(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7558190号
(P7558190)

(45)発行日　令和6年9月30日(2024.9.30)

(24)登録日　令和6年9月19日(2024.9.19)

(51)国際特許分類		FI	
Ｇ０２Ｂ	*1/04 (2006.01)*	Ｇ０２Ｂ	1/04
Ａ６１Ｆ	*2/16 (2006.01)*	Ａ６１Ｆ	2/16
Ａ６１Ｌ	*27/18 (2006.01)*	Ａ６１Ｌ	27/18
Ａ６１Ｌ	*27/50 (2006.01)*	Ａ６１Ｌ	27/50
Ｃ０８Ｇ	*77/385 (2006.01)*	Ｃ０８Ｇ	77/385

請求項の数　19　（全94頁）

(21)出願番号　特願2021-560221(P2021-560221)
(86)(22)出願日　令和2年4月3日(2020.4.3)
(65)公表番号　特表2022-527628(P2022-527628A)
(43)公表日　令和4年6月2日(2022.6.2)
(86)国際出願番号　PCT/US2020/026706
(87)国際公開番号　WO2020/206343
(87)国際公開日　令和2年10月8日(2020.10.8)
審査請求日　令和5年3月31日(2023.3.31)
(31)優先権主張番号　62/830,186
(32)優先日　平成31年4月5日(2019.4.5)
(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)

(73)特許権者　319012750
フォーサイト ビジョン６，インコーポレイテッド
ＦＯＲＳＩＧＨＴ ＶＩＳＩＯＮ６，ＩＮＣ．
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 ９４００５、ブリスベン、マリーナ ブールバード １０００、スイート １０５
Ｓｕｉｔｅ １０５，１０００ Ｍａｒｉｎａ Ｂｌｖｄ．，Ｂｒｉｓｂａｎｅ，Ｃａｌｉｆｏｒｎｉａ ９４００５，Ｕ．Ｓ．Ａ．
(74)代理人　110001173
弁理士法人川口國際特許事務所
(72)発明者　クラーク，マシュー

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　フルオロシリコーンコポリマー

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

（ｉ）屈折光学素子を含む前方部分と、

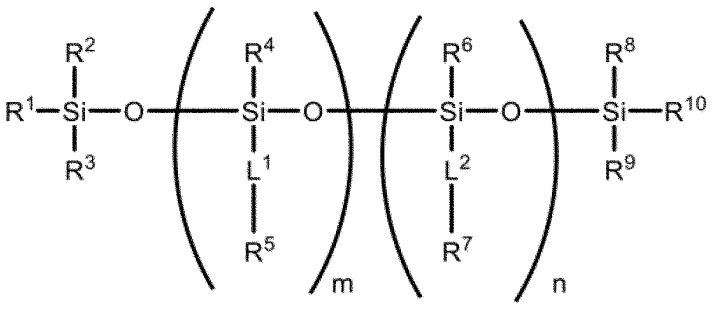
（ｉｉ）後方部分と、

（ｉｉｉ）前記前方部分と前記後方部分との間に囲まれた空洞

を含むレンズであって、

前記囲まれた空洞が、下記式（Ａ）

【化１】



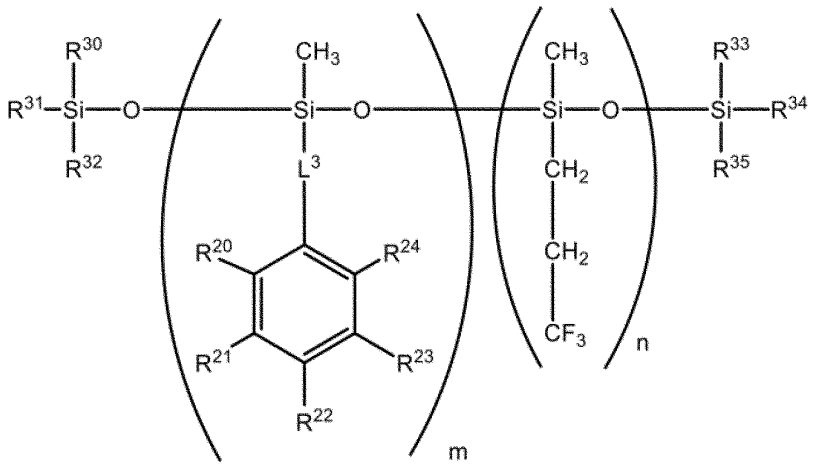
（Ａ）

（式中、

Ｒ１、Ｒ２、Ｒ３、Ｒ８、Ｒ９、およびＲ１０が、各々独立して、水素、置換もしくは非

置換アルキル、置換もしくは非置換ヘテロアルキル、置換もしくは非置換アリール、または置換もしくは非置換ヘテロアリールであり、
　R^4およびR^6が、各々独立して、水素、置換もしくは非置換アルキル、置換もしくは非置換ヘテロアルキル、置換もしくは非置換アリール、または置換もしくは非置換ヘテロアリールであり、
　L^1およびL^2が、各々独立して、結合、置換もしくは非置換アルキレン、または置換もしくは非置換ヘテロアルキレンであり、
　R^5が、独立して、非置換アリールまたはR^{5A}置換アリールであり、R^{5A}が、独立して、フッ素、R^{5B}置換アルキル、またはR^{5B}置換ヘテロアルキルであり、R^{5B}が、フッ素であり、
　R^7が、独立して、R^{7A}置換アルキルであり、R^{7A}が、独立して、フッ素、R^{7B}置換アルキル、またはR^{7B}置換ヘテロアルキルであり、R^{7B}が、フッ素であり、
　mおよびnが、各々独立して、１～約１００の整数である）
のコポリマーを含む液体光学材料を含む、レンズ。
【請求項２】
　R^5が、非置換アリールまたはR^{5A}置換アリールであり、R^{5A}が、独立して、フッ素または少なくとも１つのフッ素で置換されたC_1-C_4アルキルである、
請求項１に記載のレンズ。
【請求項３】
　R^7が、独立して、R^{7A}置換アルキルであり、R^{7A}が、独立して、フッ素またはR^{7B}置換アルキルであり、R^{7B}が、フッ素である、請求項１に記載のレンズ。
【請求項４】
　R^1、R^2、R^3、R^8、R^9、およびR^{10}が、各々独立して、水素、非置換C_1-C_6アルキル、少なくとも１つのフッ素で置換されたC_1-C_6アルキル、少なくとも１つのフッ素で置換された６員アリールで置換されたC_1-C_6アルキル、または少なくとも１つのフッ素で置換された６員アリールであり、
　R^4およびR^6が、各々独立して、水素、非置換C_1-C_6アルキル、または非置換フェニルであり、
　L^1およびL^2が、各々独立して、結合または非置換C_1-C_6アルキレンであり、
　R^5が、非置換フェニルまたはR^{5A}置換フェニルであり、R^{5A}が、フッ素であり、
　R^7が、独立して、少なくとも１つのフッ素で置換されたC_1-C_6アルキルである、請求項１に記載のレンズ。
【請求項５】
　R^1、R^2、R^3、R^8、R^9、およびR^{10}が、各々独立して、H、$-CH_3$、または$-CF_3$であり、
　R^4が、独立して、水素または非置換メチルであり、
　R^6が、独立して、水素または非置換メチルであり、
　L^1が、独立して、結合、非置換メチレン、メチルで置換されたメチレン、非置換エチレン、メチルで置換されたエチレン、非置換プロピレン、またはメチルで置換されたプロピレンであり、
　L^2が、独立して、結合、非置換メチレン、非置換エチレン、または非置換プロピレンであり、
　R^5が、非置換フェニルまたは１～５つのフッ素で置換されたフェニルであり、
　R^7が、独立して、１～３つのフッ素で置換されたメチルである、請求項１に記載のレンズ。
【請求項６】
　前記m：nの比が、約３０：７０～約７０：３０である、請求項１に記載のレンズ。
【請求項７】
　前記コポリマーが、約１，０００～約６，０００の数平均分子量を有する、請求項１に記載のレンズ。

【請求項８】
前記コポリマーが式（Ｂ）のコポリマーである、請求項１に記載のレンズ。
【化２】



（Ｂ）

式中、
Ｒ２０、Ｒ２１、Ｒ２２、Ｒ２３、およびＲ２４が、各々独立して、水素、フッ素、または少なくとも１つのフッ素で置換されたＣ１－４アルキルであり、
Ｌ３が、独立して、結合、－（ＣＨ２）２－または－ＣＨ（ＣＨ３）－であり、
Ｒ３０、Ｒ３１、Ｒ３２、Ｒ３３、Ｒ３４、およびＲ３５が、各々独立して、－ＣＨ３または－ＣＦ３である。
【請求項９】
Ｒ２０、Ｒ２１、Ｒ２２、Ｒ２３、およびＲ２４が、各々、水素である、請求項８に記載のレンズ。
【請求項１０】
Ｒ２０およびＲ２４が、各々、水素であり、Ｒ２１、Ｒ２２、およびＲ２３が、各々、フッ素である、請求項８に記載のレンズ。
【請求項１１】
Ｒ２０、Ｒ２１、Ｒ２２、Ｒ２３、およびＲ２４のうちの少なくとも１つが、フッ素または少なくとも１つのフッ素で置換されたＣ１－Ｃ２アルキルである、
Ｒ２０、Ｒ２１、Ｒ２２、Ｒ２３、およびＲ２４が、各々独立して、水素、フッ素、または少なくとも１つのフッ素で置換されたメチルである、
Ｒ２０、Ｒ２１、およびＲ２４が、各々独立して、水素であり、Ｒ２２およびＲ２３が、各々独立して、フッ素である、または
Ｒ２０、Ｒ２１、Ｒ２３、およびＲ２４が、各々独立して、水素であり、Ｒ２２が－ＣＦ３である、請求項８に記載のレンズ。
【請求項１２】
前記ｍ：ｎの比が、約４０：６０～約５０：５０である、請求項８に記載のレンズ。
【請求項１３】
約３，０００～約４，０００の数平均分子量を有する、請求項８に記載のレンズ。
【請求項１４】
前記液体光学材料が、約５００ｃＰ～約５０００ｃＰの粘度、約１．４０～約１．５０の屈折率、４００ｎｍ～７００ｎｍの可視光範囲において少なくとも９５％の光透過率、またはこれらの２つ以上の組み合わせを有する、請求項１に記載のレンズ。
【請求項１５】
前記液体光学材料が、約５００ｃＰ～約５０００ｃＰの粘度、約１．４１～約１．４７の屈折率、および４００ｎｍ～７００ｎｍの可視光範囲において少なくとも９５％の光透過

