

明 細 書

発明の名称：

エラストマー組成物、エラストマー組成物の製造方法、シール材およびシール材の製造方法

技術分野

[0001] 本発明の一実施形態は、エラストマー組成物、エラストマー組成物の製造方法、シール材またはシール材の製造方法に関する。

背景技術

[0002] 従来より、シール材は、各種用途に幅広く使用されており、これらの用途の中でも、シール材に最も負荷のかかる用途の一例として、半導体製造装置等に使用されるシール材が挙げられる。

[0003] このようなシール材としては、耐プラズマ性（耐ラジカル性）に優れるシール材を得ることができることから、フルオロエラストマー（FKM）や、パーフルオロエラストマー（FFKM）などの架橋性フルオロエラストマーが使用されている。

例えば、特許文献1には、架橋性フルオロエラストマーである水素含有フッ素ゴムと、液状の水素サイト保護剤とを含有する、シール材の製造に用いられる未架橋ゴム組成物が開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開2019-52226号公報

発明の概要

[0005] 前記特許文献1に記載されている組成物などの従来の未架橋ゴム組成物には、耐プラズマ性（耐ラジカル性）に優れるシール材を得ることを目的として、液状やオイル状のパーフルオロ骨格の化合物（特許文献1における水素サイト保護剤）が用いられてきた。

このような未架橋ゴム組成物から、所望の物性を示すシール材などの成形

体を形成するには、該組成物中の各成分が均一に混合している必要がある。しかしながら、架橋性フルオロエラストマーと、液状やオイル状のパーフルオロ骨格の化合物とは混和し難く、架橋性フルオロエラストマーに対し、用いることのできる液状やオイル状のパーフルオロ骨格の化合物の量が制限されたり、架橋性フルオロエラストマーと液状やオイル状のパーフルオロ骨格の化合物とを均一な組成物とするのは容易ではないことが分かった。

[0006] 本発明の一実施形態は、均一な組成物とすることが容易な、架橋性フルオロエラストマーとパーフルオロ骨格を有する化合物とを含むエラストマー組成物を提供する。

課題を解決するための手段

[0007] 本発明の構成例は以下の通りである。

[0008] [1] 架橋性フルオロエラストマー（A）と、
コーンプレート型粘度計を用いて、JIS Z 8803：2011の液体の粘度測定方法に準拠して測定した、23℃における粘度が1000～9000 Pa・sであるパーフルオロ骨格を有する化合物（B）と
を含有する、エラストマー組成物。

[0009] [2] 前記パーフルオロ骨格を有する化合物（B）の含有量が、前記架橋性フルオロエラストマー（A）100質量部に対し、5質量部以上である、
[1]に記載のエラストマー組成物。

[0010] [3] 前記パーフルオロ骨格を有する化合物（B）が、エチレン性不飽和結合を有するパーフルオロ骨格の化合物と、ヒドロシリル基を有する反応性有機ケイ素化合物との反応物である、
[1]または[2]に記載のエラストマー組成物。

[0011] [4] 下記工程1および2を含む、エラストマー組成物の製造方法。

工程1：エチレン性不飽和結合を有するパーフルオロ骨格の化合物と、ヒドロシリル基を有する反応性有機ケイ素化合物とを反応させて、コーンプレート型粘度計を用いて、JIS Z 8803：2011の液体の粘度測定方法に準拠して測定した、23℃における粘度が1000～9000 Pa・

sであるパーフルオロ骨格を有する化合物（B）を合成する工程

工程2：架橋性フルオロエラストマー（A）と、前記工程1で得られたパーフルオロ骨格を有する化合物（B）とを混合する工程

[0012] [5] 前記工程2において、前記パーフルオロ骨格を有する化合物（B）を、前記架橋性フルオロエラストマー（A）100質量部に対し、5質量部以上の量で用いる、[4]に記載のエラストマー組成物の製造方法。

[0013] [6] [1]～[3]のいずれかに記載のエラストマー組成物から得られたシール材。

[0014] [7] [1]～[3]のいずれかに記載のエラストマー組成物を架橋する工程を含む、シール材の製造方法。

発明の効果

[0015] 本発明の一実施形態によれば、短時間で均一な組成物とすることが容易な、架橋性フルオロエラストマーとパーフルオロ骨格を有する化合物とを含むエラストマー組成物を得ることができる。

また、本発明の一実施形態によれば、パーフルオロ骨格を有する化合物の含有割合が多いエラストマー組成物（液状やオイル状のパーフルオロ骨格の化合物を用いた場合には、均一な組成物にすることができなかった量のパーフルオロ骨格を有する化合物を用いたエラストマー組成物）としても、均一な組成物とすることが容易であるため、特に耐プラズマ性（耐ラジカル性）に優れるエラストマー組成物およびシール材を容易に得ることができる。

ミラブルタイプのパーフルオロ骨格の化合物を用いた場合には、シリカ（無機充填剤）が必要であったが、本発明の一実施形態によれば、プラズマ雰囲気下等において、パーティクルの発生源となるシリカを用いなくても、所望のエラストマー組成物およびシール材を容易に得ることができる。

さらに、本発明の一実施形態によれば、硬度、引張強さ、切断時伸び、および、100%伸びにおける引張応力（100%Mo）にバランスよく優れるシール材を得ることができ、半導体製造装置用、プラズマ処理装置用として好適に使用することができるシール材を得ることができる。

図面の簡単な説明

[0016] [図1]図1は、下記実施例における固着力の試験に関する説明図である。

発明を実施するための形態

[0017] 《エラストマー組成物》

本発明の一実施形態に係るエラストマー組成物（以下「本組成物」ともいう。）は、架橋性フルオロエラストマー（A）と、コーンプレート型粘度計を用いて、JIS Z 8803：2011の液体の粘度測定方法に準拠して測定した、23℃における粘度が1000～9000Pa・sであるパーフルオロ骨格を有する化合物（B）とを含有する。

[0018] <架橋性フルオロエラストマー（A）>

架橋性フルオロエラストマー（A）としては特に制限されず、従来公知の架橋性フルオロエラストマーを用いることができる。

本組成物に用いるエラストマー（A）は、1種でもよく、2種以上でもよい。

なお、本発明において、「エラストマー」と「ゴム」は同義であり、これらに特に区別はない。

[0019] エラストマー（A）は、未加硫フッ素ゴムなどともいい、架橋タイプとしては、パーオキサイド架橋、ポリオール架橋、アミン架橋、放射線架橋タイプなどが挙げられる。これらの中でも、プラズマ雰囲気下等において、パーティクルの発生源となり得る受酸剤を用いる必要がなく、得られたシール材を使用中に、パーティクルを発生させる恐れがない等の点で、パーオキサイド架橋可能なフルオロエラストマーであることが好ましい。

[0020] エラストマー（A）の具体例としては、フルオロエラストマー（FKM）、パーフルオロエラストマー（FFKM）、テトラフルオロエチレンープロピレン系エラストマー（FEP）、フッ素系熱可塑性エラストマー（例：少なくとも1種のエラストマー性ポリマー鎖セグメントおよび少なくとも1種の非エラストマー性ポリマー鎖セグメントを含み、これらのうちの少なくとも一方は含フッ素ポリマー鎖セグメントであるエラストマー）が挙げられ

る。

[0021] エラストマー（A）としては、従来公知の方法で合成したものをを用いてもよく、市販品を用いてもよい。該市販品としては、ダイキン工業（株）製の「ダイエル」、ケマーズ社製の「バイトン」、3M社製の「ダイニオン」、ソルベイ社製の「テクノフロン」等が挙げられる。

[0022] エラストマー（A）としては、各種半導体ドライプロセスで使用されるプラズマ（プラズマエッチング処理）に対する耐性を示すシール材を得ることができるとなエラストマーが好ましく、耐プラズマ性が比較的良好であり、シール性に優れるFKMがより好ましい。また、FKMは、安価で汎用性のある等の点でも好ましい。

[0023] FKMとしては特に制限されないが、ポリマー主鎖中に水素原子（炭素－水素結合）を含むポリマーが挙げられ、具体的には、フッ化ビニリデン由来の構成単位を含むことが好ましい。

