(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
2018年9月20日(20.09.2018)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2018/168972 A1

(51) 国際特許分類:
C09K 3/18 (2006.01)　*C09D 5/16* (2006.01)
C08G 65/22 (2006.01)　*C09D 7/63* (2018.01)
C08G 65/336 (2006.01)　*C09D 171/02* (2006.01)
C08K 5/41 (2006.01)　*C23C 14/24* (2006.01)
C08L 71/02 (2006.01)　*G02B 1/18* (2015.01)

(21) 国際出願番号：　PCT/JP2018/010090

(22) 国際出願日：　2018年3月14日(14.03.2018)

(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 2017-048980　2017年3月14日(14.03.2017)　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：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). 野村 孝史(**NOMURA, Takashi**)；〒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：鮫島　睦，外 (**SAMEJIMA, Mutsumi** 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, 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, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, 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：
— 国際調査報告（条約第21条(3)）

WO 2018/168972 A1

(54) **Title:** SURFACE TREATMENT AGENT COMPRISING SILANE COMPOUND CONTAINING PERFLUORO(POLY)ETHER GROUP, AND PELLETS AND ARTICLE USING THE SURFACE TREATMENT AGENT

(54) 発明の名称：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、それを用いたペレットおよび物品

(57) **Abstract:** The present invention provides a surface treatment agent comprising a silane compound which contains a perfluoro(poly)ether group and a compound which includes an atom with an unshared electron pair in the molecular structure.

(57) 要約：本発明は、パーフルオロ（ポリ）エーテル基含有シラン化合物および分子構造内に非共有電子対を有する原子を含む化合物を含有する表面処理剤を提供する。

明　細　書

発明の名称 ：

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、それを用いたペレットおよび物品

技術分野

[0001] 本発明は、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、ならびにそれを用いたペレットおよび物品に関する。

背景技術

[0002] ある種の含フッ素化合物は、基材の表面処理に用いると、優れた撥水性、撥油性、防汚性などを提供し得ることが知られている。そのような含フッ素シラン化合物として、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また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。例えば、特許文献１には、Ｓｉ原子に結合した加水分解可能な基を分子末端また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記載されている。

[0003] 上記のような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、ガラス等に施されている。特に、上記表面処理層は、上記のような機能を薄膜でも発揮し得ることから、光透過性ないし透明性が求められるメガネ、タッチパネル、携帯端末の操作画面などの光学部材に適用されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開２０１３－１１７０１２号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 上記のような表面処理層には、所望の機能を長期に亘って基材の表面に付

与するために、良好な耐久性を有することが求められる。しかしながら、本発明者等の検討により、上記のような表面処理層は、十分な耐久性を有さないことがあることが分かった。

[0006] 本発明は、耐久性の向上した表面処理層を得るのに適した表面処理剤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] 本発明の第１の要旨によれば、

式（Ａ１）、（Ａ２）、（Ｂ１）、（Ｂ２）、（Ｃ１）、（Ｃ２）、（Ｄ１）または（Ｄ２）：

[化1]

$$(Rf\text{-}PFPE)_{\alpha 1'}\text{-}X^1\text{-}((CH_2\overset{\displaystyle R^{12}}{\underset{\displaystyle X^2\text{-}SiR^{13}_{n1}R^{14}_{3\text{-}n1}}{C}})_t\text{-}R^{11})_{\alpha 1} \quad \cdots (A1)$$

$$(R^{11}\text{-}(\overset{\displaystyle R^{12}}{\underset{\displaystyle R^{14}_{3\text{-}n1}R^{13}_{n1}Si\text{-}X^2}{C}}CH_2)_t)_{\alpha 1}\text{-}X^1\text{-}PFPE\text{-}X^1\text{-}((CH_2\overset{\displaystyle R^{12}}{\underset{\displaystyle X^2\text{-}SiR^{13}_{n1}R^{14}_{3\text{-}n1}}{C}})_t\text{-}R^{11})_{\alpha 1} \quad \cdots (A2)$$

$$(Rf\text{-}PFPE)_{\beta 1'}\text{-}X^3\text{-}(SiR^{13}_{n1}R^{14}_{3\text{-}n1})_{\beta 1} \quad \cdots (B1)$$

$$(R^{14}_{3\text{-}n1}R^{13}_{n1}Si)_{\beta 1}\text{-}X^3\text{-}PFPE\text{-}X^3\text{-}(SiR^{13}_{n1}R^{14}_{3\text{-}n1})_{\beta 1} \quad \cdots (B2)$$

$$(Rf\text{-}PFPE)_{\gamma 1'}\text{-}X^5\text{-}(SiR^a_{k1}R^b_{l1}R^c_{m1})_{\gamma 1} \quad \cdots (C1)$$

$$(R^c_{m1}R^b_{l1}R^a_{k1}Si)_{\gamma 1}\text{-}X^5\text{-}PFPE\text{-}X^5\text{-}(SiR^a_{k1}R^b_{l1}R^c_{m1})_{\gamma 1} \quad \cdots (C2)$$

$$(Rf\text{-}PFPE)_{\delta 1'}\text{-}X^7\text{-}(CR^d_{k2}R^e_{l2}R^f_{m2})_{\delta 1} \quad \cdots (D1)$$

$$(R^f_{m2}R^e_{l2}R^d_{k2}C)_{\delta 1}\text{-}X^7\text{-}PFPE\text{-}X^7\text{-}(CR^d_{k2}R^e_{l2}R^f_{m2})_{\delta 1} \quad \cdots (D2)$$

［式中：

ＰＦＰＥは、各出現においてそれぞれ独立して、式：

$-(OC_6F_{12})_a-(OC_5F_{10})_b-(OC_4F_8)_c-(OC_3F_6)_d-(OC_2F_4)_e-(OCF_2)_f-$

（式中、ａ、ｂ、ｃ、ｄ、ｅおよびｆは、それぞれ独立して０以上２００以下の整数であって、ａ、ｂ、ｃ、ｄ、ｅおよびｆの和は少なくとも１であり、ａ、ｂ、ｃ、ｄ、ｅまたはｆ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。）

で表される基であり；

Ｒｆは、各出現においてそれぞれ独立して、１個また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のアルキル基を表し；

R^{13}は、各出現においてそれぞれ独立して、水酸基または加水分解可能な基を表し；

R^{14}は、各出現においてそれぞれ独立して、水素原子または炭素数１～２２のアルキル基を表し；

R^{11}は、各出現においてそれぞれ独立して、水素原子またはハロゲン原子を表し；

R^{12}は、各出現においてそれぞれ独立して、水素原子または低級アルキル基を表し；

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

ただし、式（Ａ１）、（Ａ２）、（Ｂ１）および（Ｂ２）において、少なくとも１つのｎ１が、１～３の整数であり；

X^1は、各出現においてそれぞれ独立して、単結合または２～１０価の有機基を表し；

X^2は、各出現においてそれぞれ独立して、単結合または２価の有機基を表し；

ｔは、各出現においてそれぞれ独立して、１～１０の整数であり；

$\alpha 1$は、各出現においてそれぞれ独立して、１～９の整数であり；

$\alpha 1'$は、それぞれ独立して、１～９の整数であり；

X^3は、各出現においてそれぞれ独立して、単結合または２～１０価の有機基を表し；

$\beta 1$は、各出現においてそれぞれ独立して、１～９の整数であり；

$\beta 1'$は、それぞれ独立して、１～９の整数であり；

X^5は、各出現においてそれぞれ独立して、単結合または２～１０価の有機基を表し；

$\gamma 1$は、各出現においてそれぞれ独立して、１～９の整数であり；

$\gamma 1'$は、それぞれ独立して、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、$-Z^3-SiR^{71}_{p1}R^{72}_{q1}R^{73}_{r1}$を表し；

Z^3は、各出現においてそれぞれ独立して、酸素原子または２価の有機基を表し；

R^{71}は、各出現においてそれぞれ独立して、$R^{a'}$を表し；

$R^{a'}$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、水酸基または加水分解可能な基を表し；

R^{73}は、各出現においてそれぞれ独立して、水素原子または低級アルキル基を表し；

$p1$は、各出現においてそれぞれ独立して、０～３の整数であり；

$q1$は、各出現においてそれぞれ独立して、０～３の整数であり；

$r1$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、$p1$、$q1$および$r1$の和は３であり、式（Ｃ１）および（Ｃ２）において、少なくとも１つの$q1$が１～３の整数であり；

R^bは、各出現においてそれぞれ独立して、水酸基または加水分解可能な基

を表し；

R^cは、各出現においてそれぞれ独立して、水素原子または低級アルキル基を表し；

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；

Ｉ１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、（$SiR^a_{k1}R^b_{l1}R^c_{m1}$）毎において、ｋ１、Ｉ１およびｍ１の和は３であり；

X^7は、それぞれ独立して、単結合または２～１０価の有機基を表し；

δ１は、それぞれ独立して、１～９の整数であり；

δ１’は、それぞれ独立して、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、$-Z^4-CR^{81}_{p2}R^{82}_{q2}R^{83}_{r2}$を表し；

Z^4は、各出現においてそれぞれ独立して、酸素原子または２価の有機基を表し；

R^{81}は、各出現においてそれぞれ独立して、$R^{d'}$を表し；

$R^{d'}$は、R^dと同意義であり；

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、$-Y-SiR^{85}_{n2}R^{86}_{3-n2}$を表し；

Ｙは、各出現においてそれぞれ独立して、２価の有機基を表し；

R^{85}は、各出現においてそれぞれ独立して、水酸基または加水分解可能な基を表し；

R^{86}は、各出現においてそれぞれ独立して、水素原子または低級アルキル基を表し；

ｎ２は、（$-Y-SiR^{85}_{n2}R^{86}_{3-n2}$）単位毎に独立して、０～３の整数を表し；

R^{83}は、各出現においてそれぞれ独立して、水素原子または低級アルキル

基を表し；

ｐ２は、各出現においてそれぞれ独立して、０～３の整数であり；

ｑ２は、各出現においてそれぞれ独立して、０～３の整数であり；

ｒ２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$^{81}{}_{p2}$Ｒ$^{82}{}_{q2}$Ｒ$^{83}{}_{r2}$）毎において、ｐ２、ｑ２およびｒ２の和は３であり；

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

Ｒ^{f}は、各出現においてそれぞれ独立して、水素原子または低級アルキル基を表し；

ｋ２は、各出現においてそれぞれ独立して、０～３の整数であり；

Ｉ２は、各出現においてそれぞれ独立して、０～３の整数であり；

ｍ２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、（ＣＲ$^{d}{}_{k2}$Ｒ$^{e}{}_{l2}$Ｒ$^{f}{}_{m2}$）毎において、ｋ２、Ｉ２およびｍ２の和は３であり、式（Ｄ１）および（Ｄ２）において、－Ｙ－ＳｉＲ^{85}で表される基が２以上存在する。］

のいずれかで表される少なくとも１種のパーフルオロ（ポリ）エーテル基含有シラン化合物および分子構造内に非共有電子対を有する原子を含む化合物を含み、

パーフルオロ（ポリ）エーテル基含有シラン化合物に含まれる、水酸基または加水分解可能な基に結合したＳｉ原子１モルに対して、分子構造内に非共有電子対を有する原子を含む化合物を０．１５～１０モル含む表面処理剤が提供される。

[0008] 本発明の第２の要旨によれば、本発明の表面処理剤を含有するペレットが提供される。

[0009] 本発明の第３の要旨によれば、基材と、該基材の表面に、本発明の表面処理剤より形成された層とを含む物品が提供される。

発明の効果

[0010] 本発明によれば、パーフルオロ（ポリ）エーテル基（以下、「ＰＦＰＥ」と称することがある）含有シラン化合物を含む新規な表面処理剤が提供される。本発明の表面処理剤は、耐久性の向上した表面処理層、特に酸またはアルカリの存在下においても耐久性の向上した表面処理層の形成に適している。また、本発明によれば、本発明の表面処理剤を含有するペレットが提供される。本発明によれば、基材と、該基材の表面に、本発明の表面処理剤より形成された層を含む物品が提供される。

発明を実施するための形態

[0011] 本明細書において用いられる場合、「炭化水素基」とは、炭素およ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つまたはそれ以上の置換基により置換されていてもよい、炭素数１～２０の炭化水素基、例えば、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、分枝鎖状または環状のいずれであってもよく、飽和または不飽和のいずれであってもよい。また、炭化水素基は、１つまたはそれ以上の環構造を含んでいてもよい。尚、かかる炭化水素基は、その末端または分子鎖中に、１つまたはそれ以上の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個また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、C_{1-6}アルキル基、C_{2-6}アルケニル基、C_{2-6}アルキニル基、C_{3-10}シクロアルキル基、C_{3-10}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、C_{6-10}アリール基および５～１０員のヘテロアリール基から選択される１個またはそれ以上の基が挙げられる。

[0013] 本明細書において、アルキル基およびフェニル基は、特記しない限り、非置換であっても、置換されていてもよい。かかる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、C_{1-6}アルキル基、C_{2-6}アルケニル基およびC_{2-6}アルキニル基から選択される１個またはそれ以上の基が挙げられる。

[0014] 本明細書において用いられる場合、「２～１０価の有機基」とは、炭素を含有する２～１０価の基を意味する。かかる２～１０価の有機基としては、特に限定されないが、炭化水素基からさらに１～９個の水素原子を脱離させた２～１０価の基が挙げられる。

[0015] ［表面処理剤］

以下、本発明の表面処理剤について説明する。

[0016] 本発明の表面処理剤は、ＰＦＰＥ含有シラン化合物および分子構造内に非共有電子対を有する原子を含む化合物を含有する。

[0017] （ＰＦＰＥ含有シラン化合物）

上記ＰＦＰＥ含有シラン化合物は、（Ａ１）、（Ａ２）、（Ｂ１）、（Ｂ２）、（Ｃ１）、（Ｃ２）、（Ｄ１）または（Ｄ２）のいずれかで表される化合物である。

[化2]

$$(Rf\text{-}PFPE)_{\alpha 1'}\text{-}X^{1}\text{-}((CH_2C(R^{12})(X^{2}\text{-}SiR^{13}_{n1}R^{14}_{3-n1}))_{t}\text{-}R^{11})_{\alpha 1} \quad \cdots (A1)$$

$$(R^{11}\text{-}(CCH_2(R^{12})(X^{2}\text{-}SiR^{13}_{n1}R^{14}_{3-n1}))_{t})_{\alpha 1}\text{-}X^{1}\text{-}PFPE\text{-}X^{1}\text{-}((CH_2C(R^{12})(X^{2}\text{-}SiR^{13}_{n1}R^{14}_{3-n1}))_{t}\text{-}R^{11})_{\alpha 1} \quad \cdots (A2)$$

$$(Rf\text{-}PFPE)_{\beta 1'}\text{-}X^{3}\text{-}(SiR^{13}_{n1}R^{14}_{3-n1})_{\beta 1} \quad \cdots (B1)$$

$$(R^{14}_{3-n1}R^{13}_{n1}Si)_{\beta 1}\text{-}X^{3}\text{-}PFPE\text{-}X^{3}\text{-}(SiR^{13}_{n1}R^{14}_{3-n1})_{\beta 1} \quad \cdots (B2)$$

$$(Rf\text{-}PFPE)_{\gamma 1'}\text{-}X^{5}\text{-}(SiR^{a}_{k1}R^{b}_{l1}R^{c}_{m1})_{\gamma 1} \quad \cdots (C1)$$

$$(R^{c}_{m1}R^{b}_{l1}R^{a}_{k1}Si)_{\gamma 1}\text{-}X^{5}\text{-}PFPE\text{-}X^{5}\text{-}(SiR^{a}_{k1}R^{b}_{l1}R^{c}_{m1})_{\gamma 1} \quad \cdots (C2)$$

$$(Rf\text{-}PFPE)_{\delta 1'}\text{-}X^{7}\text{-}(CR^{d}_{k2}R^{e}_{l2}R^{f}_{m2})_{\delta 1} \quad \cdots (D1)$$

$$(R^{f}_{m2}R^{e}_{l2}R^{d}_{k2}C)_{\delta 1}\text{-}X^{7}\text{-}PFPE\text{-}X^{7}\text{-}(CR^{d}_{k2}R^{e}_{l2}R^{f}_{m2})_{\delta 1} \quad \cdots (D2)$$

[0018] 上記ＰＦＰＥ含有シラン化合物は、表面処理剤１００質量部に対し、好ましくは０．０１～１００質量部、より好ましくは０．１～３０質量部含まれる。

[0019] 本発明のＰＦＰＥ含有シラン化合物は、特に限定されるものではないが、５×１０^{2}～１×１０^{5}の数平均分子量を有し得る。かかる範囲のなかでも、２，０００～３０，０００、より好ましくは２，５００～１２，０００の数平均分子量を有することが、摩擦耐久性の観点から好ましい。なお、本発明において、数平均分子量は、^{19}Ｆ－ＮＭＲにより測定される値とする。

[0020] 一の態様において、本発明のＰＦＰＥ含有シラン化合物は、１，０００～

４０，０００、好ましくは１，０００～３２，０００、より好ましくは１，０００～２０，０００、さらにより好ましくは１，０００～１２，０００の数平均分子量を有し得る。

[0021] 以下、上記式（Ａ１）、（Ａ２）、（Ｂ１）、（Ｂ２）、（Ｃ１）、（Ｃ２）、（Ｄ１）および（Ｄ２）で表されるＰＦＰＥ含有シラン化合物について説明する。

[0022] 式（Ａ１）および（Ａ２）：

[化3]

$$(Rf\text{-}PFPE)_{a1'}\text{-}X^1\text{-}((CH_2\overset{\displaystyle R^{12}}{\underset{\displaystyle X^2\text{-}SiR^{13}_{n1}R^{14}_{3\text{-}n1}}{C}})_t\text{-}R^{11})_{a1} \quad \cdots (A1)$$

$$R^{14}_{3\text{-}n1}R^{13}_{n1}Si\text{-}\overset{\displaystyle R^{12}}{\underset{\displaystyle X^2}{C}}(R^{11}\text{-}(CCH_2)_t)_{a1}\text{-}X^1\text{-}PFPE\text{-}X^1\text{-}((CH_2\overset{\displaystyle R^{12}}{\underset{\displaystyle X^2\text{-}SiR^{13}_{n1}R^{14}_{3\text{-}n1}}{C}})_t\text{-}R^{11})_{a1} \quad \cdots (A2)$$

[0023] 上記式中、Ｒｆは、各出現において独立して、１個また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のアルキル基を表す。

[0024] 上記１個また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のアルキル基における「炭素数１～１６のアルキル基」は、直鎖であっても、分枝鎖であってもよく、好ましくは、直鎖または分枝鎖の炭素数１～６、特に炭素数１～３のアルキル基であり、より好ましくは直鎖の炭素数１～３のアルキル基である。

[0025] 上記Ｒｆは、好ましくは、１個またはそれ以上のフッ素原子により置換されている炭素数１～１６のアルキル基であり、より好ましくはCF_2H-C_{1-15}パーフルオロアルキレン基またはC_{1-16}パーフルオロアルキル基であり、さらに好ましくはC_{1-16}パーフルオロアルキル基である。

[0026] 該炭素数１～１６のパーフルオロアルキル基は、直鎖であっても、分枝鎖であってもよく、好ましくは、直鎖または分枝鎖の炭素数１～６、特に炭素

数１～３のパーフルオロアルキル基であり、より好ましくは直鎖の炭素数１～３のパーフルオロアルキル基、具体的には－CF_3、－CF_2CF_3、または－$CF_2CF_2CF_3$である。

[0027] 上記式中、ＰＦＰＥは、各出現において独立して、

－$(OC_6F_{12})_a$－$(OC_5F_{10})_b$－$(OC_4F_8)_c$－$(OC_3F_6)_d$－$(OC_2F_4)_e$－$(OCF_2)_f$－

で表される基である。式中、ａ、ｂ、ｃ、ｄ、ｅおよびｆは、それぞれ独立して０以上２００以下の整数であって、ａ、ｂ、ｃ、ｄ、ｅおよびｆの和は少なくとも１である。好ましくは、ａ、ｂ、ｃ、ｄ、ｅおよびｆは、それぞれ独立して、０以上１００以下の整数である。好ましくは、ａ、ｂ、ｃ、ｄ、ｅおよびｆの和は５以上であり、より好ましくは１０以上である。好ましくは、ａ、ｂ、ｃ、ｄ、ｅおよびｆの和は２００以下であり、より好ましくは１００以下であり、例えば１０以上２００以下であり、より具体的には１０以上１００以下である。また、ａ、ｂ、ｃ、ｄ、ｅまたはｆ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。

[0028] 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が、好ましくは直鎖状である。例えば、－(OC_6F_{12})－は、－$(OCF_2CF_2CF_2CF_2CF_2CF_2)$－、－$(OCF(CF_3)CF_2CF_2CF_2CF_2)$－、－$(OCF_2CF(CF_3)CF_2CF_2CF_2)$－、－$(OCF_2CF_2CF(CF_3)CF_2CF_2)$－、－$(OCF_2CF_2CF_2CF(CF_3)CF_2)$－、－$(OCF_2CF_2CF_2CF_2CF(CF_3))$－等であってもよいが、好ましくは－$(OCF_2CF_2CF_2CF_2CF_2CF_2)$－である。－$(OC_5F_{10})$－は、－$(OCF_2CF_2CF_2CF_2CF_2)$－、－$(OCF(CF_3)CF_2CF_2CF_2)$－、－$(OCF_2CF(CF_3)CF_2CF_2)$－、－$(OCF_2CF_2CF(CF_3)CF_2)$－、－$(OCF_2CF_2CF_2CF(CF_3))$－等であってもよいが、好ましくは－$(OCF_2CF_2CF_2CF_2CF_2)$－である。－$(OC_4F_8)$－は、－$(OCF_2CF_2CF_2CF_2)$－、－$(OCF(CF_3)CF_2CF_2)$－、－$(OCF_2CF(CF_3)CF_2)$－、－$(OC$