率を有する、請求項１に記載のレンズ。
【請求項１６】
前記液体光学材料が、約１０００ｃＰ～約２０００ｃＰの粘度を有する、請求項１５に記載のレンズ。
【請求項１７】
前記前方部分および前記後方部分が、シリコーンエラストマーを含む、請求項１に記載のレンズ。
【請求項１８】
前記レンズが、眼内レンズである、請求項１～１７のいずれか一項に記載のレンズ。
【請求項１９】
白内障の治療に使用するための請求項１８に記載のレンズ。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
関連出願の相互参照
この出願は、２０１９年４月５日に出願された米国出願第６２／８３０，１８６号の優先権を主張し、その全体が参照によりかつすべての目的のために本明細書に組み込まれる。
【背景技術】
【０００２】
健康で若い人間の眼は、必要に応じて、遠くまたは近くの距離にある物体に焦点を合わせることができる。近方視から遠方視へと前後に変化する眼の能力は、遠近調節と呼ばれている。遠近調節は、毛様体筋が収縮して、それによって、水晶体嚢の赤道領域の静止毛様小帯張力を解放するときに起こる。毛様小帯張力の解放により、水晶体の固有の弾性がより球状または球形に変化し、水晶体前面および後面の両方の表面曲率が増加することが可能になる。
【０００３】
人間の眼１０は、角膜１２、虹彩１４、溝１６、毛様体筋１８、毛様小帯２０、水晶体嚢２２内に含有される水晶体２１を含む（図１Ａおよび１Ｃ）。遠近調節は、毛様体筋１８が収縮して、それによって、水晶体嚢２２の赤道領域の静止毛様小帯張力を解放するときに起こる。毛様小帯張力の解放により、水晶体２１の固有の弾性がより球状または球形に変化し、水晶体前面２３および水晶体後面２４の両方の表面曲率が増加することが可能になる。さらに、人間の水晶体は、視覚システムでの機能を低下させる１つ以上の障害に悩まされることもある。一般的な水晶体障害は、通常は透明で自然な水晶体マトリックス２６の混濁からなる白内障である。混濁は老化のプロセスで生じることがあるが、遺伝、糖尿病、または外傷によって引き起こされることもある。図１Ａは、混濁した水晶体核２６を有する水晶体嚢（ｃａｐｓｕｌａｒ　ｂａｇ）２２を含む水晶体嚢（ｌｅｎｓ　ｃａｐｓｕｌｅ）を示す。
【０００４】
白内障手術では、患者の不透明な水晶体が透明な水晶体インプラントまたは眼内レンズ（ＩＯＬ）３０に置き換えられる。図１Ｂに示される従来の水晶体嚢外白内障手術では、水晶体マトリックス２６が取り外され、毛様体および毛様体筋１８への毛様小帯靭帯接続とともに、前嚢および後嚢の薄壁が無傷のまま残される。水晶体コアは、図１Ｂに示されるように、曲線状の嚢切開による水晶体超音波乳化吸引術、すなわち、水晶体嚢（ｃａｐｓｕｌａｒ　ｓａｃ）の前方部分２３を取り外すことによって取り外される。図１Ｂは、水晶体嚢２２に移植された直後の従来の３ピースＩＯＬ３０を示している。
【０００５】
水晶体の組み合わせを移植して、有水晶体ＩＯＬの場合には既存の水晶体の屈折誤差に対処すること、または偽水晶体患者の場合には白内障手術後の標準ＩＯＬの屈折の結果を改善することが知られている。これらの「ピギーバック」ＩＯＬは、以前移植されたＩＯＬまたは自然水晶体の前に配置して、偽水晶体の場合の白内障手術の屈折結果を改善した

り、有水晶体眼の場合の眼の屈折状態を変更させ、通常は高度近視を矯正することができる。一般に、これらのレンズは毛様溝に移植され、非遠近調節性である。図１Ｃに示すように、毛様溝１６は、虹彩１４の基部の後面と毛様体の前面との間の空間である。

【０００６】

ＩＯＬを遠近調節することは、白内障に苦しんでいないが、近視、遠視、および老眼を矯正するために眼鏡およびコンタクトへの依存を減らしたい患者にとって有益である。近視、遠視、および乱視の眼の大きな誤差を矯正するために使用される眼内レンズは「有水晶体眼内レンズ」と呼ばれ、水晶体を取り外さずに移植される。場合によっては、白内障が存在しない場合でも、無水晶体ＩＯＬ（有水晶体ＩＯＬではない）が水晶体摘出および置換手術によって移植される。この手術中に、水晶体が抽出され、白内障手術とよく似たプロセスでＩＯＬが水晶体と置き換えられる。白内障手術のような屈折レンズ交換は、レンズの置換を伴い、レンズの挿入、局所麻酔の使用のために眼に小さな切開を行う必要があり、約３０分間続く。

【０００７】

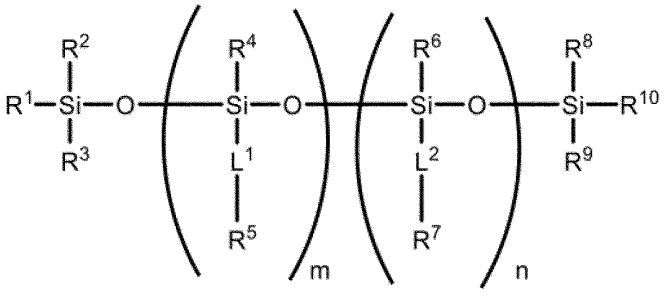
ＩＯＬ、特にＩＯＬを遠近調節することは、流体作動メカニズムの助けにより遠近調節が達成されるように、流体チャンバ内に液体を組み込むことができる。レンズの一部分に加えられた力は、流体を介して伝達されて、レンズの可撓性層を変形させ、その結果、ＩＯＬの遠近調節可能な形状変化をもたらす。当該技術分野では、必要としている患者に改善された特性を提供するＩＯＬと組み合わせて使用できる改善された液体が必要とされている。本開示は、これらの、ならびに他の、重要な目的に関する。

【発明の概要】

【０００８】

本開示は、式（Ａ）のコポリマーを提供し、

【化１】



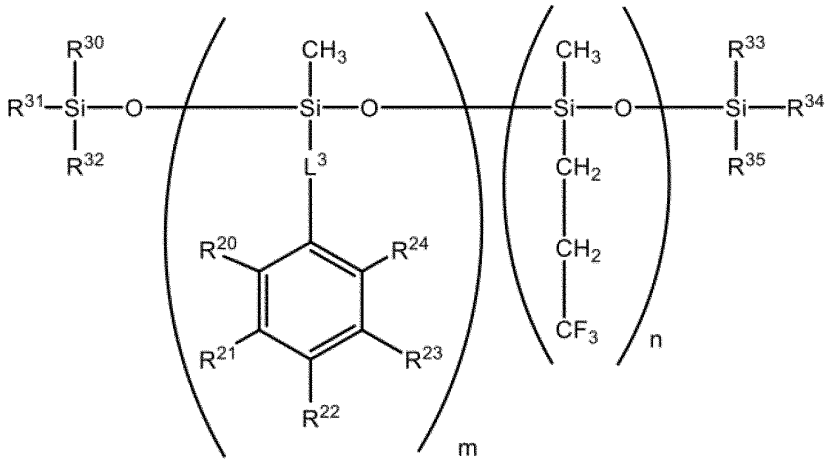
（Ａ）

式中、置換基は、本明細書で定義されているとおりである。本開示は、式（Ａ）のコポリマーを含む組成物、式（Ａ）のコポリマーを含むレンズ（例えば、眼内レンズ）、および式（Ａ）のコポリマーを調製するためのプロセスを提供する。

【０００９】

本開示は、式（Ｂ）のコポリマーを提供し、

【化２】



（Ｂ）

式中、置換基は、本明細書で定義されているとおりである。本開示は、式（Ｂ）のコポリマーを含む組成物、式（Ｂ）のコポリマーを含むレンズ（例えば、眼内レンズ）、および式（Ａ）のコポリマーを調製するためのプロセスを提供する。

【００１０】

本開示のこれらおよび他の実施形態および態様は、本明細書に詳細に記載される。

【図面の簡単な説明】

【００１１】

これらおよび他の態様は、以下の図面を参照して詳細に記載される。一般的に言えば、数値は、絶対的な観点からまたは対比してスケーリングするものではなく、例示を目的としている。また、特徴および要素の相対的な配置は、例示的な明確さのために変更されている。

【００１２】

【図１Ａ】眼の斜視図である。図１Ａは、混濁した水晶体嚢を有する眼の斜視断面図である。図１Ｂは、曲線状の嚢切開および従来の３ピースＩＯＬの移植によって取り外される水晶体マトリックスを備えた図１Ａの眼の斜視断面図である。図１Ｃは、眼の前房隅角の断面図である。

【図１Ｂ】眼の斜視図である。図１Ａは、混濁した水晶体嚢を有する眼の斜視断面図である。図１Ｂは、曲線状の嚢切開および従来の３ピースＩＯＬの移植によって取り外される水晶体マトリックスを備えた図１Ａの眼の斜視断面図である。図１Ｃは、眼の前房隅角の断面図である。

【図１Ｃ】眼の斜視図である。図１Ａは、混濁した水晶体嚢を有する眼の斜視断面図である。図１Ｂは、曲線状の嚢切開および従来の３ピースＩＯＬの移植によって取り外される水晶体マトリックスを備えた図１Ａの眼の斜視断面図である。図１Ｃは、眼の前房隅角の断面図である。

【図２Ａ】特定の化合物が屈折率（ＲＩ）に与える影響を示すグラフである。図２Ａは、シリコーンオイルのフェニル含有量を増加させると、そのＲＩが増加することを示している。図２Ｂは、シリコーンオイルのフルオロ含有量を増加させると、そのＲＩが減少することを示している。図２Ｃは、ベンゼンベースの分子のフルオロ含有量を増加させると、そのＲＩが減少することを示している。

【図２Ｂ】特定の化合物が屈折率（ＲＩ）に与える影響を示すグラフである。図２Ａは、シリコーンオイルのフェニル含有量を増加させると、そのＲＩが増加することを示している。図２Ｂは、シリコーンオイルのフルオロ含有量を増加させると、そのＲＩが減少することを示している。図２Ｃは、ベンゼンベースの分子のフルオロ含有量を増加させると、そのＲＩが減少することを示している。

