

(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
2024年12月19日(19.12.2024)



(10) 国際公開番号

WO 2024/257697 A1

(51) 国際特許分類:

G02B 1/18 (2015.01) G02B 1/14 (2015.01)
B32B 7/023 (2019.01) G02B 1/115 (2015.01)
C03C 17/38 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2024/020812

(22) 国際出願日: 2024年6月7日(07.06.2024)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
202310708700.5 2023年6月14日(14.06.2023) CN

(71) 出願人: ダイキン工業株式会社 (DAIKIN INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒5300001 大阪府大阪市北区梅田一丁目13番1号 大阪梅田ツインタワーズ・サウス Osaka (JP).

(72) 発明者: 湯紫▲ジュン▼(TANG, Zijun); 215522 江蘇省常熟市常熟新材料産業園西金虞路8号 大金フッ素化学(中国)有限公司内 Jiangsu (CN). 黄盛輝(HUANG, Shenghui); 215522 江蘇省常熟市常熟新材料産業園西金虞路8号 大金フッ素化学(中国)有限公司内 Jiangsu (CN). 福田矩章(FUKUDA, Noriaki); 215522 江蘇省常熟市常熟新材料産業園西金虞路8号 大金フッ素化学(中国)有限公司内 Jiangsu (CN). 前平健(MAEHIRA, Takeshi); 〒5300001 大阪府大阪市北区梅田一丁目13番1号 大阪梅田ツインタワーズ・サウス ダイキン工業株式会社内 Osaka (JP). 吉田知弘(YOSHIDA, Tomohiro); 〒5300001 大阪府大阪市北区梅田一丁目13

番1号 大阪梅田ツインタワーズ・サウス ダイキン工業株式会社内 Osaka (JP).

(74) 代理人: 山尾 憲人, 外(YAMAOKA, Norihito et al.); 〒5300017 大阪府大阪市北区角田町8番1号 大阪梅田ツインタワーズ・ノース 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, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

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

(54) Title: BASE MATERIAL TREATMENT METHOD

(54) 発明の名称: 基材処理方法

(57) Abstract: The purpose of the present disclosure is to provide a novel surface treatment method for a base material comprising an antireflection film. This treatment method for a base material comprising an antireflection film includes: carrying out a treatment for smoothing at least a partial region of a surface of the antireflection film; forming a layer including SiO₂ on a surface of the antireflection film after the treatment for smoothing at least a partial region of the surface of the antireflection film; and forming a surface treated layer by applying a surface treatment agent to at least a partial region of the surface of the layer including the SiO₂.

(57) 要約: 本開示は、反射防止膜を備える基材の新たな表面処理方法の提供を目的とする。反射防止膜を備える基材の処理方法であって、反射防止膜の表面の少なくとも一部の領域を平滑にする処理を実施すること、前記反射防止膜の表面の少なくとも一部の領域を平滑にする処理後の反射防止膜の表面にSiO₂を含む層を形成すること、および、前記SiO₂を含む層の表面の少なくとも一部の領域に表面処理剤を適用して、表面処理層を形成すること、を含む、処理方法。

[続葉有]

添付公開書類：

- 一 国際調査報告（条約第21条(3)）

明 細 書

発明の名称： 基材処理方法

技術分野

[0001] 本開示は、基材処理方法に関する。

背景技術

[0002] 反射防止膜を備える基材の処理方法として、種々の方法が提案されている。

[0003] 特許文献1には、ガラス基板に1つの機能層を施し、該ガラス基板をイオン交換によって化学強化することなどが記載され、機能層の表面を活性化する方法の1つとして、酸素プラズマにより処理する方法が記載されている。

[0004] 特許文献2及び3には、反射防止膜表面にプラズマ処理した後、含フッ素シラン化合物を用いて処理することが記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0005] 特許文献1：特表2017-528411号公報

特許文献2：中国公開第112267093号公報

特許文献3：国際公開第3033/014566号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0006] 本開示は、反射防止膜を備える基材の新たな表面処理方法の提供を目的とする。

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]

反射防止膜を備える基材の処理方法であって、

反射防止膜の表面の少なくとも一部の領域を平滑にする処理を実施すること、

前記反射防止膜の表面の少なくとも一部の領域を平滑にする処理後の反射防止膜の表面に SiO_2 を含む層を形成すること、および、

前記 SiO_2 を含む層の表面の少なくとも一部の領域に表面処理剤を適用して、表面処理層を形成すること、を含む、処理方法。

[2]

前記 SiO_2 を含む層の表面の算術平均粗さ R_{a1} は、前記反射防止膜の表面の算術平均粗さ R_{a0} の60%以下である、[1]に記載の処理方法。

[3]

前記反射防止膜の表面の少なくとも一部の領域を平滑にする処理は、イオンクリーニング処理である、[1]又は[2]に記載の処理方法。

[4]

前記反射防止膜の表面の少なくとも一部の領域を平滑にする処理および SiO_2 を含む層の形成は、前記 SiO_2 を含む層の表面のOH基量 C_1 が、前記反射防止膜の表面の少なくとも一部の領域を平滑にする処理前の前記反射防止膜の表面のOH基量 C_0 の1.4倍以上となるように実施される、[1]～[3]のいずれか1つに記載の処理方法。

[5]

前記反射防止膜の表面の少なくとも一部の領域を平滑にする処理は、プラズマ照射により実施され、

前記プラズマ照射における電圧が140V以上である、[1]～[4]のいずれか1つに記載の処理方法。

[6]

前記反射防止膜の表面の少なくとも一部の領域を平滑にする処理は、プラズマ照射により実施され、

前記プラズマ照射におけるガス流量が40sccm以上である、[1]～[5]のいずれか1つに記載の処理方法。

[7]

前記反射防止膜の表面の少なくとも一部の領域を平滑にする処理は、プラ

ズマ照射により実施され、

前記プラズマ照射における電流が0.3 A以上である、[1]～[6]のいずれか1つに記載の処理方法。

[8]

前記反射防止膜の表面の少なくとも一部の領域を平滑にする処理は、プラズマ照射により実施され、

前記プラズマ照射におけるプラズマ照射時間が、100～700秒である、[1]～[7]のいずれか1つに記載の処理方法。

[9]

前記SiO₂を含む層は、蒸着により形成される、[1]～[8]のいずれか1つに記載の処理方法。

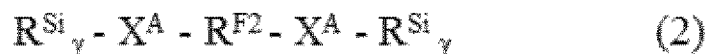
[10]

前記表面処理剤は、含フッ素シラン化合物を含む、[1]～[9]のいずれか1つに記載の処理方法。

[11]

前記含フッ素シラン化合物は、下記式(1)または(2)：

[化1]



[式中：

R^{F1}は、各出現においてそれぞれ独立して、R^{f1}－R^F－O_q－またはフルオロアルキル基であり；

R^{F2}は、－R^{f2}_p－R^F－O_q－またはフルオロアルキレン基であり；

R^{f1}は、各出現においてそれぞれ独立して、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C₁₋₁₆アルキル基であり；

R^{f2}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C₁₋₆アルキレン基であり；

R^F は、各出現においてそれぞれ独立して、2価のフルオロポリエーテル基であり；

p は、0又は1であり；

q は、各出現においてそれぞれ独立して、0又は1であり；

R^{Si} は、各出現においてそれぞれ独立して、水酸基、加水分解性基、水素原子又は1価の有機基が結合した Si 原子を含む1価の基であり；

少なくとも1つの R^{Si} は、水酸基又は加水分解性基が結合した Si 原子を含む1価の基であり；

X^A は、それぞれ独立して、単結合又は2～10価の有機基であり；

α は、1～9の整数であり；

β は、1～9の整数であり；

γ は、それぞれ独立して、1～9の整数である。]

で表される少なくとも1種の含フッ素シラン化合物を含む、請求項10に記載の処理方法。

[12]

前記反射防止膜の表面の少なくとも一部の領域を平滑にする処理は、プラズマ照射により実施され、

前記プラズマ照射における電圧は、100V以上180V以下であり、

前記プラズマ照射におけるガス流量は、40sccm以上60sccm以下であり、

前記プラズマ照射におけるプラズマ照射時間は、100秒以上700秒以下であり、

電気 SiO_2 を含む層は、蒸着により形成され、

前記表面処理剤は、以下の式(1')：



[式中：

R^{F1} は、各出現においてそれぞれ独立して、 $R^{f1}-R^F-O_q$ —またはフルオロアルキル基であり；

R^{f1} は、各出現においてそれぞれ独立して、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 C_{1-16} アルキル基であり；

R^F は、各出現においてそれぞれ独立して、2価のフルオロポリエーテル基であり；

q は、各出現においてそれぞれ独立して、0又は1であり；

R^{Si} は、各出現においてそれぞれ独立して、水酸基、加水分解性基、水素原子又は1価の有機基が結合した Si 原子を含む1価の基であり；

少なくとも1つの R^{Si} は、水酸基又は加水分解性基が結合した Si 原子を含む1価の基であり；

X^A は、それぞれ独立して、単結合又は2～10価の有機基である。]

において、 R^{Si} が、以下の式(S3)：



[式中：

R^{a1} は、各出現においてそれぞれ独立して、 $-Z^1-SiR^{21}_{p1}R^{22}_{q1}R^{23}_{r1}$ であり；

Z^1 は、各出現においてそれぞれ独立して、 $-(CH_2)_{z1}-O-(CH_2)_{z2}-$ であり；

$z1$ は、0～6の整数であり；

$z2$ は、0～6の整数であり；

R^{21} は、各出現においてそれぞれ独立して、 $-Z^{1'}-SiR^{21'}_{p1'}R^{22'}_{q1'}R^{23'}_{r1'}$ であり、

$Z^{1'}$ 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；

$Z^{1'}$ として記載する構造は、右側が $(SiR^{21'}_{p1'}R^{22'}_{q1'}R^{23'}_{r1'})$ に結合し；

$R^{21'}$ は、各出現においてそれぞれ独立して、 $-Z^{1''}-SiR^{22''}_{q1''}R^{23''}_{r1''}$ であり；

$Z^{1''}$ 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； $R^{22''}$ 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性基であり；

$R^{23''}$ 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；

$q1''$ 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、 $q1''$ と $r1''$ の合計は、 $(SiR^{22''}q1''R^{23''}r1'')$ 単位において、3であり；

$R^{22'}$ 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性基であり；

$R^{23'}$ 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；

$p1'$ 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、 p' 、 $q1'$ と $r1'$ の合計は、 $(SiR^{21'}p1'R^{22'}q1'R^{23'}r1')$ 単位において、3であり；

R^{22} 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性基であり、

R^{23} 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、

$p1$ 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、 $p1$ 、 $q1$ と $r1$ の合計は、 $(SiR^{21}p1R^{22}q1R^{23}r1)$ 単位において、3であり；

R^{b1} 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性基であり；

R^{c1} 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、

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、 k_1 、 l_1 と m_1 の合計は、 $(S \text{ i } R^{a_1}_{k_1} R^{b_1}_{l_1} R^{c_1}_{m_1})$ 単位において、3である。]

で表される基である含フッ素シラン化合物を含む、[1]～[11]に記載の処理方法。

発明の効果

[0008] 本開示は、反射防止膜を備える基材の新たな表面処理方法を提供し得る。

発明を実施するための形態

[0009] 本開示の処理方法は、反射防止膜を備える基材の処理方法であって、
反射防止膜の表面の少なくとも一部の領域を平滑にする処理を実施すること、

前記反射防止膜の表面の少なくとも一部の領域を平滑にする処理後の反射防止膜の表面に $S \text{ i } O_2$ を含む層を形成すること、および、

前記 $S \text{ i } O_2$ を含む層の表面の少なくとも一部の領域に表面処理剤を適用して、表面処理層を形成すること、を含み、

前記表面処理剤は、含フッ素シラン化合物を含む。

[0010] 本開示によれば、反射防止膜を備える基材の新たな表面処理方法を提供し得る。

[0011] 反射防止膜は、代表的には、屈折率の異なる層を複数積層することにより形成されており、表面が粗く、耐摩耗性に劣る場合がある。また、反射防止膜を構成する層は、必ずしもシラン化合物との反応性が良好でなく、かかる反射防止膜上に形成した表面処理層は、耐久性が劣る場合がある。好ましい態様において、本開示の処理方法によれば、反射防止膜を備える基材において、基材の透明性を維持し、表面処理層の耐久性、特に耐摩耗性を良好なものとすることができる。本開示は、特定の理論に限定して解釈されるべきではないが、本開示の処理方法によりかかる効果が奏される理由は以下のように考えられる。

[0012] すなわち、本開示の処理方法では、反射防止膜の表面を平滑にする処理を実施した後に、さらに SiO_2 を含む層を形成している。本発明者らの検討により、かかる処理によれば、反射防止膜の表面が平坦化され得るとともに、反射防止膜の表面における OH 基量が増加し得ることが見出された。その結果、該 SiO_2 を含む層の表面にさらに表面処理剤を適用すると、表面処理層が均一かつ緻密に形成され得、耐久性、特に耐摩耗性に優れると考えられる。

[0013] 本開示の処理方法は、反射防止膜を備える基材に適用される。上記反射防止膜は、反射防止膜表面から入射した光の反射を抑制し得る。

[0014] 反射防止膜は、代表的には、互いに屈折率が異なる2種以上の層を含み得る。互いに屈折率が異なる2種以上の層を含むことで、互いに屈折率が異なる2層の界面において入射光が反射し得、異なる界面における反射光が互いに打ち消しあうことで、反射防止膜全体として、入射光の反射を抑制し得る。

[0015] 反射防止膜は、好ましくは、金属、合金、金属酸化物、金属窒化物、金属硫化物および金属フッ化物からなる群より選ばれる1種を含み得、より好ましくは、金属、金属酸化物および金属窒化物からなる群より選ばれる1種を含み得る。

[0016] 上記金属としては、 Al 、 Au 、 Ag 、 Cu 、 Fe 、 Zn 、 Cr および Ni が挙げられ、好ましくは、 Al 、 Au 、 Ag および Cu が挙げられる。上記合金としては、上記金属を含む合金が挙げられ、具体的には、 SUS および真鍮が挙げられる。上記金属酸化物としては、 SiO_2 、 TiO_2 、 Al_2O_3 、 ZrO_2 、 Nb_2O_5 、 CeO_2 、 HfO_2 、 Ta_2O_5 および ZrTiO_3 が挙げられる。上記金属窒化物としては、 Si_3N_4 、 AlN 、 SiN および SiAlN が挙げられる。上記金属硫化物としては、 ZnS が挙げられる。上記金属フッ化物としては、 MgF_2 および CeF_3 が挙げられる。

[0017] 反射防止膜は、好ましくは、相対的に屈折率の高い高屈折率層と、相対的に屈折率の低い低屈折率層とを含み得る。

- [0018] 上記高屈折率層の屈折率は、波長550nmの光を基準として、好ましくは1.7以上、より好ましくは1.7以上2.8以下、さらに好ましくは1.8以上2.6以下であり得る。
- [0019] 上記低屈折率層の屈折率は、波長550nmの光を基準として、好ましくは1.7未満、より好ましくは1.2以上1.65以下、さらに好ましくは1.2以上1.6以下であり得る。
- [0020] 上記高屈折率層と上記低屈折率層との屈折率差は、好ましくは0.5以上1.5以下、さらに好ましくは0.7以上1.2以下であり得る。
- [0021] 好ましい態様において、上記反射防止膜は、上記高屈折率層と上記低屈折率層とが、交互に積層された積層体であることが好ましい。上記反射防止膜における高屈折率層と低屈折率層の合計の層数は、好ましくは3層以上10層以下、より好ましくは5層以上8層以下であり得る。上記反射防止膜の最表面層は、高屈折率層および低屈折率層のいずれであってもよく、低屈折率層であることが好ましい。
- [0022] 上記反射防止膜表面における算術平均粗さ Ra_0 は、好ましくは1nm以上50nm以下、より好ましくは2nm以上30nm以下、さらに好ましくは3nm以上10nm以下であり得る。本開示において、算術平均粗さは、JIS B 0601に準拠して測定できる。一態様において、上記反射防止膜表面における算術平均粗さ Ra_0 は、反射防止膜の表面の少なくとも一部の領域を平滑にする処理を実施する前の反射防止膜表面における算術平均粗さであり得る。
- [0023] 上記基材は、代表的には、透明基材であり得、樹脂基材およびガラス基材のいずれであってもよく、好ましくはガラス基材であり得る。
- [0024] 上記ガラス基材を構成するガラスとしては、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、石英ガラスが挙げられ、これらのガラスは化学強化されていてもよく、これらに限定されない。上記ガラス基材を構成するガラスとしては、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、および化学強化したホウ珪酸ガラスがより好ましい。

上記ガラス基材の厚さは、代表的には、0.1 mm以上1 mm以下であり得る。

[0025] 上記樹脂基材を構成する樹脂としては、ポリエステル樹脂、アクリル樹脂、ポリオレフィン樹脂、ポリカーボネート樹脂、ポリエーテルスルホン樹脂、ポリアリレート樹脂、ポリアミド樹脂、ポリイミド樹脂、セルロース樹脂およびポリスチレン樹脂等が挙げられるが、これらに限定されない。

上記樹脂基材の厚さは、代表的には、0.1 mm以上1 mm以下であり得る。

[0026] 本開示の処理方法では、反射防止膜を備える基材において、反射防止膜の表面の少なくとも一部の領域を平滑にする処理（以下、「表面平滑化処理」ともいう）を実施する。かかる表面平滑化処理は、処理前後で表面の平滑性を向上するものであればよい。かかる表面平滑化処理としては、イオンクリーニング処理、フレイム処理（火炎処理）およびUVオゾン処理等が挙げられ、イオンクリーニング処理が好ましく挙げられる。イオンクリーニング処理により、反射防止膜表面に存在し得る余剰のイオンが除去され得る。

[0027] 上記イオンクリーニング処理としては、コロナ処理、プラズマ処理、フレイム処理およびグロー処理が挙げられ、プラズマ処理が好ましい。

[0028] 上記プラズマ処理は、代表的には、プラズマの照射により実施され得る。

[0029] 上記プラズマとしては、マイクロ波プラズマ、高周波プラズマ等の真空プラズマ；大気圧プラズマが挙げられ、大気圧プラズマが好ましい。また、プラズマを発生させるために用いられるプロセスガスとしては、酸素、窒素、フッ素、水素、アルゴンおよび空気等が挙げられ、酸素および／またはアルゴンが好ましい。

[0030] 上記プラズマ照射における電圧は、好ましくは100 V以上、より好ましくは120 V以上240 V以下、さらに好ましくは140 V以上220 V以下、いっそう好ましくは150 V以上180 V以下であり得る。プラズマ照

射における電圧がかかる範囲にあることで、反射防止膜の表面をより平滑にすることができる。

[0031] 上記プラズマ照射におけるガス流量は、好ましくは10 sccm以上、より好ましくは20 sccm以上100 sccm以下、さらに好ましくは30 sccm以上80 sccm以下、いっそう好ましくは40 sccm以上60 sccm以下である。プラズマ照射におけるガス流量がかかる範囲にあることで、反射防止膜の表面をより平滑にすることができる。

[0032] 上記プラズマ照射における電流は、好ましくは0.3 A以上、より好ましくは0.5 A以上10 A以下、更に好ましくは1 A以上8 A以下、いっそう好ましくは3 A以上6 A以下である。プラズマ照射における電流がかかる範囲にあることで、反射防止膜の表面をより平滑にすることができる。

[0033] 上記プラズマ照射におけるプラズマ照射時間は、好ましくは100秒以上1,000秒以下、より好ましくは100秒以上700秒以下であり得る。プラズマ照射時間がかかる範囲にあることで、反射防止膜の表面をより平滑にできるとともに、基材の透明性を維持することがより容易になり得る。

[0034] 一の態様において、プロセスガスをArとしてプラズマ照射することでイオンクリーニングを実施する場合、上記プラズマ照射におけるプラズマ照射時間は、好ましくは100秒以上700秒以下であり得る。プラズマ照射時間がかかる範囲にあることで、反射防止膜の表面をより平滑にできるとともに、基材の透明性を維持することがより容易になり得る。

[0035] 一の態様において、プロセスガスをO₂としてプラズマ照射することでイオンクリーニングを実施する場合、上記プラズマ照射におけるプラズマ照射時間は、好ましくは100秒以上800秒以下、より好ましくは180秒以上600秒以下であり得る。プラズマ照射時間がかかる範囲にあることで、反射防止膜の表面をより平滑にできるとともに、基材の透明性を維持することがより容易になり得る。

[0036] 上記プラズマの照射は、好ましくは1 mm以上300 mm以下、より好ま

しくは1.5 mm以上200 mm以下、さらに好ましくは2 mm以上100 mm以下の照射距離で実施され得る。上記照射距離は、好ましくは1 mm以上、より好ましくは1.5 mm以上、さらに好ましくは2 mm以上であり、好ましくは300 mm以下、より好ましくは200 mm以下、さらに好ましくは100 mm以下であり得る。かかる照射距離でプラズマを照射することにより、電子デバイスの機能を維持しつつ、表示パネルの表面を表面処理層の形成に適した状態とし得る。