$F_2CF_2CF(CF_3)$）－、－（$OC(CF_3)_2CF_2$）－、－（$OCF_2C(CF_3)_2$）－、－（$OCF(CF_3)CF(CF_3)$）－、－（$OCF(C_2F_5)CF_2$）－および－（$OCF_2CF(C_2F_5)$）－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、－（$OCF_2CF_2CF_2$）－、－（$OCF(CF_3)CF_2$）－および－（$OCF_2CF(CF_3)$）－のいずれであってもよいが、好ましくは－（$OCF_2CF_2CF_2$）－である。また、－（OC_2F_4）－は、－（OCF_2CF_2）－および－（$OCF(CF_3)$）－のいずれであってもよいが、好ましくは－（OCF_2CF_2）－である。

[0029] 一の態様において、上記ＰＦＰＥは、－（$OC_3F_6)_d$－（式中、ｄは１以上２００以下、好ましくは５以上２００以下、より好ましくは１０以上２００以下の整数である）である。好ましくは、ＰＦＰＥは、－（$OCF_2CF_2CF_2)_d$－（式中、ｄは１以上２００以下、好ましくは５以上２００以下、より好ましくは１０以上２００以下の整数である）または－（$OCF(CF_3)CF_2)_d$－（式中、ｄは１以上２００以下、好ましくは５以上２００以下、より好ましくは１０以上２００以下の整数である）である。より好ましくは、ＰＦＰＥは、－（$OCF_2CF_2CF_2)_d$－（式中、ｄは１以上２００以下、好ましくは５以上２００以下、より好ましくは１０以上２００以下の整数である）である。

[0030] 別の態様において、ＰＦＰＥは、－（$OC_4F_8)_c$－（$OC_3F_6)_d$－（$OC_2F_4)_e$－（$OCF_2)_f$－（式中、ｃおよびｄは、それぞれ独立して０以上３０以下の整数であり、ｅおよびｆは、それぞれ独立して１以上２００以下、好ましくは５以上２００以下、より好ましくは１０以上２００以下の整数であり、ｃ、ｄ、ｅおよびｆの和は少なくとも５以上、好ましくは１０以上であり、添字ｃ、ｄ、ｅまたはｆ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）である。好ましくは、ＰＦＰＥは、－（$OCF_2CF_2CF_2CF_2)_c$－（$OCF_2CF_2CF_2)_d$－（$OCF_2CF_2)_e$－（$OCF_2)_f$－である。一の態様において、ＰＦＰＥは、－（OC_2

$F_4)_e-(OCF_2)_f-$（式中、ｅおよびｆは、それぞれ独立して１以上２００以下、好ましくは５以上２００以下、より好ましくは１０以上２００以下の整数であり、添字ｅまたはｆ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）であってもよい。

[0031] 一の態様において、ＰＦＰＥは、$-(OC_2F_4)_e-(OCF_2)_f-$（式中、ｅおよびｆは、それぞれ独立して１以上２００以下、好ましくは５以上２００以下、より好ましくは１０以上２００以下の整数であり、添字ｅまたはｆ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）であってもよい。

[0032] 上記式中、ＰＦＰＥにおいて、ｆに対するｅの比（以下、「ｅ／ｆ比」という）は、０．１以上１０以下であり、好ましくは０．２以上５．０以下であり、より好ましくは０．２以上２．０以下であり、さらに好ましくは０．２以上１．５以下である。ｅ／ｆ比を上記範囲にすることにより、この化合物から得られる硬化物の撥水性、撥油性、および耐ケミカル性（例えば、塩水、酸又は塩基性水溶液、アセトン、オレイン酸又はヘキサンに対する耐久性）がより向上し得る。ｅ／ｆ比がより小さいほど、上記硬化物の撥水性、撥油性、耐ケミカル性より向上する。一方、ｅ／ｆ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。ｅ／ｆ比がより大きいほど、化合物の安定性はより向上する。

[0033] さらに別の態様において、ＰＦＰＥは、$-(R^6-R^7)_j-$で表される基である。式中、R^6は、OCF_2またはOC_2F_4であり、好ましくはOC_2F_4である。式中、R^7は、OC_2F_4、OC_3F_6、OC_4F_8、OC_5F_{10}および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または３つの基の組み合わせである。好ましくは、R^7は、OC_2F_4、OC_3F_6およびOC_4F_8から選択される基であるか、OC_3F_6、OC_4F_8、OC_5F_{10}および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または３つの基の組み合わせである。OC_2F_4、OC_3F_6およびOC_4F_8から独立して選択される２または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－$OC_2F_4OC_3F_6$－、－$OC_2F_4OC_4F_8$－、－$OC_3F_6OC_2F_4$－、－$OC_3F_6OC_3F_6$－、－$OC_3F_6OC_4F_8$－、－$OC_4F_8OC_4F_8$－、－$OC_4F_8OC_3F_6$－、－$OC_4F_8OC_2F_4$－、－$OC_2F_4OC_2F_4OC_3F_6$－、－$OC_2F_4OC_2F_4OC_4F_8$－、－$OC_2F_4OC_3F_6OC_2F_4$－、－$OC_2F_4OC_3F_6OC_3F_6$－、－$OC_2F_4OC_4F_8OC_2F_4$－、－$OC_3F_6OC_2F_4OC_2F_4$－、－$OC_3F_6OC_2F_4OC_3F_6$－、－$OC_3F_6OC_3F_6OC_2F_4$－、および－$OC_4F_8OC_2F_4OC_2F_4$－等が挙げられる。上記ｊは、２以上、好ましくは３以上、より好ましくは５以上であり、１００以下、好ましくは５０以下の整数である。上記式中、OC_2F_4、OC_3F_6、OC_4F_8、OC_5F_{10}およびOC_6F_{12}は、直鎖また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、ＰＦＰＥは、好ましくは、－（OC_2F_4－OC_3F_6）$_j$－または－（OC_2F_4－OC_4F_8）$_j$－である。

[0034] 一の態様において、上記式中、ＰＦＰＥは、各出現において独立して、

－（OC_6F_{12}）$_a$－（OC_5F_{10}）$_b$－（OC_4F_8）$_c$－（OC_3F_6）$_d$－（OC_2F_4）$_e$－（OCF_2）$_f$－

で表される基であり、かつ、ＰＦＰＥ中に少なくとも１の分岐構造を有する。すなわち、本態様において、上記ＰＦＰＥは、少なくとも１のCF_3末端（具体的には、－CF_3、－C_2F_5等、より具体的には－CF_3）を有する。このような構造のＰＦＰＥを有することにより、本発明の表面処理剤を用いて形成された層（例えば表面処理層）の紫外線耐久性、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）、耐ケミカル性、耐加水分解性、滑り性の抑制効果、高い摩擦耐久性、耐熱性、防湿性等がより良好になり得る。

[0035] 上記態様において、ａ、ｂ、ｃ、ｄ、ｅおよびｆは、それぞれ独立して０以上２００以下の整数であって、ａ、ｂ、ｃ、ｄ、ｅおよびｆの和は少なくとも１である。好ましくは、ａ、ｂ、ｃ、ｄ、ｅおよびｆは、それぞれ独立して、０以上１００以下の整数である。好ましくは、ａ、ｂ、ｃ、ｄ、ｅお

よびｆの和は５以上であり、より好ましくは１０以上である。好ましくは、ａ、ｂ、ｃ、ｄ、ｅおよびｆの和は２００以下であり、より好ましくは１００以下であり、例えば１０以上２００以下であり、より具体的には１０以上１００以下である。また、ａ、ｂ、ｃ、ｄ、ｅまたはｆ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。

[0036] 上記態様において、ＰＦＰＥは、分岐構造を少なくとも５有することが好ましく、１０有することがより好ましく、２０有することが特に好ましい。

[0037] 上記態様において、ＰＦＰＥ構造中、繰り返し単位数の合計数（例えば、上記ａ、ｂ、ｃ、ｄ、ｅおよびｆの和）１００に対して、分岐構造を有する繰り返し単位の数は４０以上であることが好ましく、６０以上であることがより好ましく、８０以上であることが特に好ましい。ＰＦＰＥ構造中、繰り返し単位数の合計数１００に対して、分岐構造を有する繰り返し単位の数は１００以下であってもよく、例えば９０以下であってもよい。

[0038] 上記態様において、ＰＦＰＥ構造中、繰り返し単位数の合計数１００に対して、分岐構造を有する繰り返し単位の数は、４０～１００の範囲にあることが好ましく、６０～１００の範囲にあることがより好ましく、８０～１００の範囲にあることが特に好ましい。

[0039] 上記態様において、上記分岐構造における分岐鎖としては、例えばCF_3を挙げることができる。

[0040] 上記態様において、分岐構造を有する繰り返し単位としては、例えば、－（OC_6F_{12}）－としては、－（ＯＣＦ（CF_3）$CF_2CF_2CF_2CF_2$）－、－（$OCF_2CF(CF_3)CF_2CF_2CF_2$）－、－（$OCF_2CF_2CF(CF_3)CF_2CF_2$）－、－（$OCF_2CF_2CF_2CF(CF_3)CF_2$）－、－（$OCF_2CF_2CF_2CF_2CF(CF_3)$）－等を挙げることができる。－（$OC_5F_{10}$）－としては、－（ＯＣＦ（$CF_3$）$CF_2CF_2CF_2$）－、－（$OCF_2CF(CF_3)CF_2CF_2$）－、－（$OCF_2CF_2CF(CF_3)CF_2$）－、－（$OCF_2CF_2CF_2CF(CF_3)$）－等を挙げることができる。－（$OC_4F_8$）－としては、－（ＯＣＦ（$CF_3$）$CF_2CF_2$）－、－

（$OCF_2CF(CF_3)CF_2$）－、－（$OCF_2CF_2CF(CF_3)$）－、－（$OC(CF_3)_2CF_2$）－、－（$OCF_2C(CF_3)_2$）－、－（$OCF(CF_3)CF(CF_3)$）－、－（$OCF(C_2F_5)CF_2$）－および－（$OCF_2CF(C_2F_5)$）－を挙げることができる。－（OC_3F_6）－としては、－（$OCF(CF_3)CF_2$）－および－（$OCF_2CF(CF_3)$）－を挙げることができる。－（OC_2F_4）－としては、－（$OCF(CF_3)$）－を挙げることができる。

[0041] 上記態様において、上記ＰＦＰＥは、分岐構造を有する繰り返し単位とともに、直鎖状の繰り返し単位を含み得る。直鎖状の繰り返し単位としては、－（$OCF_2CF_2CF_2CF_2CF_2CF_2$）－、－（$OCF_2CF_2CF_2CF_2CF_2CF_2$）－、－（$OCF_2CF_2CF_2CF_2$）－、－（$OCF_2CF_2CF_2$）－、－（$OCF_2CF_2$）－を挙げることができる。

[0042] 上記態様において、好ましくは、上記ＰＦＰＥ中、繰り返し単位－（OC_6F_{12}）－、－（OC_5F_{10}）－、－（OC_4F_8）－、および－（OC_3F_6）－が分岐構造を有する。

[0043] 上記態様において、より好ましくは、ＰＦＰＥは、分岐構造の繰り返し単位OC_6F_{12}、OC_5F_{10}、OC_4F_8、およびOC_3F_6からなる。

[0044] 一の態様において、上記ＰＦＰＥは、－（OC_3F_6）$_d$－（式中、ｄは１以上２００以下、好ましくは５以上２００以下、より好ましくは１０以上２００以下の整数である）であり、ＰＦＰＥ中に少なくとも１の分岐構造を有する。

[0045] 上記態様において、ＰＦＰＥは、さらに、直鎖状の繰り返し単位－（$OCF_2CF_2CF_2$）－を含んでいてもよい。

[0046] 上記態様において、上記ＰＦＰＥは、分岐構造の繰り返し単位OC_3F_6からなることが好ましい。上記ＰＦＰＥは、式：－（$OCF_2CF(CF_3)$）$_d$で表されることがより好ましい。上記式中、ｄは１以上２００以下であり、好ましくは５以上２００以下、より好ましくは１０以上２００以下の整数である。

[0047] 別の態様において、ＰＦＰＥは、－（OC_4F_8）$_c$－（OC_3F_6）$_d$－（OC_2F_4）$_e$－（OCF_2）$_f$－（式中、ｃおよびｄは、それぞれ独立して０以上３０以下の整数であり、ｅおよびｆは、それぞれ独立して１以上２００以下、好ましくは５以上２００以下、より好ましくは１０以上２００以下の整数であり、ｃ、ｄ、ｅおよびｆの和は少なくとも５以上、好ましくは１０以上であり、添字ｃ、ｄ、ｅまたはｆ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）であり、ＰＦＰＥ中に少なくとも１の分岐構造を有する。

[0048] さらに別の態様において、ＰＦＰＥは、－（R^6－R^7）$_j$－で表される基であり、ＰＦＰＥ中少なくとも１の分岐構造を有する。式中、R^6は、OCF_2またはOC_2F_4であり、好ましくはOC_2F_4である。式中、R^7は、OC_2F_4、OC_3F_6、OC_4F_8、OC_5F_{10}および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または３つの基の組み合わせである。好ましくは、R^7は、OC_2F_4、OC_3F_6およびOC_4F_8から選択される基であるか、OC_3F_6、OC_4F_8、OC_5F_{10}および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または３つの基の組み合わせである。OC_2F_4、OC_3F_6およびOC_4F_8から独立して選択される２または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－$OC_2F_4OC_3F_6$－、－$OC_2F_4OC_4F_8$－、－$OC_3F_6OC_2F_4$－、－$OC_3F_6OC_3F_6$－、－$OC_3F_6OC_4F_8$－、－$OC_4F_8OC_4F_8$－、－$OC_4F_8OC_3F_6$－、－$OC_4F_8OC_2F_4$－、－$OC_2F_4OC_2F_4OC_3F_6$－、－$OC_2F_4OC_2F_4OC_4F_8$－、－$OC_2F_4OC_3F_6OC_2F_4$－、－$OC_2F_4OC_3F_6OC_3F_6$－、－$OC_2F_4OC_4F_8OC_2F_4$－、－$OC_3F_6OC_2F_4OC_2F_4$－、－$OC_3F_6OC_2F_4OC_3F_6$－、－$OC_3F_6OC_3F_6OC_2F_4$－、および－$OC_4F_8OC_2F_4OC_2F_4$－等が挙げられる。上記ｊは、２以上、好ましくは３以上、より好ましくは５以上であり、１００以下、好ましくは５０以下の整数である。上記式中、OC_2F_4、OC_3F_6、OC_4F_8、OC_5F_{10}およびOC_6F_{12}は、分岐構造

を有することが好ましい。

[0049] より好ましくは、上記態様において、ＰＦＰＥは、分岐構造の繰り返し単位OC_6F_{12}、OC_5F_{10}、OC_4F_8、およびOC_3F_6からなる。

[0050] ＰＦＰＥ含有シラン化合物において、Ｒｆ－ＰＦＰＥ－部分の数平均分子量は、特に限定されるものではないが、５００～３０，０００、好ましくは１，５００～３０，０００、より好ましくは２，０００～１０，０００である。上記数平均分子量は、^{19}F－ＮＭＲにより測定される値とする。

[0051] 別の態様において、Ｒｆ－ＰＦＰＥ部分の数平均分子量は、５００～３０，０００、好ましくは１，０００～２０，０００、より好ましくは２，０００～１５，０００である。

[0052] 別の態様において、Ｒｆ－ＰＦＰＥ－部分または－ＰＦＰＥ－部分の数平均分子量は、４，０００～３０，０００、好ましくは５，０００～１０，０００であり得る。

[0053] 上記式中、R^{13}は、各出現においてそれぞれ独立して、水酸基または加水分解可能な基を表す。

[0054] 上記「加水分解可能な基」とは、本明細書において用いられる場合、加水分解反応を受け得る基を意味し、すなわち、加水分解反応により、化合物の主骨格から脱離し得る基を意味する。加水分解可能な基の例としては、－ＯＲ、－ＯＣＯＲ、－Ｏ－Ｎ＝CR_2、－NR_2、－ＮＨＲ、ハロゲン（これら式中、Ｒは、置換または非置換の炭素数１～４のアルキル基を示す）などが挙げられ、好ましくは－ＯＲ（即ち、アルコキシ基）である。Ｒの例には、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、メチル基またはエチル基がより好ましい。上記水酸基は、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。

[0055] 上記式中、R^{14}は、各出現においてそれぞれ独立して、水素原子または炭素数１～２２のアルキル基、好ましくは炭素数１～４のアルキル基を表す。

[0056] 上記式中、R^{11}は、各出現において、それぞれ独立して、水素原子また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、塩素原子またはフッ素原子であり、より好ましくはフッ素原子である。

[0057] 上記式中、R^{12}は、各出現において、それぞれ独立して、水素原子または低級アルキル基を表す。低級アルキル基は、好ましくは炭素数１～２０のアルキル基であり、より好ましくは炭素数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。

[0058] 上記式中、ｎ１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１つのｎ１が１～３の整数であり、すなわち、すべてのｎ１が同時に０になることはない。換言すれば、式中、少なくとも１つはR^{13}が存在する。

[0059] 一の態様において、式（Ａ１）および（Ａ２）において、水酸基また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（Ａ１）および（Ａ２）において、ＳｉR^{13}の構造が少なくとも２つ存在する。

[0060] 上記式中、X^1は、それぞれ独立して、単結合または２～１０価の有機基を表す。当該X^1は、式（Ａ１）および（Ａ２）で表される化合物において、主に撥水性およ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、Ｒｆ－ＰＦＰＥ部または－ＰＦＰＥ－部）と、基材との結合能を提供するシラン部（即ち、α１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X^1は、式（Ａ１）および（Ａ２）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。

[0061] 別の態様において、X^1は、X^eを表す。X^eは、単結合または２～１０価の有機基を表し、好ましくは、単結合または－C_6H_4－（すなわち－フェニレン－。以下、フェニレン基を示す。）、－ＣＯ－（カルボニル基）、－NR^4－および－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^4は、それぞれ独立して、水素原子、フェニル基、または$C_{1\sim6}$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

、またはメチル基である。上記の－C_6H_4－、－ＣＯ－、－NR^4－または－SO_2－は、ＰＦＰＥ含有シラン化合物の分子主鎖中に含まれることが好ましい。ここで、分子主鎖とは、ＰＦＰＥ含有シラン化合物の分子中で相対的に最も長い結合鎖を表す。

[0062] X^eは、より好ましくは、単結合または－C_6H_4－、－$CONR^4$－、－$CONR^4$－C_6H_4－、－ＣＯ－、－ＣＯ－C_6H_4－、－SO_2NR^4－、－SO_2NR^4－C_6H_4－、－SO_2－、および－SO_2－C_6H_4－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－C_6H_4－、－$CONR^4$－、－$CONR^4$－C_6H_4－、－ＣＯ－、－ＣＯ－C_6H_4－、－SO_2NR^4－、－SO_2NR^4－C_6H_4－、－SO_2－、または－SO_2－C_6H_4－は、ＰＦＰＥ含有シラン化合物の分子主鎖中に含まれることが好ましい。

[0063] 上記式中、α１は１～９の整数であり、α１’は１～９の整数である。これらα１およびα１’は、X^1の価数に応じて変化し得る。式（Ａ１）においては、α１およびα１’の和は、X^1の価数と同じである。例えば、X^1が１０価の有機基である場合、α１およびα１’の和は１０であり、例えばα１が９かつα１’が１、α１が５かつα１’が５、またはα１が１かつα１’が９となり得る。また、X^1が２価の有機基である場合、α１およびα１’は１である。式（Ａ２）においては、α１はX^1の価数から１を引いた値である。

[0064] 上記X^1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。

[0065] 一の態様において、X^1は２～４価の有機基であり、α１は１～３であり、α１’は１である。

[0066] 別の態様において、X^1は２価の有機基であり、α１は１であり、α１’は１である。この場合、式（Ａ１）および（Ａ２）は、下記式（Ａ１’）および（Ａ２’）で表される。

[化4]

$$Rf\text{-}PFPE\text{-}X^{1}\text{-}(CH_2C)_t\text{-}R^{11} \quad \cdots (A1')$$
$$\qquad\qquad\qquad

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または１であり、

q’は、０または１であり、

ここに、p’およびq’の少なくとも一方は１であり、p’または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}およびX^a（典型的にはR^{31}およびX^aの水素原子）は、フッ素原子、C_{1-3}アルキル基およびC_{1-3}フルオロアルキル基から選択される１個またはそれ以上の置換基により置換されていてもよい。

[0068] 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）$_{t'}$－または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}の水素原子）は、フッ素原子、C_{1-3}アルキル基およびC_{1-3}フルオロアルキル基から選択される１個またはそれ以上の置換基により置換されていてもよい。

[0069] 好ましくは、上記X^1は、

C_{1-20}アルキレン基、

－R^{31}－X^c－R^{32}－、または

－X^d－R^{32}－

［式中、R^{31}および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、置換または非置換であってよく、直鎖状または分枝鎖状であってもよい。

