

(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
2012 年 6 月 21 日(21.06.2012)



(10) 国際公開番号

WO 2012/081643 A1

- (51) 国際特許分類:
H01L 21/312 (2006.01) H01L 23/29 (2006.01)
C09K 3/10 (2006.01) H01L 23/31 (2006.01)
C23C 16/42 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/078967
- (22) 国際出願日: 2011 年 12 月 14 日(14.12.2011)
- (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 2010-279562 2010 年 12 月 15 日(15.12.2010) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 東
ソー株式会社(TOSOH CORPORATION) [JP/JP]; 〒
7468501 山口県周南市開成町 4 5 6 0 番地
Yamaguchi (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 原 大治
(HARA, Daiji) [JP/JP]; 〒2521123 神奈川県綾瀬市早

川 2 7 4 3 番地 1 東ソー株式会社 東京研究
センター内 Kanagawa (JP). 清水 真郷(SHIMIZU,
Masato) [JP/JP]; 〒2521123 神奈川県綾瀬市早川 2
7 4 3 番地 1 東ソー株式会社 東京研究セン
ター内 Kanagawa (JP).

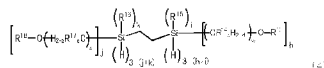
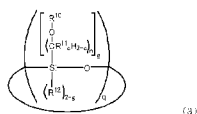
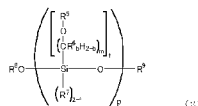
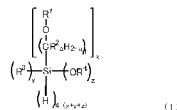
(74) 代理人: 泉名 謙治, 外(SENMYO, Kenji et al.); 〒
1010035 東京都千代田区神田紺屋町 1 7 番地
S I A 神田スクエア 4 階 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保
護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA,
BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO,
CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI,
GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS,
KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT,
LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY,
MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, QA,
RO, RS, RU, RW, 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.

[続葉有]

(54) Title: CARBON-CONTAINING SILICON OXIDE FILM, SEALING FILM AND USE OF SAME

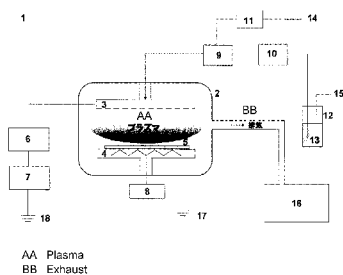
(54) 発明の名称: 炭素含有酸化ケイ素膜、封止膜及びその用途



(57) Abstract: A film comprising carbon-containing silicon oxide is obtained through chemical vapor deposition (CVD), and is used for a sealing film. A film comprising carbon-containing silicon oxide, which is formed by CVD using an organic silicon compound as a starting material, the organic silicon compound having a structure in which alkoxyalkyl is directly bonded to a silicon atom, and including, for example, compounds represented by general formulae (1) to (4), such film being used as a sealing film for a gas barrier member, an FPD device, a semiconductor device and the like.

(57) 要約: 化学気相成長法(CVD)により、炭素含有酸化ケイ素からなる膜を得て、それを封止膜として使用する。アルコキシアルキルがケイ素原子に直結した構造を有する有機ケイ素化合物、例えば下記一般式(1)~(4)を原料として用い、CVDにより形成した炭素含有酸化ケイ素からなる膜を封止膜としてガスバリア部材、FPDデバイス、半導体デバイス等に用いる。

[図1]





(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, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

明 細 書

発明の名称：炭素含有酸化ケイ素膜、封止膜及びその用途

技術分野

[0001] 本発明は炭素含有酸化ケイ素膜、それからなる封止膜及びその用途に関するものである。殊に SiOCH 組成で特定の構造を有するケイ素化合物を原料として化学気相成長法（ $\text{CVD: Chemical Vapor Deposition}$ ）により成膜して得られた炭素含有酸化ケイ素膜からなる封止膜に関するものである。

背景技術

[0002] 液晶ディスプレイ、有機ELディスプレイに代表されるフラットパネルディスプレイ（以下、FPD）では、その表示パネルの基材としてガラス基板が用いられるが、薄膜化、軽量化、耐衝撃性向上、フレキシブル化、更には、ロールツーロールプロセスへの適応の観点から、透明プラスチック基板への代替要求が高まっている。また、プラスチック基板に有機半導体を用いて有機トランジスタを形成したり、LSI、 Si 薄膜太陽電池、有機色素増感太陽電池、有機半導体太陽電池を形成する試みがなされている。

[0003] 通常市販されているプラスチック基板に上記素子を形成した場合、液晶素子、有機EL素子、TFE素子、半導体素子、太陽電池等、形成された素子、デバイスが水、酸素に弱い為、ディスプレイの表示にダークスポットやドット抜けが発生したり、半導体素子、太陽電池が機能しなくなり、実用に耐えない。従って、プラスチック基板に水蒸気、酸素ガスに対するガスバリア性能を付与したガスバリアプラスチック基板が必要となる。一方、ガスバリア性能を付与した透明プラスチックフィルムは、食料品、医薬品、電子材料、電子部品の包装材料用途として、今後、不透明なアルミ箔ラミネートフィルムに変わって益々使用が拡大する方向にある。

[0004] 透明プラスチック基板や透明プラスチックフィルムに透明ガスバリア性能を付与する方法としては、物理的成膜法とCVD法がある。

[0005] CVD法の例としては、シランガス (SiH_4) を用い、プラズマ励起化学気相成長法 (Plasma Enhanced Chemical Vapor Deposition、以下、PECVD法と記載) により酸化ケイ素膜を成膜する提案として特許文献1がある。また、メチル基、もしくはフェニル基が置換したシラン類、シロキサン類を用い、ヘリウム、アルゴン等の不活性ガスと酸素共存下、PECVD法で酸化ケイ素を成膜する提案として特許文献2がある。しかしながら、これらの原料を用いた成膜方法は、原料が危険であったり、できた膜の組成が一定しない、成膜速度が遅いといった課題を抱えている。更には、封止材、ガスバリア材として使用するには、膜が十分に緻密でない為に水蒸気や酸素に対するガスバリア性能が不十分であったり、絶縁膜用途で使用する為には、絶縁特性が不十分である等の課題を抱えている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1：日本特許第2734548号

特許文献2：日本特許第4139446号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 本発明は上記の課題に鑑みてなされたものであり、その目的は、 SiOCH 組成を有し、特定の構造を有するケイ素化合物を原料としてCVDにより得られる炭素含有酸化ケイ素膜から成る封止膜及びその膜を含んでなるガスバリア部材、FPDデバイス及び半導体デバイスを提供することにある。

課題を解決するための手段

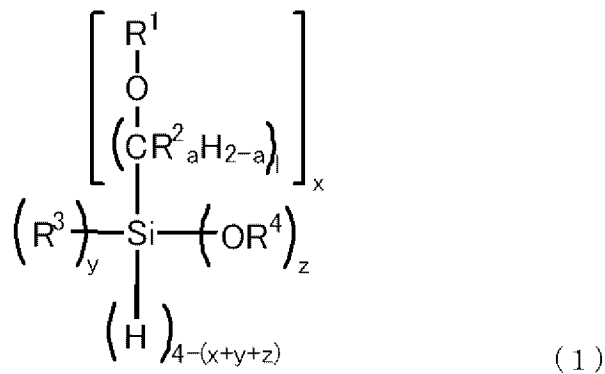
[0008] 本発明者らは、特定の構造を有するケイ素化合物を原料として用い、CVDにより得られた膜が封止膜として有用であることを見出し、本発明を完成するに至った。

[0009] すなわち本発明は、以下のとおりである。

(1) アルコキシアルキルの少なくとも一つがケイ素原子に直結した構造を有する有機ケイ素化合物を原料として用い、化学気相成長法により成膜して得られることを特徴とする、炭素含有酸化ケイ素膜。

(2) アルコキシアルキルの少なくとも一つがケイ素原子に直結した構造を有する有機ケイ素化合物が下記一般式(1)である、(1)に記載の炭素含有酸化ケイ素膜。

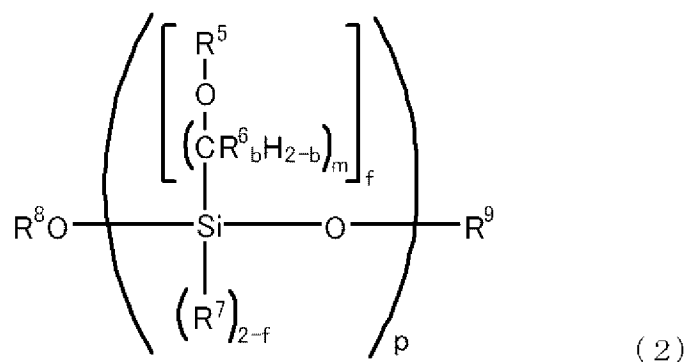
[化1]



(式中、 R^1 、 R^2 、および R^3 は炭素数1～20の炭化水素基を表す。 R^1 、および R^2 は互いに結合し環状構造を形成してもよい。 R^4 は炭素数1～20の炭化水素基または水素原子を表す。 a は0乃至2の整数、 l は1以上の整数、 x は1乃至4の整数、 y は0乃至3の整数、 z は0乃至3の整数を表し、 $x+y+z$ は1乃至4の整数を表す。)

[0010] (3) アルコキシアルキルの少なくとも一つがケイ素原子に直結した構造を有する有機ケイ素化合物が下記一般式(2)である、(1)に記載の炭素含有酸化ケイ素膜。

[化2]



(式中、 R^5 、および R^6 は炭素数1～20の炭化水素基を表わす。 R^5 と R^6 は互いに結合し環状構造を形成してもよい。 R^7 、 R^8 、および R^9 は炭素数1～20の炭化水素基または水素原子を表す。 b は0乃至2の整数、 m は1以上の整数、 f は1乃至2の整数、 p は1乃至10の整数を表わす。)

[0011] (4) 化学気相成長法が、プラズマ励起化学気相成長法である、(1)～(3)いずれかに記載の炭素含有酸化ケイ素膜。

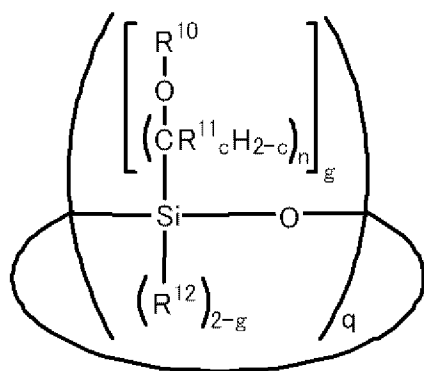
(5) 化学気相成長法が、触媒化学気相成長法である、(1)～(3)いずれかに記載の炭素含有酸化ケイ素膜。

(6) 上述の(1)乃至(5)のいずれかに記載の膜を、さらに熱処理、紫外線照射処理または電子線処理して得られることを特徴とする炭素含有酸化ケイ素膜。

(7) 上述の(1)乃至(6)のいずれかに記載の炭素含有酸化ケイ素膜からなる封止膜。

[0012] (8) 下記一般式(3)で示されるアルコキシアルキルがケイ素原子に直結した構造を有する有機環状シロキサン化合物を原料として用い、化学気相成長法により得られる炭素含有酸化ケイ素膜から成ることを特徴とする封止膜。

[化3]



(3)

(式中、 R^{10} 、および R^{11} は炭素数1～20の炭化水素基を表わす。 R^{10} と R^{11} は互いに結合し環状構造を形成してもよい。 R^{12} は炭素数1～20の炭化水素基または水素原子を表わす。 c は0乃至2の整数、 n は1以上の整数

、 g は 1 乃至 2 の整数、 q は 2 乃至 10 の整数を表わす。)

[0013] (9) 化学気相成長法が、プラズマ励起化学気相成長法である (8) に記載の封止膜。

(10) 化学気相成長法が、触媒化学気相成長法である、(8) に記載の封止膜。

(11) 上述の (8) 乃至 (10) のいずれかに記載の封止膜を、さらに熱処理、紫外線照射処理または電子線処理して得られることを特徴とする封止膜。

(12) 上述の (7) 乃至 (11) のいずれかに記載の封止膜をガスバリア層として用いることを特徴とするガスバリア部材。

(13) 上述の (7) 乃至 (11) のいずれかに記載の封止膜、または (12) に記載のガスバリア部材を含んでなることを特徴とするフラットパネルディスプレイデバイス。

(14) 上述の (7) 乃至 (11) のいずれかに記載の封止膜を含んでなることを特徴とする半導体デバイス。

[0014] (15) トリス (メトキシメチル) エチルシラン、トリス (エトキシメチル) エチルシラン、トリス (メトキシメチル) n -プロピルシラン、トリス (エトキシメチル) n -プロピルシラン、トリス (メトキシメチル) イソプロピルシラン、トリス (エトキシメチル) イソプロピルシラン、トリス (メトキシメチル) n -ブチルシラン、トリス (エトキシメチル) n -ブチルシラン、トリス (メトキシメチル) イソブチルシラン、トリス (エトキシメチル) イソブチルシラン、トリス (メトキシメチル) sec -ブチルシラン、トリス (エトキシメチル) sec -ブチルシラン、トリス (メトキシメチル) n -ペンチルシラン、トリス (エトキシメチル) n -ペンチルシラン、トリス (メトキシメチル) sec -アミルシラン、トリス (エトキシメチル) sec -アミルシラン、トリス (メトキシメチル) シクロペンチルシラン、トリス (エトキシメチル) シクロペンチルシラン、トリス (メトキシメチル) n -ヘキシルシラン、トリス (エトキシメチル) n -ヘキシルシラン、ト

リス（メトキシメチル）シクロヘキシルシラン、トリス（エトキシメチル）シクロヘキシルシラン、

トリス（メトキシメチル）ビニルシラン、トリス（エトキシメチル）ビニルシラン、トリス（メトキシメチル）アリルシラン、トリス（エトキシメチル）アリルシラン、トリス（メトキシメチル）フェニルシラン、トリス（エトキシメチル）フェニルシラン、

ビス（メトキシメチル）ジメチルシラン、ビス（エトキシメチル）ジメチルシラン、ビス（メトキシメチル）ジエチルシラン、ビス（エトキシメチル）ジエチルシラン、ビス（メトキシメチル）ジ n -プロピルシラン、ビス（エトキシメチル）ジ n -プロピルシラン、ビス（メトキシメチル）ジイソプロピルシラン、ビス（エトキシメチル）ジイソプロピルシラン、ビス（メトキシメチル）ジ n -ブチルシラン、ビス（エトキシメチル）ジ n -ブチルシラン、ビス（メトキシメチル）ジイソブチルシラン、ビス（エトキシメチル）ジイソブチルシラン、ビス（メトキシメチル）ジ sec -ブチルシラン、ビス（エトキシメチル）ジ sec -ブチルシラン、ビス（メトキシメチル）ジ n -ペンチルシラン、ビス（エトキシメチル）ジ n -ペンチルシラン、ビス（メトキシメチル）ジ sec -アミルシラン、ビス（エトキシメチル）ジ sec -アミルシラン、ビス（メトキシメチル）ジシクロペンチルシラン、ビス（エトキシメチル）ジシクロペンチルシラン、ビス（メトキシメチル）ジ n -ヘキシルシラン、ビス（エトキシメチル）ジ n -ヘキシルシラン、ビス（メトキシメチル）ジシクロヘキシルシラン、ビス（エトキシメチル）ジシクロヘキシルシラン、

ビス（メトキシメチル）ジビニルシラン、ビス（エトキシメチル）ジビニルシラン、ビス（メトキシメチル）ジアリルシラン、ビス（エトキシメチル）ジアリルシラン、ビス（メトキシメチル）ジフェニルシラン、ビス（エトキシメチル）ジフェニルシラン、

トリメチル（メトキシメチルシラン）、トリメチル（エトキシメチルシラン）、トリエチル（メトキシメチル）シラン、トリエチル（エトキシメチル）シラン、

) シラン、トリ *n*-プロピル (メトキシメチル) シラン、トリ *n*-プロピル (エトキシメチル) シラン、トリイソプロピル (メトキシメチル) シラン、トリイソプロピル (エトキシメチル) シラン、トリ *n*-ブチル (メトキシメチル) シラン、トリ *n*-ブチル (エトキシメチル) シラン、トリイソブチル (メトキシメチル) シラン、トリイソブチル (エトキシメチル) シラン、トリ *sec*-ブチル (メトキシメチル) シラン、トリ *sec*-ブチル (エトキシメチル) シラン、トリ *n*-ペンチル (メトキシメチル) シラン、トリ *n*-ペンチル (エトキシメチル) シラン、トリ *sec*-アミル (メトキシメチル) シラン、トリ *sec*-アミル (エトキシメチル) シラン、トリシクロペンチル (メトキシメチル) シラン、トリシクロペンチル (エトキシメチル) シラン、トリ *n*-ヘキシル (メトキシメチル) シラン、トリ *n*-ヘキシル (エトキシメチル) シラン、トリシクロヘキシル (メトキシメチル) シラン、トリシクロヘキシル (エトキシメチル) シラン、

トリビニル (メトキシメチル) シラン、トリビニル (エトキシメチル) シラン、トリアリル (メトキシメチル) シラン、トリアリル (エトキシメチル) シラン、トリフェニル (メトキシメチル) シラン、トリフェニル (エトキシメチル) シラン、

イソプロピルメチルビス (メトキシメチル) シラン、イソプロピルメチルビス (エトキシメチル) シラン、イソプロピルエチルビス (メトキシメチル) シラン、イソプロピルエチルビス (エトキシメチル) シラン、イソプロピルビニルビス (メトキシメチル) シラン、イソプロピルビニルビス (エトキシメチル) シラン、

1, 2-ビス [トリス (メトキシメチル) シリル] エタン、ビス [トリス (エトキシメチル) シリル] エタン、

1, 3-ビス (メトキシメチル) - 1, 3-ジメチル - 1, 3-ジメトキシジシロキサン、1, 3-ビス (エトキシメチル) - 1, 3-ジメチル - 1, 3-ジメトキシジシロキサン、1, 3-ビス (メトキシエチル) - 1, 3-ジメチル - 1, 3-ジメトキシジシロキサン、1, 3-ビス (エトキシエ

チル) - 1, 3-ジメチル-1, 3-ジメトキシジシロキサン、

1, 3, 5-トリス(メトキシメチル)-1, 3, 5-トリメチル-1, 5-ジメトキシトリシロキサン、1, 3, 5-トリス(エトキシメチル)-1, 3, 5-トリメチル-1, 5-ジメトキシトリシロキサン、1, 3, 5-トリス(メトキシエチル)-1, 3, 5-トリメチル-1, 5-ジメトキシトリシロキサン、1, 3, 5-トリス(エトキシエチル)-1, 3, 5-トリメチル-1, 5-ジメトキシトリシロキサン、

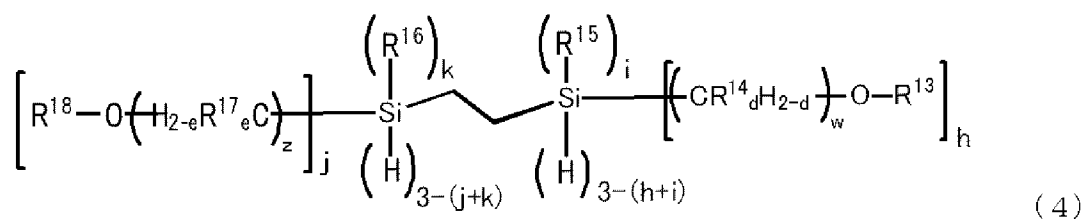
1, 3, 5, 7-テトラキス(メトキシメチル)-1, 3, 5, 7-テトラメチル-1, 7-ジメトキシテトラシロキサン、1, 3, 5, 7-テトラキス(エトキシメチル)-1, 3, 5, 7-テトラメチル-1, 7-ジメトキシテトラシロキサン、2, 4, 6, 8-テトラキス(メトキシエチル)-2, 4, 6, 8-テトラメチルシクロテトラシロキサン、または2, 4, 6, 8-テトラキス(エトキシエチル)-2, 4, 6, 8-テトラメチルシクロテトラシロキサン。

[0015] (16) 上記一般式(1)で示される化合物を含有することを特徴とする化学気相成長法用の成膜材料。

(17) 上記一般式(2)で示される化合物を含有することを特徴とする化学気相成長法用の成膜材料。

[0016] (18) 下記一般式(4)で示される化合物を含有することを特徴とする化学気相成長法用の成膜材料。

[化4]



(式中、 R^{13} , R^{14} , R^{15} , R^{16} , R^{17} , および R^{18} は炭素数1~20の炭化水素基を表わす。 R^{13} と R^{14} 、 R^{17} と R^{18} は、互いに結合し環状構造を形成してもよい。 d と e は、0乃至2の整数、 w と z は1以上の整数である

。hとjは、0乃至3の整数であり、hとjの少なくとも一方は、1以上の整数である。iとkは、0乃至3の整数であり、少なくとも一方は、2以下の整数である。h+iとj+kは、0乃至3の整数である。)

[0017] (19) アルコキシアルキルの少なくとも一つがケイ素原子に直結した構造を有する有機ケイ素化合物が一般式(4)である、(1)に記載の炭素含有酸化ケイ素膜。