本開示において、照射距離は、プラズマの発射位置から照射対象のまでの直線距離としてよい。

- [0037] 上記表面平滑化処理後の反射防止膜の表面に、 SiO_2 を含む層を形成する。 SiO_2 を含む層を形成することにより、表面処理剤との密着性が良好になり得る。
- [0038] 上記 SiO_2 を含む層において、 SiO_2 の含有率は、好ましくは80質量%以上100質量%以下、より好ましくは90質量%以上100質量%以下、さらに好ましくは95質量%以上100質量%以下であり得る。
- [0039] 上記 SiO_2 を含む層は、 SiO_2 以外に他の金属酸化物を含んでいてもよい。かかる金属酸化物としては、 Al_2O_3 、 TiO_2 等が挙げられる。また、上記 SiO_2 を含む層は、周期表の第4族、第5族、第13族からなる少なくとも1種以上の複合酸化物を含んでいてもよい。
- [0040] 上記 SiO_2 を含む層は、液相法および気相法により形成され得るが、これらに限定されない。上記液相法としては、ゾルーゲル法、液相析出法、共沈法等が挙げられ、これらに限定されない。上記気相法としては、スパッタ法、蒸着法等が挙げられ、これらに限定されない。一の態様において、 SiO_2 を含む層は、好ましくは、気相法により形成され、より好ましくは、蒸着法により形成される。
- [0041] 上記蒸着法は、物理蒸着法または化学蒸着法であり得、好ましくは物理蒸着法であり得る。上記物理蒸着法としては、スパッタ法、イオンアシスト法、真空蒸着法が挙げられ、好ましくはイオンアシスト法が挙げられる。

- [0042] 上記物理蒸着法では、代表的には、蒸着源を物理的に蒸発させ、蒸着対象物に堆積させることで、膜（層）を得ることができる。蒸着源の蒸発は、代表的には、蒸着源への電子線照射（E B照射）により実施され得る。
- [0043] 上記電子線照射の際の加速電圧は、好ましくは700V以上1,500V以下、より好ましくは800V以上1,300V以下、さらに好ましくは900V以上1,200V以下であり得る。また、上記電子線照射の際の加速電流は、好ましくは200mA以上800mA以下、より好ましくは300mA以上700mA以下、さらに好ましくは400mA以上600mA以下であり得る。
- [0044] 上記蒸着源としては、 SiO_2 を含む金属酸化物が挙げられる。かかる金属酸化物は、 SiO_2 以外に Al_2O_3 、 TiO_2 等を含んでいてもよい。上記蒸着源における SiO_2 の含有率は、好ましくは80質量%以上100質量%以下、より好ましくは90質量%以上100質量%以下、特に好ましくは95質量%以上100質量%以下であり得る。
- [0045] 上記蒸着の際、蒸着源を加熱してもよい。かかる蒸着源の温度は、好ましくは600℃以上1,400℃以下、より好ましくは700℃以上1,300℃以下、さらに好ましくは800℃以上1,200℃以下であり得る。
- [0046] 上記蒸着は、真空下で実施してもよい。蒸着の際の圧力は、好ましくは $1.0 \times 10^{-4} \text{ Pa}$ 以上 $1.0 \times 10^{-1} \text{ Pa}$ 以下、より好ましくは $1.0 \times 10^{-3} \text{ Pa}$ 以上 $5.0 \times 10^{-2} \text{ Pa}$ 以下、さらに好ましくは $1.0 \times 10^{-2} \text{ Pa}$ 以上 $3.0 \times 10^{-2} \text{ Pa}$ 以下であり得る。
- [0047] 一の態様において、上記蒸着は、イオンアシストガスの共存下で実施してもよい。イオンアシストガスを共存させることで、得られる膜の反射防止膜（すなわち、表面平滑化処理後の反射防止膜）への密着性及び成膜性がより良好になり得る。上記イオンアシストガスとしては、 O_2 ガスが挙げられる。
- [0048] 上記イオンアシストガスの流量は、好ましくは20sccm以上80sccm以下、より好ましくは30sccm以上70sccm以下、さらに好ましくは40sccm以上60sccm以下であり得る。

- [0049] 上記表面平滑化処理および SiO_2 を含む層の形成は、 SiO_2 を含む層の表面の算術平均粗さ R_{a1} が、好ましくは 0.1 nm 以上 5 nm 以下、より好ましくは 0.5 nm 以上 4 nm 以下、さらに好ましくは 1 nm 以上 3 nm 以下となるように実施され得る。
- [0050] 上記表面平滑化処理および SiO_2 を含む層の形成は、 SiO_2 を含む層の表面の算術平均粗さ R_{a1} が、上記表面平滑化処理前の反射防止膜の算術平均粗さ R_{a0} に対して、好ましくは 50% 以下、より好ましくは 20% 以下、さらに好ましくは 10% 以下であり、例えば 0.2% 以上となるように実施され得る。
- [0051] 上記表面平滑化処理および SiO_2 を含む層の形成は、 SiO_2 を含む層の表面の OH 基量 C_1 が、上記表面平滑化処理前の反射防止膜表面における OH 基量 C_0 に対して、好ましくは 1.1 倍以上、より好ましくは 1.4 倍以上、さらに好ましくは 2 倍以上、いっそう好ましくは 2.5 倍以上であり得、例えば 10 倍以下となるように実施され得る。本開示において、 OH 基量は、 TOF-SIMS により測定できる。
- [0052] 上記 SiO_2 を含む層の厚さは、好ましくは 0.1 nm 以上 10 nm 以下、より好ましくは 1 nm 以上 6 nm であり得る。 SiO_2 を含む層の厚さがかかる範囲にあることで、 OH 基量を確保しつつ、表面の平滑性を向上し、さらに、基材の透明性を維持することがより容易になり得る。
- [0053] 一の態様において、プロセスガスを Ar としてプラズマ照射することでイオンクリーニングを実施する場合、 SiO_2 を含む層の厚さは、好ましくは 0.1 nm 以上 10 nm 以下、より好ましくは 1 nm 以上 6 nm 以下であり得る。 SiO_2 を含む層の厚さがかかる範囲にあることで、 OH 基量を確保しつつ、表面の平滑性を向上し、さらに、基材の透明性を維持することがより容易になり得る。
- [0054] 別の態様において、プロセスガスを O_2 としてプラズマ照射することでイオンクリーニングを実施する場合、 SiO_2 を含む層の厚さは、好ましくは 0.1 nm 以上 6 nm 以下、より好ましくは 1 nm 以上 3 nm 以下であり得る。

S i O₂を含む層の厚さがかかる範囲にあることで、O H基量を確保しつつ、表面の平滑性を向上し、さらに、基材の透明性を維持することがより容易になり得る。

[0055] 上記S i O₂を含む層の表面の少なくとも一部の領域に表面処理剤を適用して、表面処理層を形成する。これにより、撥水性、撥油性、滑り性、指紋付着性、防汚性、反射防止性および防曇性等から選ばれる1またはそれ以上が付与され得る。

[0056] 上記表面処理剤の適用は、上記表面処理剤を上記表示パネルの表面に対して、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、好ましくは湿潤被覆法が使用される。

[0057] 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、刷毛塗り、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、スプレーコーティングが好ましい。

[0058] 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。

[0059] 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。

[0060] 表面処理剤を適用した後、必要に応じて乾燥させてもよい。かかる乾燥により、後述する含フッ素シラン化合物の加水分解および脱水縮合が促進され、溶媒等が除去され得る。

[0061] 上記前駆体層の乾燥は、好ましくは0℃以上60℃以下、より好ましくは5℃以上50℃以下、さらに好ましくは10℃以上30℃以下の温度で実施

され得、好ましくは1時間以上48時間以下、より好ましくは3時間以上24時間以下、さらに好ましくは6時間以上12時間以下の時間で実施され得る。

[0062] 上記表面処理層の厚さは、特に限定されない。上記表面処理層の厚さは、1～50nm、1～30nm、好ましくは1～15nmの範囲であることが、光学性能、摩耗耐久性および防汚性の点から好ましい。

[0063] 上記表面処理剤は、好ましくは、含フッ素シラン化合物を含む。

[0064] 上記含フッ素シラン化合物は、含フッ素基と、シランとを少なくとも含む化合物であり、好ましくは、以下の式(1)、(2)：

[化2]



[式中：

R^{F1} は、各出現においてそれぞれ独立して、 $R^{f1} - R^F - O_q -$ であり；

R^{F2} は、 $-R^{f2}_p - R^F - O_q -$ であり；

R^{f1} は、各出現においてそれぞれ独立して、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 C_{1-16} アルキル基であり；

R^{f2} 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 C_{1-6} アルキレン基であり；

R^F は、各出現においてそれぞれ独立して、2価のフルオロポリエーテル基であり；

p は、0又は1であり；

q は、各出現においてそれぞれ独立して、0又は1であり；

R^{Si} は、各出現においてそれぞれ独立して、水酸基、加水分解性基、水素原子又は1価の有機基が結合したSi原子を含む1価の基であり；

少なくとも1つの R^{Si} は、水酸基又は加水分解性基が結合したSi原子を含む1価の基であり；

X^A は、それぞれ独立して、単結合又は2～10価の有機基であり；

α は、1～9の整数であり；

β は、1～9の整数であり；

γ は、それぞれ独立して、1～9の整数である。]

で表される少なくとも1種の含フッ素シラン化合物を含む。

[0065] 上記式(1)において、 R^{F1} は、各出現においてそれぞれ独立して、 $R^{F1}-R^F-O_q-$ またはフルオロアルキル基である。一の態様において、 R^{F1} は、好ましくは、 $R^{F1}-R^F-O_q-$ であり、別の態様において、 R^{F1} は、好ましくは、フルオロアルキル基である。 R^{F1} が $R^{F1}-R^F-O_q-$ である場合、式(1)で表される化合物は、フルオロポリエーテル基を含み、フルオロポリエーテル基含有シラン化合物に該当する。

[0066] 上記式(2)において、 R^{F2} は、 $-R^{F2}_p-R^F-O_q-$ またはフルオロアルキレン基である。一の態様において、 R^{F2} は、好ましくは、 $R^{F2}_p-R^F-O_q-$ であり、別の態様において、 R^{F2} は、好ましくは、フルオロアルキレン基である。 R^{F2} が $R^{F2}_p-R^F-O_q-$ である場合、式(2)で表される化合物は、フルオロポリエーテル基を含み、フルオロポリエーテル基含有シラン化合物に該当する。

[0067] 上記式において、 R^{F1} は、各出現においてそれぞれ独立して、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 C_{1-16} アルキル基である。

[0068] 上記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 C_{1-16} アルキル基における「 C_{1-16} 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、直鎖又は分枝鎖の C_{1-6} アルキル基、特に C_{1-3} アルキル基であり、より好ましくは直鎖の C_{1-6} アルキル基、特に C_{1-3} アルキル基である。

[0069] 上記 R^{F1} は、好ましくは、1個又はそれ以上のフッ素原子により置換されている C_{1-16} 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。

[0070] 上記 C_{1-6} 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、直鎖又は分枝鎖の C_{1-6} パーフルオロアルキル基、特に C_{1-3} パーフルオロアルキル基であり、より好ましくは直鎖の C_{1-6} パーフルオロアルキル基、特に C_{1-3} パーフルオロアルキル基、具体的には $-CF_3$ 、 $-CF_2CF_3$ 、又は $-CF_2CF_2CF_3$ である。

[0071] 上記式において、 R^{f2} 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 C_{1-6} アルキレン基である。

[0072] 上記 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 C_{1-6} アルキレン基における「 C_{1-6} アルキレン基」は、直鎖であっても、分枝鎖であってもよく、好ましくは、直鎖又は分枝鎖の C_{1-3} アルキレン基であり、より好ましくは直鎖の C_{1-3} アルキレン基である。

[0073] 上記 R^{f2} は、好ましくは、1 個又はそれ以上のフッ素原子により置換されている C_{1-6} アルキレン基であり、より好ましくは C_{1-6} パーフルオロアルキレン基であり、さらに好ましくは C_{1-3} パーフルオロアルキレン基である。

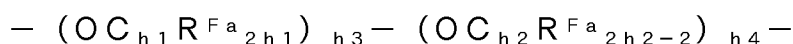
[0074] 上記 C_{1-6} パーフルオロアルキレン基は、直鎖であっても、分枝鎖であってもよく、好ましくは、直鎖又は分枝鎖の C_{1-3} パーフルオロアルキレン基であり、より好ましくは直鎖の C_{1-3} パーフルオロアルキレン基、具体的には $-CF_2-$ 、 $-CF_2CF_2-$ 、又は $-CF_2CF_2CF_2-$ である。

[0075] 上記式において、 p は、0 又は 1 である。一の態様において、 p は 0 である。別の態様において p は 1 である。

[0076] 上記式において、 q は、各出現においてそれぞれ独立して、0 又は 1 である。一の態様において、 q は 0 である。別の態様において q は 1 である。

[0077] 上記式 (1) 及び (2) において、 R^F は、各出現においてそれぞれ独立して、2 価のフルオロポリエーテル基である。

[0078] R^F は、好ましくは、下記：



[式中：

R^{Fa} 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、

h_1 は、1～6の整数であり、

h_2 は、4～8の整数であり、

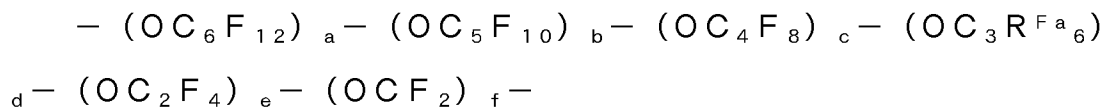
h_3 は、0以上の整数であり、

h_4 は、0以上の整数であり、

ただし、 h_3 と h_4 の合成は、1以上、好ましくは2以上、より好ましくは5以上であり、 h_3 及び h_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。]

で表される基を含み得る。

[0079] 一の態様において、 R^F は、直鎖状、又は分枝鎖状であり得る。 R^F は、好ましくは、式：



[式中：

R^{Fa} 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、

a 、 b 、 c 、 d 、 e 及び f は、それぞれ独立して、0～200の整数であって、 a 、 b 、 c 、 d 、 e 及び f の和は1以上である。 a 、 b 、 c 、 d 、 e 又は 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。ただし、すべての R^{Fa} が水素原子又は塩素原子である場合、 a 、 b 、 c 、 e 及び f の少なくとも1つは、1以上である。]

で表される基である。

[0080] R^{Fa} は、好ましくは、水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。ただし、すべての R^{Fa} が水素原子又は塩素原子である場合、 a 、 b 、 c 、 e 及び f の少なくとも1つは、1以上である。

[0081] a 、 b 、 c 、 d 、 e 及び f は、好ましくは、それぞれ独立して、0～100の整数であってもよい。

[0082] a 、 b 、 c 、 d 、 e 及び f 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。a、b、c、d、e及びfの和は、好ましくは200以下、より好ましくは100以下、さらに好ましくは60以下であり、例えば50以下又は30以下であってもよい。

[0083] 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く、環構造を含んでいてもよい。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。 $-(OC_5F_{10})-$ 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。 $-(OC_4F_8)-$ は、 $-(OCF_2CF_2CF_2CF_2)-$ 、 $-(OCF(CF_3)CF_2CF_2)-$ 、 $-(OCF_2CF(CF_3)CF_2)-$ 、 $-(OCF_2CF_2CF(CF_3))-$ 、 $-(OC(CF_3)_2CF_2)-$ 、 $-(OCF_2C(CF_3)_2)-$ 、 $-(OCF(CF_3)CF(CF_3))-$ 、 $-(OCF(C_2F_5)CF_2)-$ 及び $-(OCF_2CF(C_2F_5))-$ のいずれであってもよい。 $-(OC_3F_6)-$ （即ち、上記式中、 R^{Fa} はフッ素原子である）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い。 $-(OC_2F_4)-$ は、 $-(OCF_2CF_2)-$ 及び $-(OCF(CF_3))-$ のいずれであってもよい。

[0084] 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、摩耗耐久性等を向上させることができる。

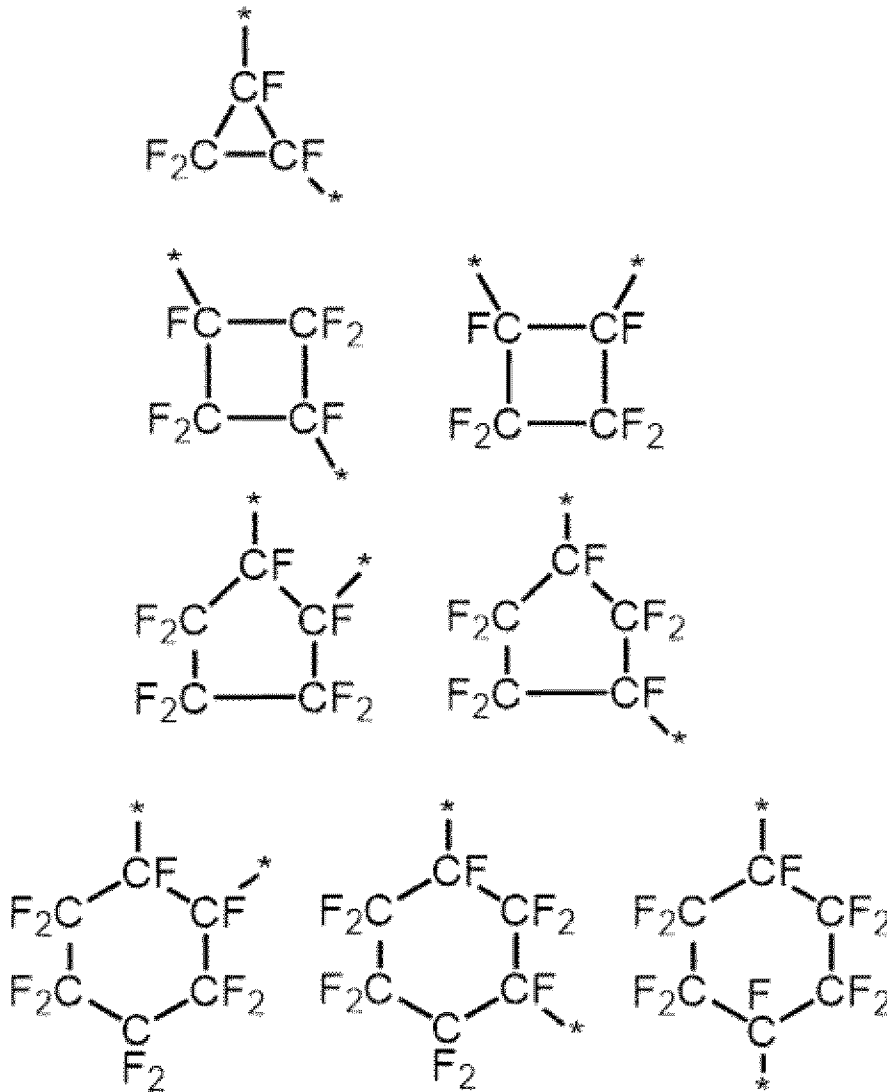
[0085] 一の態様において、上記繰り返し単位は分枝鎖状である。上記繰り返し単位を分枝鎖状とすることにより、表面処理層の動摩擦係数を大きくすること

ができる。

[0086] 一の態様において、 R^F は、環構造を含み得る。

[0087] 上記環構造は、下記三員環、四員環、五員環、又は六員環であり得る。

[0088] [化3]



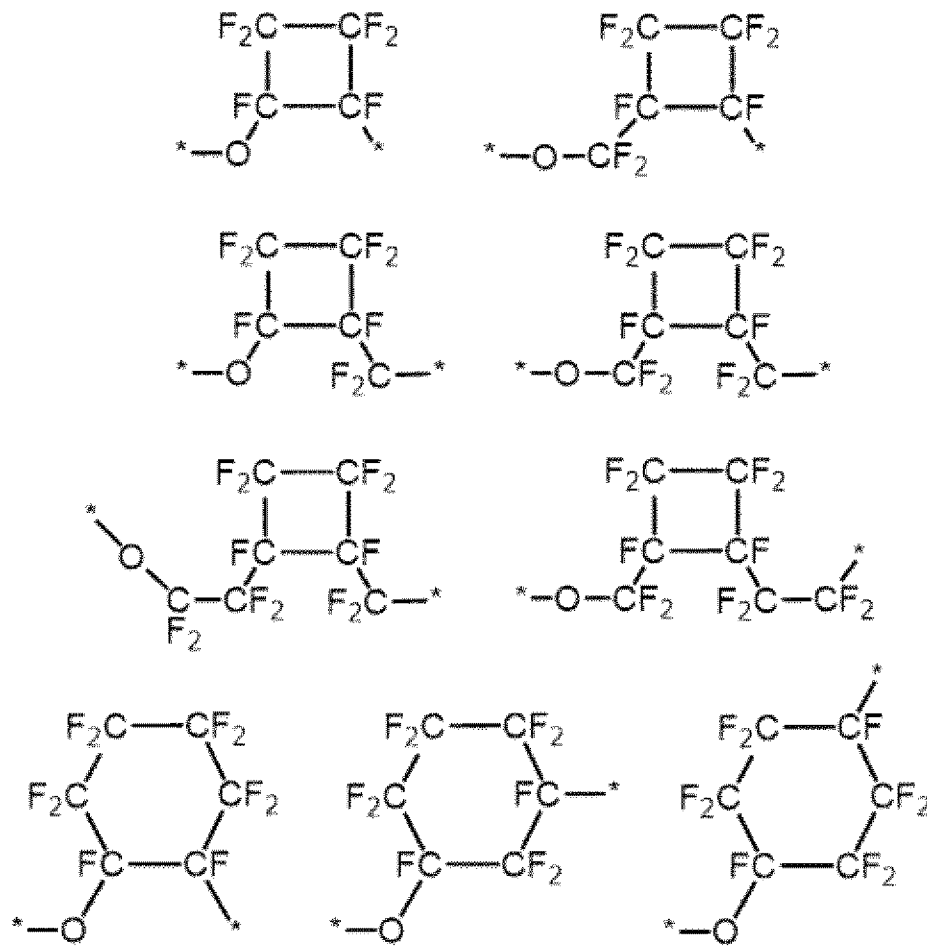
[式中、*は、結合位置を示す。]