[0024] FKMとしては特に制限されないが、具体例としては、フッ化ビニリデン－ヘキサフルオロプロピレン系重合体；フッ化ビニリデン－ヘキサフルオロプロピレン－テトラフルオロエチレン系重合体；テトラフルオロエチレン－プロピレン系重合体；フッ化ビニリデン－プロピレン－テトラフルオロエチレン系重合体；エチレン－テトラフルオロエチレン－パーフルオロアルキルビニルエーテル系重合体；フッ化ビニリデン－テトラフルオロエチレン－パーフルオロアルキルビニルエーテル系重合体；フッ化ビニリデン－パーフルオロアルキルビニルエーテル系重合体が挙げられる。

前記パーフルオロアルキルビニルエーテルの好適例としては、パーフルオロメチルビニルエーテルが挙げられる。

[0025] これらの中でも、耐プラズマ性、耐熱性、耐薬品性等に優れる等の点から、三元系ポリマーであることが好ましく、フッ化ビニリデン－ヘキサフルオロプロピレン－テトラフルオロエチレン系重合体がより好ましい。

[0026] パーオキサイド架橋可能なフルオロエラストマーは、ヨウ素基、臭素基、シアノ基、ペルオキシ基、不飽和基等の官能性基を有することが好ましく、

官能性基導入の容易性からヨウ素基、臭素基がより好ましい。

ヨウ素基および／または臭素基を有するフルオロエラストマーは、例えば、該エラストマーを合成する際に、飽和または不飽和の含ヨウ素および／または含臭素化合物を1種以上用いることで得ることができる。

[0027] 前記含ヨウ素および／または含臭素化合物としては、例えば、下記式（I）または（I'）で表される化合物が挙げられる。

下記式（I）で表される化合物を用いることで、ヨウ素基および／または臭素基を側鎖に有するフルオロエラストマーを合成することができ、下記式（I'）で表される化合物を用いることで、ヨウ素基および／または臭素基を末端に有するフルオロエラストマーを合成することができる。

[0028] $CY^1_2 = CY^2RfX$ (I)

[Y¹およびY²はそれぞれ独立に、フッ素原子、水素原子またはメチル基であり、Rfは、水素原子の一部または全部がフッ素原子で置換された直鎖状または分岐状の含フッ素アルキレン基、または、該含フッ素アルキレン基の一部にエーテル結合を含む基であり、Xはヨウ素原子または臭素原子である。]

[0029] 前記式（I）で表される化合物の具体例としては、国際公開第2009/119409号に記載の化合物が挙げられる。

[0030] I_nBr_mR (I')

[Rは炭素数1～12のフルオロ炭化水素基であり、nおよびmはそれぞれ独立に、0～2の整数であり、n+mは1または2である。]

[0031] 前記式（I'）で表される化合物の具体例としては、特開2002-97329号公報や特開2008-56739号公報に記載の化合物が挙げられる。

[0032] エラストマー（A）のフッ素含有量は特に制限されないが、所望のシール材を容易に得ることができる等の点から、好ましくは55質量%以上、より好ましくは60%以上、さらに好ましくは63質量%以上、特に好ましくは65質量%以上であり、より好ましくは73質量%以下、さらに好ましくは

7.1 質量%以下である。

前記フッ素含有量は、 ^{19}F -NMRや ^1H -NMR等を用いたフッ素の元素分析または質量分析法（MSスペクトル法）等により、測定・算出することができる。

なお、本発明におけるフッ素含有量は、小数点以下を四捨五入した値である。

[0033] エラストマー（A）は、フッ素含有量が6.9質量%以上である架橋性フルオロエラストマー（A1）と、フッ素含有量が5.5～6.8質量%である架橋性フルオロエラストマー（A2）とを含むことが好ましい。

フッ素含有量が前記範囲にある架橋性フルオロエラストマーを少なくとも2種類用いることで、均一なエラストマー組成物を短時間で容易に得ることができ、成形性に優れるエラストマー組成物を容易に得ることができ、硬度、引張強さ、切断時伸びおよび100%Moにバランスよく優れるシール材を容易に得ることができる。

[0034] エラストマー（A1）のフッ素含有量は、好ましくは7.0質量%以上であり、好ましくは7.3質量%以下、より好ましくは7.1質量%以下である。

エラストマー（A2）のフッ素含有量は、好ましくは6.0～6.8質量%、より好ましくは6.3～6.8質量%、さらに好ましくは6.5～6.8質量%である。

[0035] エラストマー（A）のムーニー粘度は、好ましくは10以上、より好ましくは15以上、さらに好ましくは18以上であり、好ましくは140以下、より好ましくは120以下、さらに好ましくは80以下、特に好ましくは60以下である。

エラストマー（A）のムーニー粘度が前記範囲にあると、成形性、特に分出し性に優れるエラストマー組成物を容易に得ることができる。

なお、本明細書におけるムーニー粘度は、ASTM D 1646に準拠して測定した121℃におけるムーニー粘度（ML1+10）のことをいう。

- [0036] 本組成物の固形分中のエラストマー（A）の含有量は、好ましくは40質量%以上、より好ましくは50質量%以上であり、好ましくは95質量%以下、より好ましくは93質量%以下である。

エラストマー（A）含有量が前記範囲にあると、耐プラズマ性、耐薬品性等の化学的耐性に優れ、硬度、引張強さ、切断時伸びおよび100%Moにバランスよく優れるシール材を容易に得ることができる。

なお、本明細書において、固形分とは、溶剤以外の成分のことをいう。

- [0037] 本組成物がエラストマー（A1）を含む場合、本組成物の固形分中のエラストマー（A1）の含有量は、好ましくは40質量%以上、より好ましくは50質量%以上であり、好ましくは95質量%以下、より好ましくは85質量%以下である。

エラストマー（A1）含有量が前記範囲にあると、耐プラズマ性、耐薬品性等の化学的耐性に優れるシール材を容易に得ることができる。

- [0038] 本組成物がエラストマー（A2）を含む場合、本組成物の固形分中のエラストマー（A2）の含有量は、好ましくは2質量%以上、より好ましくは5質量%以上であり、好ましくは50質量%以下、より好ましくは40質量%以下である。

エラストマー（A2）含有量が前記範囲にあると、成形性および化学的耐性にバランスよく優れるシール材を容易に得ることができる。

- [0039] 本組成物がエラストマー（A1）および（A2）を含む場合、本組成物中のエラストマー（A1）および（A2）の合計含有量に対する、エラストマー（A1）の含有量は、好ましくは60質量%以上、より好ましくは65質量%以上であり、好ましくは95質量%以下である。

エラストマー（A1）および（A2）の含有量の質量比が前記範囲にあると、均一なエラストマー組成物を短時間で容易に得ることができ、成形性に優れるエラストマー組成物を容易に得ることができ、硬度、引張強さ、切断時伸びおよび100%Moにバランスよく優れるシール材を容易に得ることができる。

[0040] <パーフルオロ骨格を有する化合物（B）>

パーフルオロ骨格を有する化合物（B）としては、コーンプレート型粘度計を用いて、JIS Z 8803：2011の液体の粘度測定方法に準拠して測定した、23℃における粘度が1000～9000 Pa・sであり、パーフルオロ骨格を有する化合物であれば特に制限されない。

化合物（B）を用いることで、耐プラズマ性（耐ラジカル性）に優れるシール材を容易に得ることができる。また、化合物（B）を用いることで、硬度、引張強さ、切断時伸びおよび100%Moにバランスよく優れるシール材も容易に得ることができる。

本組成物に用いる化合物（B）は、1種でもよく、2種以上でもよい。

なお、本組成物が化合物（B）を含むとは、本組成物を調製する際の原料として、化合物（B）を用いることをいう。本組成物に含まれる化合物（B）が2種以上の場合とは、本組成物を調製する際の原料として、2種以上の化合物（B）を用いることをいう。

[0041] 化合物（B）のコーンプレート型粘度計を用いて、JIS Z 8803：2011の液体の粘度測定方法に準拠して測定した、23℃における粘度は、1000～9000 Pa・sであり、好ましくは3000～8000 Pa・sである。