(20) 化学気相成長法が、プラズマ励起化学気相成長法である、(19)に記載の炭素含有酸化ケイ素膜。

(21) 化学気相成長法が、触媒化学気相成長法である、(19)に記載の炭素含有酸化ケイ素膜。

(22) 上述の(19)乃至(21)のいずれかに記載の炭素含有酸化ケイ素膜を、さらに熱処理、紫外線照射処理または電子線処理して得られることを特徴とする炭素含有酸化ケイ素膜。

(23) 上述の(19)乃至(22)のいずれかに記載の炭素含有酸化ケイ素膜からなる封止膜。

(24) 上述の(23)に記載の封止膜をガスバリア層として用いることを特徴とするガスバリア部材。

[0018] (25) 上述の(23)に記載の封止膜、または(24)に記載のガスバリア部材を含んでなることを特徴とするフラットパネルディスプレイデバイス。

[0019] (26) 上記(23)に記載の封止膜を含んでなる半導体デバイス。

(27) ケイ素原子間がアルキレンオキシ鎖で結合された構造を有する(1)、(2)、(3)、または(19)に記載の炭素含有酸化ケイ素膜。

(28) ケイ素原子間がアルキレンオキシ鎖で結合された構造を有する(28)に記載の封止膜。

(29) 水透過性が $5 \times 10^{-3} \text{ g/m}^2 \cdot \text{day}$ 以下である(24)に記載のガスバリア部材。

発明の効果

[0020] 本発明によれば、アルコキシアルキルの少なくとも一つがケイ素原子に直結した構造を有する有機ケイ素化合物、例えば上記一般式（１）～（４）に示す化合物を原料として用いてＣＶＤにより成膜して得られた炭素含有酸化ケイ素膜は、封止膜として用いることができ、その封止膜を用いて、緻密かつ高機械的強度のガスバリア層が形成可能であり、ガスバリア性能の高いガスバリア部材、それを用いたＦＰＤデバイス及び半導体を提供できる。

図面の簡単な説明

[0021] [図１]平行平板容量結合型ＰＥＣＶＤ装置を示した図である。

[図２]誘導結合型リモートＰＥＣＶＤ装置を示した図である。

[図３]マイクロ波ＰＥＣＶＤ装置を示した図である。

発明を実施するための形態

[0022] 以下、本発明の詳細について説明する。

本発明において、ＣＶＤの原料として使用できる少なくとも一つのアルコキシアルキルがケイ素原子に直結した構造を有する有機ケイ素化合物は特に限定されるものではないが、前述の一般式（１）、一般式（２）、一般式（３）、および一般式（４）で示される有機ケイ素化合物からなる群から選ばれた少なくとも一つであることが好ましい。

[0023] 上記一般式（１）～（４）において、 R^1 、 R^2 、 R^3 、 R^5 、 R^6 、 R^{10} 、 R^{11} 、 R^{13} 、 R^{14} 、 R^{15} 、 R^{16} 、 R^{17} 、および R^{18} は炭素数１～２０の飽和または不飽和炭化水素基であり、直鎖状、分岐鎖状、環状のいずれの構造を有してもよい。また、それらが互いに結合したものも本発明の範囲に含まれる。炭素数が２０を超える場合は、対応する有機ハライド等の原料の調達が困難となったり、調達できたとしても純度が低い場合がある。ＣＶＤ装置での安定的な使用を考慮した場合、有機シラン化合物の蒸気圧が低くなりすぎないとの点で、炭素数１～１０の炭化水素基が特に好ましい。

[0024] R^1 、 R^2 、 R^3 、 R^5 、 R^6 、 R^{10} 、 R^{11} 、 R^{13} 、 R^{14} 、 R^{15} 、 R^{16} 、 R^{17} 、および R^{18} が示す炭素数１～２０の炭化水素基としては特に限定されるものではないが、好ましくは炭素数１～２０のアルキル基、アリール基、アリ

ールアルキル基、アルキルアリール基、アルケニル基、アリールアルケニル基、アルケニルアリール基、アルキニル基、アリールアルキニル基、またはアルキニルアリール基であり、更に好ましくは炭素数1～10のアルキル基およびアリール基を挙げることができる。

[0025] 具体的な例としては、メチル、エチル、*n*-プロピル、*i*-プロピル、シクロプロピル、*n*-ブチル、*i*-ブチル、*sec*-ブチル、*tert*-ブチル、シクロブチル、*n*-ペンチル、*tert*-アミル、シクロペンチル、*n*-ヘキシル、シクロヘキシル、2-エチルヘキシル等のアルキル基、フェニル、ジフェニル、ナフチル等のアリール基、ベンジル、メチルベンジル等のアリールアルキル基、*o*-トルイル、*m*-トルイル、*p*-トルイル、2,3-ジメチルフェニル、2,4-ジメチルフェニル、2,5-ジメチルフェニル、2,6-ジメチルフェニル、3,4-ジメチルフェニル、3,5-ジメチルフェニル、2,4,6-トリメチルフェニル、*o*-エチルフェニル、*m*-エチルフェニル、*p*-エチルフェニル等のアルキルアリール基などが挙げられる。

[0026] またビニル、アリル、1-プロペニル、1-ブテニル、1,3-ブタジエニル、1-ペンテニル、1-シクロペンテニル、2-シクロペンテニル、シクロペンタジエニル、メチルシクロペンタジエニル、エチルシクロペンタジエニル、1-ヘキセニル、1-シクロヘキセニル、2,4-シクロヘキサジエニル、2,5-シクロヘキサジエニル、2,4,6-シクロヘプタトリエニル、5-ノルボルネン-2-イル等のアルケニル基、2-フェニル-1-エテニル等のアリールアルケニル基、*o*-スチリル、*m*-スチリル、*p*-スチリル等のアルケニルアリール基、エチニル、1-プロピニル、2-プロピニル、1-ブチニル、2-ブチニル、3-ブチニル、1-ペンチニル、2-ペンチニル、3-ペンチニル、4-ペンチニル、1-ヘキシニル、3-ヘキシニル、5-ヘキシニル等のアルキニル基、2-フェニル-1-エチニル等のアリールアルキニル基、2-エチニル-2フェニル等のアルキニルアリール基等を挙げることができる。

[0027] 上記一般式(1)～(3)において、 R^4 , R^7 , R^8 , R^9 , および R^{12} は炭素数1～20の飽和または不飽和炭化水素基または水素原子である。炭素数1～20の飽和または不飽和炭化水素基は直鎖状、分岐鎖状、環状のいずれの構造を有してもよい。また、それらが互いに結合したのも本発明の範囲に含まれる。炭素数が20を超える場合は、対応する有機ハライド等原料の調達が困難となったり、調達できたとしても純度が低い場合がある。CVD装置での安定的使用考慮した場合、有機シラン化合物の蒸気圧が低くなりすぎないとの点で、炭素数1～10の炭化水素基が特に好ましい。

[0028] R^4 , R^7 , R^8 , R^9 , および R^{12} が示す炭素数1～20の炭化水素基としては特に限定されるものではないが、好ましくは炭素数1～20のアルキル基、アリール基、アリールアルキル基、アルキルアリール基、アルケニル基、アリールアルケニル基、アルケニルアリール基、アルキニル基、アリールアルキニル基、またはアルキニルアリール基であり、更に好ましくは炭素数1～10のアルキル基およびアリール基を挙げることができる。

[0029] 具体的な例としては、上記の R^1 , R^2 , R^3 , R^5 , R^6 , R^{10} , および R^{11} の具体的な例と同様の置換基を挙げることができる。

[0030] 一般式(1)において、好ましくは、 a は0～2の整数であり、 l は1～6の整数であり、 x は1～4の整数であり、 y は0～3の整数であり、 z は0～3の整数である。

[0031] 上記一般式(1)で表される有機ケイ素化合物の具体例としては、

(1-メトキシメチル)シラン、ビス(1-メトキシメチル)シラン、トリス(1-メトキシメチル)シラン、テトラキス(1-メトキシメチル)シラン、

(1-エトキシメチル)シラン、ビス(1-エトキシメチル)シラン、トリス(1-エトキシメチル)シラン、テトラキス(1-エトキシメチル)シラン、

(2-メトキシエチル)シラン、ビス(2-メトキシエチル)シラン、トリス(2-メトキシエチル)シラン、テトラキス(2-メトキシエチル)シ

ラン、

(2-エトキシエチル) シラン、ビス(2-エトキシエチル) シラン、トリス(2-エトキシエチル) シラン、テトラキス(2-エトキシエチル) シラン、

(1-メトキシメチル) メチルシラン、ビス(1-メトキシメチル) メチルシラン、トリス(1-メトキシメチル) メチルシラン、ビス(メトキシメチル) ジメチルシラン、トリメチル(メトキシメチル) シラン、

(1-エトキシメチル) メチルシラン、ビス(1-エトキシメチル) メチルシラン、トリス(1-エトキシメチル) メチルシラン、

(2-メトキシエチル) メチルシラン、ビス(2-メトキシエチル) メチルシラン、トリス(2-メトキシエチル) メチルシラン、

(2-エトキシエチル) メチルシラン、ビス(2-エトキシエチル) メチルシラン、トリス(2-エトキシエチル) メチルシラン、

(1-メトキシメチル) エチルシラン、ビス(1-メトキシメチル) エチルシラン、トリス(1-メトキシメチル) エチルシラン、

(1-エトキシメチル) エチルシラン、ビス(1-エトキシメチル) エチルシラン、トリス(1-エトキシメチル) エチルシラン、

(2-メトキシエチル) エチルシラン、ビス(2-メトキシエチル) エチルシラン、トリス(2-メトキシエチル) エチルシラン、

(2-エトキシエチル) エチルシラン、ビス(2-エトキシエチル) エチルシラン、トリス(2-エトキシエチル) エチルシランなどが挙げられる。

[0032] また(1-メトキシメチル) ジメチルシラン、(1-メトキシメチル) トリメチルシラン、ビス(1-メトキシメチル) ジメチルシラン、

(1-エトキシメチル) ジメチルシラン、(1-エトキシメチル) トリメチルシラン、ビス(1-エトキシメチル) ジメチルシラン、

(2-メトキシエチル) ジメチルシラン、(2-メトキシエチル) トリメチルシラン、ビス(2-メトキシエチル) ジメチルシラン、

(2-エトキシエチル) ジメチルシラン、(2-エトキシエチル) トリメ

チルシラン、ビス（２－エトキシエチル）ジメチルシラン、
（１－メトキシメチル）ジエチルシラン、（１－メトキシメチル）トリエ
チルシラン、ビス（１－メトキシメチル）ジエチルシラン、
（１－エトキシメチル）ジエチルシラン、（１－エトキシメチル）トリエ
チルシラン、ビス（１－エトキシメチル）ジエチルシラン、
（２－メトキシエチル）ジエチルシラン、（２－メトキシエチル）トリエ
チルシラン、ビス（２－メトキシエチル）ジエチルシラン、
（２－エトキシエチル）ジエチルシラン、（２－エトキシエチル）トリエ
チルシラン、ビス（２－エトキシエチル）ジエチルシランなどが挙げられる
。

[0033] また（１－メトキシメチル）メチルメトキシシラン、ビス（１－メトキシ
メチル）メチルメトキシシラン、トリス（１－メトキシメチル）メチルシラ
ン、
（１－エトキシメチル）メチルメトキシシラン、ビス（１－エトキシメチ
ル）メチルメトキシシラン、トリス（１－エトキシメチル）メチルシラン、
（２－メトキシエチル）メチルメトキシシラン、ビス（２－メトキシエチ
ル）メチルメトキシシラン、トリス（２－メトキシエチル）メチルシラン、
（２－エトキシエチル）メチルメトキシシラン、ビス（２－エトキシエチ
ル）メチルメトキシシラン、トリス（２－エトキシエチル）メチルシラン、
（１－メトキシメチル）エチルメトキシシラン、ビス（１－メトキシメチ
ル）エチルメトキシシラン、トリス（１－メトキシメチル）エチルシラン、
（１－エトキシメチル）エチルメトキシシラン、ビス（１－エトキシメチ
ル）エチルメトキシシラン、トリス（１－エトキシメチル）エチルシラン、
（２－メトキシエチル）エチルメトキシシラン、ビス（２－メトキシエチ
ル）エチルメトキシシラン、トリス（２－メトキシエチル）エチルシラン、
（２－エトキシエチル）エチルメトキシシラン、ビス（２－エトキシエチ
ル）エチルメトキシシラン、トリス（２－エトキシエチル）エチルシランな
どが挙げられる。

[0034] また（１－メトキシメチル）メチルエトキシシラン、ビス（１－メトキシメチル）メチルエトキシシラン、

（１－エトキシメチル）メチルエトキシシラン、ビス（１－エトキシメチル）メチルエトキシシラン、

（２－メトキシエチル）メチルエトキシシラン、ビス（２－メトキシエチル）メチルエトキシシラン、

（２－エトキシエチル）メチルエトキシシラン、ビス（２－エトキシエチル）メチルエトキシシラン、

（１－メトキシメチル）エチルエトキシシラン、ビス（１－メトキシメチル）エチルエトキシシラン、

（１－エトキシメチル）エチルエトキシシラン、ビス（１－エトキシメチル）エチルエトキシシラン、

（２－メトキシエチル）エチルエトキシシラン、ビス（２－メトキシエチル）エチルエトキシシラン、

（２－エトキシエチル）エチルエトキシシラン、ビス（２－エトキシエチル）エチルエトキシシランなどが挙げられる。

[0035] また（１－メトキシメチル）メチルジメトキシシラン、（１－エトキシメチル）メチルジメトキシシラン、（２－メトキシエチル）メチルジメトキシシラン、（２－エトキシエチル）メチルジメトキシシラン、

（１－メトキシメチル）エチルジメトキシシラン、（１－エトキシメチル）エチルジメトキシシラン、（２－メトキシエチル）エチルジメトキシシラン、（２－エトキシエチル）エチルジメトキシシラン、

（１－メトキシメチル）メチルジエトキシシラン、（１－エトキシメチル）メチルジエトキシシラン、（２－メトキシエチル）メチルジエトキシシラン、（２－エトキシエチル）メチルジエトキシシラン、

（１－メトキシメチル）エチルジエトキシシラン、（１－エトキシメチル）エチルジエトキシシラン、（２－メトキシエチル）エチルジエトキシシラン、（２－エトキシエチル）エチルジエトキシシランなどが挙げられる。

[0036] また（１－メトキシメチル）トリメトキシシラン、（１－エトキシメチル）トリメトキシシラン、（２－メトキシエチル）トリメトキシシラン、（２－エトキシエチル）トリメトキシシラン、

（１－メトキシメチル）トリメトキシシラン、（１－エトキシメチル）トリメトキシシラン、（２－メトキシエチル）トリメトキシシラン、（２－エトキシエチル）トリメトキシシラン、

（１－メトキシメチル）トリエトキシシラン、（１－エトキシメチル）トリエトキシシラン、（２－メトキシエチル）トリエトキシシラン、（２－エトキシエチル）トリエトキシシラン、

（１－メトキシメチル）トリエトキシシラン、（１－エトキシメチル）トリエトキシシラン、（２－メトキシエチル）トリエトキシシラン、（２－エトキシエチル）トリエトキシシラン

（１－メトキシメチル）イソプロピルシラン、ビス（１－メトキシメチル）イソプロピルシラン、トリス（１－メトキシメチル）イソプロピルシラン、

（１－エトキシメチル）イソプロピルシラン、ビス（１－エトキシメチル）イソプロピルシラン、トリス（１－エトキシメチル）イソプロピルシラン、

（２－メトキシエチル）イソプロピルシラン、ビス（２－メトキシエチル）イソプロピルシラン、トリス（２－メトキシエチル）イソプロピルシランなどが挙げられる。

[0037] また（２－エトキシエチル）イソブチルシラン、ビス（２－エトキシエチル）イソブチルシラン、トリス（２－エトキシエチル）イソブチルシラン、

（１－メトキシメチル）イソブチルシラン、ビス（１－メトキシメチル）イソブチルシラン、トリス（１－メトキシメチル）イソブチルシラン、

（１－エトキシメチル）イソブチルシラン、ビス（１－エトキシメチル）イソブチルシラン、トリス（１－エトキシメチル）イソブチルシラン、

（２－メトキシエチル）イソブチルシラン、ビス（２－メトキシエチル）

イソブチルシラン、トリス（２－メトキシエチル）イソブチルシラン、
（２－エトキシエチル）イソブチルシラン、ビス（２－エトキシエチル）
イソブチルシラン、トリス（２－エトキシエチル）イソブチルシラン等があ
げられる。

[0038] またトリス（メトキシメチル）エチルシラン、トリス（エトキシメチル）
エチルシラン、トリス（メトキシメチル）*n*－プロピルシラン、トリス（エ
トキシメチル）*n*－プロピルシラン、トリス（メトキシメチル）イソプロピ
ルシラン、トリス（エトキシメチル）イソプロピルシラン、トリス（メトキ
シメチル）*n*－ブチルシラン、トリス（エトキシメチル）*n*－ブチルシラン
、トリス（メトキシメチル）イソブチルシラン、トリス（エトキシメチル）
イソブチルシラン、トリス（メトキシメチル）*sec*－ブチルシラン、トリ
ス（エトキシメチル）*sec*－ブチルシラン、トリス（メトキシメチル）*n*
－ペンチルシラン、トリス（エトキシメチル）*n*－ペンチルシラン、トリス
（メトキシメチル）*sec*－アミルシラン、トリス（エトキシメチル）*sec*
－アミルシラン、トリス（メトキシメチル）シクロペンチルシラン、トリ
ス（エトキシメチル）シクロペンチルシラン、トリス（メトキシメチル）*n*
－ヘキシルシラン、トリス（エトキシメチル）*n*－ヘキシルシラン、トリス
（メトキシメチル）シクロヘキシルシラン、トリス（エトキシメチル）シク
ロヘキシルシラン等があげられる。

[0039] またトリス（メトキシメチル）ビニルシラン、トリス（エトキシメチル）
ビニルシラン、トリス（メトキシメチル）アリルシラン、トリス（エトキシ
メチル）アリルシラン、トリス（メトキシメチル）フェニルシラン、トリス
（エトキシメチル）フェニルシラン、

ビス（メトキシメチル）ジメチルシラン、ビス（エトキシメチル）ジメチ
ルシラン、ビス（メトキシメチル）ジエチルシラン、ビス（エトキシメチル）
ジエチルシラン、ビス（メトキシメチル）ジ*n*－プロピルシラン、ビス（
エトキシメチル）ジ*n*－プロピルシラン、ビス（メトキシメチル）ジイソプ
ロピルシラン、ビス（エトキシメチル）ジイソプロピルシラン、ビス（メト

キシメチル) ジ n ーブチルシラン、ビス (エトキシメチル) ジ n ーブチルシラン、ビス (メトキシメチル) ジイソブチルシラン、ビス (エトキシメチル) ジイソブチルシラン、ジス (メトキシメチル) ジ $s e c$ ーブチルシラン、ビス (エトキシメチル) ジ $s e c$ ーブチルシラン、ビス (メトキシメチル) ジ n ーペンチルシラン、ビス (エトキシメチル) ジ n ーペンチルシラン、ビス (メトキシメチル) ジ $s e c$ ーアミルシラン、ビス (エトキシメチル) ジ $s e c$ ーアミルシラン、ビス (メトキシメチル) ジシクロペンチルシラン、ビス (エトキシメチル) ジシクロペンチルシラン、ビス (メトキシメチル) ジ n ーヘキシルシラン、ビス (エトキシメチル) ジ n ーヘキシルシラン、ビス (メトキシメチル) ジシクロヘキシルシラン、ビス (エトキシメチル) ジシクロヘキシルシラン等があげられる。

[0040] またビス (メトキシメチル) ジビニルシラン、ビス (エトキシメチル) ジビニルシラン、ビス (メトキシメチル) ジアリルシラン、ビス (エトキシメチル) ジアリルシラン、ビス (メトキシメチル) ジフェニルシラン、ビス (エトキシメチル) ジフェニルシラン、

トリエチル (メトキシメチル) シラン、トリエチル (エトキシメチル) シラン、トリ n ープロピル (メトキシメチル) シラン、トリ n ープロピル (エトキシメチル) シラン、トリエイソプロピル (メトキシメチル) シラン、トリエイソプロピル (エトキシメチル) シラン、トリ n ーブチル (メトキシメチル) シラン、トリ n ーブチル (エトキシメチル) シラン、トリエイソブチル (メトキシメチル) シラン、トリエイソブチル (エトキシメチル) シラン、トリ $s e c$ ーブチル (メトキシメチル) シラン、トリ $s e c$ ーブチル (エトキシメチル) シラン、トリ n ーペンチル (メトキシメチル) シラン、トリ n ーペンチル (エトキシメチル) シラン、トリ $s e c$ ーアミル (メトキシメチル) シラン、トリ $s e c$ ーアミル (エトキシメチル) シラン、トリシクロペンチル (メトキシメチル) シラン、トリシクロペンチル (エトキシメチル) シラン、トリ n ーヘキシル (メトキシメチル) シラン、トリ n ーヘキシル (エトキシメチル) シラン、トリシクロヘキシル (メトキシメチル) シラン、トリ