[0089] 上記環構造は、好ましくは四員環、五員環、又は六員環、より好ましくは四員環、又は六員環であり得る。

[0090] 環構造を有する繰り返し単位は、好ましくは、下記の単位であり得る。

[0091]

[化4]

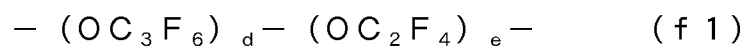


[式中、*は、結合位置を示す。]

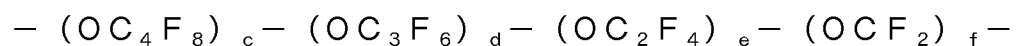
[0092] 一の態様において、上記繰り返し単位は直鎖状である。上記繰り返し単位を直鎖状とすることにより、表面処理層の表面滑り性、摩耗耐久性等を向上させることができる。

[0093] 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。

[0094] 一の態様において、 R^{F} は、各出現においてそれぞれ独立して、下記式 (f1) ~ (f6) のいずれかで表される基である。



[式中、dは、1~200の整数であり、eは0又は1である。] ;



(f 2)

[式中、c 及び d は、それぞれ独立して 0 以上 3 0 以下の整数であり、e 及び f は、それぞれ独立して 1 以上 2 0 0 以下の整数であり、

c、d、e 及び f の和は 2 以上であり、

添字 c、d、e 又は 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。] ;

$$- (R^6 - R^7)_g - \quad (f 3)$$

[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 ~ 1 0 0 の整数である。] ;

$$- (R^6 - R^7)_g - R^r - (R^{7'} - R^{6'})_{g'} - \quad (f 4)$$

[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、

$R^{6'}$ 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、

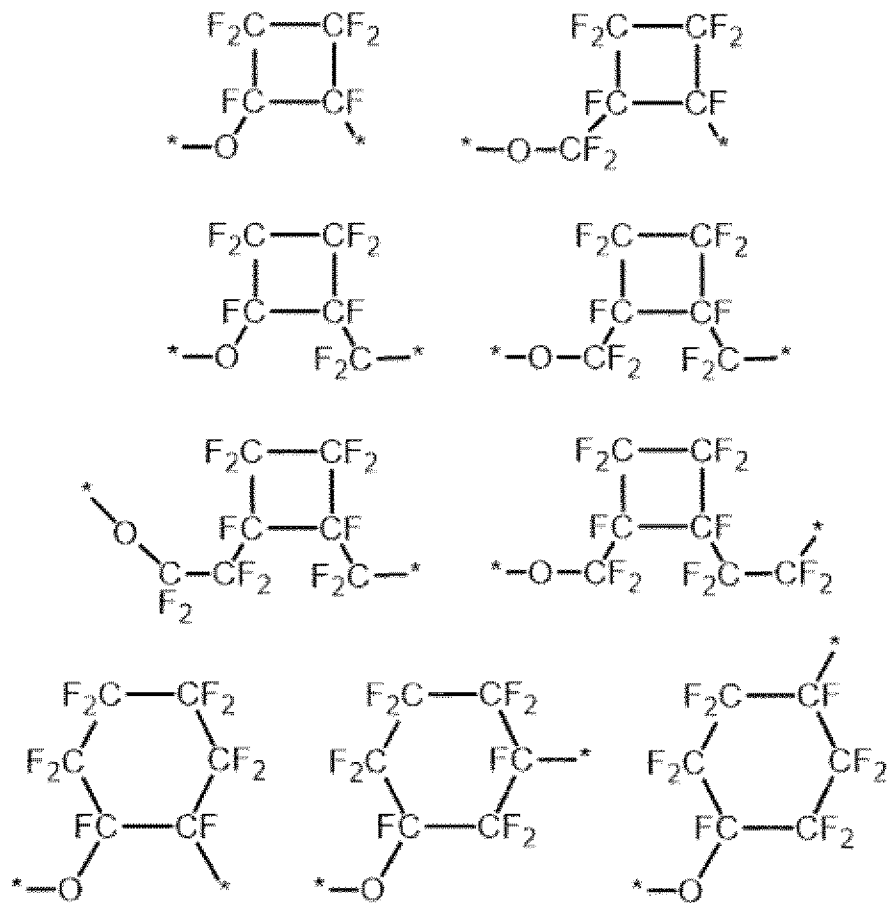
g は、2 ~ 1 0 0 の整数であり、

g' は、2 ~ 1 0 0 の整数であり、

R^r は、

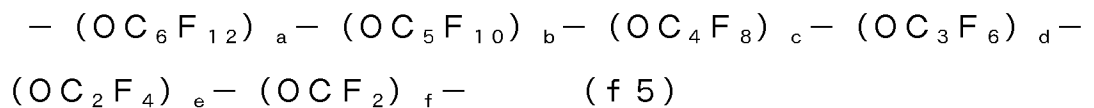
[0095]

[化5]



(式中、*は、結合位置を示す。)

である。] ;

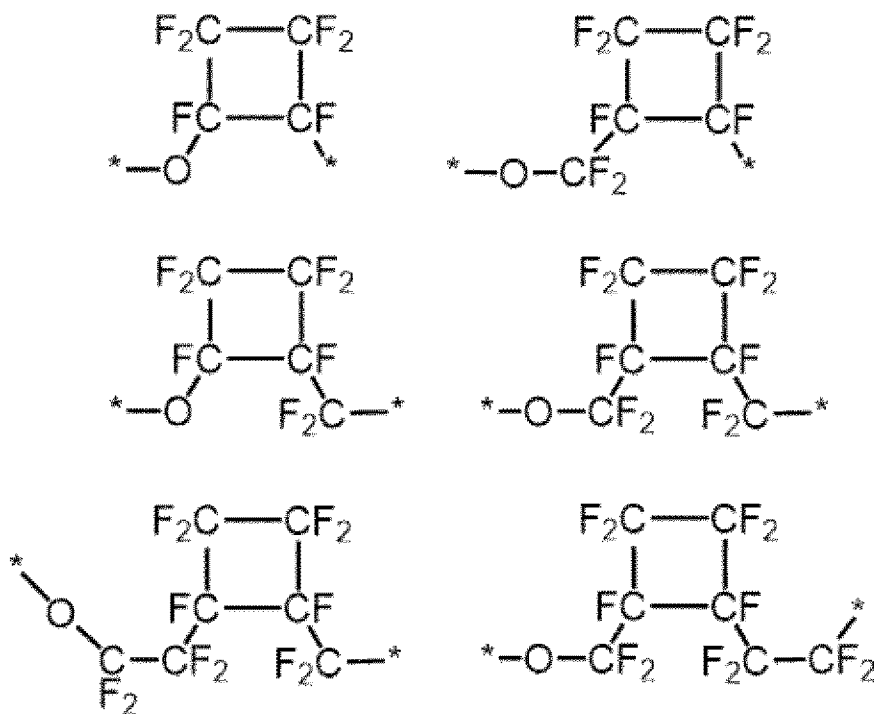


$-\text{OC}_2\text{F}_4\text{OC}_3\text{F}_6\text{OC}_3\text{F}_6-$ 、 $-\text{OC}_2\text{F}_4\text{OC}_4\text{F}_8\text{OC}_2\text{F}_4-$ 、 $-\text{OC}_3\text{F}_6\text{OC}_2\text{F}_4\text{OC}_2\text{F}_4-$ 、 $-\text{OC}_3\text{F}_6\text{OC}_2\text{F}_4\text{OC}_3\text{F}_6-$ 、 $-\text{OC}_3\text{F}_6\text{OC}_3\text{F}_6\text{OC}_2\text{F}_4-$ 、及び $-\text{OC}_4\text{F}_8\text{OC}_2\text{F}_4\text{OC}_2\text{F}_4-$ 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、 $-(\text{OC}_2\text{F}_4-\text{OC}_3\text{F}_6)_g-$ 又は $-(\text{OC}_2\text{F}_4-\text{OC}_4\text{F}_8)_g-$ である。

[0099] 上記式 (f 4) において、 R^6 、 R^7 及び g は、上記式 (f 3) の記載と同意義であり、同様の態様を有する。 $R^{6'}$ 、 $R^{7'}$ 及び g' は、それぞれ、上記式 (f 3) に記載の R^6 、 R^7 及び g と同意義であり、同様の態様を有する。

R^r は、好ましくは、

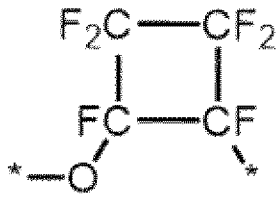
[0100] [化6]



[式中、*は、結合位置を示す。]

であり、より好ましくは

[0101] [化7]



[式中、*は、結合位置を示す。]

である。

[0102] 上記式 (f 5) において、e は、好ましくは、1 以上 100 以下、より好ましくは 5 以上 100 以下の整数である。a、b、c、d、e 及び f 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。

[0103] 上記式 (f 6) において、f は、好ましくは、1 以上 100 以下、より好ましくは 5 以上 100 以下の整数である。a、b、c、d、e 及び f 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。

[0104] 一の態様において、上記 R^F は、上記式 (f 1) で表される基である。

[0105] 一の態様において、上記 R^F は、上記式 (f 2) で表される基である。

[0106] 一の態様において、上記 R^F は、上記式 (f 3) で表される基である。

[0107] 一の態様において、上記 R^F は、上記式 (f 4) で表される基である。

[0108] 一の態様において、上記 R^F は、上記式 (f 5) で表される基である。

[0109] 一の態様において、上記 R^F は、上記式 (f 6) で表される基である。

[0110] 一の態様において、上記表面処理層に含まれる含フッ素シラン化合物は、表面処理層の滑り性の観点から、上記式 (f 1)、(f 2)、(f 3)、(f 5) または (f 6) で表される構造を含むことが好ましく、上記式 (f 1) または (f 2) で表される構造を含むことがより好ましく、上記式 (f 1) で表される構造を含むことがさらに好ましい。

[0111] 別の態様において、上記表面処理層に含まれ得る含フッ素シラン化合物は、上記式 (f 1)、(f 2)、(f 3)、(f 4)、(f 5) または (f 6

）で表される構造を含むことが好ましく、上記式（f 1）または（f 2）で表される構造を含むことがより好ましく、上記式（f 2）で表される構造を含むことがさらに好ましい。

[0112] 上記 R^F において、f に対する e の比（以下、「e / f 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。e / f 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、摩耗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。e / f 比がより小さいほど、表面処理層の滑り性及び摩耗耐久性はより向上する。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。

[0113] R^{F1} で表されるフルオロアルキル基は、アルキル基に含まれる水素原子がフッ素原子に置き換わった基であり、直鎖状であっても分枝鎖状であってもよい。上記 R^{F1} で表されるフルオロアルキル基は、好ましくは、 C_{1-50} フルオロアルキル基、より好ましくは C_{1-20} フルオロアルキル基、さらに好ましくは C_{1-16} フルオロアルキル基であり、例えば、 C_{1-10} フルオロアルキル基、さらに C_{1-6} フルオロアルキル基、特に C_{1-3} フルオロアルキル基であってもよい。一の態様において、 R^{F1} で表されるフルオロアルキル基は、全ての水素原子がフッ素原子で置換されたパーフルオロアルキル基である。かかる態様において、上記パーフルオロアルキル基は、好ましくは、直鎖状または分枝鎖状の C_{1-50} パーフルオロアルキル基、より好ましくは、直鎖状または分枝鎖状の C_{1-20} パーフルオロアルキル基、さらに好ましくは、直鎖状または分枝鎖状の C_{1-16} パーフルオロアルキル基であり、例えば、直鎖状または分枝鎖状の C_{1-10} パーフルオロアルキル基、さらに直鎖状または分枝鎖状の C_{1-6} パーフルオロアルキル基、特に直鎖状または分枝鎖状の C_{1-3} パーフルオロアルキル基であってもよい。

[0114] R^{F2} で表されるフルオロアルキレン基は、アルキレン基に含まれる水素原

子がフッ素原子に置き換わった基であり、直鎖状であっても分枝鎖状であってもよい。上記 R^{F2} で表されるフルオロアルキレン基は、好ましくは、 C_{1-5} フルオロアルキレン基、より好ましくは C_{1-20} フルオロアルキレン基、さらに好ましくは C_{1-16} フルオロアルキレン基であり、例えば、 C_{1-10} フルオロアルキレン基、さらに C_{1-6} フルオロアルキレン基、特に C_{1-3} フルオロアルキレン基であってもよい。一の態様において、 R^{F2} で表されるフルオロアルキレン基は、全ての水素原子がフッ素原子で置換されたパーフルオロアルキレン基である。かかる態様において、上記パーフルオロアルキレン基は、好ましくは、直鎖状または分枝鎖状の C_{1-50} パーフルオロアルキレン基、より好ましくは、直鎖状または分枝鎖状の C_{1-20} パーフルオロアルキレン基、さらに好ましくは、直鎖状または分枝鎖状の C_{1-16} パーフルオロアルキレン基であり、例えば、直鎖状または分枝鎖状の C_{1-10} パーフルオロアルキレン基、さらに直鎖状または分枝鎖状の C_{1-6} パーフルオロアルキレン基、特に直鎖状または分枝鎖状の C_{1-3} パーフルオロアルキレン基であってもよい。

[0115] 上記含フッ素シラン化合物において、 R^{F1} 及び R^{F2} 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 500～30,000、好ましくは 1,500～30,000、より好ましくは 2,000～10,000 である。本明細書において、 R^{F1} 及び R^{F2} の数平均分子量は、 ^{19}F -NMR により測定される値とする。

[0116] 別の態様において、 R^{F1} 及び R^{F2} 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、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。

[0117] 別の態様において、 R^{F1} 及び R^{F2} 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。

[0118] 上記式 (1) 及び (2) において、 R^{Si} は、各出現においてそれぞれ独立して、水酸基、加水分解性基、水素原子又は 1 価の有機基が結合した Si 原

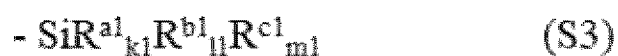
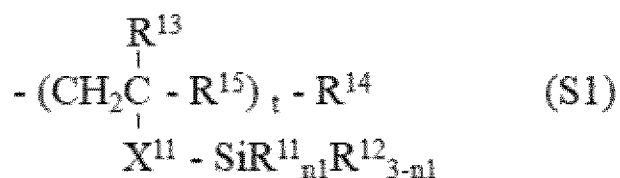
子を含む1価の基であり、少なくとも1つの R^{Si} は、水酸基又は加水分解性基が結合した Si 原子を含む1価の基である。

[0119] ここに、「加水分解性基」とは、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。加水分解性基の例としては、 $-OR^j$ 、 $-OCOR^j$ 、 $-O-N=CR^{j_2}$ 、 $-NR^{j_2}$ 、 $-NHR^j$ 、 $-NCO$ 、ハロゲン（これら式中、 R^j は、置換又は非置換の C_{1-4} アルキル基を示す）などが挙げられる。

[0120] 好ましい態様において、 R^{Si} は、水酸基又は加水分解性基が結合した Si 原子を含む1価の基である。

[0121] 好ましい態様において、 R^{Si} は、下記式（S1）、（S2）、（S3）、又は（S4）：

[化8]



で表される基である。

[0122] 上記式中、 R^{11} 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性基である。

[0123] R^{11} は、好ましくは、各出現においてそれぞれ独立して、加水分解性基である。

[0124] R^{11} は、好ましくは、各出現においてそれぞれ独立して、 $-OR^j$ 、 $-OCOR^j$ 、 $-O-N=CR^{j_2}$ 、 $-NR^{j_2}$ 、 $-NHR^j$ 、 $-NCO$ 、又はハロゲン

(これら式中、 R^j 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 $-OR^j$ (即ち、アルコキシ基)である。 R^j 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^j は、メチル基であり、別の態様において、 R^j は、エチル基である。

[0125] 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、上記加水分解性基を除く1価の有機基である。

[0126] R^{12} 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。

[0127] 上記式中、 n_1 は、 $(SiR^{11}_{n_1}R^{12}_{3-n_1})$ 単位毎にそれぞれ独立して、0~3の整数である。ただし、 R^{Si} が式(1)又は(2)で表される基である場合、式(1)及び式(2)の末端の R^{Si} 部分(以下、単に式(1)及び式(2)の「末端部分」ともいう)において、 n_1 が1~3である $(SiR^{11}_{n_1}R^{12}_{3-n_1})$ 単位が少なくとも1つ存在する。即ち、かかる末端部分において、すべての n_1 が同時に0になることはない。換言すれば、式(1)及び式(2)の末端部分において、水酸基又は加水分解性基が結合した Si 原子が少なくとも1つ存在する。

[0128] n_1 は、 $(SiR^{11}_{n_1}R^{12}_{3-n_1})$ 単位毎にそれぞれ独立して、好ましくは1~3の整数であり、より好ましくは2~3、さらに好ましくは3である。

[0129] 上記式中、 X^{11} は、各出現においてそれぞれ独立して、単結合又は2価の有機基である。かかる2価の有機基は、好ましくは $-R^{28}-O_x-R^{29}-$ (式中、 R^{28} 及び R^{29} は、各出現においてそれぞれ独立して、単結合又は C_{1-20} アルキレン基であり、 x は0又は1である。)である。かかる C_{1-20} アルキレン基は、直鎖であっても、分枝鎖であってもよいが、好ましくは直鎖である。かかる C_{1-20} アルキレン基は、好ましくは C_{1-10} アルキレン基、より好

ましくは C_{1-6} アルキレン基、さらに好ましくは C_{1-3} アルキレン基である。

[0130] 一の態様において、 X^{11} は、各出現においてそれぞれ独立して、 $-C_{1-6}$ アルキレン- $O-C_{1-6}$ アルキレン-又は $-O-C_{1-6}$ アルキレン-である。

[0131] 好ましい態様において、 X^{11} は、各出現においてそれぞれ独立して、単結合又は直鎖の C_{1-6} アルキレン基であり、好ましくは単結合又は直鎖の C_{1-3} アルキレン基、より好ましくは単結合又は直鎖の C_{1-2} アルキレン基であり、さらに好ましくは直鎖の C_{1-2} アルキレン基である。

[0132] 上記式中、 R^{13} 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、好ましくは C_{1-20} アルキル基である。かかる C_{1-20} アルキル基は、直鎖であっても、分枝鎖であってもよいが、好ましくは直鎖である。

[0133] 好ましい態様において、 R^{13} は、各出現においてそれぞれ独立して、水素原子又は直鎖の C_{1-6} アルキル基であり、好ましくは水素原子又は直鎖の C_{1-3} アルキル基、好ましくは水素原子又はメチル基である。

[0134] 上記式中、 t は、各出現においてそれぞれ独立して、2以上の整数である。

[0135] 好ましい態様において、 t は、各出現においてそれぞれ独立して、2～10の整数、好ましくは2～6の整数である。

[0136] 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、ハロゲン原子又は $-X^{11}-Si(R^{11})_{n1}(R^{12})_{3-n1}$ である。かかるハロゲン原子は、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。好ましい態様において、 R^{14} は、水素原子である。

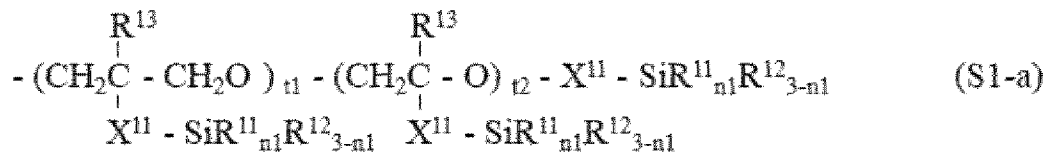
[0137] 上記式中、 R^{15} は、各出現においてそれぞれ独立して、単結合、酸素原子、炭素数1～6のアルキレン基又は炭素数1～6のアルキレンオキシ基である。

[0138] 一の態様において、 R^{15} は、各出現においてそれぞれ独立して、酸素原子、炭素数1～6のアルキレン基又は炭素数1～6のアルキレンオキシ基である。