[0070] より好ましくは、上記X^1は、

C_{1-20}アルキレン基、

－（CH_2）$_{s'}$－X^c－、

－（CH_2）$_{s'}$－X^c－（CH_2）$_{t'}$－

－X^d－、または

－X^d－（CH_2）$_{t'}$－

［式中、ｓ’およびｔ’は、上記と同意義である。］

である。

[0071] 上記式中、X^cは、

－Ｏ－、

－Ｓ－、

－Ｃ（Ｏ）Ｏ－、

－ＣＯＮR^{34}－、

－Ｏ－ＣＯＮR^{34}－、

－Ｓｉ（R^{33}）$_2$－、

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

－Ｏ－（CH_2）$_{u'}$－（Ｓｉ（R^{33}）$_2$Ｏ）$_{m'}$－Ｓｉ（R^{33}）$_2$－、

－Ｏ－（CH_2）$_{u'}$－Ｓｉ（R^{33}）$_2$－Ｏ－Ｓｉ（R^{33}）$_2$－CH_2CH_2－Ｓｉ（R^{33}）$_2$－Ｏ－Ｓｉ（R^{33}）$_2$－、

－Ｏ－（CH_2）$_{u'}$－Ｓｉ（OCH_3）$_2$ＯＳｉ（OCH_3）$_2$－、

－ＣＯＮR^{34}－（CH_2）$_{u'}$－（Ｓｉ（R^{33}）$_2$Ｏ）$_{m'}$－Ｓｉ（R^{33}）$_2$－、

－ＣＯＮR^{34}－（CH_2）$_{u'}$－Ｎ（R^{34}）－、または

－ＣＯＮR^{34}－（ｏ－、ｍ－またはｐ－フェニレン）－Ｓｉ（R^{33}）$_2$－

［式中、R^{33}、R^{34}および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。X^cは、好ましくは－Ｏ－である。

[0072] 上記式中、X^dは、

－Ｓ－、

－Ｃ（Ｏ）Ｏ－、

－ＣＯＮR^{34}－、

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

－ＣＯＮＲ^{34}－（ＣＨ$_2$）$_{u'}$－Ｎ（Ｒ^{34}）－、または

－ＣＯＮＲ^{34}－（ｏ－、ｍ－またはｐ－フェニレン）－Ｓｉ（Ｒ^{33}）$_2$－

［式中、各記号は、上記と同意義である。］

を表す。

[0073] より好ましくは、上記Ｘ^{1}は、

Ｃ$_{1-20}$アルキレン基、

－（ＣＨ$_2$）$_{s'}$－Ｘ^c－（ＣＨ$_2$）$_{t'}$－、または

－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。

[0074] さらにより好ましくは、上記Ｘ^{1}は、

Ｃ$_{1-20}$アルキレン基、

－（ＣＨ$_2$）$_{s'}$－Ｏ－（ＣＨ$_2$）$_{t'}$－、

－（ＣＨ$_2$）$_{s'}$－（Ｓｉ（Ｒ^{33}）$_2$Ｏ）$_{m'}$－Ｓｉ（Ｒ^{33}）$_2$－（ＣＨ$_2$）$_{t'}$－

、

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

－（ＣＨ$_2$）$_{t'}$－、または

－（ＣＨ$_2$）$_{s'}$－Ｏ－（ＣＨ$_2$）$_{t'}$－Ｓｉ（Ｒ^{33}）$_2$ －（ＣＨ$_2$）$_{u'}$－Ｓｉ（

Ｒ^{33}）$_2$－（Ｃ$_v$Ｈ$_{2v}$）－

［式中、Ｒ^{33}、ｍ’、ｓ’、ｔ’および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。

[0075] 上記式中、－（Ｃ$_v$Ｈ$_{2v}$）－は、直鎖であっても、分枝鎖であってもよく、例えば、－ＣＨ$_2$－、－ＣＨ$_2$ＣＨ$_2$－、－ＣＨ$_2$ＣＨ$_2$ＣＨ$_2$－、－ＣＨ（ＣＨ$_3$）－、－ＣＨ（ＣＨ$_3$）ＣＨ$_2$－であり得る。

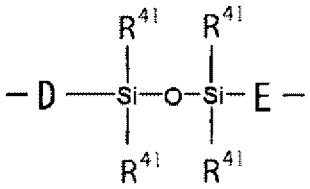
[0076] 上記Ｘ^{1}基は、フッ素原子、Ｃ$_{1-3}$アルキル基およびＣ$_{1-3}$フルオロアルキ

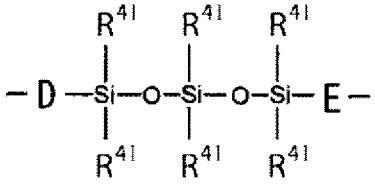
ル基（好ましくは、C_{1-3}パーフルオロアルキル基）から選択される１個またはそれ以上の置換基により置換されていてもよい。

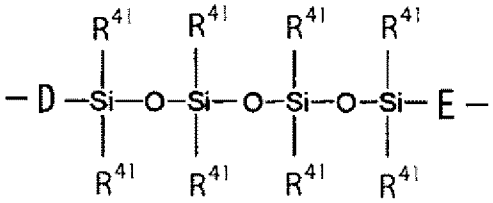
[0077] 一の態様において、X^1基は、$-O-C_{1-6}$アルキレン基以外であり得る。

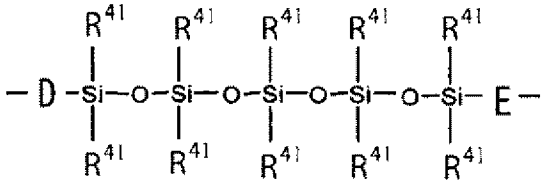
[0078] 別の態様において、X^1基としては、例えば下記の基が挙げられる：

[化5]

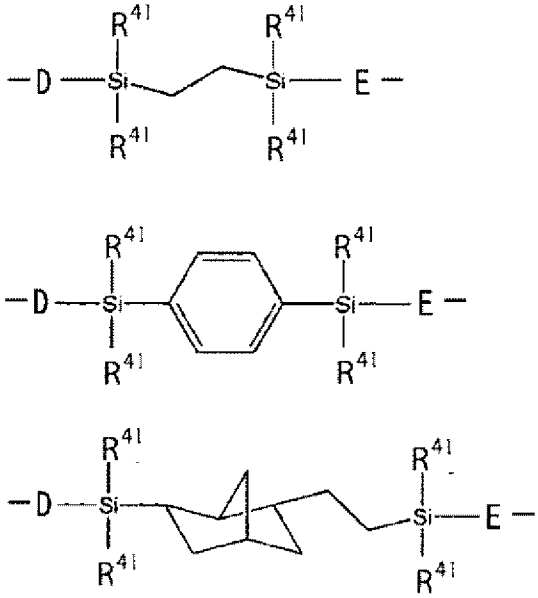








[化6]



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

Ｄは、

－$CH_2O(CH_2)_2$－、

－$CH_2O(CH_2)_3$－、

－$CF_2O(CH_2)_3$－、

－$(CH_2)_2$－、

－$(CH_2)_3$－、

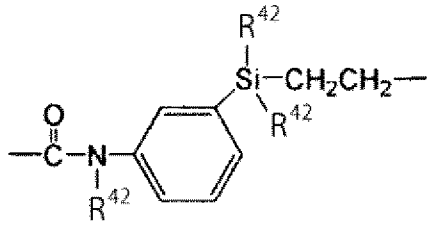
－$(CH_2)_4$－、

－CONH－$(CH_2)_3$－、

－CON(CH_3)－$(CH_2)_3$－、

－CON（Ｐｈ）－$(CH_2)_3$－（式中、Ｐｈはフェニルを意味する）、および

[化7]



（式中、R^{42}は、それぞれ独立して、水素原子、C_{1-6}のアルキル基またはC_{1-6}のアルコキシ基、好ましくはメチル基またはメトキシ基、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$_2$）$_{ne}$－（ｎｅは２～６の整数）であり、

Ｄは、分子主鎖のＰＦＰＥに結合し、Ｅは、ＰＦＰＥと反対の基に結合する。]

[0079] 上記Ｘ^{1}の具体的な例としては、例えば：

－ＣＨ$_2$Ｏ（ＣＨ$_2$）$_2$－、

－ＣＨ$_2$Ｏ（ＣＨ$_2$）$_3$－、

－ＣＨ$_2$Ｏ（ＣＨ$_2$）$_6$－、

－（ＣＨ$_2$）$_2$－Ｓｉ（ＣＨ$_3$）$_2$－（ＣＨ$_2$）$_2$－、

－ＣＨ$_2$Ｏ（ＣＨ$_2$）$_3$Ｓｉ（ＣＨ$_3$）$_2$ＯＳｉ（ＣＨ$_3$）$_2$（ＣＨ$_2$）$_2$－、

－ＣＨ$_2$Ｏ（ＣＨ$_2$）$_3$Ｓｉ（ＣＨ$_3$）$_2$ＯＳｉ（ＣＨ$_3$）$_2$ＯＳｉ（ＣＨ$_3$）$_2$（ＣＨ$_2$）$_2$－、

－ＣＨ$_2$Ｏ（ＣＨ$_2$）$_3$Ｓｉ（ＣＨ$_3$）$_2$Ｏ（Ｓｉ（ＣＨ$_3$）$_2$Ｏ）$_2$Ｓｉ（ＣＨ$_3$）$_2$（ＣＨ$_2$）$_2$－、

－ＣＨ$_2$Ｏ（ＣＨ$_2$）$_3$Ｓｉ（ＣＨ$_3$）$_2$Ｏ（Ｓｉ（ＣＨ$_3$）$_2$Ｏ）$_3$Ｓｉ（ＣＨ$_3$）$_2$（ＣＨ$_2$）$_2$－、

－ＣＨ$_2$Ｏ（ＣＨ$_2$）$_3$Ｓｉ（ＣＨ$_3$）$_2$Ｏ（Ｓｉ（ＣＨ$_3$）$_2$Ｏ）$_{10}$Ｓｉ（ＣＨ$_3$）$_2$（ＣＨ$_2$）$_2$－、

－ＣＨ$_2$Ｏ（ＣＨ$_2$）$_3$Ｓｉ（ＣＨ$_3$）$_2$Ｏ（Ｓｉ（ＣＨ$_3$）$_2$Ｏ）$_{20}$Ｓｉ（ＣＨ$_3$

$)_2(CH_2)_2-$、

$-CH_2OCF_2CHFOCF_2-$、

$-CH_2OCF_2CHFOCF_2CF_2-$、

$-CH_2OCF_2CHFOCF_2CF_2CF_2-$、

$-CH_2OCH_2CF_2CF_2OCF_2-$、

$-CH_2OCH_2CF_2CF_2OCF_2CF_2-$、

$-CH_2OCH_2CF_2CF_2OCF_2CF_2CF_2-$、

$-CH_2OCH_2CF_2CF_2OCF(CF_3)CF_2OCF_2-$、

$-CH_2OCH_2CF_2CF_2OCF(CF_3)CF_2OCF_2CF_2-$、

$-CH_2OCH_2CF_2CF_2OCF(CF_3)CF_2OCF_2CF_2CF_2-$、

$-CH_2OCH_2CHFCF_2OCF_2-$、

$-CH_2OCH_2CHFCF_2OCF_2CF_2-$、

$-CH_2OCH_2CHFCF_2OCF_2CF_2CF_2-$、

$-CH_2OCH_2CHFCF_2OCF(CF_3)CF_2OCF_2-$、

$-CH_2OCH_2CHFCF_2OCF(CF_3)CF_2OCF_2CF_2-$、

$-CH_2OCH_2CHFCF_2OCF(CF_3)CF_2OCF_2CF_2CF_2-$、

$-CH_2OCH_2(CH_2)_7CH_2Si(OCH_3)_2OSi(OCH_3)_2(CH_2)_2Si(OCH_3)_2OSi(OCH_3)_2(CH_2)_2-$、

$-CH_2OCH_2CH_2CH_2Si(OCH_3)_2OSi(OCH_3)_2(CH_2)_3-$、

$-CH_2OCH_2CH_2CH_2Si(OCH_2CH_3)_2OSi(OCH_2CH_3)_2(CH_2)_3-$、

$-CH_2OCH_2CH_2CH_2Si(OCH_3)_2OSi(OCH_3)_2(CH_2)_2-$、

$-CH_2OCH_2CH_2CH_2Si(OCH_2CH_3)_2OSi(OCH_2CH_3)_2(CH_2)_2-$、

$-CH_2-$、

$-(CH_2)_2-$、

－（CH_2）$_3$－、

－（CH_2）$_4$－、

－（CH_2）$_5$－、

－（CH_2）$_6$－、

－CO－、

－CONH－、

－CONH－CH_2－、

－CONH－（CH_2）$_2$－、

－CONH－（CH_2）$_3$－、

－CON（CH_3）－（CH_2）$_3$－、

－CON（Ph）－（CH_2）$_3$－（式中、Phはフェニルを意味する）、

－CONH－（CH_2）$_6$－、

－CON（CH_3）－（CH_2）$_6$－、

－CON（Ph）－（CH_2）$_6$－（式中、Phはフェニルを意味する）、

－CONH－（CH_2）$_2$NH（CH_2）$_3$－、

－CONH－（CH_2）$_6$NH（CH_2）$_3$－、

－CH_2O－CONH－（CH_2）$_3$－、

－CH_2O－CONH－（CH_2）$_6$－、

－S－（CH_2）$_3$－、

－（CH_2）$_2$S（CH_2）$_3$－、

－CONH－（CH_2）$_3$Si（CH_3）$_2$OSi（CH_3）$_2$（CH_2）$_2$－、

－CONH－（CH_2）$_3$Si（CH_3）$_2$OSi（CH_3）$_2$OSi（CH_3）$_2$（CH_2）$_2$－、

－CONH－（CH_2）$_3$Si（CH_3）$_2$O（Si（CH_3）$_2$O）$_2$Si（CH_3）$_2$（CH_2）$_2$－、

－CONH－（CH_2）$_3$Si（CH_3）$_2$O（Si（CH_3）$_2$O）$_3$Si（CH_3）$_2$（CH_2）$_2$－、

－CONH－（CH_2）$_3$Si（CH_3）$_2$O（Si（CH_3）$_2$O）$_{10}$Si（C

$H_3)_2(CH_2)_2-$、

$-CONH-(CH_2)_3Si(CH_3)_2O(Si(CH_3)_2O)_{20}Si(CH_3)_2(CH_2)_2-$、

$-C(O)O-(CH_2)_3-$、

$-C(O)O-(CH_2)_6-$、

$-CH_2-O-(CH_2)_3-Si(CH_3)_2-(CH_2)_2-Si(CH_3)_2-(CH_2)_2-$、

$-CH_2-O-(CH_2)_3-Si(CH_3)_2-(CH_2)_2-Si(CH_3)_2-CH(CH_3)-$、

$-CH_2-O-(CH_2)_3-Si(CH_3)_2-(CH_2)_2-Si(CH_3)_2-(CH_2)_3-$、

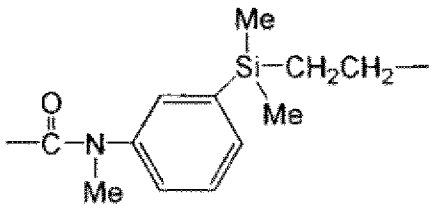
$-CH_2-O-(CH_2)_3-Si(CH_3)_2-(CH_2)_2-Si(CH_3)_2-CH(CH_3)-CH_2-$、

$-OCH_2-$、

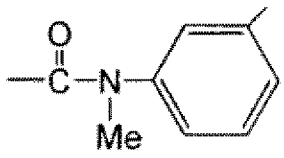
$-O(CH_2)_3-$、

$-OCFHCF_2-$、

[化8]



,



などが挙げられる。

[0080] より好ましい態様において、X^1は、$X^{e'}$を表す。$X^{e'}$は、単結合、炭素数1～6のアルキレン基、$-R^{51}-C_6H_4-R^{52}-$、$-R^{51}-CONR^4-R^{52}-$、$-R^{51}-CONR^4-C_6H_4-R^{52}-$、$-R^{51}-CO-R^{52}-$、$-R^{51}-CO-C_6H_4-R^{52}-$、$-R^{51}-SO_2NR^4-R^{52}-$、$-R^{51}-SO_2NR^4-C_6H_4-R^{52}-$、$-R^{51}-SO_2-R^{52}-$、または$-R^{51}-SO_2-C_6H_4-R^{52}-$である。$R^{51}$および$R^{52}$は、それぞれ独立して、単結合また

は炭素数１～６のアルキレン基を表し、好ましくは単結合または炭素数１～３のアルキレン基である。R^4は上記と同意義である。上記アルキレン基は、置換または非置換であり、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、直鎖状または分枝鎖状であり、直鎖状であることが好ましい。

[0081] さらに好ましい態様において、$X^{e'}$は、

単結合、

炭素数１～６、好ましくは炭素数１～３のアルキレン基、

$-C_6H_4-R^{52'}-$、

$-CONR^{4'}-R^{52'}-$、

$-CONR^{4'}-C_6H_4-R^{52'}-$、

$-CO-R^{52'}-$、

$-CO-C_6H_4-R^{52'}-$、

$-SO_2NR^{4'}-R^{52'}-$、

$-SO_2NR^{4'}-C_6H_4-R^{52'}-$、

$-SO_2-R^{52'}-$、

$-SO_2-C_6H_4-R^{52'}-$、

$-R^{51'}-C_6H_4-$、

$-R^{51'}-CONR^{4'}-$、

$-R^{51'}-CONR^{4'}-C_6H_4-$、

$-R^{51'}-CO-$、

$-R^{51'}-CO-C_6H_4-$、

$-R^{51'}-SO_2NR^{4'}-$、

$-R^{51'}-SO_2NR^{4'}-C_6H_4-$、

$-R^{51'}-SO_2-$、

$-R^{51'}-SO_2-C_6H_4-$、

$-C_6H_4-$、

－ＣＯＮＲ$^{4'}$－、

－ＣＯＮＲ$^{4'}$－Ｃ$_6$Ｈ$_4$－、

－ＣＯ－、

－ＣＯ－Ｃ$_6$Ｈ$_4$－、

－ＳＯ$_2$ＮＲ$^{4'}$－、

－ＳＯ$_2$ＮＲ$^{4'}$－Ｃ$_6$Ｈ$_4$－、

－ＳＯ$_2$－、または

－ＳＯ$_2$－Ｃ$_6$Ｈ$_4$－

（式中、Ｒ$^{51'}$およびＲ$^{52'}$は、それぞれ独立して、炭素数１～６、好ましくは炭素数１～３の直鎖のアルキレン基であり、

Ｒ$^{4'}$は、水素原子またはメチル基である。）

であり得る。

[0082] 本態様において、Ｘ$^{e'}$の具体例としては、例えば、

単結合、

炭素数１～６のアルキレン基、

－ＣＯＮＨ－、

－ＣＯＮＨ－ＣＨ$_2$－、

－ＣＯＮＨ－（ＣＨ$_2$）$_2$－、

－ＣＯＮＨ－（ＣＨ$_2$）$_3$－、

－ＣＯＮ（ＣＨ$_3$）－、

－ＣＯＮ（ＣＨ$_3$）－ＣＨ$_2$－、

－ＣＯＮ（ＣＨ$_3$）－（ＣＨ$_2$）$_2$－、

－ＣＯＮ（ＣＨ$_3$）－（ＣＨ$_2$）$_3$－、

－ＣＨ$_2$－ＣＯＮＨ－、

－ＣＨ$_2$－ＣＯＮＨ－ＣＨ$_2$－、

－ＣＨ$_2$－ＣＯＮＨ－（ＣＨ$_2$）$_2$－、

－ＣＨ$_2$－ＣＯＮＨ－（ＣＨ$_2$）$_3$－、

－ＣＯＮＨ－Ｃ$_6$Ｈ$_4$－、

－ＣＯＮ（ＣＨ$_3$）－Ｃ$_6$Ｈ$_4$－、

－ＣＨ$_2$－ＣＯＮ（ＣＨ$_3$）－ＣＨ$_2$－、

－ＣＨ$_2$－ＣＯＮ（ＣＨ$_3$）－（ＣＨ$_2$）$_2$－、

－ＣＨ$_2$－ＣＯＮ（ＣＨ$_3$）－（ＣＨ$_2$）$_3$－、

－ＣＯＮ（ＣＨ$_3$）－Ｃ$_6$Ｈ$_4$－、

－ＣＯ－、

－ＣＯ－Ｃ$_6$Ｈ$_4$－、

－Ｃ$_6$Ｈ$_4$－、

－ＳＯ$_2$ＮＨ－、

－ＳＯ$_2$ＮＨ－ＣＨ$_2$－、

－ＳＯ$_2$ＮＨ－（ＣＨ$_2$）$_2$－、

－ＳＯ$_2$ＮＨ－（ＣＨ$_2$）$_3$－、

－ＳＯ$_2$ＮＨ－Ｃ$_6$Ｈ$_4$－、

－ＳＯ$_2$Ｎ（ＣＨ$_3$）－、

－ＳＯ$_2$Ｎ（ＣＨ$_3$）－ＣＨ$_2$－、

－ＳＯ$_2$Ｎ（ＣＨ$_3$）－（ＣＨ$_2$）$_2$－、

－ＳＯ$_2$Ｎ（ＣＨ$_3$）－（ＣＨ$_2$）$_3$－、

－ＳＯ$_2$Ｎ（ＣＨ$_3$）－Ｃ$_6$Ｈ$_4$－、

－ＳＯ$_2$－、

－ＳＯ$_2$－ＣＨ$_2$－、

－ＳＯ$_2$－（ＣＨ$_2$）$_2$－、

－ＳＯ$_2$－（ＣＨ$_2$）$_3$－、または

－ＳＯ$_2$－Ｃ$_6$Ｈ$_4$－

などが挙げられる。

[0083] 一の態様において、Ｘ$^{e'}$は、単結合である。本態様において、ＰＦＰＥと基材層との結合能を有する基（即ち、（Ａ１）および（Ａ２）においては、α１を付して括弧でくくられた基）とが直接結合している。