シクロヘキシル（エトキシメチル）シラン等があげられる。

[0041] またトリビニル（メトキシメチル）シラン、トリビニル（エトキシメチル）シラン、トリアリル（メトキシメチル）シラン、トリアリル（エトキシメチル）シラン、トリフェニル（メトキシメチル）シラン、トリフェニル（エトキシメチル）シラン、

イソプロピルメチルビス（メトキシメチル）シラン、イソプロピルメチルビス（エトキシメチル）シラン、イソプロピルエチルビス（メトキシメチル）シラン、イソプロピルエチルビス（エトキシメチル）シラン、イソプロピルビニルビス（メトキシメチル）シラン、イソプロピルビニルビス（エトキシメチル）シラン等が例示できる。

[0042] 上記一般式（１）の構造を有する有機ケイ素化合物を製造する方法としては、例えば対応するアルコキシアルキル基を有するグリニャール試薬や有機リチウム化合物、有機ナトリウム化合物とハロゲン化有機シラン化合物を反応させて得ることができる。

[0043] 対応するアルコキシアルキルアルケン化合物を Pt 触媒下に水素原子を有する有機シラン化合物に反応させ、製造する方法も用いることができる。

[0044] 一般式（２）において、好ましくは、bは0～2の整数であり、mは1～6の整数であり、fは1～2の整数であり、pは1～10の整数である。

[0045] 一般式（２）で表される有機シランケイ素化合物の具体例としては、

1，3－ビス（メトキシメチル）－1，3－ジメチルー1，3－ジメトキシジシロキサン、1，3－ビス（エトキシメチル）－1，3－ジメチルー1，3－ジメトキシジシロキサン、1，3－ビス（メトキシメチル）－1，3－ジメチルー1，3－ジエトキシジシロキサン、1，3－ビス（エトキシメチル）－1，3－ジメチルー1，3－ジエトキシジシロキサン、

1，3－ビス（メトキシエチル）－1，3－ジメチルー1，3－ジメトキシジシロキサン、1，3－ビス（エトキシエチル）－1，3－ジメチルー1，3－ジメトキシジシロキサン、1，3－ビス（メトキシエチル）－1，3－ジメチルー1，3－ジエトキシジシロキサン、1，3－ビス（エトキシエ

チル) - 1, 3-ジメチル-1, 3-ジエトキシジシロキサン、

1, 3-ビス(メトキシメチル)-1, 3-ジイソプロピル-1, 3-ジメトキシジシロキサン、1, 3-ビス(メトキシエチル)-1, 3-ジイソプロピル-1, 3-ジメトキシジシロキサン、

1, 3, 5-トリス(メトキシメチル)-1, 3, 5-トリメチル-1, 5-ジメトキシトリシロキサン、1, 3, 5-トリス(エトキシメチル)-1, 3, 5-トリメチル-1, 5-ジメトキシトリシロキサン、1, 3, 5-トリス(n-プロポキシメチル)-1, 3, 5-トリメチル-1, 5-ジメトキシトリシロキサン、1, 3, 5-トリス(イソプロポキシメチル)-1, 3, 5-トリメチル-1, 5-ジメトキシトリシロキサン、1, 3, 5-トリス(n-ブトキシメチル)-1, 3, 5-トリメチル-1, 5-ジメトキシトリシロキサン、1, 3, 5-トリス(iso.-ブトキシメチル)-1, 3, 5-トリメチル-1, 5-ジメトキシトリシロキサン、1, 3, 5-トリス(tert.-ブトキシメチル)-1, 3, 5-トリメチル-1, 5-ジメトキシトリシロキサン等が挙げられる。

[0046] また1, 3, 5-トリス(メトキシメチル)-1, 3, 5-トリメチル-1, 5-ジエトキシトリシロキサン、1, 3, 5-トリス(エトキシメチル)-1, 3, 5-トリメチル-1, 5-ジエトキシトリシロキサン、1, 3, 5-トリス(n-プロポキシメチル)-1, 3, 5-トリメチル-1, 5-ジエトキシトリシロキサン、1, 3, 5-トリス(イソプロポキシメチル)-1, 3, 5-トリメチル-1, 5-ジエトキシトリシロキサン、1, 3, 5-トリス(n-ブトキシメチル)-1, 3, 5-トリメチル-1, 5-ジエトキシトリシロキサン、1, 3, 5-トリス(iso.-ブトキシメチル)-1, 3, 5-トリメチル-1, 5-ジエトキシトリシロキサン、1, 3, 5-トリス(tert.-ブトキシメチル)-1, 3, 5-トリメチル-1, 5-ジエトキシトリシロキサン、

1, 3, 5-トリス(メトキシメチル)-1, 3, 5-トリエチル-1, 5-ジメトキシトリシロキサン、1, 3, 5-トリス(エトキシメチル)-

1, 3, 5-トリエチル-1, 5-ジメトキシトリシロキサン、1, 3, 5-トリス (n-プロポキシメチル)-1, 3, 5-トリエチル-1, 5-ジメトキシトリシロキサン、1, 3, 5-トリス (イソプロポキシメチル)-1, 3, 5-トリエチル-1, 5-ジメトキシトリシロキサン、1, 3, 5-トリス (n-ブトキシメチル)-1, 3, 5-トリエチル-1, 5-ジメトキシトリシロキサン、1, 3, 5-トリス (iso.-ブトキシメチル)-1, 3, 5-トリエチル-1, 5-ジメトキシトリシロキサン、1, 3, 5-トリス (tert.-ブトキシメチル)-1, 3, 5-トリエチル-1, 5-ジメトキシトリシロキサン等が挙げられる。

[0047] また1, 3, 5-トリス (メトキシメチル)-1, 3, 5-トリエチル-1, 5-ジエトキシトリシロキサン、1, 3, 5-トリス (エトキシメチル)-1, 3, 5-トリエチル-1, 5-ジエトキシトリシロキサン、1, 3, 5-トリス (n-プロポキシメチル)-1, 3, 5-トリエチル-1, 5-ジエトキシトリシロキサン、1, 3, 5-トリス (イソプロポキシメチル)-1, 3, 5-トリエチル-1, 5-ジエトキシトリシロキサン、1, 3, 5-トリス (n-ブトキシメチル)-1, 3, 5-トリエチル-1, 5-ジエトキシトリシロキサン、1, 3, 5-トリス (iso.-ブトキシメチル)-1, 3, 5-トリエチル-1, 5-ジエトキシトリシロキサン、1, 3, 5-トリス (tert.-ブトキシメチル)-1, 3, 5-トリエチル-1, 5-ジエトキシトリシロキサン、

1, 3, 5-トリス (メトキシメチル)-1, 3, 5-トリイソプロピル-1, 5-ジメトキシトリシロキサン、1, 3, 5-トリス (エトキシメチル)-1, 3, 5-トリメチル-1, 5-ジメトキシトリシロキサン、1, 3, 5-トリス (n-プロポキシメチル)-1, 3, 5-トリイソプロピル-1, 5-ジメトキシトリシロキサン、1, 3, 5-トリス (イソプロポキシメチル)-1, 3, 5-トリイソプロピルメチル-1, 5-ジメトキシトリシロキサン、1, 3, 5-トリス (n-ブトキシメチル)-1, 3, 5-トリイソプロピル-1, 5-ジメトキシトリシロキサン、1, 3, 5-トリ

ス (i s o. -ブトキシメチル) - 1, 3, 5-トリイソプロピル- 1, 5-ジメトキシトリシロキサン、1, 3, 5-トリス (t e r t. -ブトキシメチル) - 1, 3, 5-トリイソプロピルメチル- 1, 5-ジメトキシトリシロキサン等が挙げられる。

[0048] また1, 3, 5-トリス (メトキシメチル) - 1, 3, 5-トリイソプロピル- 1, 5-ジエトキシトリシロキサン、1, 3, 5-トリス (エトキシメチル) - 1, 3, 5-トリメチル- 1, 5-ジエトキシトリシロキサン、1, 3, 5-トリス (n-プロポキシメチル) - 1, 3, 5-トリイソプロピル- 1, 5-ジエトキシトリシロキサン、1, 3, 5-トリス (イソプロポキシメチル) - 1, 3, 5-トリイソプロピルメチル- 1, 5-ジエトキシトリシロキサン、1, 3, 5-トリス (n-ブトキシメチル) - 1, 3, 5-トリイソプロピル- 1, 5-ジエトキシトリシロキサン、1, 3, 5-トリス (i s o. -ブトキシメチル) - 1, 3, 5-トリイソプロピル- 1, 5-ジエトキシトリシロキサン、1, 3, 5-トリス (t e r t. -ブトキシメチル) - 1, 3, 5-トリイソプロピルメチル- 1, 5-ジエトキシトリシロキサン、

1, 3, 5-トリス (メトキシエチル) - 1, 3, 5-トリメチル- 1, 5-ジメトキシトリシロキサン、1, 3, 5-トリス (エトキシエチル) - 1, 3, 5-トリメチル- 1, 5-ジメトキシトリシロキサン、1, 3, 5-トリス (n-プロポキシエチル) - 1, 3, 5-トリメチル- 1, 5-ジメトキシトリシロキサン、1, 3, 5-トリス (イソプロポキシエチル) - 1, 3, 5-トリメチル- 1, 5-ジメトキシトリシロキサン、1, 3, 5-トリス (n-ブトキシエチル) - 1, 3, 5-トリメチル- 1, 5-ジメトキシトリシロキサン、1, 3, 5-トリス (i s o. -ブトキシエチル) - 1, 3, 5-トリメチル- 1, 5-ジメトキシトリシロキサン、1, 3, 5-トリス (t r e t. -ブトキシエチル) - 1, 3, 5-トリメチル- 1, 5-ジメトキシトリシロキサン等が挙げられる。

[0049] また1, 3, 5-トリス (メトキシエチル) - 1, 3, 5-トリメチル-

1, 5-ジエトキシトリシロキサン、1, 3, 5-トリス(エトキシエチル) - 1, 3, 5-トリメチル-1, 5-ジエトキシトリシロキサン、1, 3, 5-トリス(n-プロポキシエチル) - 1, 3, 5-トリメチル-1, 5-ジエトキシトリシロキサン、1, 3, 5-トリス(イソプロポキシエチル) - 1, 3, 5-トリメチル-1, 5-ジエトキシトリシロキサン、1, 3, 5-トリス(n-ブトキシエチル) - 1, 3, 5-トリメチル-1, 5-ジエトキシトリシロキサン、1, 3, 5-トリス(iso.-ブトキシエチル) - 1, 3, 5-トリメチル-1, 5-ジエトキシトリシロキサン、1, 3, 5-トリス(tert.-ブトキシエチル) - 1, 3, 5-トリメチル-1, 5-ジエトキシトリシロキサン、

1, 3, 5-トリス(メトキシエチル) - 1, 3, 5-トリエチル-1, 5-ジメトキシトリシロキサン、1, 3, 5-トリス(エトキシエチル) - 1, 3, 5-トリエチル-1, 5-ジメトキシトリシロキサン、1, 3, 5-トリス(n-プロポキシエチル) - 1, 3, 5-トリエチル-1, 5-ジメトキシトリシロキサン、1, 3, 5-トリス(イソプロポキシエチル) - 1, 3, 5-トリエチル-1, 5-ジメトキシトリシロキサン、1, 3, 5-トリス(n-ブトキシエチル) - 1, 3, 5-トリエチル-1, 5-ジメトキシトリシロキサン、1, 3, 5-トリス(iso.-ブトキシエチル) - 1, 3, 5-トリエチル-1, 5-ジメトキシトリシロキサン、1, 3, 5-トリス(tert.-ブトキシエチル) - 1, 3, 5-トリエチル-1, 5-ジメトキシトリシロキサン等が挙げられる。

[0050] また1, 3, 5-トリス(メトキシエチル) - 1, 3, 5-トリエチル-1, 5-ジエトキシトリシロキサン、1, 3, 5-トリス(エトキシエチル) - 1, 3, 5-トリエチル-1, 5-ジエトキシトリシロキサン、1, 3, 5-トリス(n-プロポキシエチル) - 1, 3, 5-トリエチル-1, 5-ジエトキシトリシロキサン、1, 3, 5-トリス(イソプロポキシエチル) - 1, 3, 5-トリエチル-1, 5-ジエトキシトリシロキサン、1, 3, 5-トリス(n-ブトキシエチル) - 1, 3, 5-トリエチル-1, 5-

ジエトキシトリシロキサン、1, 3, 5-トリス (i s o. -ブトキシエチル) -1, 3, 5-トリエチル-1, 5-ジエトキシトリシロキサン、1, 3, 5-トリス (t e r t. -ブトキシエチル) -1, 3, 5-トリエチル-1, 5-ジエトキシトリシロキサン、

1, 3, 5-トリス (メトキシエチル) -1, 3, 5-トリイソプロピル-1, 5-ジメトキシトリシロキサン、1, 3, 5-トリス (エトキシエチル) -1, 3, 5-トリメチル-1, 5-ジメトキシトリシロキサン、1, 3, 5-トリス (n-プロポキシエチル) -1, 3, 5-トリイソプロピル-1, 5-ジメトキシトリシロキサン、1, 3, 5-トリス (イソプロポキシエチル) -1, 3, 5-トリイソプロピルメチル-1, 5-ジメトキシトリシロキサン、1, 3, 5-トリス (n-ブトキシエチル) -1, 3, 5-トリイソプロピル-1, 5-ジメトキシトリシロキサン、1, 3, 5-トリス (i s o. -ブトキシエチル) -1, 3, 5-トリイソプロピル-1, 5-ジメトキシトリシロキサン、1, 3, 5-トリス (t e r t. -ブトキシエチル) -1, 3, 5-トリイソプロピルメチル-1, 5-ジメトキシトリシロキサン等が挙げられる。

[0051] また1, 3, 5-トリス (メトキシエチル) -1, 3, 5-トリイソプロピル-1, 5-ジエトキシトリシロキサン、1, 3, 5-トリス (エトキシエチル) -1, 3, 5-トリメチル-1, 5-ジエトキシトリシロキサン、1, 3, 5-トリス (n-プロポキシエチル) -1, 3, 5-トリイソプロピル-1, 5-ジエトキシトリシロキサン、1, 3, 5-トリス (イソプロポキシエチル) -1, 3, 5-トリイソプロピルメチル-1, 5-ジエトキシトリシロキサン、1, 3, 5-トリス (n-ブトキシエチル) -1, 3, 5-トリイソプロピル-1, 5-ジエトキシトリシロキサン、1, 3, 5-トリス (i s o. -ブトキシエチル) -1, 3, 5-トリイソプロピル-1, 5-ジエトキシトリシロキサン、1, 3, 5-トリス (t e r t. -ブトキシエチル) -1, 3, 5-トリイソプロピルメチル-1, 5-ジエトキシトリシロキサン、

1, 3, 5, 7-テトラキス(メトキシメチル)-1, 3, 5, 7-テトラメチル-1, 7-ジメトキシテトラシロキサン、1, 3, 5, 7-テトラキス(エトキシメチル)-1, 3, 5, 7-テトラメチル-1, 7-ジメトキシテトラシロキサン、1, 3, 5, 7-テトラキス(n-プロポキシメチル)-1, 3, 5, 7-テトラメチル-1, 7-ジメトキシテトラシロキサン、1, 3, 5, 7-テトラキス(イソプロポキシメチル)-1, 3, 5, 7-テトラメチル-1, 7-ジメトキシテトラシロキサン、1, 3, 5, 7-テトラキス(n-ブトキシメチル)-1, 3, 5, 7-テトラメチル-1, 7-ジメトキシテトラシロキサン、1, 3, 5, 7-テトラキス(iso-ブトキシメチル)-1, 3, 5, 7-テトラメチル-1, 7-ジメトキシテトラシロキサン、1, 3, 5, 7-テトラキス(tert-ブトキシメチル)-1, 3, 5, 7-テトラメチル-1, 7-ジメトキシテトラシロキサン等が挙げられる。

[0052] また1, 3, 5, 7-テトラキス(メトキシメチル)-1, 3, 5, 7-テトラメチル-1, 7-ジエトキシテトラシロキサン、1, 3, 5, 7-テトラキス(エトキシメチル)-1, 3, 5, 7-テトラメチル-1, 7-ジメトキシテトラシロキサン、1, 3, 5, 7-テトラキス(n-プロポキシメチル)-1, 3, 5, 7-テトラメチル-1, 7-ジエトキシテトラシロキサン、1, 3, 5, 7-テトラキス(イソプロポキシメチル)-1, 3, 5, 7-テトラメチル-1, 7-ジエトキシテトラシロキサン、1, 3, 5, 7-テトラキス(n-ブトキシメチル)-1, 3, 5, 7-テトラメチル-1, 7-ジエトキシテトラシロキサン、1, 3, 5, 7-テトラキス(iso-ブトキシメチル)-1, 3, 5, 7-テトラメチル-1, 7-ジエトキシテトラシロキサン、1, 3, 5, 7-テトラキス(tert-ブトキシメチル)-1, 3, 5, 7-テトラメチル-1, 7-ジエトキシテトラシロキサン、

1, 3, 5, 7-テトラキス(メトキシメチル)-1, 3, 5, 7-テトラエチル-1, 7-ジメトキシテトラシロキサン、1, 3, 5, 7-テトラ

キス（エトキシメチル）－１，３，５，７－テトラエチル－１，７－ジメトキシテトラシロキサン、１，３，５，７－テトラキス（*n*－プロポキシメチル）－１，３，５，７－テトラエチル－１，７－ジメトキシテトラシロキサン、１，３，５，７－テトラキス（イソプロポキシメチル）－１，３，５，７－テトラエチル－１，７－ジメトキシテトラシロキサン、１，３，５，７－テトラキス（*n*－ブトキシメチル）－１，３，５，７－テトラエチル－１，７－ジメトキシテトラシロキサン、１，３，５，７－テトラキス（*i s o*．－ブトキシメチル）－１，３，５，７－テトラエチル－１，７－ジメトキシテトラシロキサン、１，３，５，７－テトラキス（*t e r t*．－ブトキシメチル）－１，３，５，７－テトラエチル－１，７－ジメトキシテトラシロキサン等が挙げられる。

[0053] また１，３，５，７－テトラキス（メトキシメチル）－１，３，５，７－テトラエチル－１，７－ジエトキシテトラシロキサン、１，３，５，７－テトラキス（エトキシメチル）－１，３，５，７－テトラエチル－１，７－ジメトキシテトラシロキサン、１，３，５，７－テトラキス（*n*－プロポキシメチル）－１，３，５，７－テトラエチル－１，７－ジエトキシテトラシロキサン、１，３，５，７－テトラキス（イソプロポキシメチル）－１，３，５，７－テトラエチル－１，７－ジエトキシテトラシロキサン、１，３，５，７－テトラキス（*n*－ブトキシメチル）－１，３，５，７－テトラエチル－１，７－ジエトキシテトラシロキサン、１，３，５，７－テトラキス（*i s o*．－ブトキシメチル）－１，３，５，７－テトラエチル－１，７－ジエトキシテトラシロキサン、１，３，５，７－テトラキス（*t e r t*．－ブトキシメチル）－１，３，５，７－テトラエチル－１，７－ジエトキシテトラシロキサン、

１，３，５，７－テトラキス（メトキシメチル）－１，３，５，７－テトライソプロピル－１，７－ジメトキシテトラシロキサン、１，３，５，７－テトラキス（エトキシメチル）－１，３，５，７－テトライソプロピル－１，７－ジメトキシテトラシロキサン、１，３，５，７－テトラキス（*n*－ブ

ロポキシメチル) - 1, 3, 5, 7-テトライソプロピル-1, 7-ジメトキシテトラシロキサン、1, 3, 5, 7-テトラキス (イソプロポキシメチル) - 1, 3, 5, 7-テトライソプロピル-1, 7-ジメトキシテトラシロキサン、1, 3, 5, 7-テトラキス (n-ブトキシメチル) - 1, 3, 5, 7-テトライソプロピル-1, 7-ジメトキシテトラシロキサン、1, 3, 5, 7-テトラキス (i s o. -ブトキシメチル) - 1, 3, 5, 7-テトライソプロピル-1, 7-ジメトキシテトラシロキサン、1, 3, 5, 7-テトラキス (t e r t. -ブトキシメチル) - 1, 3, 5, 7-テトライソプロピル-1, 7-ジメトキシテトラシロキサン等が挙げられる。

[0054] また1, 3, 5, 7-テトラキス (メトキシメチル) - 1, 3, 5, 7-テトライソプロピル-1, 7-ジエトキシテトラシロキサン、1, 3, 5, 7-テトラキス (エトキシメチル) - 1, 3, 5, 7-テトライソプロピル-1, 7-ジメトキシテトラシロキサン、1, 3, 5, 7-テトラキス (n-プロポキシメチル) - 1, 3, 5, 7-テトライソプロピル-1, 7-ジエトキシテトラシロキサン、1, 3, 5, 7-テトラキス (イソプロポキシメチル) - 1, 3, 5, 7-テトライソプロピル-1, 7-ジエトキシテトラシロキサン、1, 3, 5, 7-テトラキス (n-ブトキシメチル) - 1, 3, 5, 7-テトライソプロピル-1, 7-ジエトキシテトラシロキサン、1, 3, 5, 7-テトラキス (i s o. -ブトキシメチル) - 1, 3, 5, 7-テトライソプロピル-1, 7-ジエトキシテトラシロキサン、1, 3, 5, 7-テトラキス (t e r t. -ブトキシメチル) - 1, 3, 5, 7-テトライソプロピル-1, 7-ジエトキシテトラシロキサン、