【図２Ｃ】特定の化合物が屈折率（ＲＩ）に与える影響を示すグラフである。図２Ａは、

シリコーンオイルのフェニル含有量を増加させると、そのＲＩが増加することを示している。図２Ｂは、シリコーンオイルのフルオロ含有量を増加させると、そのＲＩが減少することを示している。図２Ｃは、ベンゼンベースの分子のフルオロ含有量を増加させると、そのＲＩが減少することを示している。

【図３Ａ】レンズ本体を示す。図３Ａは、固体光学構成要素の流体チャンバ内に含有される液体光学材料を示す概略のレンズ本体を示す。図３Ｂは、房水の吸収のために液体光学材料が膨潤して、流体チャンバの容積およびレンズ本体の屈折力が増加している、図３Ａのレンズ本体を示す。図３Ｃは、液体光学材料が流体チャンバから移動して流体チャンバの容積およびレンズ本体の屈折力を減少させた、図３Ａのレンズ本体を示す。

【図３Ｂ】レンズ本体を示す。図３Ａは、固体光学構成要素の流体チャンバ内に含有される液体光学材料を示す概略のレンズ本体を示す。図３Ｂは、房水の吸収のために液体光学材料が膨潤して、流体チャンバの容積およびレンズ本体の屈折力が増加している、図３Ａのレンズ本体を示す。図３Ｃは、液体光学材料が流体チャンバから移動して流体チャンバの容積およびレンズ本体の屈折力を減少させた、図３Ａのレンズ本体を示す。

【図３Ｃ】レンズ本体を示す。図３Ａは、固体光学構成要素の流体チャンバ内に含有される液体光学材料を示す概略のレンズ本体を示す。図３Ｂは、房水の吸収のために液体光学材料が膨潤して、流体チャンバの容積およびレンズ本体の屈折力が増加している、図３Ａのレンズ本体を示す。図３Ｃは、液体光学材料が流体チャンバから移動して流体チャンバの容積およびレンズ本体の屈折力を減少させた、図３Ａのレンズ本体を示す。

【図４Ａ】眼内レンズの斜視図である。図４Ａは、遠近調節眼内レンズデバイスの実施態様の斜視図を示す。図４Ｂは、図４Ａの線Ｂ－Ｂに沿って取られた断面図である。図４Ｃは、図４Ａの線Ｃ－Ｃに沿って取られた断面図である。図４Ｄは、図４Ａのデバイスの内部支持体および安定化システムである。図４Ｅ～４Ｆは、図４Ａのデバイスの側面図である。

【図４Ｂ】眼内レンズの斜視図である。図４Ａは、遠近調節眼内レンズデバイスの実施態様の斜視図を示す。図４Ｂは、図４Ａの線Ｂ－Ｂに沿って取られた断面図である。図４Ｃは、図４Ａの線Ｃ－Ｃに沿って取られた断面図である。図４Ｄは、図４Ａのデバイスの内部支持体および安定化システムである。図４Ｅ～４Ｆは、図４Ａのデバイスの側面図である。

【図４Ｃ】眼内レンズの斜視図である。図４Ａは、遠近調節眼内レンズデバイスの実施態様の斜視図を示す。図４Ｂは、図４Ａの線Ｂ－Ｂに沿って取られた断面図である。図４Ｃは、図４Ａの線Ｃ－Ｃに沿って取られた断面図である。図４Ｄは、図４Ａのデバイスの内部支持体および安定化システムである。図４Ｅ～４Ｆは、図４Ａのデバイスの側面図である。

【図４Ｄ】眼内レンズの斜視図である。図４Ａは、遠近調節眼内レンズデバイスの実施態様の斜視図を示す。図４Ｂは、図４Ａの線Ｂ－Ｂに沿って取られた断面図である。図４Ｃは、図４Ａの線Ｃ－Ｃに沿って取られた断面図である。図４Ｄは、図４Ａのデバイスの内部支持体および安定化システムである。図４Ｅ～４Ｆは、図４Ａのデバイスの側面図である。

【図４Ｅ】眼内レンズの斜視図である。図４Ａは、遠近調節眼内レンズデバイスの実施態様の斜視図を示す。図４Ｂは、図４Ａの線Ｂ－Ｂに沿って取られた断面図である。図４Ｃは、図４Ａの線Ｃ－Ｃに沿って取られた断面図である。図４Ｄは、図４Ａのデバイスの内部支持体および安定化システムである。図４Ｅ～４Ｆは、図４Ａのデバイスの側面図である。

【図４Ｆ】眼内レンズの斜視図である。図４Ａは、遠近調節眼内レンズデバイスの実施態様の斜視図を示す。図４Ｂは、図４Ａの線Ｂ－Ｂに沿って取られた断面図である。図４Ｃは、図４Ａの線Ｃ－Ｃに沿って取られた断面図である。図４Ｄは、図４Ａのデバイスの内部支持体および安定化システムである。図４Ｅ～４Ｆは、図４Ａのデバイスの側面図である。

【図５Ａ】眼内レンズの斜視図である。図５Ａは、遠近調節眼内レンズデバイスの実施態

様の斜視図を示す。図５Ｂは、図５Ａの線Ｂ－Ｂに沿って取られた断面図である。図５Ｃは、図５Ａの線Ｃ－Ｃに沿って取られた断面図である。図５Ｄは、図５Ａのデバイスの内部支持体である。図５Ｅ～５Ｆは、図５Ａのデバイスの側面図である。
【図５Ｂ】眼内レンズの斜視図である。図５Ａは、遠近調節眼内レンズデバイスの実施態様の斜視図を示す。図５Ｂは、図５Ａの線Ｂ－Ｂに沿って取られた断面図である。図５Ｃは、図５Ａの線Ｃ－Ｃに沿って取られた断面図である。図５Ｄは、図５Ａのデバイスの内部支持体である。図５Ｅ～５Ｆは、図５Ａのデバイスの側面図である。
【図５Ｃ】眼内レンズの斜視図である。図５Ａは、遠近調節眼内レンズデバイスの実施態様の斜視図を示す。図５Ｂは、図５Ａの線Ｂ－Ｂに沿って取られた断面図である。図５Ｃは、図５Ａの線Ｃ－Ｃに沿って取られた断面図である。図５Ｄは、図５Ａのデバイスの内部支持体である。図５Ｅ～５Ｆは、図５Ａのデバイスの側面図である。
【図５Ｄ】眼内レンズの斜視図である。図５Ａは、遠近調節眼内レンズデバイスの実施態様の斜視図を示す。図５Ｂは、図５Ａの線Ｂ－Ｂに沿って取られた断面図である。図５Ｃは、図５Ａの線Ｃ－Ｃに沿って取られた断面図である。図５Ｄは、図５Ａのデバイスの内部支持体である。図５Ｅ～５Ｆは、図５Ａのデバイスの側面図である。
【図５Ｅ】眼内レンズの斜視図である。図５Ａは、遠近調節眼内レンズデバイスの実施態様の斜視図を示す。図５Ｂは、図５Ａの線Ｂ－Ｂに沿って取られた断面図である。図５Ｃは、図５Ａの線Ｃ－Ｃに沿って取られた断面図である。図５Ｄは、図５Ａのデバイスの内部支持体である。図５Ｅ～５Ｆは、図５Ａのデバイスの側面図である。
【図５Ｆ】眼内レンズの斜視図である。図５Ａは、遠近調節眼内レンズデバイスの実施態様の斜視図を示す。図５Ｂは、図５Ａの線Ｂ－Ｂに沿って取られた断面図である。図５Ｃは、図５Ａの線Ｃ－Ｃに沿って取られた断面図である。図５Ｄは、図５Ａのデバイスの内部支持体である。図５Ｅ～５Ｆは、図５Ａのデバイスの側面図である。
【図６Ａ】レンズの斜視図である。図６Ａは、レンズの実施態様の斜視図を示す。図６Ｂは、図６Ａのレンズの側面図である。図６Ｃは、図６Ａのレンズの後面斜視図である。
【図６Ｂ】レンズの斜視図である。図６Ａは、レンズの実施態様の斜視図を示す。図６Ｂは、図６Ａのレンズの側面図である。図６Ｃは、図６Ａのレンズの後面斜視図である。
【図６Ｃ】レンズの斜視図である。図６Ａは、レンズの実施態様の斜視図を示す。図６Ｂは、図６Ａのレンズの側面図である。図６Ｃは、図６Ａのレンズの後面斜視図である。
【００１３】
本明細書の図面は単なる例示であり、スケーリングすることを意図するものではないことを理解されたい。
【発明を実施するための形態】
【００１４】
レンズ、特に眼内レンズ（ＩＯＬ）には、迷光、グレア、または網膜に到達する意図しない反射を回避する高品質の光学系を搭載することが重要である。一般に、レンズは、光学的に設計されたレンズ表面によって屈折された光が網膜に到達することを可能にする。レンズの縁と房水との間の非光学的界面でのレンズの縁からの光は、既知の当該技術分野で知られている市販のレンズに一般的な異常光視症を引き起こす場合がある。異常光視症は、患者にとって迷惑になる可能性がある。同様に、レンズ内の屈折率が変化する２つの物質間のいずれかの界面は、鮮明で質の高い視力を妨げる様式で光が患者の網膜に到達する原因となる場合がある。特に、遠近調節ＩＯＬは、（本明細書に記載されるように）追加の内部構造を有してもよく、したがって、すべての屈折率が整合する材料を有することから利益を得る。屈折率が整合する材料は、レンズ内の光学的界面からの望ましくない反射を低減する。
【００１５】
レンズの耐用年数を通してレンズの予測可能な形状を維持することにより、患者の網膜に光を適切に集束させるための矯正屈折力が提供される。当該技術分野で知られているレンズは、流体チャンバ内に液体を組み込むことができる。例えば、いくつかのレンズには、レンズの柔軟層の遠近調節および変形を助けるように構成された液体が組み込まれてい