粘度が前記範囲にある化合物（B）は、液状、オイル状およびミラブルタイプの化合物とは異なる、ゲル状やスライム状の化合物である。

なお、化合物（B）の粘度は、エラストマー（A）や、下記その他の成分等と混合する前の粘度、つまり、本組成物を調製する際の原料としての粘度が前記範囲にあることを意味する。

[0042] 化合物（B）のキュラストメーターで測定した60℃における最低トルク（ML）は、好ましくは0.5 kgf・cm未満である。

なお、該最低トルク（ML）も、エラストマー（A）や、下記その他の成分等と混合する前の原料の最低トルク（ML）のことを意味する。

前記最低トルク（ML）は、具体的には、JSRトレーディング（株）製

のキュラストメーター T Y P E R（ゴム用）を用い、以下の条件で測定した値である。

試料：10g

温度：60℃

振幅角度：±3°

測定時間：10分

- [0043] 本組成物中の化合物（B）の含有量は、ロール加工性に優れるエラストマー組成物を容易に得ることができ、耐プラズマ性（耐ラジカル性）に優れるシール材を容易に得ることができる等の点から、エラストマー（A）100質量部に対して、好ましくは0.5質量部以上、より好ましくは1質量部以上であり、好ましくは100質量部以下、より好ましくは50質量部以下である。

本発明の一実施形態によれば、液状やオイル状のパーフルオロ骨格の化合物を用いた場合には、均一な組成物にすることができなかつた量で化合物（B）を用いても、均一なエラストマー組成物を得ることができるため、より耐プラズマ性（耐ラジカル性）に優れるシール材を容易に得ることができる等の点から、本組成物中の化合物（B）の含有量は、エラストマー（A）100質量部に対して、好ましくは5質量部以上、より好ましくは10質量部以上であり、好ましくは100質量部以下である。

- [0044] 本組成物が、化合物（B）と下記架橋剤（C）とを含む場合、耐プラズマ性により優れるシール材を容易に得ることができる等の点から、本組成物中の架橋剤（C）の含有量に対する化合物（B）の含有量の質量比（化合物（B）の含有量／架橋剤（C）の含有量）は、好ましくは0.5以上、より好ましくは1以上であり、好ましくは80以下、より好ましくは60以下である。

- [0045] 化合物（B）は、エチレン性不飽和結合を有するパーフルオロ骨格の化合物（b1）と、ヒドロシリル基を有する反応性有機ケイ素化合物（b2）とを反応させることで得ることができる。

なお、エラストマー（A）と化合物（b 1）と化合物（b 2）とを含む組成物から、例えば、以下のようにしてシール材（成形体）を形成する場合には、エラストマー（A）と、化合物（b 1）および／または化合物（b 2）とが反応することから、エラストマー（A）と化合物（B）とを含む組成物にはならない。

[0046] 化合物（b 1）および化合物（b 2）それぞれの、コーンプレート型粘度計を用いて、J I S Z 8803：2011の液体の粘度測定方法に準拠して測定した、23℃における粘度は、好ましくは1～30Pa・s、より好ましくは2～10Pa・sである。

[0047] 化合物（b 1）および化合物（b 2）としては、「S I F E L」（信越化学工業（株）製）などの市販品を用いてもよい。

なお、化合物（B）の市販品としては、1成分型の市販品と2成分型の市販品等があるが、これらのいずれを使用してもよい。

[0048] 前記反応の際における化合物（b 1）の使用量は、化合物（b 1）および化合物（b 2）の合計100質量%に対し、好ましくは1～80質量%、より好ましくは40～60質量%である。

[0049] 前記反応の条件としては、前記粘度範囲にあるパーフルオロ骨格を有する化合物（B）を合成できれば特に制限されないが、反応温度は、好ましくは100～250℃、より好ましくは120～220℃であり、反応時間は好ましくは20分～3時間、より好ましくは30分～2時間である。

なお、前記反応の原料である化合物（b 1）および化合物（b 2）として、前記粘度範囲の化合物を用いる場合、前記反応の条件で反応させて得られた反応生成物の一部を抜き出して粘度を測定し、該粘度が1000～9000Pa・sの範囲にあれば、反応を停止し、該粘度が1000Pa・sを下回っていれば、必要により反応温度を変更してさらに反応を続けることで、粘度が1000～9000Pa・sの範囲にある化合物（B）を得ることができる。

なお、前記反応の際には、例えば、触媒（例：特開2003-18340

2号公報、特開平11-116684号公報等に記載の触媒)等の添加剤を用いてもよい。

[0050] 〈化合物(b1)〉

化合物(b1)は、エチレン性不飽和結合を有するパーフルオロ骨格の化合物であり、具体的には、エチレン性不飽和結合含有基を有するパーフルオロ骨格の化合物であり、前記エラストマー(A)以外の化合物である。

化合物(b1)は、1種を用いてもよく、2種以上を用いてもよい。

[0051] 前記エチレン性不飽和結合含有基としては、例えば、ビニル基、メチルビニル基、アリル基、プロペニル基、イソプロペニル基、ブテニル基、ペンテニル基、ヘキセニル基、ヘプテニル基等の炭素数2～8のアルケニル基、ビニルフェニル基、(メタ)アクリロイル基、アリルオキシ基、スチリル基、プロパルギル基が挙げられる。これらの中でも、アルケニル基が好ましく、炭素数2～4のアルケニル基がより好ましく、ビニル基が特に好ましい。

化合物(b)は、2種以上のエチレン性不飽和結合を有していてもよい。

[0052] 化合物(b1)としては、例えば、エチレン性不飽和結合を有するパーフルオロポリエーテル構造の化合物、エチレン性不飽和結合を有するパーフルオロアルキレン構造の化合物が挙げられ、これらの中でも、エチレン性不飽和結合を有するパーフルオロポリエーテル構造の化合物(以下「化合物(b1-1)」ともいう。)が好ましい。

[0053] ・化合物(b1-1)

前記化合物(b1-1)は、1分子中に2個以上のエチレン性不飽和結合を有するパーフルオロポリエーテルであることが好ましい。

[0054] 化合物(b1-1)の好適例としては、特開2003-183402号公報、特開平11-116684号公報、特開平11-116685号公報、特開2015-67737号公報に記載の化合物が挙げられる。

[0055] 化合物(b1-1)としては、例えば、下記式(1)で表される化合物が挙げられる。



[0056] Xは独立に、 $-\text{CH}_2-$ 、 $-\text{CH}_2\text{O}-$ 、 $-\text{CH}_2\text{OCH}_2-$ 、 $*-\text{Si}(\text{R}^2)_2-$ 、 $\text{Ph}-$ (Ph: フェニレン基)、 $*-\text{Y}-\text{NR}^1-\text{SO}_2-$ または $*-\text{Y}-\text{NR}^1-\text{CO}-$ (但し、Yは $-\text{CH}_2-$ または $*-\text{Si}(\text{R}^2)_2-\text{Ph}-$ である。なお、前記*部分が、 Z^1 または Z^2 に結合する。) である。

Rfは独立に、2価パーフルオロポリエーテル基 (2価パーフルオロオキシアルキレン基) である。

pは独立に、0 または 1 である。

aは0以上の整数であり、好ましくは0～10の整数、より好ましくは0～6の整数である。

Qは独立に、下記式(2)、(3)または(4)で表される基である。

[0057] R^2 は、炭素数1～10、特に炭素数1～8の置換または非置換の1価炭化水素基であり、例えば、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、ブチル基、イソブチル基、*t*-ブチル基、ペンチル基、ヘキシル基、オクチル基、デシル基等のアルキル基、シクロペンチル基、シクロヘキシル基、シクロヘプチル基等のシクロアルキル基、ビニル基、アリル基、プロペニル基、イソプロペニル基、ブテニル基、ヘキセニル基等のアルケニル基、フェニル基、トリル基、キシリル基、ナフチル基等のアリール基、ベンジル基、フェニルエチル基、フェニルプロピル基等のアラルキル基、これらの基の水素原子の一部または全部をハロゲン原子等で置換した基 (例: クロロメチル基、クロロプロピル基、ブromoエチル基、3, 3, 3-トリフルオロプロピル基、3, 3, 4, 4, 5, 5, 6, 6, 6-ノナフルオロヘキシル基等のフッ素置換アルキル基) が挙げられる。