[0139] 好ましい態様において、 R^{15} は、単結合である。

[0140] 一の態様において、式 (S 1) は、下記式 (S 1-a) である。

[化9]



[式中、

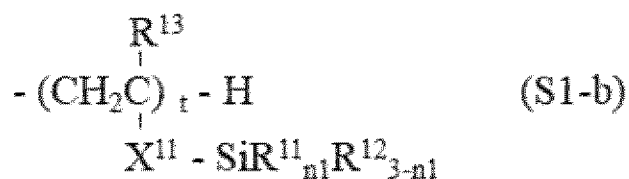
R^{11} 、 R^{12} 、 R^{13} 、 X^{11} 、及び $n1$ は、上記式 (S 1) の記載と同意義であり；

$t1$ 及び $t2$ は、各出現においてそれぞれ独立して、1以上の整数、好ましくは1～10の整数、より好ましくは2～10の整数、例えば1～5の整数又は2～5の整数であり；

$t1$ 及び $t2$ 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。]

[0141] 好ましい態様において、式 (S 1) は、下記式 (S 1-b) である。

[化10]



[式中、 R^{11} 、 R^{12} 、 R^{13} 、 X^{11} 、 $n1$ 及び t は、上記式 (S 1) の記載と同意義である]

[0142] 上記式中、 R^{a1} は、各出現においてそれぞれ独立して、 $-Z^1-SiR^{21}_{p1}R^{22}_{q1}R^{23}_{r1}$ である。

[0143] 上記 Z^1 は、各出現においてそれぞれ独立して、酸素原子又は2価の有機基である。尚、以下 Z^1 として記載する構造は、右側が $(SiR^{21}_{p1}R^{22}_{q1}R^{23}_{r1})$ に結合する。

[0144] 好ましい態様において、 Z^1 は、2価の有機基である。

[0145] 好ましい態様において、 Z^1 は、 Z^1 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。好ましくは、式(S3)において、 $(Si - Z^1 - Si)$ は、シロキサン結合を含まない。

[0146] 上記 Z^1 は、好ましくは、 C_{1-6} アルキレン基、 $-(CH_2)_{z1}-O-(CH_2)_{z2}-$ (式中、 $z1$ は、0~6の整数、例えば1~6の整数であり、 $z2$ は、0~6の整数、例えば1~6の整数である)又は、 $-(CH_2)_{z3}-$ フェニレン $-(CH_2)_{z4}-$ (式中、 $z3$ は、0~6の整数、例えば1~6の整数であり、 $z4$ は、0~6の整数、例えば1~6の整数である)である。かかる C_{1-6} アルキレン基は、直鎖であっても、分枝鎖であってもよいが、好ましくは直鎖である。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が、好ましくは非置換である。

[0147] 好ましい態様において、 Z^1 は、 C_{1-6} アルキレン基又は $-(CH_2)_{z3}-$ フェニレン $-(CH_2)_{z4}-$ 、好ましくは $-(CH_2)_{z4}-$ である。 Z^1 がかかる基である場合、光耐性、特に紫外線耐性がより高くなり得る。

[0148] 別の好ましい態様において、上記 Z^1 は、 C_{1-3} アルキレン基である。一の態様において、 Z^1 は、 $-CH_2CH_2CH_2-$ であり得る。別の態様において、 Z^1 は、 $-CH_2CH_2-$ であり得る。

[0149] 上記 R^{21} は、各出現においてそれぞれ独立して、 $-Z^{1'}-SiR^{21'}_{p1'}R^{22'}_{q1'}R^{23'}_{r1'}$ である。

[0150] 上記 $Z^{1'}$ は、各出現においてそれぞれ独立して、酸素原子又は2価の有機基である。尚、以下 $Z^{1'}$ として記載する構造は、右側が $(SiR^{21'}_{p1'}R^{22'}_{q1'}R^{23'}_{r1'})$ に結合する。

[0151] 好ましい態様において、 $Z^{1'}$ は、2価の有機基である。

[0152] 好ましい態様において、 $Z^{1'}$ は、 $Z^{1'}$ 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。好ましくは、式(S3)において、 $(Si - Z^{1'} - Si)$ は、シロキサン結合を含まない。

[0153] 上記 $Z^{1'}$ は、好ましくは、 C_{1-6} アルキレン基、 $-(CH_2)_{z1'}-O-(CH_2)_{z2'}-$ （式中、 $z1'$ は、0～6の整数、例えば1～6の整数であり、 $z2'$ は、0～6の整数、例えば1～6の整数である）又は、 $-(CH_2)_{z3'}-$ フェニレン $-(CH_2)_{z4'}-$ （式中、 $z3'$ は、0～6の整数、例えば1～6の整数であり、 $z4'$ は、0～6の整数、例えば1～6の整数である）である。かかる C_{1-6} アルキレン基は、直鎖であっても、分枝鎖であってもよいが、好ましくは直鎖である。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が、好ましくは非置換である。

[0154] 好ましい態様において、 $Z^{1'}$ は、 C_{1-6} アルキレン基又は $-(CH_2)_{z3'}-$ フェニレン $-(CH_2)_{z4'}-$ 、好ましくは $-(CH_2)_{z4'}-$ フェニレン $-(CH_2)_{z4'}-$ である。 $Z^{1'}$ がかかる基である場合、光耐性、特に紫外線耐性がより高くなり得る。

[0155] 別の好ましい態様において、上記 $Z^{1'}$ は、 C_{1-3} アルキレン基である。一の態様において、 $Z^{1'}$ は、 $-CH_2CH_2CH_2-$ であり得る。別の態様において、 $Z^{1'}$ は、 $-CH_2CH_2-$ であり得る。

[0156] 上記 $R^{21'}$ は、各出現においてそれぞれ独立して、 $-Z^{1''}-SiR^{22''}{}_{q1''}R^{23''}{}_{r1''}$ である。

[0157] 上記 $Z^{1''}$ は、各出現においてそれぞれ独立して、酸素原子又は2価の有機基である。尚、以下 $Z^{1''}$ として記載する構造は、右側が $(SiR^{22''}{}_{q1''}R^{23''}{}_{r1''})$ に結合する。

[0158] 好ましい態様において、 $Z^{1''}$ は、2価の有機基である。

[0159] 好ましい態様において、 $Z^{1''}$ は、 $Z^{1''}$ 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。好ましくは、式 (S3) において、 $(Si-Z^{1''}-Si)$ は、シロキサン結合を含まない。

[0160] 上記 $Z^{1''}$ は、好ましくは、 C_{1-6} アルキレン基、 $-(CH_2)_{z1''}-O-(CH_2)_{z2''}-$ （式中、 $z1''$ は、0～6の整数、例えば1～6の整数であり

、 z_2'' は、0～6の整数、例えば1～6の整数である）又は、 $-(CH_2)_{z_3''}-$ フェニレン $-(CH_2)_{z_4''}-$ （式中、 z_3'' は、0～6の整数、例えば1～6の整数であり、 z_4'' は、0～6の整数、例えば1～6の整数である）である。かかる C_{1-6} アルキレン基は、直鎖であっても、分枝鎖であってもよいが、好ましくは直鎖である。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が、好ましくは非置換である。

[0161] 好ましい態様において、 $Z^{1''}$ は、 C_{1-6} アルキレン基又は $-(CH_2)_{z_3''}-$ フェニレン $-(CH_2)_{z_4''}-$ 、好ましくは $-(CH_2)_{z_4''}-$ である。 $Z^{1''}$ がかかる基である場合、光耐性、特に紫外線耐性がより高くなり得る。

[0162] 別の好ましい態様において、上記 $Z^{1''}$ は、 C_{1-3} アルキレン基である。一の態様において、 $Z^{1''}$ は、 $-CH_2CH_2CH_2-$ であり得る。別の態様において、 $Z^{1''}$ は、 $-CH_2CH_2-$ であり得る。

[0163] 上記 $R^{2,2''}$ 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性基である。

[0164] 上記 $R^{2,2''}$ は、好ましくは、各出現においてそれぞれ独立して、加水分解性基である。

[0165] 上記 $R^{2,2''}$ は、好ましくは、各出現においてそれぞれ独立して、 $-OR^j$ 、 $-OCOR^j$ 、 $-O-N=CR^{j_2}$ 、 $-NR^{j_2}$ 、 $-NHR^j$ 、 $-NCO$ 、又はハロゲン（これら式中、 R^j 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 $-OR^j$ （即ち、アルコキシ基）である。 R^j 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^j は、メチル基であり、別の態様において、 R^j は、エチル基である。

- [0166] 上記 R^{23} 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、上記加水分解性基を除く 1 価の有機基である。
- [0167] 上記 R^{23} 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。
- [0168] 上記 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、上記 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。尚、 q_1 と r_1 の合計は、 $(S i R^{22} q_1 R^{23} r_1)$ 単位において、3 である。
- [0169] 上記 q_1 は、 $(S i R^{22} q_1 R^{23} r_1)$ 単位毎にそれぞれ独立して、好ましくは 1～3 の整数であり、より好ましくは 2～3、さらに好ましくは 3 である。
- [0170] 上記 $R^{22'}$ 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性基である。
- [0171] $R^{22'}$ は、好ましくは、各出現においてそれぞれ独立して、加水分解性基である。
- [0172] $R^{22'}$ は、好ましくは、各出現においてそれぞれ独立して、 $-OR^j$ 、 $-COR^j$ 、 $-O-N=CR^{j_2}$ 、 $-NR^{j_2}$ 、 $-NHR^j$ 、 $-NCO$ 、又はハロゲン（これら式中、 R^j 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 $-OR^j$ （即ち、アルコキシ基）である。 R^j 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^j は、メチル基であり、別の態様において、 R^j は、エチル基である。
- [0173] 上記 $R^{23'}$ 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、上記加水分解性基を除く 1 価の有機基である。

- [0174] $R^{2'3'}$ 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。
- [0175] 上記 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。尚、 p' 、 q_1' と r_1' の合計は、 $(S i R^{2'1'}_{p_1'} R^{2'2'}_{q_1'} R^{2'3'}_{r_1'})$ 単位において、3である。
- [0176] 一の態様において、 p_1' は、0である。
- [0177] 一の態様において、 p_1' は、 $(S i R^{2'1'}_{p_1'} R^{2'2'}_{q_1'} R^{2'3'}_{r_1'})$ 単位毎にそれぞれ独立して、1～3の整数、2～3の整数、又は3であってもよい。好ましい態様において、 p_1' は、3である。
- [0178] 一の態様において、 q_1' は、 $(S i R^{2'1'}_{p_1'} R^{2'2'}_{q_1'} R^{2'3'}_{r_1'})$ 単位毎にそれぞれ独立して、1～3の整数であり、好ましくは2～3の整数、より好ましくは3である。
- [0179] 一の態様において、 p_1' は0であり、 q_1' は、 $(S i R^{2'1'}_{p_1'} R^{2'2'}_{q_1'} R^{2'3'}_{r_1'})$ 単位毎にそれぞれ独立して、1～3の整数であり、好ましくは2～3の整数、さらに好ましくは3である。
- [0180] 上記 $R^{2'2'}$ 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性基である。
- [0181] $R^{2'2'}$ は、好ましくは、各出現においてそれぞれ独立して、加水分解性基である。
- [0182] $R^{2'2'}$ は、好ましくは、各出現においてそれぞれ独立して、 $-OR^j$ 、 $-OCOR^j$ 、 $-O-N=CR^j_2$ 、 $-NR^j_2$ 、 $-NHR^j$ 、 $-NCO$ 、又はハロゲン（これら式中、 R^j 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 $-OR^j$ （即ち、アルコキシ基）である。 R^j 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^j は、メチル基であり、別の態様において、 R^j は、エチル基である。

[0183] 上記 R^{23} 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、上記加水分解性基を除く1価の有機基である。

[0184] R^{23} 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。

[0185] 上記 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。尚、 p_1 、 q_1 と r_1 の合計は、 $(SiR^{21}_{p_1}R^{22}_{q_1}R^{23}_{r_1})$ 単位において、3である。

[0186] 一の態様において、 p_1 は、0である。

[0187] 一の態様において、 p_1 は、 $(SiR^{21}_{p_1}R^{22}_{q_1}R^{23}_{r_1})$ 単位毎にそれぞれ独立して、1～3の整数、2～3の整数、又は3であってもよい。好ましい態様において、 p_1 は、3である。

[0188] 一の態様において、 q_1 は、 $(SiR^{21}_{p_1}R^{22}_{q_1}R^{23}_{r_1})$ 単位毎にそれぞれ独立して、1～3の整数であり、好ましくは2～3の整数、より好ましくは3である。

[0189] 一の態様において、 p_1 は0であり、 q_1 は、 $(SiR^{21}_{p_1}R^{22}_{q_1}R^{23}_{r_1})$ 単位毎にそれぞれ独立して、1～3の整数であり、好ましくは2～3の整数、さらに好ましくは3である。

[0190] 上記式中、 R^{b1} 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性基である。

[0191] 上記 R^{b1} は、好ましくは、各出現においてそれぞれ独立して、加水分解性基である。

[0192] 上記 R^{b1} は、好ましくは、各出現においてそれぞれ独立して、 $-OR^j$ 、 $-OCOR^j$ 、 $-O-N=CR^{j_2}$ 、 $-NR^{j_2}$ 、 $-NHR^j$ 、 $-NCO$ 、又はハロゲン（これら式中、 R^j 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 $-OR^j$ （即ち、アルコキシ基）である。 R^j 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^j は、メチル基であり、別の態様において、 R^j は、エチル基である。

[0193] 上記式中、 R^{o1} 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、上記加水分解性基を除く1価の有機基である。

[0194] 上記 R^{o1} 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。

[0195] 上記 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。尚、 k_1 、 l_1 と m_1 の合計は、 $(SiR^{a1}_{k1}R^{b1}_{l1}R^{c1}_{m1})$ 単位において、3である。

[0196] 一の態様において、 k_1 は、 $(SiR^{a1}_{k1}R^{b1}_{l1}R^{c1}_{m1})$ 単位毎にそれぞれ独立して、1～3の整数であり、好ましくは2又は3、より好ましくは3である。好ましい態様において、 k_1 は、3である。

[0197] 上記式(1)及び(2)において、 R^{si} が式(S3)で表される基である場合、好ましくは、式(1)及び式(2)の末端部分において、水酸基又は加水分解性基が結合した Si 原子が少なくとも2つ存在する。

[0198] 好ましい態様において、式(S3)で表される基は、 $-Z^1-SiR^{22}_{q1}R^{23}_{r1}$ （式中、 q_1 は、1～3の整数であり、好ましくは2又は3、より好ましくは3であり、 r_1 は、0～2の整数である。）、 $-Z^{1'}-SiR^{22'}_{q1'}R^{23'}_{r1'}$ （式中、 q_1' は、1～3の整数であり、好ましくは2又は3、より好ましくは3であり、 r_1' は、0～2の整数である。）、又は $-Z^{1''}-SiR^{22''}_{q1''}R^{23''}_{r1''}$ （式中、 q_1'' は、1～3の整数であり、好ましくは2又は3、より好ましくは3であり、 r_1'' は、0～2の整数である。）

のいずれか1つを有する。 Z^1 、 $Z^{1'}$ 、 $Z^{1''}$ 、 R^{22} 、 R^{23} 、 $R^{22'}$ 、 $R^{23'}$ 、 $R^{22''}$ 、及び $R^{23''}$ は、上記と同意義である。

[0199] 好ましい態様において、式(S3)において、 $R^{21'}$ が存在する場合、少なくとも1つの、好ましくは全ての $R^{21'}$ において、 q_1'' は、1～3の整数であり、好ましくは2又は3、より好ましくは3である。

[0200] 好ましい態様において、式(S3)において、 R^{21} が存在する場合、少なくとも1つの、好ましくは全ての R^{21} において、 p_1' は、0であり、 q_1' は、1～3の整数であり、好ましくは2又は3、より好ましくは3である。

[0201] 好ましい態様において、式(S3)において、 R^{a1} が存在する場合、少なくとも1つの、好ましくは全ての R^{a1} において、 p_1 は、0であり、 q_1 は、1～3の整数であり、好ましくは2又は3、より好ましくは3である。

[0202] 好ましい態様において、式(S3)において、 k_1 は2又は3、好ましくは3であり、 p_1 は0であり、 q_1 は2又は3、好ましくは3である。

[0203] R^{d1} は、各出現においてそれぞれ独立して、 $-Z^2-CR^{31}_{p2}R^{32}_{q2}R^{33}_{r2}$ である。

[0204] Z^2 は、各出現においてそれぞれ独立して、単結合、酸素原子又は2価の有機基である。尚、以下 Z^2 として記載する構造は、右側が $(CR^{31}_{p2}R^{32}_{q2}R^{33}_{r2})$ に結合する。

[0205] 好ましい態様において、 Z^2 は、2価の有機基である。

[0206] 上記 Z^2 は、好ましくは、 C_{1-6} アルキレン基、 $-(CH_2)_{z5}-O-(CH_2)_{z6}-$ (式中、 z_5 は、0～6の整数、例えば1～6の整数であり、 z_6 は、0～6の整数、例えば1～6の整数である)又は、 $-(CH_2)_{z7}-$ フェニレン- $(CH_2)_{z8}-$ (式中、 z_7 は、0～6の整数、例えば1～6の整数であり、 z_8 は、0～6の整数、例えば1～6の整数である)である。かかる C_{1-6} アルキレン基は、直鎖であっても、分枝鎖であってもよいが、好ましくは直鎖である。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が、好ましくは非置換である。

[0207] 好ましい態様において、 Z^2 は、 C_{1-6} アルキレン基又は $-(CH_2)_{z7}-$ フェニレン $-(CH_2)_{z8}-$ 、好ましくは $-(CH_2)_{z8}-$ である。 Z^2 がかかる基である場合、光耐性、特に紫外線耐性がより高くなり得る。

[0208] 別の好ましい態様において、上記 Z^2 は、 C_{1-3} アルキレン基である。一の態様において、 Z^2 は、 $-CH_2CH_2CH_2-$ であり得る。別の態様において、 Z^2 は、 $-CH_2CH_2-$ であり得る。

[0209] R^{31} は、各出現においてそれぞれ独立して、 $-Z^{2'}-CR^{32'}_{q2'}R^{33'}_{r2'}$ である。

[0210] $Z^{2'}$ は、各出現においてそれぞれ独立して、単結合、酸素原子又は2価の有機基である。尚、以下 $Z^{2'}$ として記載する構造は、右側が $(CR^{32'}_{q2'}R^{33'}_{r2'})$ に結合する。

[0211] 上記 $Z^{2'}$ は、好ましくは、 C_{1-6} アルキレン基、 $-(CH_2)_{z5'}-O-(CH_2)_{z6'}-$ （式中、 $z5'$ は、0～6の整数、例えば1～6の整数であり、 $z6'$ は、0～6の整数、例えば1～6の整数である）又は、 $-(CH_2)_{z7'}-フェニレン-(CH_2)_{z8'}-$ （式中、 $z7'$ は、0～6の整数、例えば1～6の整数であり、 $z8'$ は、0～6の整数、例えば1～6の整数である）である。かかる C_{1-6} アルキレン基は、直鎖であっても、分枝鎖であってもよいが、好ましくは直鎖である。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が、好ましくは非置換である。

[0212] 好ましい態様において、 $Z^{2'}$ は、 C_{1-6} アルキレン基又は $-(CH_2)_{z7'}-フェニレン-(CH_2)_{z8'}-$ 、好ましくは $-(CH_2)_{z8'}-$ である。 $Z^{2'}$ がかかる基である場合、光耐性、特に紫外線耐性がより高くなり得る。

[0213] 別の好ましい態様において、上記 $Z^{2'}$ は、 C_{1-3} アルキレン基である。一の

態様において、 $Z^{2'}$ は、 $-CH_2CH_2CH_2-$ であり得る。別の態様において、 $Z^{2'}$ は、 $-CH_2CH_2-$ であり得る。

[0214] 上記 $R^{32'}$ は、各出現においてそれぞれ独立して、 $-Z^3-SiR^{34}_{n2}R^{35}_{3-n2}$ である。

[0215] 上記 Z^3 は、各出現においてそれぞれ独立して、単結合、酸素原子又は2価の有機基である。尚、以下 Z^3 として記載する構造は、右側が $(SiR^{34}_{n2}R^{35}_{3-n2})$ に結合する。

[0216] 一の態様において、 Z^3 は酸素原子である。

[0217] 一の態様において、 Z^3 は2価の有機基である。

[0218] 上記 Z^3 は、好ましくは、 C_{1-6} アルキレン基、 $-(CH_2)_{z5''}-O-(CH_2)_{z6''}-$ (式中、 $z5''$ は、0～6の整数、例えば1～6の整数であり、 $z6''$ は、0～6の整数、例えば1～6の整数である) 又は、 $-(CH_2)_{z7''}-$ フェニレン $-(CH_2)_{z8''}-$ (式中、 $z7''$ は、0～6の整数、例えば1～6の整数であり、 $z8''$ は、0～6の整数、例えば1～6の整数である) である。かかる C_{1-6} アルキレン基は、直鎖であっても、分枝鎖であってもよいが、好ましくは直鎖である。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が、好ましくは非置換である。