る。吸湿性の液体は、例えば、周囲の房水から水を吸収する可能性があり、これにより、レンズが所望の体積および圧力を超えて膨張する可能性がある。不注意による膨張は、レンズ表面の曲率を増加させ、レンズ表面をより凸状にし、患者に過剰な屈折力を与える可能性がある。あるいは、流体チャンバ内の液体が流体チャンバからしみ出る可能性がある。例えば、ポリジメチルシロキサン（ＰＤＭＳ）のような化学的に類似したシリコーンエラストマーで形成されたレンズの流体チャンバ内に含有されるシリコーンオイルは、シリコーンオイルとシリコーンエラストマーとの混和性のために不安定になる可能性がある。オイルはシリコーンエラストマーに入り込む傾向があり、レンズに意図しない屈折力の変化を引き起こす。レンズ本体の表面曲率は減少し（より凸面性が小さくなるかより凹面性が大きくなり）、それによって、レンズの屈折力（ｐｏｗｅｒ）が低減され、患者に不十分な屈折力（ｏｐｔｉｃａｌ　ｐｏｗｅｒ）が提供される。これはまた、遠近調節時に必要に応じて十分な形状変化を受けるレンズの能力を低減させる。内圧のわずかな変化でさえ、レンズの屈折力に対して実質的に望ましくない変化をもたらす可能性がある。

【００１６】

図３Ａ～３Ｃは、固体光学構成要素１５３によって画定される密封された固定容積の流体チャンバ１５５内に含有される液体光学材料１５６を有するレンズ本体１０５を概略的に示す。態様では、レンズ本体１０５は、前方光学系１４５を含み得、前方光学系１４５の少なくとも一部分は、レンズの屈折力を変えるために形状変化を受けるように構成されている。例えば、レンズ本体１０５の赤道領域１０８の圧縮は、液体光学材料１５６および流体チャンバ１５５を変形させて、前方光学系１４５を外側に湾曲させ、レンズの曲率および屈折力を増加させ得る。図３Ａは、液体光学材料１５６および固体光学構成要素１５３が静止形状にあるレンズ本体１０５を示す。図３Ｂは、周囲環境から液体光学材料１５６内への房水の吸収を示し、それによって、流体チャンバ１５５の容積が増加し、レンズ本体１０５の静止形状がより湾曲するように変化する。図３Ｃは、液体光学材料１５６が流体チャンバ１５５から周囲の固体光学構成要素１５３に移動し、それによって、流体チャンバの容積を減少させ、レンズ本体１０５の静止形状を湾曲または凸面が少なくなるように変化させた図３Ａのレンズ本体を示す。流体チャンバ１５５からの液体光学材料１５６の出入りによるレンズ本体１０５の形状変化は、レンズ本体１０５の屈折力に影響を与える。レンズ本体１０５は、本明細書に記載の液体光学材料を、様々な構成のいずれかを有する固体光学構成要素と組み合わせて使用できることを例示するために概略的に提供されている。本明細書におけるレンズまたは眼内レンズ（ＩＯＬ）への言及は、いずれかのレンズ構成に限定されることを意図するものではない。

【００１７】

レンズの液体光学材料および固体光学構成要素は、実質的に同じ屈折率を有し得るが、レンズの液体光学材料および固体光学構成要素が非混和性であるように、十分に化学的に異なっている。本明細書に記載の液体光学材料は、レンズの固体光学構成要素と組み合わせて内部反射を最小限に抑え、レンズの寿命にわたって安定した屈折力を提供する特別に配合された光学オイルであり得る。本明細書に記載の液体光学材料は、様々なレンズのいずれかとともに使用され得ることを理解されたい。したがって、レンズの構成、ならびにレンズ内での遠近調節が達成されるかどうか、およびどのように達成されるかは、変化し得る。本明細書に記載の液体光学材料は、形状を変化させて遠近調節を提供するように構成されたレンズデバイスの一部であり得る。本明細書に記載の液体光学材料は、形状を変化させるように構成されていないレンズデバイスの一部であり得る。本明細書に記載の液体光学材料は、単焦点または多焦点レンズとともに使用され得る。本明細書に記載の液体光学材料は、眼に移植されるように構成されていないレンズとともに使用され得る。例えば、液体光学材料は、眼鏡レンズ、コンタクトレンズ、カメラレンズ、結像レンズ、顕微鏡レンズ、望遠鏡レンズ、単眼レンズ、両眼レンズ、プロジェクターレンズ、スポッティングスコープレンズ、望遠鏡ガンサイトレンズ、セオドライトレンズ、および医療機器レンズに組み込まれ得る。

【００１８】

レンズ本体内の液体光学材料および液体光学材料を含有する固体光学構成要素は両方とも、光学的に透明な、生体適合性のポリマー配合物、好ましくはシリコーン配合物であり得る。シリコーンは、基本的な（Ｓｉ－Ｏ）$_n$骨格を有するポリマー構造を説明するために使用される一般的な用語である。様々な化学的、光学的、レオロジー的、および機械的特性のシリコーンは、ポリマー鎖に沿ってケイ素原子から延びるＲ基を操作することによって生成され得る。態様では、Ｒ基は、ポリジメチルまたはポリジフェニルシリコーンの場合のように、均一に１つの官能基である。態様では、ポリマーは、特定の材料特性を提供するために様々な官能基を有する。官能基は、ブロックコポリマーまたは交互コポリマーのように規則正しく変化することができ、あるいは官能基はランダムに配置される。官能基は、メチル基またはフェニル基などの単一の分子実体である。態様では、官能基はそれ自体がポリマーであり、シリコーン骨格から延びる延長された鎖を作る。態様では、官能基は、複数のシリコーン鎖間に結合を形成する、すなわち、架橋され、したがって、結合したポリマーネットワークを作る。これらの架橋シリコーンは、部分的または完全に固体のように振る舞うシリコーンゴムまたはシリコーンゲルの形態をとることができる。

【００１９】

流体チャンバ内に含有されるレンズ本体の液体光学材料は、チャンバを形成する固体光学構成要素の屈折率に実質的に整合するが、化学的に独立している屈折率を有することができる。例えば、液体光学材料は、液体光学材料が流体チャンバからレンズ本体構成要素または固体光学構成要素の周囲の材料に移動するのを防ぐ溶解特性を有することができる。本明細書に記載されるように、液体光学材料および固体光学構成要素の材料は、同様の化学的特性を有することができるが、液体光学材料が固体レンズ本体構成要素に浸透しないように溶解度が異なる。流体チャンバを形成するレンズ本体の固体エラストマー構成要素は、変化し得るが、一般に、レンズの光学ゾーン内に少なくとも部分的に位置決めされ、液体光学材料を含有するかまたはそれに接触するように構成される任意の固体光学構成要素を含む。

【００２０】

本明細書で使用される「構成要素」は、１つ以上の機能を実行するために動作可能に結合された単一の構成要素または複数の構成要素を含むことができる。本明細書で使用される場合、「光学構成要素」は、視力を妨げることなく眼の視軸内に存在し得るように、可視スペクトルにおいて透明（ｃｌｅａｒ）および透き通った（ｔｒａｎｓｐａｒｅｎｔ）構成要素である。本明細書で使用される「屈折率整合」は、２つの材料間の光学的界面を最小化することを指し、「実質的に同じ」屈折率は、わずかに異なるが、屈折率における差異を最小化するために可能な限り近くなるように意図された屈折率を指す。

【００２１】

レンズの液体および固体シリコーン材料の両方の光学的特性および溶解度は、シリコーン骨格に結合した官能基の性質によって大幅に決定される。例えば、固体光学構成要素がポリジフェニルシリコーンエラストマーで形成され、液体光学材料がポリジフェニルシリコーンオイルである場合、材料は屈折率が整合し、内部反射が最小限に抑えられる。しかしながら、ポリジフェニルシリコーンオイルは時間の経過とともにシリコーンエラストマーに浸透し、レンズの屈折力が不安定になる。あるいは、固体光学構成要素は、ポリジフェニルシリコーンエラストマーで形成され得、液体光学材料は、フルオロシリコーンオイルであり得、または固体構成要素は、フルオロシリコーンエラストマーで形成され得、液体光学材料は、ポリジフェニルシリコーンオイルであり得る。オイルはエラストマーに不溶性であるため、化学的に独立した材料はレンズの屈折力を実質的に安定させるが、屈折率は、レンズ内での内部反射および望ましくない光学的副作用を引き起こすのに十分に異なる。

【００２２】

本明細書に記載されるように、液体／固体の組み合わせは、互いに実質的に化学的に不溶性であり、レンズに対して安定した内部容積および圧力を提供する。固体エラストマー材料が充填される液体光学材料は、レンズの寿命を通して実質的に一定に保つことができ

る、レンズ本体の形状を駆動する安定した内圧を提供する。

【００２３】

「液体光学材料」は、視力を妨げることなく眼の視軸内に存在し得るように、可視スペクトルにおいて透明および透き通った材料または組成物を指す。態様では、液体光学材料は、シリコーンオイルを含む組成物である。態様では、液体光学材料は、フルオロシリコーンオイルを含む組成物である。態様では、液体光学材料は、本明細書に記載のポリマーまたはコポリマー（例えば、式（Ａ）の化合物、式（Ｂ）の化合物、式（Ｉ）の化合物、または式（ＶＩＩＩ）、（ＩＸ）、および（Ｘ）のいずれか１つの化合物）を含む。態様では、液体光学材料は、本明細書に記載の複数のポリマーまたはコポリマー（例えば、式（Ａ）の複数の化合物、式（Ｂ）の複数の化合物、式（Ｉ）の化合物、または式（ＶＩＩＩ）、（ＩＸ）、および（Ｘ）のいずれか１つの化合物）を含む。態様では、態様では、液体光学材料は、複数のポリマーまたはコポリマー（例えば、式（Ａ）の複数の化合物、式（Ｂ）の複数の化合物、式（Ｉ）の化合物、または式（ＶＩＩＩ）、（ＩＸ）、および（Ｘ）のいずれか１つの化合物、および１つ以上の不純物を含む。

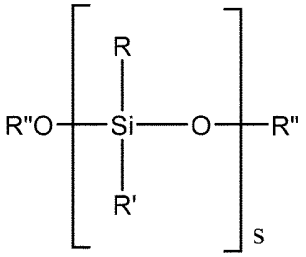
【００２４】

本明細書で使用される略語は、化学的および生物学的分野内のそれらの従来の意味を有する。本明細書に記載の化学構造および化学式は、化学的分野で既知の化学原子価の標準規則に従って構築される。置換基が左から右に書かれたそれらの従来の化学式によって特定される場合、それらは、右から左に構造を書くことから生じるであろう化学的に同一の置換基を等しく包含し、例えば－ＣＨ$_2$Ｏ－は－ＯＣＨ$_2$－と等しい。