1, 3, 5, 7-テトラキス (メトキシエチル) - 1, 3, 5, 7-テトラメチル-1, 7-ジメトキシテトラシロキサン、1, 3, 5, 7-テトラキス (エトキシエチル) - 1, 3, 5, 7-テトラメチル-1, 7-ジメトキシテトラシロキサン、1, 3, 5, 7-テトラキス (n-プロポキシエチル) - 1, 3, 5, 7-テトラメチル-1, 7-ジメトキシテトラシロキサン、1, 3, 5, 7-テトラキス (イソプロポキシエチル) - 1, 3, 5,

7-テトラメチル-1, 7-ジメトキシテトラシロキサン、1, 3, 5, 7-テトラキス(n-ブトキシエチル)-1, 3, 5, 7-テトラメチル-1, 7-ジメトキシテトラシロキサン、1, 3, 5, 7-テトラキス(iso-ブトキシエチル)-1, 3, 5, 7-テトラメチル-1, 7-ジメトキシテトラシロキサン、1, 3, 5, 7-テトラキス(tert-ブトキシエチル)-1, 3, 5, 7-テトラメチル-1, 7-ジメトキシテトラシロキサン等が挙げられる。

[0055] また1, 3, 5, 7-テトラキス(メトキシエチル)-1, 3, 5, 7-テトラメチル-1, 7-ジエトキシテトラシロキサン、1, 3, 5, 7-テトラキス(エトキシエチル)-1, 3, 5, 7-テトラメチル-1, 7-ジメトキシテトラシロキサン、1, 3, 5, 7-テトラキス(n-プロポキシエチル)-1, 3, 5, 7-テトラメチル-1, 7-ジエトキシテトラシロキサン、1, 3, 5, 7-テトラキス(イソプロポキシエチル)-1, 3, 5, 7-テトラメチル-1, 7-ジエトキシテトラシロキサン、1, 3, 5, 7-テトラキス(n-ブトキシエチル)-1, 3, 5, 7-テトラメチル-1, 7-ジエトキシテトラシロキサン、1, 3, 5, 7-テトラキス(iso-ブトキシエチル)-1, 3, 5, 7-テトラメチル-1, 7-ジエトキシテトラシロキサン、1, 3, 5, 7-テトラキス(tert-ブトキシエチル)-1, 3, 5, 7-テトラメチル-1, 7-ジエトキシテトラシロキサン、

1, 3, 5, 7-テトラキス(メトキシエチル)-1, 3, 5, 7-テトラエチル-1, 7-ジメトキシテトラシロキサン、1, 3, 5, 7-テトラキス(エトキシエチル)-1, 3, 5, 7-テトラエチル-1, 7-ジメトキシテトラシロキサン、1, 3, 5, 7-テトラキス(n-プロポキシエチル)-1, 3, 5, 7-テトラエチル-1, 7-ジメトキシテトラシロキサン、1, 3, 5, 7-テトラキス(イソプロポキシエチル)-1, 3, 5, 7-テトラエチル-1, 7-ジメトキシテトラシロキサン、1, 3, 5, 7-テトラキス(n-ブトキシエチル)-1, 3, 5, 7-テトラエチル-1

、 7-ジメトキシテトラシロキサン、 1, 3, 5, 7-テトラキス (i s o . -ブトキシエチル) - 1, 3, 5, 7-テトラエチル- 1, 7-ジメトキシテトラシロキサン、 1, 3, 5, 7-テトラキス (t e r t . -ブトキシエチル) - 1, 3, 5, 7-テトラエチル- 1, 7-ジメトキシテトラシロキサン等が挙げられる。

[0056] また 1, 3, 5, 7-テトラキス (メトキシエチル) - 1, 3, 5, 7-テトラエチル- 1, 7-ジエトキシテトラシロキサン、 1, 3, 5, 7-テトラキス (エトキシエチル) - 1, 3, 5, 7-テトラエチル- 1, 7-ジメトキシテトラシロキサン、 1, 3, 5, 7-テトラキス (n-プロポキシエチル) - 1, 3, 5, 7-テトラエチル- 1, 7-ジエトキシテトラシロキサン、 1, 3, 5, 7-テトラキス (イソプロポキシエチル) - 1, 3, 5, 7-テトラエチル- 1, 7-ジエトキシテトラシロキサン、 1, 3, 5, 7-テトラキス (n-ブトキシエチル) - 1, 3, 5, 7-テトラエチル- 1, 7-ジエトキシテトラシロキサン、 1, 3, 5, 7-テトラキス (i s o . -ブトキシエチル) - 1, 3, 5, 7-テトラエチル- 1, 7-ジエトキシテトラシロキサン、 1, 3, 5, 7-テトラキス (t e r t . -ブトキシエチル) - 1, 3, 5, 7-テトラエチル- 1, 7-ジエトキシテトラシロキサン、

1, 3, 5, 7-テトラキス (メトキシエチル) - 1, 3, 5, 7-テトライソプロピル- 1, 7-ジメトキシテトラシロキサン、 1, 3, 5, 7-テトラキス (エトキシエチル) - 1, 3, 5, 7-テトライソプロピル- 1, 7-ジメトキシテトラシロキサン、 1, 3, 5, 7-テトラキス (n-プロポキシエチル) - 1, 3, 5, 7-テトライソプロピル- 1, 7-ジメトキシテトラシロキサン、 1, 3, 5, 7-テトラキス (イソプロポキシエチル) - 1, 3, 5, 7-テトライソプロピル- 1, 7-ジメトキシテトラシロキサン、 1, 3, 5, 7-テトラキス (n-ブトキシエチル) - 1, 3, 5, 7-テトライソプロピル- 1, 7-ジメトキシテトラシロキサン、 1, 3, 5, 7-テトラキス (i s o . -ブトキシエチル) - 1, 3, 5, 7-

テトライソプロピル-1, 7-ジメトキシテトラシロキサン、1, 3, 5, 7-テトラキス (tert.-ブトキシエチル)-1, 3, 5, 7-テトライソプロピル-1, 7-ジメトキシテトラシロキサン等が挙げられる。

[0057] また1, 3, 5, 7-テトラキス (メトキシエチル)-1, 3, 5, 7-テトライソプロピル-1, 7-ジエトキシテトラシロキサン、1, 3, 5, 7-テトラキス (エトキシエチル)-1, 3, 5, 7-テトライソプロピル-1, 7-ジメトキシテトラシロキサン、1, 3, 5, 7-テトラキス (n-プロポキシエチル)-1, 3, 5, 7-テトライソプロピル-1, 7-ジエトキシテトラシロキサン、1, 3, 5, 7-テトラキス (イソプロポキシエチル)-1, 3, 5, 7-テトライソプロピル-1, 7-ジエトキシテトラシロキサン、1, 3, 5, 7-テトラキス (n-ブトキシエチル)-1, 3, 5, 7-テトライソプロピル-1, 7-ジエトキシテトラシロキサン、1, 3, 5, 7-テトラキス (iso.-ブトキシエチル)-1, 3, 5, 7-テトライソプロピル-1, 7-ジエトキシテトラシロキサン、1, 3, 5, 7-テトラキス (tert.-ブトキシエチル)-1, 3, 5, 7-テトライソプロピル-1, 7-ジエトキシテトラシロキサン、

1, 3, 5, 7-テトラキス (メトキシプロピル)-1, 3, 5, 7-テトラメチル-1, 7-ジメトキシテトラシロキサン、1, 3, 5, 7-テトラキス (メトキシプロピル)-1, 3, 5, 7-テトラメチル-1, 7-ジエトキシテトラシロキサン、

1, 3, 5, 7-テトラキス (メトキシプロピル)-1, 3, 5, 7-テトラメチル-1, 7-ジイソプロポキシテトラシロキサン、

1, 3, 5, 7, 9-ペンタキス (メトキシメチル)-1, 3, 5, 7, 9-ペンタメチル-1, 9-ジメトキシペンタシロキサン、

1, 3, 5, 7, 9-ペンタキス (ブトキシブチル)-1, 3, 5, 7, 9-ペンタブチル-1, 9-ジブトキシペンタシロキサン等が挙げられる。

[0058] 上記一般式 (2) の有機ケイ素化合物の製造法は、特に限定されるものではないが、例えば上記一般式 (1) の有機ケイ素化合物を酸、アルカリ触媒

存在下に加水分解することで製造することができる。

[0059] 一般式(3)において、好ましくは、 c は0～2の整数であり、 n は1～6の整数であり、 g は1～2の整数であり、 q は2～10の整数である。

[0060] 上記一般式(3)で示される有機環状シロキサン化合物の具体例としては、

2, 4, 6-トリシロキサン(2-メトキシエチル)-2, 4, 6-トリメチルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリシロキサン(2-tert-ブトキシエチル)-2, 4, 6-トリメチルシクロトリシロキサン、2, 4, 6, 8-テトラシロキサン(2-メトキシエチル)-2, 4, 6, 8-テトラメチルシクロテトラシロキサン、2, 4, 6, 8-テトラシロキサン(2-tert-ブトキシエチル)-2, 4, 6, 8-テトラメチルシクロテトラシロキサン、2, 4, 6, 8, 10-ペンタシロキサン(2-メトキシエチル)-2, 4, 6, 8, 10-ペンタメチルシクロペンタシロキサン、2, 4, 6, 8, 10-ペンタシロキサン(2-tert-ブトキシエチル)-2, 4, 6, 8, 10-ペンタメチルシクロペンタシロキサン、

2, 4, 6-トリシロキサン(4-メトキシフェニル)-2, 4, 6-トリメチルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリシロキサン(4-tert-ブトキシフェニル)-2, 4, 6-トリメチルシクロトリシロキサン、2, 4, 6, 8-テトラシロキサン(4-メトキシフェニル)-2, 4, 6, 8-テトラメチルシクロテトラシロキサン、2, 4, 6, 8-テトラシロキサン(4-tert-ブトキシフェニル)-2, 4, 6, 8-テトラメチルシクロテトラシロキサン、2, 4, 6, 8, 10-ペンタシロキサン(4-メトキシフェニル)-2, 4, 6, 8, 10-ペンタメチルシクロペンタシロキサン、2, 4, 6, 8, 10-ペンタシロキサン(4-tert-ブトキシフェニル)-2, 4, 6, 8, 10-ペンタメチルシクロペンタシロキサン等が挙げられる。

[0061] また2, 4, 6-トリシロキサン(メトキシメチル)-2, 4, 6-トリメチルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリシロキサン(エトキシメチル)-2, 4, 6-トリメチルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリシロキサン(n -プロポキシ

メチル) - 2, 4, 6-トリメチルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリリス (イソプロポキシメチル) - 2, 4, 6-トリメチルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリリス (n-ブトキシメチル) - 2, 4, 6-トリメチルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリリス (i s o. -ブトキシメチル) - 2, 4, 6-トリメチルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリリス (t e r t. -ブトキシメチル) - 2, 4, 6-トリメチルシクロトリシロキサン、

2, 4, 6-トリリス (メトキシメチル) - 2, 4, 6-トリエチルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリリス (エトキシメチル) - 2, 4, 6-トリエチルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリリス (n-プロポキシメチル) - 2, 4, 6-トリエチルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリリス (イソプロポキシメチル) - 2, 4, 6-トリエチルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリリス (n-ブトキシメチル) - 2, 4, 6-トリエチルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリリス (i s o. -ブトキシメチル) - 2, 4, 6-トリエチルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリリス (t e r t. -ブトキシメチル) - 2, 4, 6-トリエチルシクロトリシロキサン等が挙げられる。

[0062] また2, 4, 6-トリリス (メトキシメチル) - 2, 4, 6-トリイソプロピルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリリス (エトキシメチル) - 2, 4, 6-トリイソプロピルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリリス (n-プロポキシメチル) - 2, 4, 6-トリイソプロピルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリリス (イソプロポキシメチル) - 2, 4, 6-トリイソプロピルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリリス (n-ブトキシメチル) - 2, 4, 6-トリイソプロピルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリリス (i s o. -ブトキシメチル) - 2, 4, 6-トリイソプロピルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリリス (t e r t. -ブトキシメチル) - 2, 4, 6-トリイソプロピルシクロトリシロキサン、

2, 4, 6-トリリス (メトキシメチル) - 2, 4, 6-トリn-プロピル

シクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリス（エトキシメチル）-2, 4, 6-トリ n-プロピルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリス（n-プロポキシメチル）-2, 4, 6-トリ n-プロピルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリス（イソプロポキシメチル）-2, 4, 6-トリ n-プロピルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリス（n-ブトキシメチル）-2, 4, 6-トリ n-プロピルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリス（i s o. -ブトキシメチル）-2, 4, 6-トリ n-プロピルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリス（t e r t. -ブトキシメチル）-2, 4, 6-トリ n-プロピルシクロトリシロキサン等が挙げられる。

[0063] また2, 4, 6-トリス（メトキシメチル）-2, 4, 6-トリ t e r t. -ブチルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリス（エトキシメチル）-2, 4, 6-トリ t e r t. -ブチルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリス（n-プロポキシメチル）-2, 4, 6-トリ t e r t. -ブチルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリス（イソプロポキシメチル）-2, 4, 6-トリ t e r t. -ブチルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリス（n-ブトキシメチル）-2, 4, 6-トリ t e r t. -ブチルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリス（i s o. -ブトキシメチル）-2, 4, 6-トリ t e r t. -ブチルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリス（t e r t. -ブトキシメチル）-2, 4, 6-トリ t e r t. -ブチルシクロトリシロキサン、

2, 4, 6-トリス（メトキシメチル）-2, 4, 6-トリシクロペンチルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリス（エトキシメチル）-2, 4, 6-トリシクロペンチルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリス（n-プロポキシメチル）-2, 4, 6-トリシクロペンチルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリス（イソプロポキシメチル）-2, 4, 6-トリシクロペンチルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリス（n-ブトキシメチル）-2, 4, 6-トリシクロペンチルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリス（i s o. -ブトキシメチル）-2, 4, 6-トリシクロペンチ

ルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリス (tert. -ブトキシメチル) -2, 4, 6-トリシクロペンチルシクロトリシロキサン等が挙げられる。

[0064] また2, 4, 6-トリス (メトキシメチル) -2, 4, 6-トリシクロヘキシルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリス (エトキシメチル) -2, 4, 6-トリシクロヘキシルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリス (n-プロポキシメチル) -2, 4, 6-トリシクロヘキシルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリス (イソプロポキシメチル) -2, 4, 6-トリシクロヘキシルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリス (n-ブトキシメチル) -2, 4, 6-トリシクロヘキシルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリス (iso. -ブトキシメチル) -2, 4, 6-トリシクロヘキシルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリス (tert. -ブトキシメチル) -2, 4, 6-トリシクロヘキシルシクロトリシロキサン、

2, 4, 6-トリス (メトキシエチル) -2, 4, 6-トリメチルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリス (エトキシエチル) -2, 4, 6-トリメチルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリス (n-プロポキシエチル) -2, 4, 6-トリメチルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリス (イソプロポキシエチル) -2, 4, 6-トリメチルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリス (n-ブトキシエチル) -2, 4, 6-トリメチルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリス (iso. -ブトキシエチル) -2, 4, 6-トリメチルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリス (tert. -ブトキシエチル) -2, 4, 6-トリメチルシクロトリシロキサン等が挙げられる。

[0065] また2, 4, 6-トリス (メトキシエチル) -2, 4, 6-トリエチルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリス (エトキシエチル) -2, 4, 6-トリエチルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリス (n-プロポキシエチル) -2, 4, 6-トリエチルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリス (イソプロポキシエチル) -2, 4, 6-トリエチルシクロトリシロキ

サン、2, 4, 6-トリス (n-ブトキシエチル) - 2, 4, 6-トリエチルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリス (i s o. -ブトキシエチル) - 2, 4, 6-トリエチルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリス (t e r t. -ブトキシエチル) - 2, 4, 6-トリエチルシクロトリシロキサン、

2, 4, 6-トリス (メトキシエチル) - 2, 4, 6-トリイソプロピルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリス (エトキシエチル) - 2, 4, 6-トリイソプロピルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリス (n-プロポキシエチル) - 2, 4, 6-トリイソプロピルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリス (イソプロポキシエチル) - 2, 4, 6-トリイソプロピルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリス (n-ブトキシエチル) - 2, 4, 6-トリイソプロピルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリス (i s o. -ブトキシエチル) - 2, 4, 6-トリイソプロピルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリス (t e r t. -ブトキシエチル) - 2, 4, 6-トリイソプロピルシクロトリシロキサン等が挙げられる。

[0066] また2, 4, 6-トリス (メトキシエチル) - 2, 4, 6-トリn-プロピルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリス (エトキシエチル) - 2, 4, 6-トリn-プロピルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリス (n-プロポキシエチル) - 2, 4, 6-トリn-プロピルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリス (イソプロポキシエチル) - 2, 4, 6-トリn-プロピルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリス (n-ブトキシエチル) - 2, 4, 6-トリn-プロピルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリス (i s o. -ブトキシエチル) - 2, 4, 6-トリn-プロピルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリス (t e r t. -ブトキシエチル) - 2, 4, 6-トリn-プロピルシクロトリシロキサン、

2, 4, 6-トリス (メトキシエチル) - 2, 4, 6-トリt e r t. -ブチルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリス (エトキシエチル) - 2, 4, 6-トリt e r t. -ブチルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリ

リス（*n*-プロポキシエチル）-2, 4, 6-トリtert.-ーブチルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリス（イソプロポキシエチル）-2, 4, 6-トリtert.-ーブチルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリス（*n*-ブトキシエチル）-2, 4, 6-トリtert.-ーブチルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリス（iso.-ーブトキシエチル）-2, 4, 6-トリtert.-ーブチルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリtert.-ーブトキシエチル）-2, 4, 6-トリtert.-ーブチルシクロトリシロキサン等が挙げられる。

[0067] また2, 4, 6-トリス（メトキシエチル）-2, 4, 6-トリシクロペンチルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリス（エトキシエチル）-2, 4, 6-トリシクロペンチルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリス（*n*-プロポキシエチル）-2, 4, 6-トリシクロペンチルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリス（イソプロポキシエチル）-2, 4, 6-トリシクロペンチルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリス（*n*-ブトキシエチル）-2, 4, 6-トリシクロペンチルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリス（iso.-ーブトキシエチル）-2, 4, 6-トリシクロペンチルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリtert.-ーブトキシエチル）-2, 4, 6-トリシクロペンチルシクロトリシロキサン、

2, 4, 6-トリス（メトキシエチル）-2, 4, 6-トリシクロヘキシルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリス（エトキシエチル）-2, 4, 6-トリシクロヘキシルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリス（*n*-プロポキシエチル）-2, 4, 6-トリシクロヘキシルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリス（イソプロポキシエチル）-2, 4, 6-トリシクロヘキシルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリス（*n*-ブトキシエチル）-2, 4, 6-トリシクロヘキシルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリス（iso.-ーブトキシエチル）-2, 4, 6-トリシクロヘキシルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリtert.-ーブトキシエチル）-2, 4, 6-トリシクロヘキシルシクロトリシロキサン等が挙げられ

る。

[0068] また2, 4, 6-トリス(メトキシプロピル)-2, 4, 6-トリメチルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリス(メトキシプロピル)-2, 4, 6-トリエチルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリス(メトキシプロピル)-2, 4, 6-トリイソプロピルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリス(メトキシブチル)-2, 4, 6-トリメチルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリス(メトキシペンチル)-2, 4, 6-トリメチルシクロトリシロキサン、2, 4, 6-トリス(メトキシヘキシル)-2, 4, 6-トリメチルシクロトリシロキサン、

2, 4, 6, 8-テトラキス(メトキシメチル)-2, 4, 6, 8-テトラメチルシクロテトラシロキサン、2, 4, 6, 8-テトラキス(エトキシメチル)-2, 4, 6, 8-テトラメチルシクロテトラシロキサン、2, 4, 6, 8-テトラキス(n-プロポキシメチル)-2, 4, 6, 8-テトラメチルシクロテトラシロキサン、2, 4, 6, 8-テトラキス(イソプロポキシメチル)-2, 4, 6, 8-テトラメチルシクロテトラシロキサン、2, 4, 6, 8-テトラキス(n-ブトキシメチル)-2, 4, 6, 8-テトラメチルシクロテトラシロキサン、2, 4, 6, 8-テトラキス(イソブトキシメチル)-2, 4, 6, 8-テトラメチルシクロテトラシロキサン、2, 4, 6, 8-テトラキス(tert.-ブトキシメチル)-2, 4, 6, 8-テトラメチルシクロテトラシロキサン等が挙げられる。