[0058] R^1 は、水素原子または前記 R^2 として例示した基と同様の炭素数1～10、特に炭素数1～8の置換または非置換の1価炭化水素基であり、水素原子または R^2 と同様の基を挙げることができ、例えば、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基等のアルキル基、シクロヘキシル基等のシクロアルキル基、ビニル基、アリル基等のアルケニル基、フェニル基、トリル基等のアリール基、これらの基の水素原子の一部をハロゲン原子等で置換した基 (

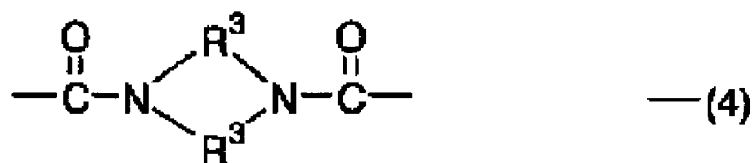
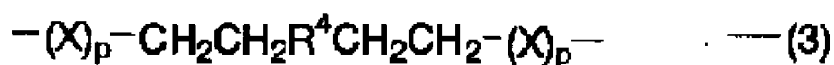
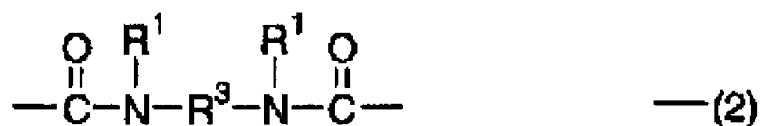
例：クロロメチル基、クロロプロピル基、3, 3, 3-トリフルオロプロピル基、3, 3, 4, 4, 5, 5, 6, 6, 6-ノナフルオロヘキシル基等のフッ素置換アルキル基）が挙げられる。

[0059] Z^1 および Z^2 はそれぞれ独立に、エチレン性不飽和結合含有基であり、 $-Si(R')_2$ （エチレン性不飽和結合含有基） (R') でもよい。

該エチレン性不飽和結合含有基としては、1価のアルケニル基が好ましく、炭素数2～4の1価のアルケニル基がより好ましく、1価のビニル基が特に好ましい。

R' は独立に、置換または非置換の1価の炭化水素基であり、具体例としては、メチル基、エチル基、*n*-プロピル基、*i*-プロピル基、*n*-ブチル基、*i*-ブチル基、*t*-ブチル基、ペンチル基、ヘキシル基などのアルキル基；フェニル基、トリル基、キシリル基などのアリール基；3-クロロプロピル基、3, 3, 3-トリフルオロプロピル基などのハロゲン化アルキル基が挙げられ、これらの中でも、炭素数1～5のアルキル基が好ましい。

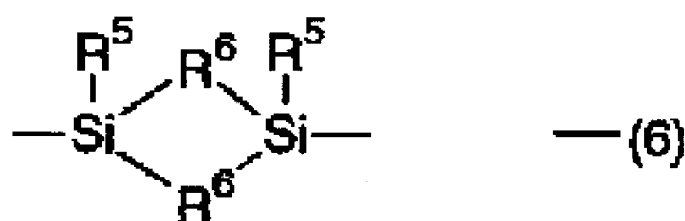
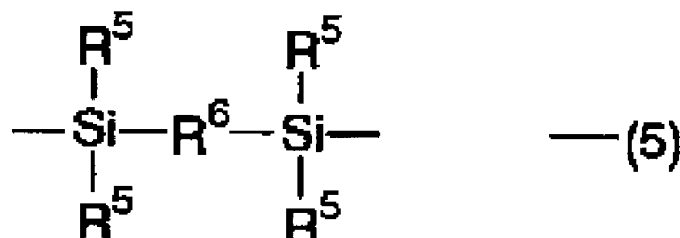
[0060] [化1]



[0061] 式(2)～(4)において、 X 、 p および R^1 は前記式(1)中の X 、 p および R^1 と同義である。 R^3 および R^4 はそれぞれ独立に、結合途中に酸素原子、窒素原子、ケイ素原子および硫黄原子から選ばれる1種以上を介在させてもよい置換または非置換の2価炭化水素基であり、式(2)中の R^3 および式(

3) 中の R^4 はそれぞれ独立に、下記式 (5) または (6) で表される基であってもよい。

[0062] [化2]



[0063] 式 (5) および (6) において、 R^5 は置換または非置換の 1 価炭化水素基であり、 R^6 は炭素原子、酸素原子、窒素原子、ケイ素原子および硫黄原子から選ばれる 1 種以上を含む基である。

[0064] R^3 および R^4 としては、置換または非置換の 2 価炭化水素基であれば特に限定されないが、炭素数 1 ~ 20、特に 2 ~ 12 の 2 価炭化水素基が好適であり、具体的には、メチレン基、エチレン基、プロピレン基、メチルエチレン基、ブチレン基、ヘキサメチレン基等のアルキレン基、シクロヘキシレン基等のシクロアルキレン基、フェニレン基、トリレン基、キシリレン基、ナフチレン基、ビフェニレン基等のアリーレン基、これらの基の水素原子の一部をハロゲン原子等で置換した基、これらの置換または非置換のアルキレン基、アリーレン基の組み合わせが例示される。

[0065] $-(X)_p-(R^f-Q)_a-R^f-(X)_p-$ は、 $-(O-R^7)_n-$ [R^7 はパーフルオロアルカンジイル基を示し、 n は 2 以上の整数を示す。複数存在する R^7 は互いに同一でも異なってもよい。] であることが好ましい。

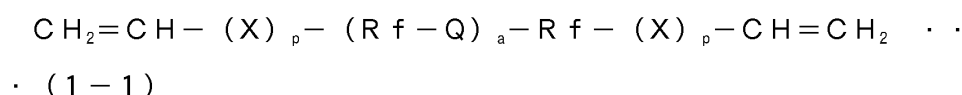
[0066] R^7 で表されるパーフルオロアルカンジイル基としては、例えば、 C_mF_{2m} で

表される基（ m は2以上の整数）が挙げられ、直鎖状でも分岐状であってもよい。パーフルオロアルカンジイル基の炭素数（すなわち m ）は、例えば1～10であり、好ましくは2～6、より好ましくは2～4、特に好ましくは2～3である。

[0067] n は2以上であればよく、例えば10以上、好ましくは40以上、より好ましくは70以上である。また、 n は、例えば300以下、好ましくは200以下、より好ましくは150以下である。

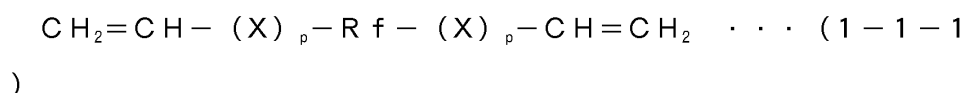
[0068] $-(O-R^7)_n-$ は、下記 R^f と同様の基であってもよい。

[0069] 前記式（1）で表される化合物は、下記式（1-1）で表される化合物であることが好ましい。



[式（1-1）中の各符号の定義は、式（1）中の各符号の定義と同様である。]

[0070] また、前記式（1-1）で表される化合物は、 a が0である化合物であることが好ましく、この場合、下記式（1-1-1）で表される。



[式（1-1-1）中の各符号の定義は、式（1）中の各符号の定義と同様である。]

[0071] 前記 R^f の具体例としては、以下の基が挙げられる。

$-[CF(Z)OCF_2]_p-(CF_2)_r-[CF_2OCF(Z)]_q-$
 $(Z$ は、フッ素原子または $-CF_3$ であり、 p 、 q および r は、 $p \geq 1$ 、 $q \geq 1$ 、 $2 \leq p+q \leq 200$ 、好ましくは $2 \leq p+q \leq 110$ 、 $0 \leq r \leq 6$ を満たす整数である。)、

$-CF_2CF_2OCF_2-(CF(CF_3)OCF_2)_s-(CF_2)_r-(CF_2OCF(CF_3))_t-CF_2OCF_2CF_2-$
 $(r$ 、 s および t は、 $0 \leq r \leq 6$ 、 $s \geq 0$ 、 $t \geq 0$ 、 $0 \leq s+t \leq 200$ 、