[0084] 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およびｚは、それぞれ独立して、０～１０の整数であり、ｘ、ｙおよび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。

[0085] 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、水素原子または有機基を表す）または２価の有機基である。好ましくは、R^{16}は、酸素原子または２価の極性基である。

[0086] 上記「２価の極性基」としては、特に限定されないが、－Ｃ（Ｏ）－、－Ｃ（＝NR^{19}）－、および－Ｃ（Ｏ）NR^{19}－（これらの式中、R^{19}は、水素原子また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、炭素数１～６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個またはそれ以上のフッ素原子により置換されていてもよい。

[0087] 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、フッ素原子また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、炭素数１～６、好ましくは炭素数１～３のフルオロアルキル基、好ましくは炭素数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、さらに好ましくはトリフルオロメチル基である。

[0088] 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および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。

[0089] 上記式：－$(O)_x$－$(CF_2)_y$－$(CH_2)_z$－で表される基としては、例えば、－$(O)_{x'}$－$(CH_2)_{z''}$－Ｏ－［$(CH_2)_{z'''}$－Ｏ－］$_{z''''}$、および－$(O)_{x'}$－$(CF_2)_{y''}$－$(CH_2)_{z''}$－Ｏ－［$(CH_2)_{z'''}$－Ｏ－］$_{z''''}$（式中、ｘ’は０または１であり、ｙ”、ｚ”およびｚ’’’は、それぞれ独立して、１～１０の整数であり、ｚ””は、０または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。

[0090] 別の好ましい態様において、X^1は、－Ｏ－ＣＦＲ^{20}－（ＣＦ$_2$）$_{e'}$－である。

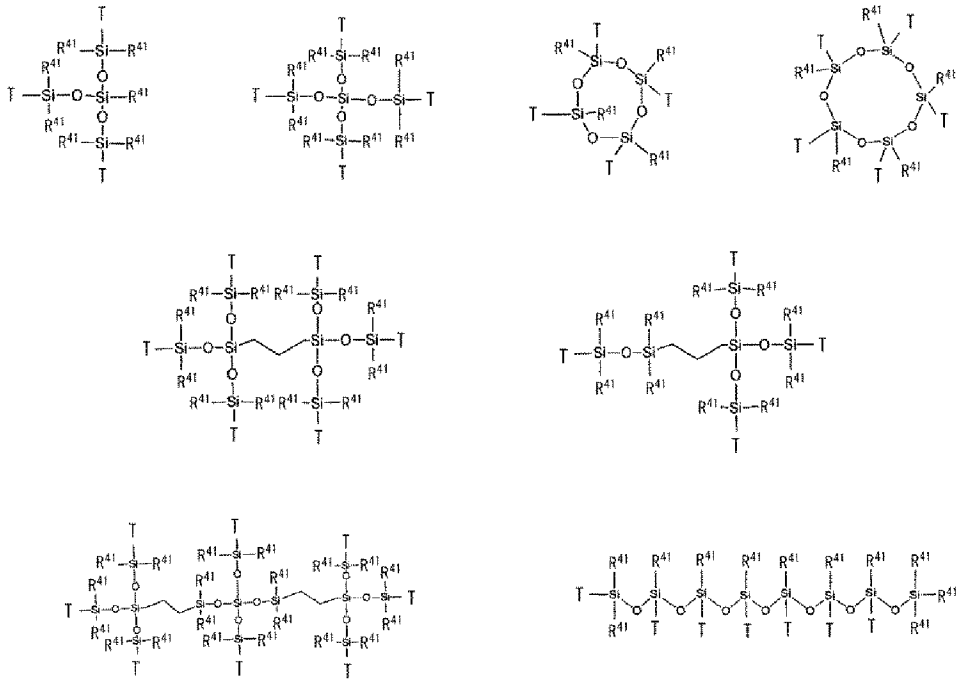
[0091] 上記Ｒ^{20}は、それぞれ独立して、フッ素原子または低級フルオロアルキル基を表す。ここで低級フルオロアルキル基は、例えば炭素数１～３のフルオロアルキル基、好ましくは炭素数１～３のパーフルオロアルキル基、より好ましくはトリフルオロメチル基、ペンタフルオロエチル基、更に好ましくはトリフルオロメチル基である。

[0092] 上記ｅ’は、それぞれ独立して、０または１である。

[0093] 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。

[0094] 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9]



［式中、

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

各X^1基において、Ｔのうち任意のいくつかは、分子主鎖のＰＦＰＥに結合する以下の基：

－$CH_2O(CH_2)_2$－、

－$CH_2O(CH_2)_3$－、

－$CF_2O(CH_2)_3$－、

－CH_2－、

－$(CH_2)_2$－、

－$(CH_2)_3$－、

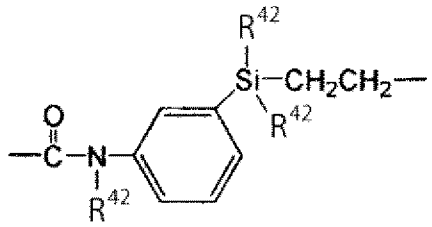
－$(CH_2)_4$－、

－CONH－$(CH_2)_3$－、

－CON(CH_3)－$(CH_2)_3$－、

－CON（Ｐｈ）－$(CH_2)_3$－（式中、Ｐｈはフェニルを意味する）、または

[化10]



［式中、R^{42}は、それぞれ独立して、水素原子、C_{1-6}のアルキル基またはC_{1-6}のアルコキシ基、好ましくはメチル基またはメトキシ基、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－$(CH_2)_{n''}$－（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、C_{1-6}アルコキシ基またはラジカル捕捉基もしくは紫外線吸収基であり得る。

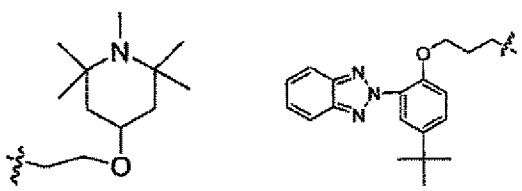
[0095] ラジカル捕捉基は、光照射で生じるラジカルを捕捉できるものであれば特に限定されないが、例えばベンゾフェノン類、ベンゾトリアゾール類、安息

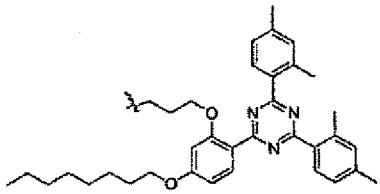
香酸エステル類、サリチル酸フェニル類、クロトン酸類、マロン酸エステル類、オルガノアクリレート類、ヒンダードアミン類、ヒンダードフェノール類、またはトリアジン類の残基が挙げられる。

[0096] 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、置換およ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、アクリレートまたはアルコキシシンナメート類、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。

[0097] 好ましい態様において、好ましいラジカル捕捉基または紫外線吸収基としては、

[化11]


、

または


が挙げられる。

[0098] この態様において、X^1、X^3、X^5およびX^7は、３～１０価の有機基であり得る。

[0099] 上記式中、X^2は、各出現においてそれぞれ独立して、単結合または２価の有機基を表す。X^2は、好ましくは、炭素数１～２０のアルキレン基であり、より好ましくは、－（CH_2）$_u$－（式中、ｕは、０～２の整数である）である。

[0100] 上記式中、ｔは、それぞれ独立して、１～１０の整数である。好ましい態様において、ｔは１～６の整数である。別の好ましい態様において、ｔは２～１０の整数であり、好ましくは２～６の整数である。

[0101] 好ましい式（Ａ１）および（Ａ２）で示される化合物は、下記式（Ａ１’）および（Ａ２’）：

[化12]

$$Rf\text{-}PFPE\text{-}X^{1}\text{-}(CH_2C)_t\text{-}R^{11} \quad \cdots (A1')$$
$$\qquad\qquad\qquad

－であり；

R^{20}は、各出現においてそれぞれ独立して、フッ素原子または低級フルオロアルキル基であり；

e’は、各出現においてそれぞれ独立して、０または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、１～１０の整数である。］

で表される化合物である。

[0102] 上記式（Ａ１）および（Ａ２）で表される化合物は、例えば、Ｒｆ－ＰＦＰＥ－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。

[0103] 式（Ｂ１）および（Ｂ２）：

[化13]

$$(Rf\text{-}PFPE)_{\beta 1'}\text{-}X^3\text{-}(SiR^{13}_{n1}R^{14}_{3-n1})_{\beta 1} \quad \cdots (B1)$$

$$(R^{14}_{3-n1}R^{13}_{n1}Si)_{\beta 1}\text{-}X^3\text{-}PFPE\text{-}X^3\text{-}(SiR^{13}_{n1}R^{14}_{3-n1})_{\beta 1} \quad \cdots (B2)$$

[0104] 上記式（Ｂ１）および（Ｂ２）中、Ｒｆ、ＰＦＰＥ、R^{13}、R^{14}およびｎ１は、上記式（Ａ１）および（Ａ２）に関する記載と同意義である。

[0105] 上記式中、X^3は、それぞれ独立して、単結合または２～１０価の有機基を表す。当該X^3は、式（Ｂ１）および（Ｂ２）で表される化合物において、主に撥水性およ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（Ｒｆ－ＰＦＰＥ部または－ＰＦＰＥ－部）と、基材との結合能を提供するシラン部（具体的には、－$SiR^{13}_{n1}R^{14}_{3-n1}$）とを連結するリンカーと解される。従って、当該$X^3$は、式（Ｂ１）および（Ｂ２）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。

[0106] 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。

[0107] 上記式中のβ１は、１～９の整数であり、β１’は、１～９の整数である。これらβ１およびβ１’は、X^3の価数に応じて決定され、式（Ｂ１）において、β１およびβ１’の和は、X^3の価数と同じである。例えば、X^3が１０価の有機基である場合、β１およびβ１’の和は１０であり、例えばβ１が９かつβ１’が１、β１が５かつβ１’が５、またはβ１が１かつβ１’が９となり得る。また、X^3が２価の有機基である場合、β１およびβ１’は１である。式（Ｂ２）において、β１はX^3の価数の値から１を引いた値である。

[0108] 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。

[0109] 一の態様において、X^3は２～４価の有機基であり、β１は１～３であり、β１’は１である。

[0110] 別の態様において、X^3は２価の有機基であり、β１は１であり、β１’は１である。この場合、式（Ｂ１）および（Ｂ２）は、下記式（Ｂ１’）および（Ｂ２’）で表される。

[化14]

$$Rf\text{-}PFPE\text{-}X^3\text{-}SiR^{13}_{n1}R^{14}_{3-n1} \quad \cdots (B1')$$

$$R^{14}_{3-n1}R^{13}_{n1}Si\text{-}X^3\text{-}PFPE\text{-}X^3\text{-}SiR^{13}_{n1}R^{14}_{3-n1} \quad \cdots (B2')$$

[0111] [式中：

ＰＦＰＥは、それぞれ独立して、式：

$-(OC_6F_{12})_a-(OC_5F_{10})_b-(OC_4F_8)_c-(OC_3F_6)_d-(OC_2F_4)_e-(OCF_2)_f-$

（式中、ａ、ｂ、ｃ、ｄ、ｅおよびｆは、それぞれ独立して０以上２００以下の整数であって、ａ、ｂ、ｃ、ｄ、ｅおよびｆの和は少なくとも１である。添字ａ、ｂ、ｃ、ｄ、ｅまたはｆ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。）

で表される基であり；

Ｒｆは、各出現においてそれぞれ独立して、１個また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のアルキル基を表し；

R^{13}は、各出現においてそれぞれ独立して、水酸基または加水分解可能な基を表し；

R^{14}は、各出現においてそれぞれ独立して、水素原子または炭素数１～２２のアルキル基を表し；

ｎ１は、１～３の整数であり、好ましくは３であり；

X^3は、$-CH_2O(CH_2)_2-$、$-CH_2O(CH_2)_3-$または$-CH_2O(CH_2)_6-$である］

で表される化合物である。

[0112] 上記X^3の例としては、特に限定するものではないが、例えば、X^1に関して記載したものと同様のものが挙げられる。

[0113] 中でも、好ましい具体的なX^3は、

$-CH_2O(CH_2)_2-$、

$-CH_2O(CH_2)_3-$、

$-CH_2O(CH_2)_6-$、

$-(CH_2)_2-Si(CH_3)_2-(CH_2)_2-$、

$-CH_2O(CH_2)_3Si(CH_3)_2OSi(CH_3)_2(CH_2)_2-$、

$-CH_2O(CH_2)_3Si(CH_3)_2OSi(CH_3)_2OSi(CH_3)_2(CH_2)_2-$、

$-CH_2O(CH_2)_3Si(CH_3)_2O(Si(CH_3)_2O)_2Si(CH_3)_2(CH_2)_2-$、

$-CH_2O(CH_2)_3Si(CH_3)_2O(Si(CH_3)_2O)_3Si(CH_3)_2(CH_2)_2-$、

$-CH_2O(CH_2)_3Si(CH_3)_2O(Si(CH_3)_2O)_{10}Si(CH_3)_2(CH_2)_2-$、

$-CH_2O(CH_2)_3Si(CH_3)_2O(Si(CH_3)_2O)_{20}Si(CH_3$

$)_2(CH_2)_2-$、

$-CH_2OCF_2CHFOCF_2-$、

$-CH_2OCF_2CHFOCF_2CF_2-$、

$-CH_2OCF_2CHFOCF_2CF_2CF_2-$、

$-CH_2OCH_2CF_2CF_2OCF_2-$、

$-CH_2OCH_2CF_2CF_2OCF_2CF_2-$、

$-CH_2OCH_2CF_2CF_2OCF_2CF_2CF_2-$、

$-CH_2OCH_2CF_2CF_2OCF(CF_3)CF_2OCF_2-$、

$-CH_2OCH_2CF_2CF_2OCF(CF_3)CF_2OCF_2CF_2-$、

$-CH_2OCH_2CF_2CF_2OCF(CF_3)CF_2OCF_2CF_2CF_2-$、

$-CH_2OCH_2CHFCF_2OCF_2-$、

$-CH_2OCH_2CHFCF_2OCF_2CF_2-$、

$-CH_2OCH_2CHFCF_2OCF_2CF_2CF_2-$、

$-CH_2OCH_2CHFCF_2OCF(CF_3)CF_2OCF_2-$、

$-CH_2OCH_2CHFCF_2OCF(CF_3)CF_2OCF_2CF_2-$、

$-CH_2OCH_2CHFCF_2OCF(CF_3)CF_2OCF_2CF_2CF_2-$、

$-CH_2OCH_2(CH_2)_7CH_2Si(OCH_3)_2OSi(OCH_3)_2(CH_2)_2Si(OCH_3)_2OSi(OCH_3)_2(CH_2)_2-$、

$-CH_2OCH_2CH_2CH_2Si(OCH_3)_2OSi(OCH_3)_2(CH_2)_3-$、

$-CH_2OCH_2CH_2CH_2Si(OCH_2CH_3)_2OSi(OCH_2CH_3)_2(CH_2)_3-$、

$-CH_2OCH_2CH_2CH_2Si(OCH_3)_2OSi(OCH_3)_2(CH_2)_2-$、

$-CH_2OCH_2CH_2CH_2Si(OCH_2CH_3)_2OSi(OCH_2CH_3)_2(CH_2)_2-$、

$-CH_2-$、

$-(CH_2)_2-$、

－（CH_2）$_3$－、

－（CH_2）$_4$－、

－（CH_2）$_5$－、

－（CH_2）$_6$－、

－CO－、

－CONH－、

－CONH－（CH_2）$_3$－、

－CON（CH_3）－（CH_2）$_3$－、

－CON（Ph）－（CH_2）$_3$－（式中、Phはフェニルを意味する）、

－CONH－（CH_2）$_6$－、

－CON（CH_3）－（CH_2）$_6$－、

－CON（Ph）－（CH_2）$_6$－（式中、Phはフェニルを意味する）、

－CONH－（CH_2）$_2$NH（CH_2）$_3$－、

－CONH－（CH_2）$_6$NH（CH_2）$_3$－、

－CH_2O－CONH－（CH_2）$_3$－、

－CH_2O－CONH－（CH_2）$_6$－、

－S－（CH_2）$_3$－、

－（CH_2）$_2$S（CH_2）$_3$－、

－CONH－（CH_2）$_3$Si（CH_3）$_2$OSi（CH_3）$_2$（CH_2）$_2$－、

－CONH－（CH_2）$_3$Si（CH_3）$_2$OSi（CH_3）$_2$OSi（CH_3）$_2$（CH_2）$_2$－、

－CONH－（CH_2）$_3$Si（CH_3）$_2$O（Si（CH_3）$_2$O）$_2$Si（CH_3）$_2$（CH_2）$_2$－、

－CONH－（CH_2）$_3$Si（CH_3）$_2$O（Si（CH_3）$_2$O）$_3$Si（CH_3）$_2$（CH_2）$_2$－、

－CONH－（CH_2）$_3$Si（CH_3）$_2$O（Si（CH_3）$_2$O）$_{10}$Si（CH_3）$_2$（CH_2）$_2$－、

－CONH－（CH_2）$_3$Si（CH_3）$_2$O（Si（CH_3）$_2$O）$_{20}$Si（C

$H_3)_2(CH_2)_2-$、

$-C(O)O-(CH_2)_3-$、

$-C(O)O-(CH_2)_6-$、

$-CH_2-O-(CH_2)_3-Si(CH_3)_2-(CH_2)_2-Si(CH_3)_2-(CH_2)_2-$、

$-CH_2-O-(CH_2)_3-Si(CH_3)_2-(CH_2)_2-Si(CH_3)_2-CH(CH_3)-$、

$-CH_2-O-(CH_2)_3-Si(CH_3)_2-(CH_2)_2-Si(CH_3)_2-(CH_2)_3-$、

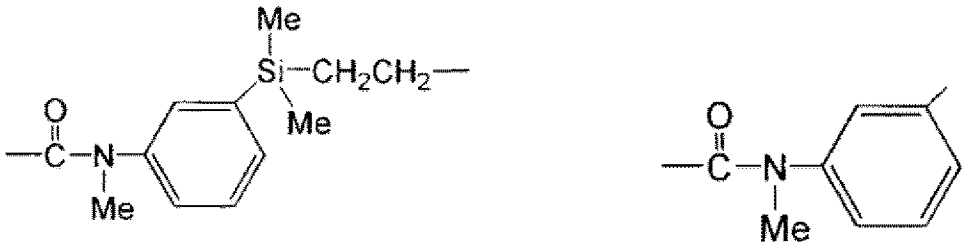
$-CH_2-O-(CH_2)_3-Si(CH_3)_2-(CH_2)_2-Si(CH_3)_2-CH(CH_3)-CH_2-$、

$-OCH_2-$、

$-O(CH_2)_3-$、

$-OCFHCF_2-$、

[化15]



などが挙げられる。

[0114] 別の好ましい態様において、X^3は、$X^{e'}$を表す。$X^{e'}$は、上記と同意義である。

[0115] 一の態様において、$X^{e'}$は、単結合である。本態様において、ＰＦＰＥと基材層との結合能を有する基（即ち、（Ｂ１）および（Ｂ２）においては、β１を付して括弧でくくられた基）とが直接結合している。

[0116] 一の態様において、式（Ｂ１）および（Ｂ２）において、水酸基または加

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（Ｂ１）および（Ｂ２）において、ＳｉＲ^{13}の構造が少なくとも２つ存在する。

[0117] 好ましい式（Ｂ１）および（Ｂ２）で示される化合物は、下記式（Ｂ１’）および（Ｂ２’）：

[化16]

$$Rf\text{-}PFPE\text{-}X^{3}\text{-}SiR^{13}_{n1}R^{14}_{3-n1} \quad \cdots (B1')$$

$$R^{14}_{3-n1}R^{13}_{n1}Si\text{-}X^{3}\text{-}PFPE\text{-}X^{3}\text{-}SiR^{13}_{n1}R^{14}_{3-n1} \quad \cdots (B2')$$

［式中：

ＰＦＰＥは、それぞれ独立して、式：

$-(OC_6F_{12})_a-(OC_5F_{10})_b-(OC_4F_8)_c-(OC_3F_6)_d-(OC_2F_4)_e-(OCF_2)_f-$

（式中、ａ、ｂ、ｃ、ｄ、ｅおよびｆは、それぞれ独立して０以上２００以下の整数であって、ａ、ｂ、ｃ、ｄ、ｅおよびｆの和は少なくとも１である。添字ａ、ｂ、ｃ、ｄ、ｅまたはｆ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。）

で表される基であり；

Ｒｆは、各出現においてそれぞれ独立して、１個また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のアルキル基を表し；

