{a_1}-$ で表される基であってもよい。

[0029] 上記式 (f 3) において、 R^6 は、好ましくは、 OC_2F_4 である。上記 (f 3) において、 R^7 は、好ましくは、 OC_2F_4 、 OC_3F_6 及び OC_4F_8 から選択される基であるか、あるいは、これらの基から独立して選択される2又は3つの基の組み合わせであり、より好ましくは、 OC_3F_6 及び OC_4F_8 から選択される基である。 OC_2F_4 、 OC_3F_6 及び OC_4F_8 から独立して選択される2又は3つの基の組み合わせとしては、特に限定されないが、例えば $-OC_2F_4OC_3F_6-$ 、 $-OC_2F_4OC_4F_8-$ 、 $-OC_3F_6OC_2F_4-$ 、 $-OC_3F_6OC_3F_6-$ 、 $-OC_3F_6OC_4F_8-$ 、 $-OC_4F_8OC_4F_8-$ 、 $-OC_4F_8OC_3F_6-$ 、 $-OC_4F_8OC_2F_4-$ 、 $-OC_2F_4OC_2F_4OC_3F_6-$ 、 $-OC_2F_4OC_2F_4OC_4F_8-$ 、 $-OC_2F_4OC_3F_6OC_2F_4-$ 、 $-OC_2F_4OC_3F_6OC_3F_6-$ 、 $-OC_2F_4OC_4F_8OC_2F_4-$ 、 $-OC_3F_6OC_2F_4OC_2F_4-$ 、 $-OC_3F_6OC_2F_4OC_3F_6-$ 、 $-OC_3F_6OC_3F_6OC_2F_4-$ 、及び $-OC_4F_8OC_2F_4OC_2F_4-$ 等が挙げられる。上記式 (f 3) において、 g は、好ましくは3以上、より好ましくは5以上の整数である。上記 g は、好ましくは50以下の整数である。上記式 (f 3) に

において、 OC_2F_4 、 OC_3F_6 、 OC_4F_8 、 OC_5F_{10} 及び OC_6F_{12} は、直鎖又は分枝鎖のいずれであってもよく、好ましくは直鎖である。この態様において、上記式 (f 3) は、好ましくは、 $-(OC_2F_4-OC_3F_6)_g-$ 又は $-(OC_2F_4-OC_4F_8)_g-$ である。

[0030] 上記式 (f 4) において、 a_2 は、好ましくは、1~100の整数、より好ましくは5~100の整数である。 a_6 、 a_5 、 a_4 、 a_3 、 a_2 及び a_1 の和は、好ましくは5以上であり、より好ましくは10以上、例えば10以上100以下である。

[0031] 上記式 (f 5) において、 a_1 は、好ましくは、1~100の整数、より好ましくは5以上100以下の整数である。 a_6 、 a_5 、 a_4 、 a_3 、 a_2 及び a_1 の和は、好ましくは5以上であり、より好ましくは10以上、例えば10以上100以下である。

[0032] 一の態様において、上記 R^{FE} は、上記式 (f 1) で表される基である。

[0033] 一の態様において、上記 R^{FE} は、上記式 (f 2) で表される基である。

[0034] 一の態様において、上記 R^{FE} は、上記式 (f 3) で表される基である。

[0035] 一の態様において、上記 R^{FE} は、上記式 (f 4) で表される基である。

[0036] 一の態様において、上記 R^{FE} は、上記式 (f 5) で表される基である。

[0037] 上記 R^{FE} において、 a_1 に対する a_2 の比（以下、「 a_2/a_1 比」という）は、0.1~1.0であり、好ましくは0.2~5であり、より好ましくは0.2~2であり、さらに好ましくは0.2~1.5であり、さらにより好ましくは0.2~0.85である。 a_2/a_1 比を1.0以下にすることにより、この化合物から得られる表面処理層の滑り性、摩擦耐久性及び耐ケミカル性（例えば、人工汗に対する耐久性）がより向上する。 a_2/a_1 比がより小さいほど、表面処理層の滑り性及び摩擦耐久性はより向上する。一方、 a_2/a_1 比を0.1以上にすることにより、化合物の安定性をより高めることができる。 a_2/a_1 比がより大きいほど、化合物の安定性はより向上する。

[0038] 一の態様において、上記 a_2/a_1 比は、好ましくは0.2~0.95で

あり、より好ましくは0.2～0.9である。

- [0039] 一の態様において、耐熱性の観点から、上記 a 2 / a 1 比は、好ましくは 1.0 以上であり、より好ましくは 1.0～2.0 である。
- [0040] 上記フルオロポリエーテル基含有シラン化合物において、PFPE¹部分の数平均分子量は、特に限定されるものではないが、例えば500～100,000、好ましくは1,500～50,000、より好ましくは2,000～10,000である。本明細書において、PFPE¹の数平均分子量は、¹⁹F-NMRにより測定される値とする。
- [0041] 別の態様において、PFPE¹部分の数平均分子量は、500～100,000、好ましくは1,000～30,000、より好ましくは2,000～15,000、さらにより好ましくは2,000～10,000、例えば3,000～6,000であり得る。
- [0042] 別の態様において、PFPE¹部分の数平均分子量は、4,000～30,000、好ましくは5,000～10,000、より好ましくは6,000～10,000であり得る。
- [0043] 上記フルオロポリエーテル基含有シラン化合物の式(1)におけるkは、該式(1)中の下記式：
- $$-PFPE^1-C(=O)NR^7-R^6-NR^7C(=O)-$$
- で示される構造の繰り返し単位の数を表す。kの値は1以上である。したがって、上記フルオロポリエーテル基含有シラン化合物は、-PFPE¹-の両末端に-C(=O)NR⁷-で示される構造を有する単位が少なくとも2つ存在する、すなわち、上記フルオロポリエーテル基含有シラン化合物は、-C(=O)NR⁷-で示される構造を少なくとも4つ有する。kの値は、上記フルオロポリエーテル基含有シラン化合物が調製可能な範囲であれば特に制限されないが、1～5の整数であることが好ましい。これにより、フルオロポリエーテル基含有シラン化合物を含む硬化性組成物の深部硬化性に寄与すると考えられる部分を1分子中に多数設けることができる。
- [0044] 本発明は特定の理論に束縛されるものではないが、-C(=O)NR⁷-で

表される構造は、カルボニル基の酸素原子及びR⁷が水素原子の場合の水素原子とが、水分子との水素結合の形成に関与しうる。一分子中における-C(=O)NR⁷で示される構造の数が増えることで、水素結合を生じる部分を多く備えることになり、硬化性組成物の硬化に関与する水分との親和性が増加するため、深部まで硬化反応が起こりやすくなり、好ましいと考えられる。したがって、前記式(1)においてkの値が1以上であることにより、フルオロポリエーテル基含有シラン化合物1分子あたりに含まれるアミド結合の数が多くなる。この構造が、水素結合による水分子との親和性向上をもたらすものであり、硬化性組成物の良好な深部硬化性に寄与するものと考えられることができる。

[0045] 上記-C(=O)NR⁷で表される構造におけるR⁷は、各出現においてそれぞれ独立して、水素原子又はC₁₋₂₀アルキル基を表す。上記炭素数C₁₋₂₀アルキル基は、好ましくはC₁₋₆アルキル基、より好ましくはメチル基又はエチル基、さらに好ましくはメチル基である。

[0046] 一の態様において、R⁷のうち少なくとも1つ、好ましくは少なくとも3つは、水素原子である。すなわち、上記フルオロポリエーテル基含有シラン化合物が-C(=O)NH-で示される構造を好ましくは複数個有することで、フルオロポリエーテル基含有シラン化合物を含む硬化性組成物が深部まで良好に硬化するようになる。R⁷の一部が水素原子である場合において、上記フルオロポリエーテル基含有シラン化合物中のどの位置にあるR⁷が水素原子であるかは特に制限されない。上記フルオロポリエーテル基含有シラン化合物の調製において、原料の選択により-C(=O)NH-で示される構造が導入される位置を制御することができる。水素結合を形成する観点から、フルオロポリエーテル基含有シラン化合物中に存在する全てのR⁷のうち水素原子であるものの割合は大きい方が、深部硬化性がより向上するため好ましい。特に好ましい態様においては、上記フルオロポリエーテル基含有シラン化合物における全てのR⁷が、水素原子である。

[0047] 上記フルオロポリエーテル基含有シラン化合物は、前記-C(=O)NR⁷

ーで表される構造が、その窒素原子を介してR⁵又はR⁶で表される有機基と結合する。

[0048] R⁶は、各出現においてそれぞれ独立して、 $-R^{16}-R^{15}-R^{17}-$ である。

[0049] R¹⁵は、各出現においてそれぞれ独立して、シクロアルキレン含有基であり、R¹⁶は、各出現においてそれぞれ独立して、単結合又は二価の有機基であり、R¹⁷は、各出現においてそれぞれ独立して、単結合又は二価の有機基である。

[0050] 本開示のフルオロポリエーテル基含有シラン化合物は、アミド結合間にシクロアルキレン基を含有する。かかる本開示のフルオロポリエーテル基含有シラン化合物から得られた表面処理層は、高い耐久性を有する。本開示はいかなる理論にも拘束されないが、本開示のフルオロポリエーテル基含有シラン化合物は、アミド結合間にシクロアルキレン基を含有することにより、かかる化合物で表面処理した際に形成される表面処理層の結晶性が高くなり、その結果、膜の耐久性が向上すると考えられる。

[0051] さらに、本開示のフルオロポリエーテル基含有シラン化合物から得られた表面処理層は、基材に撥水性を付与しつつ、印刷等によるインクの付着性を保持する。換言すれば、本開示のフルオロポリエーテル基含有シラン化合物から得られた表面処理層は、インク保持性が高い。

[0052] 上記シクロアルキレンは、2価の飽和単環式又は多環式脂肪族炭化水素を意味する。かかるシクロアルキレンは、環の水素原子が、1つ又はそれ以上の置換基により置換されていてもよい。

[0053] 上記シクロアルキレンの置換基としては、特に限定されないが、例えば、ハロゲン原子、1個又はそれ以上のハロゲン原子により置換されていてもよい、C₁₋₆アルキル基、C₂₋₆アルケニル基、C₂₋₆アルキニル基、C₃₋₁₀シクロアルキル基、C₃₋₁₀不飽和シクロアルキル基、5~10員のヘテロシクリル基、5~10員の不飽和ヘテロシクリル基、C₆₋₁₀アリール基及び5~10員のヘテロアリール基から選択される1個又はそれ以上の基が挙げられ

る。好ましい態様において、当該置換基は、 C_{1-6} アルキル基、好ましくはメチル基又はエチル基、より好ましくはメチル基である。

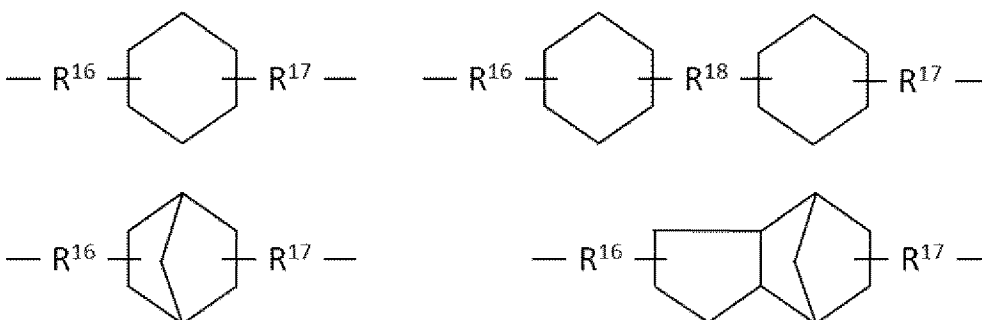
- [0054] 上記シクロアルキレン含有基は、複数のシクロアルキレンを含んでいてもよく、好ましくは1～3個、より好ましくは1又は2個のシクロアルキレンを含む。
- [0055] 一の態様において、上記シクロアルキレン含有基は、シクロアルキレンを1個含む。
- [0056] 別の態様において、上記シクロアルキレン含有基は、シクロアルキレンを2個含む。
- [0057] 好ましい態様において、 R^{15} は、各出現においてそれぞれ独立して、炭素数5～12の単環式、二環式又は三環式シクロアルキレン基を含有する基である。
- [0058] 上記多環式シクロアルキレンは、縮合型、スピロ型、架橋型のいずれであってもよい。
- [0059] 一の態様において、上記シクロアルキレンは、単環式である。
- [0060] 別の態様において、上記シクロアルキレンは、二環式である。
- [0061] 別の態様において、上記シクロアルキレンは、三環式である。
- [0062] 好ましい態様において、 R^{16} は、各出現においてそれぞれ独立して、単結合又は C_{1-6} アルキレン基であり、 R^{17} は、各出現においてそれぞれ独立して、単結合又は C_{1-6} アルキレン基である。
- [0063] 上記 R^{16} 及び R^{17} は、 R^{15} のシクロアルキレンに直接結合する。
- [0064] 好ましい態様において、 R^{15} は、各出現においてそれぞれ独立して、炭素数5～12の単環式、二環式又は三環式シクロアルキレン基を含有する基であり、
 R^{16} は、各出現においてそれぞれ独立して、単結合又は C_{1-6} アルキレン基であり、
 R^{17} は、各出現においてそれぞれ独立して、単結合又は C_{1-6} アルキレン基である。

[0065] 好ましい態様において、 R^{15} は、置換されていてもよいシクロヘキサンジールであり、上記 R^{16} 及び R^{17} は、それぞれ独立して、単結合又は C_{1-6} アルキレン基であり、互いにメタ位又はパラ位に結合する。一の態様において、置換されていてもよいシクロヘキサンジールは、非置換である。別の態様において、置換されていてもよいシクロヘキサンジールは、 C_{1-6} アルキル基、好ましくはメチル基又はエチル基、より好ましくはメチル基により置換されている。かかる置換基は、好ましくは1～5個、より好ましくは1～3個であり得る。

[0066] 好ましい態様において、 R^{15} は、置換されていてもよいアルキレンビス（シクロヘキシル）、好ましくはメチレンビス（シクロヘキシル）を含み、上記 R^{16} 及び R^{17} は、それぞれ独立して、単結合又は C_{1-6} アルキレン基であり、互いに4, 4'位に結合する。一の態様において、置換されていてもよい置換されていてもよいアルキレンビス（シクロヘキシル）は、非置換である。別の態様において、置換されていてもよい置換されていてもよいアルキレンビス（シクロヘキシル）は、 C_{1-6} アルキル基、好ましくはメチル基又はエチル基、より好ましくはメチル基により置換されている。かかる置換基は、好ましくは2～5個、より好ましくは2～4個であり得る。

[0067] 好ましい態様において、 R^6 は、環の水素原子が置換されていてもよい下記の基：

[化5]



[式中、

R^{16} は、各出現においてそれぞれ独立して、単結合又は C_{1-6} アルキレン基であり、

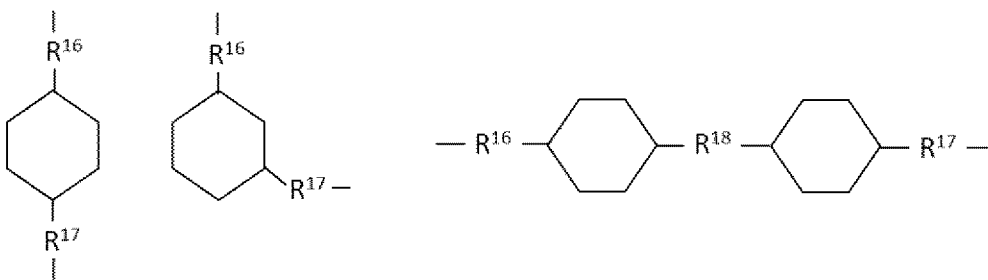
R^{17} は、各出現においてそれぞれ独立して、単結合又は C_{1-6} アルキレン基であり、

R^{18} は、各出現においてそれぞれ独立して、 C_{1-6} アルキレン基、好ましく CH_2CH_2 又は CH_2 である。]

から選択される基である。

[0068] さらに好ましい態様において、 R^6 は、環の水素原子が置換されていてもよい下記の基：

[化6]



[式中、

R^{16} は、各出現においてそれぞれ独立して、単結合又は C_{1-6} アルキレン基であり、

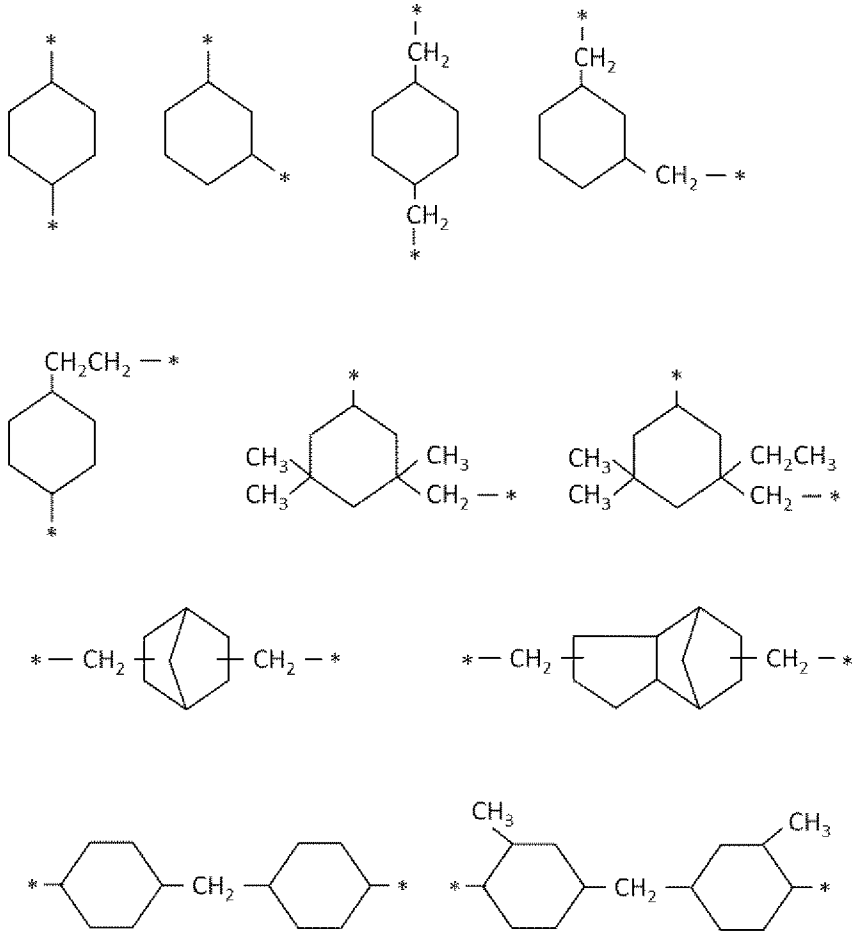
R^{17} は、各出現においてそれぞれ独立して、単結合又は C_{1-6} アルキレン基であり、

R^{18} は、各出現においてそれぞれ独立して、 C_{1-6} アルキレン基、好ましく CH_2CH_2 又は CH_2 である。]

から選択される基である。

[0069] R^6 の具体例としては、例えば、以下の基が挙げられる。

[化7]



[式中、*は結合手を示す。]

[0070] R^5 は、末端のケイ素原子とアミド結合とを連結するリンカーとして作用する基である。 R^5 は、各出現において独立して、 $j + 1$ 個の有機基を表す。ここで、 j の値は、上記フルオロポリエーテル基含有シラン化合物の末端に存在するケイ素原子を含む基の数を表し、その値は1～9の範囲である。よって、 R^5 は、各出現において独立して、2～10個の有機基を表す。従って、当該 R^5 は、上記フルオロポリエーテル基含有シラン化合物が安定に存在し得る2～10個の有機基であれば、いずれの基であってもよい。 R^5 は、好ましくは2～7個であり、より好ましくは2～4個であり、さらに好ましくは2個の有機基である。したがって、 j の値は、好ましくは1～6であり、より好ましくは1～3であり、さらに好ましくは1である。 R^5 の具体的な例としては、後述する式(A)～(D)において R^5 に対応する部分として記載され

ているものを挙げるができる。

[0071] R^5 は、ケイ素原子とアミド結合とを直接連結する分子鎖上にヘテロ原子又は芳香族の構造を有していないことが好ましく、芳香族の構造を有していないことがより好ましい。 R^5 としては、場合によりヘテロ原子を有していてもよい脂肪族炭化水素基であることが好ましく、より好ましくは非置換の脂肪族炭化水素であり、より好ましくは2価のアルキレン基であり、より好ましくは C_{1-20} アルキレン基、さらに好ましくは C_{1-6} アルキレン基であり、特に具体的には、メチレン基、エチレン基、プロピレン基、メチルエチレン基、ブチレン基、ヘキサメチレン基等である。上記フルオロポリエーテル基含有シラン化合物中に存在する二つの R^5 は、同じであってもよく、異なってもよいが、化合物の調製が容易となることから、同じであることが好ましい。また、 R^5 は、 $j + 1$ 個の結合手を有していることになるが、どの結合手で $-C(=O)NR^7$ 部分と結合していてもよい。

[0072] 上記式中、 R^3 は、各出現においてそれぞれ独立して、水酸基又は加水分解可能な基である。

[0073] 上記 R^3 は、好ましくは、各出現においてそれぞれ独立して、加水分解可能な基である。

[0074] 上記 R^3 は、好ましくは、各出現においてそれぞれ独立して、 $-OR^h$ 、 $-OCOR^h$ 、 $-O-N=CR^{h_2}$ 、 $-NR^{h_2}$ 、 $-NHR^h$ 、又はハロゲン（これら式中、 R^h は、置換又は非置換の C_{1-4} アルキル基を示す）であり、より好ましくは $-OR^h$ （即ち、アルコキシ基）である。 R^h としては、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、 n -ブチル基、イソブチル基などの非置換アルキル基；クロロメチル基などの置換アルキル基が挙げられる。それらの中でも、アルキル基、特に非置換アルキル基が好ましく、メチル基又はエチル基がより好ましい。一の態様において、 R^h は、メチル基であり、別の態様において、 R^h は、エチル基である。

[0075] 上記式中、 R^3 は、各出現においてそれぞれ独立して、水素原子又は1価の有機基である。かかる1価の有機基は、上記加水分解可能な基を除く1価の

有機基である。

- [0076] 上記 R^3 において、1価の有機基は、好ましくは C_{1-20} アルキル基であり、より好ましくは C_{1-6} アルキル基、さらに好ましくはメチル基である。
- [0077] 上記式(1)中、 p は、 $(SiR^3_pR^4_{3-p})$ 毎に独立して、0~3の整数である。ただし、 $(SiR^3_pR^4_{3-p})_j$ において少なくとも1つの $SiR^3_pR^4_{3-p}$ は、 p が0~2の整数である。即ち、式(1)の分子末端には、少なくとも1つの、加水分解可能な基が結合した Si が存在する。
- [0078] 一の態様において、すべての p は、0~2の整数、好ましくは0~1の整数、より好ましくは0である。
- [0079] 上記式(1)中、 q は、 $(SiR^3_qR^4_{3-q})$ 毎に独立して、0~3の整数である。ただし、 $(SiR^3_qR^4_{3-q})_j$ において少なくとも1つの $SiR^3_qR^4_{3-q}$ は、 q が0~2の整数である。即ち、式(1)の分子末端には、少なくとも1つの、加水分解可能な基が結合した Si が存在する。
- [0080] 一の態様において、すべての q は、0~2の整数、好ましくは0~1の整数、より好ましくは0である。
- [0081] 好ましい態様において、すべての p は、0~2の整数、好ましくは0~1の整数、より好ましくは0であり、すべての q は、0~2の整数、好ましくは0~1の整数、より好ましくは0である。
- [0082] 特に好ましい態様において、フルオロポリエーテル基含有シラン化合物は、 R^7 が全て水素原子であり、 R^5 が2価のアルキレン基であり、 j が1であり、 p 及び q が0である化合物である。フルオロポリエーテル基含有シラン化合物は、1種の化合物を単独で用いてもよく、2種以上の混合物として用いてもよい。
- [0083] フルオロポリエーテル基含有シラン化合物の調製方法によっては、PFPE変性体又はPFPE変性体が R^6 で連結された化合物の、片方又は両方の末端部分にシリル基及び場合によりリンカー部分が導入されていない構造の化合物が生じ得る。以下、このようなPFPE¹から構成される分子鎖両末端の少なくとも一方にシリル基を含まない化合物を「非末端化PFPE変性体」

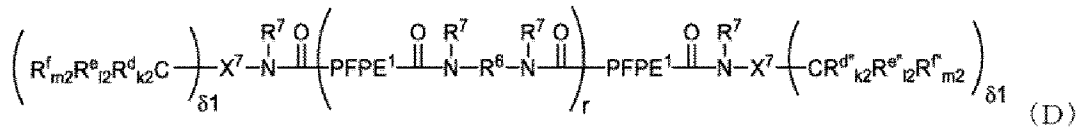
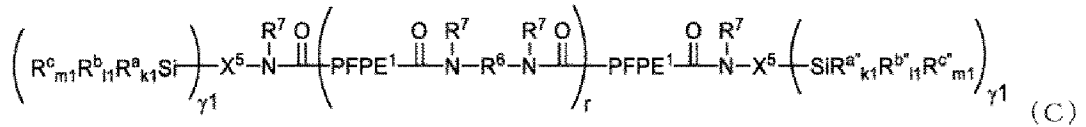
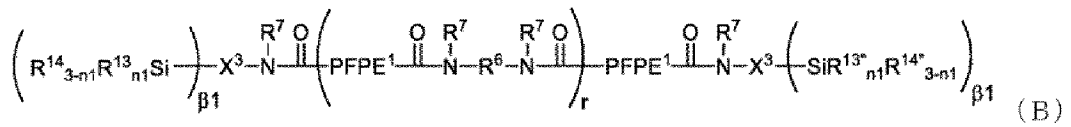
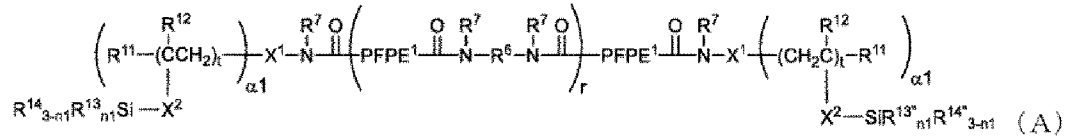
と表記することがある。式(1)で表される化合物の純度は高い方が好ましい、つまりこのような非末端化PFPE変性体の含有割合は小さい方が好ましいが、硬化性組成物としての機能を損なわない範囲において、硬化性組成物の調製に用いられるフルオロポリエーテル基含有シラン化合物は非末端化PFPE変性体を含んでいてもよい。例えば、上記式(1)の場合、 $\{-PFPE^1-C(=O)NR^7-R^6-NR^7C(=O)-\}_r-PFPE^1-$ で示される構造にカルボン酸基、エステル基、水酸基又はアルキレン-OH基が結合したような構造の化合物を含んでいてもよい。

[0084] 本開示のフルオロポリエーテル基含有シラン化合物を含む表面処理剤を調製する場合、用いられるフルオロポリエーテル基含有シラン化合物の純度は、シリル基がどの程度末端に導入されているか、シランでの末端化率をその尺度とすることができる。末端化率は、PFPE¹部分のうち、R⁶で挟まれていないものの物質量の合計に対し、当該部分にシリル基が導入されているものの割合により求められる。末端化率は90モル%以上であることが好ましく、93モル%以上であることがより好ましく、95モル%以上であることが更に好ましい。この範囲とすることで、分子の両末端がシリル化された化合物を十分な量で含有することができ、硬化性組成物としての機能を十分に発揮することができる。末端化率は、例えばNMR測定により決定することができる。式(1)の化合物の場合、PFPE¹の末端に存在するCF₂基、即ちリンカーと結合しているアミド基に隣接するCF₂基を¹⁹F-NMRで測定することで、分子末端にどの程度シリル基が導入されているかを求めることができる。式(1)の化合物とは異なる構造を有する化合物においても、末端がシリル化されたものとそうでないものとで異なる部分のNMR測定によって末端化率を算出することができ、その方法は、当業者にとって周知である。

[0085] 以下、上記フルオロポリエーテル基含有シラン化合物の一態様として、具体的な構造について詳述する。上記フルオロポリエーテル基含有シラン化合物は、式(A)、(B)、(C)、又は(D)で表される少なくとも1種の

化合物であることが好ましい。以下の式において現れる各基及び添え字は、それぞれ前記一般式に現れる基及び添え字に対応させることができ、当業者であれば各々の対応関係を把握することができるものである。

[0086] [化8]

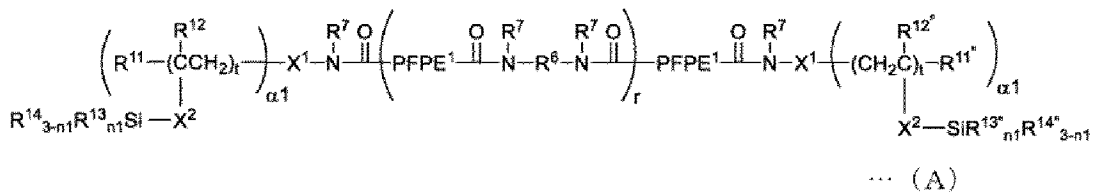


(式中、PFPE¹、R⁶、R⁷は、上記と同定義である。)

[0087] 以下、上記式(A)、(B)、(C)、及び(D)で表されるフルオロポリエーテル基含有シラン化合物について説明する。

[0088] 式(A)：

[化9]



[0089] 上記式中、PFPE¹、R⁶、及びR⁷は、上記と同意義である。

[0090] 上記式中、rは、1以上の整数、好ましくは1~5の整数である。

[0091] 上記式中、R¹³は、各出現においてそれぞれ独立して、水酸基又は加水分

解可能な基を表す。加水分解可能な基は、上記と同意義である。即ち、 R^{13} は、上記式の R^4 に対応させることができる。

[0092] 上記式中、 R^{14} は、各出現においてそれぞれ独立して、水素原子又は炭素原子数 1～22 のアルキル基、好ましくは炭素原子数 1～4 のアルキル基を表す。即ち、 R^{14} は、上記一般式の R^3 に対応させることができる。

[0093] 上記式中、 R^{11} は、各出現において、それぞれ独立して、水素原子又はハロゲン原子を表す。ハロゲン原子は、好ましくはヨウ素原子、塩素原子又はフッ素原子であり、より好ましくはフッ素原子である。

[0094] 上記式中、 R^{12} は、各出現において、それぞれ独立して、水素原子又は低級アルキル基を表す。低級アルキル基は、好ましくは炭素原子数 1～20 のアルキル基であり、より好ましくは炭素原子数 1～6 のアルキル基であり、例えばメチル基、エチル基、プロピル基等が挙げられる。

[0095] 上記式中、 $R^{11'}$ 、 $R^{12'}$ 、 $R^{13'}$ 、及び $R^{14'}$ は、それぞれ、 R^{11} 、 R^{12} 、 R^{13} 、及び R^{14} と同意義である。

[0096] 上記式 (A) において、水酸基及び加水分解可能な基からなる群より選ばれる少なくとも 1 の基と結合した S_i 原子とは、 n_1 が 1～3 の整数であり、かつ $(-S_i R^{13}_{n_1} R^{14}_{3-n_1})$ 又は $(-S_i R^{13'}_{n_1} R^{14'}_{3-n_1})$ に含まれる S_i 原子を示す。