好ましくは $2 \leq s + t \leq 110$ を満たす整数である。)、

$-CF(Z) - (OCF(Z)CF_2)_u - (OCF_2)_v - OCF(Z) -$
 $(Z \text{ は、フッ素原子または } -CF_3 \text{ であり、} u \text{ および } v \text{ は、} 1 \leq u \leq 100、$
 $1 \leq v \leq 50 \text{ を満たす整数である。})、$

$-CF_2CF_2 - [OCF_2CF_2CF_2]_w - OCF_2CF_2 -$
 $(w \text{ は、} 1 \leq w \leq 100 \text{ を満たす整数である。})$

[0072] 〈化合物 (b2)〉

化合物 (b2) は、ヒドロシリル基を有する反応性有機ケイ素化合物であり、前記エラストマー (A) 以外の化合物である。化合物 (b2) は、1 分子中に 2 個以上、好ましくは 3 個以上のヒドロシリル基 ($Si-H$) を有し、少なくとも前記化合物 (b1) 中のエチレン性不飽和結合と付加反応可能な化合物であることが好ましい。

化合物 (b2) は、1 種を用いてもよく、2 種以上を用いてもよい。

[0073] 化合物 (b2) の好適例としては、特開 2003-183402 号公報、特開平 11-116684 号公報等に記載の有機ケイ素化合物が挙げられる。

[0074] 化合物 (b2) としては、例えば、ヒドロシリル基を 2 個、好ましくは 3 個以上有するオルガノハイドロジェンポリシロキサンが挙げられる。

該オルガノハイドロジェンポリシロキサンとしては、付加反応硬化型シリコーンゴム組成物に通常用いられるオルガノハイドロジェンポリシロキサンを使用することができるが、特に下記式 (7) または (8) で表される化合物が好ましい。

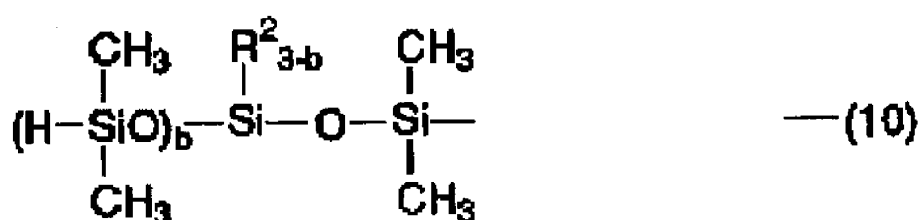
[0075] $Z-CH_2CH_2-(X)_p-Rf-(X)_p-CH_2CH_2-Z \cdots (7)$

$Rf-(X)_p-CH_2CH_2-Z \cdots (8)$

[式 (7) および (8) 中、X、p および Rf は、前記式 (1) 中の X、p および Rf と同義であり、Z は下記式 (9) または (10) で表される基である。]

[0076]

[化3]



[0077] 式(9)および(10)中、 R^2 は置換または非置換の1価炭化水素基であり、 b は、前記式(7)で表される化合物中においては1～3の整数であり、前記式(8)で表される化合物中においては2～3の整数である。

該 R^2 における置換または非置換の1価炭化水素基としては、炭素数1～8の基が好ましく、その具体例としては、メチル基、エチル基、プロピル基、イソプロピル基、ブチル基、イソブチル基、 t -ブチル基、ペンチル基、ネオペンチル基、ヘキシル基、ヘプチル基、オクチル基等のアルキル基；シクロペンチル基、シクロヘキシル基、シクロヘプチル基等のシクロアルキル基；フェニル基、トリル基、キシリル基等のアリール基；ベンジル基、フェニルエチル基等のアラルキル基；これらの基の水素原子の一部または全部をフッ素、塩素、臭素等のハロゲン原子等で置換した基（例：クロロメチル基、クロロプロピル基、ブromoエチル基、3, 3, 3-トリフルオロプロピル基、3, 3, 4, 4, 5, 5, 6, 6, 6-ノナフルオロヘキシル基）が挙げられる。

[0078] <その他の成分>

本組成物には、前記エラストマー(A)および化合物(B)の他に、本発明の効果を損なわない範囲で、必要に応じて、シール材に配合されてきた従来公知のその他の成分を配合してもよい。該その他の成分としては、例えば

、架橋剤（C）；架橋助剤（D）；ポリオール系化合物；アントラキノ系顔料、ペリレン系顔料、ジオキサジン系顔料等の有機顔料；可塑剤；加工助剤；加硫促進剤；老化防止剤；酸化防止剤；無機充填材；有機充填材が挙げられる。

前記その他の成分はそれぞれ、1種を用いてもよいし、2種以上を用いてもよい。

[0079] 〈架橋剤（C）〉

エラストマー（A）は、架橋剤（C）を用いなくても架橋させることはできるが、十分に架橋し、硬度、引張強さ、切断時伸び、および、100%Moにバランスよく優れるシール材を容易に得ることができる等の点から、本組成物は、用いるエラストマー（A）の種類に応じた架橋剤（C）を含むことが好ましい。

架橋剤（C）を用いる場合、本組成物に用いる架橋剤（C）は、1種でもよく、2種以上でもよい。

[0080] 架橋剤（C）としては、従来より公知の架橋剤を特に制限なく使用することができ、用いるエラストマー（A）の種類に応じて適宜選択すればよいが、例えば、FKMを用いる場合、パーオキサイド系架橋剤、ポリアミン系架橋剤、ポリオール系架橋剤、トリアジン系架橋剤等が挙げられる。

[0081] これらの中でも、プラズマ雰囲気下等において、パーティクルの発生源となる、酸化マグネシウム、水酸化カルシウムなどの受酸剤を本組成物中に配合する必要がなく、得られたシール材の使用中に、パーティクルを発生させる恐れがない等の点で、パーオキサイド系架橋剤が好ましい。

[0082] パーオキサイド系架橋剤としては、例えば、2，5-ジメチル-2，5-ジ（*t*-ブチルパーオキシ）ヘキサン、ジクミルパーオキサイド、2，4-ジクロロベンゾイルパーオキサイド、ジ-*t*-ブチルパーオキサイド、*t*-ブチルジクミルパーオキサイド、ベンゾイルパーオキサイド、2，5-ジメチル-2，5-（*t*-ブチルパーオキシ）ヘキシン-3，2，5-ジメチル-2，5-ジ（ベンゾイルパーオキシ）ヘキサン、 α ， α' -ビス（*t*-ブ

チルパーオキシ-*m*-イソプロピル)ベンゼン、*t*-ブチルパーオキシイソプロピルカーボネート、ジ- (4-*t*-ブチルシクロヘキシル)パーオキシジカーボネート、*p*-クロロベンゾイルパーオキサイド、*t*-ブチルパーオキシ-2-エチルヘキサノエート、*t*-ブチルパーオキシベンゾエート、1, 1-ビス(*t*-ブチルパーオキシ)-3, 5, 5-トリメチルシクロヘキサン、2, 5-ジメチルヘキサン-2, 5-ジヒドロパーオキサイド、 α , α -ビス(*t*-ブチルパーオキシ)-*p*-ジイソプロピルベンゼン、*t*-ブチルパーオキシベンゼン、*t*-ブチルパーオキシマレイン酸が挙げられる。

これらの中でも、2, 5-ジメチル-2, 5-ジ(*t*-ブチルパーオキシ)ヘキサン、2, 4-ジクロロベンゾイルパーオキサイド、ジクミルパーオキサイド、ベンゾイルパーオキサイド、 α , α' -ビス(*t*-ブチルパーオキシ-*m*-イソプロピル)ベンゼンが好ましく、2, 5-ジメチル-2, 5-ジ(*t*-ブチルパーオキシ)ヘキサンがより好ましい。

[0083] 本組成物が架橋剤 (C) を含有する場合、本組成物中の架橋剤 (C) の含有量は、架橋反応が十分に進行し、硬度、引張強さ、切断時伸び、および、100%Moにバランスよく優れるシール材を容易に得ることができる等の点から、エラストマー (A) 100質量部に対して、好ましくは0.2~4質量部、より好ましくは0.2~2.5質量部である。