[0069] また、2, 4, 6, 8-テトラキス(メトキシメチル)-2, 4, 6, 8-テトラエチルシクロテトラシロキサン、2, 4, 6, 8-テトラキス(エトキシメチル)-2, 4, 6, 8-テトラエチルシクロテトラシロキサン、2, 4, 6, 8-テトラキス(n-プロポキシメチル)-2, 4, 6, 8-テトラエチルシクロテトラシロキサン、2, 4, 6, 8-テトラキス(イソプロポキシメチル)-2, 4, 6, 8-テトラエチルシクロテトラシロキサン、2, 4, 6, 8-テトラキス(n-ブトキシメチル)-2, 4, 6, 8-テトラエチルシクロテトラシロキサン、2, 4, 6, 8-テトラキス(イ

ソプトキシメチル) - 2, 4, 6, 8-テトラエチルシクロテトラシロキサン、2, 4, 6, 8-テトラキス (tert.-ブトキシメチル) - 2, 4, 6, 8-テトラエチルシクロテトラシロキサン、

2, 4, 6, 8-テトラキス (メトキシメチル) - 2, 4, 6, 8-テトラn-プロピルシクロテトラシロキサン、2, 4, 6, 8-テトラキス (エトキシメチル) - 2, 4, 6, 8-テトラn-プロピルシクロテトラシロキサン、2, 4, 6, 8-テトラキス (n-プロポキシメチル) - 2, 4, 6, 8-テトラn-プロピルシクロテトラシロキサン、2, 4, 6, 8-テトラキス (イソプロポキシメチル) - 2, 4, 6, 8-テトラn-プロピルシクロテトラシロキサン、2, 4, 6, 8-テトラキス (n-ブトキシメチル) - 2, 4, 6, 8-テトラn-プロピルシクロテトラシロキサン、2, 4, 6, 8-テトラキス (イソブトキシメチル) - 2, 4, 6, 8-テトラn-プロピルシクロテトラシロキサン、2, 4, 6, 8-テトラキス (tert.-ブトキシメチル) - 2, 4, 6, 8-テトラn-プロピルシクロテトラシロキサン等が挙げられる。

[0070] また、2, 4, 6, 8-テトラキス (メトキシメチル) - 2, 4, 6, 8-テトライソプロピルシクロテトラシロキサン、2, 4, 6, 8-テトラキス (エトキシメチル) - 2, 4, 6, 8-テトライソプロピルシクロテトラシロキサン、2, 4, 6, 8-テトラキス (n-プロポキシメチル) - 2, 4, 6, 8-テトライソプロピルシクロテトラシロキサン、2, 4, 6, 8-テトラキス (イソプロポキシメチル) - 2, 4, 6, 8-テトライソプロピルシクロテトラシロキサン、2, 4, 6, 8-テトラキス (n-ブトキシメチル) - 2, 4, 6, 8-テトライソプロピルシクロテトラシロキサン、2, 4, 6, 8-テトラキス (イソブトキシメチル) - 2, 4, 6, 8-テトライソプロピルシクロテトラシロキサン、2, 4, 6, 8-テトラキス (tert.-ブトキシメチル) - 2, 4, 6, 8-テトライソプロピルシクロテトラシロキサン、

2, 4, 6, 8-テトラキス (メトキシメチル) - 2, 4, 6, 8-テト

ラtert. -ブチルシクロテトラシロキサン、2, 4, 6, 8-テトラキス(エトキシメチル)-2, 4, 6, 8-テトラtert. -ブチルシクロテトラシロキサン、2, 4, 6, 8-テトラキス(n-プロポキシメチル)-2, 4, 6, 8-テトラtert. -ブチルシクロテトラシロキサン、2, 4, 6, 8-テトラキス(イソプロポキシメチル)-2, 4, 6, 8-テトラtert. -ブチルシクロテトラシロキサン、2, 4, 6, 8-テトラキス(n-ブトキシメチル)-2, 4, 6, 8-テトラtert. -ブチルシクロテトラシロキサン、2, 4, 6, 8-テトラキス(イソブトキシメチル)-2, 4, 6, 8-テトラtert. -ブチルシクロテトラシロキサン、2, 4, 6, 8-テトラキス(tert. -ブトキシメチル)-2, 4, 6, 8-テトラtert. -ブチルシクロテトラシロキサン等が挙げられる。

[0071] また、2, 4, 6, 8-テトラキス(メトキシメチル)-2, 4, 6, 8-テトラシクロペンチルシクロテトラシロキサン、2, 4, 6, 8-テトラキス(エトキシメチル)-2, 4, 6, 8-テトラシクロペンチルシクロテトラシロキサン、2, 4, 6, 8-テトラキス(n-プロポキシメチル)-2, 4, 6, 8-テトラシクロペンチルシクロテトラシロキサン、2, 4, 6, 8-テトラキス(イソプロポキシメチル)-2, 4, 6, 8-テトラシクロペンチルシクロテトラシロキサン、2, 4, 6, 8-テトラキス(n-ブトキシメチル)-2, 4, 6, 8-テトラシクロペンチルシクロテトラシロキサン、2, 4, 6, 8-テトラキス(イソブトキシメチル)-2, 4, 6, 8-テトラシクロペンチルシクロテトラシロキサン、2, 4, 6, 8-テトラキス(tert. -ブトキシメチル)-2, 4, 6, 8-テトラシクロペンチルシクロテトラシロキサン、

2, 4, 6, 8-テトラキス(メトキシメチル)-2, 4, 6, 8-テトラシクロヘキシルシクロテトラシロキサン、2, 4, 6, 8-テトラキス(エトキシメチル)-2, 4, 6, 8-テトラシクロヘキシルシクロテトラシロキサン、2, 4, 6, 8-テトラキス(n-プロポキシメチル)-2, 4,

， 6， 8－テトラシクロヘキシルシクロテトラシロキサンの、 2， 4， 6， 8－テトラキス（イソプロポキシメチル）－2， 4， 6， 8－テトラシクロヘキシルシクロテトラシロキサンの、 2， 4， 6， 8－テトラキス（*n*－ブトキシメチル）－2， 4， 6， 8－テトラシクロヘキシルシクロテトラシロキサンの、 2， 4， 6， 8－テトラキス（イソブトキシメチル）－2， 4， 6， 8－テトラシクロヘキシルシクロテトラシロキサンの、 2， 4， 6， 8－テトラキス（*tert.*－ブトキシメチル）－2， 4， 6， 8－テトラシクロヘキシルシクロテトラシロキサン等が挙げられる。

[0072] また2， 4， 6， 8－テトラキス（メトキシエチル）－2， 4， 6， 8－テトラメチルシクロテトラシロキサンの、 2， 4， 6， 8－テトラキス（エトキシエチル）－2， 4， 6， 8－テトラメチルシクロテトラシロキサンの、 2， 4， 6， 8－テトラキス（*n*－プロポキシエチル）－2， 4， 6， 8－テトラメチルシクロテトラシロキサンの、 2， 4， 6， 8－テトラキス（イソプロポキシエチル）－2， 4， 6， 8－テトラメチルシクロテトラシロキサンの、 2， 4， 6， 8－テトラキス（*n*－ブトキシエチル）－2， 4， 6， 8－テトラメチルシクロテトラシロキサンの、 2， 4， 6， 8－テトラキス（イソブトキシエチル）－2， 4， 6， 8－テトラメチルシクロテトラシロキサンの、 2， 4， 6， 8－テトラキス（*tert.*－ブトキシエチル）－2， 4， 6， 8－テトラメチルシクロテトラシロキサンの、

2， 4， 6， 8－テトラキス（メトキシエチル）－2， 4， 6， 8－テトラエチルシクロテトラシロキサンの、 2， 4， 6， 8－テトラキス（エトキシエチル）－2， 4， 6， 8－テトラエチルシクロテトラシロキサンの、 2， 4， 6， 8－テトラキス（*n*－プロポキシエチル）－2， 4， 6， 8－テトラエチルシクロテトラシロキサンの、 2， 4， 6， 8－テトラキス（イソプロポキシエチル）－2， 4， 6， 8－テトラエチルシクロテトラシロキサンの、 2， 4， 6， 8－テトラキス（*n*－ブトキシエチル）－2， 4， 6， 8－テトラエチルシクロテトラシロキサンの、 2， 4， 6， 8－テトラキス（イソブトキシエチル）－2， 4， 6， 8－テトラエチルシクロテトラシロキサンの、 2

， 4， 6， 8－テトラキス（*tert.*－ブトキシエチル）－2， 4， 6， 8－テトラエチルシクロテトラシロキサン等が挙げられる。

[0073] また、2， 4， 6， 8－テトラキス（メトキシエチル）－2， 4， 6， 8－テトラ*n*－プロピルシクロテトラシロキサン、2， 4， 6， 8－テトラキス（エトキシエチル）－2， 4， 6， 8－テトラ*n*－プロピルシクロテトラシロキサン、2， 4， 6， 8－テトラキス（*n*－プロポキシエチル）－2， 4， 6， 8－テトラ*n*－プロピルシクロテトラシロキサン、2， 4， 6， 8－テトラキス（イソプロポキシエチル）－2， 4， 6， 8－テトラ*n*－プロピルシクロテトラシロキサン、2， 4， 6， 8－テトラキス（*n*－ブトキシエチル）－2， 4， 6， 8－テトラ*n*－プロピルシクロテトラシロキサン、2， 4， 6， 8－テトラキス（イソブトキシエチル）－2， 4， 6， 8－テトラ*n*－プロピルシクロテトラシロキサン、2， 4， 6， 8－テトラキス（*tert.*－ブトキシエチル）－2， 4， 6， 8－テトラ*n*－プロピルシクロテトラシロキサン、

2， 4， 6， 8－テトラキス（メトキシエチル）－2， 4， 6， 8－テトライソプロピルシクロテトラシロキサン、2， 4， 6， 8－テトラキス（エトキシエチル）－2， 4， 6， 8－テトライソプロピルシクロテトラシロキサン、2， 4， 6， 8－テトラキス（*n*－プロポキシエチル）－2， 4， 6， 8－テトライソプロピルシクロテトラシロキサン、2， 4， 6， 8－テトラキス（イソプロポキシエチル）－2， 4， 6， 8－テトライソプロピルシクロテトラシロキサン、2， 4， 6， 8－テトラキス（*n*－ブトキシエチル）－2， 4， 6， 8－テトライソプロピルシクロテトラシロキサン、2， 4， 6， 8－テトラキス（イソブトキシエチル）－2， 4， 6， 8－テトライソプロピルシクロテトラシロキサン、2， 4， 6， 8－テトラキス（*tert.*－ブトキシエチル）－2， 4， 6， 8－テトライソプロピルシクロテトラシロキサン等が挙げられる。

[0074] また2， 4， 6， 8－テトラキス（メトキシエチル）－2， 4， 6， 8－テトラ*tert.*－ブチルシクロテトラシロキサン、2， 4， 6， 8－テト

ラキス（エトキシエチル）－2，4，6，8－テトラtert．－ブチルシクロテトラシロキサン、2，4，6，8－テトラキス（n－プロポキシエチル）－2，4，6，8－テトラtert．－ブチルシクロテトラシロキサン、2，4，6，8－テトラキス（イソプロポキシエチル）－2，4，6，8－テトラtert．－ブチルシクロテトラシロキサン、2，4，6，8－テトラキス（n－ブトキシエチル）－2，4，6，8－テトラtert．－ブチルシクロテトラシロキサン、2，4，6，8－テトラキス（イソブトキシエチル）－2，4，6，8－テトラtert．－ブチルシクロテトラシロキサン、2，4，6，8－テトラキス（tert．－ブトキシエチル）－2，4，6，8－テトラtert．－ブチルシクロテトラシロキサン、

2，4，6，8－テトラキス（メトキシエチル）－2，4，6，8－テトラシクロペンチルシクロテトラシロキサン、2，4，6，8－テトラキス（エトキシエチル）－2，4，6，8－テトラシクロペンチルシクロテトラシロキサン、2，4，6，8－テトラキス（n－プロポキシエチル）－2，4，6，8－テトラシクロペンチルシクロテトラシロキサン、2，4，6，8－テトラキス（イソプロポキシエチル）－2，4，6，8－テトラシクロペンチルシクロテトラシロキサン、2，4，6，8－テトラキス（n－ブトキシエチル）－2，4，6，8－テトラシクロペンチルシクロテトラシロキサン、2，4，6，8－テトラキス（イソブトキシエチル）－2，4，6，8－テトラシクロペンチルシクロテトラシロキサン、2，4，6，8－テトラキス（tert．－ブトキシエチル）－2，4，6，8－テトラシクロペンチルシクロテトラシロキサン等が挙げられる。

[0075] また2，4，6，8－テトラキス（メトキシエチル）－2，4，6，8－テトラシクロヘキシルシクロテトラシロキサン、2，4，6，8－テトラキス（エトキシエチル）－2，4，6，8－テトラシクロヘキシルシクロテトラシロキサン、2，4，6，8－テトラキス（n－プロポキシエチル）－2，4，6，8－テトラシクロヘキシルシクロテトラシロキサン、2，4，6，8－テトラキス（イソプロポキシエチル）－2，4，6，8－テトラシク

ロヘキシルシクロテトラシロキサン、2, 4, 6, 8-テトラキス (n-ブトキシエチル) - 2, 4, 6, 8-テトラシクロヘキシルシクロテトラシロキサン、2, 4, 6, 8-テトラキス (イソブトキシエチル) - 2, 4, 6, 8-テトラシクロヘキシルシクロテトラシロキサン、2, 4, 6, 8-テトラキス (tert.-ブトキシエチル) - 2, 4, 6, 8-テトラシクロヘキシルシクロテトラシロキサン、

2, 4, 6, 8-テトラキス (メトキシプロピル) - 2, 4, 6, 8-テトラメチルシクロトリシロキサン、2, 4, 6, 8-テトラキス (メトキシプロピル) - 2, 4, 6, 8-テトラエチルシクロトリシロキサン、2, 4, 6, 8-テトラキス (メトキシプロピル) - 2, 4, 6, 8-テトライソプロピルシクロトリシロキサン、2, 4, 6, 8-テトラキス (メトキシブチル) - 2, 4, 6, 8-テトラメチルシクロトリシロキサン、2, 4, 6, 8-テトラキス (メトキシペンチル) - 2, 4, 6, 8-テトラメチルシクロトリシロキサン、2, 4, 6, 8-テトラキス (メトキシヘキシル) - 2, 4, 6, 8-テトラメチルシクロトリシロキサン等が挙げられる。

[0076] また、2, 4, 6, 8, 10-ペンタキス (メトキシメチル) - 2, 4, 6, 8, 10-ペンタメチルシクロペンタシロキサン、2, 4, 6, 8, 10-ペンタキス (メトキシメチル) - 2, 4, 6, 8, 10-ペンタエチルシクロペンタシロキサン、2, 4, 6, 8, 10-ペンタキス (メトキシメチル) - 2, 4, 6, 8, 10-ペンタイソプロピルシクロペンタシロキサン、

2, 4, 6, 8, 10-ペンタキス (メトキシエチル) - 2, 4, 6, 8, 10-ペンタメチルシクロペンタシロキサン、2, 4, 6, 8, 10-ペンタキス (メトキシエチル) - 2, 4, 6, 8, 10-ペンタエチルシクロペンタシロキサン、2, 4, 6, 8, 10-ペンタキス (メトキシエチル) - 2, 4, 6, 8, 10-ペンタイソプロピルシクロペンタシロキサン等を挙げることができる。

[0077] 上記一般式 (3) の有機環状シロキサン化合物の製造法は、特に限定され

るものではないが、例えば特開 2006-237562 号公報に記載の方法またはそれに準じて製造することができる。

[0078] 一般式 (4) において、好ましくは、 d は 0～2 の整数であり、 e は 0～2 の整数であり、 w は 1～6 の整数であり、 z は 1～6 の整数であり、 h は 1～3 の整数であり、 j は 1～3 の整数であり、 i は 0～3 の整数であり、 k は 0～3 の整数である。

上記一般式 (4) で表される有機ケイ素化合物の具体例としては、

1, 2-ビス [トリシメチル (メトキシメチル) シリル] エタン、ビス [トリシメチル (エトキシメチル) シリル] エタン、1, 2-ビス [ビス (メトキシメチル) メチルシリル] エタン、1, 2-ビス [ビス (エトキシメチル) メチルシリル] エタン、1, 2-ビス [ジメチル (メトキシメチル) シリル] エタン、1, 2-ビス [ジメチル (エトキシメチル) シリル] エタン、

1-トリメチルシリル-2-トリシメチル (メトキシメチル) シリルエタン、1-トリメチルシリル-2-トリシメチル (エトキシメチル) シリルエタン、1-tert-ブチルジメチルシリル-2-トリシメチル (メトキシメチル) シリルエタン、1-tert-ブチルジメチルシリル-2-トリシメチル (エトキシメチル) シリルエタン等を挙げることができる。

[0079] 上記一般式 (4) で表される有機ケイ素化合物を製造する方法としては、例えば 対応するアルキルアルコキシ基を有するグリニャール試薬や有機リチウム化合物、有機ナトリウム化合物とビス (ポリアルコキシシリル) エタンハロゲン化物を反応させて得ることができる。

対応するアルコキシアルキルを有するビニルシラン化合物とアルコキシアルキルを有する水素化シラン化合物とを Pt 触媒下に反応させ、製造する方法も用いることができる。

[0080] 本発明のアルコキシアルキルの少なくとも一つがケイ素原子に直結した構造を有する有機ケイ素化合物は、CVD により成膜され、炭素含有酸化ケイ素からなる膜を形成することができ、それは封止膜として使用することができる。

本発明によれば、ケイ素原子間がアルキレンオキシ鎖で結合された構造を有する炭素含有酸化ケイ素膜または封止膜を得ることができる。また本発明によれば、水透過性が $5 \times 10^{-3} \text{ g/m}^2 \cdot \text{day}$ 以下のガスバリア部材を得ることができる。

[0081] CVDとしては、例えばPECVDまたは触媒化学気相成長法があげられる。PECVDの種類及び用いる装置は特に限定されるものではないが、このPECVDは半導体製造分野、液晶ディスプレイ製造分野、ロールツーロール方式高分子フィルムの表面処理分野等の当該技術分野で一般的に用いられるものが使用される。

PECVD装置において、本発明の有機ケイ素化合物を気化器により気化させて成膜チャンバー内に導入し、高周波電源により成膜チャンバー内の電極に印加しプラズマを発生させ、成膜チャンバー内のシリコン基板等にPECVD薄膜を形成させることができる。この際、プラズマを発生させる目的でヘリウム、アルゴン、クリプトン、ネオン、キセノン等の不活性ガスを有機ケイ素化合物と共に導入することも本発明の範囲に入る。

また、水素、酸素、窒素、アンモニアガス等を原料ガス、不活性ガスとともに導入することも本発明の範囲に入る。

[0082] PECVD装置のプラズマ発生方法については特に限定されず、当該技術で使用されている誘導結合型プラズマ、容量結合型プラズマ、ECRプラズマ等を用いることができる。またプラズマを発生源としては平行平板型、アンテナ型等の種々のものが使用でき、大気圧PECVD、減圧PECVD、加圧PECVD等いずれの圧力条件下のPECVDでも用いることができる。

この際のPECVD条件としては特に限定はないが、1.0W~10000Wが好ましく、1.0W~4000Wの範囲で行うことが更に好ましい。

[0083] 具体的にPECVD装置として、図1の1に平行平板容量結合型PECVD装置を示す。図1に示す平行平板容量結合型PECVD装置は、PECVD装置チャンバー内にシャワーヘッド上部電極と基板の温度制御が可能な下

部電極、原料化合物をチャンバーに気化供給する気化器装置と高周波電源とマッチング回路から成るプラズマ発生装置、および真空ポンプから成る排気系から成る。

[0084] PECVD装置1は、PECVDチャンバー2、原料化合物をチャンバー内に均一に供給する為のシャワーヘッドを有する上部電極3、Si基板等の薄膜形成用基板5を設置する為の温度制御装置8を有する下部電極4、原料化合物を気化させるための気化装置9～15、プラズマ発生源であるマッチング回路6とRF電源7、およびチャンバー内の未反応物及び副生物を排気する為の排気装置16から成る。17, および18は、アースである。

[0085] プラズマ発生源であるマッチング回路6とRF電源7は上部電極3に接続され、放電によりプラズマを発生させる。RF電源7の規格については特に限定されないが、当該技術分野で使用される電力が1W～2000W、好ましくは10W～1000W、周波数が50kHz～2.5GHz、好ましくは100kHz～100MHz、特に好ましくは200kHz～50MHzのRF電源を用いることができる。

[0086] 基板温度の制御は特に限定されるものではないが、-90～1000℃、好ましくは0℃～500℃の範囲である。

[0087] 気化装置は、常温常圧で液体である原料化合物13を充填し、ディップ配管と上記不活性ガスにより加圧する配管15を備えている容器12、液体である原料化合物13の流量を制御する液体流量制御装置10、液体である原料化合物13を気化させる気化器9、上記不活性ガスを気化器経由でPECVD装置チャンバー内に供給する為の配管14とその流量を制御する気体流量制御装置11からなる。本気化装置は、気化器9からシャワーヘッドを備えた上部電極3に配管接続されている。

気化した原料化合物、不活性ガス、水素、酸素、窒素、およびアンモニアガスのチャンバー内への供給量は特に限定されないが、0.1sccm～10000sccm、好ましくは10sccmから5000sccmである。