[0097] 上記式中、 n_1 は、 $(-S_i R^{13}_{n_1} R^{14}_{3-n_1})$ 単位毎、又は $(-S_i R^{13'}_{n_1} R^{14'}_{3-n_1})$ 単位毎に独立して、0～3 の整数であり、好ましくは 1～3 であり、より好ましくは 3 である。式中、少なくとも 2 つの n_1 が 1～3 の整数であり、即ち、すべての n_1 が同時に 0 になることはない。即ち、式中、少なくとも 2 つは R^{13} 又は $R^{13'}$ の結合した S_i 原子が存在する。言い換えると、式 (A) において、 n_1 が 1 以上である $-S_i R^{13}_{n_1} R^{14}_{3-n_1}$ 構造 (即ち、 $-S_i R^{13}$ 部分) 及び n_1 が 1 以上である $-S_i R^{13'}_{n_1} R^{14'}_{3-n_1}$ 構造 (即ち、 $-S_i R^{13'}$ 部分) からなる群より選ばれる構造が少なくとも 2 つ存在する。即ち、 n_1 は、上記一般式の $3-p$ 又は $3-q$ の値に対応させることができる。

[0098] 好ましくは、式 (A) において、水酸基及び加水分解可能な基からなる群より選ばれる少なくとも 1 の基と結合した Si 原子は、分子主鎖の両末端に存在する。即ち、式 (A) において、少なくとも 1 の、 n_1 が 1 以上である $-SiR^{13}{}_{n_1}R^{14}{}_{3-n_1}$ 構造 (即ち、 $-SiR^{13}$ 部分)、及び、少なくとも 1 の、 n_1 が 1 以上である $-SiR^{13''}{}_{n_1}R^{14''}{}_{3-n_1}$ 構造 (即ち、 $-SiR^{13''}$ 部分) が存在する。

[0099] 上記式中、 X^1 は、それぞれ独立して、アミド結合に連結する単結合又は 2 ~ 10 価の有機基を表す。当該 X^1 は、式 (A) で表される化合物において、主に撥水性及び表面滑り性等を提供するパーフルオロ (ポリ) エーテル部 (即ち、 $-PFPE^1$ 一部) と、基材との結合能を提供するシラン部とを連結するリンカーの一部と解される。従って、当該 X^1 は、式 (A) で表される化合物が安定に存在し得るものであれば、単結合であってもよく、いずれの有機基であってもよい。即ち、 X^1 は、後述する X^2 及びそれに連結する炭化水素基とともに、上記一般式における R^5 の一部に対応することが理解される。なお、本明細書において、 X^1 として記載している基は、記載の左側が $PFPE^1$ で表される基に隣接するアミド結合に、右側が括弧でくくられた基に、それぞれ結合する。ただし、 X^1 として記載している基は、それが安定な化合物として調製できるものである限り、逆方向に結合する基、例えば、 $-CO-C_6H_4-$ であれば $-C_6H_4-CO-$ と記載される、フェニレン基が $PFPE^1$ で表される基に隣接するアミド結合に結合するものを包含する。

[0100] 別の態様において、 X^1 は、 X^0 であり得る。 X^0 は、単結合又は 2 ~ 10 価の有機基を表し、好ましくは、単結合又は $-C_6H_4-$ (すなわちフェニレン。以下、フェニレン基を示す。)、 $-O-$ (エーテル基)、 $-CO-$ (カルボニル基)、 $-NR^{40}-$ 及び $-SO_2-$ からなる群より選ばれる少なくとも 1 つを有する 2 ~ 10 価の有機基を表す。上記 R^{40} は、それぞれ独立して、水素原子、フェニル基、又は C 1 ~ 6 アルキル基 (好ましくはメチル基) を表し、好ましくは水素原子、又はメチル基である。上記の $-C_6H_4-$ 、 $-CO-$ 、 $-NR^{40}-$ 又は $-SO_2-$ は、パーフルオロポリエーテル基含有シラ

ン化合物 (A) の分子主鎖中に含まれることが好ましい。

[0101] X^eは、より好ましくは、単結合又は-C₆H₄-, -CONR⁴⁰-, -CONR⁴⁰-C₆H₄-, -CO-, -CO-C₆H₄-, -O-CO-NR⁴⁰-, -SO₂NR⁴⁰-, -SO₂NR⁴⁰-C₆H₄-, -SO₂-, 及び-SO₂-C₆H₄-からなる群より選ばれる少なくとも1つを有する2~10価の有機基を表す。上記の-C₆H₄-, -CONR⁴⁰-, -CONR⁴⁰-C₆H₄-, -CO-, -CO-C₆H₄-, -SO₂NR⁴⁰-, -SO₂NR⁴⁰-C₆H₄-, -SO₂-, 又は-SO₂-C₆H₄-は、フルオロポリエーテル基含有シラン化合物 (A) の分子主鎖中に含まれることが好ましい。

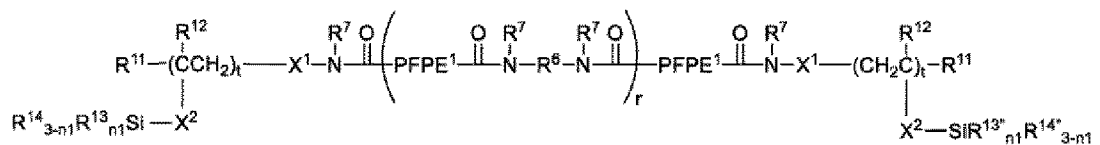
[0102] 上記式中、α1は1~9の整数であり、X¹の価数に応じて変化し得る。式 (A) において、α1はX¹の価数から1を引いた値である。X¹が単結合又は2価の有機基であるときには、α1は1である。即ち、α1は、上記一般式のjの値に対応させることができる。

[0103] 上記X¹は、好ましくは2~7価であり、より好ましくは2~4価であり、さらに好ましくは2価の有機基である。

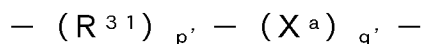
[0104] 一の態様において、X¹は2~4価の有機基であり、α1は1~3である。

[0105] 別の態様において、X¹は2価の有機基であり、α1は1である。この場合、式 (A) は、下記式 (A') で表される。

[0106] [化10]



[0107] 上記X¹の例としては、PFPE¹基に連結するアミド基と結合を形成するもので化合物を安定に調製可能なものあれば特に限定するものではないが、例えば、下記式：



[式中：

R^{31} は、単結合、 $-(CH_2)_{s'}$ —又は $o-$ 、 $m-$ もしくは $p-$ フェニレン基を表し、好ましくは $-(CH_2)_{s'}$ —であり、

s' は、1~20の整数、好ましくは1~6の整数、より好ましくは1~3の整数、さらにより好ましくは1又は2であり、

X^a は、 $-(X^b)_{l'}$ —を表し、

X^b は、各出現においてそれぞれ独立して、 $-O-$ 、 $-S-$ 、 $o-$ 、 $m-$ もしくは $p-$ フェニレン基、 $-C(O)O-$ 、 $-Si(R^{33})_2-$ 、 $-(Si(R^{33})_2O)_{m'}$ 、 $-Si(R^{33})_2-$ 、 $-CONR^{34}-$ 、 $-O-CO-NR^{34}-$ 、 $-NR^{34}-$ 及び $-(CH_2)_{n'}$ —からなる群から選択される基を表し、

R^{33} は、各出現においてそれぞれ独立して、フェニル基、 C_{1-6} アルキル基又は C_{1-6} アルコキシ基を表し、好ましくはフェニル基又は C_{1-6} アルキル基であり、より好ましくはメチル基であり、

R^{34} は、各出現においてそれぞれ独立して、水素原子、フェニル基又は C_{1-6} アルキル基（好ましくはメチル基）を表し、好ましくは水素原子であり、

m' は、各出現において、それぞれ独立して、1~100の整数、好ましくは1~20の整数であり、

n' は、各出現において、それぞれ独立して、1~20の整数、好ましくは1~6の整数、より好ましくは1~3の整数であり、

l' は、1~10の整数、好ましくは1~5の整数、より好ましくは1~3の整数であり、

p' は、0又は1であり、

q' は、0又は1であり、

ここに、 p' 及び q' の少なくとも一方は1であり、 p' 又は q' を付して括弧でくくられた各繰り返し単位の存在順序は任意である]

で表される2価の基が挙げられる。ここに、 R^{31} 及び X^a （典型的には R^{31} 及び X^a の水素原子）は、フッ素原子、 C_{1-3} アルキル基及び C_{1-3} フルオロアルキル基から選択される1個又はそれ以上の置換基により置換されていてもよい。ただし、 R^{31} が単結合であるか p' が0であるとき、 X^a は、 $-CON$

R^{34} —又は— NR^{34} —ではない。

[0108] —の態様において、上記式における l' は、1である。

[0109] 好ましくは、上記 X^1 は、— $(R^{31})_{p'}$ — $(X^a)_{q'}$ — R^{32} —である。 R^{32} は、単結合、— $(CH_2)_{t'}$ —又は— o —、 m —もしくは p —フェニレン基を表し、好ましくは— $(CH_2)_{t'}$ —である。 t' は、1~20の整数、好ましくは2~6の整数、より好ましくは2~3の整数である。ここに、 R^{32} （典型的には R^{32} 中の水素原子）は、フッ素原子、 C_{1-3} アルキル基及び C_{1-3} フルオロアルキル基から選択される1個又はそれ以上の置換基により置換されていてもよい。

[0110] 好ましくは、上記 X^1 は、

単結合、

C_{1-20} アルキレン基、

— R^{31} — X^c — R^{32} —、又は

— X^d — R^{32} —

[式中、 R^{31} 及び R^{32} は、上記と同意義である。]

であり得る。なお、アルキレン基とは、— $(C_\delta H_{2\delta})$ —構造を有する基であり、置換又は非置換であってよく、直鎖状又は分枝鎖状であってもよい。

[0111] より好ましくは、上記 X^1 は、

単結合、

C_{1-20} アルキレン基、

— $(CH_2)_{s'}$ — X^c —、

— $(CH_2)_{s'}$ — X^c — $(CH_2)_{t'}$ —、

— X^d —、又は

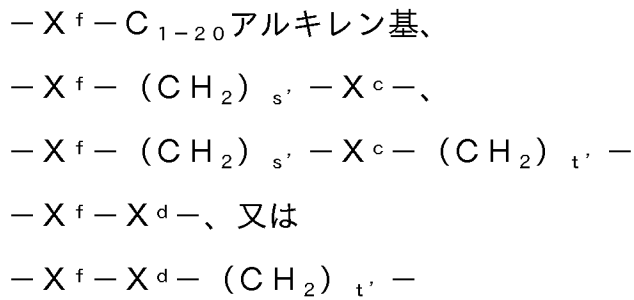
— X^d — $(CH_2)_{t'}$ —

[式中、 s' 及び t' は、上記と同意義である。]

である。

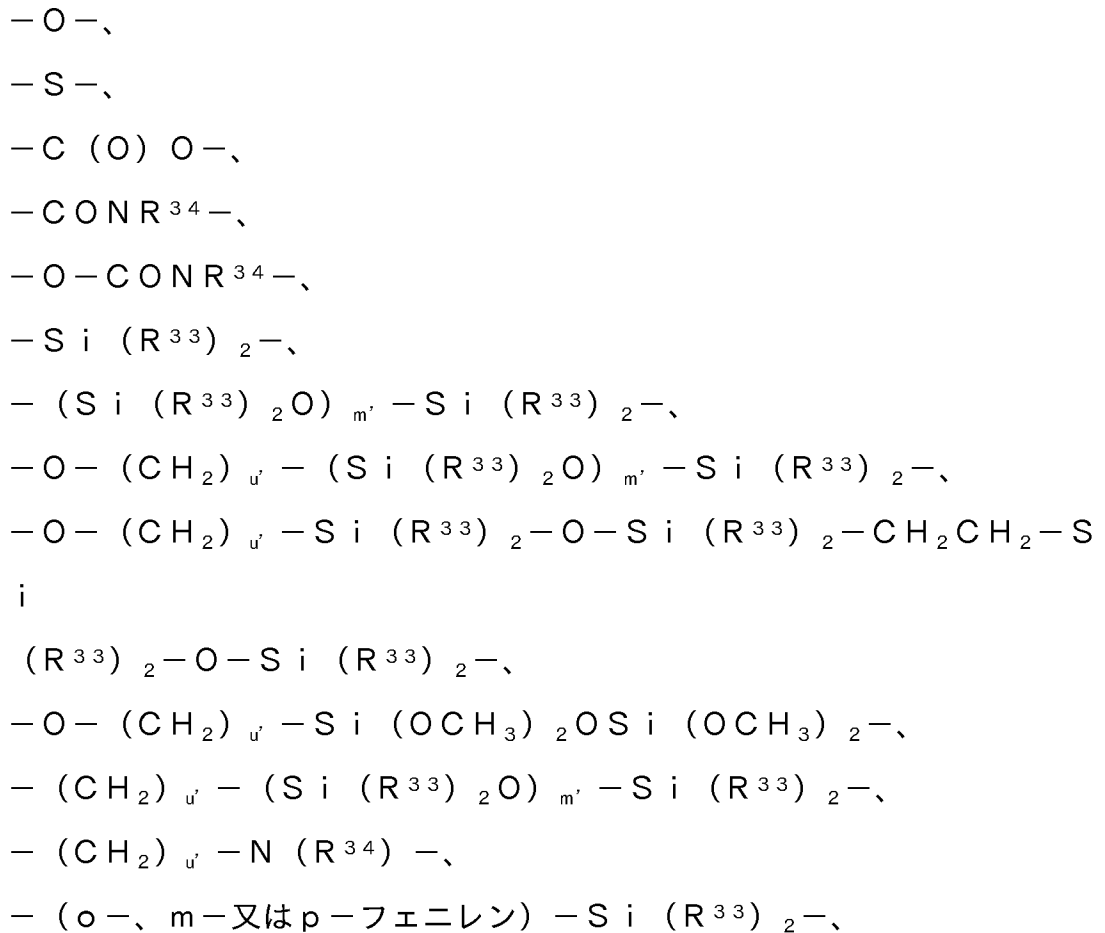
[0112] さらに好ましくは、上記 X^1 は、

— X^f —、



である。式中、 s' 及び t' は、上記と同意義である。上記式中、 X^f は、炭素原子数 1~6、好ましくは炭素原子数 1~4、より好ましくは炭素原子数 1~2 のアルキレン基、例えばメチレン基である。 X^f 中の水素原子は、フッ素原子、 C_{1-3} アルキル基及び C_{1-3} フルオロアルキル基から選択される 1 個又はそれ以上の置換基により置換されていてもよく、好ましくは置換されている。 X^f は、直鎖状又は分枝鎖状であってもよく、好ましくは直鎖状である。

[0113] 上記式中、 X^c は、



$-\text{CONR}^{34}- (\text{CH}_2)_{u'} - (\text{Si} (\text{R}^{33})_2\text{O})_{m'} - \text{Si} (\text{R}^{33})_2-$ 、

$-\text{CONR}^{34}- (\text{CH}_2)_{u'} - \text{N} (\text{R}^{34}) -$ 、又は

$-\text{CONR}^{34}- (\text{o}-, \text{m}-\text{又は p}-\text{フェニレン}) - \text{Si} (\text{R}^{33})_2-$

[式中、 R^{33} 、 R^{34} 及び m' は、上記と同意義であり、

u' は1~20の整数、好ましくは2~6の整数、より好ましくは2~3の整数である。]を表す。但し、 R^{31} が単結合である場合、 X^c は、 $-\text{CONR}^{34}-$ を末端に有する基ではない。好ましくは $-\text{O}-$ である。

[0114] 上記式中、 X^d は、

$-\text{S}-$ 、

$-\text{C}(\text{O})\text{O}-$ 、

$-(\text{CH}_2)_{u'} - (\text{Si} (\text{R}^{33})_2\text{O})_{m'} - \text{Si} (\text{R}^{33})_2-$ 、

$-(\text{CH}_2)_{u'} - \text{N} (\text{R}^{34}) -$ 、

$-(\text{o}-, \text{m}-\text{又は p}-\text{フェニレン}) - \text{Si} (\text{R}^{33})_2-$ 、

$-\text{CONR}^{34}-$ 、

$-\text{CONR}^{34}- (\text{CH}_2)_{u'} - (\text{Si} (\text{R}^{33})_2\text{O})_{m'} - \text{Si} (\text{R}^{33})_2-$ 、

$-\text{CONR}^{34}- (\text{CH}_2)_{u'} - \text{N} (\text{R}^{34}) -$ 、又は

$-\text{CONR}^{34}- (\text{o}-, \text{m}-\text{又は p}-\text{フェニレン}) - \text{Si} (\text{R}^{33})_2-$

[式中、各記号は、上記と同意義である。]

を表す。

[0115] 特に好ましくは、上記 X^1 は、

$-\text{X}^f-$ 、

$-\text{X}^f-\text{C}_{1-20}$ アルキレン基、

$-\text{X}^f-(\text{CH}_2)_{s'}-\text{X}^c-$ 、

$-\text{X}^f-(\text{CH}_2)_{s'}-\text{X}^c-(\text{CH}_2)_{t'}-$

$-\text{X}^f-\text{X}^d-$ 、又は

$-\text{X}^f-\text{X}^d-(\text{CH}_2)_{t'}-$

[式中、 X^f 、 s' 及び t' は、上記と同意義である。]

であり、

X^c が、 $-O-$ 、又は $-CONR^{34}-$ 、

X^d が、 $-CONR^{34}-$ 、

R^{34} は、各出現においてそれぞれ独立して、水素原子、フェニル基又は C_{1-6} アルキル基（好ましくはメチル基）を表す。]

で表される基である。

[0116] 一の態様において、上記 X^1 は、

$-X^f-(CH_2)_{s'}-X^c-$ 、

$-X^f-(CH_2)_{s'}-X^c-(CH_2)_{t'}-$

$-X^f-X^d-$ 、又は

$-X^f-X^d-(CH_2)_{t'}-$

[式中、 X^f 、 s' 及び t' は、上記と同意義である。]

であり、

X^c が、 $-CONR^{34}-$ 、

X^d が、 $-CONR^{34}-$ 、

R^{34} は、各出現においてそれぞれ独立して、水素原子、フェニル基又は C_{1-6} アルキル基（好ましくはメチル基）を表す。]

で表される基である。

[0117] 一の態様において、上記 X^1 は、

単結合、

C_{1-20} アルキレン基、

$-(CH_2)_{s'}-X^c-(CH_2)_{t'}-$ 、又は

$-X^d-(CH_2)_{t'}-$

[式中、各記号は、上記と同意義である。]

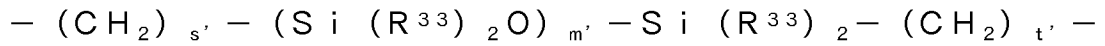
であり得る。但し、このとき X^d は、 $-CONR^{34}-$ ではない。

[0118] 好ましくは、上記 X^1 は、

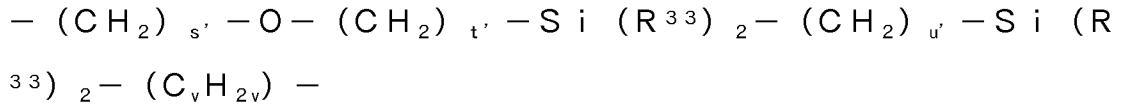
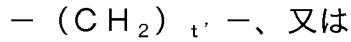
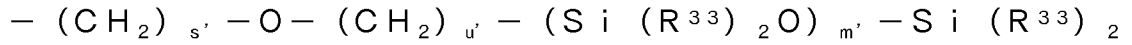
単結合、

C_{1-20} アルキレン基、

$-(CH_2)_{s'}-O-(CH_2)_{t'}-$ 、



、



[式中、 R^{33} 、 m' 、 s' 、 t' 及び u' は、上記と同意義であり、 v は1～20の

整数、好ましくは2～6の整数、より好ましくは2～3の整数である。]

である。

[0119] 上記式中、 $-(\text{C}_v \text{H}_{2v})-$ は、直鎖であっても、分枝鎖であってもよく、例えば、 $-\text{CH}_2-$ 、 $-\text{CH}_2\text{CH}_2-$ 、 $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-$ 、 $-\text{CH}(\text{CH}_3)-$ 、 $-\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2-$ であり得る。

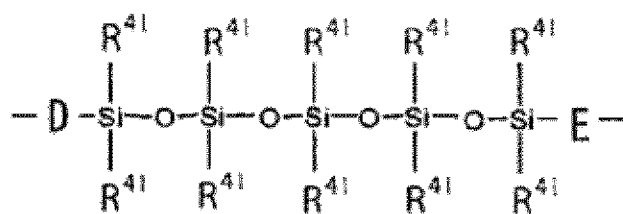
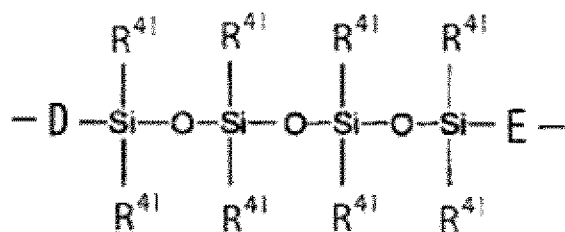
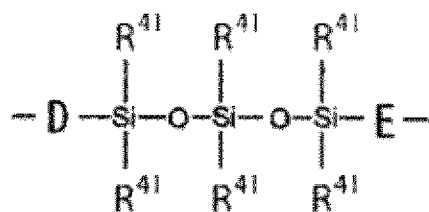
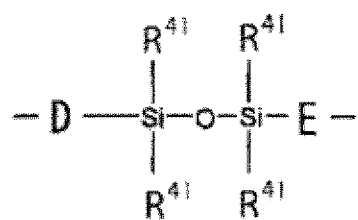
[0120]

上記X1基は、フッ素原子、 C_{1-3} アルキル基及び C_{1-3} フルオロアルキル基（好ましくは、 C_{1-3} パーフルオロアルキル基）から選択される1個又はそれ以上の置換基により置換されていてもよい。

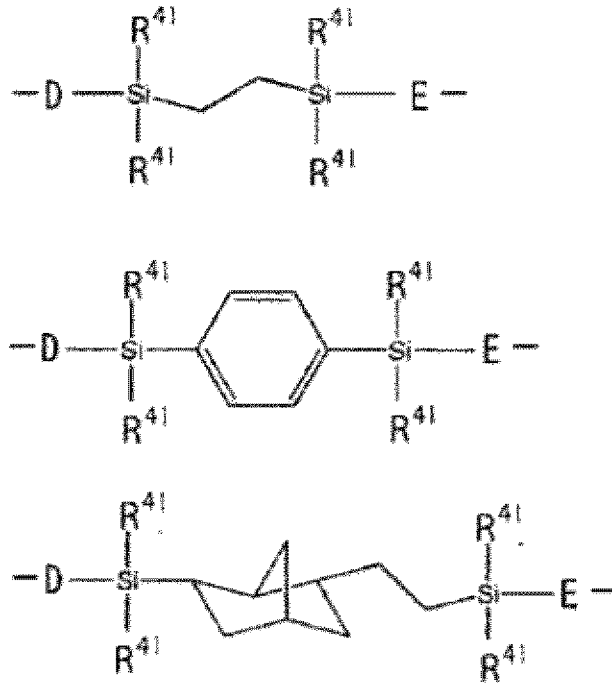
[0121] 一の態様において、X1基は、 $-\text{O}-\text{C}_{1-6}$ アルキレン基以外であり得る。

[0122] 別の態様において、X1基としては、例えば下記の基が挙げられる：

[化11]



[化12]



[式中、 R^{41} は、それぞれ独立して、水素原子、フェニル基、炭素原子数1～6のアルキル基、又は C_{1-6} アルコキシ基、好ましくはメチル基であり；

Dは、

— $CH_2O(CH_2)_2$ —、

— $CH_2O(CH_2)_3$ —、

— $CF_2O(CH_2)_3$ —、

— $(CH_2)_2$ —、

— $(CH_2)_3$ —、

— $(CH_2)_4$ —、及び

—(1,3-フェニレン)— $Si(R^{42})_2$ — $(CH_2)_2$ —

(式中、 R^{42} は、それぞれ独立して、水素原子、 C_{1-6} のアルキル基又は C_{1-6} のアルコキシ基、好ましくはメチル基又はメトキシ基、より好ましくはメチル基を表す。)

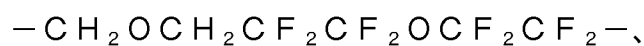
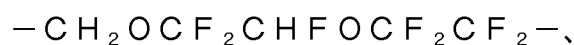
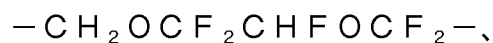
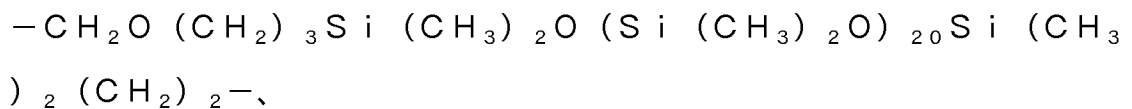
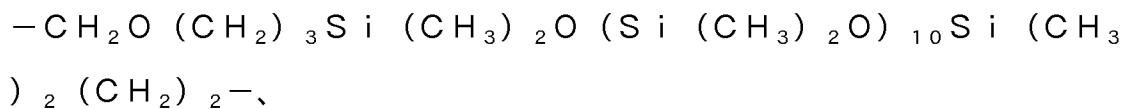
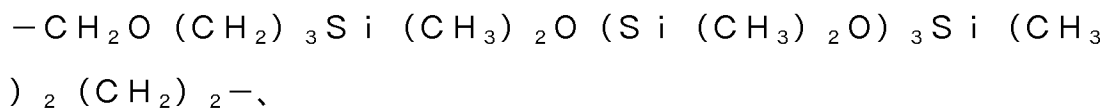
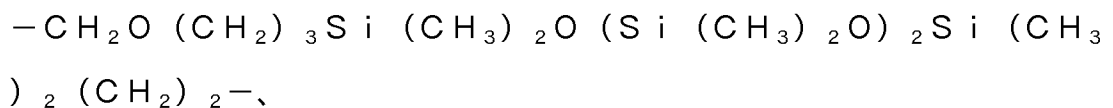
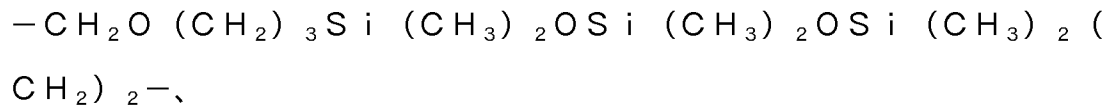
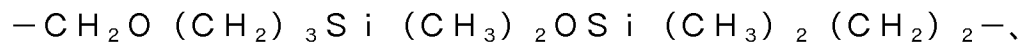
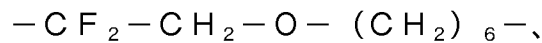
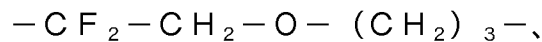
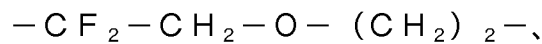
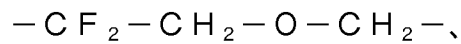
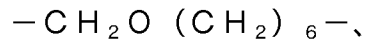
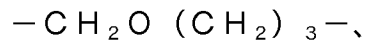
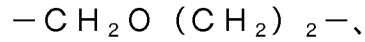
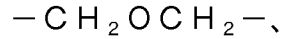
から選択される基であり、

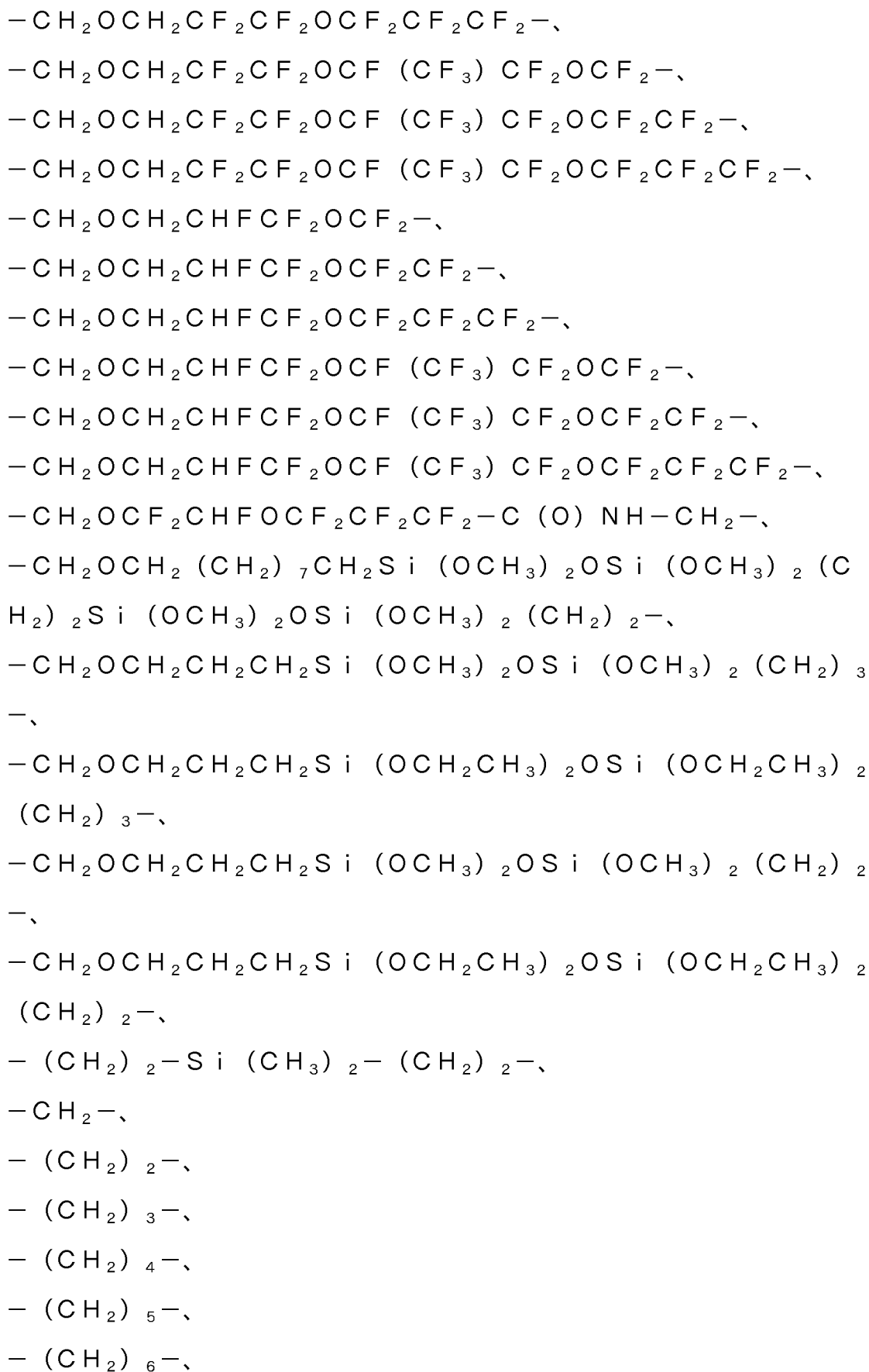
Eは、— $(CH_2)_{n_e}$ — (n_e は2～6の整数)であり、

Dは、分子主鎖のPFPE¹基がある側に結合し、Eは、PFPE¹がある側と反対の基に結合する。]