[0084] 〈架橋助剤 (D) 〉

本組成物では、前記架橋剤 (C) を単独で用いてもよいが、前記架橋剤 (C) を用いる場合、架橋助剤 (D) を用いることが好ましい。該架橋助剤 (D) としては、架橋剤 (C) の種類に応じて公知の架橋助剤を選択すればよい。

架橋助剤 (D) を用いる場合、本組成物に用いる架橋助剤 (D) は、1種でもよく、2種以上でもよい。

[0085] 例えば、パーオキサイド系架橋剤を用いる場合に使用される架橋助剤の例としては、トリアリルイソシアヌレート；トリアリルシアヌレート；トリメタリルイソシアヌレート；トリアリルホルマール；トリアリルトリメリター

ト；N，N'-m-フェニレンビスマレイミド；ジプロパギルテレフタレート；ジアリルフタレート；テトラアリルテレフタルアミド；エチレングリコールジ（メタ）アクリレート、トリメチロールプロパントリ（メタ）アクリレートなどの多官能性（メタ）アクリレート；等のラジカルによる共架橋が可能な化合物（多官能性モノマー）：高級カルボン酸の金属塩：多価アルコール（メタ）アクリレート：（メタ）アクリル酸金属塩が挙げられる。

これらの中では、反応性に優れ、耐熱性に優れ、高硬度で高モジュラスのシール材を容易に得ることができる等の点から、トリアリルイソシアヌレートが好ましい。

[0086] 本組成物が架橋助剤（D）を含有する場合、本組成物中の架橋助剤（D）の含有量は、架橋反応が十分に進行し、硬度、引張強さ、切断時伸び、および、100%Moにバランスよく優れるシール材を容易に得ることができる等の点から、エラストマー（A）100質量部に対して、好ましくは1質量部以上、より好ましくは2質量部以上、さらに好ましくは4質量部以上であり、好ましくは10質量部以下、より好ましくは8質量部以下、さらに好ましくは7質量部以下、特に好ましくは6質量部以下である。

特に、プラズマ雰囲気下等において、シール材に生じ得るクラックを抑制するために、放射線架橋したシール材（放射線処理物）が好ましいが、この場合、より高硬度で高モジュラスのシール材を容易に得ることができる等の点から、本組成物中の架橋助剤（D）の含有量は、エラストマー（A）100質量部に対して、好ましくは2質量部以上、さらに好ましくは4質量部以上であり、好ましくは10質量部以下、さらに好ましくは8質量部以下である。

[0087] 本組成物中の架橋剤（C）の含有量に対する架橋助剤（D）の含有量の質量比（架橋助剤（D）の含有量／架橋剤（C）の含有量）は、架橋剤（C）を過不足なく反応させ、所望の物性を示すシール材を容易に得ることができる、特に、より高硬度で高モジュラスのシール材を容易に得ることができる等の点から、好ましくは2以上、より好ましくは4以上、さらに好ましくは

6 以上であり、好ましくは 30 以下、より好ましくは 20 以下である。

[0088] 〈ポリオール系化合物〉

前記ポリオール系化合物を用いることで、シール材としての性能を損なうことなく、プラズマ環境下における耐クラック性に優れるシール材を容易に形成することができる。

ポリオール系化合物を用いる場合、本組成物に用いるポリオール系化合物は、1 種でもよく、2 種以上でもよい。

[0089] 前記ポリオール系化合物としては、従来公知の化合物を広く使用できるが、特に耐クラック性に優れるシール材を容易に得ることができる等の点から、ビスフェノール類であることが好ましい。

該ビスフェノール類としては、例えば、2, 2-ビス(4-ヒドロキシフェニル)パーフルオロプロパン(ビスフェノールAF)、2, 2-ビス(4-ヒドロキシフェニル)プロパン(ビスフェノールA)、ビス(4-ヒドロキシフェニル)スルホン(ビスフェノールS)が挙げられ、これら化合物のアルカリ金属塩、アルカリ土類金属塩等の塩類でもよい。これらの中でも、ビスフェノールAF、ビスフェノールA等が好ましく、耐クラック性に特に優れるシール材を容易に得ることができる等の点から、ビスフェノールAFがより好ましい。

[0090] 本組成物がポリオール系化合物を含有する場合、本組成物中のポリオール系化合物の含有量は、耐クラック性に優れ、圧縮永久ひずみが小さく、加硫速度に優れるシール材を容易に得ることができる等の点から、エラストマー(A) 100 質量部に対して、好ましくは 0.1~3 質量部、より好ましくは 0.1~2 質量部、さらに好ましくは 0.1~1 質量部である。

[0091] 〈有機顔料〉

前記有機顔料としては、好適には、国際公開第 2004/094527 号等に記載の有機顔料と同様の有機顔料等が挙げられる。

有機顔料を用いる場合、本組成物に用いる有機顔料は、1 種でもよく、2 種以上でもよい。

[0092] 〈充填材〉

前記無機充填材および有機充填材（以下これらを総称して、単に「充填材」ともいう。）は、前記化合物（B）、架橋剤（C）および架橋助剤（D）以外の粒子状（粉末状）の成分である。

充填材を用いる場合、本組成物に用いる充填材は、1種でもよく、2種以上でもよい。

[0093] 前記無機充填材としては、例えば、カーボンブラック、シリカ、硫酸バリウム、酸化チタン、酸化アルミニウムが挙げられる。

前記有機充填材としては、例えば、PTFE、PFA、FEP、ETFE、PVDF等のフッ素樹脂、ポリエチレン樹脂、ポリイミド樹脂、シリコーン樹脂およびメラミン樹脂が挙げられる。

[0094] 本組成物を、プラズマ雰囲気下等の、パーティクルの発生が問題となるようなシール材の製造に用いる場合には、前記充填材の含有量は、エラストマー（A）100質量部に対し、好ましくは10質量部以下、より好ましくは3質量部以下である。

[0095] 〈本組成物の製造方法〉

本組成物は、前記エラストマー（A）と前記化合物（B）と、必要により前記その他の成分とを混合（混練）することで製造することができ、下記工程1および2を含む製造方法が好ましい。

工程1：前記化合物（b1）と、前記化合物（b2）とを反応させて、前記化合物（B）を合成する工程

工程2：前記エラストマー（A）と、前記工程1で得られた化合物（B）と、必要により前記その他の成分とを混合する工程

[0096] 前記エラストマー（A）と、前記化合物（B）と、前記その他の成分との混合順は特に制限されず、任意の順番で順次混合（混練）してもよく、これらを一括混合（混練）してもよいが、各成分が均一になるように、順次混合（混練）することが好ましい。

[0097] 前記工程1は、前記化合物（B）の欄に記載の条件等により行うことがで

きる。

[0098] 前記混合（混練）の際には、従来公知の混合（混練）機を用いることができ、例えば、オープンロール、バンバリーミキサー、二軸ロール、ニーダーが挙げられる。

また、前記混合（混練）の際には、混合（混練）機に応じて、必要により、加熱下または冷却下で混合（混練）してもよい。

[0099] 《シール材》

本発明の一実施形態に係るシール材（以下「本シール材」ともいう。）は、前記本組成物から得られたシール材である。

本シール材は、前記本組成物から得られるため、硬度、引張強さ、切断時伸び、および、100%Moにバランスよく優れ、さらに、耐プラズマ性（耐ラジカル性）、耐クラック性、圧縮永久ひずみ等に優れる。

[0100] 本シール材は、例えば、種々の部材のガスケットやパッキンとして使用することができ、特に前記効果を奏するため、半導体製造装置用シール材やプラズマ処理装置用シール材として、特に、プラズマ処理チャンバーユニットの開口部に使用されるゲートバルブをはじめとした駆動部用シール材として好適に使用することができる。