Ｒ^{13}は、各出現においてそれぞれ独立して、水酸基または加水分解可能な基を表し；

Ｒ^{14}は、各出現においてそれぞれ独立して、水素原子または炭素数１～２２のアルキル基を表し；

ｎ１は、１～３の整数であり、好ましくは３であり；

Ｘ^{3}は、$-CH_2O(CH_2)_2-$、$-CH_2O(CH_2)_3-$または$-CH_2O(CH_2)_6-$である。］

で表される化合物である。

[0118] 上記式（Ｂ１）および（Ｂ２）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またはその改良方法により製造することができる。

[0119] 式（Ｃ１）および（Ｃ２）：

[化17]

$$(Rf\text{-}PFPE)_{\gamma 1'}\text{-}X^5\text{-}(SiR^a_{k1}R^b_{l1}R^c_{m1})_{\gamma 1} \quad \cdots (C1)$$

$$(R^c_{m1}R^b_{l1}R^a_{k1}Si)_{\gamma 1}\text{-}X^5\text{-}PFPE\text{-}X^5\text{-}(SiR^a_{k1}R^b_{l1}R^c_{m1})_{\gamma 1} \quad \cdots (C2)$$

[0120] 上記式（Ｃ１）および（Ｃ２）中、ＲｆおよびＰＦＰＥは、上記式（Ａ１）および（Ａ２）に関する記載と同意義である。

[0121] 上記式中、X^5は、それぞれ独立して、単結合または２～１０価の有機基を表す。当該X^5は、式（Ｃ１）および（Ｃ２）で表される化合物において、主に撥水性およ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（Ｒｆ－ＰＦＰＥ部または－ＰＦＰＥ－部）と、基材との結合能を提供するシラン部（具体的には、$-SiR^a_{k1}R^b_{l1}R^c_{m1}$基）とを連結するリンカーと解される。従って、当該$X^5$は、式（Ｃ１）および（Ｃ２）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。

[0122] 別の態様において、X^5は、X^eを表す。X^eは、上記と同意義である。

[0123] 上記式中のγ１は、１～９の整数であり、γ１’は、１～９の整数である。これらγ１およびγ１’は、X^5の価数に応じて決定され、式（Ｃ１）において、γ１およびγ１’の和は、X^5の価数と同じである。例えば、X^5が１０価の有機基である場合、γ１およびγ１’の和は１０であり、例えばγ１が９かつγ１’が１、γ１が５かつγ１’が５、またはγ１が１かつγ１’が９となり得る。また、X^5が２価の有機基である場合、γ１およびγ１’は１である。式（Ｃ２）において、γ１はX^5の価数の値から１を引いた値である。

[0124] 上記X^5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。

[0125] 一の態様において、X^5は２～４価の有機基であり、$\gamma 1$は１～３であり、$\gamma 1'$は１である。

[0126] 別の態様において、X^5は２価の有機基であり、$\gamma 1$は１であり、$\gamma 1'$は１である。この場合、式（Ｃ１）および（Ｃ２）は、下記式（Ｃ１’）および（Ｃ２’）で表される。

[化18]

$$Rf\text{-}PFPE\text{-}X^5\text{-}SiR^a_{k1}R^b_{l1}R^c_{m1} \quad \cdots (C1')$$

$$R^c_{m1}R^b_{l1}R^a_{k1}Si\text{-}X^5\text{-}PFPE\text{-}X^5\text{-}SiR^a_{k1}R^b_{l1}R^c_{m1} \quad \cdots (C2')$$

[0127] 上記X^5の例としては、特に限定するものではないが、例えば、X^1に関して記載したものと同様のものが挙げられる。

[0128] 中でも、好ましい具体的なX^5は、

$-CH_2O(CH_2)_2-$、

$-CH_2O(CH_2)_3-$、

$-CH_2O(CH_2)_6-$、

$-(CH_2)_2-Si(CH_3)_2-(CH_2)_2-$、

$-CH_2O(CH_2)_3Si(CH_3)_2OSi(CH_3)_2(CH_2)_2-$、

$-CH_2O(CH_2)_3Si(CH_3)_2OSi(CH_3)_2OSi(CH_3)_2(CH_2)_2-$、

$-CH_2O(CH_2)_3Si(CH_3)_2O(Si(CH_3)_2O)_2Si(CH_3)_2(CH_2)_2-$、

$-CH_2O(CH_2)_3Si(CH_3)_2O(Si(CH_3)_2O)_3Si(CH_3)_2(CH_2)_2-$、

$-CH_2O(CH_2)_3Si(CH_3)_2O(Si(CH_3)_2O)_{10}Si(CH_3)_2(CH_2)_2-$、

$-CH_2O(CH_2)_3Si(CH_3)_2O(Si(CH_3)_2O)_{20}Si(CH_3)_2(CH_2)_2-$、

$-CH_2OCF_2CHFOCF_2-$、

$-CH_2OCF_2CHFOCF_2CF_2-$、

$-CH_2OCF_2CHFOCF_2CF_2CF_2-$、

$-CH_2OCH_2CF_2CF_2OCF_2-$、

$-CH_2OCH_2CF_2CF_2OCF_2CF_2-$、

$-CH_2OCH_2CF_2CF_2OCF_2CF_2CF_2-$、

$-CH_2OCH_2CF_2CF_2OCF(CF_3)CF_2OCF_2-$、

$-CH_2OCH_2CF_2CF_2OCF(CF_3)CF_2OCF_2CF_2-$、

$-CH_2OCH_2CF_2CF_2OCF(CF_3)CF_2OCF_2CF_2CF_2-$、

$-CH_2OCH_2CHFCF_2OCF_2-$、

$-CH_2OCH_2CHFCF_2OCF_2CF_2-$、

$-CH_2OCH_2CHFCF_2OCF_2CF_2CF_2-$、

$-CH_2OCH_2CHFCF_2OCF(CF_3)CF_2OCF_2-$、

$-CH_2OCH_2CHFCF_2OCF(CF_3)CF_2OCF_2CF_2-$、

$-CH_2OCH_2CHFCF_2OCF(CF_3)CF_2OCF_2CF_2CF_2-$、

$-CH_2OCH_2(CH_2)_7CH_2Si(OCH_3)_2OSi(OCH_3)_2(CH_2)_2Si(OCH_3)_2OSi(OCH_3)_2(CH_2)_2-$、

$-CH_2OCH_2CH_2CH_2Si(OCH_3)_2OSi(OCH_3)_2(CH_2)_3-$、

$-CH_2OCH_2CH_2CH_2Si(OCH_2CH_3)_2OSi(OCH_2CH_3)_2(CH_2)_3-$、

$-CH_2OCH_2CH_2CH_2Si(OCH_3)_2OSi(OCH_3)_2(CH_2)_2-$、

$-CH_2OCH_2CH_2CH_2Si(OCH_2CH_3)_2OSi(OCH_2CH_3)_2(CH_2)_2-$、

$-CH_2-$、

$-(CH_2)_2-$、

$-(CH_2)_3-$、

－（CH_2）$_4$－、

－（CH_2）$_5$－、

－（CH_2）$_6$－、

－CO－、

－CONH－、

－CONH－CH_2－、

－CONH－（CH_2）$_2$－、

－CONH－（CH_2）$_3$－、

－CON（CH_3）－（CH_2）$_3$－、

－CON（Ph）－（CH_2）$_3$－（式中、Phはフェニルを意味する）、

－CONH－（CH_2）$_6$－、

－CON（CH_3）－（CH_2）$_6$－、

－CON（Ph）－（CH_2）$_6$－（式中、Phはフェニルを意味する）、

－CONH－（CH_2）$_2$NH（CH_2）$_3$－、

－CONH－（CH_2）$_6$NH（CH_2）$_3$－、

－CH_2O－CONH－（CH_2）$_3$－、

－CH_2O－CONH－（CH_2）$_6$－、

－S－（CH_2）$_3$－、

－（CH_2）$_2$S（CH_2）$_3$－、

－CONH－（CH_2）$_3$Si（CH_3）$_2$OSi（CH_3）$_2$（CH_2）$_2$－、

－CONH－（CH_2）$_3$Si（CH_3）$_2$OSi（CH_3）$_2$OSi（CH_3）$_2$（CH_2）$_2$－、

－CONH－（CH_2）$_3$Si（CH_3）$_2$O（Si（CH_3）$_2$O）$_2$Si（CH_3）$_2$（CH_2）$_2$－、

－CONH－（CH_2）$_3$Si（CH_3）$_2$O（Si（CH_3）$_2$O）$_3$Si（CH_3）$_2$（CH_2）$_2$－、

－CONH－（CH_2）$_3$Si（CH_3）$_2$O（Si（CH_3）$_2$O）$_{10}$Si（CH_3）$_2$（CH_2）$_2$－、

－ＣＯＮＨ－（ＣＨ$_2$）$_3$Ｓｉ（ＣＨ$_3$）$_2$Ｏ（Ｓｉ（ＣＨ$_3$）$_2$Ｏ）$_{20}$Ｓｉ（ＣＨ$_3$）$_2$（ＣＨ$_2$）$_2$－、

－Ｃ（Ｏ）Ｏ－（ＣＨ$_2$）$_3$－、

－Ｃ（Ｏ）Ｏ－（ＣＨ$_2$）$_6$－、

－ＣＨ$_2$－Ｏ－（ＣＨ$_2$）$_3$－Ｓｉ（ＣＨ$_3$）$_2$－（ＣＨ$_2$）$_2$－Ｓｉ（ＣＨ$_3$）$_2$－（ＣＨ$_2$）$_2$－、

－ＣＨ$_2$－Ｏ－（ＣＨ$_2$）$_3$－Ｓｉ（ＣＨ$_3$）$_2$－（ＣＨ$_2$）$_2$－Ｓｉ（ＣＨ$_3$）$_2$－ＣＨ（ＣＨ$_3$）－、

－ＣＨ$_2$－Ｏ－（ＣＨ$_2$）$_3$－Ｓｉ（ＣＨ$_3$）$_2$－（ＣＨ$_2$）$_2$－Ｓｉ（ＣＨ$_3$）$_2$－（ＣＨ$_2$）$_3$－、

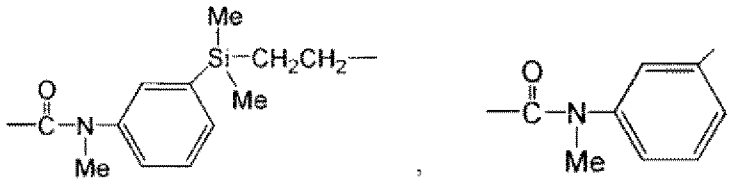
－ＣＨ$_2$－Ｏ－（ＣＨ$_2$）$_3$－Ｓｉ（ＣＨ$_3$）$_2$－（ＣＨ$_2$）$_2$－Ｓｉ（ＣＨ$_3$）$_2$－ＣＨ（ＣＨ$_3$）－ＣＨ$_2$－、

－ＯＣＨ$_2$－、

－Ｏ（ＣＨ$_2$）$_3$－、

－ＯＣＦＨＣＦ$_2$－、

[化19]



などが挙げられる。

[0129] 別の好ましい態様において、Ｘ^{5}は、Ｘ$^{e'}$を表す。Ｘ$^{e'}$は、上記と同意義である。

[0130] 一の態様において、Ｘ$^{e'}$は、単結合である。本態様において、ＰＦＰＥと基材層との結合能を有する基（即ち、（Ｃ１）および（Ｃ２）においては、γ１を付して括弧でくくられた基）とが直接結合している。

[0131] 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$^{71}{}_{p1}$Ｒ$^{72}{}_{q1}$Ｒ$^{73}{}_{r1}$を表す。

[0132] 式中、Z^3は、各出現においてそれぞれ独立して、酸素原子または２価の有機基を表す。

[0133] 上記Z^3は、好ましくは、２価の有機基であり、式（Ｃ１）または式（Ｃ２）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。

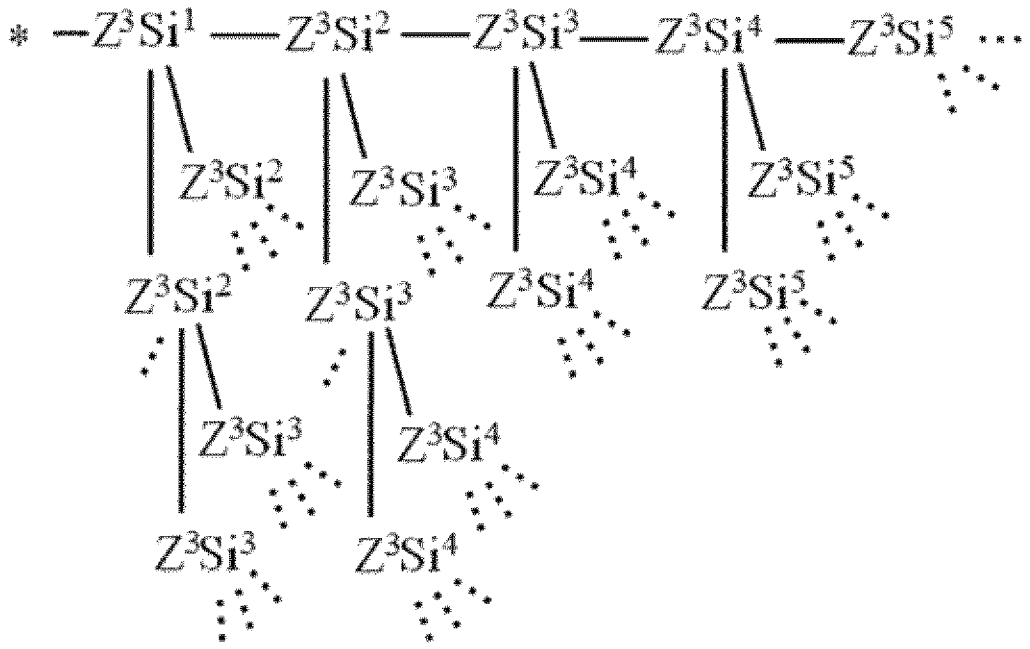
[0134] 上記Z^3は、好ましくは、C_{1-6}アルキレン基、－（CH_2）$_g$－Ｏ－（CH_2）$_h$－（式中、ｇは、１～６の整数であり、ｈは、１～６の整数である）または、－フェニレン－（CH_2）$_i$－（式中、ｉは、０～６の整数である）であり、より好ましくはC_{1-3}アルキレン基である。これらの基は、例えば、フッ素原子、C_{1-6}アルキル基、C_{2-6}アルケニル基、およびC_{2-6}アルキニル基から選択される１個またはそれ以上の置換基により置換されていてもよい。耐ＵＶ性（紫外線耐久性）が特に良好な観点からは、上記Z^3は、より好ましくは、直鎖状または分枝鎖状の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数は、好ましくは１～６の範囲にあり、より好ましくは１～３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。

[0135] 式中、R^{71}は、各出現においてそれぞれ独立して、$R^{a'}$を表す。$R^{a'}$は、R^aと同意義である。

[0136] 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Ｓｉ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Ｓｉ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Ｓｉ原子の数」とは、R^a中において直鎖状に連結される－Z^3－Ｓｉ－の繰り返し数と等しくなる。

[0137] 例えば、下記にR^a中においてZ^3基を介してＳｉ原子が連結された一例を示す。

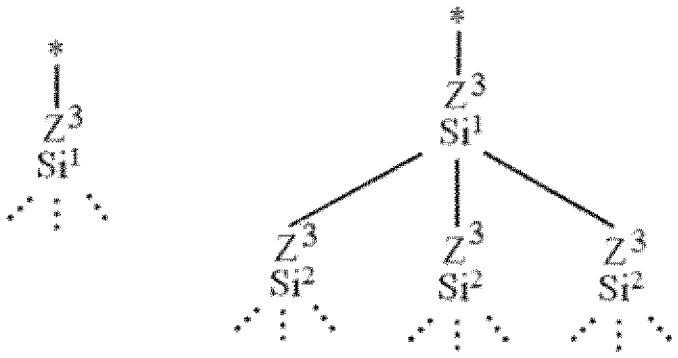
[化20]



[0138] 上記式において、＊は、主鎖のＳｉに結合する部位を意味し、…は、Ｚ^{3}Ｓｉ以外の所定の基が結合していること、即ち、Ｓｉ原子の３本の結合手がすべて…である場合、Ｚ^{3}Ｓｉの繰り返しの終了箇所を意味する。また、Ｓｉの右肩の数字は、＊から数えたＺ^{3}基を介して直鎖状に連結されたＳｉの出現数を意味する。即ち、Ｓｉ^{2}でＺ^{3}Ｓｉ繰り返しが終了している鎖は「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」が２個であり、同様に、Ｓｉ^{3}、Ｓｉ^{4}およびＳｉ^{5}でＺ^{3}Ｓｉ繰り返しが終了している鎖は、それぞれ、「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」が３、４および５個である。なお、上記の式から明らかなように、Ｒ^{a}中には、Ｚ^{3}Ｓｉ鎖が複数存在するが、これらはすべて同じ長さである必要はなく、それぞれ任意の長さであってもよい。

[0139] 好ましい態様において、下記に示すように、「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、すべての鎖において、１個（左式）または２個（右式）である。

[化21]



[0140] 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個または２個、好ましくは１個である。

[0141] 式中、R^{72}は、各出現においてそれぞれ独立して、水酸基また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。

[0142] 好ましくは、R^{72}は、－ＯＲ（式中、Ｒは、置換または非置換の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。

[0143] 式中、R^{73}は、各出現においてそれぞれ独立して、水素原子または低級アルキル基を表す。該低級アルキル基は、好ましくは炭素数１～２０のアルキル基、より好ましくは炭素数１～６のアルキル基、さらに好ましくはメチル基である。

[0144] 式中、ｐ１は、各出現においてそれぞれ独立して、０～３の整数であり；ｑ１は、各出現においてそれぞれ独立して、０～３の整数であり；ｒ１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、（$-Z^3-SiR^{71}_{p1}R^{72}_{q1}R^{73}_{r1}$）毎において、ｐ１、ｑ１およびｒ１の和は３である。

[0145] 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ｑ１は、好ましくは２以上、例えば２または３であり、より好ましくは３である。

[0146] 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、$-Si(-Z^3-SiR^{72}_{q1}R^{73}_{r1})_2$または$-Si(-Z^3-SiR^{72}_{q1}R^{73}_{r1})_3$、好ましくは$-Si(-Z^3-SiR^{72}_{q1}R^{73}_{r1})_3$であり得る。式中、（$-Z^3$

－ＳｉＲ$^{72}_{q1}$Ｒ$^{73}_{r1}$）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$^{72}_{q1}$Ｒ$^{73}_{r1}$）$_{3}$、好ましくは－Ｓｉ（－Ｚ^{3}－ＳｉＲ$^{72}_{3}$）$_{3}$であり得る。

[0147] 上記式（Ｃ１）および（Ｃ２）においては、少なくとも１つのｑ１が１～３の整数であり、すなわち、少なくとも１つのＲ^{72}が存在する。

[0148] 一の態様において、式（Ｃ１）および（Ｃ２）においては、水酸基また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}および／またはＳｉＲ^{b}の構造が少なくとも２つ存在する。

[0149] 上記式中、Ｒ^{b}は、各出現においてそれぞれ独立して、水酸基または加水分解可能な基を表す。

[0150] 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、置換または非置換の炭素数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、メチル基また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、置換または非置換の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。

[0151] 上記式中、Ｒ^{c}は、各出現においてそれぞれ独立して、水素原子または低級アルキル基を表す。該低級アルキル基は、好ましくは炭素数１～２０のアルキル基、より好ましくは炭素数１～６のアルキル基、さらに好ましくはメチル基である。

[0152] 式中、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の整数である。ただし、（ＳｉＲ^{a}

$_{k1}R^{b}{}_{l1}R^{c}{}_{m1}$）毎において、ｋ１、ｌ１およびｍ１の和は、３である。

[0153] 一の態様において、ｋ１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。

[0154] 上記式（Ｃ１）および（Ｃ２）で表される化合物は、例えば、Ｒｆ－ＰＦＰＥ－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、末端に水酸基を導入した後、末端に不飽和結合を有する基を導入し、この不飽和結合を有する基とハロゲン原子を有するシリル誘導体とを反応させ、さらにこのシリル基に末端に水酸基を導入し、導入した不飽和結合を有する基とシリル誘導体とを反応させることにより得ることができる。例えば、国際公開第２０１４／０６９５９２号に記載のように合成することができる。

[0155] 式（Ｄ１）および（Ｄ２）：

$$(Rf\text{-}PFPE)_{\delta 1'}\text{-}X^{7}\text{-}(CR^{d}_{k2}R^{e}_{l2}R^{f}_{m2})_{\delta 1} \quad \cdots (D1)$$

$$(R^{f}_{m2}R^{e}_{l2}R^{d}_{k2}C)_{\delta 1}\text{-}X^{7}\text{-}PFPE\text{-}X^{7}\text{-}(CR^{d}_{k2}R^{e}_{l2}R^{f}_{m2})_{\delta 1} \quad \cdots (D2)$$

[0156] 上記式（Ｄ１）および（Ｄ２）中、ＲｆおよびＰＦＰＥは、上記式（Ａ１）および（Ａ２）に関する記載と同意義である。

[0157] 上記式中、X^{7}は、それぞれ独立して、単結合または２～１０価の有機基を表す。当該X^{7}は、式（Ｄ１）および（Ｄ２）で表される化合物において、主に撥水性およ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、Ｒｆ－ＰＦＰＥ部または－ＰＦＰＥ－部）と、基材との結合能を提供する部（即ち、δ１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X^{7}は、式（Ｄ１）および（Ｄ２）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。