[0123] 上記X¹の具体的な例としては、例えば：

単結合、

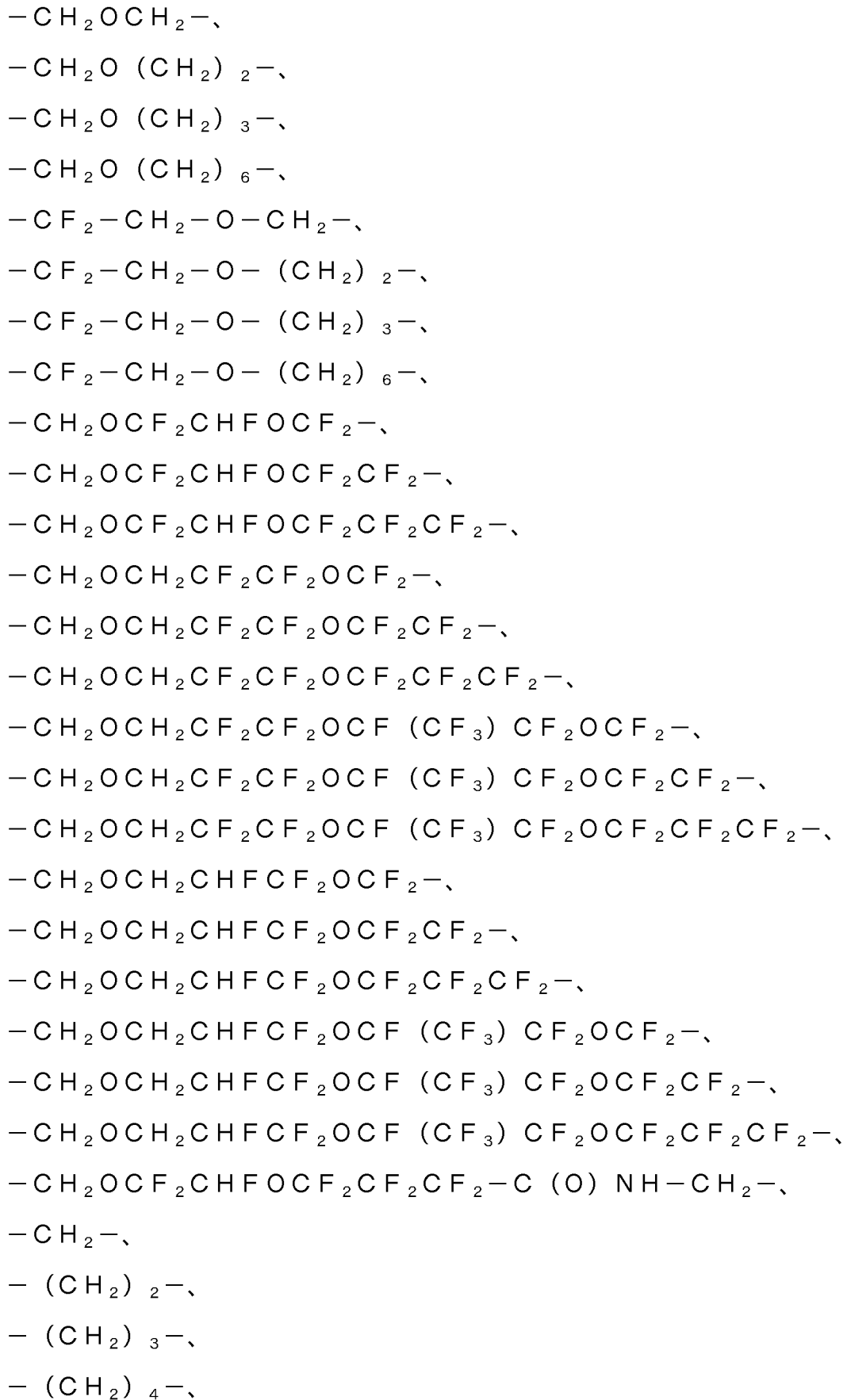




- CF₂-、
- (CF₂)₂-、
- CF₂-CH₂-、
- CF₂-(CH₂)₂-、
- CF₂-(CH₂)₃-、
- CF₂-(CH₂)₄-、
- CF₂-(CH₂)₅-、
- CF₂-(CH₂)₆-、
- CO-、
- CF₂CONH-、
- CF₂CONHCH₂-、
- CF₂CONH(CH₂)₂-、
- CF₂CONH(CH₂)₃-、
- CF₂CONH(CH₂)₆-、
- CF₂-CON(CH₃)-(CH₂)₃-、
- CF₂-CON(Ph)-(CH₂)₃- (式中、Phはフェニルを意味する)
)、
- CF₂-CON(CH₃)-(CH₂)₆-、
- CF₂-CON(Ph)-(CH₂)₆- (式中、Phはフェニルを意味する)
)、
- (CH₂)₂NH(CH₂)₃-、
- (CH₂)₆NH(CH₂)₃-、
- CH₂O-CONH-(CH₂)₃-、
- CH₂O-CONH-(CH₂)₆-、
- S-(CH₂)₃-、
- (CH₂)₂S(CH₂)₃-、
- (CH₂)₃Si(CH₃)₂OSi(CH₃)₂(CH₂)₂-、
- (CH₂)₃Si(CH₃)₂OSi(CH₃)₂OSi(CH₃)₂(CH₂)₂

-、
 $-(\text{CH}_2)_3\text{Si}(\text{CH}_3)_2\text{O}(\text{Si}(\text{CH}_3)_2\text{O})_2\text{Si}(\text{CH}_3)_2(\text{CH}_2)_2-$ 、
 $-(\text{CH}_2)_3\text{Si}(\text{CH}_3)_2\text{O}(\text{Si}(\text{CH}_3)_2\text{O})_3\text{Si}(\text{CH}_3)_2(\text{CH}_2)_2-$ 、
 2-、
 $-(\text{CH}_2)_3\text{Si}(\text{CH}_3)_2\text{O}(\text{Si}(\text{CH}_3)_2\text{O})_{10}\text{Si}(\text{CH}_3)_2(\text{CH}_2)_2-$ 、
 $-(\text{CH}_2)_3\text{Si}(\text{CH}_3)_2\text{O}(\text{Si}(\text{CH}_3)_2\text{O})_{20}\text{Si}(\text{CH}_3)_2(\text{CH}_2)_2-$ 、
 $-\text{C}(\text{O})\text{O}-(\text{CH}_2)_3-$ 、
 $-\text{C}(\text{O})\text{O}-(\text{CH}_2)_6-$ 、
 $-\text{CH}_2-\text{O}-(\text{CH}_2)_3-\text{Si}(\text{CH}_3)_2-(\text{CH}_2)_2-\text{Si}(\text{CH}_3)_2-(\text{CH}_2)_2-$ 、
 $-\text{CH}_2-\text{O}-(\text{CH}_2)_3-\text{Si}(\text{CH}_3)_2-(\text{CH}_2)_2-\text{Si}(\text{CH}_3)_2-$ 、
 $-\text{CH}(\text{CH}_3)-$ 、
 $-\text{CH}_2-\text{O}-(\text{CH}_2)_3-\text{Si}(\text{CH}_3)_2-(\text{CH}_2)_2-\text{Si}(\text{CH}_3)_2-(\text{CH}_2)_3-$ 、
 $-\text{CH}_2-\text{O}-(\text{CH}_2)_3-\text{Si}(\text{CH}_3)_2-(\text{CH}_2)_2-\text{Si}(\text{CH}_3)_2-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_2-$ 、
 $-\text{OCH}_2-$ 、
 $-\text{O}(\text{CH}_2)_3-$ 、
 $-\text{OCFHCF}_2-$ 、
 1, 3-フェニレン、
 $-(1, 3\text{-フェニレン})-\text{Si}(\text{CH}_3)_2-(\text{CH}_2)_2-$
 などが挙げられる。

[0124] 上記の中では、X¹は、
 単結合、

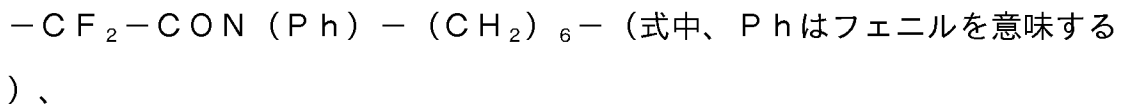
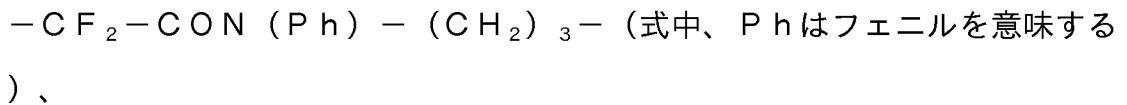
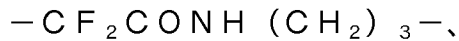
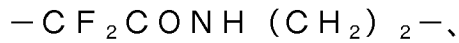
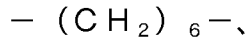
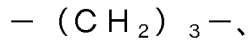
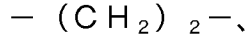
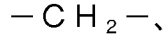
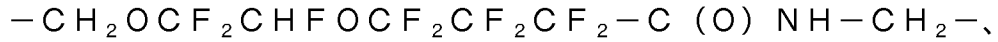


- (CH₂)₅-、
- (CH₂)₆-、
- CF₂-、
- (CF₂)₂-、
- CF₂-CH₂-、
- CF₂- (CH₂)₂-、
- CF₂- (CH₂)₃-、
- CF₂- (CH₂)₄-、
- CF₂- (CH₂)₅-、
- CF₂- (CH₂)₆-、
- CF₂CONH-、
- CF₂CONHCH₂-、
- CF₂CONH (CH₂)₂-、
- CF₂CONH (CH₂)₃-、
- CF₂CONH (CH₂)₆-、
- CF₂-CON (CH₃) - (CH₂)₃-、
- CF₂-CON (Ph) - (CH₂)₃- (式中、Phはフェニルを意味する)
)、
- CF₂-CON (CH₃) - (CH₂)₆-、
- CF₂-CON (Ph) - (CH₂)₆- (式中、Phはフェニルを意味する)
)、
- (CH₂)₂NH (CH₂)₃-、
- (CH₂)₆NH (CH₂)₃-、
- CH₂O-CONH- (CH₂)₃-、
- CH₂O-CONH- (CH₂)₆-、
- OCH₂-、
- O (CH₂)₃-、又は
- OCFHCFCF₂-、

であることが好ましい。

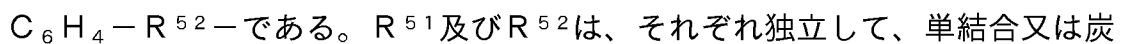
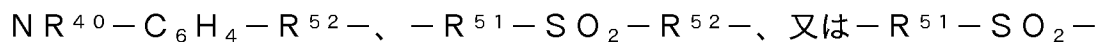
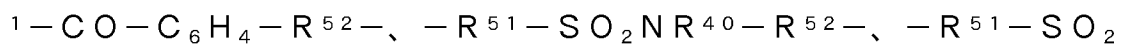
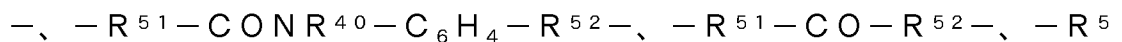
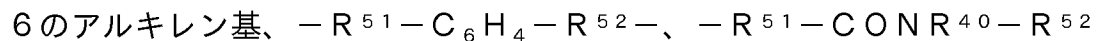
[0125] 上記の中では、より好ましくは、 X^1 は、

単結合、



である。

[0126] 一の態様において、 X^1 は、 $X^{e'}$ を表す。 $X^{e'}$ は、単結合、炭素原子数1～



素原子数_{1~6}のアルキレン基（但し、R⁵¹が—CONR⁴⁰—と連結する場合、R⁵¹は単結合ではない）を表し、好ましくは単結合又は炭素原子数1~3のアルキレン基である。R⁴⁰は上記と同意義である。上記アルキレン基は、置換又は非置換であり、好ましくは非置換である。上記アルキレン基の置換基としては、例えばハロゲン原子、好ましくはフッ素原子を挙げることができる。上記アルキレン基は、直鎖状又は分枝鎖状であり、直鎖状であることが好ましい。

[0127] 好ましい態様において、X^{e'}は、

単結合、

—X^f—、

炭素原子数1~6、好ましくは炭素原子数1~3のアルキレン基、

—X^f—C₁₋₆アルキレン基、好ましくは—X^f—C₁₋₃アルキレン基、より好ましくは—X^f—C₁₋₂アルキレン基、

—C₆H₄—R^{52'}—、

—R^{52'}—、

—C₆H₄—R^{52'}—、

—X^f—CONR^{4'}—R^{52'}—、

—X^f—CONR^{4'}—C₆H₄—R^{52'}—、

—CO—R^{52'}—、

—CO—C₆H₄—R^{52'}—、

—SO₂NR^{4'}—R^{52'}—、

—SO₂NR^{4'}—C₆H₄—R^{52'}—、

—SO₂—R^{52'}—、

—SO₂—C₆H₄—R^{52'}—、

—R^{51'}—C₆H₄—、

—R^{51'}—CONR^{4'}—、

—R^{51'}—CONR^{4'}—C₆H₄—、

—R^{51'}—CO—、

$-R^{51'}-CO-C_6H_4-$ 、
 $-R^{51'}-SO_2NR^{4'}-$ 、
 $-R^{51'}-SO_2NR^{4'}-C_6H_4-$ 、
 $-R^{51'}-SO_2-$ 、
 $-R^{51'}-SO_2-C_6H_4-$ 、
 $-C_6H_4-$ 、
 $-X^f-CONR^{4'}-$ 、
 $-X^f-CONR^{4'}-C_6H_4-$ 、
 $-CO-$ 、
 $-CO-C_6H_4-$ 、
 $-SO_2NR^{4'}-$ 、
 $-SO_2NR^{4'}-C_6H_4-$ 、
 $-SO_2-$ 、又は
 $-SO_2-C_6H_4-$

(式中、 $R^{51'}$ 及び $R^{52'}$ は、それぞれ独立して、炭素原子数 1～6、好ましくは炭素原子数 1～3 の直鎖のアルキレン基である。上記したように、上記アルキレン基は、置換又は非置換であり、上記アルキレン基の置換基としては、例えばハロゲン原子、好ましくはフッ素原子を挙げることができる。 $R^{4'}$ は、水素原子又はメチル基である。)

であり得る。

[0128] 上記の中で、 $X^{e'}$ は、好ましくは、

$-X^f-$ 、

炭素原子数 1～6、好ましくは炭素原子数 1～3 のアルキレン基、

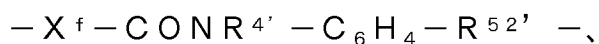
$-X^f-C_{1-6}$ アルキレン基、好ましくは $-X^f-C_{1-3}$ アルキレン基、より好

ましくは $-X^f-C_{1-2}$ アルキレン基、

$-R^{52'}-$ 、

$-C_6H_4-R^{52'}-$ 、

$-X^f-CONR^{4'}-R^{52'}-$ 、

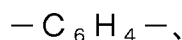
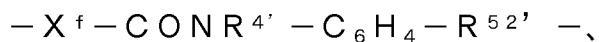
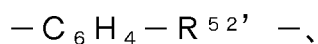
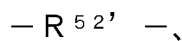


であり得る。式中、 X^f 、 $\text{R}^{51'}$ 及び $\text{R}^{52'}$ は、それぞれ上記と同意義である

。

[0129] 上記の中で、 $X^{e'}$ は、より好ましくは、

単結合、



であり得る。

[0130] 本態様において、 $X^{e'}$ の具体例としては、例えば、

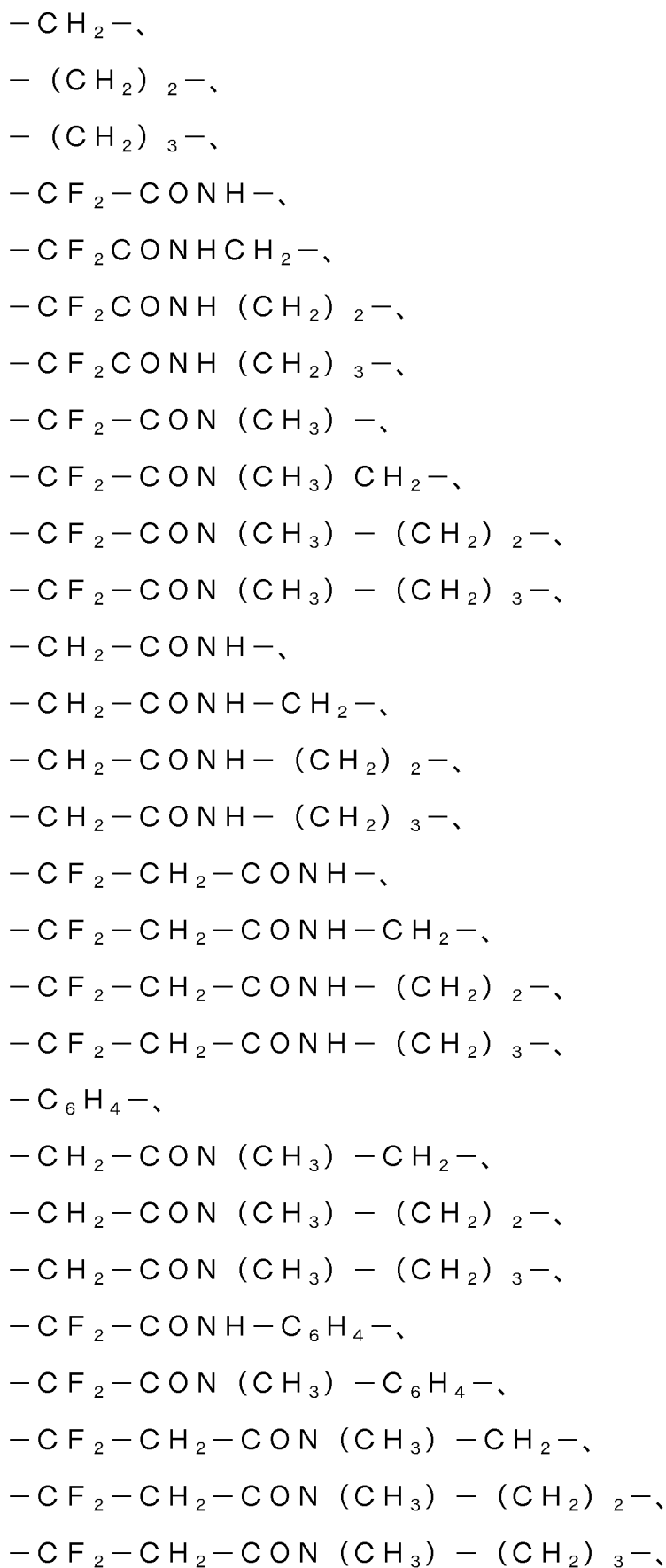
単結合、

炭素原子数 1～6 のアルキレン基、

炭素原子数 1～6 のパーフルオロアルキレン基（例えば、 $-\text{CF}_2-$ 、 $-(\text{CF}_2)_2-$

等）、

$-\text{CF}_2-\text{C}_{1-6}$ アルキレン基、



$-\text{CF}_2-\text{CON}(\text{CH}_3)-\text{C}_6\text{H}_4-$ 、
 $-\text{CO}-$ 、
 $-\text{CO}-\text{C}_6\text{H}_4-$ 、
 $-\text{C}_6\text{H}_4-$ 、
 $-\text{SO}_2\text{NH}-$ 、
 $-\text{SO}_2\text{NH}-\text{CH}_2-$ 、
 $-\text{SO}_2\text{NH}-(\text{CH}_2)_2-$ 、
 $-\text{SO}_2\text{NH}-(\text{CH}_2)_3-$ 、
 $-\text{SO}_2\text{NH}-\text{C}_6\text{H}_4-$ 、
 $-\text{SO}_2\text{N}(\text{CH}_3)-$ 、
 $-\text{SO}_2\text{N}(\text{CH}_3)-\text{CH}_2-$ 、
 $-\text{SO}_2\text{N}(\text{CH}_3)-(\text{CH}_2)_2-$ 、
 $-\text{SO}_2\text{N}(\text{CH}_3)-(\text{CH}_2)_3-$ 、
 $-\text{SO}_2\text{N}(\text{CH}_3)-\text{C}_6\text{H}_4-$ 、
 $-\text{SO}_2-$ 、
 $-\text{SO}_2-\text{CH}_2-$ 、
 $-\text{SO}_2-(\text{CH}_2)_2-$ 、
 $-\text{SO}_2-(\text{CH}_2)_3-$ 、又は
 $-\text{SO}_2-\text{C}_6\text{H}_4-$
 などが挙げられる。

[0131] 上記列挙の中で、好ましいX^{e'}としては、

単結合、

炭素原子数1～6のアルキレン基、

炭素原子数1～6のパーフルオロアルキレン基（例えば、 $-\text{CF}_2-$ 、 $-(\text{CF}_2)_2-$

等）、

$-\text{CF}_2-\text{C}_{1-6}$ アルキレン基、

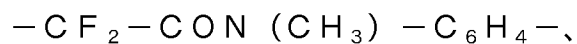
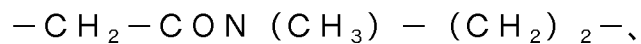
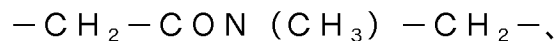
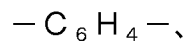
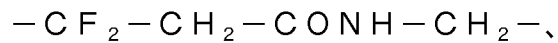
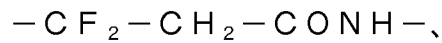
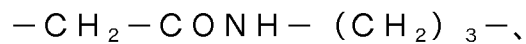
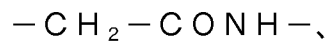
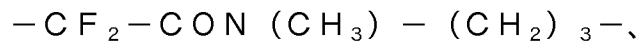
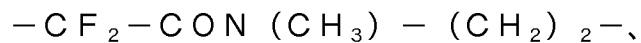
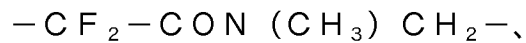
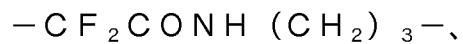
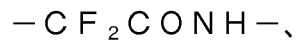
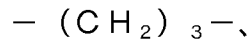
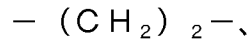
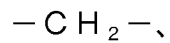
$-\text{CH}_2-$ 、

- (CH₂)₂-、
- (CH₂)₃-、
- CF₂CONH-、
- CF₂CONHCH₂-、
- CF₂CONH(CH₂)₂-、
- CF₂CONH(CH₂)₃-、
- CF₂-CON(CH₃)-、
- CF₂-CON(CH₃)CH₂-、
- CF₂-CON(CH₃)-(CH₂)₂-、
- CF₂-CON(CH₃)-(CH₂)₃-、
- CH₂-CONH-、
- CH₂-CONH-CH₂-、
- CH₂-CONH-(CH₂)₂-、
- CH₂-CONH-(CH₂)₃-、
- CF₂-CH₂-CONH-、
- CF₂-CH₂-CONH-CH₂-、
- CF₂-CH₂-CONH-(CH₂)₂-、
- CF₂-CH₂-CONH-(CH₂)₃-、
- C₆H₄-、
- CH₂-CON(CH₃)-CH₂-、
- CH₂-CON(CH₃)-(CH₂)₂-、
- CH₂-CON(CH₃)-(CH₂)₃-、
- CF₂-CONH-C₆H₄-、
- CF₂-CON(CH₃)-C₆H₄-、
- CF₂-CH₂-CON(CH₃)-CH₂-、
- CF₂-CH₂-CON(CH₃)-(CH₂)₂-、
- CF₂-CH₂-CON(CH₃)-(CH₂)₃-、
- CF₂-CON(CH₃)-C₆H₄-、

などが挙げられる。

[0132] 上記列挙の中で、より好ましいX^{e'}としては、

単結合、



$-CF_2-CH_2-CON(CH_3)-CH_2-$ 、
 $-CF_2-CH_2-CON(CH_3)-(CH_2)_2-$ 、
 $-CF_2-CH_2-CON(CH_3)-(CH_2)_3-$ 、又は
 $-CF_2-CON(CH_3)-C_6H_4-$ 、
 などが挙げられる。

[0133] 一の態様において、 X^e は、単結合である。

[0134] さらに別の態様において、 X^1 は、式： $-(R^{16})_x-(CFR^{17})_y-(CH_2)_z-$ で表される基である。式中、 x 、 y 及び z は、それぞれ独立して、 $0 \sim 10$ の整数であり、 x 、 y 及び z の和は 1 以上であり、括弧でくくられた各繰り返し単位の存在順序は式中において任意である。

[0135] 上記式中、 R^{16} は、各出現においてそれぞれ独立して、酸素原子、フェニレン、カルバゾリレン、 $-NR^{18}-$ (式中、 R^{18} は、水素原子又は有機基を表す) 又は 2 価の有機基である。好ましくは、 R^{16} は、酸素原子又は 2 価の極性基である。

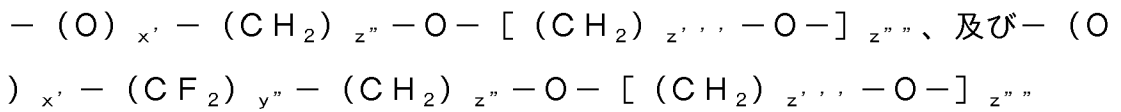
[0136] 上記「 2 価の極性基」としては、特に限定されないが、 $-C(O)-$ 、及び $-C(=NR^{19})-$ (式中、 R^{19} は、水素原子又は低級アルキル基を表す) が挙げられる。当該「低級アルキル基」は、例えば、炭素原子数 $1 \sim 6$ のアルキル基、例えばメチル基、エチル基、 n -プロピル基であり、これらは、 1 個又はそれ以上のフッ素原子により置換されていてもよい。

[0137] 上記式中、 R^{17} は、各出現においてそれぞれ独立して、水素原子、フッ素原子又は低級フルオロアルキル基であり、好ましくはフッ素原子である。当該「低級フルオロアルキル基」は、例えば、炭素原子数 $1 \sim 6$ 、好ましくは炭素原子数 $1 \sim 3$ のフルオロアルキル基、好ましくは炭素原子数 $1 \sim 3$ のパーフルオロアルキル基、より好ましくはトリフルオロメチル基、ペンタフルオロエチル基、さらに好ましくはトリフルオロメチル基である。

[0138] この態様において、 X^1 は、好ましくは、式： $-(O)_x-(CF_2)_y-(CH_2)_z-$ (式中、 x 、 y 及び z は、上記と同意義であり、括弧でくくられた各繰り返し単位の存在順序は式中において任意である) で表される基であ

る。

[0139] 上記式： $-(O)_x-(CF_2)_y-(CH_2)_z-$ で表される基としては、例えば、



(式中、 x' は0又は1であり、 y'' 、 z'' 及び z''' は、それぞれ独立して、1～10の整数であり、 z'''' は、0又は1である)で表される基が挙げられる。なお、これらの基は左端がPFPE側に結合する。

[0140] 別の好ましい態様において、 X^1 は、 $-O-CFR^{20}-(CF_2)_{e'}$ である。

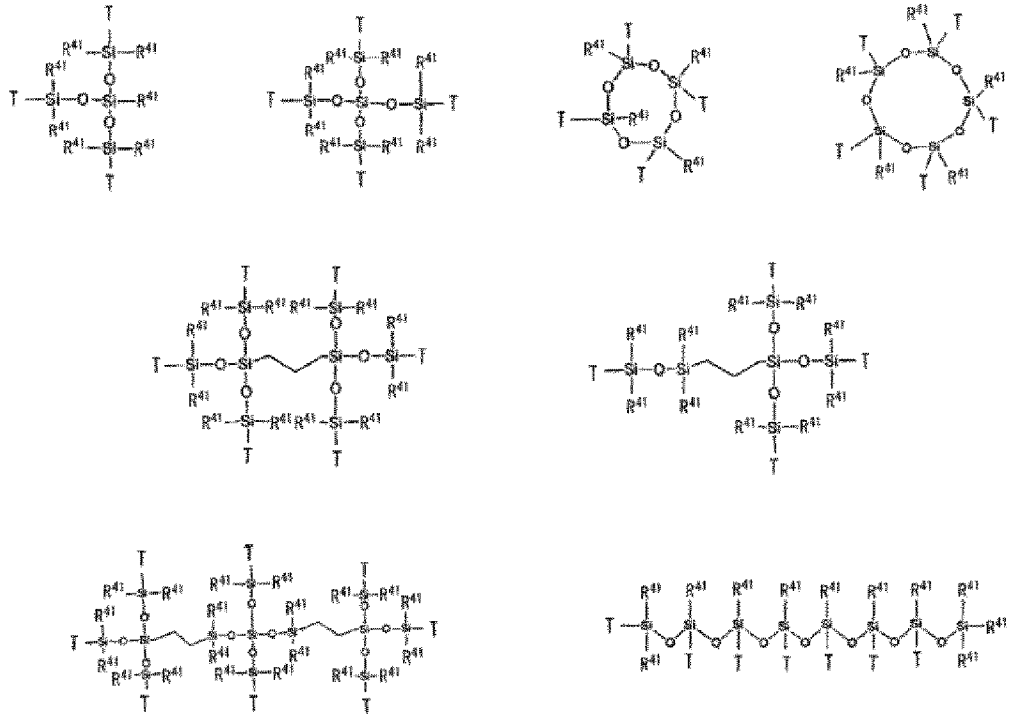
[0141] 上記 R^{20} は、それぞれ独立して、フッ素原子又は低級フルオロアルキル基を表す。ここで低級フルオロアルキル基は、例えば炭素原子数1～3のフルオロアルキル基、好ましくは炭素原子数1～3のパーフルオロアルキル基、より好ましくはトリフルオロメチル基、ペンタフルオロエチル基、更に好ましくはトリフルオロメチル基である。

[0142] 上記 e' は、それぞれ独立して、0又は1である。

[0143] 一の具体例において、 R^{20} はフッ素原子であり、 e' は1である。

[0144] さらに別の態様において、 X^1 基の例として、下記の基が挙げられる：

[化13]



[式中、

R⁴¹は、それぞれ独立して、水素原子、フェニル基、炭素原子数1～6のアルキル基、又はC₁₋₆アルコキシ基、好ましくはメチル基であり；

各X¹基において、Tのうち一つは、分子主鎖のPFPE¹に連結するアミド結合に結合する以下の基：

- CH₂O(CH₂)₂-、
- CH₂O(CH₂)₃-、
- CF₂O(CH₂)₃-、
- CH₂-、
- (CH₂)₂-、
- (CH₂)₃-、
- (CH₂)₄-、又は
- (1,3-フェニレン)-Si(R⁴²)₂-(CH₂)₂-

[式中、R⁴²は、それぞれ独立して、水素原子、C₁₋₆のアルキル基又はC₁

–₆のアルコキシ基、好ましくはメチル基又はメトキシ基、より好ましくはメチル基を表す。]

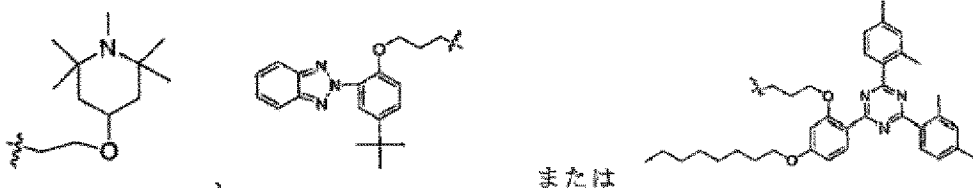
であり、別のTのいくつかは、分子主鎖のPFPEと反対の基に結合する–(CH₂)_n–(nは2～6の整数)であり、存在する場合、残りのTは、それぞれ独立して、メチル基、フェニル基、C₁₋₆アルコキシ基又はラジカル捕捉基もしくは紫外線吸収基であり得る。なお、上記態様においても、X¹として記載している基において、左側がPFPE¹で表される基に連結するアミド結合に、右側がPFPE¹で表される基の逆側に、それぞれ結合する。