[0088] 具体的にPECVD装置として、図2の19に誘導結合型リモートPEC

V D装置を示す。図2に示す誘導結合型リモートPECVD装置は、PECVD装置チャンバー上部の石英の周りにコイル状に巻かれたプラズマ発生部、温度制御が可能な基板設置部、原料化合物をチャンバーに気化供給する気化器装置と高周波電源とマッチング回路から成るプラズマ発生装置、および真空ポンプから成る排気系から成る。

PECVD装置19は、PECVDチャンバー20、プラズマ発生部であるコイル21と石英管22、Si基板等の薄膜形成用基板24を設置する為のヒーター部23と温度制御装置27、原料化合物を気化させるための気化装置28～35、プラズマ発生源であるマッチング回路25とRF電源26、およびチャンバー内の未反応物及び副生物を排気する為の排気装置36から成る。37はアースである。

[0089] プラズマ発生部である石英周りのコイルはマッチング回路25に接続され、石英管中にRF電流によるアンテナ電流磁界で放電させ、プラズマを発生させる。RF電源26の規格については特に限定されないが、当該技術分野で使用される電力が1W～2000W、好ましくは10W～1000W、周波数が50kHz～2.5GHz、好ましくは100kHz～100MHz、特に好ましくは200kHz～50MHzのRF電源を用いることができる。

基板温度の制御は特に限定されるものではないが、-90～1000℃、好ましくは0℃～500℃の範囲である。

[0090] 気化装置は、常温常圧で液体である原料化合物33を充填し、ディップ配管と上記不活性ガスにより加圧する配管35を備えている容器32、液体である原料化合物33の流量を制御する液体流量制御装置29、液体である原料化合物33を気化させる気化器28、上記不活性ガスを気化器経由でPECVD装置チャンバー内に供給する為の配管34とその流量を制御する気体流量制御装置30と不活性ガスとガス化した原料化合物33をチャンバー内に均一に供給する為のシャワーヘッド31から成る。

気化した原料化合物、不活性ガス、水素、酸素、窒素、およびアンモニア

ガスのチャンバー内への供給量は特に限定されないが、 $0.1 \text{ sccm} \sim 10000 \text{ sccm}$ 、好ましくは 10 sccm から 5000 sccm である。

[0091] 原料化合物は、上記で例示したPECVD装置を用いて、不活性ガスとガス化した原料化合物、またはガス化した原料化合物をチャンバー内に供給し、RF電源による放電によりプラズマを発生させ、温度制御された基板上に成膜される。この際のチャンバー内の圧力は特に限定されるものではないが、 $0.1 \text{ Pa} \sim 10000 \text{ Pa}$ 、好ましくは $1 \text{ Pa} \sim 5000 \text{ Pa}$ である。

具体的にPECVD装置として、図3の38にマイクロ波PECVD装置を示す。石英製チャンバー39、Si基板等の薄膜形成用基板40を設置する為のヒーター部41と温度制御装置42、原料化合物を気化させるための気化装置43～50、マイクロ波発生源であるマッチング回路51とマイクロ波発信器52、マイクロ波反射板53、およびチャンバー内の未反応物及び副生物を排気する為の排気装置54から成る。

[0092] マイクロ波発生源であるマッチング回路51とマイクロ波発信器52は、石英チャンバーに接続され、マイクロ波を石英チャンバー内に照射することでプラズマを発生させる。マイクロ波の周波数については特に限定されないが、当該技術分野で使用される周波数 $1 \text{ MHz} \sim 50 \text{ GHz}$ 、好ましくは $0.5 \text{ GHz} \sim 10 \text{ GHz}$ 、特に好ましくは $1 \text{ GHz} \sim 5 \text{ MHz}$ のマイクロ波を用いることができる。また、そのマイクロ波出力については、 $0.1 \text{ W} \sim 20000 \text{ W}$ 、好ましくは $1 \text{ W} \sim 10000 \text{ W}$ を用いることができる。

基板温度の制御は特に限定されるものではないが、 $-90 \sim 1000^\circ\text{C}$ 、好ましくは $0^\circ\text{C} \sim 500^\circ\text{C}$ の範囲である。

[0093] 気化装置は、常温常圧で液体である原料化合物48を充填し、ディップ配管と上記不活性ガスにより加圧する配管50を備えている容器47、液体である原料化合物48の流量を制御する液体流量制御装置44、液体である原料化合物48を気化させる気化器43、上記不活性ガスを気化器経由でPECVD装置チャンバー内に供給する為の配管49とその流量を制御する気体流量制御装置45と不活性ガスとガス化した原料化合物48をチャンバー内

に均一に供給する為のシャワーヘッド46から成る。

気化した原料化合物、不活性ガス、水素、酸素、窒素、およびアンモニアガスのチャンバー内への供給量は特に限定されないが、 $0.1\text{ sccm} \sim 10000\text{ sccm}$ 、好ましくは 10 sccm から 5000 sccm である。

[0094] 原料化合物は、上記で例示したPECVD装置を用いて、不活性ガスとガス化した原料化合物、またはガス化した原料化合物をチャンバー内に供給し、マイクロ波の照射によりプラズマを発生させ、温度制御された基板上に成膜される。この際のチャンバー内の圧力は特に限定されるものではないが、 $0.1\text{ Pa} \sim 10000\text{ Pa}$ 、好ましくは $1\text{ Pa} \sim 5000\text{ Pa}$ である。

[0095] また本発明では、CVDにより得られた炭素含有酸化ケイ素膜、またはそれからなる封止膜を、さらに熱処理、紫外線照射処理、または電子線処理することすることにより、緻密化もしくは機械的強度が向上した膜を得ることができる場合がある。本処理で得られた膜は封止膜やガスバリア膜として好適なものとなる場合がある。

前述の一般式(2)で表される有機ケイ素化合物のうち、前述の(15)に示したものは新規化合物である。これらに化合物は、例えば上記一般式(1)の有機ケイ素化合物を酸、アルカリ触媒存在下に加水分解することで製造することができる。

[0096] また前述の一般式(3)で表される有機環状シロキサン化合物のうち、前述の(15)に示したものは新規化合物である。これらの化合物は、例えば特開2006-237562号公報に記載の方法に準じて製造することができる。

さらに前述の一般式(4)で表される有機ケイ素化合物のうち、前述の(15)に示したものは新規化合物である。これらの化合物は、例えば前述の方法で製造することができる。

実施例

[0097] 以下に実施例を示すが、本発明はこれらの実施例に限定されるものではない。

膜厚測定は、アルバック社製の触針式表面形状測定器デックタック（Decktak）6Mを用いた。また、生成膜の組成をPerkin Elmer社製ESCA5400MCを用いて測定した。酸素透過性は、JIS K 7126-1法により、水透過性は、JIS K 7129A法により測定した。全光線透過率は、JIS K 7361-1法により測定した。線膨張係数は、オープン中で無荷重状態のフィルムサンプルを室温から240℃まで5deg./min.で昇温し、この間のフィルム長さの変化をCCDカメラにより測定することで算出した。表面粗さは、Veeco社製走査型プローブ顕微鏡Nano Scope IIIaを用い、タッピングモードAFMにて測定した。

[0098] 実施例1（容量結合型PECVD装置による（1-メトキシメチル）メチルジメトキシシランを用いた炭素含有酸化ケイ素封止膜の成膜）

図1に示した平行平板容量結合型PECVD装置を用いてポリエチレンナフタレートフィルム基板上に成膜した。成膜条件は、気化させた（1-メトキシメチル）メチルジメトキシシランの流量50sccm、ヘリウムガスの流量50sccm、チャンバー内圧10Pa、基板温度室温、RF電源電力200W、RF電源周波数13.56MHzの条件で10分間成膜した。

膜厚は901nmであった。炭素含有酸化ケイ素封止膜の組成は、Si=28atom%、C=22atom%、O=50atom%であった。ガス透過性を測定したところ、酸素透過性は0.25cc/m²・day、水透過性は0.12g/m²・dayであった。また全光線透過率は87.0%、線膨張係数は17ppm/deg.、表面粗さは0.9nmであった。

[0099] 実施例2（容量結合型PECVD装置による（1-メトキシメチル）メチルジメトキシシランを用いた炭素含有酸化ケイ素封止膜の成膜）

図1に示した平行平板容量結合型PECVD装置を用いて、ポリエチレンナフタレートフィルム基板上に成膜した。成膜条件は、気化させた（1-メトキシメチル）メチルジメトキシシランの流量50sccm、ヘリウムガスの流量50sccm、酸素50sccm、チャンバー内圧10Pa、基板温

度室温、RF電源電力200W、RF電源周波数13.56MHzの条件で10分間成膜した。

膜厚は960nmであった。炭素含有酸化ケイ素封止膜の組成は、Si=31atom%、C=5atom%、O=64atom%であった。ガス透過性を測定したところ、酸素透過性は0.01cc/m²・dayの検出限界以下、水透過性は0.01g/m²・dayの検出限界以下であった。また全光線透過率は88.0%、線膨張係数は12ppm/deg.、表面粗さは0.8nmであった。

[0100] 実施例3

[1, 3, 5-トリシロキサン（メトキシメチル）-1, 3, 5-トリメチル-1, 5-ジメトキシトリシロキサンの合成]

攪拌装置と滴下漏斗を備えた200mlのシュレンク管にトルエン20.0g（0.217mol）に0.01Nの硫酸水溶液2.4gを仕込み、氷浴で冷却しつつ攪拌した。滴下漏斗より、メチル（メトキシメチル）ジメトキシシラン20.0g（0.133mol）を0℃にて3分間で滴下した。滴下終了後、0℃で3時間攪拌した。反応終了後、トルエンを留去し、減圧蒸留により、目的物である1, 3, 5-トリシロキサン（メトキシメチル）-1, 3, 5-トリメチル-1, 5-ジメトキシトリシロキサンを得た。

収率は、22.2%であり、メチル（メトキシメチル）ジメトキシシランの転換率は、61.2%であった。

[0101] 単離した1, 3, 5-トリシロキサン（メトキシメチル）-1, 3, 5-トリメチル-1, 5-ジメトキシトリシロキサンを¹H-NMR、¹³C-NMR、GC-MS、及び元素分析で分析した結果は、以下の通りであった。

¹H-NMR ; δ 0.17~0.19 ppm (m, 9H, 3CH₃-Si)、
 δ 3.04~3.07 ppm (m, 6H, 3CH₃-O-CH₂Si)、
 δ 3.34~3.36 ppm (m, 9H, 3CH₃-O-CH₂Si)

δ 3. 54 ~ 3. 56 p p m (m, 6 H, 2 C H₃ - O - S i)
¹³C - NMR ; δ - 2. 2 p p m (C H₃ - S i) 、
 δ 50. 8 p p m (C H₃ - O - S i)
 δ 62. 9 p p m (C H₃ - O - C H₂ S i) 、
 δ 65. 8 p p m (C H₃ - O - C H₂ S i)

GC - MS ; M_w = 358

元素分析 ; C₁₁H₃₀O₇Si₃

[容量結合型 PECVD 装置による 1, 3, 5 - トリス (メトキシメチル) - 1, 3, 5 - トリメチル - 1, 5 - ジメトキシトリシロキサンを用いた炭素含有酸化ケイ素封止膜の成膜]

[0102] 図 1 に示した平行平板容量結合型 PECVD 装置を用いて、ポリエチレンナフタレートフィルム基板上に成膜した。成膜条件は、気化させた 1, 3, 5 - トリス (メトキシメチル) - 1, 3, 5 - トリメチル - 1, 5 - ジメトキシトリシロキサンの流量 50 s c c m、ヘリウムガスの流量 50 s c c m、チャンバー内圧 10 P a、基板温度室温、RF 電源電力 200 W、RF 電源周波数 13. 56 M H z の条件で 10 分間成膜した。

膜厚は 1563 n m であった。炭素含有酸化ケイ素封止膜の組成は、S i = 35 a t o m %、C = 30 a t o m %、O = 35 a t o m % であった。ガス透過性を測定したところ、酸素透過性は 0. 01 c c / m² · d a y の検出限界以下、水透過性は 0. 01 g / m² · d a y の検出限界以下であった。また全光線透過率は 89. 0 %、線膨張係数は 12 p p m / d e g. 、表面粗さは 0. 5 n m であった。

[0103] 実施例 4 (容量結合型 PECVD 装置による 2, 4, 6, 8 - テトラキス (メトキシメチル) - 2, 4, 6, 8 - テトラメチルシクロテトラシロキサンを用いた炭素含有酸化ケイ素封止膜の成膜)

図 1 に示した平行平板容量結合型 PECVD 装置を用いて、ポリエチレンナフタレートフィルム基板上に成膜した。成膜条件は、気化させた 2, 4, 6, 8 - テトラキス (メトキシメチル) - 2, 4, 6, 8 - テトラメチルシ

クロテトラシロキサンの流量 50 s c c m、ヘリウムガスの流量 50 s c c m、チャンバー内圧 10 P a、基板温度室温、R F 電源電力 200 W、R F 電源周波数 13.56 M H z の条件で 10 分間成膜した。

膜厚は 1589 n m であった。炭素含有酸化ケイ素封止膜の組成は、S i = 31 a t o m %、C = 39 a t o m %、O = 30 a t o m % であった。ガス透過性を測定したところ、酸素透過性は 0.01 c c / m² · d a y 未満、水透過性は 0.01 g / m² · d a y 未満であった。また全光線透過率は 88.5 %、線膨張係数は 14 p p m / d e g.、表面粗さは 0.8 n m であった。

[0104] 実施例 5

[テトラキス（メトキシメチル）シランの合成]

電磁式攪拌装置と滴下濾斗を備えた 500 m l の四ツ口フラスコに T H F 305 m l、平均粒径 60 μ m の N a ディスパージョン 48.3 g (2.10 m o l)、テトラメトキシシラン 41.7 g (0.27 m o l) を仕込み、室温にて攪拌した。

滴下濾斗より、クロロメチルメチルエーテル 170 g (2.11 m o l) を室温にて 150 分間で滴下した。滴下終了後、室温で 3 時間攪拌した。反応終了後、ガラスフィルターで残渣を除去し、得られた T H F 溶液から T H F を留去した。更に減圧蒸留により、目的物であるテトラキス（メトキシメチル）シランを得た。単離収率は、73.4 % であった。

[0105] [容量結合型 P E C V D 装置によるテトラキス（メトキシメチル）シランを用いた炭素含有酸化ケイ素封止膜の成膜]

図 1 に示した平行平板容量結合型 P E C V D 装置を用いて、ポリエチレンナフタレートフィルム基板上に成膜した。成膜条件は、気化させたテトラキス（メトキシメチル）シランの流量 50 s c c m、ヘリウムガスの流量 50 s c c m、チャンバー内圧 10 P a、基板温度室温、R F 電源電力 200 W、R F 電源周波数 13.56 M H z の条件で 10 分間成膜した。

膜厚は 1505 n m であった。ガス透過性を測定したところ、酸素透過性

は $0.01 \text{ cc} / \text{m}^2 \cdot \text{day}$ の検出限界以下、水透過性は $3.3 \times 10^{-3} \text{ g} / \text{m}^2 \cdot \text{day}$ であった。また全光線透過率は 89.6% 、線膨張係数は $12 \text{ ppm} / \text{deg}$ 、表面粗さは 0.4 nm であった。

[0106] 実施例 6

[トリス（メトキシメチル）エチルシランの合成]

実施例 5 においてテトラメトキシシランに代えて、エチルトリメトキシシラン 40.6 g (0.27 mol) としたこと以外は、実施例 5 と同様にして合成し、目的物であるトリス（メトキシメチル）エチルシランを得た。単離収率は、 77.4% であった。

単離したトリス（メトキシメチル）エチルシランを $^1\text{H-NMR}$ 、 $^{13}\text{C-NMR}$ 、IR、GC-MS、及び元素分析で分析した結果は、以下の通りであった。

$^1\text{H-NMR}$; $\delta 0.68 \text{ ppm}$ (q, 2H , $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-Si}$)、
 $\delta 0.97 \text{ ppm}$ (t, 3H , $\text{CH}_3\text{-CH}_2\text{-Si}$)、
 $\delta 3.24 \text{ ppm}$ (s, 6H , $3\text{CH}_3\text{-O-CH}_2\text{-Si}$)、
 $\delta 3.29 \text{ ppm}$ (s, 9H , $3\text{CH}_3\text{-O-CH}_2\text{Si}$)

$^{13}\text{C-NMR}$; $\delta 0.83 \text{ ppm}$ ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{-Si}$)、
 $\delta 7.16 \text{ ppm}$ ($\text{CH}_3\text{CH}_2\text{-Si}$)、
 $\delta 61.8 \text{ ppm}$ ($\text{CH}_3\text{-OCH}_2\text{-Si}$)、
 $\delta 63.4 \text{ ppm}$ ($\text{CH}_3\text{O-OCH}_2\text{-Si}$)

IR (cm^{-1}) ; $2974 \sim 2808$ 、 1215 、 1178 、 1103 、 $932 \sim 797$

GC-MS ; $M_w = 192$

元素分析 ; $\text{C}_8\text{H}_{20}\text{O}_3\text{Si}$

[0107] [容量結合型 PECVD 装置によるトリス（メトキシメチル）エチルシランを用いた炭素含有酸化ケイ素封止膜の成膜]

図 1 に示した平行平板容量結合型 PECVD 装置を用いて、ポリエチレンナフタレートフィルム基板上に成膜した。成膜条件は、気化させたトリス（

メトキシメチル) エチルシランの流量 50 sccm、ヘリウムガスの流量 50 sccm、チャンバー内圧 10 Pa、基板温度室温、RF 電源電力 200 W、RF 電源周波数 13.56 MHz の条件で 10 分間成膜した。

膜厚は 1123 nm であった。ガス透過性を測定したところ、酸素透過性は $0.01 \text{ cc/m}^2 \cdot \text{day}$ の検出限界以下、水透過性は $4.0 \times 10^{-3} \text{ g/m}^2 \cdot \text{day}$ であった。また全光線透過率は 89.0%、線膨張係数は 13 ppm/deg. 、表面粗さは 0.5 nm であった。

[0108] 実施例 7

[トリス (メトキシメチル) シクロヘキシルシランの合成]

実施例 5 においてテトラメトキシシランに代えて、シクロヘキシルトリメトキシシラン 55.1 g (0.27 mol) としたこと以外は、実施例 5 と同様にして合成し、目的物であるトリス (メトキシメチル) シクロヘキシルシランを得た。単離収率は、71.9% であった。

[0109] 単離したトリス (メトキシメチル) シクロヘキシルシランを $^1\text{H-NMR}$ 、 $^{13}\text{C-NMR}$ 、IR、GC-MS、及び元素分析で分析した結果は、以下の通りであった。

$^1\text{H-NMR}$;

$\delta 0.98 \text{ ppm}$ (m, 1 H, Cyclo- $(\text{CH}_2)_3-(\text{CH}_2)_2-\text{CH-Si}$)、

$\delta 1.24 \text{ ppm}$ (m, 4 H, Cyclo- $(\text{CH}_2)_3-(\text{CH}_2)_2-\text{CH-Si}$)、

$\delta 1.71 \text{ ppm}$ (m, 6 H, Cyclo- $(\text{CH}_2)_3-(\text{CH}_2)_2-\text{CH-Si}$)、

$\delta 3.28 \text{ ppm}$ (s, 6 H, $3\text{CH}_3-\text{O}-\text{CH}_2-\text{Si}$)、

$\delta 3.32 \text{ ppm}$ (s, 9 H, $3\text{CH}_3-\text{O}-\text{CH}_2-\text{Si}$)

$^{13}\text{C-NMR}$;

$\delta 21.6 \text{ ppm}$ (Cyclo- $\text{CH}_2-(\text{CH}_2)_2-(\text{CH}_2)_2-\text{CH-Si}$)、

δ 26.9 ppm (C y c l o - C H₂ - (C H₂)₂ - (C H₂)₂ - C H - S i) 、

δ 27.6 ppm (C y c l o - C H₂ - (C H₂)₂ - (C H₂)₂ - C H - S i) 、

δ 28.0 ppm (C y c l o - C H₂ - (C H₂)₂ - (C H₂)₂ - C H - S i) 、

δ 61.4 ppm (C H₃ - O C H₂ - S i) 、

δ 63.5 ppm (C H₃ O - O C H₂ - S i)

I R (c m⁻¹) ; 2974 ~ 2806、1447、1422、1218、1179、1104、934 ~ 791

G C - M S ; M_w = 246

元素分析 ; C₁₂H₂₆O₃Si

[0110] [容量結合型 P E C V D 装置によるトリス（メトキシメチル）シクロヘキシルシランを用いた炭素含有酸化ケイ素封止膜の成膜]

図 1 に示した平行平板容量結合型 P E C V D 装置を用いて、ポリエチレンナフタレートフィルム基板上に成膜した。成膜条件は、気化させたトリス（メトキシメチル）シクロヘキシルシランの流量 50 s c c m、ヘリウムガスの流量 50 s c c m、チャンバー内圧 10 P a、基板温度室温、R F 電源電力 200 W、R F 電源周波数 13.56 M H z の条件で 10 分間成膜した。