[0158] 別の態様において、X^{7}は、X^{e}を表す。X^{e}は、上記と同意義である。

[0159] 上記式中、δ１は１～９の整数であり、δ１’は１～９の整数である。これらδ１およびδ１’は、X^{7}の価数に応じて変化し得る。式（Ｄ１）においては、δ１およびδ１’の和は、X^{7}の価数と同じである。例えば、X^{7}が１

０価の有機基である場合、δ１およびδ１’の和は１０であり、例えばδ１が９かつδ１’が１、δ１が５かつδ１’が５、またはδ１が１かつδ１’が９となり得る。また、X^7が２価の有機基である場合、δ１およびδ１’は１である。式（Ｄ２）においては、δ１はX^7の価数から１を引いた値である。

[0160] 上記X^7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^7は２～４価の有機基であり、δ１は１～３であり、δ１’は１である。

[0162] 別の態様において、X^7は２価の有機基であり、δ１は１であり、δ１’は１である。この場合、式（Ｄ１）および（Ｄ２）は、下記式（Ｄ１’）および（Ｄ２’）で表される。

[化22]

$$Rf\text{-}PFPE\text{-}X^7\text{-}CR^d_{k2}R^e_{l2}R^f_{m2} \quad \cdots (D1')$$

$$R^f_{m2}R^e_{l2}R^d_{k2}C\text{-}X^7\text{-}PFPE\text{-}X^7\text{-}CR^d_{k2}R^e_{l2}R^f_{m2} \quad \cdots (D2')$$

[0163] 上記X^7の例としては、特に限定するものではないが、例えば、X^1に関して記載したものと同様のものが挙げられる。

[0164] 中でも、好ましい具体的なX^7は、

$-CH_2O(CH_2)_2-$、

$-CH_2O(CH_2)_3-$、

$-CH_2O(CH_2)_6-$、

$-(CH_2)_2-Si(CH_3)_2-(CH_2)_2-$、

$-CH_2O(CH_2)_3Si(CH_3)_2OSi(CH_3)_2(CH_2)_2-$、

$-CH_2O(CH_2)_3Si(CH_3)_2OSi(CH_3)_2OSi(CH_3)_2(CH_2)_2-$、

$-CH_2O(CH_2)_3Si(CH_3)_2O(Si(CH_3)_2O)_2Si(CH_3$

$)_2(CH_2)_2-$、

$-CH_2O(CH_2)_3Si(CH_3)_2O(Si(CH_3)_2O)_3Si(CH_3)_2(CH_2)_2-$、

$-CH_2O(CH_2)_3Si(CH_3)_2O(Si(CH_3)_2O)_{10}Si(CH_3)_2(CH_2)_2-$、

$-CH_2O(CH_2)_3Si(CH_3)_2O(Si(CH_3)_2O)_{20}Si(CH_3)_2(CH_2)_2-$、

$-CH_2OCF_2CHFOCF_2-$、

$-CH_2OCF_2CHFOCF_2CF_2-$、

$-CH_2OCF_2CHFOCF_2CF_2CF_2-$、

$-CH_2OCH_2CF_2CF_2OCF_2-$、

$-CH_2OCH_2CF_2CF_2OCF_2CF_2-$、

$-CH_2OCH_2CF_2CF_2OCF_2CF_2CF_2-$、

$-CH_2OCH_2CF_2CF_2OCF(CF_3)CF_2OCF_2-$、

$-CH_2OCH_2CF_2CF_2OCF(CF_3)CF_2OCF_2CF_2-$、

$-CH_2OCH_2CF_2CF_2OCF(CF_3)CF_2OCF_2CF_2CF_2-$、

$-CH_2OCH_2CHFCF_2OCF_2-$、

$-CH_2OCH_2CHFCF_2OCF_2CF_2-$、

$-CH_2OCH_2CHFCF_2OCF_2CF_2CF_2-$、

$-CH_2OCH_2CHFCF_2OCF(CF_3)CF_2OCF_2-$、

$-CH_2OCH_2CHFCF_2OCF(CF_3)CF_2OCF_2CF_2-$、

$-CH_2OCH_2CHFCF_2OCF(CF_3)CF_2OCF_2CF_2CF_2-$、

$-CH_2OCH_2(CH_2)_7CH_2Si(OCH_3)_2OSi(OCH_3)_2(CH_2)_2Si(OCH_3)_2OSi(OCH_3)_2(CH_2)_2-$、

$-CH_2OCH_2CH_2CH_2Si(OCH_3)_2OSi(OCH_3)_2(CH_2)_3-$、

$-CH_2OCH_2CH_2CH_2Si(OCH_2CH_3)_2OSi(OCH_2CH_3)_2(CH_2)_3-$、

－$CH_2OCH_2CH_2CH_2Si(OCH_3)_2OSi(OCH_3)_2(CH_2)_2$－、

－$CH_2OCH_2CH_2CH_2Si(OCH_2CH_3)_2OSi(OCH_2CH_3)_2(CH_2)_2$－、

－CH_2－、

－$(CH_2)_2$－、

－$(CH_2)_3$－、

－$(CH_2)_4$－、

－$(CH_2)_5$－、

－$(CH_2)_6$－、

－CO－、

－CONH－、

－CONH－$(CH_2)_3$－、

－CON(CH_3)－$(CH_2)_3$－、

－CON（Ph）－$(CH_2)_3$－（式中、Phはフェニルを意味する）、

－CONH－$(CH_2)_6$－、

－CON(CH_3)－$(CH_2)_6$－、

－CON（Ph）－$(CH_2)_6$－（式中、Phはフェニルを意味する）、

－CONH－$(CH_2)_2NH(CH_2)_3$－、

－CONH－$(CH_2)_6NH(CH_2)_3$－、

－CH_2O－CONH－$(CH_2)_3$－、

－CH_2O－CONH－$(CH_2)_6$－、

－S－$(CH_2)_3$－、

－$(CH_2)_2S(CH_2)_3$－、

－CONH－$(CH_2)_3Si(CH_3)_2OSi(CH_3)_2(CH_2)_2$－、

－CONH－$(CH_2)_3Si(CH_3)_2OSi(CH_3)_2OSi(CH_3)_2(CH_2)_2$－、

－CONH－$(CH_2)_3Si(CH_3)_2O(Si(CH_3)_2O)_2Si$（C

$H_3)_2(CH_2)_2-$、

$-CONH-(CH_2)_3Si(CH_3)_2O(Si(CH_3)_2O)_3Si(CH_3)_2(CH_2)_2-$、

$-CONH-(CH_2)_3Si(CH_3)_2O(Si(CH_3)_2O)_{10}Si(CH_3)_2(CH_2)_2-$、

$-CONH-(CH_2)_3Si(CH_3)_2O(Si(CH_3)_2O)_{20}Si(CH_3)_2(CH_2)_2-$、

$-C(O)O-(CH_2)_3-$、

$-C(O)O-(CH_2)_6-$、

$-CH_2-O-(CH_2)_3-Si(CH_3)_2-(CH_2)_2-Si(CH_3)_2-(CH_2)_2-$、

$-CH_2-O-(CH_2)_3-Si(CH_3)_2-(CH_2)_2-Si(CH_3)_2-CH(CH_3)-$、

$-CH_2-O-(CH_2)_3-Si(CH_3)_2-(CH_2)_2-Si(CH_3)_2-(CH_2)_3-$、

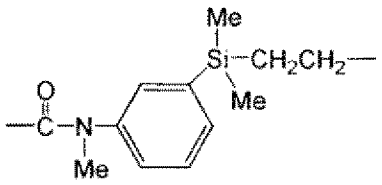
$-CH_2-O-(CH_2)_3-Si(CH_3)_2-(CH_2)_2-Si(CH_3)_2-CH(CH_3)-CH_2-$、

$-OCH_2-$、

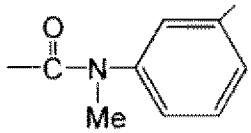
$-O(CH_2)_3-$、

$-OCFHCF_2-$、

[化23]



,



などが挙げられる。

[0165] 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。

[0166] 一の態様において、$X^{e'}$は、単結合である。本態様において、ＰＦＰＥと基材層との結合能を有する基（即ち、（Ｄ１）および（Ｄ２）においては、δ１を付して括弧でくくられた基）とが直接結合している。このような構造を有することによって、ＰＦＰＥとδを付して括弧でくくられた基との結合力がより強くなると考えられる。また、ＰＦＰＥと直接結合する炭素原子（即ち、δ１を付して括弧でくくられた基においてR^d、R^eおよびR^fと結合する炭素原子）は電荷の偏りが少なく、その結果、上記炭素原子において求核反応等が生じにくく、基材層と安定に結合すると考えられる。このような構造は、形成される表面処理層の摩擦耐久性をより向上する点から有利である。

[0167] 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。

[0168] 式中、Z^4は、各出現においてそれぞれ独立して、酸素原子または２価の有機基を表す。

[0169] 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）または、$-$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、およびC_{2-6}アルキニル基から選択される１個またはそれ以上の置換基により置換されていてもよい。

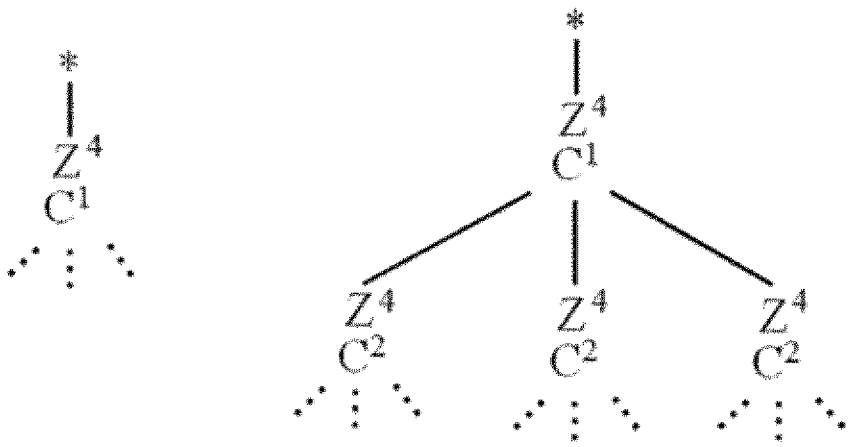
[0170] 式中、R^{81}は、各出現においてそれぞれ独立して、$R^{d'}$を表す。$R^{d'}$は、R^dと同意義である。

[0171] 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。

[0172] 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）または２個（右式）である。

[化24]



[0173] 一の態様において、R^dのZ^4基を介して直鎖状に連結されるＣ原子の数は１個または２個、好ましくは１個である。

[0174] 式中、R^{82}は、各出現においてそれぞれ独立して、－Ｙ－ＳｉＲ$^{85}{}_{n2}$Ｒ$^{86}{}_{3-n2}$を表す。

[0175] 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。

[0176] 好ましい態様において、Ｙ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）または、－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、C_{1-6}アルキル基、C_{2-6}アルケニル基、およびC_{2-6}アルキニル基から選択される１個またはそれ以上の置換基により置換されていてもよい。

[0177] 一の態様において、Ｙは、C_{1-6}アルキレン基または－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。

[0178] 上記R^{85}は、各出現においてそれぞれ独立して、水酸基または加水分解可能な基を表す。

[0179] 上記「加水分解可能な基」とは、式（Ｃ１）および（Ｃ２）における記載と同様のものが挙げられる。

[0180] 好ましくは、R^{85}は、－ＯＲ（式中、Ｒは、置換または非置換のC_{1-3}アルキル基、より好ましくはエチル基またはメチル基、特にメチル基を表す）である。

[0181] 上記R^{86}は、各出現においてそれぞれ独立して、水素原子または低級アルキル基を表す。該低級アルキル基は、好ましくは炭素数１～２０のアルキル基、より好ましくは炭素数１～６のアルキル基、さらに好ましくはメチル基である。

[0182] ｎ２は、（－Ｙ－ＳｉR$^{85}{}_{n2}$R$^{86}{}_{3-n2}$）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または３、特に好ましくは３である。

[0183] 上記R^{83}は、各出現においてそれぞれ独立して、水素原子または低級アルキル基を表す。該低級アルキル基は、好ましくは炭素数１～２０のアルキル基、より好ましくは炭素数１～６のアルキル基、さらに好ましくはメチル基である。

[0184] 式中、ｐ２は、各出現においてそれぞれ独立して、０～３の整数であり；ｑ２は、各出現においてそれぞれ独立して、０～３の整数であり；ｒ２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$^{81}{}_{p2}$R$^{82}{}_{q2}$R$^{83}{}_{r2}$）毎において、ｐ２、ｑ２およびｒ２の和は３である。

[0185] 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ｑ２は、好ましくは２以上、例えば２または３であり、より好ましくは３である。

[0186] 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$^{85}{}_{n2}$R$^{86}{}_{3-n2}$）$_2$または－Ｃ（－Ｙ－ＳｉR$^{85}{}_{n2}$R$^{86}{}_{3-n2}$）$_3$、好まし

くは－Ｃ（－Ｙ－ＳｉＲ$^{85}{}_{n2}$Ｒ$^{86}{}_{3-n2}$）$_3$であり得る。式中、（－Ｙ－ＳｉＲ$^{85}{}_{n2}$Ｒ$^{86}{}_{3-n2}$）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^{d1}の末端部は、すべて－Ｃ（－Ｙ－ＳｉＲ$^{85}{}_{n2}$Ｒ$^{86}{}_{3-n2}$）$_3$、好ましくは－Ｃ（－Ｙ－ＳｉＲ$^{85}{}_3$）$_3$であり得る。

[0187] 上記式中、Ｒ^{e}は、各出現においてそれぞれ独立して、－Ｙ－ＳｉＲ$^{85}{}_{n2}$Ｒ$^{86}{}_{3-n2}$を表す。ここに、Ｙ、Ｒ^{85}、Ｒ^{86}およびｎ２は、上記Ｒ^{82}における記載と同意義である。

[0188] 上記式中、Ｒ^{f}は、各出現においてそれぞれ独立して、水素原子または低級アルキル基を表す。該低級アルキル基は、好ましくは炭素数１～２０のアルキル基、より好ましくは炭素数１～６のアルキル基、さらに好ましくはメチル基である。

[0189] 式中、ｋ２は、各出現においてそれぞれ独立して、０～３の整数であり；ｌ２は、各出現においてそれぞれ独立して、０～３の整数であり；ｍ２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、ｋ２、ｌ２およびｍ２の和は３である。

[0190] 一の態様において、少なくとも１つのｋ２は２または３であり、好ましくは３である。

[0191] 一の態様において、ｋ２は２または３であり、好ましくは３である。

[0192] 一の態様において、ｌ２は２または３であり、好ましくは３である。

[0193] 上記式（Ｄ１）および（Ｄ２）において、－Ｙ－ＳｉＲ^{85}で表される基が２以上存在する。より好ましくは、２以上の－Ｙ－ＳｉＲ^{85}に結合した炭素原子が１以上存在する。即ち、－Ｃ－（Ｙ－ＳｉＲ$^{85}{}_{n2}$Ｒ$^{86}{}_{3-n2}$）$_2$で表される基が１以上存在することが好ましい（式中、ｎ２は１～３の整数である。）。

[0194] 上記式（Ｄ１）および（Ｄ２）中、ｎ２は１～３の整数であり、および、少なくとも１つのｑ２は２または３であるか、あるいは、少なくとも１つのｌ２は２または３である。即ち、式中、少なくとも２つの－Ｙ－ＳｉＲ$^{85}{}_{n2}$Ｒ$^{86}{}_{3-n2}$基が存在する。

[0195] 式（Ｄ１）または式（Ｄ２）で表されるＰＦＰＥ含有シラン化合物は、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。例えば、X^7が２価である式（Ｄ１’）で表される化合物は、限定するものではないが、以下のようにして製造することができる。

[0196] ＨＯ－X^7－Ｃ（ＹＯＨ）$_3$（式中、X^7およびＹは、それぞれ独立して、２価の有機基である。）で表される多価アルコールに、二重結合を含有する基（好ましくはアリル）、およびハロゲン（好ましくはブロモ）を導入して、Ｈａｌ－X^7－Ｃ（Ｙ－Ｏ－Ｒ－ＣＨ＝CH_2）$_3$（式中、Ｈａｌはハロゲン、例えばＢｒであり、Ｒは二価の有機基、例えばアルキレン基である。）で表される二重結合含有ハロゲン化物を得る。次いで、末端のハロゲンと、R^{PFPE}－ＯＨ（式中、R^{PFPE}は、パーフルオロポリエーテル基含有基である。）で表されるパーフルオロポリエーテル基含有アルコールとを反応させて、R^{PFPE}－Ｏ－X^7－Ｃ（Ｙ－Ｏ－Ｒ－ＣＨ＝CH_2）$_3$を得る。次いで、末端の－ＣＨ＝CH_2と、ＨＳｉCl_3およびアルコールまたはＨＳｉ$R^{85}{}_3$と反応させて、R^{PFPE}－Ｏ－X^7－Ｃ（Ｙ－Ｏ－Ｒ－CH_2－CH_2－Ｓｉ$R^{85}{}_3$）$_3$を得ることができる。

[0197] （分子構造内に非共有電子対を有する原子を含む化合物）

上記分子構造内に非共有電子対を有する原子を含む化合物は、窒素原子、酸素原子、リン原子および硫黄原子からなる群より選ばれる少なくとも１つの原子を含むことが好ましく、硫黄原子、または窒素原子を含むことがより好ましい。

[0198] 上記分子構造内に非共有電子対を有する原子を含む化合物は、分子構造内に、アミノ基、アミド基、スルフィニル基、Ｐ＝Ｏ基、Ｓ＝Ｏ基およびスルホニル基からなる群より選ばれる少なくとも１つの官能基を含むことが好ましく、Ｐ＝Ｏ基およびＳ＝Ｏ基からなる群より選ばれる少なくとも１つの官能基を含むことがより好ましい。

[0199] 好ましい態様において、上記分子構造内に非共有電子対を有する原子を含む化合物は、上記官能基の中では、Ｓ＝Ｏ基を含む。

[0200] 上記態様では、上記分子構造内に非共有電子対を有する原子を含む化合物は、式：R^{91}－Ｓ（＝Ｏ）－R^{92}で表される化合物であることが好ましい。

[0201] 上記式中、R^{91}は、炭素原子数１～１２の炭化水素基であり、R^{92}は、炭素原子数１～１２の炭化水素基である。好ましくは、R^{91}は、炭素原子数１～６の炭化水素基であり、R^{92}は、炭素原子数１～６の炭化水素基である。

[0202] 上記炭化水素基としては、飽和炭化水素基、少なくとも１の炭素－炭素不飽和結合を有する不飽和炭化水素基、または芳香族炭化水素基を挙げることができる。好ましくは、上記炭化水素基としては、アルキル基、またはフェニル基を挙げることができる。

[0203] 好ましい態様において、R^{91}およびR^{92}は、各出現においてそれぞれ独立して、炭素原子数１～６のアルキル基（具体的にはメチル基）である。

[0204] 上記式中、R^{91}およびR^{92}は、互いに結合し、かつ、R^{91}およびR^{92}に結合したＳ原子とともに、環構造を形成していてもよい。上記環構造は、少なくとも１のＳ原子（好ましくは１のＳ原子）および炭素原子３～１２からなることが好ましく、少なくとも１のＳ原子（好ましくは１のＳ原子）および炭素原子４～６からなることがより好ましい。

[0205] 上記環構造としては、例えば、１のＳ原子および３の炭素原子からなる飽和の四員環構造、１のＳ原子および４の炭素原子からなる飽和の五員環構造、１のＳ原子および５の炭素原子からなる飽和の六員環構造、１のＳ原子および４の炭素原子からなる不飽和の五員環構造、１のＳ原子および５の炭素原子からなる不飽和の六員環構造等を挙げることができ、具体的には、１のＳ原子および４の炭素原子からなる飽和の五員環構造、１のＳ原子および４の炭素原子からなる不飽和の五員環構造等を挙げることができる。上記環構造を構成する炭素原子は、該炭素原子に結合した少なくとも１の水素原子が、アルキル基（例えば炭素原子数１～６）、フェニル基等の置換基によって置換されていてもよく、上記置換基を有していなくてもよい。

[0206] 上記分子構造内に非共有電子対を有する原子を含む化合物は、脂肪族アミン化合物、芳香族アミン化合物、リン酸アミド化合物、アミド化合物、尿素

化合物およびスルホキシド化合物からなる群より選ばれる少なくとも１つの化合物であることが好ましく、脂肪族アミン化合物、芳香族アミン類、リン酸アミド、尿素化合物およびスルホキシド化合物からなる群より選ばれる少なくとも１つの化合物であることがより好ましく、スルホキシド化合物、脂肪族アミン化合物および芳香族アミン化合物からなる群より選ばれる少なくとも１つの化合物であることが特に好ましく、スルホキシド化合物であることがさらに好ましい。