[0145] ラジカル捕捉基は、光照射で生じるラジカルを捕捉できるものであれば特に限定されないが、例えばベンゾフェノン類、ベンゾトリアゾール類、安息香酸エステル類、サリチル酸フェニル類、クロトン酸類、マロン酸エステル類、オルガノアクリレート類、ヒンダードアミン類、ヒンダードフェノール類、又はトリアジン類の残基が挙げられる。

[0146] 紫外線吸収基は、紫外線を吸収できるものであれば特に限定されないが、例えばベンゾトリアゾール類、ヒドロキシベンゾフェノン類、置換及び未置換安息香酸もしくはサリチル酸化合物のエステル類、アクリレート又はアルコキシシナメート類、オキサミド類、オキサニリド類、ベンゾキサジノン類、ベンゾキサゾール類の残基が挙げられる。

[0147] 好ましい態様において、好ましいラジカル捕捉基又は紫外線吸収基としては、

[化14]



が挙げられる。

[0148] 上記式(A)中、X²は、各出現においてそれぞれ独立して、単結合又は2

アルキル基であり；

e' は、各出現においてそれぞれ独立して、0又は1であり；

X^2 は、 $-(CH_2)_u-$ であり；

u は、各出現においてそれぞれ独立して、0～2の整数であり；

t は、各出現においてそれぞれ独立して、2～10の整数であり；

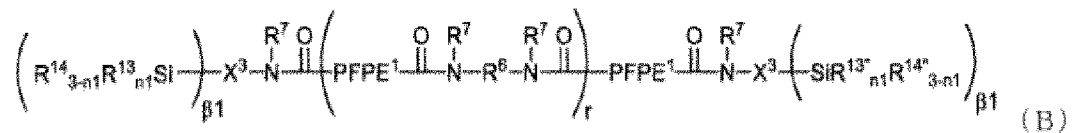
r は、1以上の整数である。]

で表される化合物である。

[0151] 上記式 (A) で表される化合物は、例えば、 $-PFPE^1-$ 部分に対応するパーフルオロ (ポリ) エーテル誘導体を原料として、末端にヨウ素を導入した後、 $-CH_2CR^{12}(X^2-SiR^{13}_{n1}R^{14}_{3-n1})-$ に対応するビニルモノマーを反応させることにより得ることができる。

[0152] 式 (B) :

[化16]



[0153] 上記式 (B) 中、 $PFPE^1$ 、 R^6 、 R^7 、 r 、 R^{13} 、 $R^{13''}$ 、 R^{14} 、 $R^{14''}$ 及び $n1$ は、上記式 (A) に関する記載と同意義である。

[0154] 上記式 (B) において、水酸基及び加水分解可能な基からなる群より選ばれる少なくとも1の基と結合したSi原子とは、 $n1$ が1～3の整数であり、かつ $(SiR^{13}_{n1}R^{14}_{3-n1})$ 又は $(-SiR^{13''}_{n1}R^{14''}_{3-n1})$ に含まれるSi原子を示す。

[0155] 上記式中、 $n1$ は、 $(-SiR^{13}_{n1}R^{14}_{3-n1})$ 単位毎又は $(-SiR^{13''}_{n1}R^{14''}_{3-n1})$ 単位毎に独立して、0～3の整数であり、好ましくは1～3であり、より好ましくは3である。式中、少なくとも2つの $n1$ が1～3の整数であり、即ち、すべての $n1$ が同時に0になることはない。即ち、式中、少なくとも2つは R^{13} 又は $R^{13''}$ が存在する。即ち、式 (B) において、 n

1が1以上である $-SiR^{13}_{n1}R^{14}_{3-n1}$ 構造（即ち、 $-SiR^{13}$ 部分）及び $n1$ が1以上である $-SiR^{13'}_{n1}R^{14'}_{3-n1}$ 構造（即ち、 $-SiR^{13'}$ 部分）からなる群より選ばれる構造が少なくとも2つ存在する。

[0156] より好ましくは、式（B）においては、水酸基又は加水分解可能な基に結合したSiがフルオロポリエーテル基含有シラン化合物の分子主鎖の両末端にそれぞれ少なくとも1存在する。即ち、 $-SiR^{13}$ 部分が少なくとも1つ存在し、かつ $-SiR^{13'}$ 部分が少なくとも1つ存在する。

[0157] 上記式中、 X^3 は、それぞれ独立して、2～10価の有機基を表す。すなわち、 X^3 は、上記一般式の R^5 に対応する。当該 X^3 は、式（B）で表される化合物において、主に撥水性及び表面滑り性等を提供するパーフルオロ（ポリ）エーテル部（即ち、 $-PFPE1$ 部）と、基材との結合能を提供するシラン部（具体的には、 $-SiR^{13}_{n1}R^{14}_{3-n1}$ 又は $-SiR^{13'}_{n1}R^{14'}_{3-n1}$ ）とを連結するリンカーと解される。従って、当該 X^3 は、式（B）で表される化合物が安定に存在し得るものであれば、いずれの有機基であってもよい。なお、本明細書において、 X^3 として記載している構造は、左側が $PFPE1$ で表される基に連結するアミド結合に、右側が $\beta 1$ を付して括弧でくくられた基に、それぞれ結合する。

[0158] 別の態様において、 X^3 は、 X^e を表す。 X^e は、上記と同意義である。

[0159] 上記式中の $\beta 1$ は、1～9の整数であり、 X^3 の価数に応じて変化し得る。式（B）において、 $\beta 1$ は X^3 の価数の値から1を引いた値である。 X^3 が単結合であるときには、 $\beta 1$ は1である。

[0160] 上記 X^3 は、好ましくは2～7価、より好ましくは2～4価、さらに好ましくは2価の有機基である。

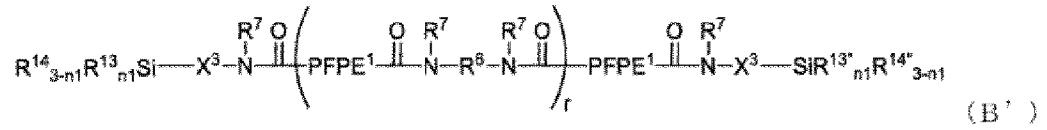
[0161] 一の態様において、 X^3 は2～4価の有機基であり、 $\beta 1$ は1～3である。

[0162] 別の態様において、 X^3 は2価の有機基であり、 $\beta 1$ は1である。この場合、式（B）

は、下記式（B'）で表される。

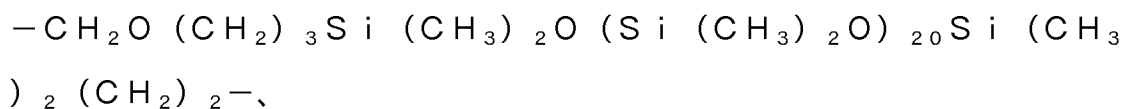
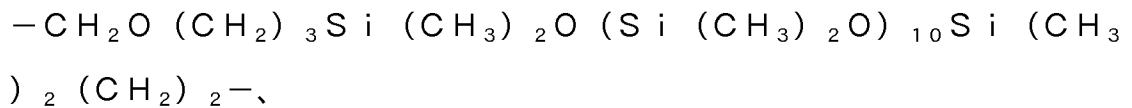
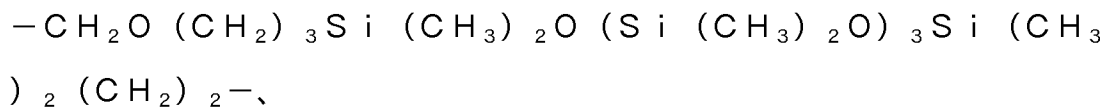
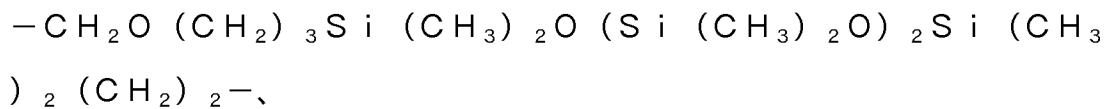
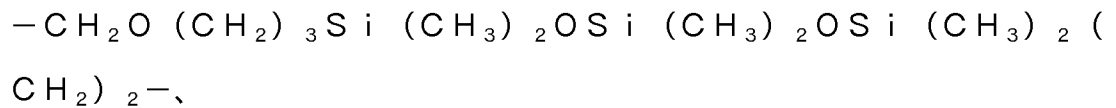
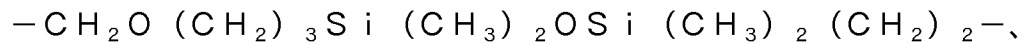
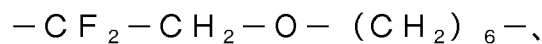
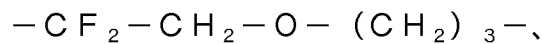
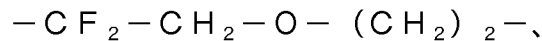
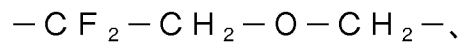
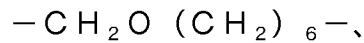
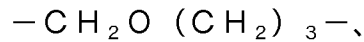
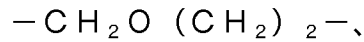
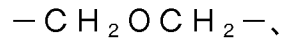
[0163]

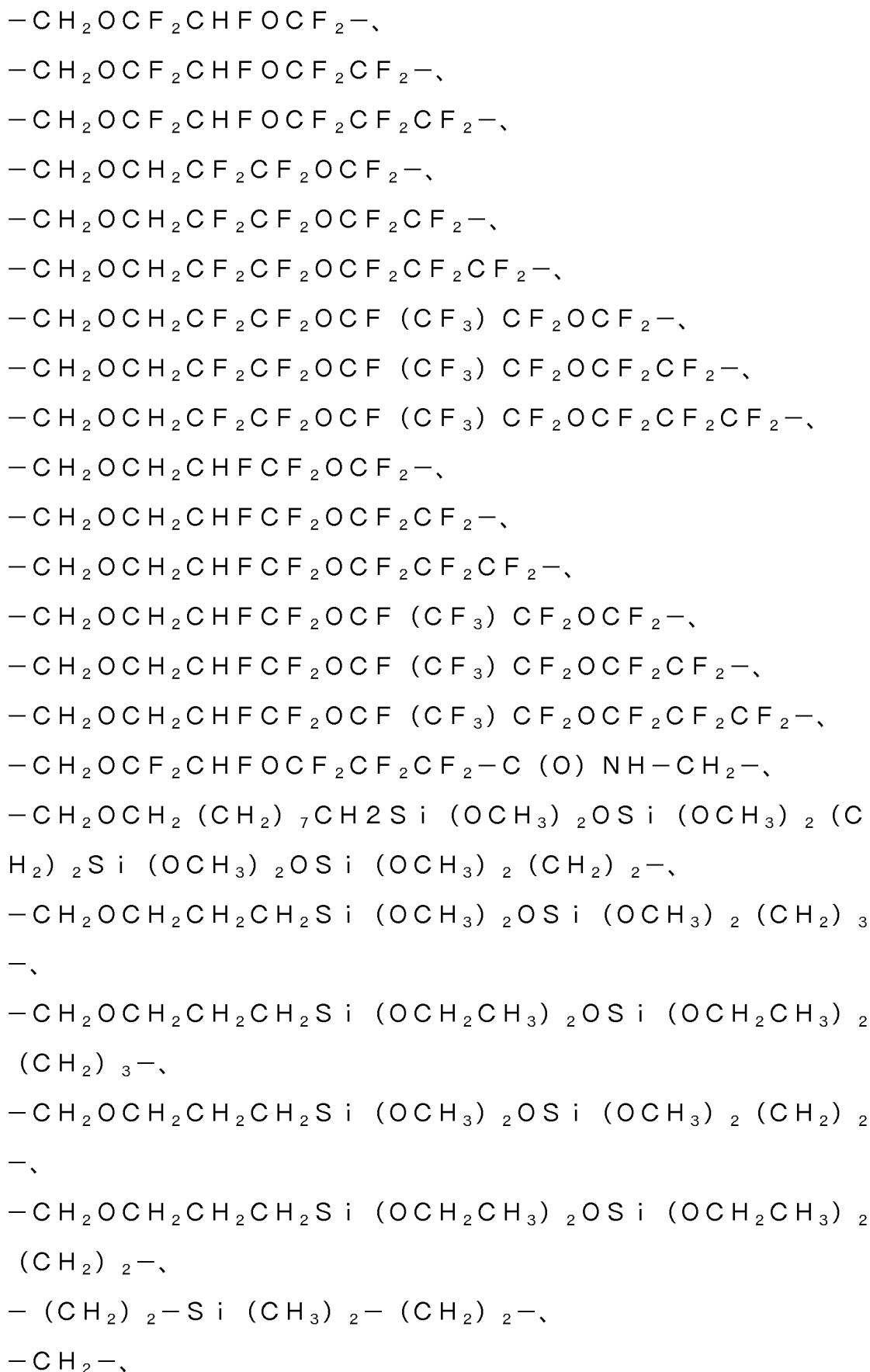
[化17]



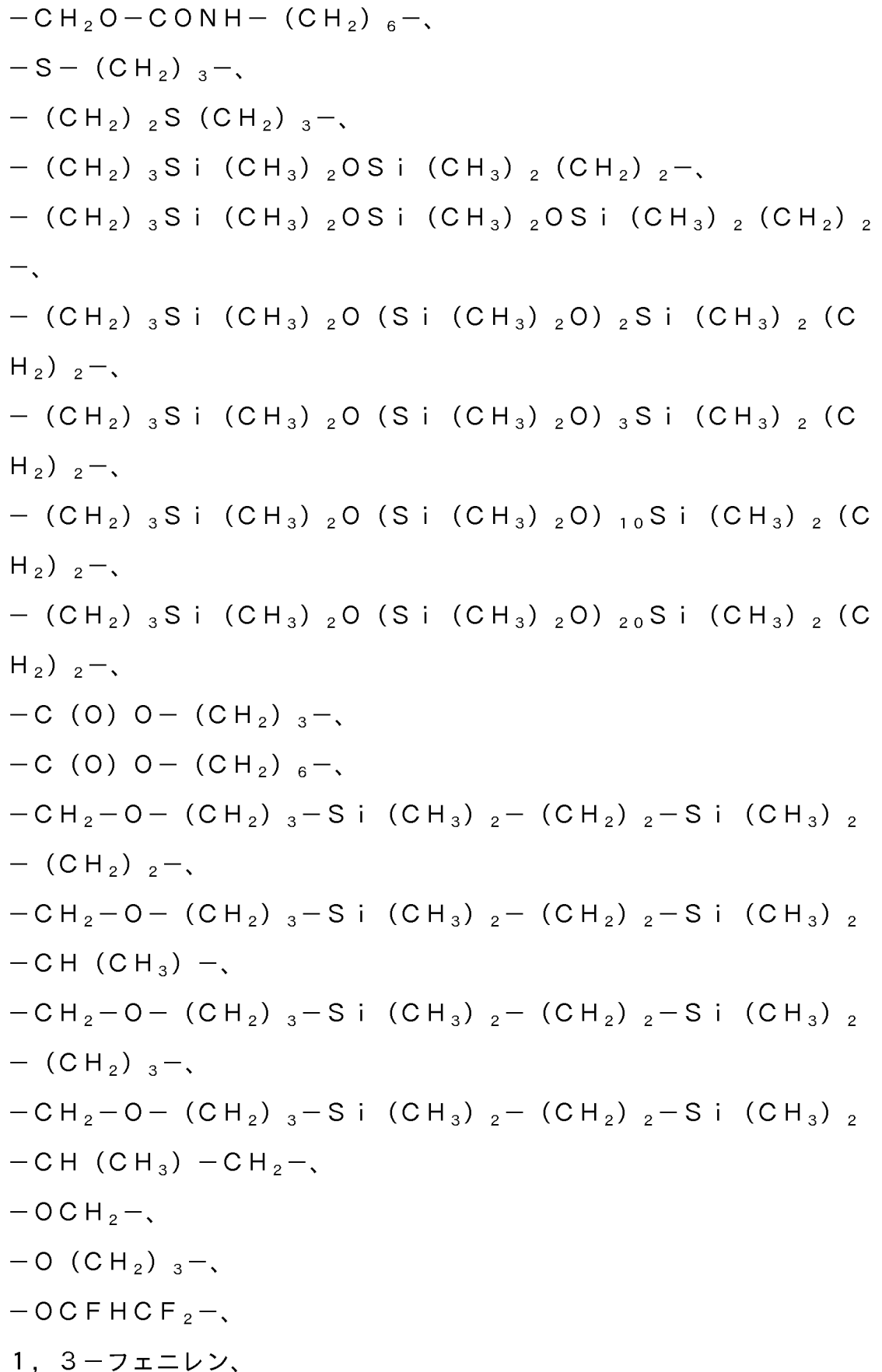
[0164] 上記X³の例としては、PFPE¹基に連結するアミド基と結合を形成するもので化合物を安定に調製可能なものあれば特に限定するものではないが、例えば、X¹に関して記載したものと同様のもので、単結合以外のものが挙げられる。

[0165] 中でも、好ましい具体的なX³は、





- (CH₂)₂-、
- (CH₂)₃-、
- (CH₂)₄-、
- (CH₂)₅-、
- (CH₂)₆-、
- CF₂-、
- (CF₂)₂-、
- CF₂-CH₂-、
- CF₂-(CH₂)₂-、
- CF₂-(CH₂)₃-、
- CF₂-(CH₂)₄-、
- CF₂-(CH₂)₅-、
- CF₂-(CH₂)₆-、
- CO-、
- CF₂CONH-、
- CF₂CONHCH₂-、
- CF₂CONH(CH₂)₂-、
- CF₂CONH(CH₂)₃-、
- CF₂CONH(CH₂)₆-、
- CF₂-CON(CH₃)-(CH₂)₃-、
- CF₂-CON(Ph)-(CH₂)₃- (式中、Phはフェニルを意味する)
)、
- CF₂-CON(CH₃)-(CH₂)₆-、
- CF₂-CON(Ph)-(CH₂)₆- (式中、Phはフェニルを意味する)
)、
- (CH₂)₂NH(CH₂)₃-、
- (CH₂)₆NH(CH₂)₃-、
- CH₂O-CONH-(CH₂)₃-、



— (1, 3-フェニレン) — Si (CH₃)₂ — (CH₂)₂ —
 などが挙げられる。

[0166] 上記の中では、X³は、

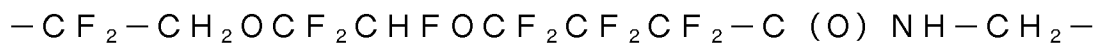
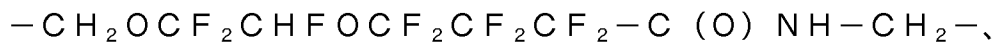
— CH₂OCH₂—、
 — CH₂O (CH₂)₂—、
 — CH₂O (CH₂)₃—、
 — CH₂O (CH₂)₆—、
 — CF₂—CH₂—O—CH₂—、
 — CF₂—CH₂—O— (CH₂)₂—、
 — CF₂—CH₂—O— (CH₂)₃—、
 — CF₂—CH₂—O— (CH₂)₆—、
 — CH₂OCF₂CHFOCF₂—、
 — CH₂OCF₂CHFOCF₂CF₂—、
 — CH₂OCF₂CHFOCF₂CF₂CF₂—、
 — CH₂OCH₂CF₂CF₂OCF₂—、
 — CH₂OCH₂CF₂CF₂OCF₂CF₂—、
 — CH₂OCH₂CF₂CF₂OCF₂CF₂CF₂—、
 — CH₂OCH₂CF₂CF₂OCF (CF₃) CF₂OCF₂—、
 — CH₂OCH₂CF₂CF₂OCF (CF₃) CF₂OCF₂CF₂—、
 — CH₂OCH₂CF₂CF₂OCF (CF₃) CF₂OCF₂CF₂CF₂—、
 — CH₂OCH₂CHFCF₂OCF₂—、
 — CH₂OCH₂CHFCF₂OCF₂CF₂—、
 — CH₂OCH₂CHFCF₂OCF₂CF₂CF₂—、
 — CH₂OCH₂CHFCF₂OCF (CF₃) CF₂OCF₂—、
 — CH₂OCH₂CHFCF₂OCF (CF₃) CF₂OCF₂CF₂—、
 — CH₂OCH₂CHFCF₂OCF (CF₃) CF₂OCF₂CF₂CF₂—、
 — CH₂OCF₂CHFOCF₂CF₂CF₂—C (O) NH—CH₂—、
 — CF₂—CH₂OCF₂CHFOCF₂CF₂CF₂—C (O) NH—CH₂—

- 、
- CH₂-、
 - (CH₂)₂-、
 - (CH₂)₃-、
 - (CH₂)₄-、
 - (CH₂)₅-、
 - (CH₂)₆-、
 - CF₂-、
 - (CF₂)₂-、
 - CF₂-CH₂-、
 - CF₂-(CH₂)₂-、
 - CF₂-(CH₂)₃-、
 - CF₂-(CH₂)₄-、
 - CF₂-(CH₂)₅-、
 - CF₂-(CH₂)₆-、
 - CF₂CONH-、
 - CF₂CONHCH₂-、
 - CF₂CONH(CH₂)₂-、
 - CF₂CONH(CH₂)₃-、
 - CF₂CONH(CH₂)₆-、
 - CF₂-CON(CH₃)-(CH₂)₃-、
 - CF₂-CON(Ph)-(CH₂)₃- (式中、Phはフェニルを意味する)
-)、
- CF₂-CON(CH₃)-(CH₂)₆-、
 - CF₂-CON(Ph)-(CH₂)₆- (式中、Phはフェニルを意味する)
-)、
- (CH₂)₂NH(CH₂)₃-、
 - (CH₂)₆NH(CH₂)₃-、

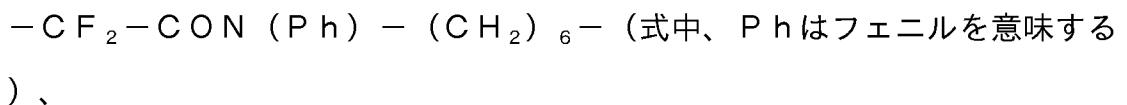
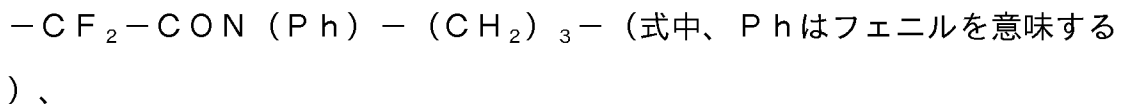
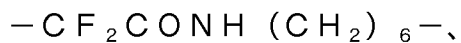
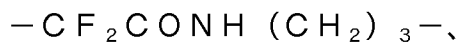
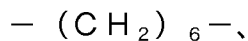
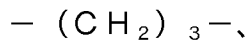
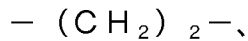
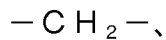


であることが好ましい。

[0167] 上記の中では、より好ましくは、 X^3 は、



、



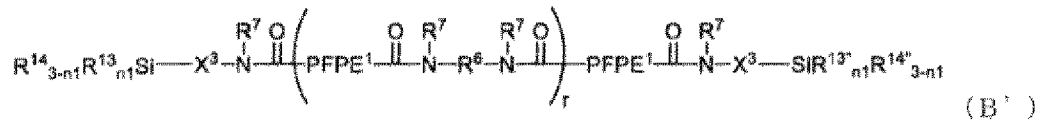
である。

[0168] 別の好ましい態様において、 X^3 は、 $X^{e'}$ を表す。 $X^{e'}$ は、単結合が除外されるほかは上記と同意義である。

[0169] 一の態様において、式(B)において、水酸基又は加水分解可能な基に結合したSiが少なくとも2つ存在する。即ち、式(B)において、 $-SiR^1$ ³部分が少なくとも2つ存在する。

[0170] 好ましい式(B)で示される化合物は、下記式(B') :

[化18]



[式中 :

PFPE¹、R⁶、R⁷、及びrは、上記定義のとおりであり ;

R¹³は、各出現においてそれぞれ独立して、水酸基又は加水分解可能な基を表し ;

R¹⁴は、各出現においてそれぞれ独立して、水素原子又は炭素原子数1~22のアルキル基を表し ;

R^{13''}、及びR^{14''}は、それぞれ、R¹³、及びR¹⁴と同意義であり ;

n1は、1~3の整数であり、好ましくは3であり ;

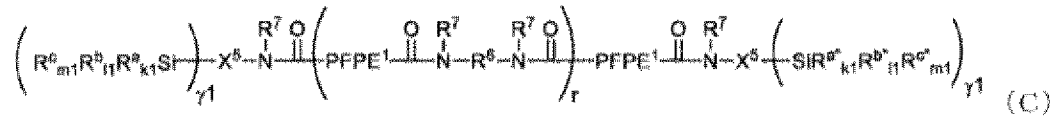
X³は、炭素数1~20のアルキレン基、 $-CH_2O(CH_2)_2-$ 、 $-CH_2O(CH_2)_3-$ 又は $-CH_2O(CH_2)_6-$ である。]

で表される化合物である。

[0171] 上記式(B)で表される化合物は、公知の方法、例えば特開2013-117012号公報に記載の方法又はその改良方法により製造することができる。

[0172] 式(C) :

[化19]



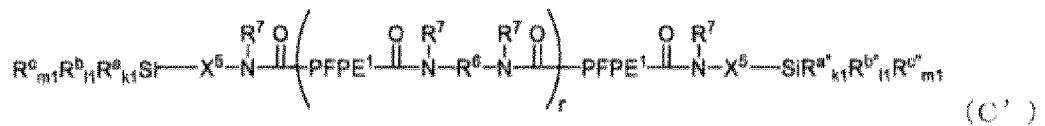
[0173] 上記式 (C) 中、PFPE¹、R⁶、R⁷、及び r は、上記式 (A) に関する記載と同意義である。

[0174] 上記式中、X⁵ は、それぞれ独立して、2~10 価の有機基を表す。すなわち、X⁵ は、上記一般式の R⁵ に対応する。当該 X⁵ は、式 (C) で表される化合物において、主に撥水性及び表面滑り性等を提供するパーフルオロ (ポリ) エーテル部 (即ち、-PFPE¹-部) と、基材との結合能を提供するシラン部 (具体的には、-Si R^a_{k1} R^b_{l1} R^c_{m1} 基、又は -Si R^{a''}_{k1} R^{b''}_{l1} R^{c''}_{m1} 基) とを連結するリンカーと解される。従って、当該 X⁵ は、式 (C) で表される化合物が安定に存在し得るものであれば、いずれの有機基であってもよい。なお、本明細書において、X⁵ として記載している構造は、左側が PFPE¹ で表される基に、右側が γ₁ を付して括弧でくくられた基に、それぞれ結合する。

[0175] 別の態様において、X⁵ は、X⁶ を表す。X⁶ は、上記と同意義である。

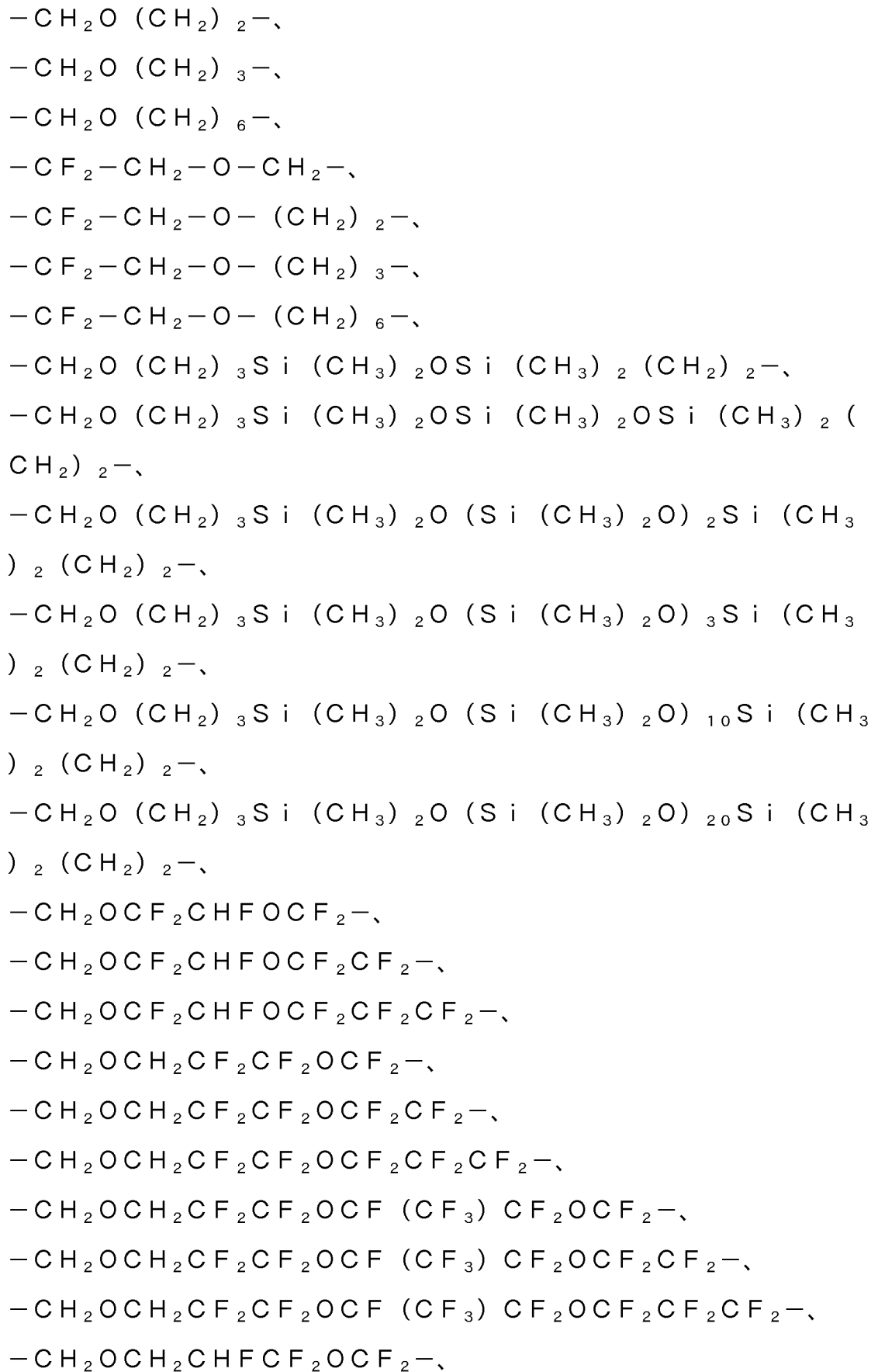
[0176] 別の態様において、式 (C) は、下記式 (C') で表される。

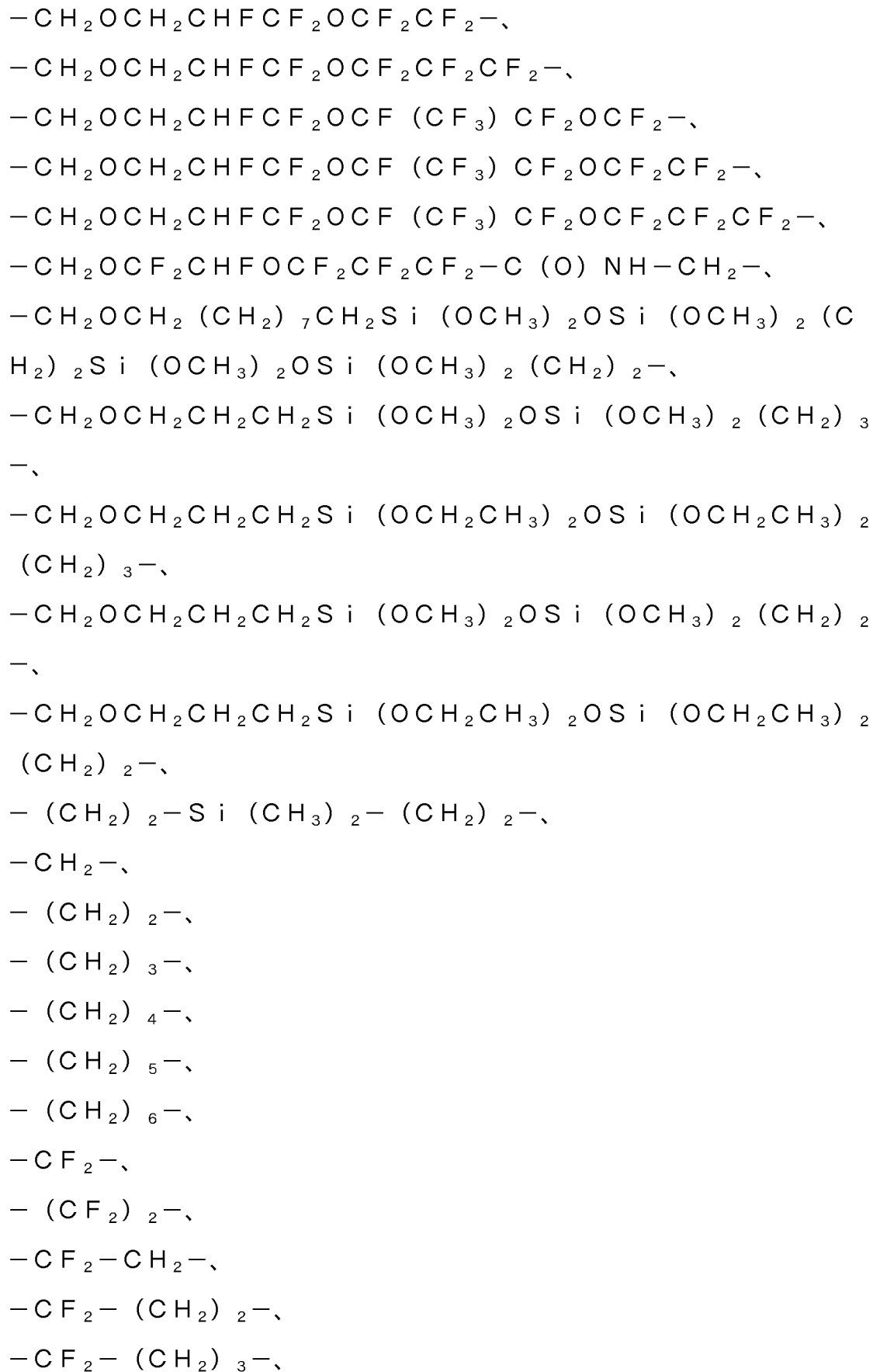
[化20]