膜厚は 1147 n m であった。ガス透過性を測定したところ、酸素透過性は 0.01 c c / m² · d a y の検出限界以下、水透過性は 2.0 × 10⁻³ g / m² · d a y であった。また全光線透過率は 89.1 %、線膨張係数は 13 p p m / d e g.、表面粗さは 0.5 n m であった。

[0111] 実施例 8

[ビス（メトキシメチル）ジメチルシランの合成]

実施例 5 においてテトラメトキシシランに代えて、ジメチルジメトキシシラン 32.5 g (0.27 m o l) としたこと以外は、実施例 5 と同様にし、合成し、目的物であるビス（メトキシメチル）ジメチルシランを得た。単

離収率は、52.6%であった。

単離したビス（メトキシメチル）ジメチルシランを ^1H -NMR、 ^{13}C -NMR、IR、GC-MS、及び元素分析で分析した結果は、以下の通りであった。

^1H -NMR ; δ 0.072 ppm (s, 6H, $2\text{CH}_3\text{-Si}$)、
 δ 3.15 ppm (s, 4H, $2\text{CH}_3\text{-O-CH}_2\text{-Si}$)、
 δ 3.33 ppm (s, 6H, $2\text{CH}_3\text{-O-CH}_2\text{Si}$)

^{13}C -NMR ; δ -6.10 ppm ($\text{CH}_3\text{-Si}$)、
 δ 63.5 ppm ($\text{CH}_3\text{-OCH}_2\text{-Si}$)、
 δ 65.2 ppm ($\text{CH}_3\text{O-OCH}_2\text{-Si}$)

IR (cm^{-1}) ; 2974~2808、1535、1423、1250、1178、1111、935~708

GC-MS ; $M_w = 148$

元素分析 ; $\text{C}_6\text{H}_{16}\text{O}_2\text{Si}$

[0112] [容量結合型PECVD装置によるビス（メトキシメチル）ジメチルシランを用いた炭素含有酸化ケイ素封止膜の成膜]

図1に示した平行平板容量結合型PECVD装置を用いて、ポリエチレンナフタレートフィルム基板上に成膜した。成膜条件は、気化させたビス（メトキシメチル）ジメチルシランの流量50 sccm、ヘリウムガスの流量50 sccm、チャンバー内圧10 Pa、基板温度室温、RF電源電力200 W、RF電源周波数13.56 MHzの条件で10分間成膜した。

膜厚は1650 nmであった。ガス透過性を測定したところ、酸素透過性は $0.01 \text{ cc}/\text{m}^2 \cdot \text{day}$ の検出限界以下、水透過性は $2.0 \times 10^{-3} \text{ g}/\text{m}^2 \cdot \text{day}$ であった。また全光線透過率は89.0%、線膨張係数は $13 \text{ ppm}/\text{deg}$ 、表面粗さは0.4 nmであった。

[0113] 実施例9

[1, 2-ビス〔トリス（メトキシメチル）シリル〕エタンの合成]

実施例5においてテトラメトキシシランに代えて、1, 2-ビス（トリメ

トキシシリル) エタン 36.5 g (0.135 mol) としたこと以外は、実施例 5 と同様にして合成し、目的物である 1, 2-ビス [トリス (メトキシメチル) シリル] エタンを得た。単離収率は、14.9%であった。

[0114] 単離した 1, 2-ビス [トリス (メトキシメチル) シリル] エタンを ^1H -NMR、 ^{13}C -NMR、IR、GC-MS、及び元素分析で分析した結果は、以下の通りであった。

^1H -NMR ; δ 0.66 ppm (m, 4H, Si-CH₂-CH₂-Si)、
 δ 3.32 ppm (s, 12H, 6CH₃-O-CH₂-Si)

、

δ 3.55 ppm (s, 18H, 6CH₃-O-CH₂Si)

^{13}C -NMR ; δ 0.40 ppm (Si-CH₂-CH₂-Si)、

δ 61.8 ppm (CH₃-OCH₂-Si)、

δ 63.6 ppm (CH₃O-OCH₂-Si)

IR (cm⁻¹) ; 2973~2809、1465、1422、1193、1101、934~784

GC-MS ; Mw = 354

元素分析 ; C₁₄H₃₄O₆Si₂

[0115] [容量結合型 PECVD 装置による 1, 2-ビス [トリス (メトキシメチル) シリル] エタンを用いた炭素含有酸化ケイ素封止膜の成膜]

図 1 に示した平行平板容量結合型 PECVD 装置を用いて、ポリエチレンナフタレートフィルム基板上に成膜した。成膜条件は、気化させた 1, 2-ビス [トリス (メトキシメチル) シリル] エタンの流量 50 sccm、ヘリウムガスの流量 50 sccm、チャンバー内圧 10 Pa、基板温度室温、RF 電源電力 200 W、RF 電源周波数 13.56 MHz の条件で 10 分間成膜した。

膜厚は 1149 nm であった。ガス透過性を測定したところ、酸素透過性は 0.01 cc/m²・day の検出限界以下、水透過性は 3.3×10^{-3} g/m²・day であった。また全光線透過率は 89.7%、線膨張係数は 12

ppm/deg.、表面粗さは0.4nmであった。

[0116] 比較例1（容量結合型PECVD装置によるテトラメトキシシランを用いた炭素含有酸化ケイ素封止膜の成膜）

図1に示した平行平板容量結合型PECVD装置を用いてポリエチレンナフタレートフィルム基板上に成膜した。成膜条件は、気化させたテトラメトキシシランの流量50sccm、ヘリウムガスの流量50sccm、チャンバー内圧133Pa、基板温度室温、RF電源電力200W、RF電源周波数13.56MHzの条件で10分間成膜した。

膜厚は136nmであった。炭素含有酸化ケイ素封止膜の組成は、Si=35atom%、C=13atom%、O=52atom%であった。ガス透過性を測定したところ、酸素透過性は1.75cc/m²・day、水透過性は1.67g/m²・dayであった。また全光線透過率は86.4%、線膨張係数は32ppm/deg.、表面粗さは26nmであった。

[0117] 比較例2（容量結合型PECVD装置によるテトラメチルシクロテトラシロキサンを用いた炭素含有酸化ケイ素封止膜の成膜）

図1に示した平行平板容量結合型PECVD装置を用いてポリエチレンナフタレートフィルム基板上に成膜した。成膜条件は、気化させたテトラメチルシクロテトラシロキサンの流量50sccm、ヘリウムガスの流量50sccm、チャンバー内圧10Pa、基板温度室温、RF電源電力200W、RF電源周波数13.56MHzの条件で10分間成膜した。

膜厚は470nmであった。炭素含有酸化ケイ素封止膜の組成は、Si=31atom%、C=20atom%、O=49atom%であった。ガス透過性を測定したところ、酸素透過性は0.53cc/m²・day、水透過性は0.29g/m²・dayであった。また全光線透過率は88.5%、線膨張係数は20ppm/deg.、表面粗さは1.3nmであった。

[0118] 比較例3（容量結合型PECVD装置によるヘキサメチルジシロキサンを用いた炭素含有酸化ケイ素封止膜の成膜）

図1に示した平行平板容量結合型PECVD装置を用いて、ポリエチレン

ナフタレートフィルム基板上に成膜した。成膜条件は、気化させたヘキサメチルジシロキサン流量 50 sccm 、ヘリウムガス流量 50 sccm 、チャンバー内圧 10 Pa 、基板温度室温、RF電源電力 200 W 、RF電源周波数 13.56 MHz の条件で 10 分間成膜した。膜厚は 493 nm であった。炭素含有酸化ケイ素封止膜の組成は、 $\text{Si} = 25 \text{ atom\%}$ 、 $\text{C} = 41 \text{ atom\%}$ 、 $\text{O} = 34 \text{ atom\%}$ であった。ガス透過性を測定したところ、酸素透過性は $2.01 \text{ cc/m}^2 \cdot \text{day}$ 、水透過性は $0.70 \text{ g/m}^2 \cdot \text{day}$ であった。また全光線透過率は 88.0% 、線膨張係数は 20 ppm/deg. 、表面粗さは 1.5 nm であった。

[0119] 比較例 4

使用したポリエチレンナフタレートフィルム基板のガス透過性、全光線透過率、線膨張係数及び表面粗さを測定した。酸素透過性は $21.0 \text{ cc/m}^2 \cdot \text{day}$ 、水透過性は $6.70 \text{ g/m}^2 \cdot \text{day}$ であった。また全光線透過率は 86.9% 、線膨張係数は 35 ppm/deg. 、表面粗さは 1.4 nm であった。

産業上の利用可能性

[0120] 本発明の炭素含有酸化ケイ素膜は、封止膜に利用できる。さらに、その封止膜を用いるガスバリア部材、及びそれを用いた FPD デバイス及び半導体の製造に利用できる。

なお、2010 年 12 月 15 日に出願された日本特許出願 2010-279562 号の明細書、特許請求の範囲、図面及び要約書の全内容をここに引用し、本発明の明細書の開示として、取り入れるものである。

符号の説明

- [0121]
- 1 平行平板容量結合型 PECVD 装置
 - 2 PECVD チャンバー
 - 3 シャワーヘッドを有する上部電極
 - 4 下部電極
 - 5 薄膜形成用基板

- 6 マッチング回路
- 7 R F 電源
- 8 温度制御装置
- 9 気化器
- 10 液体流量制御装置
- 11 気体流量制御装置
- 12 容器
- 13 原料化合物
- 14 不活性ガスを気化器経由で P E C V D 装置チャンバー内に供給する

為の配管

- 15 不活性ガスにより加圧する配管
- 16 排気装置
- 17 アース
- 18 アース
- 19 誘導結合型リモート P E C V D 装置

[0122] 20 P E C V D チャンバー

- 21 コイル
- 22 石英管
- 23 ヒーター部
- 24 薄膜形成用基板
- 25 マッチング回路
- 26 R F 電源
- 27 温度制御装置
- 28 気化器
- 29 液体流量制御装置
- 30 気体流量制御装置
- 31 シャワーヘッド
- 32 容器

3 3 原料化合物

3 4 不活性ガスを気化器経由で P E C V D 装置チャンバー内に供給する
為の配管

3 5 不活性ガスにより加圧する配管

3 6 排気装置

3 7 アース

3 8 マイクロ波 P E C V D 装置

3 9 石英製チャンバー

4 0 薄膜形成用基板

[0123] 4 1 ヒーター部

4 2 温度制御装置

4 3 気化器

4 4 液体流量制御装置

4 5 気体流量制御装置

4 6 シャワーヘッド

4 7 容器

4 8 原料化合物

4 9 不活性ガスを気化器経由で P E C V D 装置チャンバー内に供給する
為の配管

5 0 不活性ガスにより加圧する配管

5 1 マッチング回路

5 2 マイクロ波発信器

5 3 マイクロ波反射板

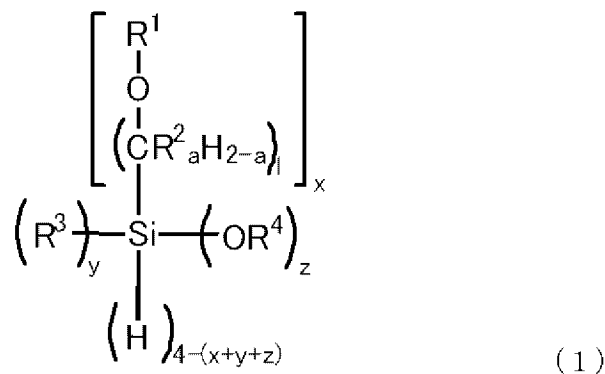
5 4 排気装置

請求の範囲

[請求項1] アルコキシアルキルの少なくとも一つがケイ素原子に直結した構造を有する有機ケイ素化合物を原料として用い、化学気相成長法により成膜して得られることを特徴とする、炭素含有酸化ケイ素膜。

[請求項2] アルコキシアルキルの少なくとも一つがケイ素原子に直結した構造を有する有機ケイ素化合物が下記一般式（１）で表わされる、請求項１に記載の炭素含有酸化ケイ素膜。

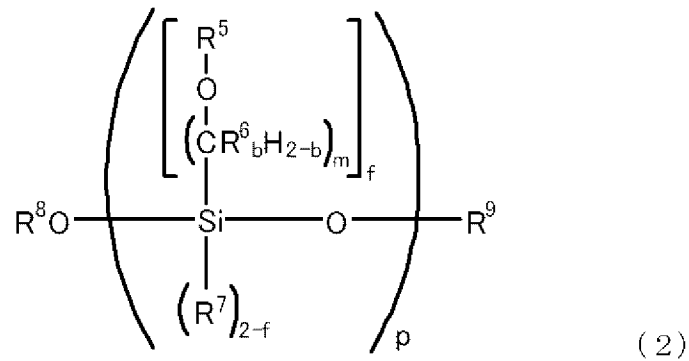
[化1]



（式中、 R^1 、 R^2 、 R^3 は炭素数１～２０の炭化水素基を表す。 R^1 、 R^2 は互いに結合し環状構造を形成してもよい。 R^4 は炭素数１～２０の炭化水素基または水素原子を表す。 a は０乃至２の整数、 l は１以上の整数、 x は１乃至４の整数、 y は０乃至３の整数、 z は０乃至３の整数を表し、 $x+y+z$ は１乃至４の整数を表す。）

[請求項3] アルコキシアルキルの少なくとも一つがケイ素原子に直結した構造を有する有機ケイ素化合物が下記一般式（２）で表わされる、請求項１に記載の炭素含有酸化ケイ素膜。

[化2]



(式中、 R^5 、 R^6 は炭素数1～20の炭化水素基を表わす。 R^5 と R^6 は互いに結合し環状構造を形成してもよい。 R^7 、 R^8 、 R^9 は炭素数1～20の炭化水素基または水素原子を表わす。 b は0乃至2の整数、 m は1以上の整数、 f は1乃至2の整数、 p は1乃至10の整数を表わす。)

[請求項4] 化学気相成長法が、プラズマ励起化学気相成長法である、請求項1～3いずれかに記載の炭素含有酸化ケイ素膜。

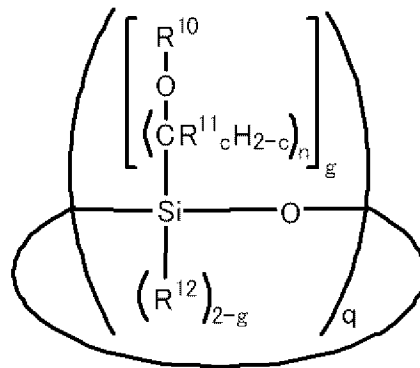
[請求項5] 化学気相成長法が、触媒化学気相成長法である、請求項1～3いずれかに記載の炭素含有酸化ケイ素膜。

[請求項6] 請求項1乃至5のいずれかに記載の炭素含有酸化ケイ素膜を、さらに熱処理、紫外線照射処理または電子線処理して得られる炭素含有酸化ケイ素膜。

[請求項7] 請求項1乃至請求項6のいずれかに記載の炭素含有酸化ケイ素膜からなる封止膜。

[請求項8] 下記一般式(3)で示されるアルコキシ化アルキルがケイ素原子に直結した構造を有する有機環状シロキサン化合物を原料として用い、化学気相成長法により得られる炭素含有酸化ケイ素膜から成ることを特徴とする封止膜。

[化3]



(3)

(式中、 R^{10} 、 R^{11} は炭素数1～20の炭化水素基を表わす。 R^{10} と R^{11} は互いに結合し環状構造を形成してもよい。 R^{12} は炭素数1～20の炭化水素基または水素原子を表わし、 c は0乃至2の整数、 n は1以上の整数、 g は1乃至2の整数、 q は2乃至10の整数表わす。)

[請求項9] 化学気相成長法が、プラズマ励起化学気相成長法である、請求項8に記載の封止膜。

[請求項10] 化学気相成長法が、触媒化学気相成長法である、請求項8に記載の封止膜。

[請求項11] 請求項8乃至10のいずれかに記載の封止膜を、さらに熱処理、紫外線照射処理または電子線処理して得られる封止膜。

[請求項12] 請求項7乃至11のいずれかに記載の封止膜をガスバリア層として用いるガスバリア部材。

[請求項13] 請求項7乃至11のいずれかに記載の封止膜、または請求項12に記載のガスバリア部材を含んでなるフラットパネルディスプレイデバイス。

[請求項14] 請求項7乃至11のいずれかに記載の封止膜を含んでなる半導体デバイス。

[請求項15] トリス(メトキシメチル)エチルシラン、トリス(エトキシメチル)エチルシラン、トリス(メトキシメチル) n -プロピルシラン、ト

リス（エトキシメチル）*n*－プロピルシラン、トリス（メトキシメチル）イソプロピルシラン、トリス（エトキシメチル）イソプロピルシラン、トリス（メトキシメチル）*n*－ブチルシラン、トリス（エトキシメチル）*n*－ブチルシラン、トリス（メトキシメチル）イソブチルシラン、トリス（エトキシメチル）イソブチルシラン、トリス（メトキシメチル）*sec*－ブチルシラン、トリス（エトキシメチル）*sec*－ブチルシラン、トリス（メトキシメチル）*n*－ペンチルシラン、トリス（エトキシメチル）*n*－ペンチルシラン、トリス（メトキシメチル）*sec*－アミルシラン、トリス（エトキシメチル）*sec*－アミルシラン、トリス（メトキシメチル）シクロペンチルシラン、トリス（エトキシメチル）シクロペンチルシラン、トリス（メトキシメチル）*n*－ヘキシルシラン、トリス（エトキシメチル）*n*－ヘキシルシラン、トリス（メトキシメチル）シクロヘキシルシラン、トリス（エトキシメチル）シクロヘキシルシラン、

トリス（メトキシメチル）ビニルシラン、トリス（エトキシメチル）ビニルシラン、トリス（メトキシメチル）アリルシラン、トリス（エトキシメチル）アリルシラン、トリス（メトキシメチル）フェニルシラン、トリス（エトキシメチル）フェニルシラン、

ビス（メトキシメチル）ジメチルシラン、ビス（エトキシメチル）ジメチルシラン、ビス（メトキシメチル）ジエチルシラン、ビス（エトキシメチル）ジエチルシラン、ビス（メトキシメチル）ジ*n*－プロピルシラン、ビス（エトキシメチル）ジ*n*－プロピルシラン、ビス（メトキシメチル）ジイソプロピルシラン、ビス（エトキシメチル）ジイソプロピルシラン、ビス（メトキシメチル）ジ*n*－ブチルシラン、ビス（エトキシメチル）ジ*n*－ブチルシラン、ビス（メトキシメチル）ジイソブチルシラン、ビス（エトキシメチル）ジイソブチルシラン、ビス（メトキシメチル）ジ*sec*－ブチルシラン、ビス（エトキシメチル）ジ*sec*－ブチルシラン、ビス（メトキシメチル）ジ*n*－ペ

ンチルシラン、ビス（エトキシメチル）ジ n ーペンチルシラン、ビス（メトキシメチル）ジ $s e c$ ーアミルシラン、ビス（エトキシメチル）ジ $s e c$ ーアミルシラン、ビス（メトキシメチル）ジシクロペンチルシラン、ビス（エトキシメチル）ジシクロペンチルシラン、ビス（メトキシメチル）ジ n ーヘキシルシラン、ビス（エトキシメチル）ジ n ーヘキシルシラン、ビス（メトキシメチル）ジシクロヘキシルシラン、ビス（エトキシメチル）ジシクロヘキシルシラン、

ビス（メトキシメチル）ジビニルシラン、ビス（エトキシメチル）ジビニルシラン、ビス（メトキシメチル）ジアリルシラン、ビス（エトキシメチル）ジアリルシラン、ビス（メトキシメチル）ジフェニルシラン、ビス（エトキシメチル）ジフェニルシラン、

トリメチル（メトキシメチルシラン）、トリメチル（エトキシメチルシラン）、トリエチル（メトキシメチル）シラン、トリエチル（エトキシメチル）シラン、トリ n ープロピル（メトキシメチル）シラン、トリ n ープロピル（エトキシメチル）シラン、トリイソプロピル（メトキシメチル）シラン、トリイソプロピル（エトキシメチル）シラン、トリ n ーブチル（メトキシメチル）シラン、トリ n ーブチル（エトキシメチル）シラン、トリイソブチル（メトキシメチル）シラン、トリイソブチル（エトキシメチル）シラン、トリ $s e c$ ーブチル（メトキシメチル）シラン、トリ $s e c$ ーブチル（エトキシメチル）シラン、トリ n ーペンチル（メトキシメチル）シラン、トリ n ーペンチル（エトキシメチル）シラン、トリ $s e c$ ーアミル（メトキシメチル）シラン、トリ $s e c$ ーアミル（エトキシメチル）シラン、トリシクロペンチル（メトキシメチル）シラン、トリシクロペンチル（エトキシメチル）シラン、トリ n ーヘキシル（メトキシメチル）シラン、トリ n ーヘキシル（エトキシメチル）シラン、トリシクロヘキシル（メトキシメチル）シラン、トリシクロヘキシル（エトキシメチル）シラン、

トリビニル（メトキシメチル）シラン、トリビニル（エトキシメチル）シラン、トリアリル（メトキシメチル）シラン、トリアリル（エトキシメチル）シラン、トリフェニル（メトキシメチル）シラン、トリフェニル（エトキシメチル）シラン、