[0219] 好ましい態様において、 Z^3 は、 C_{1-6} アルキレン基又は $-(CH_2)_{z7''}-$ フェニレン $-(CH_2)_{z8''}-$ 、好ましくは $-(CH_2)_{z8''}-$ である。 Z^3 がかかる基である場合、光耐性、特に紫外線耐性がより高くなり得る。

[0220] 別の好ましい態様において、上記 Z^3 は、 C_{1-3} アルキレン基である。一の態様において、 Z^3 は、 $-CH_2CH_2CH_2-$ であり得る。別の態様において、 Z^3 は、 $-CH_2CH_2-$ であり得る。

[0221] 上記 R^{34} 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性基である。

[0222] R^{34} は、好ましくは、各出現においてそれぞれ独立して、加水分解性基である。

[0223] R^{34} は、好ましくは、各出現においてそれぞれ独立して、 $-OR^j$ 、 $-OCOR^j$ 、 $-O-N=CR^{j_2}$ 、 $-NR^{j_2}$ 、 $-NHR^j$ 、 $-NCO$ 、又はハロゲン（これら式中、 R^j 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 $-OR^j$ （即ち、アルコキシ基）である。 R^j 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^j は、メチル基であり、別の態様において、 R^j は、エチル基である。

[0224] 上記 R^{35} 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、上記加水分解性基を除く1価の有機基である。

[0225] 上記 R^{35} 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。

[0226] 上記式中、 n_2 は、 $(SiR^{34}_{n_2}R^{35}_{3-n_2})$ 単位毎にそれぞれ独立して、0～3の整数である。ただし、 R^{Si} が式（S4）で表される基である場合、式（1）及び式（2）の末端部分において、 n_2 が1～3である $(SiR^{34}_{n_2}R^{35}_{3-n_2})$ 単位が少なくとも1つ存在する。即ち、かかる末端部分において、すべての n_2 が同時に0になることはない。換言すれば、式（1）及び式（2）の末端部分において、水酸基又は加水分解性基が結合した Si 原子が少なくとも1つ存在する。

[0227] n_2 は、 $(SiR^{34}_{n_2}R^{35}_{3-n_2})$ 単位毎にそれぞれ独立して、好ましくは1～3の整数であり、より好ましくは2～3、さらに好ましくは3である。

[0228] 上記 $R^{33'}$ 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、上記加水分解性基を除く1価の有機基である。

[0229] 上記 $R^{33'}$ において、1 価の有機基は、好ましくは C_{1-20} アルキル基又は $-(C_s H_{2s})_{t1}-(O-C_s H_{2s})_{t2}$ (式中、 s は、1～6 の整数、好ましくは 2～4 の整数であり、 $t1$ は 1 又は 0、好ましくは 0 であり、 $t2$ は、1～20 の整数、好ましくは 2～10 の整数、より好ましくは 2～6 の整数である。) であり、より好ましくは C_{1-20} アルキル基、さらに好ましくは C_{1-6} アルキル基、特に好ましくはメチル基である。

[0230] 一の態様において、 $R^{33'}$ は、水酸基である。

[0231] 別の態様において、 $R^{33'}$ は、1 価の有機基、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} アルキル基である。

[0232] 上記 $q2'$ は、各出現においてそれぞれ独立して、0～3 の整数であり、上記 $r2'$ は、各出現においてそれぞれ独立して、0～3 の整数である。尚、 $q2'$ と $r2'$ の合計は、 $(CR^{32'}_{q2'} R^{33'}_{r2'})$ 単位において、3 である。

[0233] $q2'$ は、 $(CR^{32'}_{q2'} R^{33'}_{r2'})$ 単位毎にそれぞれ独立して、好ましくは 1～3 の整数であり、より好ましくは 2～3、さらに好ましくは 3 である。

[0234] R^{32} は、各出現においてそれぞれ独立して、 $-Z^3-SiR^{34}_{n2}R^{35}_{3-n2}$ である。かかる $-Z^3-SiR^{34}_{n2}R^{35}_{3-n2}$ は、上記 $R^{32'}$ における記載と同意義である。

[0235] 上記 R^{33} 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 1 価の有機基である。かかる 1 価の有機基は、上記加水分解性基を除く 1 価の有機基である。

[0236] 上記 R^{33} において、1 価の有機基は、好ましくは C_{1-20} アルキル基又は $-(C_s H_{2s})_{t1}-(O-C_s H_{2s})_{t2}$ (式中、 s は、各出現においてそれぞれ独立して、1～6 の整数、好ましくは 2～4 の整数であり、 $t1$ は 1 又は 0、好ましくは 0 であり、 $t2$ は、1～20 の整数、好ましくは 2～10 の整数、より好ましくは 2～6 の整数である。) であり、より好ましくは C_{1-20} アルキル基、さらに好ましくは C_{1-6} アルキル基、特に好ましくはメチル基で

ある。

[0237] 一の態様において、 R^{33} は、水酸基である。

[0238] 別の態様において、 R^{33} は、1価の有機基、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} アルキル基である。

[0239] 上記 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。尚、 p_2 、 q_2 及び r_2 の合計は、 $(CR^{31}_{p_2}R^{32}_{q_2}R^{33}_{r_2})$ 単位において、3である。

[0240] 一の態様において、 p_2 は、0である。

[0241] 一の態様において、 p_2 は、 $(CR^{31}_{p_2}R^{32}_{q_2}R^{33}_{r_2})$ 単位毎にそれぞれ独立して、1～3の整数、2～3の整数、又は3であってもよい。好ましい態様において、 p_2 は、3である。

[0242] 一の態様において、 q_2 は、 $(CR^{31}_{p_2}R^{32}_{q_2}R^{33}_{r_2})$ 単位毎にそれぞれ独立して、1～3の整数であり、好ましくは2～3の整数、より好ましくは3である。

[0243] 一の態様において、 p_2 は0であり、 q_2 は、 $(CR^{31}_{p_2}R^{32}_{q_2}R^{33}_{r_2})$ 単位毎にそれぞれ独立して、1～3の整数であり、好ましくは2～3の整数、さらに好ましくは3である。

[0244] 上記 R^{e1} は、各出現においてそれぞれ独立して、 $-Z^3-SiR^{34}_{n_2}R^{35}_{3-n_2}$ である。かかる $-Z^3-SiR^{34}_{n_2}R^{35}_{3-n_2}$ は、上記 $R^{32'}$ における記載と同意義である。

[0245] 上記 R^{f1} 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、上記加水分解性基を除く1価の有機基である。

[0246] 上記 R^{f1} において、1価の有機基は、好ましくは C_{1-20} アルキル基又は $-(C_sH_{2s})_{t_1}-(O-C_sH_{2s})_{t_2}$ （式中、 s は、1～6の整数、好ましくは2～4の整数であり、 t_1 は1又は0、好ましくは0であり、 t_2 は、1～20の整数、好ましくは2～10の整数、より好ましくは2～6の整数で

ある。)であり、より好ましくは C_{1-20} アルキル基、さらに好ましくは C_{1-6} アルキル基、特に好ましくはメチル基である。

[0247] 一の態様において、 R^{f1} は、水酸基である。

[0248] 別の態様において、 R^{f1} は、1価の有機基、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} アルキル基である。

[0249] 上記 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。尚、 k_2 、 l_2 及び m_2 の合計は、 $(C R^{d1}_{k_2} R^{e1}_{l_2} R^{f1}_{m_2})$ 単位において、3である。

[0250] 上記式(1)及び(2)において、 R^{Si} が式(S4)で表される基である場合、好ましくは、式(1)及び式(2)の末端部分において、水酸基又は加水分解性基が結合した Si 原子が少なくとも2つ存在する。

[0251] 一の態様において、 R^{Si} が式(S4)で表される基である場合、 n_2 が1～3、好ましくは2又は3、より好ましくは3である($Si R^{34}_{n_2} R^{35}_{3-n_2}$)単位は、式(1)及び式(2)の各末端部分において、2個以上、例えば2～27個、好ましくは2～9個、より好ましくは2～6個、さらに好ましくは2～3個、特に好ましくは3個存在する。

[0252] 好ましい態様において、式(S4)において、 $R^{32'}$ が存在する場合、少なくとも1つの、好ましくは全ての $R^{32'}$ において、 n_2 は、1～3の整数であり、好ましくは2又は3、より好ましくは3である。

[0253] 好ましい態様において、式(S4)において、 R^{32} が存在する場合、少なくとも1つの、好ましくは全ての R^{32} において、 n_2 は、1～3の整数であり、好ましくは2又は3、より好ましくは3である。

[0254] 好ましい態様において、式(S4)において、 R^{e1} が存在する場合、少なくとも1つの、好ましくは全ての R^{e1} において、 n_2 は、1～3の整数であり、好ましくは2又は3、より好ましくは3である。

[0255] 好ましい態様において、式(S4)において、 k_2 は0であり、 l_2 は2又は3、好ましくは3であり、 n_2 は、2又は3、好ましくは3である。

[0256] 上記 R^{g1} 及び R^{h1} は、各出現においてそれぞれ独立して、 $-Z^4-SiR^{11}_{n1}R^{12}_{3-n1}$ 、 $-Z^4-SiR^{a1}_{k1}R^{b1}_{l1}R^{c1}_{m1}$ 、 $-Z^4-CR^{d1}_{k2}R^{e1}_{l2}R^{f1}_{m2}$ である。ここに、 R^{11} 、 R^{12} 、 R^{a1} 、 R^{b2} 、 R^{c1} 、 R^{d1} 、 R^{e1} 、 R^{f1} 、 $n1$ 、 $k1$ 、 $l1$ 、 $m1$ 、 $k2$ 、 $l2$ 、及び $m2$ は、上記と同意義である。

[0257] 好ましい態様において、 R^{g1} 及び R^{h1} は、それぞれ独立して、 $-Z^4-SiR^{11}_{n1}R^{12}_{3-n1}$ である。

[0258] 上記 Z^4 は、各出現においてそれぞれ独立して、単結合、酸素原子又は2価の有機基である。尚、以下 Z^4 として記載する構造は、右側が $(SiR^{11}_{n1}R^{12}_{3-n1})$ に結合する。

[0259] 一の態様において、 Z^4 は酸素原子である。

[0260] 一の態様において、 Z^4 は2価の有機基である。

[0261] 上記 Z^4 は、好ましくは、 C_{1-6} アルキレン基、 $-(CH_2)_{z5''}-O-(CH_2)_{z6''}-$ （式中、 $z5''$ は、0～6の整数、例えば1～6の整数であり、 $z6''$ は、0～6の整数、例えば1～6の整数である）又は、 $-(CH_2)_{z7''}-$ フェニレン- $(CH_2)_{z8''}-$ （式中、 $z7''$ は、0～6の整数、例えば1～6の整数であり、 $z8''$ は、0～6の整数、例えば1～6の整数である）である。かかる C_{1-6} アルキレン基は、直鎖であっても、分枝鎖であってもよいが、好ましくは直鎖である。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が、好ましくは非置換である。

[0262] 好ましい態様において、 Z^4 は、 C_{1-6} アルキレン基又は $-(CH_2)_{z7''}-$ フェニレン- $(CH_2)_{z8''}-$ 、好ましくは $-(CH_2)_{z8''}-$ フェニレン- $(CH_2)_{z8''}-$ である。 Z^3 がかかる基である場合、光耐性、特に紫外線耐性がより高くなり得る。

[0263] 別の好ましい態様において、上記 Z^4 は、 C_{1-3} アルキレン基である。一の態様において、 Z^4 は、 $-CH_2CH_2CH_2-$ であり得る。別の態様において

、 Z^4 は、 $-CH_2CH_2-$ であり得る。

[0264] 一の態様において、 R^{Si} は、式 (S 2)、(S 3)、(S 4) 又は (S 5) で表される基である。これらの化合物は、高い表面滑り性を有する表面処理層を形成することができる。

[0265] 一の態様において、 R^{Si} は、式 (S 3)、(S 4) 又は (S 5) で表される基である。これらの化合物は、一の末端に複数の加水分解性基を有することから、基材に強く密着し、高い摩耗耐久性を有する表面処理層を形成することができる。

[0266] 一の態様において、 R^{Si} は、式 (S 3) 又は (S 4) で表される基である。これらの化合物は、一の末端に、一の Si 原子又は C 原子から分岐した複数の加水分解性基を有し得ることから、さらに高い摩耗耐久性を有する表面処理層を形成することができる。

[0267] 一の態様において、 R^{Si} は、式 (S 1) で表される基である。

[0268] 一の態様において、 R^{Si} は、式 (S 2) で表される基である。

[0269] 一の態様において、 R^{Si} は、式 (S 3) で表される基である。

[0270] 一の態様において、 R^{Si} は、式 (S 4) で表される基である。

[0271] 一の態様において、 R^{Si} は、式 (S 5) で表される基である。

[0272] 上記式 (1) 及び (2) において、 X^A は、主に撥水性及び表面滑り性等を提供するフルオロポリエーテル部 (R^{F1} 及び R^{F2}) と基材との結合能を提供する部 (R^{Si}) とを連結するリンカーと解される。従って、当該 X^A は、式 (1) 及び (2) 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、いずれの基であってもよい。

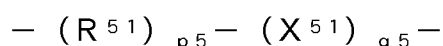
[0273] 上記式 (1) において、 α は1～9の整数であり、 β は1～9の整数である。これら α 及び β は、 X^A の価数に応じて変化し得る。 α 及び β の和は、 X^A の価数と同じである。例えば、 X^A が10価の有機基である場合、 α 及び β の和は10であり、例えば α が9かつ β が1、 α が5かつ β が5、又は α が1かつ β が9となり得る。また、 X^A が2価の有機基である場合、 α 及び β は1である。

- [0274] 上記式（２）において、 γ は１～９の整数である。 γ は、 X^A の価数に応じて変化し得る。即ち、 γ は、 X^A の価数から１を引いた値である。
- [0275] X^A は、それぞれ独立して、単結合又は２～１０価の有機基であり；
- [0276] 上記 X^A における２～１０価の有機基は、好ましくは２～８価の有機基である。一の態様において、かかる２～１０価の有機基は、好ましくは２～４価の有機基であり、より好ましくは２価の有機基である。別の態様において、かかる２～１０価の有機基は、好ましくは３～８価の有機基、より好ましくは３～６価の有機基である。
- [0277] 一の態様において、 X^A は、単結合又は２価の有機基であり、 α は１であり、 β は１である。
- [0278] 一の態様において、 X^A は、単結合又は２価の有機基であり、 γ は１である。
- [0279] 一の態様において、 X^A は３～６価の有機基であり、 α は１であり、 β は２～５である。
- [0280] 一の態様において、 X^A は３～６価の有機基であり、 γ は２～５である。
- [0281] 一の態様において、 X^A は、３価の有機基であり、 α は１であり、 β は２である。
- [0282] 一の態様において、 X^A は、３価の有機基であり、 γ は２である。
- [0283] X^A が、単結合又は２価の有機基である場合、式（１）及び（２）は、下記式（１'）及び（２'）で表される。

[化11]



- [0284] 一の態様において、 X^A は単結合である。
- [0285] 別の態様において、 X^A は２価の有機基である。
- [0286] 一の態様において、 X^A としては、例えば、単結合又は下記式：



[式中：

R^{51} は、単結合、 $-(CH_2)_{s5}-$ 又は $o-$ 、 $m-$ もしくは p -フェニレン基を表し、好ましくは $-(CH_2)_{s5}-$ であり、

$s5$ 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^{51} は、 $-(X^{52})_{i5}-$ を表し、

X^{52} 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、 $-C(O)O-$ 、 $-Si(R^{53})_2-$ 、 $-(Si(R^{53})_2O)_{m5}-Si(R^{53})_2-$ 、 $-CONR^{54}-$ 、 $-O-CONR^{54}-$ 、 $-NR^{54}-$ 及び $-(CH_2)_{n5}-$ からなる群から選択される基を表し、

R^{53} 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^{54} は、各出現においてそれぞれ独立して、水素原子、フェニル基又は C_{1-6} アルキル基（好ましくはメチル基）を表し、

$m5$ 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、

$n5$ 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、

$i5$ 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、

$p5$ は、0又は1であり、

$q5$ は、0又は1であり、

ここに、 $p5$ 及び $q5$ の少なくとも一方は1であり、 $p5$ 又は $q5$ 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価の有機基が挙げられる。ここに、 X^A （典型的には 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。好まし

い態様において、 X^A は、これらの基により置換されていない。

[0287] 好ましい態様において、上記 X^A は、それぞれ独立して、 $-(R^{51})_{p5}-(X^{51})_{q5}-R^{52}-$ である。 R^{52} は、単結合、 $-(CH_2)_{t5}-$ 又は $o-$ 、 $m-$ もしくは $p-$ フェニレン基を表し、好ましくは $-(CH_2)_{t5}-$ である。 $t5$ 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^{52} （典型的には R^{52} 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。好ましい態様において、 R^{56} は、これらの基により置換されていない。

[0288] 好ましくは、上記 X^A は、それぞれ独立して、

単結合、

C_{1-20} アルキレン基、

$-R^{51}-X^{53}-R^{52}-$ 、又は

$-X^{54}-R^{52}-$

[式中、 R^{51} 及び R^{52} は、上記と同意義であり、

X^{53} は、

$-O-$ 、

$-S-$ 、

$-C(O)O-$ 、

$-CONR^{54}-$ 、

$-O-CONR^{54}-$ 、

$-Si(R^{53})_2-$ 、

$-(Si(R^{53})_2O)_{m5}-Si(R^{53})_2-$ 、

$-O-(CH_2)_{u5}-(Si(R^{53})_2O)_{m5}-Si(R^{53})_2-$ 、

$-O-(CH_2)_{u5}-Si(R^{53})_2-O-Si(R^{53})_2-CH_2CH_2-Si(R^{53})_2-O-Si(R^{53})_2-$ 、

$-O-(CH_2)_{u5}-Si(OCH_3)_2OSi(OCH_3)_2-$ 、

$-CONR^{54}-(CH_2)_{u5}-(Si(R^{53})_2O)_{m5}-Si(R^{53})_2-$ 、

$-\text{CONR}^{54}-(\text{CH}_2)_{u5}-\text{N}(\text{R}^{54})-$ 、又は
 $-\text{CONR}^{54}-(\text{o}-, \text{m}-\text{又は p}-\text{フェニレン})-\text{Si}(\text{R}^{53})_2-$
 (式中、 R^{53} 、 R^{54} 及び $m5$ は、上記と同意義であり、
 $u5$ 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。)を表し、

X^{54} は、
 $-\text{S}-$ 、
 $-\text{C}(\text{O})\text{O}-$ 、
 $-\text{CONR}^{54}-$ 、
 $-\text{O}-\text{CONR}^{54}-$ 、
 $-\text{CONR}^{54}-(\text{CH}_2)_{u5}-(\text{Si}(\text{R}^{54})_2\text{O})_{m5}-\text{Si}(\text{R}^{54})_2-$ 、
 $-\text{CONR}^{54}-(\text{CH}_2)_{u5}-\text{N}(\text{R}^{54})-$ 、又は
 $-\text{CONR}^{54}-(\text{o}-, \text{m}-\text{又は p}-\text{フェニレン})-\text{Si}(\text{R}^{54})_2-$
 (式中、各記号は、上記と同意義である。)

を表す。]

であり得る。

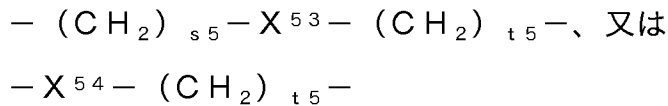
[0289] より好ましくは、上記 X^A は、それぞれ独立して、
 単結合、

C_{1-20} アルキレン基、
 $-(\text{CH}_2)_{s5}-\text{X}^{53}-$ 、
 $-(\text{CH}_2)_{s5}-\text{X}^{53}-(\text{CH}_2)_{t5}-$
 $-\text{X}^{54}-$ 、又は
 $-\text{X}^{54}-(\text{CH}_2)_{t5}-$

[式中、 X^{53} 、 X^{54} 、 $s5$ 及び $t5$ は、上記と同意義である。]
 である。

[0290] より好ましくは、上記 X^A は、それぞれ独立して、
 単結合、

C_{1-20} アルキレン基、

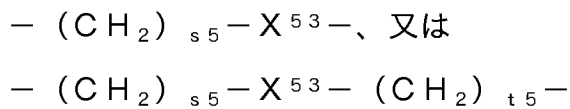


[式中、各記号は、上記と同意義である。]

であり得る。

[0291] 好ましい態様において、上記 X^A は、それぞれ独立して、
単結合

C_{1-20} アルキレン基、



[式中、

X^{53} は、 $-O-$ 、 $-CONR^{54}-$ 、又は $-O-CONR^{54}-$ であり、

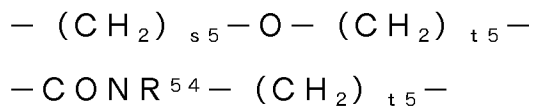
R^{54} は、各出現においてそれぞれ独立して、水素原子、フェニル基又は C_{1-6} アルキル基を表し、