[0177] 上記 X⁵ の例としては、PFPE¹ 基に連結するアミド基と結合を形成するもので化合物を安定に調製可能なものあれば特に限定するものではないが、例えば、X¹ に関して記載したものと同様のものが挙げられる。

[0178] 中でも、好ましい具体的な X⁵ は、
-CH₂OCH₂-、



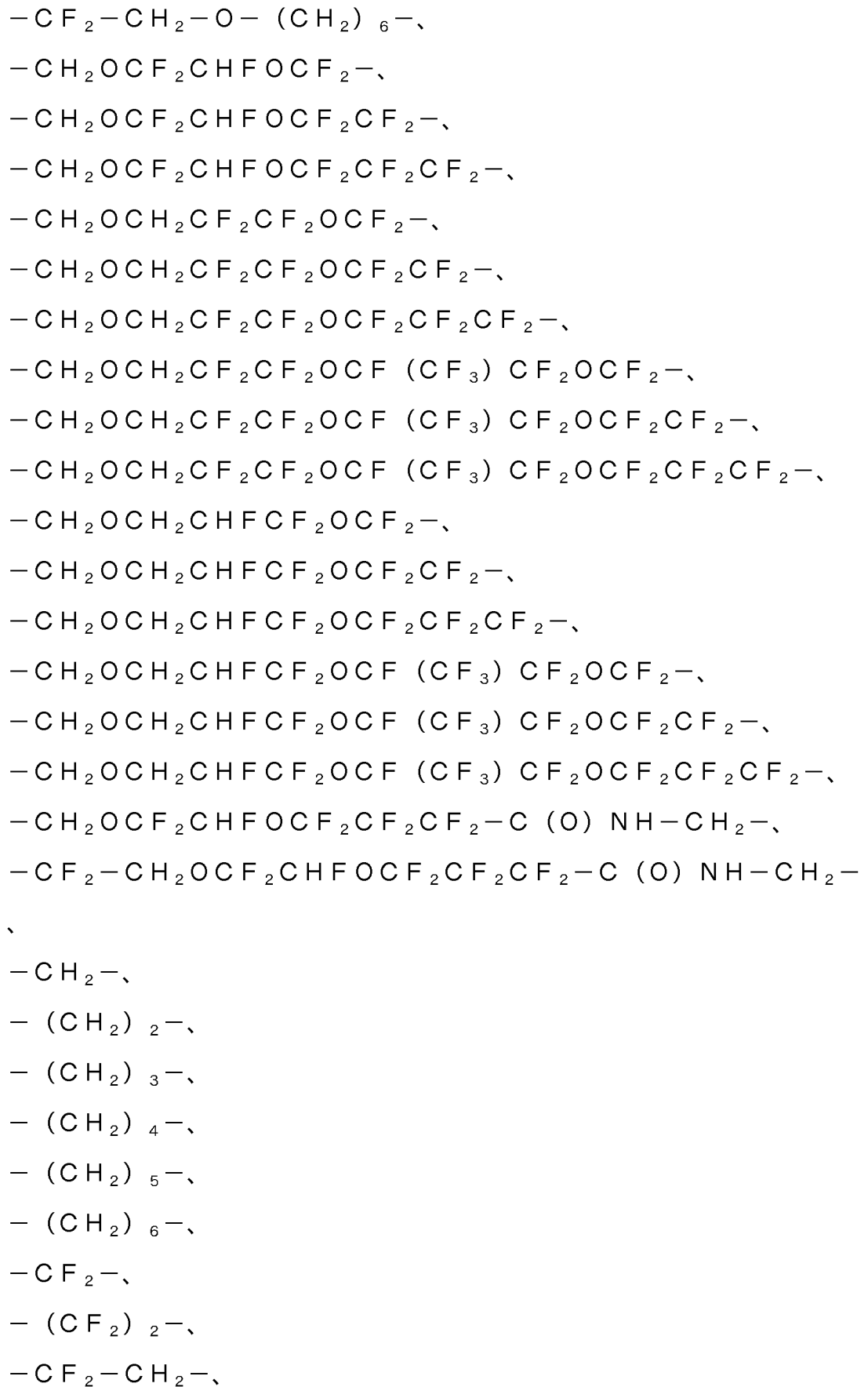


- CF₂-(CH₂)₄-、
- CF₂-(CH₂)₅-、
- CF₂-(CH₂)₆-、
- CO-、
- CF₂CONH-、
- CF₂CONHCH₂-、
- CF₂CONH(CH₂)₂-、
- CF₂CONH(CH₂)₃-、
- CF₂CONH(CH₂)₆-、
- CF₂-CON(CH₃)-(CH₂)₃-、
- CF₂-CON(Ph)-(CH₂)₃- (式中、Phはフェニルを意味する)
)、
- CF₂-CON(CH₃)-(CH₂)₆-、
- CF₂-CON(Ph)-(CH₂)₆- (式中、Phはフェニルを意味する)
)、
- (CH₂)₂NH(CH₂)₃-、
- (CH₂)₆NH(CH₂)₃-、
- CH₂O-CONH-(CH₂)₃-、
- CH₂O-CONH-(CH₂)₆-、
- S-(CH₂)₃-、
- (CH₂)₂S(CH₂)₃-、
- (CH₂)₃Si(CH₃)₂OSi(CH₃)₂(CH₂)₂-、
- (CH₂)₃Si(CH₃)₂OSi(CH₃)₂OSi(CH₃)₂(CH₂)₂
-、
- (CH₂)₃Si(CH₃)₂O(Si(CH₃)₂O)₂Si(CH₃)₂(C
H₂)₂-、
- (CH₂)₃Si(CH₃)₂O(Si(CH₃)₂O)₃Si(CH₃)₂(C
H₂)₂-、

$-(\text{CH}_2)_3\text{Si}(\text{CH}_3)_2\text{O}(\text{Si}(\text{CH}_3)_2\text{O})_{10}\text{Si}(\text{CH}_3)_2(\text{CH}_2)_2-$ 、
 $-(\text{CH}_2)_3\text{Si}(\text{CH}_3)_2\text{O}(\text{Si}(\text{CH}_3)_2\text{O})_{20}\text{Si}(\text{CH}_3)_2(\text{CH}_2)_2-$ 、
 $-\text{C}(\text{O})\text{O}-(\text{CH}_2)_3-$ 、
 $-\text{C}(\text{O})\text{O}-(\text{CH}_2)_6-$ 、
 $-\text{CH}_2-\text{O}-(\text{CH}_2)_3-\text{Si}(\text{CH}_3)_2-(\text{CH}_2)_2-\text{Si}(\text{CH}_3)_2-(\text{CH}_2)_2-$ 、
 $-\text{CH}_2-\text{O}-(\text{CH}_2)_3-\text{Si}(\text{CH}_3)_2-(\text{CH}_2)_2-\text{Si}(\text{CH}_3)_2-\text{CH}(\text{CH}_3)-$ 、
 $-\text{CH}_2-\text{O}-(\text{CH}_2)_3-\text{Si}(\text{CH}_3)_2-(\text{CH}_2)_2-\text{Si}(\text{CH}_3)_2-(\text{CH}_2)_3-$ 、
 $-\text{CH}_2-\text{O}-(\text{CH}_2)_3-\text{Si}(\text{CH}_3)_2-(\text{CH}_2)_2-\text{Si}(\text{CH}_3)_2-\text{CH}(\text{CH}_3)-\text{CH}_2-$ 、
 $-\text{OCH}_2-$ 、
 $-\text{O}(\text{CH}_2)_3-$ 、
 $-\text{OCFHCF}_2-$ 、
 1, 3-フェニレン、
 $-(1, 3\text{-フェニレン})\text{Si}(\text{CH}_3)_2-(\text{CH}_2)_2-$
 などが挙げられる。

[0179] 上記の中では、 X^5 は、好ましくは、

$-\text{CH}_2\text{OCH}_2-$ 、
 $-\text{CH}_2\text{O}(\text{CH}_2)_2-$ 、
 $-\text{CH}_2\text{O}(\text{CH}_2)_3-$ 、
 $-\text{CH}_2\text{O}(\text{CH}_2)_6-$ 、
 $-\text{CF}_2-\text{CH}_2-\text{O}-\text{CH}_2-$ 、
 $-\text{CF}_2-\text{CH}_2-\text{O}-(\text{CH}_2)_2-$ 、
 $-\text{CF}_2-\text{CH}_2-\text{O}-(\text{CH}_2)_3-$ 、



$-\text{CF}_2-(\text{CH}_2)_2-$ 、
 $-\text{CF}_2-(\text{CH}_2)_3-$ 、
 $-\text{CF}_2-(\text{CH}_2)_4-$ 、
 $-\text{CF}_2-(\text{CH}_2)_5-$ 、
 $-\text{CF}_2-(\text{CH}_2)_6-$ 、
 $-\text{CF}_2\text{CONH}-$ 、
 $-\text{CF}_2\text{CONHCH}_2-$ 、
 $-\text{CF}_2\text{CONH}(\text{CH}_2)_2-$ 、
 $-\text{CF}_2\text{CONH}(\text{CH}_2)_3-$ 、
 $-\text{CF}_2\text{CONH}(\text{CH}_2)_6-$ 、
 $-\text{CF}_2-\text{CON}(\text{CH}_3)-(\text{CH}_2)_3-$ 、
 $-\text{CF}_2-\text{CON}(\text{Ph})-(\text{CH}_2)_3-$ (式中、Phはフェニルを意味する)
)、
 $-\text{CF}_2-\text{CON}(\text{CH}_3)-(\text{CH}_2)_6-$ 、
 $-\text{CF}_2-\text{CON}(\text{Ph})-(\text{CH}_2)_6-$ (式中、Phはフェニルを意味する)
)、
 $-(\text{CH}_2)_2\text{NH}(\text{CH}_2)_3-$ 、
 $-(\text{CH}_2)_6\text{NH}(\text{CH}_2)_3-$ 、
 $-\text{CH}_2\text{O}-\text{CONH}-(\text{CH}_2)_3-$ 、
 $-\text{CH}_2\text{O}-\text{CONH}-(\text{CH}_2)_6-$ 、
 $-\text{OCH}_2-$ 、
 $-\text{O}(\text{CH}_2)_3-$ 、
 $-\text{OCFHCF}_2-$ 、
 であることが好ましい。

[0180] 上記の中では、より好ましくは、 X^5 は、

$-\text{CH}_2\text{OCF}_2\text{CHFOCF}_2\text{CF}_2\text{CF}_2-\text{C}(\text{O})\text{NH}-\text{CH}_2-$ 、
 $-\text{CF}_2-\text{CH}_2\text{OCF}_2\text{CHFOCF}_2\text{CF}_2\text{CF}_2-\text{C}(\text{O})\text{NH}-\text{CH}_2-$
 、

$-\text{CH}_2-$ 、 $-(\text{CH}_2)_2-$ 、
 $-(\text{CH}_2)_3-$ 、
 $-(\text{CH}_2)_6-$ 、
 $-\text{CF}_2\text{CONH}-$ 、
 $-\text{CF}_2\text{CONHCH}_2-$ 、
 $-\text{CF}_2\text{CONH}(\text{CH}_2)_2-$ 、
 $-\text{CF}_2\text{CONH}(\text{CH}_2)_3-$ 、
 $-\text{CF}_2\text{CONH}(\text{CH}_2)_6-$ 、
 $-\text{CF}_2-\text{CON}(\text{CH}_3)-(\text{CH}_2)_3-$ 、
 $-\text{CF}_2-\text{CON}(\text{Ph})-(\text{CH}_2)_3-$ (式中、Phはフェニルを意味する)
)、
 $-\text{CF}_2-\text{CON}(\text{CH}_3)-(\text{CH}_2)_6-$ 、
 $-\text{CF}_2-\text{CON}(\text{Ph})-(\text{CH}_2)_6-$ (式中、Phはフェニルを意味する)
)、
 $-(\text{CH}_2)_2\text{NH}(\text{CH}_2)_3-$ 、
 $-(\text{CH}_2)_6\text{NH}(\text{CH}_2)_3-$ 、
 である。

[0181] 別の好ましい態様において、 X^5 は、 $X^{e'}$ を表す。 $X^{e'}$ は、単結合が除外されるほかは上記と同意義である。

[0182] 上記式中、 R^a は、各出現においてそれぞれ独立して、 $-\text{Z}^3-\text{SiR}^{71}_{p1}\text{R}^{72}_{q1}\text{R}^{73}_{r1}$ を表す。

[0183] 式中、 Z^3 は、各出現においてそれぞれ独立して、酸素原子又は2価の有機基を表す。

[0184] 上記 Z^3 は、好ましくは、2価の有機基であり、式(C)における分子主鎖の末端のSi原子(R^a が結合しているSi原子)とシロキサン結合を形成するものを含まない。

[0185] 上記 Z^3 は、好ましくは、 C_{1-6} アルキレン基、 $-(\text{CH}_2)_g-\text{O}-(\text{CH}_2)_h-$ (式中、 g は、1~6の整数であり、 h は、1~6の整数である)又

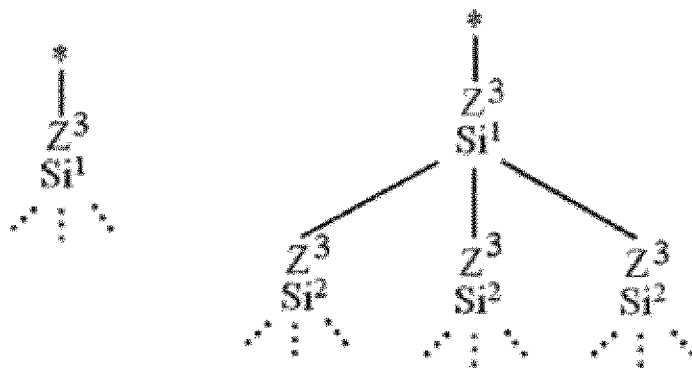
は、 $-\text{フェニレン}-(\text{CH}_2)_i-$ （式中、 i は、 $0\sim 6$ の整数である）であり、より好ましくは C_{1-3} アルキレン基である。これらの基は、例えば、フッ素原子、 C_{1-6} アルキル基、 C_{2-6} アルケニル基、及び C_{2-6} アルキニル基から選択される1個又はそれ以上の置換基により置換されていてもよい。紫外線耐久性が特に良好な観点からは、上記 Z^3 は、より好ましくは、直鎖状又は分枝鎖状のアルキレン基であり、さらに好ましくは直鎖状のアルキレン基である。上記 Z^3 のアルキレン基を構成する炭素原子数は、好ましくは $1\sim 6$ の範囲にあり、より好ましくは $1\sim 3$ の範囲にある。なお、アルキレン基については上記のとおりである。

[0186] 式中、 R^{71} は、各出現においてそれぞれ独立して、 $\text{R}^{a'}$ を表す。 $\text{R}^{a'}$ は、 R^a と同意義である。

[0187] R^a 中、 Z^3 基を介して直鎖状に連結される S_i は最大で5個である。即ち、上記 R^a において、 R^{71} が少なくとも1つ存在する場合、 R^a 中に Z^3 基を介して直鎖状に連結される S_i 原子が2個以上存在するが、かかる Z^3 基を介して直鎖状に連結される S_i 原子の数は最大で5個である。なお、「 R^a 中の Z^3 基を介して直鎖状に連結される S_i 原子の数」とは、 R^a 中において直鎖状に連結される $-\text{Z}^3-\text{S}_i-$ の繰り返し数と等しくなる。

[0188] 例えば、下記に R^a 中において Z^3 基を介して S_i 原子が連結された一例を示す。

[化22]



[0191] 一の態様において、 R^a 中の Z^3 基を介して直鎖状に連結されるSi原子の数は1個又は2個、好ましくは1個である。

[0192] 式中、 R^{72} は、各出現においてそれぞれ独立して、水酸基又は加水分解可能な基を表す。「加水分解可能な基」は、上記と同意義である。

[0193] 好ましくは、 R^{72} は、 $-OR$ （式中、 R は、置換又は非置換の C_{1-3} アルキル基、より好ましくはメチル基を表す）である。

[0194] 式中、 R^{73} は、各出現においてそれぞれ独立して、水素原子又は低級アルキル基を表す。該低級アルキル基は、好ましくは炭素原子数1~20のアルキル基、より好ましくは炭素原子数1~6のアルキル基、さらに好ましくはメチル基である。

[0195] 式中、 p_1 は、各出現においてそれぞれ独立して、0~3の整数であり； q_1 は、各出現においてそれぞれ独立して、0~3の整数であり； r_1 は、各出現においてそれぞれ独立して、0~3の整数である。ただし、 $(-Z^3-SiR^{71}_{p_1}R^{72}_{q_1}R^{73}_{r_1})$ 毎において、 p_1 、 q_1 及び r_1 の和は3である。

[0196] 好ましい態様において、 R^a 中の末端の $R^{a'}$ （ $R^{a'}$ が存在しない場合、 R^a ）において、上記 q_1 は、好ましくは2以上、例えば2又は3であり、より好ましくは3である。

[0197] 好ましい態様において、 R^a の末端部の少なくとも1つは、 $-Si(-Z^3-SiR^{72}_{q_1}R^{73}_{r_1})_2R^{b_1}R^{c_1}$ （ただし、 l_1 及び m_1 のいずれか一方

が1であり、他方は0である)又は $-Si(-Z^3-SiR^{72}_{q_1}R^{73}_{r_1})_3$ 、好ましくは $-Si(-Z^3-SiR^{72}_{q_1}R^{73}_{r_1})_3$ であり得る(ここで、 q_1 及び r_1 の合計は3である)。式中、 $(-Z^3-SiR^{72}_{q_1}R^{73}_{r_1})$ の単位は、好ましくは $(-Z^3-SiR^{72}_3)$ である。さらに好ましい態様において、 R^a の末端部は、すべて $-Si(-Z^3-SiR^{72}_{q_1}R^{73}_{r_1})_3$ 、好ましくは $-Si(-Z^3-SiR^{72}_3)_3$ であり得る。

[0198] 上記式中、 $R^{a''}$ は、各出現においてそれぞれ独立して、 $-Z^3-SiR^{71}_{p_1}R^{72''}_{q_1}R^{73}_{r_1}$ を表す。 Z^3 、 R^{71} 、 R^{73} 、 p_1 、 q_1 、及び r_1 は、上記と同意義である。 $R^{72''}$ は、 R^{72} と同意義である。

[0199] 好ましい態様において、 $R^{a''}$ の末端部の少なくとも1つは、 $-Si(-Z^3-SiR^{72''}_{q_1}R^{73}_{r_1})_2R^{b''}_{l_1}R^{c''}_{m_1}$ (ただし、 l_1 及び m_1 のいずれか一方が1であり、他方は0である)又は $-Si(-Z^3-SiR^{72''}_{q_1}R^{73}_{r_1})_3$ 、好ましくは $-Si(-Z^3-SiR^{72''}_{q_1}R^{73}_{r_1})_3$ であり得る(ここで、 q_1 及び r_1 の合計は3である)。式中、 $(-Z^3-SiR^{72''}_{q_1}R^{73}_{r_1})$ の単位は、好ましくは $(-Z^3-SiR^{72''}_3)$ である。さらに好ましい態様において、 R^a の末端部は、すべて $-Si(-Z^3-SiR^{72''}_{q_1}R^{73}_{r_1})_3$ 、好ましくは $-Si(-Z^3-SiR^{72''}_3)_3$ であり得る。

[0200] 式(C)においては、水酸基又は加水分解可能な基に結合した Si が少なくとも2つ存在する。即ち、 SiR^{72} (具体的には $-SiR^{71}_{p_1}R^{72}_{q_1}R^{73}_{r_1}$ で表される基、ただし、 q_1 が1~3の整数)、 $SiR^{72''}$ (具体的には、 $-SiR^{71}_{p_1}R^{72''}_{q_1}R^{73}_{r_1}$ で表される基、ただし、 q_1 が1~3の整数)、 SiR^b (具体的には、 $-SiR^{a_{k_1}}R^{b_{l_1}}R^{c_{m_1}}$ で表される基、ただし、 l_1 が1~3の整数)、及び $SiR^{b''}$ (具体的には、 $-SiR^{a''_{k_1}}R^{b''_{l_1}}R^{c''_{m_1}}$ で表される基、ただし、 l_1 が1~3の整数)からなる群より選ばれる構造が少なくとも2つ存在する。 R^b 、及び $R^{b''}$ については後述する。

[0201] より好ましくは、式(C)においては、水酸基又は加水分解可能な基に結合した Si が、フルオロポリエーテル基含有シラン化合物(A)の分子主鎖の両末端にそれぞれ少なくとも1つ存在する。即ち、 SiR^{72} 及び/又

は $S i R^b$ の構造が少なくとも 1 つ存在し、かつ $S i R^{72}$ 及び／又は $S i R^b$ の構造が少なくとも 1 つ存在する。

[0202] 上記式中、 R^b は、各出現においてそれぞれ独立して、水酸基又は加水分解可能な基を表す。

[0203] 上記 R^b は、好ましくは、水酸基、 $-OR$ 、 $-OCOR$ 、 $-O-N=C(R)_2$ 、 $-N(R)_2$ 、 $-NHR$ 、ハロゲン（これら式中、 R は、置換又は非置換の炭素原子数 1～4 のアルキル基を示す）であり、より好ましくは $-OR$ である。 R は、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、 n -ブチル基、イソブチル基などの非置換アルキル基；クロロメチル基などの置換アルキル基が含まれる。それらの中でも、アルキル基、特に非置換アルキル基が好ましく、メチル基又はエチル基がより好ましい。水酸基は、特に限定されないが、加水分解可能な基が加水分解して生じたものであってよい。より好ましくは、 R^b は、 $-OR$ （式中、 R は、置換又は非置換の C_{1-3} アルキル基、より好ましくはメチル基を表す）である。

[0204] 上記式中、 $R^{b'}$ は、 R^b と同意義である。

[0205] 上記式中、 R^c は、各出現においてそれぞれ独立して、水素原子又は低級アルキル基を表す。該低級アルキル基は、好ましくは炭素原子数 1～20 のアルキル基、より好ましくは炭素原子数 1～6 のアルキル基、さらに好ましくはメチル基である。

[0206] 上記式中、 $R^{c'}$ は、 R^c と同意義である。

[0207] 式中、 k_1 は、各出現においてそれぞれ独立して、0～3 の整数であり； l_1 は、各出現においてそれぞれ独立して、0～3 の整数であり； m_1 は、各出現においてそれぞれ独立して、0～3 の整数である。ただし、 $(S i R^{a_{k_1}} R^{b_{l_1}} R^{c_{m_1}})$ 毎又は $(S i R^{a'_{k_1}} R^{b'_{l_1}} R^{c'_{m_1}})$ 毎において、 k_1 、 l_1 及び m_1 の和は、3 である。

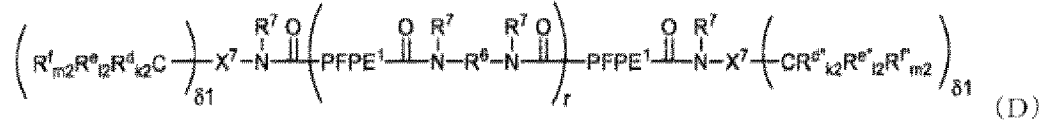
[0208] 一の態様において、 k_1 は、1～3 であることが好ましく、3 であることがより好ましい。

[0209] 上記式 (C) で表される化合物は、例えば、国際公開第 2014/069

592号に記載のように合成することができる。

[0210] 式 (D) :

[化23]



[0211] 上記式 (D) 中、PFPE¹、R⁶、R⁷、及びrは、上記式 (A) に関する記載と同意義である。

[0212] 上記式中、X⁷は、それぞれ独立して、単結合又は2～10価の有機基を表す。当該X⁷は、式 (D) で表される化合物において、主に撥水性及び表面滑り性等を提供するパーフルオロ (ポリ) エーテル部 (即ち、-PFPE¹一部) と、基材との結合能を提供する部 (即ち、 $\delta 1$ を付して括弧でくくられた基) とを連結するリンカーと解される。従って、当該X⁷は、式 (D) で表される化合物が安定に存在し得るものであれば、単結合であってもよく、いずれの有機基であってもよい。なお、本明細書において、X⁷として記載している構造は、左側がPFPE¹で表される基に隣接するアミド結合に、右側が $\delta 1$ を付して括弧でくくられた基に、それぞれ結合する。

[0213] 別の態様において、X⁷は、X⁶を表す。X⁶は、上記と同意義である。

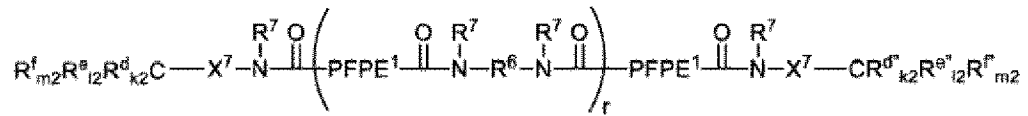
[0214] 上記式中、 $\delta 1$ は1～9の整数であり、 $\delta 1$ は、X⁷の価数に応じて変化し得る。式 (D) においては、 $\delta 1$ はX⁷の価数から1を引いた値である。X⁷が単結合であるときには、 $\delta 1$ は1である。

[0215] 上記X⁷は、好ましくは2～7価、より好ましくは2～4価、さらに好ましくは2価の有機基である。

[0216] 一の態様において、X⁷は2～4価の有機基であり、 $\delta 1$ は1～3である。

[0217] 別の態様において、X⁷は2価の有機基であり、 $\delta 1$ は1である。この場合、式 (D) は、下記式 (D') で表される。

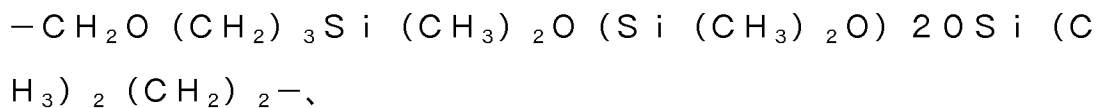
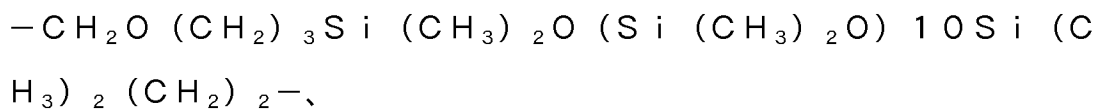
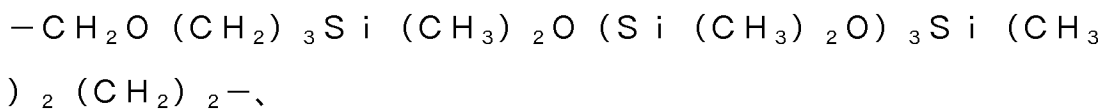
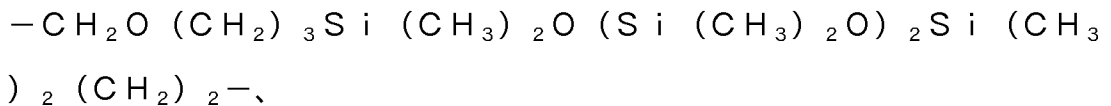
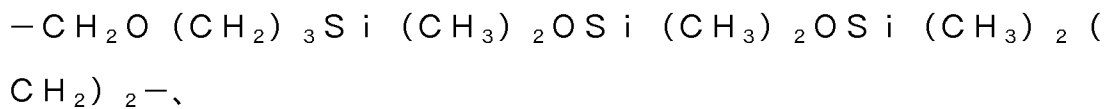
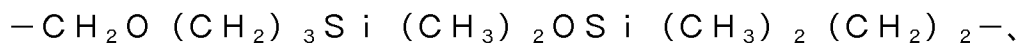
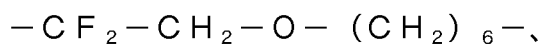
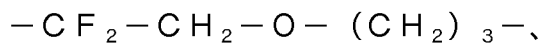
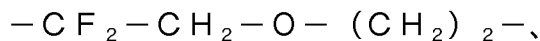
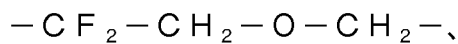
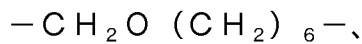
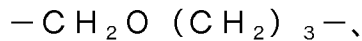
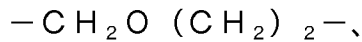
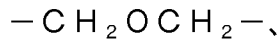
[化24]