【００２５】

「シリコーンエラストマー」は、ポリシロキサン構造を含むゴム様材料を指し、

【化３】



式中、ＲおよびＲ’は、アルキル、アルケニル、またはアリールであり、Ｒ’’は、水素、アルキル、または－Ｓｉ（Ｒ）$_3$であり、ｓは、１～５，０００の整数である。これらのポリシロキサン鎖は、架橋されてポリマーネットワークを形成し、バルク材料に弾性特性を与えることができる。例示的なシリコーンエラストマーには、ジメチルシリコーンエラストマー、ジフェニルシリコーンエラストマー、ポリジメチルおよびポリジフェニルシロキサンのコポリマー、ポリフルオロシリコーンエラストマー、またはアルカンおよび／もしくは芳香族官能基を有するシリコーンエラストマーが含まれる。態様では、シリコーンエラストマーは、約２５％以上のジメチルシロキソンを含有する。態様では、シリコーンエラストマーは、５０％を超えるジメチルシロキソンを含有する。態様では、シリコーンエラストマーは、６０％を超えるジメチルシロキソンを含有する。態様では、シリコーンエラストマーは、７０％を超えるジメチルシロキソンを含有する。態様では、シリコーンエラストマーは、８０％を超えるジメチルシロキソンを含有する。態様では、シリコーンエラストマーは、９０％を超えるジメチルシロキソンを含有する。態様では、シリコーンエラストマーは、９５％を超えるジメチルシロキソンを含有する。態様では、シリコーンエラストマーは、９９％を超えるジメチルシロキソンを含有する。態様では、シリコーンエラストマーは、ポリジメチルシロキサン（ＰＤＭＳ）である。態様では、シリコーンエラストマーは、ジメチルメチルビニルシロキサンである。他のシリコーンエラストマーは、当該技術分野で知られており、当業者には容易に明らかであろう。例えば、当業者は、シ

リコーンエラストマーの骨格長および／または架橋密度および／または機能化を変更して、意図された目的に必要な機械的および／または光学的および／または化学的特性を有するシリコーンエラストマーを作り出し得ることを容易に認識するであろう。

【００２６】

「アルキル」という用語は、それ自体でまたは別の置換基の一部として、別途明記しない限り、完全飽和、一価または多価不飽和であり、一価、二価、および多価ラジカルを含み得る、直線（すなわち、非分岐）または分岐炭素鎖（または炭素）、またはそれらの組み合わせを意味する。アルキルは、指定された炭素数を含み得る（例えば、C_1－C_{10}は、１～１０個の炭素を意味する）。アルキルは、非環化鎖である。飽和炭化水素ラジカルの例としては、メチル、エチル、ｎ－プロピル、イソプロピル、ｎ－ブチル、ｔ－ブチル、イソブチル、ｓｅｃ－ブチル、メチルなどの基、例えば、ｎ－ペンチル、ｎ－ヘキシル、ｎ－ヘプチル、ｎ－オクチルなどのホモログおよび異性体が挙げられるが、これらに限定されない。不飽和アルキル基は、１つ以上の二重結合または三重結合を有するものである。不飽和アルキル基の例としては、ビニル、２－プロペニル、クロチル、２－イソペンテニル、２－（ブタジエニル）、２，４－ペンタジエニル、３－（１，４－ペンタジエニル）、エチニル、１－および３－プロピニル、３－ブチニル、ならびに高級ホモログおよび異性体が挙げられるが、これらに限定されない。アルコキシは、酸素リンカー（－Ｏ－）を介して、分子の残りの部分に結合しているアルキルである。アルキル部分は、アルケニル部分である。アルキル部分は、アルキニル部分である。アルキル部分は、完全に飽和している。アルケニルは、１つ以上の二重結合に加えて、２つ以上の二重結合および／または１つ以上の三重結合を含み得る。アルキニルは、１つ以上の三重結合に加えて、２つ以上の三重結合および／または１つ以上の二重結合を含み得る。態様では、「アルキル」という用語は、炭素原子および水素原子のみからなる直線または分岐炭化水素鎖ラジカルを指し、飽和または不飽和（すなわち、１つ以上の二重結合および／または三重結合を含有する）であり得、１～２０個の炭素原子（C_1－C_{20}アルキル）を有し、単一の結合によって分子の残りの部分に結合してもよい。適切なアルキル基には、メチル、エチル、ｎ－プロピル、ｉ－プロピル、ｎ－ブチル、ｔ－ブチル、ｎ－ペンチル、ｎ－ヘキシル、ｎ－ヘプチル、ｎ－オクチルなどが含まれ得るが、これらに限定されない。

【００２７】

「アルキレン」という用語は、それ自体でまたは別の置換基の一部として、別途明記されない限り、以下で例示されるアルキルに由来するが、それらに限定されない、二価のラジカルを意味する：

－$CH_2CH_2CH_2$－。通常、アルキル（またはアルキレン）基は、１～２４個の炭素原子を有し、１０個以下の炭素原子を有する基が本明細書において好ましい。「低級アルキル」または「低級アルキレン」は、一般に、８個以下の炭素原子を有する、短鎖のアルキル基またはアルキレン基である。「アルケニレン」という用語は、それ自体でまたは別の置換基の一部として、別途明記されない限り、アルケンに由来する二価のラジカルを意味する。態様では、「アルケニル」という用語は、１～２０個の炭素原子を有し、少なくとも１つの二重結合を含む線状または分岐炭化水素ラジカルを指す。適切なアルケニル基には、ビニル、２－プロペニル、クロチル、２－イソペンテニルなどが含まれ得るが、これらに限定されない。

【００２８】

「ヘテロアルキル」という用語は、それ自体でまたは別の用語と組み合わせて、別途明記されない限り、少なくとも１個の炭素原子および少なくとも１個のヘテロ原子（例えば、Ｏ、Ｎ、Ｐ、Ｓｉ、およびＳ）を含む安定した直鎖もしくは分岐鎖、またはそれらの組み合わせを意味し、窒素原子および硫黄原子は、任意に酸化されていてもよく、窒素ヘテロ原子は、任意に四級化されていてもよい。ヘテロ原子（例えば、Ｎ、Ｓ、Ｓｉ、またはＰ）は、ヘテロアルキル基の任意の内部位置またはアルキル基が分子の残りの部分に結合している位置に配置される。ヘテロアルキルは、非環化鎖である。例としては、－CH_2－CH_2－Ｏ－CH_3、－CH_2－CH_2－ＮＨ－CH_3、－CH_2－CH_2－Ｎ（CH_3

）－ＣＨ３、－ＣＨ２－Ｓ－ＣＨ２－ＣＨ３、－Ｓ－ＣＨ２－ＣＨ２、－Ｓ（Ｏ）－ＣＨ３、－ＣＨ２－ＣＨ２－Ｓ（Ｏ）２－ＣＨ３、－ＣＨ＝ＣＨ－Ｏ－ＣＨ３、－Ｓｉ（ＣＨ３）３、－ＣＨ２－ＣＨ＝Ｎ－ＯＣＨ３、－ＣＨ＝ＣＨ－Ｎ（ＣＨ３）－ＣＨ３、－Ｏ－ＣＨ３、－Ｏ－ＣＨ２－ＣＨ３、および－ＣＮが挙げられるが、これらに限定されない。例えば、－ＣＨ２－ＮＨ－ＯＣＨ３および－ＣＨ２－Ｏ－Ｓｉ（ＣＨ３）３などの最大２個または３個のヘテロ原子が連続している。ヘテロアルキル部分は、１個のヘテロ原子を含み得る。ヘテロアルキル部分は、２個の任意に異なるヘテロ原子を含み得る。ヘテロアルキル部分は、３個の任意に異なるヘテロ原子を含み得る。ヘテロアルキル部分は、４個の任意に異なるヘテロ原子を含み得る。ヘテロアルキル部分は、５個の任意に異なるヘテロ原子を含み得る。ヘテロアルキル部分は、最大８個の任意に異なるヘテロ原子を含み得る。「ヘテロアルケニル」という用語は、それ自体でまたは別の用語と組み合わせて、別途明記されない限り、少なくとも１つの二重結合を含むヘテロアルキルを意味する。ヘテロアルケニルは、１つ以上の二重結合に加えて、２つ以上の二重結合および／または１つ以上の三重結合を任意に含み得る。「ヘテロアルキニル」という用語は、それ自体でまたは別の用語と組み合わせて、別途明記されない限り、少なくとも１つの三重結合を含むヘテロアルキルを意味する。ヘテロアルキニルは、１つ以上の三重結合に加えて、２つ以上の三重結合および／または１つ以上の二重結合を任意に含み得る。

【００２９】

同様に、「ヘテロアルキレン」という用語は、それ自体でまたは別の置換基の一部として、別途明記されない限り、ヘテロアルキルに由来する二価のラジカルを意味し、限定はされないが、－ＣＨ２－ＣＨ２－Ｓ－ＣＨ２－ＣＨ２－および－ＣＨ２－Ｓ－ＣＨ２－ＣＨ２－ＮＨ－ＣＨ２－によって例示される。ヘテロアルキレン基については、ヘテロ原子はまた、鎖の末端のいずれかまたは両方を占有し得る（例えば、アルキレンオキシ、アルキレンジオキシ、アルキレンアミノ、アルキレンジアミノなど）。なおさらに、アルキレンおよびヘテロアルキレン連結基の場合、連結基の配向は、連結基の式が書かれた方向によって暗示されない。例えば、式－Ｃ（Ｏ）２Ｒ’－は、－Ｃ（Ｏ)２Ｒ’－および－Ｒ’Ｃ（Ｏ）２－の両方を表す。上記のように、本明細書で使用されるヘテロアルキル基は、－Ｃ（Ｏ）Ｒ’、－Ｃ（Ｏ）ＮＲ’、－ＮＲ’Ｒ’’、－ＯＲ’、－ＳＲ’、および／または－Ｓ２Ｏなどの、ヘテロ原子を介して分子の残りの部分に結合している基を含む。「ヘテロアルキル」が列挙された後に特定のヘテロアルキル基、例えば、－ＮＲ’Ｒ’’などが列挙される場合、ヘテロアルキルおよび－ＮＲ’Ｒ’’という用語が冗長でも相互排他的でもないことが理解されよう。むしろ、特定のヘテロアルキル基が明確化のために列挙される。したがって、「ヘテロアルキル」という用語は、本明細書において、特定のヘテロアルキル基、例えば、－ＮＲ’Ｒ’’などを除外するものと解釈されるべきではない。