本シール材の形状等は、用いる用途に応じて適宜選択すればよい。

[0101] 本シール材は、前記充填材を含まないシール材でありながら、以下の物性を有するシール材とすることができる。

本シール材のJIS K 6253：2012に基づいて測定されたショアA硬度（タイプAデュロメータ硬度）は、好ましくは40以上である。

本シール材のJIS K 6251：2017に基づいて測定された引張強さは、好ましくは4MPa以上である。

本シール材のJIS K 6251：2017に基づいて測定された切断時伸びは、好ましくは200%以上である。

本シール材のJIS K 6251：2017に基づいて測定された100%伸びにおける引張応力（100%Mo）は、好ましくは0.5MPa以

上である。

[0102] <本シール材の製造方法>

本シール材は、具体的には、本組成物を成形することで製造することができるが、耐プラズマ性（耐ラジカル性）、耐クラック性、非粘着性等により優れ、硬度、引張強さ、切断時伸び、および、100%Moにバランスよく優れるシール材を容易に得ることができる等の点から、本組成物を架橋処理する工程（架橋工程）を含む方法で得られた架橋処理物であることが好ましい。

[0103] 本組成物からシール材を形成する際には、成形作業の効率を向上させるためや、不良率を低減するため等の点から、分出し工程を行うことが好ましい。この分出し工程は、通常、ロールなどを使用して行われ、通常、本組成物をシート状に予備的に成形する工程でもある。

[0104] 前記分出し工程で得られたシートは、前記架橋工程の前に、所望のシール材の形状に予備成形することが好ましい。

この予備成形は、分出し工程で得られたシートから直接所望のシール材形状を形成してもよく、分出し工程で得られたシートを、裁断や押出成形等により、ロープ状（リボン状、うどん状等も同義である。）等の形状にし、得られたロープ状物を所望のシール材形状にしてもよい。

[0105] 前記架橋工程は、一次架橋工程および二次架橋工程を含むことがより好ましい。

前記架橋工程は、前記予備成形で得られた所望のシール材形状の予備成形物を用いて行うことが好ましい。

[0106] 前記一次架橋工程としては、前記予備成形で得られた所望のシール材形状の予備成形物を加熱加圧する工程であることが好ましく、該工程の具体例としては、予備成形物を金型に投入し、加熱プレス機等によって2～15 MPa程度の加圧下、例えば150～200℃の温度で、例えば5～20分間程度架橋する工程が挙げられる。

[0107] 前記二次架橋工程としては、前記一次架橋工程で得られた成形体を加熱す

る工程であることが好ましく、具体的には、常圧～減圧下で各種オープン、好ましくは真空オープンを用いて、例えば150～300℃の温度で、1～24時間、より好ましくは3～24時間程度加熱する工程が挙げられる。

この二次架橋工程により、架橋を促進させたり、前記一次架橋工程後に未反応成分が残存していたとしても、該未反応成分を分解揮散させることができ、より放出ガス発生が少ないシール材を得ることができる。

[0108] 本シール材の製造方法では、プラズマ雰囲気下等において、シール材に生じ得るクラックをより容易に抑制できる等の点から、前記架橋工程の後、放射線を照射する工程（放射線照射工程）を行ってもよい。この放射線照射工程を経て得られる本シール材は、放射線処理物であるといえる。

[0109] 前記放射線照射工程において照射する放射線としては、エラストマー（A）を架橋できる放射線であることが好ましく、例えば、X線、ガンマ線、電子線、陽子線、中性子線、重粒子線、アルファ線、ベータ線が挙げられ、これらの中でも、ガンマ線、電子線が好ましい。

照射する放射線は、1種単独でもよく、2種以上でもよい。

[0110] 放射線を照射する際には、吸収線量が、好ましくは1～120kGy、より好ましくは20～100kGyとなるように放射線を照射することが望ましい。このような量で放射線を照射すると、パーティクルや放出ガスとなり得る未反応成分を低減することができ、エラストマー（A）を過度に低分子量化せず、耐プラズマ性、耐クラック性等に優れるシール材を容易に得ることができる。

なお、前記放射線照射工程は、条件を変更して、2段階以上に分けて行ってもよい。

[0111] 放射線を照射する際には、空気中で照射してもよいが、放射線照射時に酸素が存在すると、架橋反応が阻害され、得られるシール材の機械的強度の低下や、得られるシール材の表面にベタツキが生じる恐れがある。このため、前記放射線照射工程は、窒素やアルゴンなどの不活性ガスの雰囲気下で行なうことが好ましい。

実施例

[0112] 本発明の一実施形態について実施例を示してさらに詳細に説明するが、本発明はこれらによって限定されない。

[0113] [合成例1]

S I F E L X-71-8114 AおよびB（いずれも信越化学工業（株）製、いずれもシリカ不含）を、つまり、エチレン性不飽和結合を有するパーフルオロ骨格の化合物と、ヒドロシリル基を有する反応性有機ケイ素化合物とを、120℃で1時間反応させ、パーフルオロ骨格を有する化合物（以下「化合物（B1）」ともいう。）を合成した。なお、S I F E L X-71-8114 Aと、S I F E L X-71-8114 Bとの使用割合は、質量比で1：1である。

合成した化合物（B1）の23℃における粘度を、コーンプレート型粘度計を用いて、J I S Z 8803：2011の液体の粘度測定方法に準拠して測定した。化合物（B1）の粘度は、7000Pa・sであった。

なお、本明細書における、コーンプレート型粘度計を用いて、J I S Z 8803：2011の液体の粘度測定方法に準拠して測定した23℃における粘度は、いずれも、スピンドルとしてCP-52を用い、温度23℃、回転数0.05rpmの条件下で、トルクが安定したところの粘度を測定した値である。

[0114] [合成例2]

S I F E L 8070 AおよびB（いずれも信越化学工業（株）製、いずれもシリカ不含）を、つまり、エチレン性不飽和結合を有するパーフルオロ骨格の化合物と、ヒドロシリル基を有する反応性有機ケイ素化合物とを、120℃で1時間反応させ、パーフルオロ骨格を有する化合物（以下「化合物（B2）」ともいう。）を合成した。なお、S I F E L 8070 Aと、S I F E L 8070 Bとの使用割合は、質量比で1：1である。

合成した化合物（B2）の23℃における粘度を、コーンプレート型粘度計を用いて、J I S Z 8803：2011の液体の粘度測定方法に準拠

して測定した。化合物（B2）の粘度は、4000 Pa・sであった。

[0115] [実施例1]

テクノフロンP959（ソルベイ社製、フッ素含有量：70質量%、以下「架橋性フルオロエラストマー（A-1）」ともいう。）70質量部と、テクノフロンP757（ソルベイ社製、フッ素含有量：67質量%、以下「架橋性フルオロエラストマー（A-2）」ともいう。）30質量部とを、ロール温度を60℃に設定した6インチロールを用い、20ppmの回転速度で混練した。そこに、化合物（B1）10質量部を投入し、外観が均一になるまで混練した。そこに、TAIC（三菱ケミカル（株）製、トリアリルイソシアヌレート）6質量部を投入し、外観が均一になるまで混練した。次いで、パーヘキサ25B（日油（株）製）1質量部を添加し、外観が均一になるまで混練することで塊状のエラストマー組成物を得た。

[0116] 得られた塊状のエラストマー組成物を金型に充填し、圧縮真空プレス機を用い、5MPaの加圧下、170℃で10分間プレス成形（一次架橋）し、次いで、プレス成形後のシートを、真空オーブン（真空度：50Pa）での減圧下、200℃で16時間加熱（二次架橋）することで成形体（シール材）を作製した。

[0117] [実施例2～4、6および比較例1]

表1に記載の各成分を表1に記載の量（質量部）で用いた以外は実施例1と同様にして、成形体（シール材）を作製した。

[0118] [実施例5]

実施例2と同様にして、塊状のエラストマー組成物を得た。

得られた塊状のエラストマー組成物を金型に充填し、圧縮真空プレス機を用い、5MPaの加圧下、170℃で10分間プレス成形（一次架橋）し、次いで、プレス成形後のシートを、真空オーブン（真空度：50Pa）での減圧下、200℃で16時間加熱（二次架橋）した。その後、二次架橋されたシートに、吸収線量が40kGyとなるように放射線を照射することで成形体（シール材）を作製した。

[0119] [比較例 2]