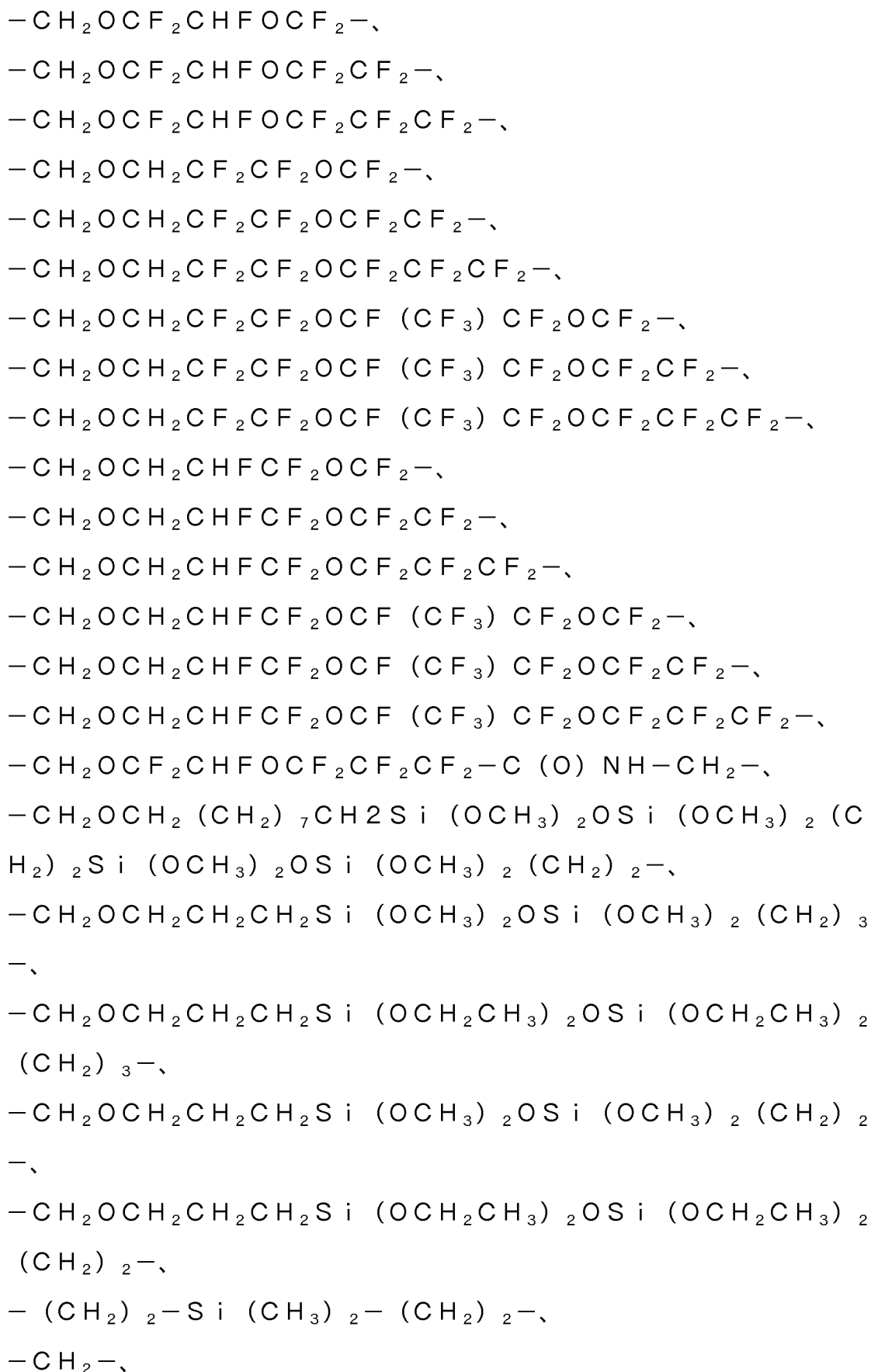


[0218] 上記X⁷の例としては、PFPE¹基に連結するアミド基と結合を形成するもので化合物を安定に調製可能なものあれば特に限定するものではないが、例えば、X¹に関して記載したものと同様のものが挙げられる。

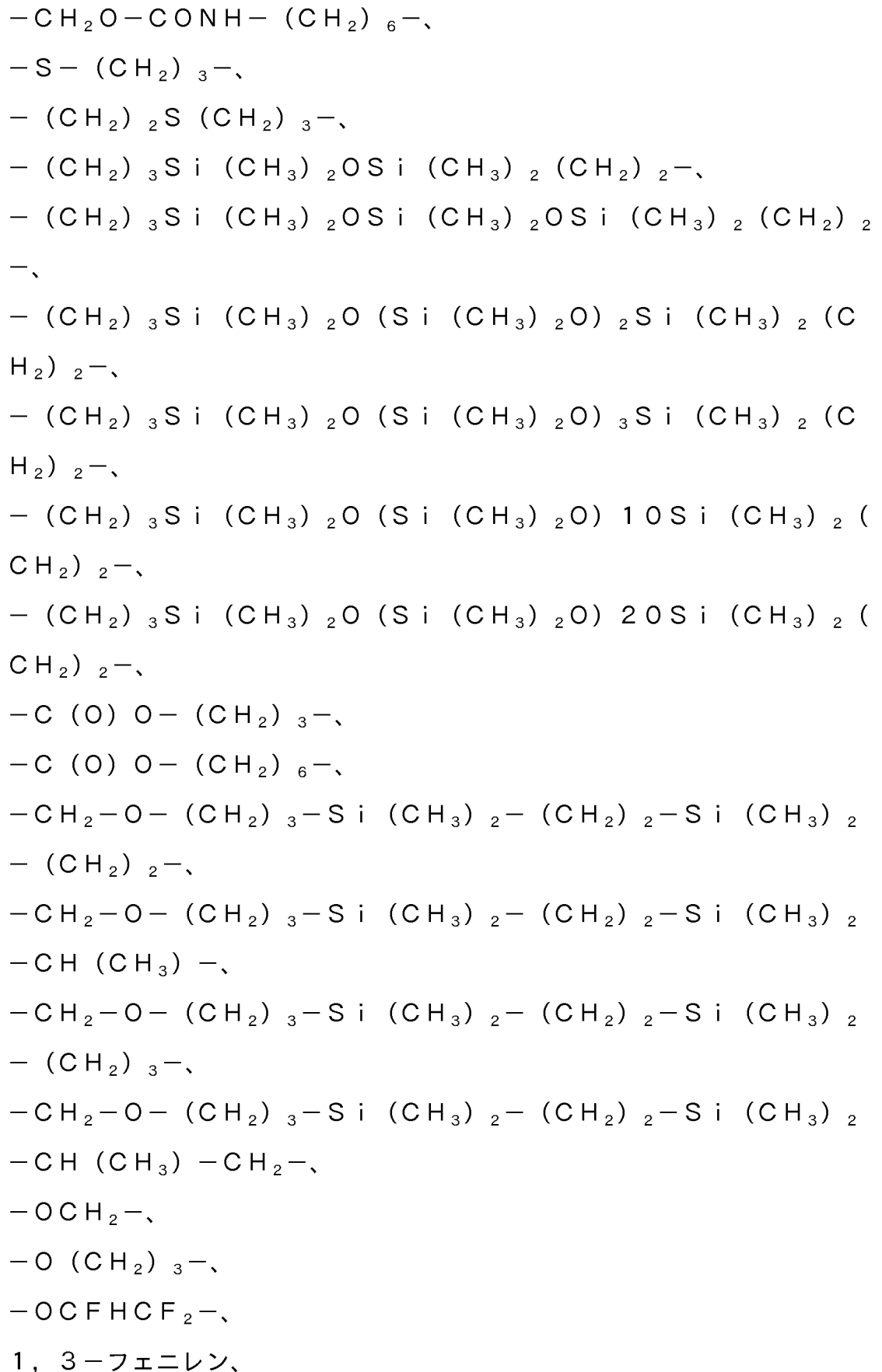
[0219] 中でも、好ましい具体的なX⁷は、

単結合、





- (CH₂)₂-、
- (CH₂)₃-、
- (CH₂)₄-、
- (CH₂)₅-、
- (CH₂)₆-、
- CF₂-、
- (CF₂)₂-、
- CF₂-CH₂-、
- CF₂-(CH₂)₂-、
- CF₂-(CH₂)₃-、
- CF₂-(CH₂)₄-、
- CF₂-(CH₂)₅-、
- CF₂-(CH₂)₆-、
- CO-、
- CF₂CONH-、
- CF₂CONHCH₂-、
- CF₂CONH(CH₂)₂-、
- CF₂CONH(CH₂)₃-、
- CF₂CONH(CH₂)₆-、
- CF₂-CON(CH₃)-(CH₂)₃-、
- CF₂-CON(Ph)-(CH₂)₃- (式中、Phはフェニルを意味する)
)、
- CF₂-CON(CH₃)-(CH₂)₆-、
- CF₂-CON(Ph)-(CH₂)₆- (式中、Phはフェニルを意味する)
)、
- CONH-(CH₂)₂NH(CH₂)₃-、
- CONH-(CH₂)₆NH(CH₂)₃-、
- CH₂O-CONH-(CH₂)₃-、

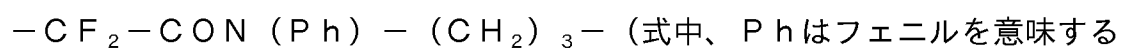
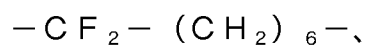
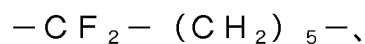
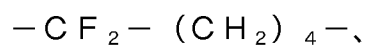
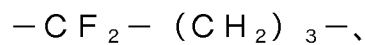
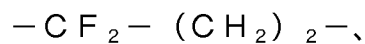
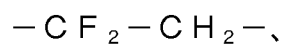
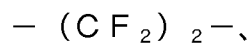
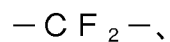
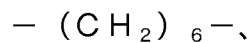
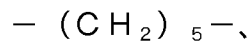
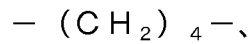
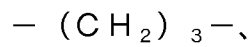
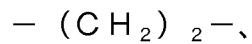
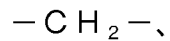


— (1, 3-フェニレン) — Si (CH₃)₂ — (CH₂)₂ —
 などが挙げられる。

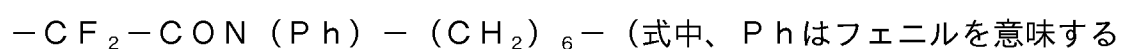
[0220] 上記の中で、より好ましい具体的なX⁷は、

— CH₂OCH₂—、
 — CH₂O (CH₂)₂—、
 — CH₂O (CH₂)₃—、
 — CH₂O (CH₂)₆—、
 — CF₂—CH₂—O—CH₂—、
 — CF₂—CH₂—O— (CH₂)₂—、
 — CF₂—CH₂—O— (CH₂)₃—、
 — CF₂—CH₂—O— (CH₂)₆—、
 — CH₂OCF₂CHFOCF₂—、
 — CH₂OCF₂CHFOCF₂CF₂—、
 — CH₂OCF₂CHFOCF₂CF₂CF₂—、
 — CH₂OCH₂CF₂CF₂OCF₂—、
 — CH₂OCH₂CF₂CF₂OCF₂CF₂—、
 — CH₂OCH₂CF₂CF₂OCF₂CF₂CF₂—、
 — CH₂OCH₂CF₂CF₂OCF (CF₃) CF₂OCF₂—、
 — CH₂OCH₂CF₂CF₂OCF (CF₃) CF₂OCF₂CF₂—、
 — CH₂OCH₂CF₂CF₂OCF (CF₃) CF₂OCF₂CF₂CF₂—、
 — CH₂OCH₂CHFCF₂OCF₂—、
 — CH₂OCH₂CHFCF₂OCF₂CF₂—、
 — CH₂OCH₂CHFCF₂OCF₂CF₂CF₂—、
 — CH₂OCH₂CHFCF₂OCF (CF₃) CF₂OCF₂—、
 — CH₂OCH₂CHFCF₂OCF (CF₃) CF₂OCF₂CF₂—、
 — CH₂OCH₂CHFCF₂OCF (CF₃) CF₂OCF₂CF₂CF₂—、
 — CH₂OCF₂CHFOCF₂CF₂CF₂—C (O) NH—CH₂—、
 — CF₂—CH₂OCF₂CHFOCF₂CF₂CF₂—C (O) NH—CH₂—

、



)、



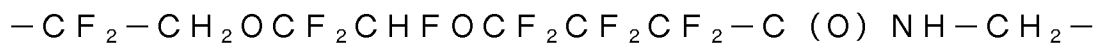
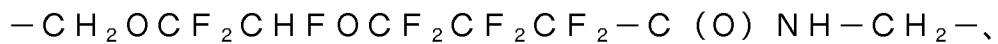
)、



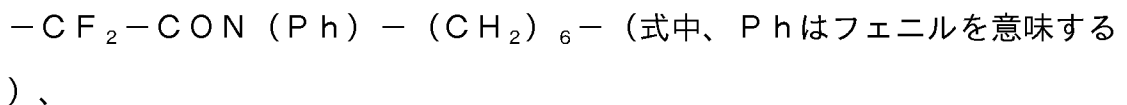
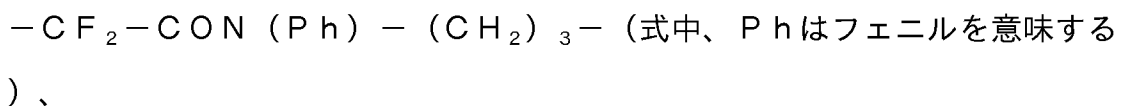
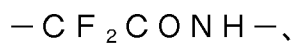
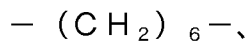
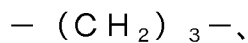
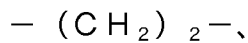
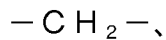


であることが好ましい。

[0221] 上記の中では、より好ましくは、X⁷は、



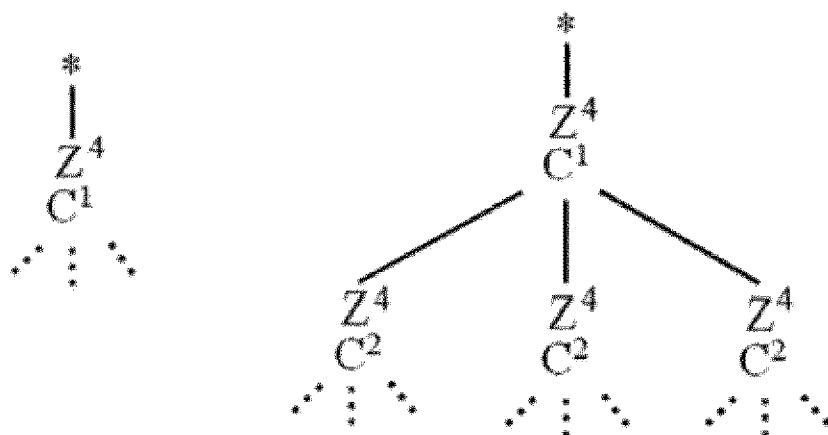
、



である。

- [0222] より好ましい態様において、 X^7 は、 $X^{e'}$ を表す。 $X^{e'}$ は、上記と同意義である。一の態様において、 $X^{e'}$ は、単結合である。
- [0223] 上記式中、 R^d は、各出現においてそれぞれ独立して、 $-Z^4-CR^{81}_{p2}R^{82}_{q2}R^{83}_{r2}$ を表す。
- [0224] 式中、 Z^4 は、各出現においてそれぞれ独立して、酸素原子又は2価の有機基を表す。
- [0225] 上記 Z^4 は、好ましくは、 C_{1-6} アルキレン基、 $-(CH_2)_g-O-(CH_2)_h-$ （式中、 g は、0~6の整数、例えば1~6の整数であり、 h は、0~6の整数、例えば1~6の整数である）又は、 $-$ フェニレン $-(CH_2)_i-$ （式中、 i は、0~6の整数である）であり、より好ましくは C_{1-3} アルキレン基である。これらの基は、例えば、フッ素原子、 C_{1-6} アルキル基、 C_{2-6} アルケニル基、及び C_{2-6} アルキニル基から選択される1個又はそれ以上の置換基により置換されていてもよい。
- [0226] 式中、 R^{81} は、各出現においてそれぞれ独立して、 $R^{d'}$ を表す。 $R^{d'}$ は、 R^d と同意義である。
- [0227] R^d 中、 Z^4 基を介して直鎖状に連結されるCは最大で5個である。即ち、上記 R^d において、 R^{81} が少なくとも1つ存在する場合、 R^d 中に Z^4 基を介して直鎖状に連結されるC原子が2個以上存在するが、かかる Z^4 基を介して直鎖状に連結されるC原子の数は最大で5個である。なお、「 R^d 中の Z^4 基を介して直鎖状に連結されるC原子の数」とは、 R^d 中において直鎖状に連結される $-Z^4-C-$ の繰り返し数と等しくなる。
- [0228] 好ましい態様において、下記に示すように、「 R^d 中の Z^4 基を介して直鎖状に連結されるC原子の数」は、すべての鎖において、1個（左式）又は2個（右式）である。

[化25]



[0229] 一の態様において、R^dのZ⁴基を介して直鎖状に連結されるC原子の数は1個又は2個、好ましくは1個である。

[0230] 式中、R⁸²は、各出現においてそれぞれ独立して、 $-Y-SiR^{85}_{n_2}R^{86}_{3-n_2}$ を表す。

[0231] Yは、各出現においてそれぞれ独立して、2価の有機基を表す。

[0232] 好ましい態様において、Yは、C₁₋₆アルキレン基、 $-(CH_2)_{g'}-O-(CH_2)_{h'}$ （式中、g'は、0~6の整数、例えば1~6の整数であり、h'は、0~6の整数、例えば1~6の整数である）又は、 $-フェニレン-(CH_2)_{i'}$ （式中、i'は、0~6の整数である）である。これらの基は、例えば、フッ素原子、C₁₋₆アルキル基、C₂₋₆アルケニル基、及びC₂₋₆アルキニル基から選択される1個又はそれ以上の置換基により置換されていてもよい。

[0233] 一の態様において、Yは、C₁₋₆アルキレン基又は $-フェニレン-(CH_2)_{i'}$ であり得る。Yが上記の基である場合、光耐性、特に紫外線耐性がより高くなり得る。

[0234] 上記R⁸⁵は、各出現においてそれぞれ独立して、水酸基又は加水分解可能な基を表す。

[0235] 上記「加水分解可能な基」とは、式(C)と同様のものが挙げられる。

[0236] 好ましくは、 R^{85} は、 $-OR$ （式中、 R は、置換又は非置換の C_{1-3} アルキル基、より好ましくはエチル基又はメチル基、特にメチル基を表す）である。

[0237] 上記 R^{86} は、各出現においてそれぞれ独立して、水素原子又は低級アルキル基を表す。該低級アルキル基は、好ましくは炭素原子数1~20のアルキル基、より好ましくは炭素原子数1~6のアルキル基、さらに好ましくはメチル基である。

[0238] n_2 は、 $(-Y-SiR^{85}_{n_2}R^{86}_{3-n_2})$ 単位毎、又は $(-Y-SiR^{85''}_{n_2}R^{86''}_{3-n_2})$ 単位毎に独立して、0~3の整数を表し、好ましくは1~3の整数、より好ましくは2又は3、特に好ましくは3である。 $R^{85''}$ 、及び $R^{86''}$ については後述する。

[0239] 上記 R^{83} は、各出現においてそれぞれ独立して、水素原子、水酸基又は低級アルキル基を表し、好ましくは水素原子又は低級アルキル基を表す。該低級アルキル基は、好ましくは炭素原子数1~20のアルキル基、より好ましくは炭素原子数1~6のアルキル基、さらに好ましくはメチル基である。

[0240] 式中、 p_2 は、各出現においてそれぞれ独立して、0~3の整数であり； q_2 は、各出現においてそれぞれ独立して、0~3の整数であり； r_2 は、各出現においてそれぞれ独立して、0~3の整数である。ただし、 $(-Z^4-CR^{81}_{p_2}R^{82}_{q_2}R^{83}_{r_2})$ 毎、又は $(-Z^4-CR^{81''}_{p_2}R^{82''}_{q_2}R^{83''}_{r_2})$ 毎において、 p_2 、 q_2 及び r_2 の和は3である。 $R^{82''}$ については後述する。

[0241] 好ましい態様において、 R^d 中の末端の $R^{d'}$ （ $R^{d'}$ が存在しない場合、 R^d ）において、上記 q_2 は、好ましくは2以上、例えば2又は3であり、より好ましくは3である。

[0242] 好ましい態様において、 R^d の末端部の少なくとも1つは、 $-C(-Y-SiR^{85}_{n_2}R^{86}_{3-n_2})_2$ （具体的には、 $-C(-Y-SiR^{85}_{n_2}R^{86}_{3-n_2})_2R^{83}$ ）又は $-C(-Y-SiR^{85}_{n_2}R^{86}_{3-n_2})_3$ 、好ましくは $-C(-Y-SiR^{85}_{n_2}R^{86}_{3-n_2})_3$ であり得る。ここで、 n_2 は1~3の整数である。式中、 $(-YSiR^{85}_{n_2}R^{86}_{3-n_2})$ の単位は、好ましくは $(-Y-SiR^{85}$

5_3) である。さらに好ましい態様において、 R^d の末端部は、すべて $-C(-Y-SiR^{85}_{n_2}R^{86}_{3-n_2})_3$ 、好ましくは $-C(-Y-SiR^{85}_3)_3$ であり得る。

[0243] より好ましい態様において、 $(CR^{d_{k_2}}R^{e_{l_2}}R^{f_{m_2}})$ で表される基の末端は、 $C(-Y-SiR^{85}_{n_2}R^{86}_{3-n_2})_2R^f$) 又は $C(-Y-SiR^{85}_{n_2}R^{86}_{3-n_2})_3$ 、好ましくは $C(-Y-SiR^{85}_{n_2}R^{86}_{3-n_2})_3$ である。ここで、 n_2 は1~3の整数である。式中、 $(-Y-SiR^{85}_{n_2}R^{86}_{3-n_2})$ の単位は、好ましくは $(-Y-SiR^{85}_3)$ である。さらに好ましい態様において、上記基の末端部は、すべて $-C(-Y-SiR^{85}_{n_2}R^{86}_{3-n_2})_3$ 、好ましくは $-C(-Y-SiR^{85}_3)_3$ であり得る。

[0244] 上記式中、 $R^{d''}$ は、各出現においてそれぞれ独立して、 $-Z^4-CR^{81}_{p_2}R^{82''}_{q_2}R^{83}_{r_2}$ を表す。 Z^4 、 R^{81} 、 R^{83} 、 p_2 、 q_2 、及び r_2 は上記と同意義である。 $R^{82''}$ は、各出現においてそれぞれ独立して、 $-Y-SiR^{85''}_{n_2}R^{86''}_{3-n_2}$ を表す。ここで、 Y 、及び n_2 は、上記と同意義である。 $R^{85''}$ 、及び $R^{86''}$ は、それぞれ、 R^{85} 、及び R^{86} と同意義である。

[0245] 好ましい態様において、 $R^{d''}$ 中の末端の $R^{d'}$ ($R^{d'}$ が存在しない場合、 $R^{d''}$)において、上記 q_2 は、好ましくは2以上、例えば2又は3であり、より好ましくは3である。

[0246] 好ましい態様において、 $R^{d''}$ の末端部の少なくとも1つは、 $-C(-Y-SiR^{85''}_{n_2}R^{86''}_{3-n_2})_2$ (具体的には、 $-C(-Y-SiR^{85''}_{n_2}R^{86''}_{3-n_2})_2R^{83}$) 又は $-C(-Y-SiR^{85''}_{n_2}R^{86''}_{3-n_2})_3$ 、好ましくは $-C(-Y-SiR^{85''}_{n_2}R^{86''}_{3-n_2})_3$ であり得る。ここで、 n_2 は1~3の整数である。式中、 $(-Y-SiR^{85''}_{n_2}R^{86''}_{3-n_2})$ の単位は、好ましくは $(-Y-SiR^{85''}_3)$ である。さらに好ましい態様において、 R^d の末端部は、すべて $-C(-Y-SiR^{85''}_{n_2}R^{86''}_{3-n_2})_3$ 、好ましくは $-C(-Y-SiR^{85''}_3)_3$ であり得る。

[0247] より好ましい態様において、 $(CR^{d''}_{k_2}R^{e''}_{l_2}R^{f''}_{m_2})$ で表される基の末端は、 $C(-Y-SiR^{85''}_{n_2}R^{86''}_{3-n_2})_2R^{f''}$) 又は $C(-Y-SiR$

$R^{85}{}_{n_2}R^{86}{}_{3-n_2}$)₃、好ましくは $C(-Y-SiR^{85}{}_{n_2}R^{86}{}_{3-n_2})_3$ である。ここで、 n_2 は 1～3 の整数である。式中、 $(-Y-SiR^{85}{}_{n_2}R^{86}{}_{3-n_2})$ の単位は、好ましくは $(-Y-SiR^{85}{}_3)$ である。さらに好ましい態様において、上記基の末端部は、すべて $-C(-Y-SiR^{85}{}_{n_2}R^{86}{}_{3-n_2})_3$ 、好ましくは $-C(-Y-SiR^{85}{}_3)_3$ であり得る。

[0248] 上記式中、 R^e は、各出現においてそれぞれ独立して、 $-Y-SiR^{85}{}_{n_2}R^{86}{}_{3-n_2}$ を表す。ここに、 Y 、 R^{85} 、 R^{86} 及び n_2 は、上記 R^{82} における記載と同意義である。

[0249] 上記式中、 $R^{e'}$ は、各出現においてそれぞれ独立して、 $-Y-SiR^{85}{}_{n_2}R^{86}{}_{3-n_2}$ を表す。ここで、 R^{85} 、 R^{86} 、 Y 、及び n_2 は、上記と同意義である。

[0250] 上記式中、 R^f は、各出現においてそれぞれ独立して、水素原子、水酸基又は低級アルキル基を表す。好ましくは、 R^f は、各出現においてそれぞれ独立して、水素原子又は低級アルキル基を表す。該低級アルキル基は、好ましくは炭素原子数 1～20 のアルキル基、より好ましくは炭素原子数 1～6 のアルキル基、さらに好ましくはメチル基である。

[0251] 上記式中、 $R^{f'}$ は、 R^f と同意義である。

[0252] 式中、 k_2 は、各出現においてそれぞれ独立して、0～3 の整数であり； l_2 は、各出現においてそれぞれ独立して、0～3 の整数であり； m_2 は、各出現においてそれぞれ独立して、0～3 の整数である。ただし、 k_2 、 l_2 及び m_2 の和は 3 である。

[0253] 一の態様において、少なくとも 1 つの k_2 は 2 又は 3 であり、好ましくは 3 である。

[0254] 一の態様において、 k_2 は 2 又は 3 であり、好ましくは 3 である。

[0255] 一の態様において、 l_2 は 2 又は 3 であり、好ましくは 3 である。

[0256] 上記式 (D) において、 $-Y-SiR^{85}$ で表される基及び $-Y-SiR^{85}$ で表される基よりなる群より選ばれる基が 2 以上存在する。上記式 (D) において、好ましくは、 $-Y-SiR^{85}$ で表される基が 1 以上、かつ $-Y-S$

$i R^{85}$ で表される基が1以上存在する。より好ましくは、2以上の $-Y-S$
 $i R^{85}_{n_2} R^{86}_{3-n_2}$ で表される基に結合した炭素原子が1以上存在し、2以上
 の $-Y-S i R^{85}_{n_2} R^{86}_{3-n_2}$ で表される基に結合した炭素原子が1以上
 存在する。式中、 n_2 は1～3の整数である。即ち、 $-C-R d_{k_2} (Y-S i$
 $R^{85}_{n_2} R^{86}_{3-n_2})_{l_2} R f_{m_2}$ で表される基（ただし、 l_2 は2又は3であり
 、 k_2 、 l_2 及び m_2 の合計は3である）及び $-C-R^{81}_{p_2} (Y-S i R^{85}_{n_2}$
 $R^{86}_{3-n_2})_{q_2} R^{83}_{r_2}$ で表される基（ただし、 q_2 は2又は3であり、 p_2
 、 q_2 及び r_2 の合計は3である）から選ばれる基が1以上、かつ、 $-C-$
 $R d_{k_2} (Y-S i R^{85}_{n_2} R^{86}_{3-n_2})_{l_2} R f_{m_2}$ で表される基（ただし、 l_2
 2 は2又は3であり、 k_2 、 l_2 及び m_2 の合計は3である）及び $-C-R^{81}_{p_2}$
 $(Y-S i R^{85}_{n_2} R^{86}_{3-n_2})_{q_2} R^{83}_{r_2}$ で表される基（ただし、 q_2
 2 は2又は3であり、 p_2 、 q_2 及び r_2 の合計は3である）で表される基が
 1以上存在することが好ましい（式中、 n_2 は1～3の整数である）。

[0257] 一の態様において、上記式 (D) において、 $-C-(Y-S i R^{85}_{n_2} R^{86}_{3-n_2})_2$ で表される基が1以上、かつ $-C-(Y-S i R^{85}_{n_2} R^{86}_{3-n_2})_2$ で表される基が1以上存在することが好ましい（式中、 n_2 は1～3の整数である。）。

[0258] 一の態様において、上記式 (D) において、 $-C-(Y-S i R^{85}_{n_2} R^{86}_{3-n_2})_3$ で表される基が1以上、かつ $-C-(Y-S i R^{85}_{n_2} R^{86}_{3-n_2})_3$ で表される基が1以上存在することが好ましい（式中、 n_2 は1～3の整数である。）。

[0259] 上記式 (D) 中、 n_2 は1～3の整数であり、及び、少なくとも1つの q_2 は2又は3であるか、あるいは、少なくとも1つの l_2 は2又は3である。

[0260] 上記式 (D) 中、式中、 $-Y-S i R^{85}_{n_2} R^{86}_{3-n_2}$ 基又は $-Y-S i R^{85}_{n_2} R^{86}_{3-n_2}$ 基が少なくとも2存在することが好ましい。上記式 (D) 中、 $-Y-S i R^{85}_{n_2} R^{86}_{3-n_2}$ 基が1以上存在し、かつ $-Y-S i R^{85}_{n_2} R^{86}_{3-n_2}$ 基が1以上存在することがより好ましい。即ち、 $-S i R^{85}$ を含む基

及び $-SiR^{85}$ を含む基が、フルオロポリエーテル基含有シラン化合物化合物 (A) の分子主鎖の両末端に存在することが好ましい。

[0261] 上記式 (D) で表される化合物は、公知の方法を組み合わせることにより製造することができる。

[0262] 好ましい態様において、フルオロポリエーテル基含有シラン化合物は、式 (B) 又は (C) で表される。

[0263] 一の態様において、フルオロポリエーテル基含有シラン化合物は、式 (A) 、 (C) 又は (D) で表される。

[0264] 一の態様において、フルオロポリエーテル基含有シラン化合物は、少なくとも一方の末端に、水酸基又は加水分解可能な基を有する Si 原子を 2 個以上、好ましくは 3 個以上有する。

[0265] 上記したフルオロポリエーテル基含有シラン化合物は、特に限定されるものではないが、一の態様において、 $5 \times 10^2 \sim 1 \times 10^5$ の数平均分子量を有し得る。かかる範囲のなかでも、 $2,000 \sim 50,000$ 、より好ましくは $2,500 \sim 30,000$ 、さらに好ましくは $3,000 \sim 10,000$ の数平均分子量を有することが好ましい。なお、本開示において、数平均分子量は、 $^{19}F-NMR$ により測定される値とする。

[0266] 本開示は、上記した本開示のフルオロポリエーテル基含有シラン化合物を含有する組成物、典型的には表面処理剤を提供する。

[0267] 上記組成物に含まれる本開示のフルオロポリエーテル基含有シラン化合物は、単独又は複数種含まれていてもよい。例えば、式中 k 又は r が $1 \sim 5$ のいずれかの整数である化合物を含んでいてもよい。また、本開示の組成物は、 k 又は r が 0 である化合物を含んでいてもよい。好ましくは、組成物における、 k 又は r の平均値は、 1 である。