【００３０】

「シクロアルキル」および「ヘテロシクロアルキル」という用語は、それら自体でまたは他の用語と組み合わせて、別途明記されない限り、それぞれ「アルキル」および「ヘテロアルキル」の環式バージョンを意味する。シクロアルキルおよびヘテロシクロアルキルは、芳香族ではない。加えて、ヘテロシクロアルキルの場合、ヘテロ原子は、ヘテロ環が分子の残りの部分に結合している位置を占有し得る。シクロアルキルの例としては、シクロプロピル、シクロブチル、シクロペンチル、シクロヘキシル、１－シクロヘキセニル、３－シクロヘキセニル、シクロヘプチルなどが挙げられるが、これらに限定されない。ヘテロシクロアルキルの例としては、１－（１，２，５，６－テトラヒドロピリジル）、１－ピペリジニル、２－ピペリジニル、３－ピペリジニル、４－モルホリニル、３－モルホリニル、テトラヒドロフラン－２－イル、テトラヒドロフラン－３－イル、テトラヒドロチエン－２－イル、テトラヒドロチエン－３－イル、１－ピペラジニル、２－ピペラジニルなどが挙げられるが、これらに限定されない。「シクロアルキレン」および「ヘテロシクロアルキレン」は、単独で、または別の置換基の一部として、それぞれ、シクロアルキルおよびヘテロシクロアルキルに由来する二価のラジカルを意味する。

【００３１】

「ハロ」または「ハロゲン」という用語は、それら自体でまたは別の置換基の一部として、別途明記されない限り、フッ素、塩素、臭素、またはヨウ素原子を意味する。「ハロアルキル」などの用語は、モノハロアルキルおよびポリハロアルキルを含むことを意味する。例えば、「ハロ（C_1－C_4）アルキル」としては、フルオロメチル、ジフルオロメチル、トリフルオロメチル、２，２，２－トリフルオロエチル、４－クロロブチル、３－ブロモプロピルが挙げられるが、これらに限定されない。

【００３２】

「アシル」という用語は、別途明記されない限り、－Ｃ（Ｏ）Ｒを意味し、Ｒは、置換もしくは非置換アルキル、置換もしくは非置換シクロアルキル、置換もしくは非置換ヘテロアルキル、置換もしくは非置換ヘテロシクロアルキル、置換もしくは非置換アリール、または置換もしくは非置換ヘテロアリールである。

【００３３】

「アリール」という用語は、別途明記されない限り、多価不飽和、芳香族、炭化水素置換基を意味し、これらは、単一の環、または一緒に縮合している（すなわち縮合環アリール）もしくは共有結合している多環（好ましくは１～３環）であり得る。縮合環アリールは、縮合環のうちの少なくとも１つがアリール環である、一緒に縮合した複数の環を指す。「ヘテロアリール」という用語は、Ｎ、Ｏ、またはＳ等の少なくとも１個のヘテロ原子を含むアリール基（または環）を指し、窒素原子および硫黄原子は任意に酸化され、窒素原子は任意に四級化される。したがって、「ヘテロアリール」という用語は、縮合環ヘテロアリール基（すなわち、縮合環のうちの少なくとも１つが芳香族複素環である、一緒に縮合している複数の環）を含む。５，６－縮合環ヘテロアリーレンとは、一方の環が５員を有し、他方の環が６員を有し、少なくとも一方の環がヘテロアリール環である、一緒に縮合している２つの環を指す。同様に、６，６－縮合環ヘテロアリーレンとは、一方の環が６員を有し、他方の環が６員を有し、少なくとも一方の環がヘテロアリール環である、一緒に縮合している２つの環を指す。また、６，５－縮合環ヘテロアリーレンとは、一方の環が６員を有し、他方の環が５員を有し、少なくとも一方の環がヘテロアリール環である、一緒に縮合している２つの環を指す。ヘテロアリール基は、炭素原子またはヘテロ原子を介して分子の残りの部分に結合することができる。アリール基およびヘテロアリール基の非限定的な例としては、フェニル、ナフチル、ピロリル、ピラゾリル、ピリダジニル、トリアジニル、ピリミジニル、イミダゾリル、ピラジニル、プリニル、オキサゾリル、イソオキサゾリル、チアゾリル、フリル、チエニル、ピリジル、ピリミジル、ベンゾチアゾリル、ベンゾオキサゾリル、ベンゾイミダゾリル、ベンゾフラン、イソベンゾフラニル、インドリル、イソインドリル、ベンゾチオフェニル、イソキノリル、キノキサリニル、キノリル、１－ナフチル、２－ナフチル、４－ビフェニル、１－ピロリル、２－ピロリル、３－ピロリル、３－ピラゾリル、２－イミダゾリル、４－イミダゾリル、ピラジニル、２－オキサゾリル、４－オキサゾリル、２－フェニル－４－オキサゾリル、５－オキサゾリル、３－イソオキサゾリル、４－イソオキサゾリル、５－イソオキサゾリル、２－チアゾリル、４－チアゾリル、５－チアゾリル、２－フリル、３－フリル、２－チエニル、３－チエニル、２－ピリジル、３－ピリジル、４－ピリジル、２－ピリミジル、４－ピリミジル、５－ベンゾチアゾリル、プリニル、２－ベンズイミダゾリル、５－インドリル、１－イソキノリル、５－イソキノリル、２－キノキサリニル、５－キノキサリニル、３－キノリル、および６－キノリルが挙げられる。上記のアリール環系およびヘテロアリール環系の各々に対する置換基は、以下に記載の許容される置換基の群から選択される。「アリーレン」および「ヘテロアリーレン」とは、単独で、または別の置換基の一部として、それぞれ、アリールおよびヘテロアリールに由来する二価の官能基を意味する。ヘテロアリール基置換基は、環ヘテロ原子窒素に－Ｏ－結合している。態様では、「アリール」という用語は、水素、６～１８個の炭素原子、および少なくとも１つの芳香環を含む炭化水素環系ラジカルを指し得る。本発明の目的のために、アリールラジカルは、単環系、二環系、三環系または四環系であり得、これは、縮合系または架橋環系を含み得る。アリールラジカルとしては、アセアントリレン、アセナフチレン、アセフェナントリレン、アントラ

セン、アズレン、ベンゼン、クリセン、フルオランテン、フルオレン、ａｓ－インダセン、ｓ－インダセン、インダン、インデン、ナフタレン、フェナレン、フェナントレン、プレイアデン、ピレン、およびトリフェニレンが挙げられるが、これらに限定されない。

【００３４】

スピロ環式環は、隣接する環が単一の原子を介して結合している２つ以上の環である。スピロ環式環内の個々の環は、同一であるか、または異なる。スピロ環式環内の個々の環は、置換または非置換であり、一組のスピロ環式環内の他の個々の環とは異なる置換基を有してもよい。スピロ環式環内の個々の環の可能な置換基は、スピロ環式環の一部ではない場合、同じ環についての可能な置換基（例えば、シクロアルキル環またはヘテロシクロアルキル環の置換基）である。スピロ環式環は、置換もしくは非置換シクロアルキル、置換もしくは非置換シクロアルキレン、置換もしくは非置換ヘテロシクロアルキル、または置換もしくは非置換ヘテロシクロアルキレンであり、スピロ環式環基内の個々の環は、１種類のすべての環（例えば、すべての環が置換ヘテロシクロアルキレンであり、各環が同じまたは異なる置換ヘテロシクロアルキレンである）を含む、直前のリストのうちのいずれかである。スピロ環式環系について言及するとき、複素環式スピロ環式環は、少なくとも１つの環が複素環式環であり、各環が異なる環である、スピロ環式環を意味する。スピロ環式環系について言及するとき、置換スピロ環式環とは、少なくとも１つの環が置換されており、各置換基が、任意に異なっていてもよいことを意味する。

【００３５】

記号「

【化４】

」または「－」は、分子または化学式の残りの部分への化学部分の結合点を示す。

【００３６】

「オキソ」という用語は、炭素原子に二重結合している酸素を意味する。

【００３７】

アルキレン部分（本明細書ではアルキレンリンカーとも称される）に共有結合しているアリーレン部分としての「アルキルアリーレン」という用語。アルキルアリーレン部分は、（例えば、置換基で）アルキレン部分またはアリーレンリンカー（例えば、炭素２、３、４、または６で）において、ハロゲン、オキソ、－N_3、－CF_3、－CCl_3、－CBr_3、－CI_3、－CN、－CHO、－OH、－NH_2、－COOH、－$CONH_2$、－NO_2、－SH、－SO_2CH_3、－SO_3H、－OSO_3H、－SO_2NH_2、－$NHNH_2$、－ONH_2、－NHC（O）$NHNH_2$、置換もしくは非置換C_1－C_5アルキル、または置換もしくは非置換２～５員ヘテロアルキル）で置換される。態様では、アルキルアリーレンは非置換である。

【００３８】

上記の用語（例えば、「アルキル」、「ヘテロアルキル」、「シクロアルキル」、「ヘテロシクロアルキル」、「アリール」、および「ヘテロアリール」）の各々は、示されたラジカルの置換および非置換形態の両方を含む。各種類の官能基の好ましい置換基が、以下に提供される。

【００３９】

アルキルおよびヘテロアルキルラジカル（しばしば、アルキレン、アルケニル、ヘテロアルキレン、ヘテロアルケニル、アルキニル、シクロアルキル、ヘテロシクロアルキル、シクロアルケニル、およびヘテロシクロアルケニルと称されるそれらの基を含む）についての置換基は、０～（２ｍ’＋１）（式中、ｍ’が、そのようなラジカル中の炭素原子の総数である）の範囲の数で、限定されないが、－OR’、＝O、＝NR’、＝N－OR’、－NR’R’’、－SR’、ハロゲン、－SiR’R’’R’’’、－OC（O）R’、－C（O）R’、－CO_2R’、－CONR’R’’、－OC（O）NR’R’’、－NR’’C（O）R’、－NR’－C（O）NR’’R’’’、－NR’’’C（O）R’、－NR’－C（NR’R’’R’’’）＝NR’’’’、－NR－C（NR’R’’R’’’）＝NR’’’’、