$s5$ は、1～20の整数であり、

$t5$ は、1～20の整数である。]

であり得る。

[0292] 好ましい態様において、上記 X^A は、それぞれ独立して、



[式中、

R^{54} は、各出現においてそれぞれ独立して、水素原子、フェニル基又は C_{1-6} アルキル基を表し、

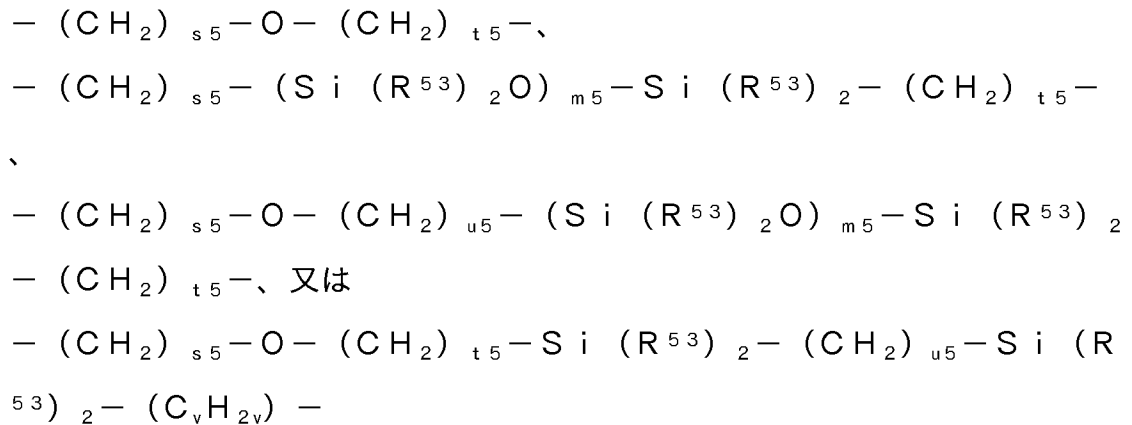
$s5$ は、1～20の整数であり、

$t5$ は、1～20の整数である。]

であり得る。

[0293] 一の態様において、上記 X^A は、それぞれ独立して、
単結合、

C_{1-20} アルキレン基、



[式中、 R^{53} 、 $m5$ 、 $s5$ 、 $t5$ 及び $u5$ は、上記と同意義であり、 $v5$ 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。

[0294] 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、 $-\text{CH}_2\text{CH}_2-$ 、 $-\text{CH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2-$ 、 $-\text{CH}(\text{CH}_3)-$ 、 $-\text{CH}(\text{CH}_3)\text{CH}_2-$ であり得る。

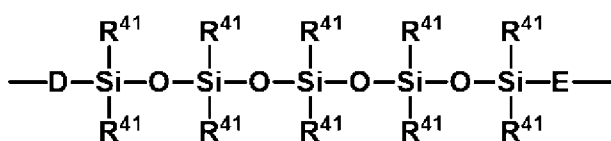
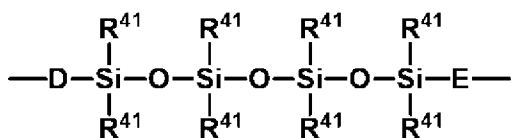
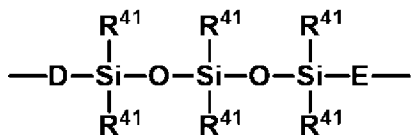
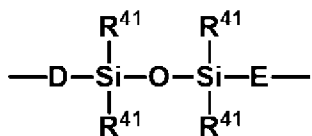
[0295] 上記 X^A は、それぞれ独立して、フッ素原子、 C_{1-3} アルキル基及び C_{1-3} フルオロアルキル基（好ましくは、 C_{1-3} パーフルオロアルキル基）から選択される1個又はそれ以上の置換基により置換されていてもよい。一の態様において、 X^A は、非置換である。

[0296] 尚、上記 X^A は、各式の左側が $\text{R}^{\text{F}1}$ 又は $\text{R}^{\text{F}2}$ に結合し、右側が R^{Si} に結合する。

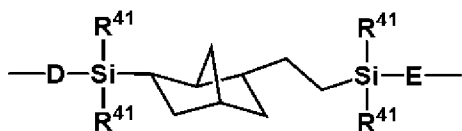
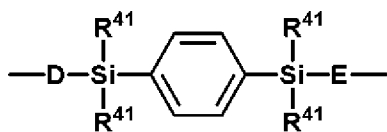
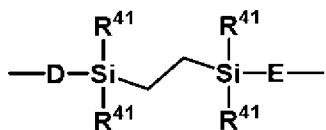
[0297] 一の態様において、 X^A は、それぞれ独立して、 $-\text{O}-\text{C}_{1-6}$ アルキレン基以外であり得る。

[0298] 別の態様において、 X^A としては、例えば下記の基が挙げられる：

[化12]

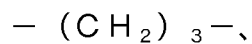
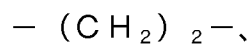
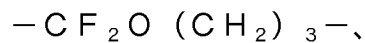
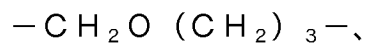
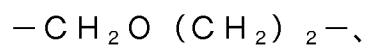


[化13]



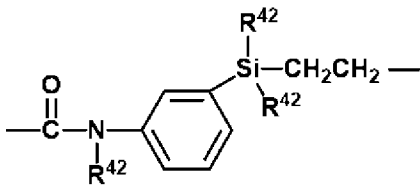
[式中、 R^{41} は、それぞれ独立して、水素原子、フェニル基、炭素数1～6のアルキル基、又は C_{1-6} アルコキシ基、好ましくはメチル基であり；

Dは、



$-(CH_2)_4-$ 、
 $-CONH-(CH_2)_3-$ 、
 $-CON(CH_3)-(CH_2)_3-$ 、
 $-CON(Ph)-(CH_2)_3-$ （式中、Phはフェニルを意味する）、及
 び

[化14]



（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、

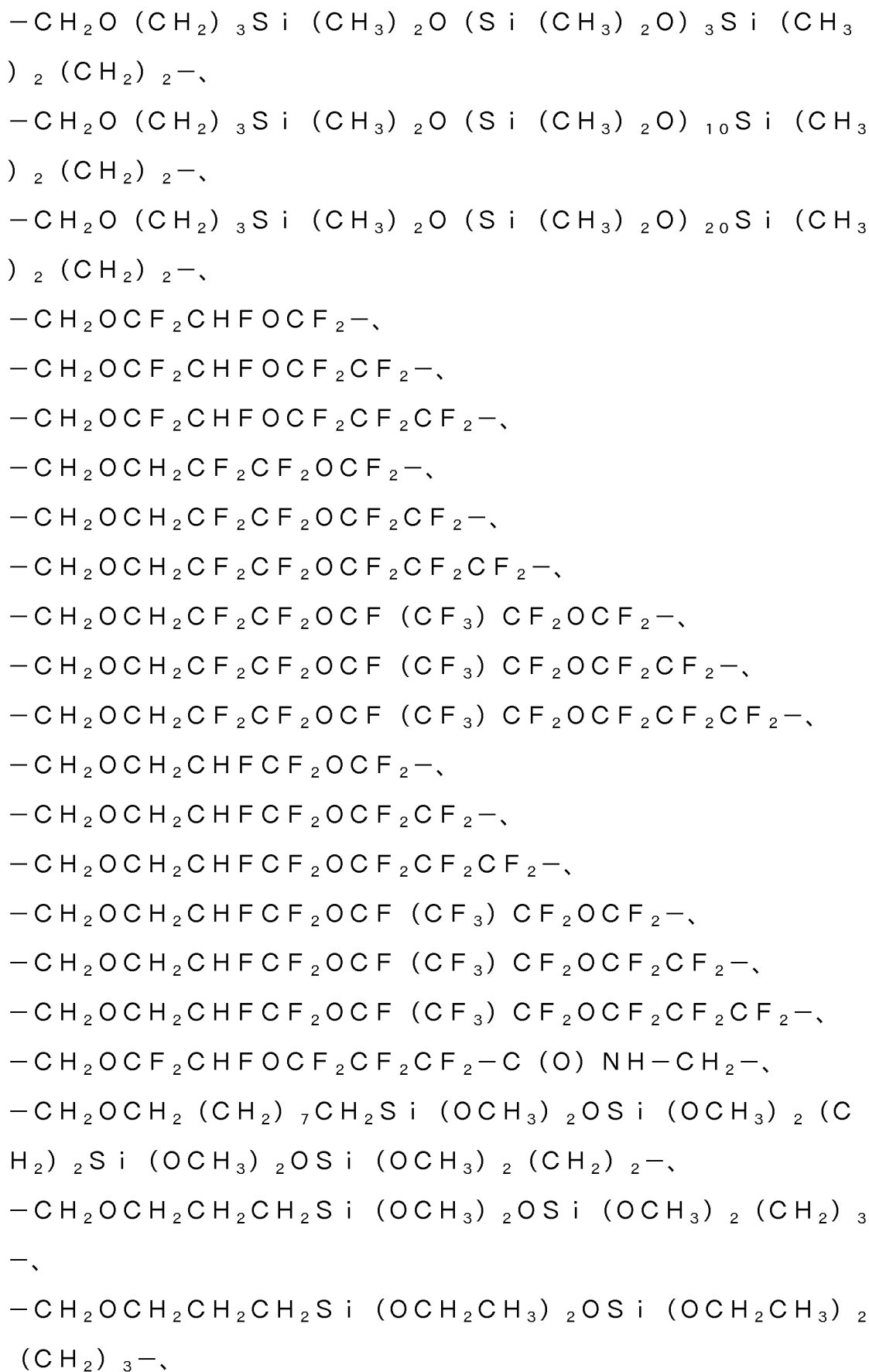
Eは、 $-(CH_2)_n-$ （ n は2～6の整数）であり、

Dは、分子主鎖の R^{F1} 又は R^{F2} に結合し、Eは、 R^{Si} に結合する。]

[0299] 上記 X^A の具体的な例としては、例えば：

単結合、

$-CH_2OCH_2-$ 、
 $-CH_2O(CH_2)_2-$ 、
 $-CH_2O(CH_2)_3-$ 、
 $-CH_2O(CH_2)_4-$ 、
 $-CH_2O(CH_2)_5-$ 、
 $-CH_2O(CH_2)_6-$ 、
 $-CH_2O(CH_2)_3Si(CH_3)_2OSi(CH_3)_2(CH_2)_2-$ 、
 $-CH_2O(CH_2)_3Si(CH_3)_2OSi(CH_3)_2OSi(CH_3)_2(CH_2)_2-$ 、
 $-CH_2O(CH_2)_3Si(CH_3)_2O(Si(CH_3)_2O)_2Si(CH_3)_2(CH_2)_2-$ 、



$$-\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Si}(\text{OCH}_3)_2\text{OSi}(\text{OCH}_3)_2(\text{CH}_2)_2$$

—

$$-\text{CH}_2\text{OCH}_2\text{CH}_2\text{CH}_2\text{Si}(\text{OCH}_2\text{CH}_3)_2\text{OSi}(\text{OCH}_2\text{CH}_3)_2$$
 $(CH_2)_2^-$ 、
$$-(CH_2)_2-Si(CH_3)_2-(CH_2)_2-$$
$$-\text{CH}_2-$$
$$-(\text{CH}_2)_2-$$
$$-(CH_2)_3-$$
$$-(CH_2)_4-$$
$$-(CH_2)_5-$$
$$-(\text{CH}_2)_6-$$

—CO—、

—CONH—、

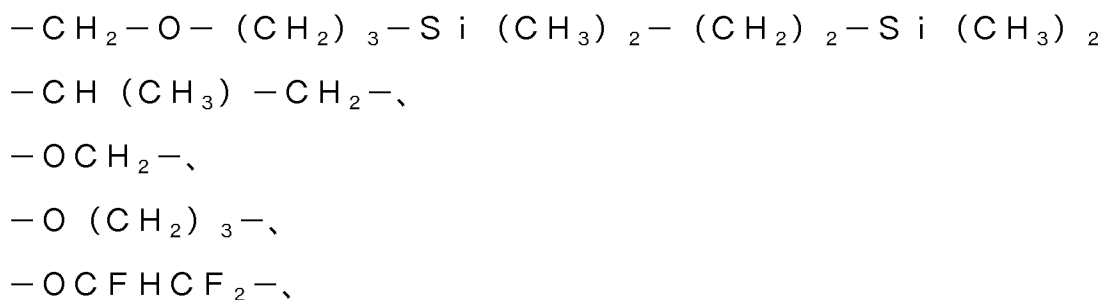
$$-\text{CONH}-\text{CH}_2-$$
$$-\text{CONH}-(\text{CH}_2)_2-$$
$$-\text{CONH}-(\text{CH}_2)_3-$$
$$-\text{CONH}-(\text{CH}_2)_4-$$
$$-\text{CONH}-(\text{CH}_2)_5-$$
$$-\text{CONH}-(\text{CH}_2)_6-$$
$$-\text{CON}(\text{CH}_3)-\text{CH}_2-$$
$$-\text{CON}(\text{CH}_3) - (\text{CH}_2)_2 -$$
$$-\text{CON}(\text{CH}_3) - (\text{CH}_2)_3 -$$
$$-\text{CON}(\text{CH}_3) - (\text{CH}_2)_4 -$$
$$-\text{CON}(\text{CH}_3) - (\text{CH}_2)_5 -$$
$$-\text{CON}(\text{CH}_3) - (\text{CH}_2)_6 -$$

—CON (Ph)—CH₂— (式中、Phはフェニルを意味する)、

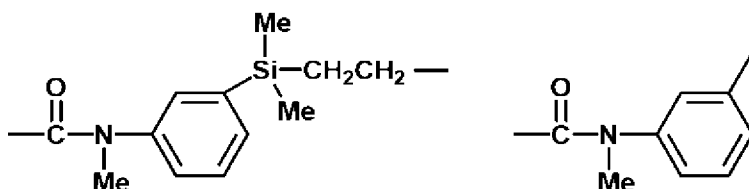
—CON (Ph) — (CH₂)₂— (式中、Phはフェニルを意味する)、

—CON(Ph)—(CH₂)₃—(式中、Phはフェニルを意味する)、

$-\text{CON}(\text{Ph})-(\text{CH}_2)_4-$ (式中、Phはフェニルを意味する)、
 $-\text{CON}(\text{Ph})-(\text{CH}_2)_5-$ (式中、Phはフェニルを意味する)、
 $-\text{CON}(\text{Ph})-(\text{CH}_2)_6-$ (式中、Phはフェニルを意味する)、
 $-\text{CONH}-(\text{CH}_2)_2\text{NH}(\text{CH}_2)_3-$ 、
 $-\text{CONH}-(\text{CH}_2)_6\text{NH}(\text{CH}_2)_3-$ 、
 $-\text{CH}_2\text{O}-\text{CONH}-(\text{CH}_2)_3-$ 、
 $-\text{CH}_2\text{O}-\text{CONH}-(\text{CH}_2)_6-$ 、
 $-\text{S}-(\text{CH}_2)_3-$ 、
 $-(\text{CH}_2)_2\text{S}(\text{CH}_2)_3-$ 、
 $-\text{CONH}-(\text{CH}_2)_3\text{Si}(\text{CH}_3)_2\text{OSi}(\text{CH}_3)_2(\text{CH}_2)_2-$ 、
 $-\text{CONH}-(\text{CH}_2)_3\text{Si}(\text{CH}_3)_2\text{OSi}(\text{CH}_3)_2\text{OSi}(\text{CH}_3)_2$
 $(\text{CH}_2)_2-$ 、
 $-\text{CONH}-(\text{CH}_2)_3\text{Si}(\text{CH}_3)_2\text{O}(\text{Si}(\text{CH}_3)_2\text{O})_2\text{Si}(\text{C}$
 $\text{H}_3)_2(\text{CH}_2)_2-$ 、
 $-\text{CONH}-(\text{CH}_2)_3\text{Si}(\text{CH}_3)_2\text{O}(\text{Si}(\text{CH}_3)_2\text{O})_3\text{Si}(\text{C}$
 $\text{H}_3)_2(\text{CH}_2)_2-$ 、
 $-\text{CONH}-(\text{CH}_2)_3\text{Si}(\text{CH}_3)_2\text{O}(\text{Si}(\text{CH}_3)_2\text{O})_{10}\text{Si}(\text{C}$
 $\text{H}_3)_2(\text{CH}_2)_2-$ 、
 $-\text{CONH}-(\text{CH}_2)_3\text{Si}(\text{CH}_3)_2\text{O}(\text{Si}(\text{CH}_3)_2\text{O})_{20}\text{Si}(\text{C}$
 $\text{H}_3)_2(\text{CH}_2)_2-$ 、
 $-\text{C}(\text{O})\text{O}-(\text{CH}_2)_3-$ 、
 $-\text{C}(\text{O})\text{O}-(\text{CH}_2)_6-$ 、
 $-\text{CH}_2-\text{O}-(\text{CH}_2)_3-\text{Si}(\text{CH}_3)_2-(\text{CH}_2)_2-\text{Si}(\text{CH}_3)_2$
 $-(\text{CH}_2)_2-$ 、
 $-\text{CH}_2-\text{O}-(\text{CH}_2)_3-\text{Si}(\text{CH}_3)_2-(\text{CH}_2)_2-\text{Si}(\text{CH}_3)_2$
 $-\text{CH}(\text{CH}_3)-$ 、
 $-\text{CH}_2-\text{O}-(\text{CH}_2)_3-\text{Si}(\text{CH}_3)_2-(\text{CH}_2)_2-\text{Si}(\text{CH}_3)_2$
 $-(\text{CH}_2)_3-$ 、



[化15]



などが挙げられる。

[0300] さらに別の態様において、 X^A は、それぞれ独立して、式： $-(R^{16})_{x1}-(CFR^{17})_{y1}-(CH_2)_{z1}-$ で表される基である。式中、 $x1$ 、 $y1$ 及び $z1$ は、それぞれ独立して、0～10の整数であり、 $x1$ 、 $y1$ 及び $z1$ 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。

[0301] 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^{18} は、酸素原子又は2価の極性基である。

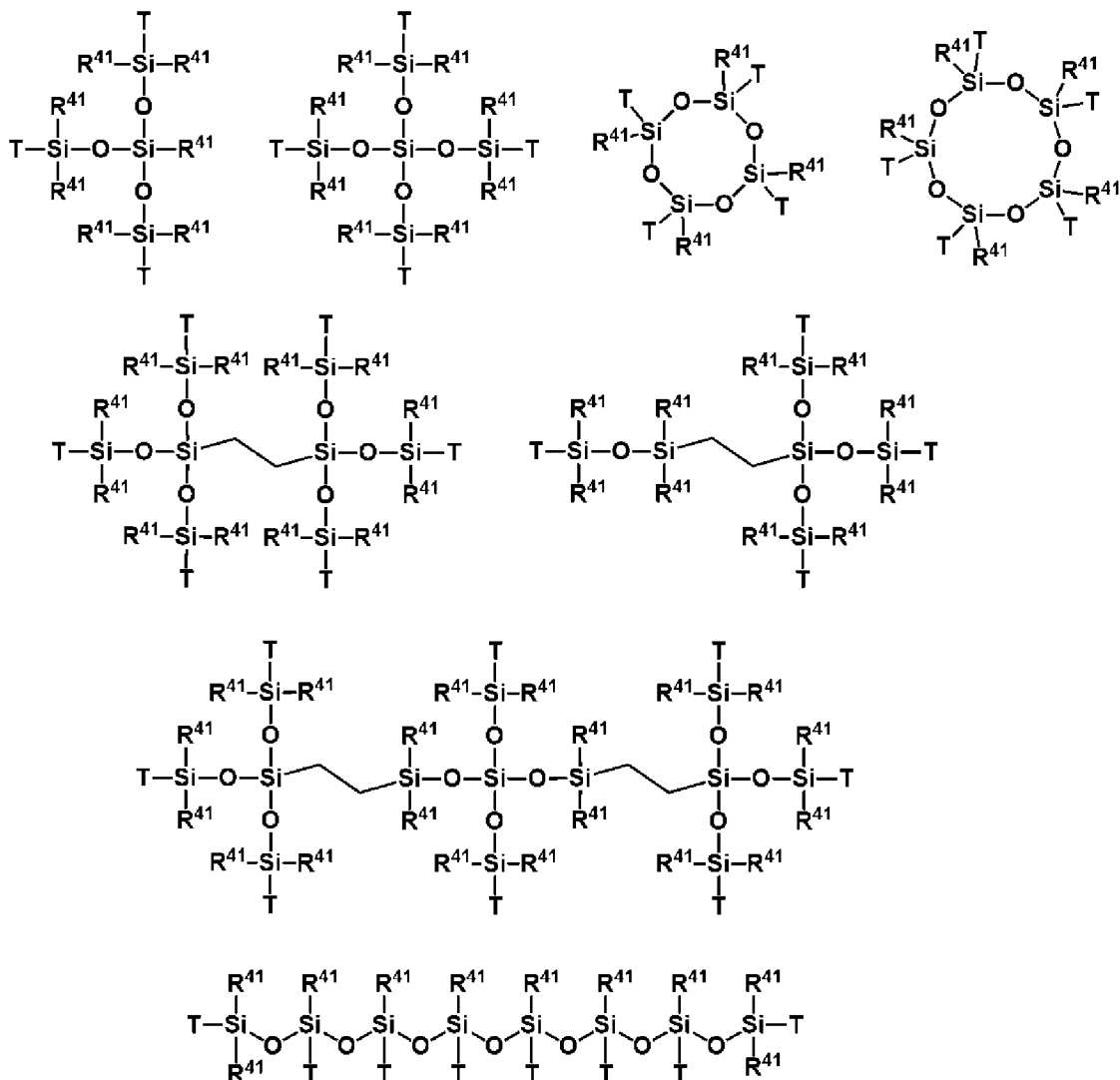
[0302] 上記「2価の極性基」としては、特に限定されないが、 $-C(O)-$ 、 $-C(=NR^{19})-$ 、及び $-C(O)NR^{19}-$ （これらの式中、 R^{19} は、水素原子又は低級アルキル基を表す）が挙げられる。当該「低級アルキル基」は、例えば、炭素数1～6のアルキル基、例えばメチル、エチル、*n*-プロピルであり、これらは、1個又はそれ以上のフッ素原子により置換されていてもよい。