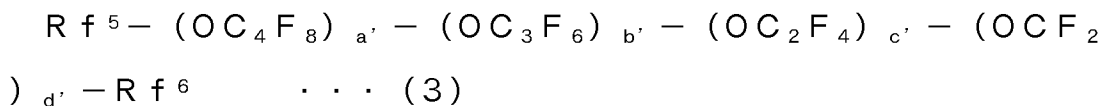
[0268] 本開示の表面処理剤は、溶媒、含フッ素オイルとして理解され得る（非反応性の）フルオロポリエーテル化合物、好ましくはパーフルオロ（ポリ）エーテル化合物（以下、まとめて「含フッ素オイル」と言う）、シリコーンオイルとして理解され得る（非反応性の）シリコーン化合物（以下、「シリコ

ーンオイル」と言う)、触媒、界面活性剤、重合禁止剤、増感剤等を含み得る。

[0269] 上記溶媒としては、例えば、ヘキサン、シクロヘキサン、ヘプタン、オクタン、ノナン、デカン、ウンデカン、ドデカン、ミネラルスピリット等の脂肪族炭化水素類；ベンゼン、トルエン、キシレン、ナフタレン、ソルベントナフサ等の芳香族炭化水素類；酢酸メチル、酢酸エチル、酢酸プロピル、酢酸-n-ブチル、酢酸イソプロピル、酢酸イソブチル、酢酸セロソルブ、プロピレングリコールメチルエーテルアセテート、酢酸カルビトール、ジエチルオキサレート、ピルビン酸エチル、エチル-2-ヒドロキシブチレート、エチルアセトアセテート、酢酸アミル、乳酸メチル、乳酸エチル、3-メトキシプロピオン酸メチル、3-メトキシプロピオン酸エチル、2-ヒドロキシイソ酪酸メチル、2-ヒドロキシイソ酪酸エチル等のエステル類；アセトン、メチルエチルケトン、メチルイソブチルケトン、2-ヘキサノン、シクロヘキサノン、メチルアミノケトン、2-ヘプタノン等のケトン類；エチルセルソルブ、メチルセルソルブ、メチルセルソルブアセテート、エチルセルソルブアセテート、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メチルエーテルアセテート、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、ジプロピレングリコールジメチルエーテル、エチレングリコールモノアルキルエーテル等のグリコールエーテル類；メタノール、エタノール、i s o-プロパノール、n-ブタノール、イソブタノール、t e r t-ブタノール、s e c-ブタノール、3-ペンタノール、オクチルアルコール、3-メチル-3-メトキシブタノール、t e r t-アミルアルコール等のアルコール類；エチレングリコール、プロピレングリコール等のグリコール類；テトラヒドロフラン、テトラヒドロピラン、ジオキサン等の環状エーテル類；N, N-ジメチルホルムアミド、N, N-ジメチルアセトアミド等のアミド類；メチルセルソルブ、セルソルブ、イソプロピルセルソルブ、

ブチルセロソルブ、ジエチレングリコールモノメチルエーテル等のエーテルアルコール類；ジエチレングリコールモノエチルエーテルアセテート；1, 1, 2-トリクロロ-1, 2, 2-トリフルオロエタン、1, 2-ジクロロ-1, 1, 2, 2-テトラフルオロエタン、ジメチルスルホキド、1, 1-ジクロロ-1, 2, 2, 3, 3-ペンタフルオロプロパン（HCF₂CF₂CF₂）、ゼオローラH、HFE7100、HFE7200、HFE7300等のフッ素含有溶媒等が挙げられる。あるいはこれらの2種以上の混合溶媒等が挙げられる。

[0270] 含フッ素オイルとしては、特に限定されるものではないが、例えば、以下の一般式（3）で表される化合物（パーフルオロ（ポリ）エーテル化合物）が挙げられる。

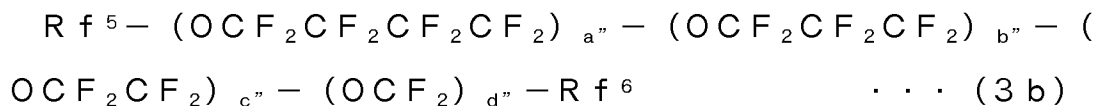
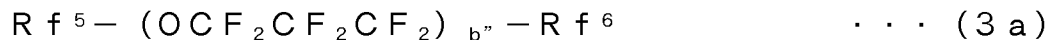


式中、Rf⁵は、1個又はそれ以上のフッ素原子により置換されていてもよい炭素数1～16アルキル基（好ましくは、C₁₋₁₆のパーフルオロアルキル基）を表し、Rf⁶は、1個又はそれ以上のフッ素原子により置換されていてもよい炭素数1～16アルキル基（好ましくは、C₁₋₁₆パーフルオロアルキル基）、フッ素原子又は水素原子を表し、Rf⁵及びRf⁶は、より好ましくは、それぞれ独立して、C₁₋₃パーフルオロアルキル基である。

a'、b'、c'及びd'は、ポリマーの主骨格を構成するパーフルオロ（ポリ）エーテルの4種の繰り返し単位数をそれぞれ表し、互いに独立して0以上300以下の整数であって、a'、b'、c'及びd'の和は少なくとも1、好ましくは1～300、より好ましくは20～300である。添字a'、b'、c'又はd'を付して括弧でくくられた各繰り返し単位の存在順序は、式中において任意である。これら繰り返し単位のうち、-(OC₄F₈)-は、-(OCF₂CF₂CF₂CF₂)-、-(OCF(CF₃)CF₂CF₂)-、-(OCF₂CF(CF₃)CF₂)-、-(OCF₂CF₂CF(CF₃))-、-(OC(CF₃)₂CF₂)-、-(OCF₂C(CF₃)₂)-

、 $-(OCF(CF_3)CF(CF_3))-$ 、 $-(OCF(C_2F_5)CF_2)-$ 及び $(OCF_2CF(C_2F_5))-$ のいずれであってもよいが、好ましくは $-(OCF_2CF_2CF_2CF_2)-$ である。 $-(OC_3F_6)-$ は、 $-(OCF_2CF_2CF_2)-$ 、 $-(OCF(CF_3)CF_2)-$ 及び $(OCF_2CF(CF_3))-$ のいずれであってもよく、好ましくは $-(OCF_2CF_2CF_2)-$ である。 $-(OC_2F_4)-$ は、 $-(OCF_2CF_2)-$ 及び $(OCF(CF_3))-$ のいずれであってもよいが、好ましくは $-(OCF_2CF_2)-$ である。

[0271] 上記一般式(3)で表されるパーフルオロ(ポリ)エーテル化合物の例として、以下の一般式(3a)及び(3b)のいずれかで示される化合物(1種又は2種以上の混合物であってもよい)が挙げられる。



これら式中、 Rf^5 及び Rf^6 は上記の通りであり；式(3a)において、 b'' は1以上100以下の整数であり；式(3b)において、 a'' 及び b'' は、それぞれ独立して0以上30以下の整数であり、 c'' 及び d'' はそれぞれ独立して1以上300以下の整数である。添字 a'' 、 b'' 、 c'' 、 d'' を付して括弧でくくられた各繰り返し単位の存在順序は、式中において任意である。

[0272] また、別の観点から、含フッ素オイルは、一般式 Rf^3-F (式中、 Rf^3 は C_{5-16} パーフルオロアルキル基である。)で表される化合物であってもよい。また、クロロトリフルオロエチレンオリゴマーであってもよい。

[0273] 上記含フッ素オイルは、500~10000の平均分子量を有してよい。含フッ素オイルの分子量は、GPCを用いて測定し得る。

[0274] 含フッ素オイルは、本開示の組成物に対して、例えば0~50質量%、好ましくは0~30質量%、より好ましくは0~5質量%含まれ得る。一の態様において、本開示の組成物は、含フッ素オイルを実質的に含まない。含フッ素オイルを実質的に含まないとは、含フッ素オイルを全く含まない、又は

極微量の含フッ素オイルを含んでいてもよいことを意味する。

[0275] 一の態様において、フルオロポリエーテル基含有シラン化合物の平均分子量よりも、含フッ素オイルの平均分子量を大きくしてもよい。このような平均分子量とすることにより、特に真空蒸着法により表面処理層を形成する場合において、より優れた摩擦耐久性と表面滑り性を得ることができる。

[0276] 一の態様において、フルオロポリエーテル基含有シラン化合物の平均分子量よりも、含フッ素オイルの平均分子量を小さくしてもよい。このような平均分子量とすることにより、かかる化合物から得られる表面処理層の透明性の低下を抑制しつつ、高い摩擦耐久性及び高い表面滑り性を有する硬化物を形成できる。

[0277] 含フッ素オイルは、本開示の組成物によって形成された層の表面滑り性を向上させるのに寄与する。

[0278] 上記シリコンオイルとしては、例えばシロキサン結合が2, 000以下の直鎖状又は環状のシリコンオイルを用い得る。直鎖状のシリコンオイルは、いわゆるストレートシリコンオイル及び変性シリコンオイルであってよい。ストレートシリコンオイルとしては、ジメチルシリコンオイル、メチルフェニルシリコンオイル、メチルヒドロジェンシリコンオイルが挙げられる。変性シリコンオイルとしては、ストレートシリコンオイルを、アルキル、アラルキル、ポリエーテル、高級脂肪酸エステル、フルオロアルキル、アミノ、エポキシ、カルボキシル、アルコールなどにより変性したものが挙げられる。環状のシリコンオイルは、例えば環状ジメチルシロキサンオイルなどが挙げられる。

[0279] 本開示の組成物（例えば、表面処理剤）中、かかるシリコンオイルは、上記本開示のフルオロポリエーテル基含有シラン化合物の合計100質量部（2種以上の場合にはこれらの合計、以下も同様）に対して、例えば0～300質量部、好ましくは50～200質量部で含まれ得る。

[0280] シリコンオイルは、表面処理層の表面滑り性を向上させるのに寄与する。

- [0281] 上記触媒としては、酸（例えば酢酸、トリフルオロ酢酸等）、塩基（例えばアンモニア、トリエチルアミン、ジエチルアミン等）、遷移金属（例えばTi、Ni、Sn等）等が挙げられる。
- [0282] 触媒は、本開示のフルオロポリエーテル基含有シラン化合物の加水分解及び脱水縮合を促進し、本開示の組成物（例えば、表面処理剤）により形成される層の形成を促進する。
- [0283] 他の成分としては、上記以外に、例えば、テトラエトキシシラン、メチルトリメトキシシラン、3-アミノプロピルトリメトキシシラン、3-グリシドキシプロピルトリメトキシシラン、メチルトリアセトキシシラン等も挙げられる。
- [0284] 本開示の組成物は、基材の表面処理を行う表面処理剤として用いることができる。
- [0285] 本開示の表面処理剤は、多孔質物質、例えば多孔質のセラミック材料、金属繊維、例えばスチールウールを綿状に固めたものに含浸させて、ペレットとすることができる。当該ペレットは、例えば、真空蒸着に用いることができる。
- [0286] 以下、本開示の物品について説明する。
- [0287] 本開示の物品は、基材と、該基材表面に本開示のフルオロポリエーテル基含有シラン化合物を含む表面処理剤より形成された層（表面処理層）とを含む。
- [0288] 本開示において使用可能な基材は、例えば、ガラス、樹脂（天然又は合成樹脂、例えば一般的なプラスチック材料であってよく、板状、フィルム、その他の形態であってよい）、金属、セラミックス、半導体（シリコン、ゲルマニウム等）、繊維（織物、不織布等）、毛皮、皮革、木材、陶磁器、石材等、建築部材等、任意の適切な材料で構成され得る。
- [0289] 例えば、製造すべき物品が光学部材である場合、基材の表面を構成する材料は、光学部材用材料、例えばガラス又は透明プラスチックなどであってよい。また、製造すべき物品が光学部材である場合、基材の表面（最外層）に

何らかの層（又は膜）、例えばハードコート層や反射防止層などが形成されていてもよい。反射防止層には、単層反射防止層及び多層反射防止層のいずれを使用してもよい。反射防止層に使用可能な無機物の例としては、 SiO_2 、 SiO 、 ZrO_2 、 TiO_2 、 TiO 、 Ti_2O_3 、 Ti_2O_5 、 Al_2O_3 、 Ta_2O_5 、 CeO_2 、 MgO 、 Y_2O_3 、 SnO_2 、 MgF_2 、 WO_3 などが挙げられる。これらの無機物は、単独で、又はこれらの2種以上を組み合わせ（例えば混合物として）使用してもよい。多層反射防止層とする場合、その最外層には SiO_2 及び／又は SiO を用いることが好ましい。製造すべき物品が、タッチパネル用の光学ガラス部品である場合、透明電極、例えば酸化インジウムスズ（ITO）や酸化インジウム亜鉛などを用いた薄膜を、基材（ガラス）の表面の一部に有していてもよい。また、基材は、その具体的仕様等に応じて、絶縁層、粘着層、保護層、装飾枠層（I-CON）、霧化膜層、ハードコーティング膜層、偏光フィルム、相位差フィルム、及び液晶表示モジュールなどを有していてもよい。

[0290] 基材の形状は特に限定されない。また、表面処理層を形成すべき基材の表面領域は、基材表面の少なくとも一部であればよく、製造すべき物品の用途及び具体的仕様等に応じて適宜決定され得る。

[0291] かかる基材としては、少なくともその表面部分が、水酸基を元々有する材料から成るものであってよい。かかる材料としては、ガラスが挙げられ、また、表面に自然酸化膜又は熱酸化膜が形成される金属（特に卑金属）、セラミックス、半導体等が挙げられる。あるいは、樹脂等のように、水酸基を有していても十分でない場合や、水酸基を元々有していない場合には、基材に何らかの前処理を施すことにより、基材の表面に水酸基を導入したり、増加させたりすることができる。かかる前処理の例としては、プラズマ処理（例えばコロナ放電）や、イオンビーム照射が挙げられる。プラズマ処理は、基材表面に水酸基を導入又は増加させ得ると共に、基材表面を清浄化する（異物等を除去する）ためにも好適に利用され得る。また、かかる前処理の別の例としては、炭素-炭素不飽和結合基を有する界面吸着剤をLB法（ラング

ミュアープロジェット法) や化学吸着法等によって、基材表面に予め単分子膜の形態で形成し、その後、酸素や窒素等を含む雰囲気下にて不飽和結合を開裂する方法が挙げられる。

[0292] またあるいは、かかる基材としては、少なくともその表面部分が、別の反応性基、例えばSi-H基を1つ以上有するシリコン化合物や、アルコキシシランを含む材料から成るものであってもよい。

[0293] 次に、かかる基材の表面に、上記の本開示の表面処理剤の層を形成し、この層を必要に応じて後処理し、これにより、本開示の表面処理剤から層を形成する。

[0294] 本開示の表面処理剤の層形成は、上記の組成物を基材の表面に対して、該表面を被覆するように適用することによって実施できる。被覆方法は、特に限定されない。例えば、湿潤被覆法及び乾燥被覆法を使用できる。

[0295] 湿潤被覆法の例としては、浸漬コーティング、スピコーティング、フローコーティング、スプレーコーティング、ロールコーティング、グラビアコーティング及び類似の方法が挙げられる。

[0296] 乾燥被覆法の例としては、蒸着（通常、真空蒸着）、スパッタリング、CVD及び類似の方法が挙げられる。蒸着法（通常、真空蒸着法）の具体例としては、抵抗加熱、電子ビーム、マイクロ波等を用いた高周波加熱、イオンビーム及び類似の方法が挙げられる。CVD方法の具体例としては、プラズマCVD、光学CVD、熱CVD及び類似の方法が挙げられる。

[0297] 更に、常圧プラズマ法による被覆も可能である。

[0298] 湿潤被覆法を使用する場合、本開示の表面処理剤は、溶媒で希釈されてから基材表面に適用され得る。本開示の組成物の安定性及び溶媒の揮発性の観点から、次の溶媒が好ましく使用される：炭素数5～12のパーフルオロ脂肪族炭化水素（例えば、パーフルオロヘキサン、パーフルオロメチルシクロヘキサン及びパーフルオロ-1,3-ジメチルシクロヘキサン）；ポリフルオロ芳香族炭化水素（例えば、ビス(トリフルオロメチル)ベンゼン）；ポリフルオロ脂肪族炭化水素（例えば、 $C_6F_{13}CH_2CH_3$ （例えば、旭硝子株

式会社製のアサヒクリン（登録商標）AC-6000）、1, 1, 2, 2, 3, 3, 4-ヘプタフルオロシクロペンタン（例えば、日本ゼオン株式会社製のゼオローラ（登録商標）H）；ヒドロフルオロエーテル（HFE）（例えば、パーフルオロプロピルメチルエーテル（ $C_3F_7OCH_3$ ）（例えば、住友スリーエム株式会社製のNovac（商標）7000）、パーフルオロブチルメチルエーテル（ $C_4F_9OCH_3$ ）（例えば、住友スリーエム株式会社製のNovac（商標）7100）、パーフルオロブチルエチルエーテル（ $C_4F_9OC_2H_5$ ）（例えば、住友スリーエム株式会社製のNovac（商標）7200）、パーフルオロヘキシルメチルエーテル（ $C_2F_5CF(OCH_3)C_3F_7$ ）（例えば、住友スリーエム株式会社製のNovac（商標）7300）などのアルキルパーフルオロアルキルエーテル（パーフルオロアルキル基及びアルキル基は直鎖又は分枝状であってよい）、あるいは $CF_3CH_2OCF_2CHF_2$ （例えば、旭硝子株式会社製のアサヒクリン（登録商標）AE-3000））など。これらの溶媒は、単独で、又は、2種以上の混合物として用いることができる。なかでも、ヒドロフルオロエーテルが好ましく、パーフルオロブチルメチルエーテル（ $C_4F_9OCH_3$ ）及び／又はパーフルオロブチルエチルエーテル（ $C_4F_9OC_2H_5$ ）が特に好ましい。

[0299] 乾燥被覆法を使用する場合、本開示の表面処理剤は、そのまま乾燥被覆法に付してもよく、又は、上記した溶媒で希釈してから乾燥被覆法に付してもよい。

[0300] 表面処理剤の層形成は、層中で本開示の表面処理剤が、加水分解及び脱水縮合のための触媒と共に存在するように実施することが好ましい。簡便には、湿潤被覆法による場合、本開示の表面処理剤を溶媒で希釈した後、基材表面に適用する直前に、本開示の表面処理剤の希釈液に触媒を添加してよい。乾燥被覆法による場合には、触媒添加した本開示の表面処理剤をそのまま蒸着（通常、真空蒸着）処理するか、あるいは鉄や銅などの金属多孔体に、触媒添加した本開示の表面処理剤を含浸させたペレット状物質を用いて蒸着（通常、真空蒸着）処理をしてもよい。

- [0301] 触媒には、任意の適切な酸又は塩基を使用できる。酸触媒としては、例えば、酢酸、ギ酸、トリフルオロ酢酸などを使用できる。また、塩基触媒としては、例えばアンモニア、有機アミン類などを使用できる。
- [0302] 上記のようにして、基材の表面に、本開示の表面処理剤に由来する層が形成され、本開示の物品が製造される。これにより得られる上記層は、高い表面滑り性と高い摩擦耐久性の双方を有する。また、上記層は、高い摩擦耐久性に加えて、使用する表面処理剤の組成にもよるが、撥水性、撥油性、防汚性（例えば指紋等の汚れの付着を防止する）、防水性（電子部品等への水の浸入を防止する）、表面滑り性（又は潤滑性、例えば指紋等の汚れの拭き取り性や、指に対する優れた触感）などを有し得、機能性薄膜として好適に利用され得る。
- [0303] すなわち本開示はさらに、上記表面処理層を最外層に有する光学材料にも関する。
- [0304] 光学材料としては、後記に例示するようなディスプレイ等に関する光学材料のほか、多種多様な光学材料が好ましく挙げられる：例えば、陰極線管（CRT；例えば、パソコンモニター）、液晶ディスプレイ、プラズマディスプレイ、有機ELディスプレイ、無機薄膜ELドットマトリクスディスプレイ、背面投写型ディスプレイ、蛍光表示管（VFD）、電界放出ディスプレイ（FED；Field Emission Display）などのディスプレイ又はそれらのディスプレイの保護板、又はそれらの表面に反射防止膜処理を施したもの。
- [0305] 本開示によって得られる層を有する物品は、特に限定されるものではないが、光学部材であり得る。光学部材の例には、次のものが挙げられる：眼鏡などのレンズ；PDP、LCDなどのディスプレイの前面保護板、反射防止板、偏光板、アンチグレア板；携帯電話、携帯情報端末などの機器のタッチパネルシート；ブルーレイ（Blu-ray（登録商標））ディスク、DVDディスク、CD-R、MOなどの光ディスクのディスク面；光ファイバー；時計の表示面など。

[0306] また、本開示によって得られる層を有する物品は、医療機器又は医療材料であってもよい。

[0307] 上記層の厚さは、特に限定されない。光学部材の場合、上記層の厚さは、1～50 nm、1～30 nm、好ましくは1～15 nmの範囲であることが、光学性能、表面滑り性、摩擦耐久性及び防汚性の点から好ましい。

[0308] 以上、本開示のフルオロポリエーテル基含有シラン化合物を、典型的には表面処理剤として使用して得られる物品について詳述した。なお、本開示のフルオロポリエーテル基含有シラン化合物又はフルオロポリエーテル基含有シラン化合物を含む組成物の用途、使用方法ないし物品の製造方法などは、上記で例示したものに限定されない。

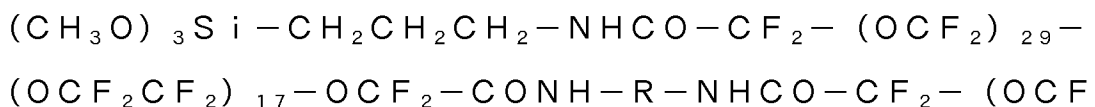
実施例

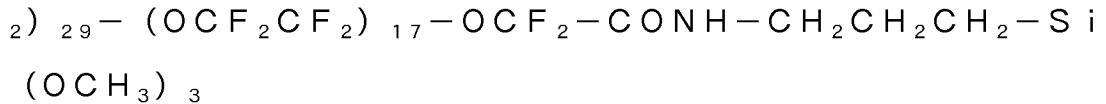
[0309] 本発明の表面処理剤について、以下の実施例を通じてより具体的に説明するが、本発明はこれら実施例に限定されるものではない。なお、本実施例において、以下に示される化学式はすべて平均組成を示し、パーフルオロポリエーテルを構成する各繰り返し単位の存在順序は任意である。

[0310] 実施例 1

還流冷却器、温度計および攪拌機を取り付けた50 mLの4つ口フラスコに、平均組成 $\text{CH}_3\text{OCO}-\text{CF}_2-(\text{OCF}_2)_{29}-(\text{OCF}_2\text{CF}_2)_{17}-\text{OCF}_2-\text{COOCH}_3$ で表されるPFPE変性エステル体20 g、及び1, 3-ビス(トリフルオロメチル)ベンゼン10 gを仕込み、窒素気流下、滴下漏斗を用いて1-アミノ-3-アミノメチル-3, 5, 5-トリメチルシクロヘキサン0.53 mLを加えた後、25℃にて1時間攪拌した。続いて、3-アミノプロピルトリメトキシシラン1.0 mLを加えた後、25℃にて1時間攪拌した。その後減圧下で揮発分を留去することにより、下式で表されるPFPE含有シラン化合物(A)を得た。

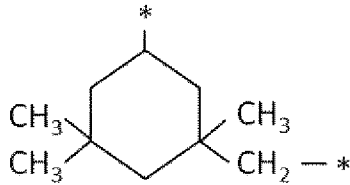
PFPE含有シラン化合物(A)





式中、Rは、下記式で表される基である。

[化26]

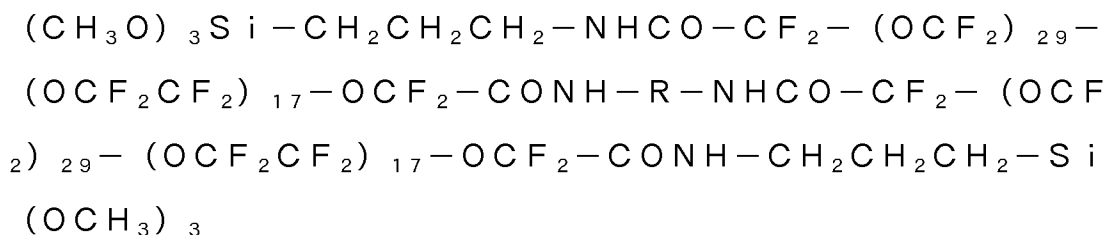


なお、一方の末端に $\text{CF}_3\text{O}-$ を有する化合物が4.8%存在した。また、副生成物として、 $(\text{CH}_3\text{O})_3\text{Si}-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{NHCO}-\{\text{CF}_2-(\text{OCF}_2)_{29}-(\text{OCF}_2\text{CF}_2)_{17}-\text{OCF}_2-\text{CONH}-\text{R}-\text{NHCO}\}_n-\text{CF}_2-(\text{OCF}_2)_{29}-(\text{OCF}_2\text{CF}_2)_{17}-\text{OCF}_2-\text{CONH}-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{Si}(\text{OCH}_3)_3$ (n は0又は2)が微量確認された。

[0311] 実施例2

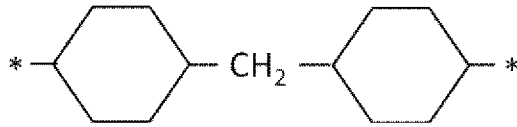
還流冷却器、温度計および攪拌機を取り付けた50 mLの4つ口フラスコに、平均組成 $\text{CH}_3\text{OCO}-\text{CF}_2-(\text{OCF}_2)_{29}-(\text{OCF}_2\text{CF}_2)_{17}-\text{OCF}_2-\text{COOCH}_3$ で表されるPFPE変性エステル体20 g、及び1,3-ビス(トリフルオロメチル)ベンゼン10 gを仕込み、窒素気流下、滴下漏斗を用いて4,4'-メチレンビス(シクロヘキシルアミン)0.61 gを加えた後、25℃にて1時間攪拌した。続いて、3-アミノプロピルトリメトキシシラン1.0 mLを加えた後、25℃にて1時間攪拌した。その後減圧下で揮発分を留去することにより、下式で表されるPFPE含有シラン化合物(B)を得た。

PFPE含有シラン化合物(B)



式中、Rは、下記式で表される基である。

[化27]

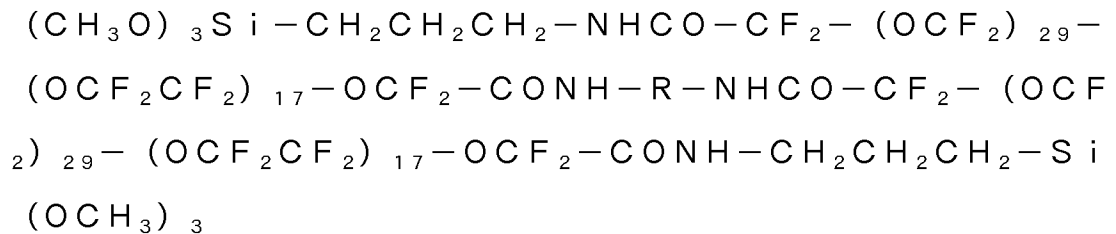


なお、一方の末端に $\text{CF}_3\text{O}-$ を有する化合物が4.8%存在した。また、副生成物として、 $(\text{CH}_3\text{O})_3\text{Si}-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{NHCO}-\{\text{CF}_2-(\text{OCF}_2)_{29}-(\text{OCF}_2\text{CF}_2)_{17}-\text{OCF}_2-\text{CONH}-\text{R}-\text{NHCO}\}_n-\text{CF}_2-(\text{OCF}_2)_{29}-(\text{OCF}_2\text{CF}_2)_{17}-\text{OCF}_2-\text{CONH}-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{Si}(\text{OCH}_3)_3$ (n は0又は2)が微量確認された。

[0312] 実施例3

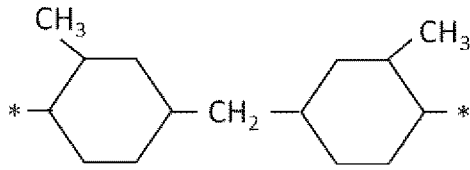
還流冷却器、温度計および攪拌機を取り付けた50 mLの4つ口フラスコに、平均組成 $\text{CH}_3\text{OCO}-\text{CF}_2-(\text{OCF}_2)_{29}-(\text{OCF}_2\text{CF}_2)_{17}-\text{OCF}_2-\text{COOCH}_3$ で表されるPFPE変性エステル体20 g、及び1,3-ビス(トリフルオロメチル)ベンゼン10 gを仕込み、窒素気流下、滴下漏斗を用いて4,4'-メチレンビス(2-メチルシクロヘキシルアミン)0.70 gを加えた後、25℃にて1時間攪拌した。続いて、3-アミノプロピルトリメトキシシラン1.0 mLを加えた後、25℃にて1時間攪拌した。その後減圧下で揮発分を留去することにより、下式で表されるPFPE含有シラン化合物(C)を得た。

PFPE含有シラン化合物(C)



式中、Rは、下記式で表される基である。

[化28]

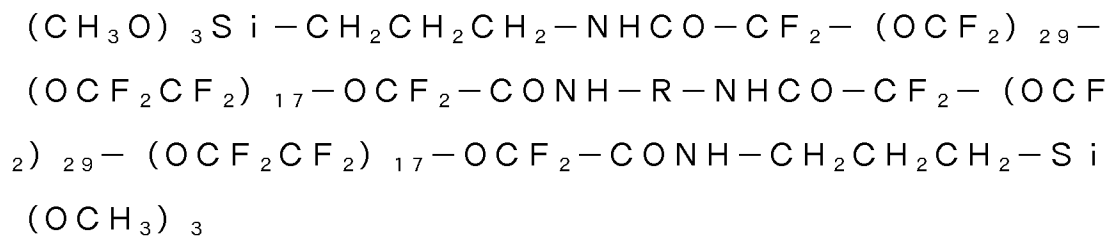


なお、一方の末端に $\text{CF}_3\text{O}-$ を有する化合物が4.8%存在した。また、副生成物として、 $(\text{CH}_3\text{O})_3\text{Si}-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{NHCO}-\{\text{CF}_2-(\text{OCF}_2)_{29}-(\text{OCF}_2\text{CF}_2)_{17}-\text{OCF}_2-\text{CONH}-\text{R}-\text{NHCO}\}_n-\text{CF}_2-(\text{OCF}_2)_{29}-(\text{OCF}_2\text{CF}_2)_{17}-\text{OCF}_2-\text{CONH}-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{Si}(\text{OCH}_3)_3$ (n は0又は2)が微量確認された。

[0313] 比較例1

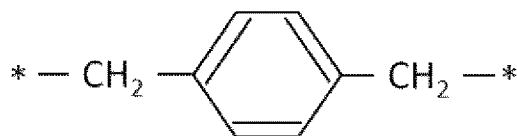
還流冷却器、温度計および攪拌機を取り付けた50 mLの4つ口フラスコに、平均組成 $\text{CH}_3\text{OCO}-\text{CF}_2-(\text{OCF}_2)_{29}-(\text{OCF}_2\text{CF}_2)_{17}-\text{OCF}_2-\text{COOCH}_3$ で表されるPFPE変性エステル体20 g、及び1,3-ビス(トリフルオロメチル)ベンゼン10 gを仕込み、窒素気流下、滴下漏斗を用いてp-キシリレンジアミン0.40 gを加えた後、25℃にて1時間攪拌した。続いて、3-アミノプロピルトリメトキシシラン1.0 mLを加えた後、25℃にて1時間攪拌した。その後減圧下で揮発分を留去することにより、下式で表されるPFPE含有シラン化合物(D)を得た。