Ｃ（ＮＲ’Ｒ’’）＝ＮＲ’’’、－Ｓ（Ｏ）Ｒ’、－$_2$Ｓ（Ｏ）－Ｓ（Ｏ）$_2$ＮＲ’Ｒ’’、－ＮＲＳＯ$_2$Ｒ’、－ＮＲ’ＮＲ’’Ｒ’’’、－ＯＮＲ’Ｒ’’、－ＮＲ’Ｃ（Ｏ）ＮＲ’’ＮＲ’’’Ｒ’’’Ｎ、－ＮＯ$_2$、－ＮＲ’ＳＯ$_2$Ｒ’’、－ＮＲ’Ｃ（Ｏ）Ｒ’’、－ＮＲ’Ｃ（Ｏ）－ＯＲ’’、－ＮＲ’ＯＲ’’、から選択される、様々な基のうちの１つ以上であり得る。Ｒ、Ｒ’、Ｒ’’、Ｒ’’’、およびＲ’’’’は各々好ましくは独立して、水素、置換もしくは非置換ヘテロアルキル、置換もしくは非置換シクロアルキル、置換もしくは非置換ヘテロシクロアルキル、置換もしくは非置換アリール（例えば、１～３個のハロゲンで置換されたアリール）、置換もしくは非置換ヘテロアリール、置換もしくは非置換アルキル、アルコキシ、もしくはチオアルコキシ基、またはアリールアルキル基を指す。本明細書に記載の化合物が２つ以上のＲ基を含む場合、例えば、Ｒ基の各々は、これらの基のうちの２つ以上が存在する場合、独立して、各Ｒ’、Ｒ’’、Ｒ’’’、およびＲ’’’’基として選択される。Ｒ’およびＲ’’が同じ窒素に結合している場合、それらは、窒素原子と組み合わせられて、４、５、６、または７員環を形成してもよい。例えば、－ＮＲ’Ｒ’’には、１－ピロリジニルおよび４－モルホリニルが含まれるが、これらに限定されない。置換基についての上記の議論から、当業者であれば、「アルキル」という用語が、ハロアルキル（例えば、－ＣＦ$_3$および－ＣＨ$_2$ＣＦ$_3$）およびアシル（例えば、－Ｃ（Ｏ）ＣＨ$_3$、－Ｃ（Ｏ）ＣＦ$_3$、－Ｃ（Ｏ）ＣＨ$_2$ＯＣＨ$_3$など）などの水素基以外の基に結合している炭素原子を含む基を含むよう意図されていることを理解するであろう。

【００４０】

アルキルラジカルについて記載される置換基と同様に、アリールおよびヘテロアリール基についての置換基は変化し、例えば、芳香環系上の０から開放原子価の総数までの範囲の数において、－ＯＲ’、－ＮＲ’Ｒ’’、－ＳＲ’、－ハロゲン、－ＳｉＲ’Ｒ’’Ｒ’’’、－ＯＣＯ）Ｒ’、－Ｃ（Ｏ）Ｒ’、－Ｃ$_2$ＯＲ’、－ＣＯＮＲ’Ｒ’’、－ＯＣ（Ｏ）ＮＲ’Ｒ’’、－ＮＲ’’Ｃ（Ｏ）Ｒ’、－ＮＲ’－Ｃ（Ｏ）ＮＲ’’Ｒ’’’、－ＮＲ$_2$ＲＣ、－ＯＮＲ－Ｃ（ＮＲ’Ｒ’’Ｒ’’’）＝ＮＲ’’’’、－ＮＲ－Ｃ（ＮＲ’Ｒ’’）＝ＮＲ’’’、－Ｓ$_2$（Ｏ）Ｒ’、－Ｓ（Ｏ）－Ｓ（Ｏ）$_2$ＮＲ’Ｒ’’、－ＮＲＳＯ$_2$Ｒ’、－ＮＲ’ＮＲ’’Ｒ’’’、－ＯＮＲ’Ｒ’’、－ＮＲ’Ｃ（Ｏ）ＮＲ’’ＮＲ’’’Ｒ’’’’、－Ｃ$_2$Ｎ、－ＲＮ、ＯＮ$_3$、－ＣＨ（Ｐｈ）$_2$、フルオロ（Ｃ$_1$－Ｃ$_4$）アルコキシ、およびフルオロ（Ｃ$_1$－Ｃ$_4$）アルキル、－ＮＲ’ＳＯ$_2$Ｒ’’、－ＮＲ’Ｃ（Ｏ）Ｒ’’、－ＮＲ’Ｃ（Ｏ）－ＯＲ’’、－ＮＲ’ＯＲ’’、から選択され、式中、Ｒ’、Ｒ’’、Ｒ’’’、およびＲ’’’’は、好ましくは独立して、水素、置換もしくは非置換アルキル、置換もしくは非置換ヘテロアルキル、置換もしくは非置換シクロアルキル、置換もしくは非置換ヘテロシクロアルキル、置換もしくは非置換アリール、および置換もしくは非置換ヘテロアリールから選択される。本明細書に記載の化合物が２つ以上のＲ基を含む場合、例えば、Ｒ基の各々は、これらの基のうちの２つ以上が存在する場合、独立して、各Ｒ’、Ｒ’’、Ｒ’’’、およびＲ’’’’基として選択される。

【００４１】

環（例えば、シクロアルキル、ヘテロシクロアルキル、アリール、ヘテロアリール、シクロアルキレン、ヘテロシクロアルキレン、アリーレン、またはヘテロアリーレン）の置換基は、環の特定の原子上ではなく、環上の置換基（一般に浮遊置換基と称される）として示される。このような場合、置換基は、（化学原子価の規則に従って）環原子のいずれかに結合されてもよく、縮合環またはスピロ環式環の場合に、縮合環またはスピロ環式環の１員と結合されるものとして示される置換基（単環上の浮遊置換基）は、縮合環またはスピロ環式環のいずれか上の置換基（多環上の浮遊置換基）である。置換基が特定の原子（浮遊置換基）ではなく環に結合しており、置換基の下付き文字が１より大きい整数である場合、複数の置換基は、同じ原子、同じ環、異なる原子、異なる縮合環、異なるスピロ環式環上にあり、各置換基は任意に異なってもよい。分子の残りの部分への環の結合点が単一の原子（浮遊置換基）に限定されない場合、結合点は、その環の任意の原子であり、縮合環またはスピロ環式環の場合、化学原子価の規則に従って、縮合環またはスピロ環式環のうちのいずれかの任意の原子である。環、縮合環、またはスピロ環式環が１個以上の環ヘテロ原子を含み、環、縮合環、またはスピロ環式環がもう１つの浮遊置換基（分子の

残りの部分への結合点を含むが、これに限定されない）とともに示される場合、浮遊置換基は、ヘテロ原子に結合している。環ヘテロ原子が浮遊置換基を有する構造または式において、１つ以上の水素に結合していること（例えば、環原子への２つの結合および水素への第３の結合を有する環窒素）が示される場合、ヘテロ原子が浮遊置換基に結合しているとき、置換基は、化学原子価の規則に従って、水素を置き換えると理解されよう。

【００４２】

２つ以上の置換基が、任意に結合して、アリール、ヘテロアリール、シクロアルキル、またはヘテロシクロアルキル基を形成し得る。このようないわゆる環形成置換基は、通常、必ずしもそうとは限らないが、環状塩基構造に結合していることが見られる。態様では、環形成置換基は、その塩基構造の隣接するメンバーに結合している。例えば、環状塩基構造の隣接するメンバーに結合している２つの環形成置換基は、縮合環構造を形成する。別の実施形態では、環形成置換基は、その塩基構造の単一のメンバーに結合している。例えば、環状塩基構造の単一のメンバーに結合している２つの環形成置換基は、スピロ環式構造を形成する。態様では、環形成置換基は、その塩基構造の非隣接メンバーに結合している。

【００４３】

アリールまたはヘテロアリール環の隣接する原子上の置換基のうちの２つが、任意に、式－Ｔ－Ｃ（Ｏ）－（ＣＲＲ’）$_q$－Ｕ－（式中、ＴおよびＵは独立して、－ＮＲ－、－Ｏ－、－ＣＲＲ’－、または単結合であり、ｑは０～３の整数である）の環を形成し得る。あるいは、アリールまたはヘテロアリール環の隣接する原子上の置換基のうちの２つが、任意に、式－Ａ－（ＣＨ$_2$）$_r$－Ｂ－（式中、ＡおよびＢは独立して、－ＣＲＲ’－、－Ｏ－、－ＮＲ－、－Ｓ－、－Ｓ（Ｏ）－、－Ｓ（Ｏ）$_2$－、－Ｓ（Ｏ）$_2$ＮＲ’－、または単結合であり、ｒが、１～４の整数である）の置換基で置き換えられ得る。そのように形成された新たな環の単結合のうちの１つは、二重結合で任意に置き換えられ得る。あるいは、アリール環またはヘテロアリール環の隣接する原子上の置換基のうちの２つは、任意に、式－（ＣＲＲ’）$_s$－Ｘ’－（Ｃ’’Ｒ’’）$_d$－（式中、ｓおよびｄは、独立して、０～３の整数であり、Ｘ’は、－Ｏ－、－ＮＲ’－、－Ｓ－、－Ｓ（Ｏ）－、－Ｓ（Ｏ$_2$）－、または－Ｓ（Ｏ）$_2$ＮＲ’－である）の置換基で置き換えられ得る。置換基Ｒ、Ｒ’、Ｒ’’、およびＲ’’’は、好ましくは独立して、水素、置換または非置換アルキル、置換または非置換ヘテロアルキル、置換または非置換シクロアルキル、置換または非置換ヘテロシクロアルキル、置換または非置換アリール、および置換または非置換ヘテロアリールから選択される。

【００４４】

本明細書で使用される場合、「ヘテロ原子」または「環ヘテロ原子」という用語は、酸素（Ｏ）、窒素（Ｎ）、硫黄（Ｓ）、リン（Ｐ）、セレン（Ｓｅ）、およびケイ素（Ｓｉ）を含むことを意味する。態様では、「ヘテロ原子」または「環ヘテロ原子」という用語は、酸素（Ｏ）、窒素（Ｎ）、硫黄（Ｓ）、リン（Ｐ）、およびケイ素（Ｓｉ）を含むことを意味する。