イソプロピルメチルビス（メトキシメチル）シラン、イソプロピルメチルビス（エトキシメチル）シラン、イソプロピルエチルビス（メトキシメチル）シラン、イソプロピルエチルビス（エトキシメチル）シラン、イソプロピルビニルビス（メトキシメチル）シラン、イソプロピルビニルビス（エトキシメチル）シラン、

1, 2-ビス [トリス（メトキシメチル）シリル] エタン、ビス [トリス（エトキシメチル）シリル] エタン、

1, 3-ビス（メトキシメチル）-1, 3-ジメチル-1, 3-ジメトキシジシロキサン、1, 3-ビス（エトキシメチル）-1, 3-ジメチル-1, 3-ジメトキシジシロキサン、1, 3-ビス（メトキシエチル）-1, 3-ジメチル-1, 3-ジメトキシジシロキサン、1, 3-ビス（エトキシエチル）-1, 3-ジメチル-1, 3-ジメトキシジシロキサン、

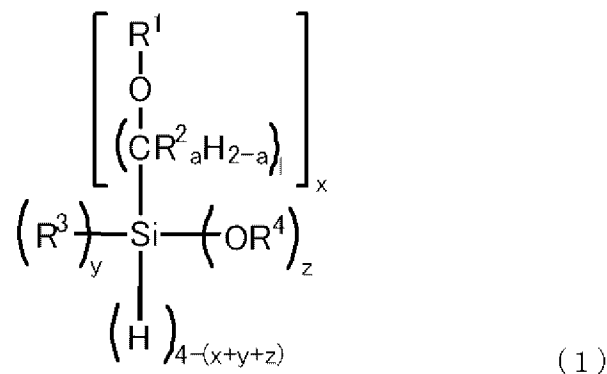
1, 3, 5-トリス（メトキシメチル）-1, 3, 5-トリメチル-1, 5-ジメトキシトリシロキサン、1, 3, 5-トリス（エトキシメチル）-1, 3, 5-トリメチル-1, 5-ジメトキシトリシロキサン、1, 3, 5-トリス（メトキシエチル）-1, 3, 5-トリメチル-1, 5-ジメトキシトリシロキサン、1, 3, 5-トリス（エトキシエチル）-1, 3, 5-トリメチル-1, 5-ジメトキシトリシロキサン、

1, 3, 5, 7-テトラキス（メトキシメチル）-1, 3, 5, 7-テトラメチル-1, 7-ジメトキシテトラシロキサン、1, 3, 5, 7-テトラキス（エトキシメチル）-1, 3, 5, 7-テトラメチル-1, 7-ジメトキシテトラシロキサン、2, 4, 6, 8-テトラ

キス（メトキシエチル）－２，４，６，８－テトラメチルシクロテトラシロキサン、または２，４，６，８－テトラキス（エトキシエチル）－２，４，６，８－テトラメチルシクロテトラシロキサン。

[請求項16] 下記一般式（１）で表わされる化合物を含有することを特徴とする化学気相成長法用の成膜材料。

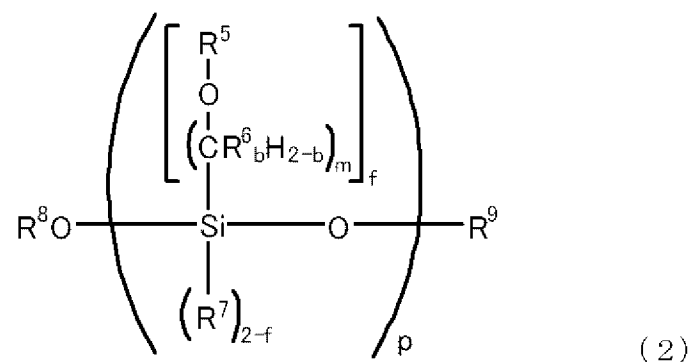
[化4]



（式中、 R^1 、 R^2 、 R^3 は炭素数１～２０の炭化水素基を表す。 R^1 、 R^2 は互いに結合し環状構造を形成してもよい。 R^4 は炭素数１～２０の炭化水素基または水素原子を表す。 a は０乃至２の整数、 l は１以上の整数、 x は１乃至４の整数、 y は０乃至３の整数、 z は０乃至３の整数を表し、 $x+y+z$ は１乃至４の整数を表す。）

[請求項17] 下記一般式（２）で示される化合物を含有することを特徴とする化学気相成長法用の成膜材料。

[化5]

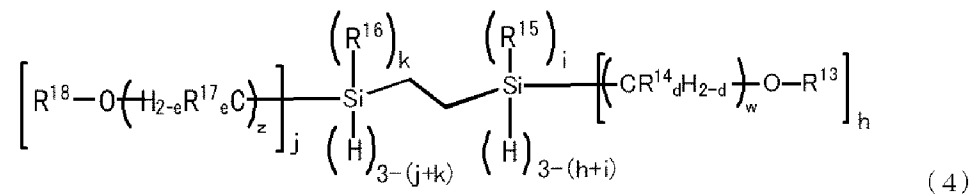


（式中、 R^5 、 R^6 は炭素数１～２０の炭化水素基を表わす。 R^5 と R

⁶は互いに結合し環状構造を形成してもよい。R⁷、R⁸、R⁹は炭素数1～20の炭化水素基または水素原子を表、bは0乃至2の整数、mは1以上の整数、fは1乃至2の整数、pは1乃至10の整数を表わす。)

[請求項18] 下記一般式(4)で示される化合物を含有することを特徴とする化学気相成長法用の成膜材料。

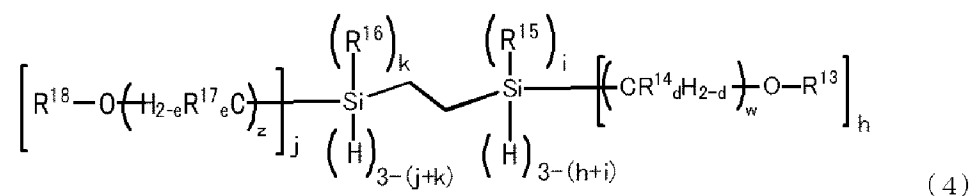
[化6]



(式中、R¹³、R¹⁴、R¹⁵、R¹⁶、R¹⁷、R¹⁸は炭素数1～20の炭化水素基を表わす。R¹³とR¹⁴、R¹⁷とR¹⁸は、互いに結合し環状構造を形成してもよい。dとeは、0乃至2の整数、wとzは1以上の整数である。hとjは、0乃至3の整数であり、hとjの少なくとも一方は、1以上の整数である。iとkは、0乃至3の整数であり、少なくとも一方は、2以下の整数である。h+iとj+kは、0乃至3の整数である。)

[請求項19] アルコキシアルキルの少なくとも一つがケイ素原子に直結した構造を有する有機ケイ素化合物が下記一般式(4)

[化7]



(式中、R¹³、R¹⁴、R¹⁵、R¹⁶、R¹⁷、R¹⁸は炭素数1～20の炭化水素基を表わす。R¹³とR¹⁴、R¹⁷とR¹⁸は、互いに結合し環状構造を形成してもよい。dとeは、0乃至2の整数、wとzは1以上の整数である。hとjは、0乃至3の整数であり、hとjの少なく

とも一方は、1以上の整数である。iとkは、0乃至3の整数であり、少なくとも一方は、2以下の整数である。h+iとj+kは、0乃至3の整数である。)

である、請求項1に記載の炭素含有酸化ケイ素膜。

[請求項20] 化学気相成長法が、プラズマ励起化学気相成長法である、請求項19に記載の炭素含有酸化ケイ素膜。

[請求項21] 化学気相成長法が、触媒化学気相成長法である、請求項19に記載の炭素含有酸化ケイ素膜。

[請求項22] 請求項19乃至21のいずれかに記載の炭素含有酸化ケイ素膜を、さらに熱処理、紫外線照射処理または電子線処理して得られることを特徴とする炭素含有酸化ケイ素膜。

[請求項23] 請求項19乃至22のいずれかに記載の炭素含有酸化ケイ素膜からなる封止膜。

[請求項24] 請求項23に記載の封止膜をガスバリア層として用いることを特徴とするガスバリア部材。

[請求項25] 請求項23に記載の封止膜、または請求項24に記載のガスバリア部材を含んでなることを特徴とするフラットパネルディスプレイデバイス。

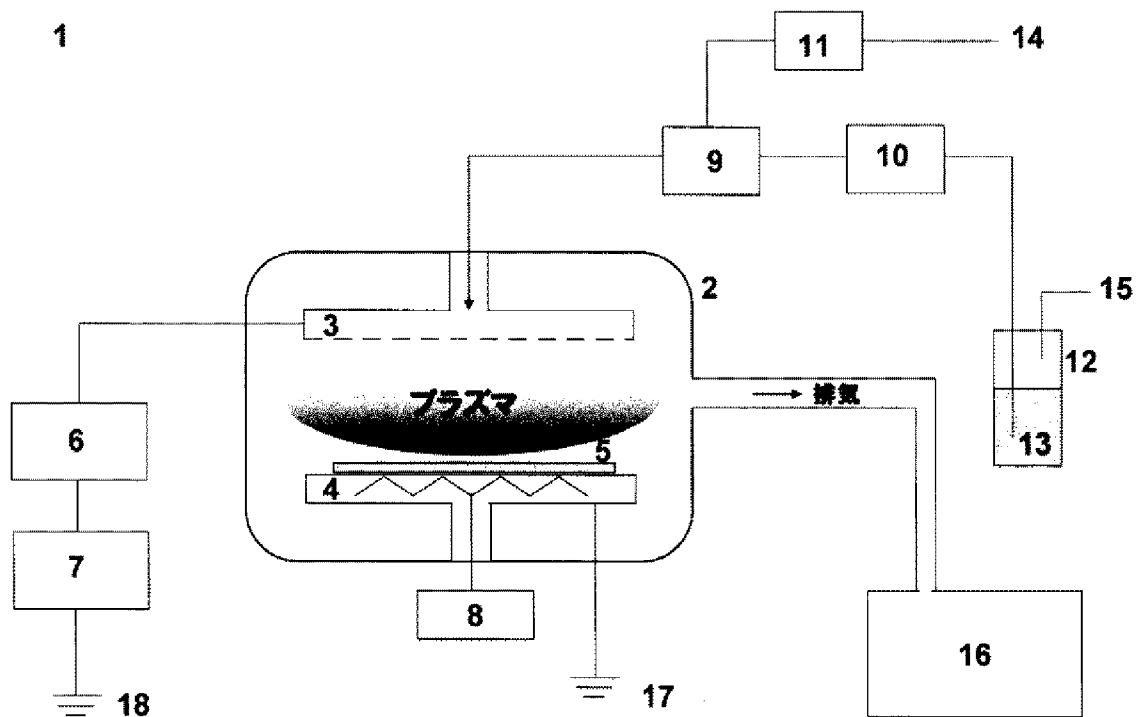
[請求項26] 請求項23に記載の封止膜を含んでなることを特徴とする半導体デバイス。

[請求項27] ケイ素原子間がアルキレンオキシ鎖で結合された構造を有する請求項1、2、3、または19に記載の炭素含有酸化ケイ素膜。

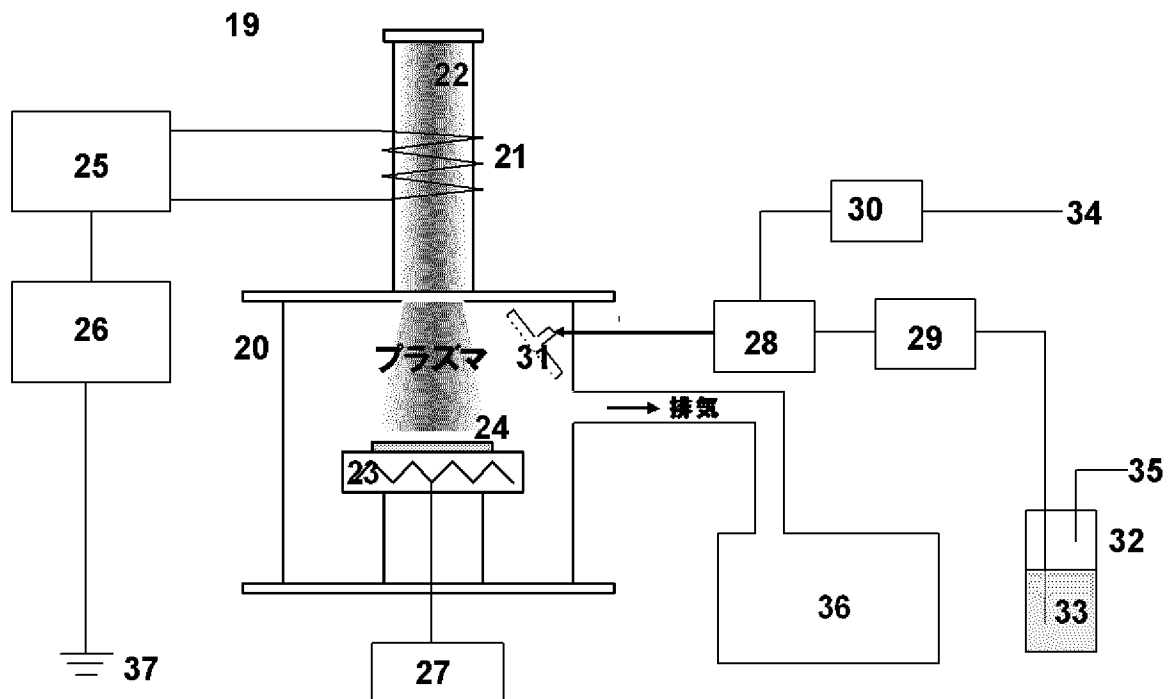
[請求項28] ケイ素原子間がアルキレンオキシ鎖で結合された構造を有する請求項28に記載の封止膜。

[請求項29] 水透過性が $5 \times 10^{-3} \text{ g/m}^2 \cdot \text{day}$ 以下であることを特徴とする請求項24に記載のガスバリア部材。

[図1]

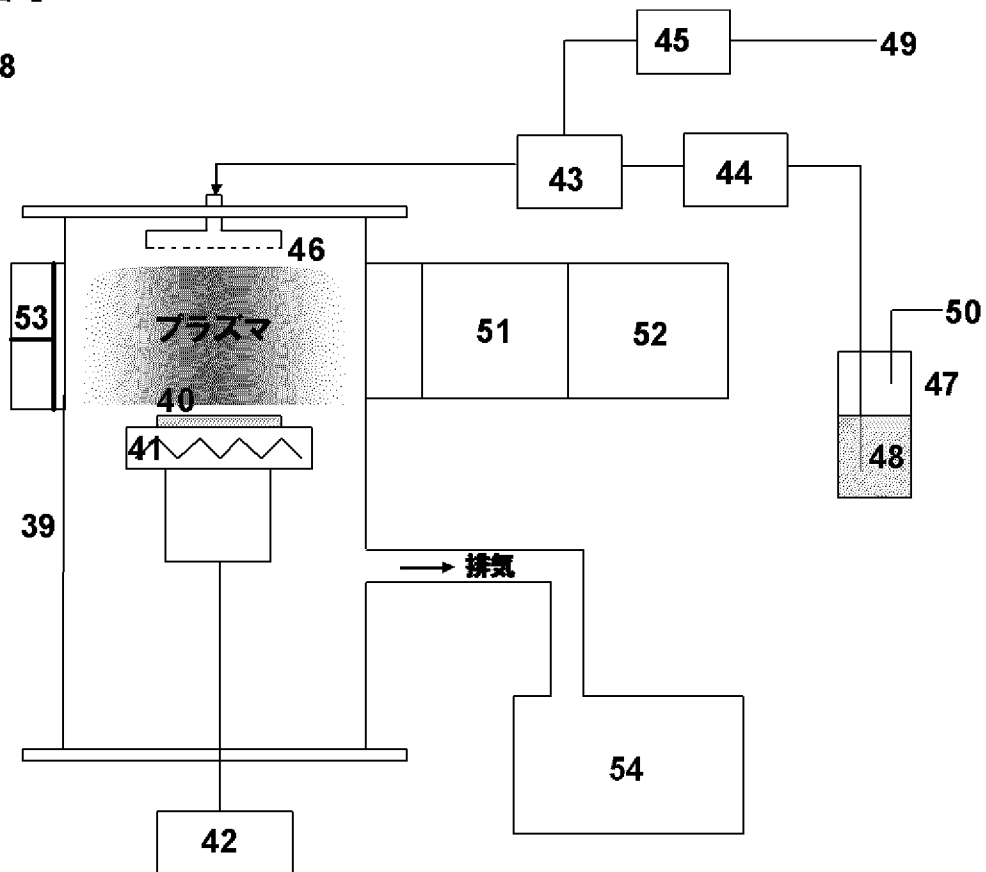


[図2]



[図3]

38



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/078967

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H01L21/312(2006.01)i, C09K3/10(2006.01)i, C23C16/42(2006.01)i, H01L23/29(2006.01)i, H01L23/31(2006.01)i

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)

H01L21/312, C09K3/10, C23C16/42, H01L23/29, H01L23/31

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2012
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2012	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2012

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 A	JP 2006-237562 A (Tosoh Corp.), 07 September 2006 (07.09.2006), claim 17; paragraphs [0001], [0125] & US 2010/0052114 A1 & EP 1845100 A1	1-12, 14, 19-24, 26-29 13, 15-18, 25
X A	JP 2010-527817 A (Dow Global Technologies Inc.), 19 August 2010 (19.08.2010), paragraphs [0025], [0026], [0029] & US 2010/0129646 A1 & EP 2152787 A1	1-12, 19-24, 27-29 13-18, 25, 26
X A	JP 2010-201888 A (Toppan Printing Co., Ltd.), 16 September 2010 (16.09.2010), claims 1, 3; paragraph [0012] (Family: none)	1-14, 19-29 15-18

☒ 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
03 February, 2012 (03.02.12)

Date of mailing of the international search report
21 February, 2012 (21.02.12)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/078967

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	JP 7-228636 A (Asahi Glass Co., Ltd.), 29 August 1995 (29.08.1995), paragraph [0026] (Family: none)	15 1-14, 16-29

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/078967

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The search, which has been carried out on the assumption that claims 1, 2, 4-7, 12-14, 16, 27 and 28 are deemed to be relevant to "firstly set forth invention (main invention)", revealed that the technical feature of the invention of claim 1 is not novel since the invention is disclosed in JP 2006-237562 A (Tosoh Corp.), 7 September 2006 (07.09.2006), [claim 17], [0001], [0125], and therefore is not considered to be a "special technical feature" within the meaning of PCT Rule 13.2, second sentence.

Therefore, it is not considered that there is a relationship involving one or more of the same or corresponding special technical features between the main invention and the inventions in other claims.

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☒ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. ☐ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. H01L21/312(2006.01)i, C09K3/10(2006.01)i, C23C16/42(2006.01)i, H01L23/29(2006.01)i, H01L23/31(2006.01)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（I P C））

Int.Cl. H01L21/312, C09K3/10, C23C16/42, H01L23/29, H01L23/31

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 2 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 2 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 2 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 A	JP 2006-237562 A (東ソー株式会社) 2006.09.07, 【請求項17】、 【0001】、【0125】 & US 2010/0052114 A1 & EP 1845100 A1	1-12, 14, 19-24, 26-29 13, 15-18, 25
X A	JP 2010-527817 A (ダウ グローバル テクノロジーズ インコーポレイティ ド) 2010.08.19, 【0025】、【0026】、【0029】 & US 2010/0129646 A1 & EP 2152787 A1	1-12, 19-24, 27-29 13-18, 25, 26

☒ 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

0 3 . 0 2 . 2 0 1 2

国際調査報告の発送日

2 1 . 0 2 . 2 0 1 2

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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）

鮎沢 輝万

4 G

3 5 5 1

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 1 6

C (続き) . 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 A	JP 2010-201888 A (凸版印刷株式会社) 2010.09.16, 【請求項1】、【請求項3】、【0012】 (ファミリーなし)	1-14, 19-29 15-18
X A	JP 7-228636 A (旭硝子株式会社) 1995.08.29, 【0026】 (ファミリーなし)	15 1-14, 16-29

第Ⅱ欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見（第1ページの2の続き）

法第8条第3項（PCT17条(2)(a)）の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. ☐ 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。
つまり、
2. ☐ 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、
3. ☐ 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第Ⅲ欄 発明の単一性が欠如しているときの意見（第1ページの3の続き）

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるところの国際調査機関は認めた。

請求項1、2、4-7、12-14、16、27及び28を「最初に記載されている発明(主発明)」として調査した結果、請求項1に係る発明の技術的特徴は、JP 2006-237562 A（東ソー株式会社）2006.09.07、【請求項17】、【0001】、【0125】に開示されているから新規でないことが明らかとなったため、上記技術的特徴は、PCT規則13.2の第2文の意味において「特別な技術的特徴」と認められない。

したがって、これら主発明と、他の請求項に係る発明の間に一又は二以上の同一又は対応する特別な技術的特徴を含む技術的な関係が存在すると認められない。

1. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. ☒ 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. ☐ 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- ☐ 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- ☐ 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- ☐ 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。