[0303] 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。

[0304] さらに別の態様において、 X^A の例として、下記の基が挙げられる：

[化16]



[式中、

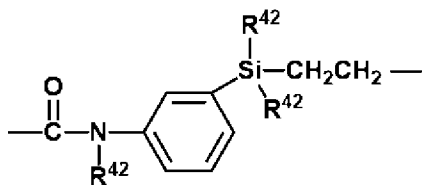
R^{41} は、それぞれ独立して、水素原子、フェニル基、炭素数 1 ～ 6 のアルキル基、又は C_{1-6} アルコキシ基好ましくはメチル基であり；

各 X^A 基において、Tのうち任意のいくつかは、分子主鎖の R^{F1} 又は R^{F2} に結合する以下の基：

$-CH_2O(CH_2)_2-$

$-\text{CH}_2\text{O}(\text{CH}_2)_3-$ 、
 $-\text{CF}_2\text{O}(\text{CH}_2)_3-$ 、
 $-(\text{CH}_2)_2-$ 、
 $-(\text{CH}_2)_3-$ 、
 $-(\text{CH}_2)_4-$ 、
 $-\text{CONH}-(\text{CH}_2)_3-$ 、
 $-\text{CON}(\text{CH}_3)-(\text{CH}_2)_3-$ 、
 $-\text{CON}(\text{Ph})-(\text{CH}_2)_3-$ （式中、Phはフェニルを意味する）、又
 は

[化17]



[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。]

であり、別のTのいくつかは、分子主鎖の R^{Si} に結合し、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} アルコキシ基又はラジカル捕捉基又は紫外線吸収基である。

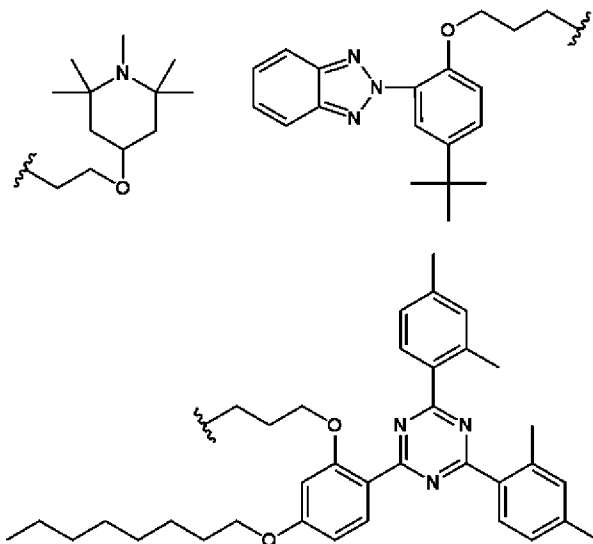
[0305] ラジカル捕捉基は、光照射で生じるラジカルを捕捉できるものであれば特に限定されないが、例えばベンゾフェノン類、ベンゾトリアゾール類、安息香酸エステル類、サリチル酸フェニル類、クロトン酸類、マロン酸エステル類、オルガノアクリレート類、ヒンダードアミン類、ヒンダードフェノール類、又はトリアジン類の残基が挙げられる。

[0306] 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。

[0307] 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、以下の式で表される基が挙げられる。

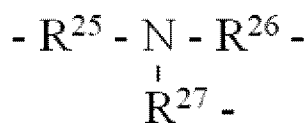
[化18]



[0308] この態様において、 X^A は、それぞれ独立して、3～10価の有機基であり得る。

[0309] さらに別の態様において、 X^A の例として、下記の基が挙げられる：

[化19]



[式中、 R^{25} 、 R^{26} 及び R^{27} は、それぞれ独立して2～6価の有機基であり、

R^{25} は、少なくとも1つの R^{F1} に結合し、 R^{26} 及び R^{27} は、それぞれ、少なくとも1つの R^{Si} に結合する。]

[0310] 一の態様において、上記 R^{25} は、単結合、 C_{1-20} アルキレン基、 C_{3-20} シクロアルキレン基、 C_{5-20} アリーレン基、 $-R^{57}-X^{58}-R^{59}-$ 、 $-X^{58}-R^{59}-$ 、又は $-R^{57}-X^{58}-$ である。上記、 R^{57} 及び R^{59} は、それぞれ独立して、単結合、 C_{1-20} アルキレン基、 C_{3-20} シクロアルキレン基、又はC

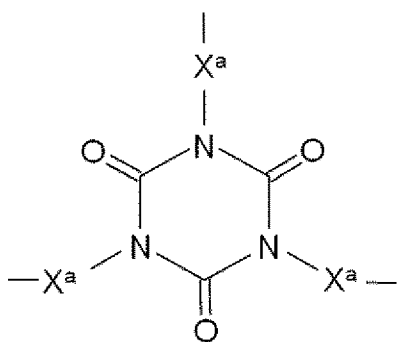
$_{5-20}$ アリーレン基である。上記 X^{58} は、 $-O-$ 、 $-S-$ 、 $-CO-$ 、 $-O-CO-$ 又は $-COO-$ である。

[0311] 一の態様において、上記 R^{26} 及び R^{27} は、それぞれ独立して、炭化水素、又は炭化水素の端又は主鎖中にN、O及びSから選択される少なくとも1つの原子を有する基であり、好ましくは、 C_{1-6} アルキル基、 $-R^{36}-R^{37}-R^{36}-$ 、 $-R^{36}-CHR^{38}_2-$ などが挙げられる。ここに、 R^{36} は、それぞれ独立して、単結合又は炭素数1～6のアルキル基、好ましくは炭素数1～6のアルキル基である。 R^{37} は、N、O又はSであり、好ましくはN又はOである。 R^{38} は、 $-R^{45}-R^{46}-R^{45}-$ 、 $-R^{46}-R^{45}-$ 又は $-R^{45}-R^{46}-$ である。ここに、 R^{45} は、それぞれ独立して、炭素数1～6のアルキル基である。 R^{46} は、N、O又はSであり、好ましくはOである。

[0312] この態様において、 X^A は、それぞれ独立して、3～10価の有機基であり得る。

[0313] さらに別の態様において、 X^A の例として、下記：

[化20]



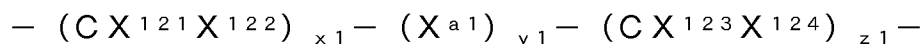
[式中、 X^A は、単結合または2価の有機基である。]

で表される基が挙げられる

[0314] 上記 X^A は、イソシアヌル環に直接結合する単結合または二価の連結基である。 X^A としては、単結合、アルキレン基、または、エーテル結合、エステル結合、アミド結合及びスルフィド結合からなる群より選択される少なくとも1種の結合を含む二価の基が好ましく、単結合、炭素数1～10のアルキレン基、または、エーテル結合、エステル結合、アミド結合及びスルフィド結

合からなる群より選択される少なくとも 1 種の結合を含む炭素数 1 ～ 10 の二価の有機基がより好ましい。

[0315] X^a としては、下記式：



(式中、 $X^{121} \sim X^{124}$ は、それぞれ独立して、H、F、OH、または、 $-OSi(OR^{121})_3$ (式中、3つの R^{121} は、それぞれ独立して、炭素数 1 ～ 4 のアルキル基である。)であり、

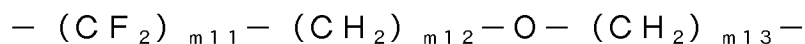
上記 X^{a1} は、 $-C(=O)NH-$ 、 $-NHC(=O)-$ 、 $-O-$ 、 $-C(=O)O-$ 、 $-OC(=O)-$ 、 $-OC(=O)O-$ 、または、 $-NHC(=O)NH-$ であり (各結合の左側が $CX^{121}X^{122}$ に結合する。)、

$x1$ は 0 ～ 10 の整数であり、 $y1$ は 0 または 1 であり、 $z1$ は 1 ～ 10 の整数である。)

で表される基が更に好ましい。

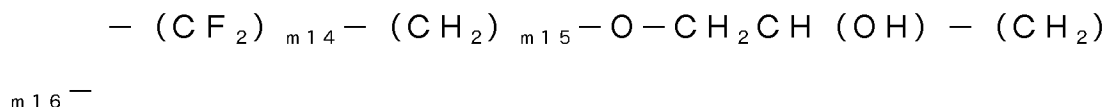
[0316] 上記 X^{a1} としては、 $-O-$ または $-C(=O)O-$ が好ましい。

[0317] 上記 X^a としては、下記式：



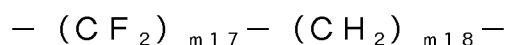
(式中、 $m11$ は 1 ～ 3 の整数であり、 $m12$ は 1 ～ 3 の整数であり、 $m13$ は 1 ～ 3 の整数である。)

で表される基、



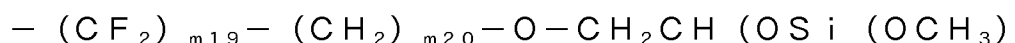
(式中、 $m14$ は 1 ～ 3 の整数であり、 $m15$ は 1 ～ 3 の整数であり、 $m16$ は 1 ～ 3 の整数である。)

で表される基、



(式中、 $m17$ は 1 ～ 3 の整数であり、 $m18$ は 1 ～ 3 の整数である。)

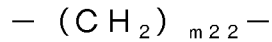
で表される基、





(式中、 m_{19} は1～3の整数であり、 m_{20} は1～3の整数であり、 m_{21} は1～3の整数である。)

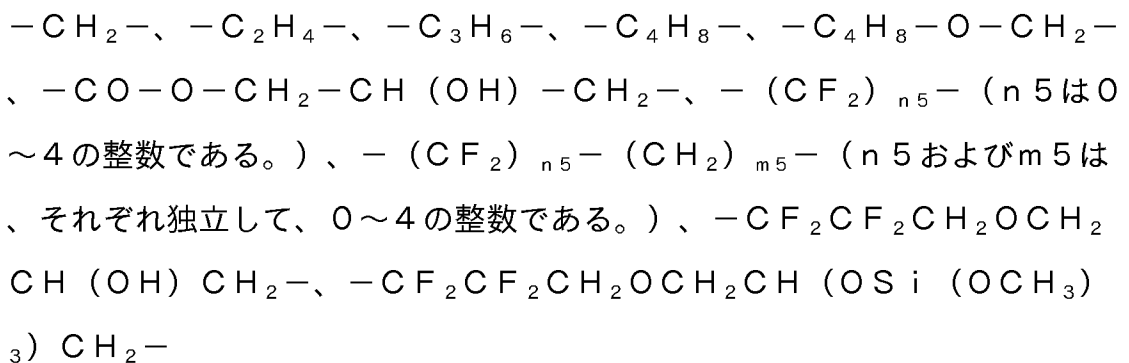
で表される基、または、



(式中、 m_{22} は1～3の整数である。)

で表される基が特に好ましい。

[0318] 上記 X^a として、特に限定されないが、具体的には、



等が挙げられる。

[0319] この態様において、 X^A は、それぞれ独立して、2又は3価の有機基であり得る。

[0320] 上記式(1)又は式(2)で表される含フッ素シラン化合物は、特に限定されるものではないが、 $5 \times 10^2 \sim 1 \times 10^5$ の平均分子量を有し得る。かかる範囲のなかでも、2,000～32,000、より好ましくは2,500～12,000の平均分子量を有することが、摩耗耐久性の観点から好ましい。なお、かかる「平均分子量」は、数平均分子量を言い、「平均分子量」は、 $^{19}F-NMR$ により測定される値とする。

[0321] 上記式(1)又は(2)で表される含フッ素シラン化合物の含有率は、上記含フッ素シラン化合物の合計100質量%中、好ましくは90質量%以上100質量%以下、より好ましくは95質量%以上100質量%以下であり得る。

[0322] 上記フルオロポリエーテル基含有シラン化合物の含有率は、上記表面処理

剤100質量%中、好ましくは0.02～40.0質量%、より好ましくは0.02～30.0質量%、さらに好ましくは0.04～25.0質量%、特に好ましくは0.05～20.0質量%であり得る。上記フルオロポリエーテル基含有シラン化合物の含有量を上記の範囲にすることにより、より高い撥水撥油性を得ることができる。

本開示の組成物において、不揮発分は、組成物の全量から溶媒を除いた部分としてよい。

[0323] 上記含フッ素シラン化合物の含有率は、上記表面処理剤100質量%中、好ましくは0.02～40.0質量%、より好ましくは0.02～30.0質量%、さらに好ましくは0.04～25.0質量%、特に好ましくは0.05～20.0質量%であり得る。上記含フッ素シラン化合物の含有量を上記の範囲にすることにより、より高い撥水撥油性を得ることができる。

[0324] 上記表面処理剤は、溶媒をさらに含んでいてもよい。溶媒を含むことにより、組成物の取り扱い性が良好になる。このような組成物を用いて層を形成すると、形成された層は連続した薄膜となり得る。また、このような組成物は、任意の膜厚の薄膜の形成に寄与し得る。

[0325] 上記溶媒としては、特に限定されないが、例えば、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）；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）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）7100）、パーフルオロブチルエチル

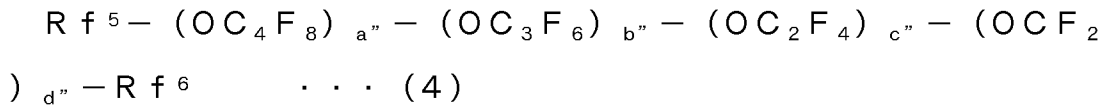
エーテル ($C_4F_9OC_2H_5$) (例えば、住友スリーエム株式会社製の Nov e c (商標) 7200)、パーフルオロヘキシルメチルエーテル ($C_2F_5CF(OC_2H_5)C_3F_7$) (例えば、住友スリーエム株式会社製の Nov e c (商標) 7300) などのアルキルパーフルオロアルキルエーテル (パーフルオロアルキル基およびアルキル基は直鎖または分枝状であってよい)、あるいは $CF_3CH_2OCF_2CHF_2$ (例えば、旭硝子株式会社製の アサヒクリン (登録商標) AE-3000) など。これらの溶媒は、単独で、または、2種以上の混合物として用いることができる。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 ($C_4F_9OC_2H_5$) および／また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。

[0326] 上記溶媒の沸点 (大気圧下) は、好ましくは $105^{\circ}C$ 未満、より好ましくは $90^{\circ}C$ 以下、さらに好ましくは $80^{\circ}C$ 以下であり得る。上記溶媒が上記の範囲の沸点を有することにより、本開示の表面処理剤を基材に適用した際に、加熱などを加えることなく比較的容易に気化し、表面処理工程に要する時間およびエネルギーを小さくすることができる。かかる沸点の下限は特に限定されないが、例えば $30^{\circ}C$ 以上、好ましくは $50^{\circ}C$ 以上であり得る。

[0327] 上記溶剤の含有量は、上記表面処理剤の合計 100 質量%中、好ましくは $50 \sim 99.7$ 質量%、より好ましくは $60 \sim 99.7$ 質量%、さらに好ましくは $70 \sim 99.7$ 質量%、特に好ましくは $80 \sim 99.7$ 質量%であり得る。

[0328] 本開示の表面処理剤は、さらに、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)、アルコール類、触媒、界面活性剤、重合禁止剤、増感剤等を含み得る。尚、他の成分は、上記した含フッ素シラン化合物および溶媒とは異なる成分である。

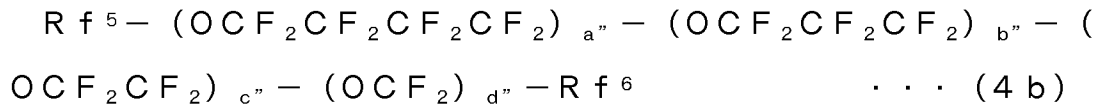
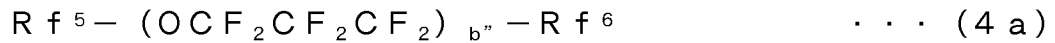
[0329] 含フッ素オイルとしては、特に限定されるものではないが、例えば、以下の一般式（４）で表される化合物（パーフルオロ（ポリ）エーテル化合物）が挙げられる。



式中、 $R f^5$ 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 C_{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、 $R f^6$ 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 C_{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、 $R f^5$ および $R f^6$ 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３０より大きく、好ましくは４０～３００、より好ましくは５０～３００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、 $-(OC_4F_8)-$ は、 $-(OCF_2CF_2CF_2CF_2)-$ 、 $-(OCF(CF_3)CF_2CF_2)-$ 、 $-(OCF_2CF(CF_3)CF_2)-$ 、 $-(OCF_2CF_2CF(CF_3))-$ 、 $-(OC(CF_3)_2CF_2)-$ 、 $-(OCF_2C(CF_3)_2)-$ 、 $-(OCF(CF_3)CF(CF_3))-$ 、 $-(OCF(C_2F_5)CF_2)-$ 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く、好ましくは $-(OCF_2CF_2CF_2)-$ である。 $-(OC_2F_4)-$ 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。

[0330] 上記一般式（４）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（４ a）および（４ b）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。



これら式中、 $R f^5$ および $R f^6$ は上記の通りであり；式（４ a）において、 b'' は１以上１００以下の整数であり；式（４ b）において、 a'' および b'' は、それぞれ独立して０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。

[0331] また、別の観点から、含フッ素オイルは、一般式 $R f^3 - F$ （式中、 $R f^3$ 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。

[0332] 上記含フッ素オイルは、好ましくは１０００以上、より好ましくは１５００以上、さらに好ましくは２０００以上の数平均分子量を有していてもよい。また、上記含フッ素オイルは、好ましくは３００００以下、より好ましくは２００００以下、さらに好ましくは１００００以下の数平均分子量を有していてもよい。含フッ素オイルの分子量は、GPCを用いて測定し得る。

[0333] 上記含フッ素オイルは、上記表面処理剤に対して、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、本開示の表面処理剤は、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、また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。

[0334] 一の態様において、含フッ素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、高い摩耗耐久性および高い表面滑り性を有する硬化物を形成できる。

[0335] 含フッ素オイルは、本開示の表面処理剤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。

[0336] 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以下の直鎖状また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およ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。

[0337] 本開示の表面処理剤中、かかるシリコンオイルは、上記本開示の含フッ素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。

[0338] 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。

[0339] 上記アルコール類としては、例えば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1～6のアルコール、例えば、メタノール、エタノール、i s o -プロパノール、t e r t -ブタノール、 $\text{CF}_3\text{CH}_2\text{OH}$ 、 $\text{CF}_3\text{CF}_2\text{CH}_2\text{OH}$ 、 $(\text{CF}_3)_2\text{CHOH}$ が挙げられる。これらのアルコール類を表面処理剤に添加することにより、表面処理剤の安定性を向上させ、また、含フッ素シラン化合物と溶媒の相溶性を改善させる。

[0340] 上記アルコール類は、表面処理剤中、上記金属化合物に対して、モル比で、好ましくは0.1～5倍、より好ましくは0.5～3倍、さらに好ましくは0.8～1.2倍の量で含まれる。アルコール類の含有割合を上記の範囲

とすることにより、表面処理層の安定性をより向上させることができる。

[0341] 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。

[0342] 触媒は、本開示の含フッ素シラン化合物の加水分解および脱水縮合を促進し、本開示の表面処理剤により形成される層の形成を促進する。

[0343] 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。

[0344] 本開示によれば、反射防止膜を備える基材の新たな表面処理方法を提供し得、一態様において、反射防止膜を備える基材において、基材の透明性を維持し、表面処理層の耐久性、特に耐摩耗性を良好なものとすることができる。そのため、本開示の表面処理方法は、各種の基材、例えば、電子デバイスにおける基材に好ましく用いられ得る。