[0207] 上記脂肪族アミン化合物としては、例えば、ジエチルアミン、トリエチルアミン等を挙げることができる。上記芳香族アミン化合物としては、例えば、アニリン、ピリジン等を挙げることができる。上記リン酸アミド化合物としては、例えば、ヘキサメチルホスホルアミド等を挙げることができる。上記アミド化合物としては、例えば、Ｎ，Ｎ－ジエチルアセトアミド、Ｎ，Ｎ－ジエチルホルムアミド、Ｎ，Ｎ－ジメチルアセトアミド、Ｎ－メチルホルムアミド、Ｎ，Ｎ－ジメチルホルムアミド、Ｎ－メチルピロリドン等を挙げることができる。上記尿素化合物としては、テトラメチル尿素等を挙げることができる。上記スルホキシド化合物としては、ジメチルスルホキシド（ＤＭＳＯ）、テトラメチレンスルホキシド、メチルフェニルスルホキシド、ジフェニルスルホキシド等を挙げることができる。これらの化合物の中で、ジメチルスルホキシド、またはテトラメチレンスルホキシドを用いることが好ましい。

[0208] 上記分子構造内に非共有電子対を有する原子を含む化合物は、分子量が、例えば、５０～５００の範囲に合ってもよく、特に、５０～２００の範囲にあってもよい。

[0209] 分子構造内に非共有電子対を有する原子を含む化合物は、表面処理剤中にＰＦＰＥ含有シラン化合物の水素原子または加水分解基に結合したＳｉ原子１モルに対して、０．１５～１０モル含まれ、０．３～６モル含まれることが好ましく、０．３～２モル含まれることがより好ましい。

[0210] 一の態様において、分子構造内に非共有電子対を有する原子を含む化合物

は、表面処理剤中にＰＦＰＥ含有シラン化合物の水素原子または加水分解基に結合したＳｉ原子１モルに対して、０．１５～６モル含まれ、０．１５～２．５モル含まれることがより好ましく、０．３～２．５モル含まれることが特に好ましく、０．５～２．５モル含まれていてもよい。

[0211] 分子構造内に非共有電子対を有する原子を含む化合物は、表面処理剤中にＰＦＰＥ含有シラン化合物１モルに対して、０．１５～３０モル含まれることが好ましく、０．２～１０モル含まれることがより好ましく、０．３～２モル含まれることが特に好ましい。

[0212] 一の態様において、分子構造内に非共有電子対を有する原子を含む化合物は、表面処理剤中にＰＦＰＥ含有シラン化合物１モルに対して、０．１５～３０モル含まれることが好ましく、０．１５～１０モル含まれることがより好ましく、０．１５～６．５モル含まれることが特に好ましく、０．２～６．５モル含まれることがさらに好ましく、０．５～６．５モル含まれることがより好ましい。

[0213] 一の態様において、例えば、ＰＦＰＥ含有シラン化合物が、上記式（Ｃ１）、（Ｃ２）、（Ｄ１）または（Ｄ２）で表され、かつ、水酸基または加水分解可能な基に直接結合したＳｉ原子を分子構造内に複数有する場合、分子構造内に非共有電子対を有する原子を含む化合物は、表面処理剤中にＰＦＰＥ含有シラン化合物１モルに対して、０．５～３０モル含まれていてもよく、０．５～１０モル含まれていてもよく、０．８～６．５モル含まれていてもよく、２～５モル含まれていてもよい。

[0214] 分子構造内に非共有電子対を有する原子を含む化合物を、上記のような濃度含むことにより、本発明の表面処理剤は、耐久性の良好な表面処理層の形成に寄与し得る。さらに、本発明の表面処理剤は、耐久性の向上した表面処理層、特に化学的にも安定であり、例えば、酸および／またはアルカリの存在下においても劣化しくにい表面処理層の形成に寄与し得る。これは、分子構造内に非共有電子対を有する原子を含む化合物が、触媒的な効果を奏することによって、基材とＳｉ原子との結合がより強固となるためと思われる。

また、本発明の表面処理剤は、良好な取り扱い性を有し得、特に白濁が生じにくい。

[0215] 分子構造内に非共有電子対を有する原子を含む化合物は、表面処理剤全体に対して、例えば、０．０００２質量％以上含まれ得る。上記化合物は、表面処理剤全体に対して、０．０２質量％以上含まれることが好ましく、０．０４質量％以上含まれることがより好ましい。上記化合物は、表面処理剤全体に対して、例えば、１０質量％以下含まれてもよく、特に１質量％以下含まれる。本発明の表面処理剤は、上記化合物が、上記のような濃度含まれることによって、より耐久性の良好な表面処理層の形成に寄与し得る。

[0216] 分子構造内に非共有電子対を有する原子を含む化合物の濃度は、例えば、カラムクロマトグラフィー、１Ｈ－ＮＭＲを用いて測定することができる。

[0217] 本発明の表面処理剤は、撥水性、撥油性、防汚性、摩擦耐久性、耐ＵＶ性を基材に対して付与することができ、特に限定されるものではないが、防汚性コーティング剤として好適に使用され得る。

[0218] 本発明の表面処理剤は、溶媒で希釈されていてもよい。このような溶媒としては、特に限定するものではないが、例えば：

パーフルオロヘキサン、$CF_3CF_2CHCl_2$、$CF_3CH_2CF_2CH_3$、$CF_3CHFCHFC_2F_5$、１，１，１，２，２，３，３，４，４，５，５，６，６－トリデカフルオロオクタン、１，１，２，２，３，３，４－ヘプタフルオロシクロペンタン（（ゼオローラＨ（商品名）等）、$C_4F_9OCH_3$、$C_4F_9OC_2H_5$、$CF_3CH_2OCF_2CHF_2$、$C_6F_{13}CH=CH_2$、キシレンヘキサフルオリド、パーフルオロベンゼン、メチルペンタデカフルオロヘプチルケトン、トリフルオロエタノール、ペンタフルオロプロパノール、ヘキサフルオロイソプロパノール、$HCF_2CF_2CH_2OH$、メチルトリフルオロメタンスルホネート、トリフルオロ酢酸および$CF_3O(CF_2CF_2O)_{m1}(CF_2O)_{n1}CF_2CF_3$［式中、ｍ１およびｎ１は、それぞれ独立して０以上１０００以下の整数であり、ｍ１またはｎ１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、但しｍ１およびｎ

１の和は１以上である。］、１，1－ジクロロ－２，３，３，３－テトラフルオロ－１－プロペン、１，２－ジクロロ－１，３，３，３－テトラフルオロ－１－プロペン、１，２－ジクロロ－３，３，３－トリフルオロ－１－プロペン、１，１－ジクロロ－３，３，３－トリフルオロ－１－プロペン、１，１，２－トリクロロ－３，３，３－トリフルオロ－１－プロペン、１，１，１，４，４，４－ヘキサフルオロ－２－ブテンからなる群から選択されるフッ素原子含有溶媒等が挙げられる。

[0219] 上記溶媒としては、$C_6F_{13}OCH_3$を用いてもよい。

[0220] 上記溶媒中に含まれる水分含有量は、質量換算で２０ｐｐｍ以下であることが好ましい。上記水分含有量は、カールフィッシャー法を用いて測定することができる。このような水分含有量であることによって、表面処理剤の保存安定性が向上し得る。

[0221] 本発明の表面処理剤は、さらに他の成分を含んでいてもよい。かかる他の成分としては、特に限定されるものではないが、例えば、他の表面処理化合物、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、「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）、触媒などが挙げられる。

[0222] 上記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（１）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。

$$Rf^5-(OC_4F_8)_{a'}-(OC_3F_6)_{b'}-(OC_2F_4)_{c'}-(OCF_2)_{d'}-Rf^6 \quad \cdots (1)$$

式中、Rf^5は、１個また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、C_{1-16}のパーフルオロアルキル基）を表し、Rf^6は、１個また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、C_{1-16}パーフルオロア

ルキル基）、フッ素原子または水素原子を表し、Ｒｆ^{5}およびＲｆ^{6}は、より好ましくは、それぞれ独立して、Ｃ$_{1-3}$パーフルオロアルキル基である。

ａ’、ｂ’、ｃ’および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’および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’または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、－（ＯＣ$_{4}$Ｆ$_{8}$）－は、－（ＯＣＦ$_{2}$ＣＦ$_{2}$ＣＦ$_{2}$ＣＦ$_{2}$）－、－（ＯＣＦ（ＣＦ$_{3}$）ＣＦ$_{2}$ＣＦ$_{2}$）－、－（ＯＣＦ$_{2}$ＣＦ（ＣＦ$_{3}$）ＣＦ$_{2}$）－、－（ＯＣＦ$_{2}$ＣＦ$_{2}$ＣＦ（ＣＦ$_{3}$））－、－（ＯＣ（ＣＦ$_{3}$）$_{2}$ＣＦ$_{2}$）－、－（ＯＣＦ$_{2}$Ｃ（ＣＦ$_{3}$）$_{2}$）－、－（ＯＣＦ（ＣＦ$_{3}$）ＣＦ（ＣＦ$_{3}$））－、－（ＯＣＦ（Ｃ$_{2}$Ｆ$_{5}$）ＣＦ$_{2}$）－および－（ＯＣＦ$_{2}$ＣＦ（Ｃ$_{2}$Ｆ$_{5}$））－のいずれであってもよいが、好ましくは－（ＯＣＦ$_{2}$ＣＦ$_{2}$ＣＦ$_{2}$ＣＦ$_{2}$）－である。－（ＯＣ$_{3}$Ｆ$_{6}$）－は、－（ＯＣＦ$_{2}$ＣＦ$_{2}$ＣＦ$_{2}$）－、－（ＯＣＦ（ＣＦ$_{3}$）ＣＦ$_{2}$）－および－（ＯＣＦ$_{2}$ＣＦ（ＣＦ$_{3}$））－のいずれであってもよく、好ましくは－（ＯＣＦ$_{2}$ＣＦ$_{2}$ＣＦ$_{2}$）－である。－（ＯＣ$_{2}$Ｆ$_{4}$）－は、－（ＯＣＦ$_{2}$ＣＦ$_{2}$）－および－（ＯＣＦ（ＣＦ$_{3}$））－のいずれであってもよいが、好ましくは－（ＯＣＦ$_{2}$ＣＦ$_{2}$）－である。

[0223] 上記一般式（１）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（１ａ）および（１ｂ）のいずれかで示される化合物（１種または２種以上の混合物であってよい）が挙げられる。

Ｒｆ^{5}－（ＯＣＦ$_{2}$ＣＦ$_{2}$ＣＦ$_{2}$）$_{b''}$－Ｒｆ^{6}　　・・・（１ａ）

Ｒｆ^{5}－（ＯＣＦ$_{2}$ＣＦ$_{2}$ＣＦ$_{2}$ＣＦ$_{2}$）$_{a''}$－（ＯＣＦ$_{2}$ＣＦ$_{2}$ＣＦ$_{2}$）$_{b''}$－（ＯＣＦ$_{2}$ＣＦ$_{2}$）$_{c''}$－（ＯＣＦ$_{2}$）$_{d''}$－Ｒｆ^{6}　　・・・（１ｂ）

これら式中、Ｒｆ^{5}およびＲｆ^{6}は上記の通りであり；式（１ａ）において

、ｂ’’は１以上１００以下の整数であり；式（１ｂ）において、ａ’’およびｂ’’は、それぞれ独立して１以上３０以下の整数であり、ｃ’’および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。

[0224] 上記含フッ素オイルは、１，０００～３０，０００の平均分子量を有していてよい。これにより、高い表面滑り性を得ることができる。

[0225] 本発明の表面処理剤中、含フッ素オイルは、上記パーフルオロ（ポリ）エーテル基含有シラン化合物および上記カルボン酸エステル化合物の合計１００質量部（それぞれ、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０～５００質量部、好ましくは０～４００質量部、より好ましくは５～３００質量部で含まれ得る。

[0226] 一般式（１ａ）で示される化合物および一般式（１ｂ）で示される化合物は、それぞれ単独で用いても、組み合わせて用いてもよい。一般式（１ａ）で示される化合物よりも、一般式（１ｂ）で示される化合物を用いるほうが、より高い表面滑り性が得られるので好ましい。これらを組み合わせて用いる場合、一般式（１ａ）で表される化合物と、一般式（１ｂ）で表される化合物との質量比は、１：１～１：３０が好ましく、１：１～１：１０がより好ましい。かかる質量比によれば、表面滑り性と摩擦耐久性のバランスに優れた表面処理層を得ることができる。

[0227] 一の態様において、含フッ素オイルは、一般式（１ｂ）で表される１種またはそれ以上の化合物を含む。かかる態様において、表面処理剤中の上記パーフルオロ（ポリ）エーテル基含有シラン化合物と、式（１ｂ）で表される化合物との質量比は、１０：１～１：１０であることが好ましく、４：１～１：４であることがより好ましい。

[0228] 一の態様において、式（１ａ）で表される化合物の平均分子量は、２，０００～８，０００であることが好ましい。

[0229] 一の態様において、式（１ｂ）で表される化合物の平均分子量は、８，０

００～３０，０００であることが好ましい。

[0230] 別の態様において、式（１ｂ）で表される化合物の平均分子量は、３，０００～８，０００であることが好ましい。

[0231] 好ましい態様において、真空蒸着法により表面処理層を形成する場合には、パーフルオロ（ポリ）エーテル基含有シラン化合物の数平均分子量よりも、含フッ素オイルの数平均分子量を大きくしてもよい。例えば、パーフルオロ（ポリ）エーテル基含有シラン化合物の数平均分子量よりも、含フッ素オイルの数平均分子量を、２，０００以上、好ましくは３，０００以上、より好ましくは５，０００以上大きくしてもよい。このような数平均分子量とすることにより、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。

[0232] また、別の観点から、含フッ素オイルは、一般式Ｒｆ’－Ｆ（式中、Ｒｆ’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。Ｒｆ’－Ｆで表される化合物およびクロロトリフルオロエチレンオリゴマーは、Ｒｆ^{1}がC_{1-16}パーフルオロアルキル基である上記パーフルオロ（ポリ）エーテル基含有シラン化合物と高い親和性が得られる点で好ましい。

[0233] 含フッ素オイルは、表面処理層の表面滑り性を向上させるのに寄与する。

[0234] 上記シリコーンオイルとしては、例えばシロキサン結合が２，０００以下の直鎖状または環状のシリコーンオイルを用い得る。直鎖状のシリコーンオイルは、いわゆるストレートシリコーンオイルおよび変性シリコーンオイルであってよい。ストレートシリコーンオイルとしては、ジメチルシリコーンオイル、メチルフェニルシリコーンオイル、メチルハイドロジェンシリコーンオイルが挙げられる。変性シリコーンオイルとしては、ストレートシリコーンオイルを、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。環状のシリコーンオイルは、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。

[0235] 本発明の表面処理剤中、かかるシリコーンオイルは、上記ＰＦＰＥ含有シ

ラン化合物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０～２００質量部で含まれ得る。

[0236] シリコーンオイルは、表面処理層の表面滑り性を向上させるのに寄与する。

[0237] 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。

[0238] 触媒は、上記パーフルオロ（ポリ）エーテル基含有シラン化合物の加水分解および脱水縮合を促進し、表面処理層の形成を促進する。

[0239] 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。

[0240] 他の成分としては、上記以外に、例えば、炭素数１～６のアルコール化合物が挙げられる。

[0241] ［ペレット］

本発明の表面処理剤は、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。

[0242] 本発明の表面処理剤は、撥水性、撥油性、防汚性、防水性、高い摩擦耐久性および耐ＵＶ性を基材に対して付与することができることから、表面処理剤として好適に使用される。具体的には、本発明の表面処理剤は、特に限定されるものではないが、防汚性コーティング剤または防水性コーティング剤として好適に使用され得る。

[0243] ［物品］

次に、本発明の物品について説明する。

[0244] 本発明の物品は、基材と、該基材の表面に本発明の表面処理剤より形成された層（表面処理層）とを含む。この物品は、例えば以下のようにして製造できる。

[0245] まず、基材を準備する。本発明に使用可能な基材は、例えばガラス、樹脂（天然または合成樹脂、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（アルミニウム、銅、鉄等の金属単体または合金等の複合体であってよい）、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。

[0246] 上記ガラスとしては、サファイアガラス、ソーダライムガラス、アルカリアルミノケイ酸塩ガラス、ホウ珪酸ガラス、無アルカリガラス、クリスタルガラス、石英ガラスが好ましく、化学強化したソーダライムガラス、化学強化したアルカリアルミノケイ酸塩ガラス、および化学結合したホウ珪酸ガラスが特に好ましい。

樹脂としては、アクリル樹脂、ポリカーボネートが好ましい。

[0247] 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、例えばガラスまた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（または膜）、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、単層反射防止層およ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、またはこれらの２種以上を組み合わせて（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および／または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、および液晶表示モジュールなどを有していてもよい。

[0248] 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および具体的仕様等に応じて適宜決定され得る。

[0249] 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、表面に自然酸化膜また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また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（ラングミュアーブロジェット法）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。

[0250] 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ーン化合物や、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。

[0251] 次に、かかる基材の表面に、上記の本発明の表面処理剤の膜を形成し、この膜を必要に応じて後処理し、これにより、本発明の表面処理剤から表面処理層を形成する。

[0252] 本発明の表面処理剤の膜形成は、本発明の表面処理剤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、湿潤被覆法および乾燥被覆法を使用できる。

[0253] 湿潤被覆法の例としては、浸漬コーティング、スピンコーティング、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および類似の方法が挙げられる。

[0254] 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およ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、イオンビームおよ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および類似の方法が挙げられる。

[0255] 更に、常圧プラズマ法による被覆も可能である。

[0256] 湿潤被覆法を使用する場合、本発明の表面処理剤は、溶媒で希釈されてから基材表面に適用され得る。本発明の表面処理剤の安定性およ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：C_{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およびパーフルオロ－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）；ハイドロフルオロカーボン（ＨＦＣ）（例えば、１，１，１，３，３－ペンタフルオロブタン（ＨＦＣ－３６５ｍｆｃ））；ハイドロクロロフルオロカーボン（例えば、ＨＣＦＣ－２２５（アサヒクリン（登録商標）ＡＫ２２５））；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Ｎｏｖｅｃ（商標名）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Ｎｏｖｅｃ（商標名）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Ｎｏｖｅｃ（商標名）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Ｎｏｖｅｃ（商標名）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およびアルキル基は直鎖また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））、１，２－ジクロロ－１，３，３，３－テトラフルオロ－１－プロペン（例えば、三井・デュポンフロロケミカル社製のバートレル（登録商標）サイオン）など。これらの溶媒は、単独で、または、２種以上を組み合わせて混合物として用いることができる。さらに、例えば、パーフルオロ（ポリ）エーテル基含有シラン化合物およびパーフルオロポリエーテル変性化合物の溶解性を調整する等のために、別の溶媒と混合することもできる。

[0257] 乾燥被覆法を使用する場合、本発明の表面処理剤は、そのまま乾燥被覆法に付してもよく、または、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。

[0258] 膜形成は、膜中で本発明の表面処理剤が、加水分解およ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、本発明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、本発明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、触媒添加した本発明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、触媒添加した本発明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。

[0259] 触媒には、任意の適切な酸また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。

[0260] 次に、必要に応じて、膜を後処理する。この後処理は、特に限定されない

が、例えば、水分供給および乾燥加熱を逐次的に実施するものであってよく、より詳細には、以下のようにして実施してよい。

[0261] 上記のようにして基材表面に本発明の表面処理剤を膜形成した後、この膜（以下、「前駆体膜」とも言う）に水分を供給する。水分の供給方法は、特に限定されず、例えば、前駆体膜（および基材）と周囲雰囲気との温度差による結露や、水蒸気（スチーム）の吹付けなどの方法を使用してよい。

[0262] 水分の供給は、例えば０～２５０℃、好ましくは６０℃以上、さらに好ましくは１００℃以上とし、好ましくは１８０℃以下、さらに好ましくは１５０℃以下の雰囲気下にて実施し得る。このような温度範囲において水分を供給することにより、加水分解を進行させることが可能である。このときの圧力は特に限定されないが、簡便には常圧とし得る。

[0263] 次に、該前駆体膜を該基材の表面で、６０℃を超える乾燥雰囲気下にて加熱する。乾燥加熱方法は、特に限定されず、前駆体膜を基材と共に、６０℃を超え、好ましくは１００℃を超える温度であって、例えば２５０℃以下、好ましくは１８０℃以下の温度で、かつ不飽和水蒸気圧の雰囲気下に配置すればよい。このときの圧力は特に限定されないが、簡便には常圧とし得る。

[0264] このような雰囲気下では、本発明のパーフルオロ（ポリ）エーテル基含有シラン化合物間では、加水分解後のＳｉに結合した基同士が速やかに脱水縮合する。また、かかる化合物と基材との間では、当該化合物の加水分解後のＳｉに結合した基と、基材表面に存在する反応性基との間で速やかに反応し、基材表面に存在する反応性基が水酸基である場合には脱水縮合する。その結果、パーフルオロ（ポリ）エーテル基含有シラン化合物と基材との間で結合が形成される。

[0265] 上記の水分供給および乾燥加熱は、過熱水蒸気を用いることにより連続的に実施してもよい。

[0266] 以上のようにして後処理が実施され得る。かかる後処理は、摩擦耐久性を一層向上させるために実施され得るが、本発明の物品を製造するのに必須でないことに留意されたい。例えば、本発明の表面処理剤を基材表面に適用し

た後、そのまま静置しておくだけでもよい。

[0267] 上記のようにして、基材の表面に、本発明の表面処理剤の膜に由来する表面処理層が形成され、本発明の物品が製造される。これにより得られる表面処理層は、良好な耐ＵＶ性を有する。また、この表面処理層は、良好な耐ＵＶ性に加えて、使用する組成物の組成にもよるが、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）、表面滑り性（または潤滑性、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）、高い摩擦耐久性などを有し得、機能性薄膜として好適に利用され得る。