PFPE含有シラン化合物(D)



式中、Rは、下記式で表される基である。

[化29]

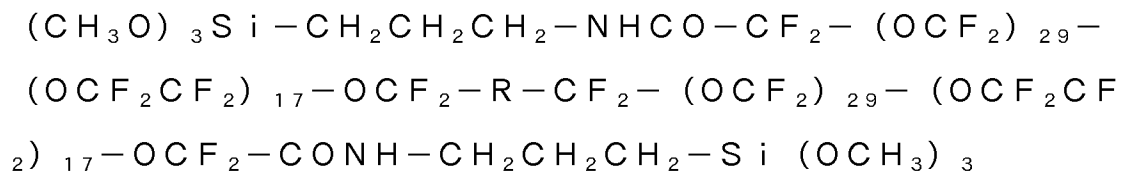


なお、一方の末端に CF_3O -を有する化合物が4.8%存在した。また、副生成物として、 $(\text{CH}_3\text{O})_3\text{Si}-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{NHCO}-\{\text{CF}_2-(\text{OCF}_2)_{29}-(\text{OCF}_2\text{CF}_2)_{17}-\text{OCF}_2-\text{CONH}-\text{R}-\text{NHCO}\}_n-\text{CF}_2-(\text{OCF}_2)_{29}-(\text{OCF}_2\text{CF}_2)_{17}-\text{OCF}_2-\text{CONH}-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{Si}(\text{OCH}_3)_3$ (n は0又は2)が微量確認された。

[0314] 比較例2

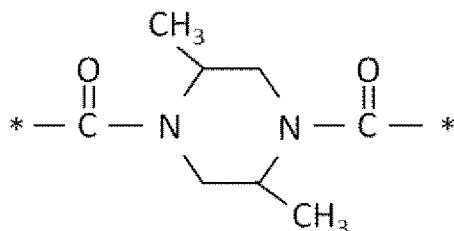
還流冷却器、温度計および攪拌機を取り付けた50 mLの4つ口フラスコに、平均組成 $\text{CH}_3\text{OCO}-\text{CF}_2-(\text{OCF}_2)_{29}-(\text{OCF}_2\text{CF}_2)_{17}-\text{OCF}_2-\text{COOCH}_3$ で表されるPFPE変性エステル体20 g、及び1,3-ビス(トリフルオロメチル)ベンゼン10 gを仕込み、窒素気流下、滴下漏斗を用いて2,5-ジメチルピペラジン0.33 gを加えた後、70℃にて16時間攪拌した。続いて反応溶液を25℃まで冷やし、3-アミノプロピルトリメトキシシラン1.0 mLを加えた後、25℃にて1時間攪拌した。その後減圧下で揮発分を留去することにより、下式で表されるPFPE含有シラン化合物(E)を得た。

PFPE含有シラン化合物(E)



式中、Rは、下記式で表される基である。

[化30]



なお、一方の末端に CF_3O -を有する化合物が4.8%存在した。また、副生成物として、 $(\text{CH}_3\text{O})_3\text{Si}-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-\text{NHCO}-\{\text{CF}_2-$

$$- (\text{OCF}_2)_{29} - (\text{OCF}_2\text{CF}_2)_{17} - \text{OCF}_2 - \text{R} \}_n - \text{CF}_2 - (\text{OCF}_2)_{29} - (\text{OCF}_2\text{CF}_2)_{17} - \text{OCF}_2 - \text{CONH} - \text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2 - \text{Si}(\text{OCH}_3)_3$$
 $(n \text{ は } 0 \text{ 又は } 2)$ が微量確認された。

[0315] 評価

(表面処理剤の調製)

上記実施例 1～3 および比較例 1～2 で得たパーフルオロポリエーテル基含有シラン化合物を、ノベック 7200 (スリーエム社製) に溶解させて、濃度 20 wt % になるように、表面処理剤 1～5 を調製した。

[0316] (表面処理層の形成)

上記で調製した表面処理剤 1～6 を、それぞれ化学強化ガラス (コーニング社製、「ゴリラ」ガラス、厚さ 0.7 mm) 上に真空蒸着した。真空蒸着法の条件は、抵抗加熱式蒸着機 (シンクロン製)、チャンバーサイズ 1,900 mm φ、真空度 5.0E-05、電流値 240 A、電圧 10 V、基材温度 40℃であった。次に、蒸着した化学強化ガラスを、温度 150℃の雰囲気下で 30 分静置し、その後室温まで放冷させ、ガラス基材上に表面処理層を形成した。

[0317] <恒温恒湿暴露後の耐消しゴム摩耗性試験>

上記の通り表面処理したガラスを、40℃/80%RH の環境下で 300 時間暴露させた。具体的には、いすゞ製作所製、低温恒温恒湿試験機 TPAV-210-20 を用いて、40℃/80%RH に設定した槽内に、表面処理したガラスを水平配置し、300 時間静置させた。その後、ラビングテスター (新東科学社製) を用いて、下記条件で 250 回擦る毎に耐水接触角を測定し、100° 未満となるまで試験を続けた。試験環境条件は 40℃、湿度 90%RH であった。結果を下記表 1 に示す。

消しゴム : R a b e r E r a s e r (M i n o a n 社製)

接地面積 : 6 mm φ

移動距離 (片道) : 30 mm

移動速度 : 3,600 mm/分

荷重：1 kg / 6 mm φ

[0318] <マジックはじき試験>

上記の通り準備したガラス表面について、マジックのはじき性を確認した。具体的には、マジックで表面処理したガラスに、線太さ1 cm×長さ10 cmの直線を書き、その後キムワイプを用いて荷重1 kgで10回空拭きした後の表面を観察した。拭き取り後、インクが除去されていれば×、インクが一部残っていても△、インクが完全に残っていても○として、評価結果を表1に示す。マジックはZEBRA社製のマッキー極細タイプ油性マーカーを使用した。

[0319] [表1]

	消しゴム耐久 (回)	マジックはじき
実施例 1	1750	○
実施例 2	2000	○
実施例 3	2000	○
比較例 1	750	△
比較例 2	1000	△

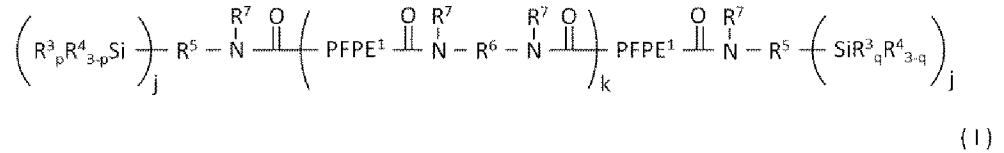
産業上の利用可能性

[0320] 本開示のフルオロポリエーテル基含有シラン化合物は、種々多様な基材の表面に、表面処理層を形成するために好適に利用され得る。

請求の範囲

[請求項1] 下記式 (1) :

[化1]



[式中:]

R³は、各出現においてそれぞれ独立して、水素原子又は1価の有機基であり、

R⁴は、各出現においてそれぞれ独立して、水酸基又は加水分解可能な基であり、

pは、各出現においてそれぞれ独立して、0～3の整数であり；

ただし、(SiR³_pR⁴_{3-p})_jにおいて少なくとも1つのSiR³_pR⁴_{3-p}は、pが0～2の整数であり、

qは、各出現においてそれぞれ独立して、0～3の整数であり；

ただし、(SiR³_qR⁴_{3-q})_jにおいて少なくとも1つのSiR³_qR⁴_{3-q}は、qが0～2の整数であり、

R⁵は、各出現においてそれぞれ独立して、j+1価の有機基であり、

R⁶は、各出現においてそれぞれ独立して、-R¹⁶-R¹⁵-R¹⁷-であり、

R¹⁵は、各出現においてそれぞれ独立して、シクロアルキレン含有基であり、

R¹⁶は、各出現においてそれぞれ独立して、単結合又は二価の有機基であり、

R¹⁷は、各出現においてそれぞれ独立して、単結合又は二価の有機基であり、

R⁷は、各出現においてそれぞれ独立して、水素原子又はC₁₋₂₀ア

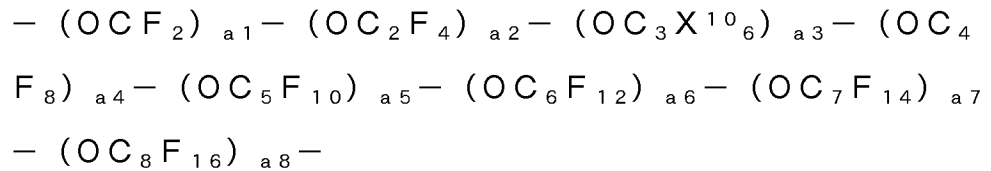
ルキル基であり、

$R^F R^{FE}$ は、各出現においてそれぞれ独立して、 $-R^F-R^{FE}-$ であり、

R^F は、 $-(C_f F_{2f})-$ であり、

f は1～10の整数であり、

R^{FE} は、式：



(式中：

a_1 、 a_2 、 a_3 、 a_4 、 a_5 、 a_6 、 a_7 及び a_8 は、それぞれ独立して0～200の整数であり、 a_1 、 a_2 、 a_3 、 a_4 、 a_5 、 a_6 、 a_7 及び a_8 の和は、少なくとも5であり、

添字 a_1 、 a_2 、 a_3 、 a_4 、 a_5 、 a_6 、 a_7 又は a_8 を付して括弧でくくられた各繰り返し単位の存在順序は、式中において任意であり、

X^{10} は、各出現においてそれぞれ独立して、水素原子、フッ素原子又は塩素原子であり、ただし、全ての X^{10} が水素原子又は塩素原子であるとき、 a_1 、 a_2 、 a_4 、 a_5 、 a_6 、 a_7 及び a_8 の少なくとも1つは、1以上の整数である。)

で表される2価のフルオロポリエーテル基であり、

j は、各出現において独立して、1～9の整数であり、

k は、1以上の整数である。]

で表されるフルオロポリエーテル基含有シラン化合物。

[請求項2]

R^{15} は、各出現においてそれぞれ独立して、炭素数5～12の単環式、二環式又は三環式シクロアルキレン基を含有する基であり、

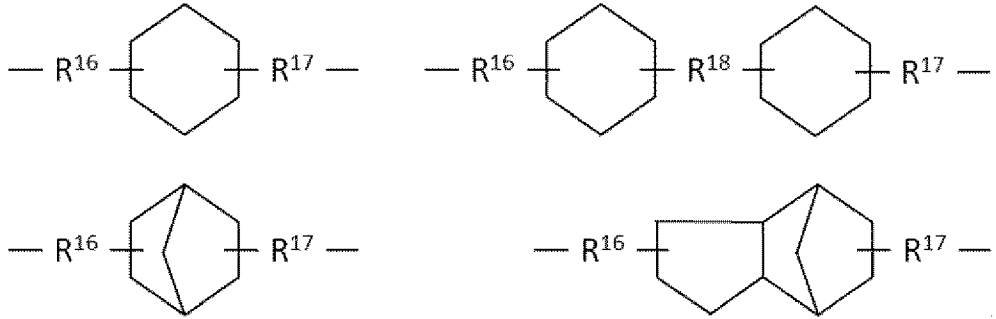
R^{16} は、各出現においてそれぞれ独立して、単結合又は C_{1-6} アルキレン基であり、

R¹⁷は、各出現においてそれぞれ独立して、単結合又はC₁₋₆アルキレン基である、請求項1に記載のフルオロポリエーテル基含有シラン化合物。

[請求項3]

R⁶は、環の水素原子が置換されていてもよい下記の基：

[化2]



[式中、

R¹⁶は、各出現においてそれぞれ独立して、単結合又はC₁₋₆アルキレン基であり、

R¹⁷は、各出現においてそれぞれ独立して、単結合又はC₁₋₆アルキレン基であり、

R¹⁸は、各出現においてそれぞれ独立して、C₁₋₆アルキレン基である。]

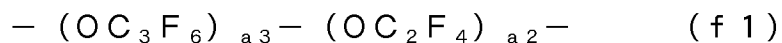
から選択される基である、請求項1又は2に記載のフルオロポリエーテル基含有シラン化合物。

[請求項4]

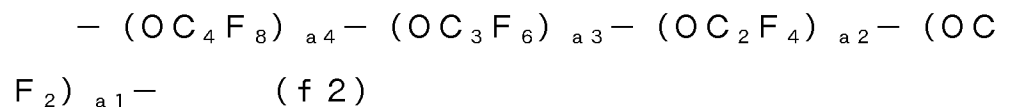
X¹⁰は、フッ素原子である、請求項1～3のいずれか1項に記載のフルオロポリエーテル基含有シラン化合物。

[請求項5]

R^{FE}は、各出現においてそれぞれ独立して、下記式(f1)、(f2)、(f3)、(f4)又は(f5)：



[式中、a₃は5～200の整数であり、a₂は0又は1である。]



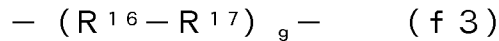
[式中、a₃及びa₄は、それぞれ独立して、0～30の整数であり

;

a_1 及び a_2 は、それぞれ独立して、1～200の整数であり；

a_1 、 a_2 、 a_3 及び a_4 の和は、10～200の整数であり；

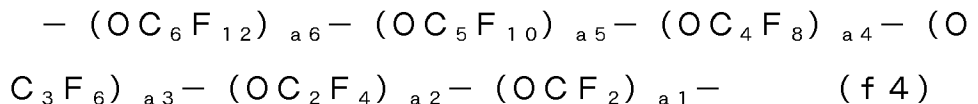
添字 a_1 、 a_2 、 a_3 又は a_4 を付して括弧でくくられた各繰り返し単位の存在順序は、式中において任意である。]



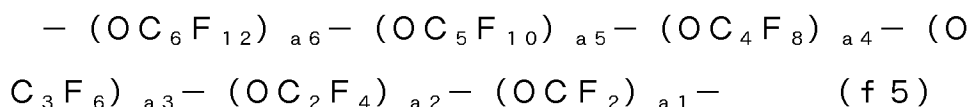
[式中、 R^{16} は、 OCF_2 又は OC_2F_4 であり；

R^{17} は、 OC_2F_4 、 OC_3F_6 、 OC_4F_8 、 OC_5F_{10} 及び OC_6F_{12} から選択される基であるか、あるいは、これらの基から選択される2又は3つの基の組み合わせであり；

g は、2～100の整数である。]



[式中、 a_2 は、1～200の整数であり、 a_1 、 a_3 、 a_4 、 a_5 及び a_6 は、それぞれ独立して0～200の整数であって、 a_1 、 a_2 、 a_3 、 a_4 、 a_5 及び a_6 の和は少なくとも5であり、また、 a_1 、 a_2 、 a_3 、 a_4 、 a_5 又は a_6 を付して括弧でくくられた各繰り返し単位の存在順序は式中において任意である。]



[式中、 a_1 は、1～200の整数であり、 a_2 、 a_3 、 a_4 、 a_5 及び a_6 は、それぞれ独立して0～200の整数であって、 a_1 、 a_2 、 a_3 、 a_4 、 a_5 及び a_6 の和は少なくとも5であり、また、 a_1 、 a_2 、 a_3 、 a_4 、 a_5 又は a_6 を付して括弧でくくられた各繰り返し単位の存在順序は式中において任意である。]

で表される基である、請求項1～4のいずれか1項に記載のフルオロポリエーテル基含有シラン化合物。

[請求項6]

R^7 は水素原子である、請求項1～5のいずれか1項に記載のフル

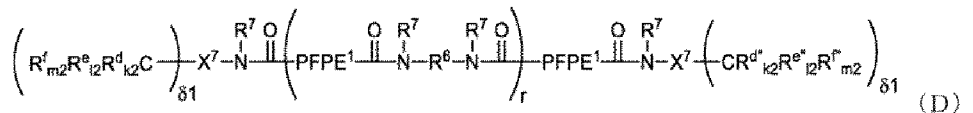
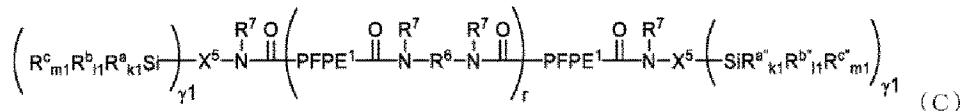
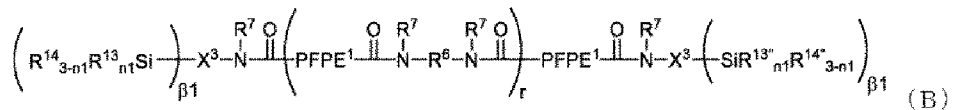
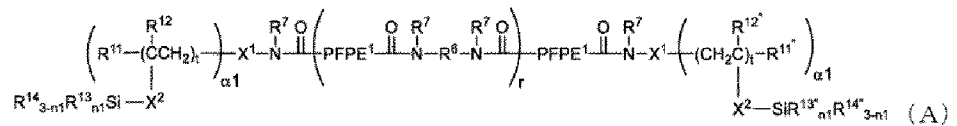
オロポリエーテル基含有シラン化合物。

[請求項7] R⁵は二価の有機基であり、jは1である、請求項1～6のいずれか1項に記載のフルオロポリエーテル基含有シラン化合物。

[請求項8] R⁵は、C₁₋₆アルキレン基であり、jは1である、請求項1～7のいずれか1項に記載のフルオロポリエーテル基含有シラン化合物。

[請求項9] 式(A)、(B)、(C)、又は(D)：

[化3]



[式中：

R¹¹及びR^{11'}は、各出現において、それぞれ独立して、水素原子又はハロゲン原子であり、

R¹²及びR^{12'}は、各出現において、それぞれ独立して、水素原子又は低級アルキル基であり、

R¹³及びR^{13'}は、各出現においてそれぞれ独立して、水酸基又は加水分解可能な基であり、

R¹⁴及びR^{14'}は、各出現においてそれぞれ独立して、水素原子又は炭素原子数1～22のアルキル基であり、

X²は、各出現においてそれぞれ独立して、単結合又は2価の有機基であり、

n_1 は、 $(-SiR^{13}_{n_1}R^{14}_{3-n_1})$ 単位毎、又は $(-SiR^{13''}_{n_1}R^{14''}_{3-n_1})$ 単位毎に独立して、0～3の整数であり、

X^1 は、それぞれ独立して、アミド結合に連結する単結合又は2～10価の有機基であり、

t は、それぞれ独立して、1～10の整数であり、

α_1 は1～9の整数であり、

X^3 は、それぞれ独立して、2～10価の有機基であり、

β_1 は、1～9の整数であり、

X^5 は、それぞれ独立して、2～10価の有機基であり、

γ_1 は、1～9の整数であり、

R^a は、各出現においてそれぞれ独立して、 $-Z^3-SiR^{71}_{p_1}R^{72}_{q_1}R^{73}_{r_1}$ であり、

Z^3 は、各出現においてそれぞれ独立して、酸素原子又は2価の有機基であり、

R^{71} は、各出現においてそれぞれ独立して、 $R^{a'}$ であり、

$R^{a'}$ は、 R^a と同意義であり、

R^a 中、 Z^3 基を介して直鎖状に連結される Si は最大で5個であり、

R^{72} は、各出現においてそれぞれ独立して、水酸基又は加水分解可能な基であり、

R^{73} は、各出現においてそれぞれ独立して、水素原子又は低級アルキル基であり、

p_1 は、各出現においてそれぞれ独立して、0～3の整数であり、

q_1 は、各出現においてそれぞれ独立して、0～3の整数であり、

r_1 は、各出現においてそれぞれ独立して、0～3の整数であり、

ただし、 $(-Z^3-SiR^{71}_{p_1}R^{72}_{q_1}R^{73}_{r_1})$ 毎において、 p_1 、 q_1 及び r_1 の和は3であり、

$R^{a''}$ は、各出現においてそれぞれ独立して、 $-Z^3-SiR^{71}_{p_1}R$

$R^{72}{}_{q1} R^{73}{}_{r1}$ であり、

Z^3 、 R^{71} 、 R^{73} 、 $p1$ 、 $q1$ 、及び $r1$ は、上記と同意義であり、

R^{72} は、 R^{72} と同意義であり、

R^b および $R^{b'}$ は、各出現においてそれぞれ独立して、水酸基又は加水分解可能な基であり、

R^c および $R^{c'}$ は、各出現においてそれぞれ独立して、水素原子又は低級アルキル基であり、

$k1$ は、各出現においてそれぞれ独立して、0～3の整数であり、

$l1$ は、各出現においてそれぞれ独立して、0～3の整数であり、

$m1$ は、各出現においてそれぞれ独立して、0～3の整数であり、

ただし、 $(SiR^{a_{k1}}R^{b_{l1}}R^{c_{m1}})$ 每又は $(SiR^{a'_{k1}}R^{b'_{l1}}R^{c'_{m1}})$ 每において、 $k1$ 、 $l1$ 及び $m1$ の和は、3であり、

X^7 は、それぞれ独立して、2～10価の有機基であり、

$\delta1$ は、1～9の整数であり、

R^d は、各出現においてそれぞれ独立して、 $-Z^4-CR^{81}{}_{p2}R^{82}{}_{q2}R^{83}{}_{r2}$ であり、

Z^4 は、各出現においてそれぞれ独立して、酸素原子又は2価の有機基であり、

R^{81} は、各出現においてそれぞれ独立して、 $R^{d'}$ であり、

$R^{d'}$ は、 R^d と同意義であり、

R^{82} は、各出現においてそれぞれ独立して、 $-Y-SiR^{85}{}_{n2}R^{86}{}_{3-n2}$ であり、

Y は、各出現においてそれぞれ独立して、2価の有機基であり、

R^{85} は、各出現においてそれぞれ独立して、水酸基又は加水分解可能な基であり、

R^{86} は、各出現においてそれぞれ独立して、水素原子又は低級アルキル基であり、

n_2 は、 $(-Y-SiR^{85}_{n_2}R^{86}_{3-n_2})$ 単位毎、又は $(-Y-SiR^{85''}_{n_2}R^{86''}_{3-n_2})$ 単位毎に独立して、0～3の整数であり、

R^{83} は、各出現においてそれぞれ独立して、水素原子、水酸基又は低級アルキル基であり、

p_2 は、各出現においてそれぞれ独立して、0～3の整数であり、

q_2 は、各出現においてそれぞれ独立して、0～3の整数であり、

r_2 は、各出現においてそれぞれ独立して、0～3の整数であり、

ただし、 $(-Z^4-CR^{81}_{p_2}R^{82}_{q_2}R^{83}_{r_2})$ 毎、又は $(-Z^4-CR^{81''}_{p_2}R^{82''}_{q_2}R^{83''}_{r_2})$ 毎において、 p_2 、 q_2 及び r_2 の和は3であり、

$R^{d''}$ は、各出現においてそれぞれ独立して、 $-Z^4-CR^{81}_{p_2}R^{82''}_{q_2}R^{83}_{r_2}$ であり、

$R^{82''}$ は、各出現においてそれぞれ独立して、 $-Y-SiR^{85''}_{n_2}R^{86''}_{3-n_2}$ であり、

$R^{85''}$ 、及び $R^{86''}$ は、それぞれ、 R^{85} 、及び R^{86} と同意義であり、

R^e は、各出現においてそれぞれ独立して、 $-Y-SiR^{85}_{n_2}R^{86}_{3-n_2}$ であり、

$R^{e''}$ は、各出現においてそれぞれ独立して、 $-Y-SiR^{85''}_{n_2}R^{86''}_{3-n_2}$ であり、

R^f および $R^{f''}$ は、各出現においてそれぞれ独立して、水素原子、水酸基又は低級アルキル基であり、

k_2 は、各出現においてそれぞれ独立して、0～3の整数であり、

l_2 は、各出現においてそれぞれ独立して、0～3の整数であり、

m_2 は、各出現においてそれぞれ独立して、0～3の整数であり、

ただし、 k_2 、 l_2 及び m_2 の和は3であり、

R^6 は、各出現においてそれぞれ独立して、 $-R^{16}-R^{15}-R^{17}-$ であり、

R^{15} は、各出現においてそれぞれ独立して、シクロアルキレン含有基であり、

R^{16} は、各出現においてそれぞれ独立して、単結合又は二価の有機基であり、

R^{17} は、各出現においてそれぞれ独立して、単結合又は二価の有機基であり、

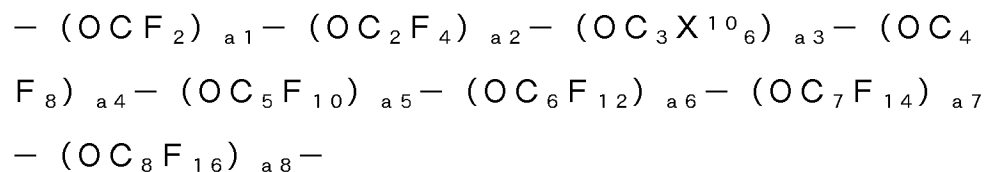
R^7 は、各出現においてそれぞれ独立して、水素原子又は C_{1-20} アルキル基であり、

$PFP E^1$ は、各出現においてそれぞれ独立して、 $-R^F-R^{FE}-$ であり、

R^F は、 $-(C_f F_{2f})-$ であり、

f は1～10の整数であり、

R^{FE} は、式：



(式中：

$a1$ 、 $a2$ 、 $a3$ 、 $a4$ 、 $a5$ 、 $a6$ 、 $a7$ 及び $a8$ は、それぞれ独立して0～200の整数であり、 $a1$ 、 $a2$ 、 $a3$ 、 $a4$ 、 $a5$ 、 $a6$ 、 $a7$ 及び $a8$ の和は、少なくとも5であり、

添字 $a1$ 、 $a2$ 、 $a3$ 、 $a4$ 、 $a5$ 、 $a6$ 、 $a7$ 又は $a8$ を付して括弧でくくられた各繰り返し単位の存在順序は、式中において任意であり、

X^{10} は、各出現においてそれぞれ独立して、水素原子、フッ素原子又は塩素原子であり、ただし、全ての X^{10} が水素原子又は塩素原子であるとき、 $a1$ 、 $a2$ 、 $a4$ 、 $a5$ 、 $a6$ 、 $a7$ 及び $a8$ の少なくとも1つは、1以上の整数である。))

で表される2価のフルオロポリエーテル基であり、

r は、1 以上の整数である。]

で表される、請求項 1～8 のいずれか 1 項に記載のフルオロポリエーテル基含有シラン化合物。

- [請求項10] 請求項 1～9 のいずれか 1 項に記載のフルオロポリエーテル基含有シラン化合物を含有する、表面処理剤。
- [請求項11] 含フッ素オイル、シリコンオイル、及び触媒から選択される 1 種又はそれ以上の他の成分をさらに含有する、請求項 10 に記載の表面処理剤。
- [請求項12] さらに溶媒を含む、請求項 10 又は 11 のいずれか 1 項に記載の表面処理剤。
- [請求項13] 防汚性コーティング剤又は防水性コーティング剤として使用される、請求項 10～12 のいずれか 1 項に記載の表面処理剤。
- [請求項14] 基材と、該基材の表面に、請求項 1～9 のいずれか 1 項に記載のフルオロポリエーテル基含有シラン化合物、又は請求項 10～13 のいずれか 1 項に記載の表面処理剤より形成された層とを含む物品
- [請求項15] 光学部材である、請求項 14 に記載の物品。

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2021/024997

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 B32B 27/00(2006.01)i; C08G 65/336(2006.01)i; C09D 5/16(2006.01)i; C08L 83/04(2006.01)i; C09D 171/02(2006.01)i; C09K 3/18(2006.01)i; C08L 71/02(2006.01)i
 FI: C08G65/336; C09K3/18 104; C09D5/16; C09D171/02; C08L71/02; C08L83/04; B32B27/00 101
 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)
 B32B27/00; C08G65/336; C09D5/16; C08L83/04; C09D171/02; C09K3/18; C08L71/02

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	1971-2021
Registered utility model specifications of Japan	1996-2021
Published registered utility model applications of Japan	1994-2021

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
P, A	WO 2021/125058 A1 (MOMENTIVE PERFORMANCE MATERIALS JAPAN L. L. C.) 24 June 2021 (2021-06-24)	1-15
A	WO 2019/088126 A1 (DAIKIN INDUSTRIES, LTD.) 09 May 2019 (2019-05-09)	1-15
A	JP 11-116684 A (SHIN-ETSU CHEMICAL CO., LTD.) 27 April 1999 (1999-04-27)	1-15
A	JP 6-234923 A (SHIN-ETSU CHEMICAL CO., LTD.) 23 August 1994 (1994-08-23)	1-15
A	JP 2003-64348 A (SONY CORP.) 05 March 2003 (2003-03-05)	1-15

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

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 07 September 2021 (07.09.2021)	Date of mailing of the international search report 21 September 2021 (21.09.2021)
---	--

Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.
--	---

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application no.

PCT/JP2021/024997

Patent Documents referred in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
WO 2021/125058 A1	24 Jun. 2021	(Family: none)	
WO 2019/088126 A1	09 May 2019	KR 10-2020-0055784 A CN 111263790 A	
JP 11-116684 A	27 Apr. 1999	(Family: none)	
JP 6-234923 A	23 Aug. 1994	US 5352752 A	
JP 2003-64348 A	05 Mar. 2003	(Family: none)	

<p>A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） B32B 27/00(2006.01)i; C08G 65/336(2006.01)i; C09D 5/16(2006.01)i; C08L 83/04(2006.01)i; C09D 171/02(2006.01)i; C09K 3/18(2006.01)i; C08L 71/02(2006.01)i FI: C08G65/336; C09K3/18 104; C09D5/16; C09D171/02; C08L71/02; C08L83/04; B32B27/00 101</p>										
<p>B. 調査を行った分野</p>										
<p>調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） B32B27/00; C08G65/336; C09D5/16; C08L83/04; C09D171/02; C09K3/18; C08L71/02</p>										
<p>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</p> <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2021年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2021年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2021年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2021年
日本国実用新案公報	1922 - 1996年									
日本国公開実用新案公報	1971 - 2021年									
日本国実用新案登録公報	1996 - 2021年									
日本国登録実用新案公報	1994 - 2021年									
<p>国際調査で利用した電子データベース（データベースの名称、調査に利用した用語） CAplus/REGISTRY (STN)</p>										
<p>C. 関連すると認められる文献</p>										
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								
P, A	WO 2021/125058 A1 (モメンティブ・パフォーマンス・マテリアルズ・ジャパン合同 会社) 24.06.2021 (2021 - 06 - 24)	1-15								
A	WO 2019/088126 A1 (ダイキン工業株式会社) 09.05.2019 (2019 - 05 - 09)	1-15								
A	JP 11-116684 A (信越化学工業株式会社) 27.04.1999 (1999 - 04 - 27)	1-15								
A	JP 6-234923 A (信越化学工業株式会社) 23.08.1994 (1994 - 08 - 23)	1-15								
A	JP 2003-64348 A (ソニー株式会社) 05.03.2003 (2003 - 03 - 05)	1-15								
<p><input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</p>										
* 引用文献のカテゴリー	<p>“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</p>									
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの	<p>“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</p>									
“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	<p>“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</p>									
“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）	<p>“&” 同一パテントファミリー文献</p>									
“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										
国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日									
07.09.2021	21.09.2021									
名称及びあて先	権限のある職員（特許庁審査官）									
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	土橋 敬介 4J 3839									
	電話番号 03-3581-1101 内線 3457									

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/JP2021/024997

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO 2021/125058 A1	24.06.2021	(ファミリーなし)	
WO 2019/088126 A1	09.05.2019	KR 10-2020-0055784 A CN 111263790 A	
JP 11-116684 A	27.04.1999	(ファミリーなし)	
JP 6-234923 A	23.08.1994	US 5352752 A	
JP 2003-64348 A	05.03.2003	(ファミリーなし)	