架橋性フルオロエラストマー（A-1）70質量部と、架橋性フルオロエラストマー（A-2）30質量部とを、ロール温度を60℃に設定した6インチロールを用い、20ppmの回転速度で混練した。そこに、SIFEL X-71-8114A（信越化学工業（株）製、シリカ不含、コーンプレート型粘度計を用いてJIS Z 8803:2011の液体の粘度測定方法に準拠して測定した23℃における粘度：2Pa・s）10質量部と、SIFEL X-71-8114B（信越化学工業（株）製、シリカ不含、コーンプレート型粘度計を用いてJIS Z 8803:2011の液体の粘度測定方法に準拠して測定した23℃における粘度：3Pa・s）10質量部とを投入し、外観が均一になるまで混練した。そこに、TAIC（三菱ケミカル（株）製、トリアリルイソシアヌレート）6質量部を投入し、次いで、パーヘキサ25B（日油（株）製）1質量部を添加した。しかし、添加した各成分が均一に混ざらず、塊状のエラストマー組成物を得ることができなかった。

[0120] [比較例 3]

架橋性フルオロエラストマー（A-1）70質量部と、架橋性フルオロエラストマー（A-2）30質量部とを、ロール温度を60℃に設定した6インチロールを用い、20ppmの回転速度で混練した。そこに、SIFEL 8070A（信越化学工業（株）製、シリカ不含、コーンプレート型粘度計を用いてJIS Z 8803:2011の液体の粘度測定方法に準拠して測定した23℃における粘度：2Pa・s）10質量部と、SIFEL 8070B（信越化学工業（株）製、シリカ不含、コーンプレート型粘度計を用いてJIS Z 8803:2011の液体の粘度測定方法に準拠して測定した23℃における粘度：3Pa・s）10質量部とを投入し、外観が均一になるまで混練した。そこに、TAIC（三菱ケミカル（株）製、トリアリルイソシアヌレート）6質量部を投入し、次いで、パーヘキサ25B（日油（株）製）1質量部を添加した。しかし、添加した各成分が均一に混ざ

らず、塊状のエラストマー組成物を得ることができなかった。

[0121] <硬度、引張強さ、切断時伸びおよび100%伸びにおける引張応力>

実施例1～6および比較例1で得られた成形体を用い、JIS K 6253:2012に準拠して、硬度（ショアA硬度）を測定し、かつ、JIS K 6251:2017に準拠して、引張強さ、切断時伸びおよび100%伸びにおける引張応力（100%Mo）を測定した。結果を表1に示す。

[0122] <固着力>

実施例1～6および比較例1において、金型として、サイズAS-214のOリングを成形可能な金型を用いた以外は、実施例1～6および比較例1と同様にして、Oリング（成形体）を作製した。作製したOリングを図1に示すようなフランジに装着し、フランジをメタルタッチ状態までボルトで圧締めた後、150℃の試験温度で72時間電気炉で加熱した。72時間経過後、フランジを速やかに電気炉から取り出し、室温（25℃）まで放冷した。その後、ボルトを取り外したフランジを300mm/minの速度で引き剥がす時の力の最大値からフランジの自重による力を差引いた値を固着力とした。

この固着力の値が小さいと、Oリング（成形体）を、半導体製造プロセスなどにおいて、高温下で長時間継続的に使用しても、該成形体と接する相手部材との固着が発生し難いため好ましい。

[0123] <耐プラズマ性>

得られた成形体について、耐プラズマ性（質量減少率）を測定した。具体的には以下の通り測定した。結果を表1に示す。

電極径：φ300mm、電極間距離：50mmの平板プラズマ処理装置を用いて、RF1000W、CF₄ガス流量10sccm、O₂ガス流量190sccm、真空度1torrの条件下で、得られた成形体にプラズマを3時間照射した。なお、得られた成形体は、プラズマ電極より6cm離れた場所に設置した。

次いで、試験前後の成形体の質量を測定して、下記式により、質量減少率

(%)を求めることで、耐プラズマ性を評価した。質量減少率が小さいほど耐プラズマ性に優れるといえる。

$$\text{質量減少率 (\%)} = \{ (\text{試験前の成形体の質量} - \text{試験後の成形体の質量}) / \text{試験前の成形体の質量} \} \times 100$$

[0124] <加工性>

前記実施例および比較例において、塊状のエラストマー組成物を得る際の状態を以下の基準で評価した。

○：6インチロールにおいて、添加した各成分を短時間で均一に混合することができ、加工性に優れる

△：6インチロールにおいて、添加した各成分を均一に混合することができるが、6インチロールに対し、エラストマー組成物が滑ることで、エラストマー組成物が6インチロールからはずれやすく、均一なエラストマー組成物を得るのに時間がかかる

×：6インチロールに添加した各成分が均一に混ざらず、均一なエラストマー組成物を得ることができない

[0125] <加工時間>

6インチロールにおいて、架橋性フルオロエラストマーの素練りを開始してから、パーヘキサ25Bを添加した後、電流値が安定するまでの総時間を加工時間とした。

一般的に、混練りを行う場合、添加した各成分が均一に混練されると電流値が安定するため、混練りの完了の目安として電流値が安定した時点をもって、均一な組成物が得られたと判断することができる。

[0126]

[表1]

	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6	比較例1	比較例2	比較例3
架橋性フルオロエラストマー(A-1)	70	70	70	70	70	100	70	70	70
架橋性フルオロエラストマー(A-2)	30	30	30	30	30		30	30	30
化合物(B1)	10	20	30		20	20			
化合物(B2)				20					
SIFEL X-71-8114A								10	
SIFEL X-71-8114B								10	
SIFEL 8070A									10
SIFEL 8070B									10
TAIC	6	6	6	6	6	6	6	6	6
パーヘキサ25B	1	1	1	1	1	1	1	1	1
計	117	127	137	127	127	127	107	127	127
放射線照射	なし	なし	なし	なし	あり	なし	なし	なし	なし
硬度(Shore A)	45	48	53	50	53	48	58		
引張強さ(MPa)	17.3	14.9	5.1	9.6	6.7	15.0	11.0		
切断伸び(%)	330	350	275	285	235	330	290		
100%Mo(MPa)	1.2	1.0	0.8	1.1	1.5	1.0	1.3		
固着力(N)	37	34	32	39	31	35	52		
質量減少率(%)	3.9	3.3	3.0	3.1	3.4	3.0	8.7		
加工性	○	○	○	○	○	○	△	×	×
加工時間(分)	50	45	60	50	45	60	80		

請求の範囲

- [請求項1] 架橋性フルオロエラストマー（A）と、
コーンプレート型粘度計を用いて、J I S Z 8803：2011の液体の粘度測定方法に準拠して測定した、23℃における粘度が1000～9000Pa・sであるパーフルオロ骨格を有する化合物（B）と
を含有する、エラストマー組成物。
- [請求項2] 前記パーフルオロ骨格を有する化合物（B）の含有量が、前記架橋性フルオロエラストマー（A）100質量部に対し、5質量部以上である、請求項1に記載のエラストマー組成物。
- [請求項3] 前記パーフルオロ骨格を有する化合物（B）が、エチレン性不飽和結合を有するパーフルオロ骨格の化合物と、ヒドロシリル基を有する反応性有機ケイ素化合物との反応物である、請求項1に記載のエラストマー組成物。
- [請求項4] 下記工程1および2を含む、エラストマー組成物の製造方法。
工程1：エチレン性不飽和結合を有するパーフルオロ骨格の化合物と、ヒドロシリル基を有する反応性有機ケイ素化合物とを反応させて、コーンプレート型粘度計を用いて、J I S Z 8803：2011の液体の粘度測定方法に準拠して測定した、23℃における粘度が1000～9000Pa・sであるパーフルオロ骨格を有する化合物（B）を合成する工程
工程2：架橋性フルオロエラストマー（A）と、前記工程1で得られたパーフルオロ骨格を有する化合物（B）とを混合する工程
- [請求項5] 前記工程2において、前記パーフルオロ骨格を有する化合物（B）を、前記架橋性フルオロエラストマー（A）100質量部に対し、5質量部以上の量で用いる、請求項4に記載のエラストマー組成物の製造方法。
- [請求項6] 請求項1～3のいずれか1項に記載のエラストマー組成物から得ら

れたシール材。

[請求項7] 請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載のエラストマー組成物を架橋する工程を含む、シール材の製造方法。