[0268] すなわち本発明はさらに、前記硬化物を最外層に有する光学材料にも関する。

[0269] 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、ＴＶ、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またはそれらのディスプレイの保護板、またはそれらの表面に反射防止膜処理を施したもの。

[0270] 本発明によって得られる表面処理層を有する物品は、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；光ファイバーなど。

[0271] また、本発明によって得られる表面処理層を有する物品は、医療機器または医療材料であってもよい。

[0272] 表面処理層の厚さは、特に限定されない。光学部材の場合、表面処理層の

厚さは、１～５０ｎｍ、より好ましくは１～３０ｎｍ、特に好ましくは１～１５ｎｍの範囲であることが、光学性能、表面滑り性、摩擦耐久性および防汚性の点から好ましい。

[0273] 別の形態としては、基材の表面に別途層を形成した後、その層の表面に本発明によって得られる表面処理層の膜を形成してもよい。

[0274] 以上、本発明の表面処理剤を使用して得られる物品について詳述した。なお、本発明の表面処理剤の用途、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

[0275] 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。

[0276] （実施例１～３および比較例１～２）

下記表１に示す混合物または化合物を、合計濃度が２０ｗｔ％になるように、それぞれハイドロフルオロエーテル（スリーエム社製、ノベックＨＦＥ７２００）に溶解させ、表面処理剤を調製した。

[0277] 実施例１～３および比較例１～２で用いた化合物Ａは以下のとおりである。

・パーフルオロポリエーテル基含有シラン化合物（Ａ）

$CF_3CF_2CF_2O(CF_2CF_2CF_2O)_{20}CF_2CF_2CH_2CH_2CH_2Si(OCH_3)_3$

[0278] [表1]

	用いた化合物	OCH_3と結合したSi原子：DMSOの比率（mol比）
実施例１	化合物ＡおよびＤＭＳＯの混合物（化合物Ａ：ＤＭＳＯ＝１：０．２（mol比））	１：０．２
実施例２	化合物ＡおよびＤＭＳＯの混合物（化合物Ａ：ＤＭＳＯ＝１：１（mol比））	１：１
実施例３	化合物ＡおよびＤＭＳＯの混合物（化合物Ａ：ＤＭＳＯ＝１：２（mol比））	１：２
比較例１	化合物Ａ	―
比較例２	化合物ＡおよびＤＭＳＯの混合物（化合物Ａ：ＤＭＳＯ＝１：０．１（mol比））	１：０．１

[0279] （実施例４～６および比較例３）

下記表２に示す混合物または化合物を、合計濃度が２０ｗｔ％になるように、それぞれハイドロフルオロエーテル（スリーエム社製、ノベックＨＦＥ７２００）に溶解させ、表面処理剤を調製した。

[0280] 実施例４～６および比較例３で用いた化合物Ｂは以下のとおりである。

・パーフルオロポリエーテル基含有シラン化合物（Ｂ）

$CF_3CF_2CF_2O(CF_2CF_2CF_2O)_{20}CF_2CF_2CH_2CH_2CH_2Si[CH_2CH_2CH_2Si(OCH_3)_3]_3$

[0281] [表2]

	用いた化合物	OCH_3と結合したSi原子：DMSOの比率（mol比）
実施例４	化合物ＢおよびＤＭＳＯの混合物（化合物Ｂ：ＤＭＳＯ＝１：１（mol比））	１：０．３３
実施例５	化合物ＢおよびＤＭＳＯの混合物（化合物Ｂ：ＤＭＳＯ＝１：３（mol比））	１：１
実施例６	化合物ＢおよびＤＭＳＯの混合物（化合物Ｂ：ＤＭＳＯ＝１：６（mol比））	１：２
比較例３	化合物Ｂ	－

[0282] 実施例および比較例で調製した表面処理剤を化学強化ガラス（コーニング社製、「ゴリラ」ガラス、厚さ０．７ｍｍ）上に真空蒸着した。真空蒸着の処理条件は、圧力３．０×１０$^{-3}$Ｐａとした。まず、化学強化ガラス表面に５ｎｍの二酸化ケイ素膜を形成し、続いて、化学強化ガラス１枚（５５ｍｍ×１００ｍｍ）あたり、表面処理剤４ｍｇ（即ち、実施例１～６および比較例２では化合物およびＤＭＳＯの混合物を０．８ｍｇ含有、比較例１および３では化合物を０．８ｍｇ含有）を蒸着した。次に、蒸着膜付き化学強化ガラスを、温度１５０℃の雰囲気下で３０分静置した後、室温まで放冷し、表面処理層を形成した。

[0283] ＜摩擦耐久性の評価＞

上記の実施例１～６および比較例１～３で形成した表面処理層について、実使用耐久性の評価として、以下に示す摩擦耐久試験を実施した。

[0284] 初期評価として、表面処理層形成後、その表面に未だ何も触れていない状態で、水の静的接触角を測定した（摩擦回数　ゼロ回）。水の静的接触角の

測定は、接触角測定装置（協和界面科学社製）を用いて、水１μＬにて実施した。

[0285] その後、表面処理層を形成したサンプル物品を水平配置し、以下の摩擦子を表面処理層の表面に接触（接触面は直径１ｃｍの円）させ、その上に５Ｎの荷重を付与し、その後、荷重を加えた状態で摩擦子を４０ｍｍ／秒の速度で往復させた。摩擦子を最大４０００回往復させ、往復回数（摩擦回数）１０００回毎に水の静的接触角（度）を測定した。水の静的接触角の測定値が６０度未満となった時点で試験を中止した。結果を表３および表４に示す（表中、記号「－」は測定せず）。

・摩擦子

摩擦子としては、下記に示すシリコーンゴム加工品の表面（直径１ｃｍ）を、下記に示す組成の人工汗を浸漬したコットンを用いて覆ったものを用いた。

・人工汗の組成

無水リン酸水素二ナトリウム：２ｇ

塩化ナトリウム：２０ｇ

８５％乳酸：２ｇ

ヒスチジン塩酸塩：５ｇ

蒸留水：１Ｋｇ

・シリコーンゴム加工品

タイガースポリマー製、シリコーンゴム栓ＳＲ－５１を、直径１ｃｍ、厚さ１ｃｍの円柱状に加工したもの。

[0286] [表3]

摩擦回数（回）	接触角（度）				
	実施例１	実施例２	実施例３	比較例１	比較例２
０	１１５	１１４	１１４	１１５	１１４
１０００	８２	８８	８７	６５	６２
２０００	６９	７４	７０	３６	３２
３０００	４０	５８	５０	—	—

[0287] [表4]

摩擦回数（回）	接触角（度）			
	実施例４	実施例５	実施例６	比較例３
０	１１４	１１４	１１５	１１４
１０００	１０５	１０９	１０８	９５
２０００	９３	９７	９５	７５
３０００	７６	７４	７９	３７
４０００	４６	６６	４６	—

[0288] 表３の結果から理解されるように、実施例１～３の表面処理層は、比較例１～２と比べて接触角の低下が抑制され、優れた耐久性を示すことが確認された。また、表４の結果から理解されるように、実施例４～６の表面処理層は、比較例３と比べて接触角の低下が抑制され、優れた耐久性を示すことが確認された。これは、ＤＭＳＯの触媒効果によって、形成された表面処理層の耐ケミカル性と耐摩擦性の両方が向上し、ＰＦＰＥ含有シラン化合物と基材（強化ガラス）とがより強固に結合されたためと考えられる。

産業上の利用可能性

[0289] 本発明は、種々多様な基材、特に透明性が求められる光学部材の表面に、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］　式（Ａ１）、（Ａ２）、（Ｂ１）、（Ｂ２）、（Ｃ１）、（Ｃ２）、（Ｄ１）または（Ｄ２）：

［化1］

$$(Rf\text{-}PFPE)_{\alpha 1'}\text{-}X^1\text{-}((CH_2\overset{\displaystyle R^{12}}{\underset{\displaystyle X^2\text{-}SiR^{13}_{n1}R^{14}_{3\text{-}n1}}{C}})_t\text{-}R^{11})_{\alpha 1} \quad \cdots (A1)$$

$$(R^{11}\text{-}(\overset{\displaystyle R^{12}}{\underset{\displaystyle R^{14}_{3\text{-}n1}R^{13}_{n1}Si\text{-}X^2}{C}}CH_2)_t)_{\alpha 1}\text{-}X^1\text{-}PFPE\text{-}X^1\text{-}((CH_2\overset{\displaystyle R^{12}}{\underset{\displaystyle X^2\text{-}SiR^{13}_{n1}R^{14}_{3\text{-}n1}}{C}})_t\text{-}R^{11})_{\alpha 1} \quad \cdots (A2)$$

$$(Rf\text{-}PFPE)_{\beta 1'}\text{-}X^3\text{-}(SiR^{13}_{n1}R^{14}_{3\text{-}n1})_{\beta 1} \quad \cdots (B1)$$

$$(R^{14}_{3\text{-}n1}R^{13}_{n1}Si)_{\beta 1}\text{-}X^3\text{-}PFPE\text{-}X^3\text{-}(SiR^{13}_{n1}R^{14}_{3\text{-}n1})_{\beta 1} \quad \cdots (B2)$$

$$(Rf\text{-}PFPE)_{\gamma 1'}\text{-}X^5\text{-}(SiR^a_{k1}R^b_{l1}R^c_{m1})_{\gamma 1} \quad \cdots (C1)$$

$$(R^c_{m1}R^b_{l1}R^a_{k1}Si)_{\gamma 1}\text{-}X^5\text{-}PFPE\text{-}X^5\text{-}(SiR^a_{k1}R^b_{l1}R^c_{m1})_{\gamma 1} \quad \cdots (C2)$$

$$(Rf\text{-}PFPE)_{\delta 1'}\text{-}X^7\text{-}(CR^d_{k2}R^e_{l2}R^f_{m2})_{\delta 1} \quad \cdots (D1)$$

$$(R^f_{m2}R^e_{l2}R^d_{k2}C)_{\delta 1}\text{-}X^7\text{-}PFPE\text{-}X^7\text{-}(CR^d_{k2}R^e_{l2}R^f_{m2})_{\delta 1} \quad \cdots (D2)$$

［式中：

ＰＦＰＥは、各出現においてそれぞれ独立して、式：

$-(OC_6F_{12})_a-(OC_5F_{10})_b-(OC_4F_8)_c-(OC_3F_6)_d-(OC_2F_4)_e-(OCF_2)_f-$

（式中、ａ、ｂ、ｃ、ｄ、ｅおよびｆは、それぞれ独立して０以上２００以下の整数であって、ａ、ｂ、ｃ、ｄ、ｅおよびｆの和は少なくとも１であり、ａ、ｂ、ｃ、ｄ、ｅまたはｆ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。）

で表される基であり；

Ｒｆは、各出現においてそれぞれ独立して、１個また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のアルキル基を表し；

R^{13}は、各出現においてそれぞれ独立して、水酸基または加水分解可能な基を表し；

R^{14}は、各出現においてそれぞれ独立して、水素原子または炭素数１～２２のアルキル基を表し；

R^{11}は、各出現においてそれぞれ独立して、水素原子またはハロゲン原子を表し；

R^{12}は、各出現においてそれぞれ独立して、水素原子または低級アルキル基を表し；

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

ただし、式（Ａ１）、（Ａ２）、（Ｂ１）および（Ｂ２）において、少なくとも１つのｎ１が、１～３の整数であり；

X^{1}は、各出現においてそれぞれ独立して、単結合または２～１０価の有機基を表し；

X^{2}は、各出現においてそれぞれ独立して、単結合または２価の有機基を表し；

ｔは、各出現においてそれぞれ独立して、１～１０の整数であり；

α１は、各出現においてそれぞれ独立して、１～９の整数であり；

α１’は、それぞれ独立して、１～９の整数であり；

X^{3}は、各出現においてそれぞれ独立して、単結合または２～１０価の有機基を表し；

β１は、各出現においてそれぞれ独立して、１～９の整数であり；

β１’は、それぞれ独立して、１～９の整数であり；

X^{5}は、各出現においてそれぞれ独立して、単結合または２～１０

価の有機基を表し；

γ１は、各出現においてそれぞれ独立して、１～９の整数であり；

γ１’は、それぞれ独立して、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－Ｓｉ$R^{71}{}_{p1}R^{72}{}_{q1}R^{73}{}_{r1}$を表し；

Z^3は、各出現においてそれぞれ独立して、酸素原子または２価の有機基を表し；

R^{71}は、各出現においてそれぞれ独立して、$R^{a'}$を表し；

$R^{a'}$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、水酸基または加水分解可能な基を表し；

R^{73}は、各出現においてそれぞれ独立して、水素原子または低級アルキル基を表し；

ｐ１は、各出現においてそれぞれ独立して、０～３の整数であり；

ｑ１は、各出現においてそれぞれ独立して、０～３の整数であり；

ｒ１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－Ｓｉ$R^{71}{}_{p1}R^{72}{}_{q1}R^{73}{}_{r1}$）毎において、ｐ１、ｑ１およびｒ１の和は３であり、式（Ｃ１）および（Ｃ２）において、少なくとも１つのｑ１が１～３の整数であり；

R^bは、各出現においてそれぞれ独立して、水酸基または加水分解可能な基を表し；

R^cは、各出現においてそれぞれ独立して、水素原子または低級アルキル基を表し；

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、（$SiR^a_{k1}R^b_{l1}R^c_{m1}$）毎において、ｋ１、ｌ１およびｍ１の和は３であり；

X^7は、それぞれ独立して、単結合または２～１０価の有機基を表し；

δ１は、それぞれ独立して、１～９の整数であり；

δ１’は、それぞれ独立して、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、$-Z^4-CR^{81}_{p2}R^{82}_{q2}R^{83}_{r2}$を表し；

Z^4は、各出現においてそれぞれ独立して、酸素原子または２価の有機基を表し；

R^{81}は、各出現においてそれぞれ独立して、$R^{d'}$を表し；

$R^{d'}$は、R^dと同意義であり；

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、$-Y-SiR^{85}_{n2}R^{86}_{3-n2}$を表し；

Ｙは、各出現においてそれぞれ独立して、２価の有機基を表し；

R^{85}は、各出現においてそれぞれ独立して、水酸基または加水分解可能な基を表し；

R^{86}は、各出現においてそれぞれ独立して、水素原子または低級アルキル基を表し；

ｎ２は、（$-Y-SiR^{85}_{n2}R^{86}_{3-n2}$）単位毎に独立して、０～３の整数を表し；

R^{83}は、各出現においてそれぞれ独立して、水素原子または低級アルキル基を表し；

ｐ２は、各出現においてそれぞれ独立して、０～３の整数であり；

ｑ２は、各出現においてそれぞれ独立して、０～３の整数であり；

ｒ２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$^{81}{}_{p2}$Ｒ$^{82}{}_{q2}$Ｒ$^{83}{}_{r2}$）毎において、ｐ２、ｑ２およびｒ２の和は３であり；

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

Ｒ^{f}は、各出現においてそれぞれ独立して、水素原子または低級アルキル基を表し；

ｋ２は、各出現においてそれぞれ独立して、０～３の整数であり；

ｌ２は、各出現においてそれぞれ独立して、０～３の整数であり；

ｍ２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、（ＣＲ$^{d}{}_{k2}$Ｒ$^{e}{}_{l2}$Ｒ$^{f}{}_{m2}$）毎において、ｋ２、ｌ２およびｍ２の和は３であり、式（Ｄ１）および（Ｄ２）において、－Ｙ－ＳｉＲ^{85}で表される基が２以上存在する。］

のいずれかで表される少なくとも１種のパーフルオロ（ポリ）エーテル基含有シラン化合物および分子構造内に非共有電子対を有する原子を含む化合物を含み、

パーフルオロ（ポリ）エーテル基含有シラン化合物に含まれる、水酸基または加水分解可能な基に結合したＳｉ原子１モルに対して、分子構造内に非共有電子対を有する原子を含む化合物を０．１５～１０モル含む表面処理剤。

[請求項2] 分子構造内に非共有電子対を有する原子を含む化合物は、窒素原子、酸素原子、リン原子、および硫黄原子からなる群より選ばれる少なくとも１つの原子を含む、請求項１に記載の表面処理剤。

[請求項3] 分子構造内に非共有電子対を有する原子を含む化合物は、脂肪族アミン化合物、芳香族アミン化合物、リン酸アミド化合物、アミド化合物、尿素化合物、およびスルホキシド化合物からなる群より選ばれる少なくとも１つの化合物である、請求項１または２に記載の表面処理剤。

[請求項4] Ｒｆが、各出現において独立して、炭素数１～１６のパーフルオロ

アルキル基である、請求項１～３のいずれか１項に記載の表面処理剤。

[請求項5] ＰＦＰＥが、各出現において独立して、下記式（ａ）、（ｂ）または（ｃ）：

$-(OC_3F_6)_d-$ （ａ）

［式中、ｄは１～２００の整数である。］

$-(OC_4F_8)_c-(OC_3F_6)_d-(OC_2F_4)_e-(OCF_2)_f-$ （ｂ）

［式中、ｃおよびｄは、それぞれ独立して、０以上３０以下の整数であり；

ｅおよびｆは、それぞれ独立して、１以上２００以下の整数であり；

ｃ、ｄ、ｅおよびｆの和は、１０以上２００以下の整数であり；

添字ｃ、ｄ、ｅまたはｆ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。］

$-(R^6-R^7)_j-$ （ｃ）

［式中、R^6は、OCF_2またはOC_2F_4であり；

R^7は、OC_2F_4、OC_3F_6、OC_4F_8、OC_5F_{10}および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または３つの基の組み合わせであり；

ｊは、２～１００の整数である。］

である、請求項１～４のいずれか１項に記載の表面処理剤。

[請求項6] Ｒｆ－ＰＦＰＥ部の数平均分子量が、それぞれ独立して、５００～３０，０００である、請求項１～５のいずれか１項に記載の表面処理剤。

[請求項7] X^1、X^3、X^5、およびX^7は、各出現においてそれぞれ独立して、２価の有機基である、請求項１～６のいずれか１項に記載の表面処理剤。

[請求項8] 含フッ素オイル、シリコーンオイル、および触媒から選択される１種またはそれ以上の他の成分をさらに含有する、請求項１～７のいずれか１項に記載の表面処理剤。

[請求項9] さらに溶媒を含む、請求項１～８のいずれか１項に記載の表面処理剤。

[請求項10] 防汚性コーティング剤または防水性コーティング剤として使用される、請求項１～９のいずれか１項に記載の表面処理剤。

[請求項11] 真空蒸着用である、請求項１～１０のいずれか１項に記載の表面処理剤。

[請求項12] 請求項１～１１のいずれか１項に記載の表面処理剤を含有するペレット。

[請求項13] 基材と、該基材の表面に、請求項１～１１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14] 前記物品が光学部材である、請求項１３に記載の物品。

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2018/010090

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl. C09K3/18 (2006.01)i, C08G65/22(2006.01)i, C08G65/336(2006.01)i, C08K5/41(2006.01)i, C08L71/02(2006.01)i, C09D5/16(2006.01)i, C09D7/63(2018.01)i, C09D171/02(2006.01)i, C23C14/24(2006.01)i, G02B1/18(2015.01)i

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl. C09K3/18, C08G65/22, 65/336, C08K5/41, C08L71/02, C09D5/16, 7/63, 171/02, C23C14/24, G02B1/18

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2015-168785 A (DAIKIN INDUSTRIES, LTD.) 28 September 2015, claims, examples, paragraphs [0085], [0104], [0118] (Family: none)	1-14
X	WO 2016/076274 A1 (SUMITOMO CHEMICAL COMPANY, LIMITED) 19 May 2016, claims, examples, paragraphs [0086]-[0102], [0117] & US 2017/0313905 A1, claims, examples, paragraphs [0154]-[0170], [0186] & KR 10-2017-0083058 A & CN 107075306 A	1-14

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

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

Date of the actual completion of the international search 27.04.2018	Date of mailing of the international search report 15.05.2018
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１８／０１００９０

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　C09K3/18(2006.01)i, C08G65/22(2006.01)i, C08G65/336(2006.01)i, C08K5/41(2006.01)i, C08L71/02(2006.01)i, C09D5/16(2006.01)i, C09D7/63(2018.01)i, C09D171/02(2006.01)i, C23C14/24(2006.01)i, G02B1/18(2015.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　C09K3/18, C08G65/22,65/336, C08K5/41, C08L71/02, C09D5/16,7/63,171/02, C23C14/24, G02B1/18

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報　１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報　１９７１－２０１８年
日本国実用新案登録公報　１９９６－２０１８年
日本国登録実用新案公報　１９９４－２０１８年

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

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求項の番号
X	JP 2015-168785 A（ダイキン工業株式会社）2015.09.28 特許請求の範囲、実施例、[0085],[0104],[0118] (ファミリーなし)	1-14
X	WO 2016/076274 A1（住友化学株式会社）2016.05.19 請求の範囲、実施例、[0086]-[0102],[0117] & US 2017/0313905 A1, Claims, Examples, [0154]-[0170],[0186] & KR 10-2017-0083058 A & CN 107075306 A	1-14

☐　Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☐　パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー
「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献
「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日
２７．０４．２０１８	１５．０５．２０１８

国際調査機関の名称及びあて先
日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ）
郵便番号１００－８９１５
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

特許庁審査官（権限のある職員）　４Ｚ　３３４３
牟田　博一
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３４８０