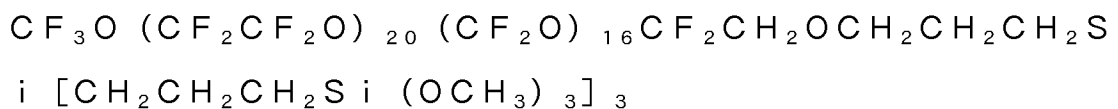
[0345] かかる電子デバイスとしては、スマートフォン、タブレット、ノートPC、カメラ等のポータブル端末装置；スマートウォッチ等のウェアラブルデバイス；テレビ、液晶ディスプレイ、有機ELディスプレイ、無機ELディスプレイ等の表示装置が挙げられる。

実施例

[0346] 以下の実施例により本発明を更に具体的に説明するが、本発明はこれらに限定されない。

[0347] 製造例 1

下記式（平均組成）：



で示される含フッ素化合物を、濃度20wt%になるようにハイドロフルオロエーテル（スリーエム社製、ノベックHFE7200）に溶解させて表面処理剤を

調製した。

[0348] 反射防止 (AR) 層を有する基材 (以下、「AR 基材」ともいう) として、ガラス基材/ Si_3N_4 / SiO_2 / Si_3N_4 / SiO_2 / Si_3N_4 / SiO_2 の構成を有するAR 基材 (AR 1 基材) およびガラス基材/ Si_3N_4 / SiO_2 / Si_3N_4 / SiO_2 / Si_3N_4 / SiO_2 の構成を有するAR 基材 (AR 2 基材) を用いた。

[0349] 比較例 1

optorun社製1300φ蒸着装置を用い、AR 1 基材に対し表面平滑化処理および SiO_2 成膜のいずれも実施せずに表面処理剤のみを蒸着した。

[0350] 実施例 1 ～ 3

optorun社製1300φ蒸着装置を用い、AR 1 基材に対し SiO_2 成膜を実施せず、表 1 に示す条件でAr ガスによるプラズマ処理のみを実施した上で表面処理剤を蒸着した。

[0351] 実施例 4 ～ 14

optorun社製1300φ蒸着装置を用い、AR 1 基材に対し表 1 に示す条件でAr ガスによるプラズマ処理および SiO_2 成膜を実施した上で表面処理剤を蒸着した。

[0352] 比較例 2

shincron社製1900φ蒸着装置を用い、AR 2 基材に対し表面平滑化処理および SiO_2 成膜のいずれも実施せずに表面処理剤のみを蒸着した。

[0353] 実施例 15

shincron社製1900φ蒸着装置を用い、AR 2 基材に対し SiO_2 成膜を実施せず、表 1 に示す条件で O_2 ガスによるプラズマ処理のみを実施した上で表面処理剤を蒸着した。

[0354] 実施例 16 ～ 21

shincron社製1900φ蒸着装置を用い、AR 2 基材に対し表 1 に示す条件で O_2 ガスによるプラズマ処理および SiO_2 成膜を実施した上で表面処理剤を蒸着した。

[0355] 処理を実施した基材について、以下の評価を行った。

<耐摩耗性>

表面処理層を形成した基材を水平配置し、スチールウール（番手#0000、寸法10mm×10mm）を表面処理層の露出上面に接触させ、その上に1,000gfの荷重を付与し、その後、荷重を加えた状態でスチールウールを往復させた（距離：30mm（往復）、速度：60rpm）。一定の往復回数毎に水の静的接触角（度）を測定した。接触角の測定値が95度未満となった時点で評価を中止した。測定値が95度未満となった時点の往復回数を下記表に示す。

<光学特性>

表面処理層を形成した基材をヘイズメーターNDH 7000SP（日本電色工業株式会社）にて、ISO14782に準拠して透過率を計測した。

[0356] 下記にその結果を示す。表中、「－」は、測定データが存在しないことを示す。

[0357]

[表1]

実験例	AR基材	プラズマ照射					SiO ₂ を含む層		耐摩耗性	光学特性	
		ガス種	ガス流量	電圧	電流	時間	PVD装置	膜厚		透過率	差分 ^{※1}
			(sccm)	(V)	(A)	(秒)		(nm)			
比較例 1	AR1	実施せず					実施せず	0	2k	94.5	0.0
実施例 1	AR1	Ar	44	150	5	120	optorun 1300φ	-	3k	94.5	0.0
実施例 2	AR1	Ar	44	160	5	120	optorun 1300φ	-	3k	94.4	-0.1
実施例 3	AR1	Ar	44	160	6	120	optorun 1300φ	-	4k	94.4	-0.1
実施例 4	AR1	Ar	44	160	6	120	optorun 1300φ	4	6k	94.2	-0.3
実施例 5	AR1	Ar	44	160	6	240	optorun 1300φ	4	6k	94.4	-0.1
実施例 6	AR1	Ar	44	160	6	360	optorun 1300φ	4	10k	94.3	-0.2
実施例 7	AR1	Ar	44	160	6	480	optorun 1300φ	4	12k	94.3	-0.2
実施例 8	AR1	Ar	44	160	6	600	optorun 1300φ	4	10k	93.9	-0.6
実施例 9	AR1	Ar	44	160	6	650	optorun 1300φ	4	10k	93.9	-0.6
実施例 1 0	AR1	Ar	44	160	6	700	optorun 1300φ	4	6k	93.5	-1.0
実施例 1 1	AR1	Ar	44	160	6	480	optorun 1300φ	1	10k	94.5	0.0
実施例 1 2	AR1	Ar	44	160	6	480	optorun 1300φ	3	12k	94.2	-0.3
実施例 1 3	AR1	Ar	44	160	6	480	optorun 1300φ	5	12k	94.0	-0.5
実施例 1 4	AR1	Ar	44	160	6	480	optorun 1300φ	6	10k	93.3	-1.2
比較例 2	AR2	実施せず					実施せず	0	1k	95.0	0.0
実施例 1 5	AR2	O ₂	50	100	0.5	180	shincron 1900φ	-	2k	94.9	-0.1
実施例 1 6	AR2	O ₂	50	100	0.5	180	shincron 1900φ	1	4k	94.8	-0.2
実施例 1 7	AR2	O ₂	50	100	0.5	180	shincron 1900φ	3	6k	94.8	-0.2
実施例 1 8	AR2	O ₂	50	100	0.5	240	shincron 1900φ	3	5k	95.2	0.2
実施例 1 9	AR2	O ₂	50	100	0.5	400	shincron 1900φ	3	6k	94.5	-0.5
実施例 2 0	AR2	O ₂	50	100	0.5	600	shincron 1900φ	3	8k	94.2	-0.8
実施例 2 1	AR2	O ₂	50	100	0.5	600	shincron 1900φ	5	4k	93.8	-1.2

[0358] 実施例 4～14 および 16～21 では、AR 基材に対して、プラズマ処理を実施した後に、SiO₂を含む層を形成し、表面処理層をさらに形成しており、耐摩耗性が良好であるとともに、透明性が良好であり、光学特性にも優れる基材がえられたことが確認された。

[0359] 特に、プロセスガスを Ar としてプラズマ照射することで表面平滑化処理を実施した実施例 4～14 では、プラズマ照射時間を 700 秒以下とすることで、耐摩耗性及び光学特性に優れる基材が得られることが確認された。また、実施例 4～14 では、SiO₂を含む層の厚さが 1～6 nm となる範囲で特に良好な耐摩耗性及び光学特性が得られることが確認された。

[0360] 一方、プロセスガスを O₂ としてプラズマ照射することで表面平滑化処理を実施した実施例 18～23 では、プラズマ照射時間を 180～600 秒とす

ることで、耐摩耗性及び光学特性に優れる基材が得られることが確認された。また、実施例 16～21 では、 SiO_2 を含む層の厚さが 1～3 nm となる範囲で特に良好な耐摩耗性及び光学特性が得られることが確認された。

産業上の利用可能性

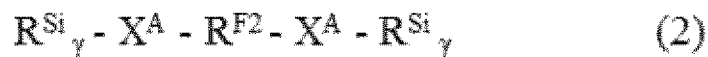
[0361] 本開示によれば、反射防止膜を備える基材の新たな表面処理方法を提供し得、一態様において、反射防止膜を備える基材において、基材の透明性を維持し、表面処理層の耐久性、特に耐摩耗性を良好なものとすることができる。そのため、本開示の表面処理方法は、各種の基材、例えば、電子デバイスの基材に好ましく用いられ得る。

請求の範囲

- [請求項1] 反射防止膜を備える基材の処理方法であって、
反射防止膜の表面の少なくとも一部の領域を平滑にする処理を実施すること、
前記反射防止膜の表面の少なくとも一部の領域を平滑にする処理後の反射防止膜の表面に SiO_2 を含む層を形成すること、および、
前記 SiO_2 を含む層の表面の少なくとも一部の領域に表面処理剤を適用して、表面処理層を形成すること、を含む、処理方法。
- [請求項2] 前記 SiO_2 を含む層の表面の算術平均粗さ R_{a1} は、前記反射防止膜の表面の算術平均粗さ R_{a0} の 60% 以下である、請求項 1 に記載の処理方法。
- [請求項3] 前記反射防止膜の表面の少なくとも一部の領域を平滑にする処理は、イオンクリーニング処理である、請求項 1 又は 2 に記載の処理方法。
- [請求項4] 前記反射防止膜の表面の少なくとも一部の領域を平滑にする処理および SiO_2 を含む層の形成は、前記 SiO_2 を含む層の表面の OH 基量 C_1 が、前記反射防止膜の表面の少なくとも一部の領域を平滑にする処理前の前記反射防止膜の表面の OH 基量 C_0 の 1.4 倍以上となるように実施される、請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の処理方法。
- [請求項5] 前記反射防止膜の表面の少なくとも一部の領域を平滑にする処理は、プラズマ照射により実施され、
前記プラズマ照射における電圧が 140 V 以上である、請求項 1 ～ 4 のいずれか 1 項に記載の処理方法。
- [請求項6] 前記反射防止膜の表面の少なくとも一部の領域を平滑にする処理は、プラズマ照射により実施され、
前記プラズマ照射におけるガス流量が 40 sccm 以上である、請求項 1 ～ 5 のいずれか 1 項に記載の処理方法。

- [請求項7] 前記反射防止膜の表面の少なくとも一部の領域を平滑にする処理は、プラズマ照射により実施され、
前記プラズマ照射における電流が0.3 A以上である、請求項1～6のいずれか1項に記載の処理方法。
- [請求項8] 前記反射防止膜の表面の少なくとも一部の領域を平滑にする処理は、プラズマ照射により実施され、
前記プラズマ照射におけるプラズマ照射時間が、100～700秒である、請求項1～7のいずれか1項に記載の処理方法。
- [請求項9] 前記SiO₂を含む層は、蒸着により形成される、請求項1～8のいずれか1項に記載の処理方法。
- [請求項10] 前記表面処理剤は、含フッ素シラン化合物を含む、請求項1～9のいずれか1項に記載の処理方法。
- [請求項11] 前記含フッ素シラン化合物は、下記式(1)または(2)：

[化1]



[式中：

R^{F1}は、各出現においてそれぞれ独立して、R^{f1}－R^F－O_q－またはフルオロアルキル基であり；

R^{F2}は、－R^{f2}_p－R^F－O_q－またはフルオロアルキレン基であり；

R^{f1}は、各出現においてそれぞれ独立して、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C₁₋₁₆アルキル基であり；

R^{f2}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C₁₋₆アルキレン基であり；

R^Fは、各出現においてそれぞれ独立して、2価のフルオロポリエーテル基であり；

p は、0 又は 1 であり；

q は、各出現においてそれぞれ独立して、0 又は 1 であり；

R^{Si} は、各出現においてそれぞれ独立して、水酸基、加水分解性基、水素原子又は 1 価の有機基が結合した Si 原子を含む 1 価の基であり；

少なくとも 1 つの R^{Si} は、水酸基又は加水分解性基が結合した Si 原子を含む 1 価の基であり；

X^A は、それぞれ独立して、単結合又は 2 ～ 10 価の有機基であり；

α は、1 ～ 9 の整数であり；

β は、1 ～ 9 の整数であり；

γ は、それぞれ独立して、1 ～ 9 の整数である。]

で表される少なくとも 1 種の含フッ素シラン化合物を含む、請求項 10 に記載の処理方法。

[請求項 12] 前記反射防止膜の表面の少なくとも一部の領域を平滑にする処理は、プラズマ照射により実施され、

前記プラズマ照射における電圧は、100 V 以上 180 V 以下であり、

前記プラズマ照射におけるガス流量は、40 sccm 以上 60 sccm 以下であり、

前記プラズマ照射におけるプラズマ照射時間は、100 秒以上 700 秒以下であり、

電気 SiO_2 を含む層は、蒸着により形成され、

前記表面処理剤は、以下の式 (1')：



[式中：

R^{F1} は、各出現においてそれぞれ独立して、 $R^{f1} - R^F - O_q$ ーまたはフルオロアルキル基であり；

R^{f1} は、各出現においてそれぞれ独立して、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 C_{1-16} アルキル基であり；

R^F は、各出現においてそれぞれ独立して、2価のフルオロポリエーテル基であり；

q は、各出現においてそれぞれ独立して、0又は1であり；

R^{Si} は、各出現においてそれぞれ独立して、水酸基、加水分解性基、水素原子又は1価の有機基が結合した S^i 原子を含む1価の基であり；

少なくとも1つの R^{Si} は、水酸基又は加水分解性基が結合した S^i 原子を含む1価の基であり；

X^A は、それぞれ独立して、単結合又は2～10価の有機基である。
。]

において、 R^{Si} が、以下の式(S3)：



[式中：

R^{a1} は、各出現においてそれぞれ独立して、 $-Z^1-S^i R^{21}_{p1} R^{22}_{q1} R^{23}_{r1}$ であり；

Z^1 は、各出現においてそれぞれ独立して、 $-(CH_2)_{z1}-O-(CH_2)_{z2}-$ であり；

$z1$ は、0～6の整数であり；

$z2$ は、0～6の整数であり；

R^{21} は、各出現においてそれぞれ独立して、 $-Z^{1'}-S^i R^{21'}_{p1'} R^{22'}_{q1'} R^{23'}_{r1'}$ であり、

$Z^{1'}$ 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；

$Z^{1'}$ として記載する構造は、右側が $(S^i R^{21'}_{p1'} R^{22'}_{q1'} R^{23'}_{r1'})$ に結合し；

$R^{21'}$ は、各出現においてそれぞれ独立して、 $-Z^{1''}-S^i R^{22}$

" q_1 " R^{23} " r_1 " であり；

Z^1 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^{22} 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性基であり；

R^{23} 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；

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、 q_1 と r_1 の合計は、 $(SiR^{22}q_1R^{23}r_1)$ 単位において、3 であり；

$R^{22'}$ 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性基であり；

$R^{23'}$ 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；

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、 p_1 、 q_1 と r_1 の合計は、 $(SiR^{21}p_1R^{22}q_1R^{23}r_1)$ 単位において、3 であり；

R^{22} 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性基であり、

R^{23} 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、

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、 p_1 、 q_1 と r_1 の合計は、 $(SiR^{21}p_1R^{22}q_1R^{23}r_1)$ 単位において、3 であり；

R^{b1} 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性基であり；

R^{c1} 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、

$k1$ 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、 $k1$ 、 $l1$ と $m1$ の合計は、 $(SiR^{a1}_{k1}R^{b1}_{l1}R^{c1}_{m1})$ 単位において、3である。]

で表される基である含フッ素シラン化合物を含む、請求項1～11のいずれか1項に記載の処理方法。

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/020812

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G02B 1/18(2015.01)i; **B32B 7/023**(2019.01)i; **C03C 17/38**(2006.01)i; **G02B 1/14**(2015.01)i; **G02B 1/115**(2015.01)i
FI: G02B1/18; B32B7/023; C03C17/38; G02B1/115; G02B1/14

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)

G02B1/18; B32B7/023; C03C17/38; G02B1/14; G02B1/115

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

Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2024
Registered utility model specifications of Japan 1996-2024
Published registered utility model applications of Japan 1994-2024

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 7185100 B2 (NITTO DENKO CORPORATION) 06 December 2022 (2022-12-06) paragraphs [0099], [0126]-[0129], [0132]-[0136], example 1, fig. 3	1-12
Y	JP 7-104102 A (OLYMPUS OPTICAL CO., LTD.) 21 April 1995 (1995-04-21) paragraphs [0010]-[0019]	1-12
Y	WO 2015/159839 A1 (ASAHI GLASS COMPANY, LIMITED) 22 October 2015 (2015-10-22) paragraphs [0009], [0021]	1-12
Y	JP 2022-122263 A (DAIKIN INDUSTRIES, LTD.) 22 August 2022 (2022-08-22) claims, etc.	11-12
Y	JP 2022-165943 A (DAIKIN INDUSTRIES, LTD.) 01 November 2022 (2022-11-01) claims, etc.	11-12
A	JP 2012-31494 A (ULVAC, INC.) 16 February 2012 (2012-02-16) entire text, all drawings	1-12



Further documents are listed in the continuation of Box C.



See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
“D” document cited by the applicant in the international application
“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date
“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

22 July 2024

Date of mailing of the international search report

06 August 2024

Name and mailing address of the ISA/JP

Japan Patent Office (ISA/JP)
3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915
Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2024/020812

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2005-301208 A (SEIKO EPSON CORPORATION) 27 October 2005 (2005-10-27) entire text, all drawings	1-12

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2024/020812

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
JP	7185100	B2	06 December 2022	WO	2022/014566	A1	
				KR	10-2023-0009993	A	
				CN	116234692	A	
				TW	202206287	TW	
				TW	202346090	TW	

JP	7-104102	A	21 April 1995	(Family: none)			

WO	2015/159839	A1	22 October 2015	TW	201601929	A	

JP	2022-122263	A	22 August 2022	WO	2022/168762	A1	
				CN	116745382	A	
				KR	10-2023-0124034	A	

JP	2022-165943	A	01 November 2022	US	2024/0052180	A1	
				claims, etc.			
				WO	2022/224987	A1	
				EP	4321590	A1	
				TW	202307075	A	
				CN	117396578	A	
				KR	10-2023-0170779	A	

JP	2012-31494	A	16 February 2012	(Family: none)			

JP	2005-301208	A	27 October 2005	(Family: none)			

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））
G02B 1/18(2015.01)i; B32B 7/023(2019.01)i; C03C 17/38(2006.01)i; G02B 1/14(2015.01)i;
G02B 1/115(2015.01)i
FI: G02B1/18; B32B7/023; C03C17/38; G02B1/115; G02B1/14

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））
G02B1/18; B32B7/023; C03C17/38; G02B1/14; G02B1/115

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの
日本国実用新案公報 1922-1996年
日本国公開実用新案公報 1971-2024年
日本国実用新案登録公報 1996-2024年
日本国登録実用新案公報 1994-2024年

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

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 7185100 B2（日東電工株式会社）06.12.2022（2022-12-06） 段落 [0099]、[0126] - [0129]、[0132] - [0136]、実施例1、図3	1-12
Y	JP 7-104102 A（オリンパス光学工業株式会社）21.04.1995（1995-04-21） 段落 [0010] - [0019]	1-12
Y	WO 2015/159839 A1（旭硝子株式会社）22.10.2015（2015-10-22） 段落 [0009]、[0021]	1-12
Y	JP 2022-122263 A（ダイキン工業株式会社）22.08.2022（2022-08-22） 特許請求の範囲等	11-12
Y	JP 2022-165943 A（ダイキン工業株式会社）01.11.2022（2022-11-01） 特許請求の範囲等	11-12
A	JP 2012-31494 A（株式会社アルバック）16.02.2012（2012-02-16） 全文、全図	1-12

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☒ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー
“A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの
“D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献
“E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
“L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
“P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献

“T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
“X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
“Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
“&” 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日
22.07.2024

国際調査報告の発送日
06.08.2024

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

権限のある職員（特許庁審査官）
吉川 陽吾 20 2338
電話番号 03-3581-1101 内線 3271

C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
A	JP 2005-301208 A (セイコーエプソン株式会社) 27.10.2005 (2005 - 10 - 27) 全文、全図	1 - 1 2

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2024/020812

引用文献			公表日	パテントファミリー文献			公表日
JP	7185100	B2	06.12.2022	WO	2022/014566	A1	
				KR	10-2023-0009993	A	
				CN	116234692	A	
				TW	202206287	TW	
				TW	202346090	TW	
JP	7-104102	A	21.04.1995	(ファミリーなし)			
WO	2015/159839	A1	22.10.2015	TW	201601929	A	
JP	2022-122263	A	22.08.2022	WO	2022/168762	A1	
				CN	116745382	A	
				KR	10-2023-0124034	A	
JP	2022-165943	A	01.11.2022	US	2024/0052180	A1	
				特許請求の範囲等			
				WO	2022/224987	A1	
				EP	4321590	A1	
				TW	202307075	A	
				CN	117396578	A	
				KR	10-2023-0170779	A	
JP	2012-31494	A	16.02.2012	(ファミリーなし)			
JP	2005-301208	A	27.10.2005	(ファミリーなし)			