【００４５】

本明細書で使用される「置換基」は、以下の部分から選択される基を意味する：（Ａ）オキソ、ハロゲン、－ＣＣｌ$_3$、－ＣＢｒ$_3$、－ＣＦ$_3$、－ＣＩ$_3$、－ＣＨＣｌ$_2$、－ＣＨＢｒ$_2$、－ＣＨＦ$_2$、－ＣＨＩ$_2$、－ＣＨ$_2$Ｃｌ、－ＣＨ$_2$Ｂｒ、－ＣＨ$_2$Ｆ、－ＣＨ$_2$Ｉ、－ＣＮ、－ＯＨ、－ＮＨ$_2$、－ＣＯＯＨ、－ＣＯＮＨ$_2$、－ＮＯ$_2$、－ＳＨ、－ＳＯ$_3$Ｈ、－ＳＯ$_4$Ｈ、－ＳＯ$_2$ＮＨ$_2$、－ＮＨＮＨ$_2$、－ＯＮＨ$_2$、－ＮＨＣ（Ｏ）ＮＨＮＨ$_2$、－ＮＨＣ（Ｏ）ＮＨ$_2$、－ＮＨＳＯ$_2$Ｈ、－ＮＨＣ（Ｏ）Ｈ、－ＮＨＣ（Ｏ）ＯＨ、－ＮＨＯＨ、－ＯＣＣｌ$_3$、－ＯＣＦ$_3$、－ＯＣＢｒ$_3$、－ＯＣＩ$_3$、－ＯＣＨＣｌ$_2$、－ＯＣＨＢｒ$_2$、－ＯＣＨＩ$_2$、－ＯＣＨＦ$_2$、－ＯＣＨ$_2$Ｃｌ、－ＯＣＨ$_2$Ｂｒ、－ＯＣＨ$_2$Ｉ、－ＯＣＨ$_2$Ｆ、－Ｎ$_3$、非置換アルキル（例えば、Ｃ$_1$－Ｃ$_8$アルキル、Ｃ$_1$－Ｃ$_6$アルキル、もしくはＣ$_1$－Ｃ$_4$アルキル）、非置換ヘテロアルキル（例えば、２～８員ヘテロアルキル、２～６員ヘテロアルキル、もしくは２～４員ヘテロアルキル）、非置換シクロアルキル（例えば、Ｃ$_3$－Ｃ$_8$シクロアルキル、Ｃ$_3$－Ｃ$_6$シクロアルキル、またはＣ$_5$－

C_6シクロアルキル）、非置換ヘテロシクロアルキル（例えば、３～８員ヘテロシクロアルキル、３～６員ヘテロシクロアルキル、もしくは５～６員ヘテロシクロアルキル）、非置換アリール（例えば、C_6－C_{10}アリール、C_{10}アリール、もしくはフェニル）、または非置換ヘテロアリール（例えば、５～１０員ヘテロアリール、５～９員ヘテロアリール、もしくは５～６員ヘテロアリール）、および（Ｂ）アルキル（例えば、C_1－C_8アルキル、C_1－C_6アルキル、もしくはC_1－C_4アルキル）、ヘテロアルキル（例えば、２～８員ヘテロアルキル、２～６員ヘテロアルキル、もしくは２～４員ヘテロアルキル）、シクロアルキル（例えば、C_3－C_8シクロアルキル、C_3－C_6シクロアルキル、もしくはC_5－C_6シクロアルキル）、ヘテロシクロアルキル（例えば、３～８員ヘテロシクロアルキル、３～６員ヘテロシクロアルキル、もしくは５～６員ヘテロシクロアルキル）、アリール（例えば、C_6－C_{10}アリール、C_{10}アリール、もしくはフェニル）、ヘテロアリール（例えば、５～１０員ヘテロアリール、５～９員ヘテロアリール、もしくは５～６員ヘテロアリール）、以下から選択される少なくとも１つの置換基で置換：（ｉ）オキソ、ハロゲン、－CCl_3、－CBr_3、－CF_3、－CI_3、－$CHCl_2$、－$CHBr_2$、－CHF_2、－CHI_2、－CH_2Cl、－CH_2Br、－CH_2F、－CH_2I、－CN、－OH、－NH_2、－COOH、－$CONH_2$、－NO_2、－SH、－SO_3H、－SO_4H、－SO_2NH_2、－$NHNH_2$、－ONH_2、－$NHC(O)NHNH_2$、－$NHC(O)NH_2$、－$NHSO_2H$、－$NHC(O)H$、－$NHC(O)OH$、－NHOH、－$OCCl_3$、－OCF_3、－$OCBr_3$、－OCI_3、－$OCHCl_2$、－$OCHBr_2$、－$OCHI_2$、－$OCHF_2$、－OCH_2Cl、－OCH_2Br、－OCH_2I、－OCH_2F、－N_3、非置換アルキル（例えば、C_1－C_8アルキル、C_1－C_6アルキル、もしくはC_1－C_4アルキル）、非置換ヘテロアルキル（例えば、２～８員ヘテロアルキル、２～６員ヘテロアルキル、もしくは２～４員ヘテロアルキル）、非置換シクロアルキル（例えば、C_3－C_8シクロアルキル、C_3－C_6シクロアルキル、またはC_5－C_6シクロアルキル）、非置換ヘテロシクロアルキル（例えば、３～８員ヘテロシクロアルキル、３～６員ヘテロシクロアルキル、もしくは５～６員ヘテロシクロアルキル）、非置換アリール（例えば、C_6－C_{10}アリール、C_{10}アリール、もしくはフェニル）、または非置換ヘテロアリール（例えば、５～１０員ヘテロアリール、５～９員ヘテロアリール、もしくは５～６員ヘテロアリール）、および（ｉｉ）アルキル（例えば、C_1－C_8アルキル、C_1－C_6アルキル、またはC_1－C_4アルキル）、ヘテロアルキル（例えば、２～８員ヘテロアルキル、２～６員ヘテロアルキル、もしくは２～４員ヘテロアルキル）、シクロアルキル（例えば、C_3－C_8シクロアルキル、C_3－C_6シクロアルキル、もしくはC_5－C_6シクロアルキル）、ヘテロシクロアルキル（例えば、３～８員ヘテロシクロアルキル、３～６員ヘテロシクロアルキル、もしくは５～６員ヘテロシクロアルキル）、アリール（例えば、C_6－C_{10}アリール、C_{10}アリール、もしくはフェニル）、ヘテロアリール（例えば、５～１０員ヘテロアリール、５～９員ヘテロアリール、もしくは５～６員ヘテロアリール）、以下から選択される少なくとも１つの置換基で置換：（ａ）オキソ、ハロゲン、－CCl_3、－CBr_3、－CF_3、－CI_3、－$CHCl_2$、－$CHBr_2$、－CHF_2、－CHI_2、－CH_2Cl、－CH_2Br、－CH_2F、－CH_2I、－CN、－OH、－NH_2、－COOH、－$CONH_2$、－NO_2、－SH、－SO_3H、－SO_4H、－SO_2NH_2、－$NHNH_2$、－ONH_2、－$NHC(O)NHNH_2$、－$NHC(O)NH_2$、－$NHSO_2H$、－$NHC(O)H$、－$NHC(O)OH$、－NHOH、－$OCCl_3$、－OCF_3、－$OCBr_3$、－OCI_3、－$OCHCl_2$、－$OCHBr_2$、－$OCHI_2$、－$OCHF_2$、－OCH_2Cl、－OCH_2Br、－OCH_2I、－OCH_2F、－N_3、非置換アルキル（例えば、C_1－C_8アルキル、C_1－C_6アルキル、もしくはC_1－C_4アルキル）、非置換ヘテロアルキル（例えば、２～８員ヘテロアルキル、２～６員ヘテロアルキル、もしくは２～４員ヘテロアルキル）、非置換シクロアルキル（例えば、C_3－C_8シクロアルキル、C_3－C_6シクロアルキル、もしくはC_5－C_6シクロアルキル）、非置換ヘテロシクロアルキル（例えば、３～８員ヘテロシクロアルキル、３～６員ヘテロシクロアルキル、もしくは５～６員ヘテロシクロアルキル）、非置

換アリール（例えば、Ｃ６－Ｃ１０アリール、Ｃ１０アリール、もしくはフェニル）、または非置換ヘテロアリール（例えば、５～１０員ヘテロアリール、５～９員ヘテロアリール、もしくは５～６員ヘテロアリール）、および（ｂ）アルキル（例えば、Ｃ１－Ｃ８アルキル、Ｃ１－Ｃ６アルキル、もしくはＣ１－Ｃ４アルキル）、ヘテロアルキル（例えば、２～８員ヘテロアルキル、２～６員ヘテロアルキル、もしくは２～４員ヘテロアルキル）、シクロアルキル（例えば、Ｃ３－Ｃ８シクロアルキル、Ｃ３－Ｃ６シクロアルキル、もしくはＣ５－Ｃ６シクロアルキル）、ヘテロシクロアルキル（例えば、３～８員ヘテロシクロアルキル、３～６員ヘテロシクロアルキル、もしくは５～６員ヘテロシクロアルキル）、アリール（例えば、Ｃ６－Ｃ１０アリール、Ｃ１０アリール、もしくはフェニル）、ヘテロアリール（例えば、５～１０員ヘテロアリール、５～９員ヘテロアリール、もしくは５～６員ヘテロアリール）、以下から選択される少なくとも１つの置換基で置換：オキソ、ハロゲン、－ＣＣｌ３、－ＣＢｒ３、－ＣＦ３、－ＣＩ３、－ＣＨＣｌ２、－ＣＨＢｒ２、－ＣＨＦ２、－ＣＨＩ２、－ＣＨ２Ｃｌ、－ＣＨ２Ｂｒ、－ＣＨ２Ｆ、－ＣＨ２Ｉ、－ＣＮ、－ＯＨ、－ＮＨ２、－ＣＯＯＨ、－ＣＯＮＨ２、－ＮＯ２、－ＳＨ、－ＳＯ３Ｈ、－ＳＯ４Ｈ、－ＳＯ２ＮＨ２、－ＮＨＮＨ２、－ＯＮＨ２、－ＮＨＣ（Ｏ）ＮＨＮＨ２、－ＮＨＣ（Ｏ）ＮＨ２、－ＮＨＳＯ２Ｈ、－ＮＨＣ（Ｏ）Ｈ、－ＮＨＣ（Ｏ）ＯＨ、－ＮＨＯＨ、－ＯＣＣｌ３、－ＯＣＦ３、－ＯＣＢｒ３、－ＯＣＩ３、－ＯＣＨＣｌ２、－ＯＣＨＢｒ２、－ＯＣＨＩ２、－ＯＣＨＦ２、－ＯＣＨ２Ｃｌ、－ＯＣＨ２Ｂｒ、－ＯＣＨ２Ｉ、－ＯＣＨ２Ｆ、－Ｎ３、非置換アルキル（例えば、Ｃ１－Ｃ８アルキル、Ｃ１－Ｃ６アルキル、もしくはＣ１－Ｃ４アルキル）、非置換ヘテロアルキル（例えば、２～８員ヘテロアルキル、２～６員ヘテロアルキル、もしくは２～４員のヘテロアルキル）、非置換シクロアルキル（例えば、Ｃ３－Ｃ８シクロアルキル、Ｃ３－Ｃ６シクロアルキル、もしくはＣ５－Ｃ６シクロアルキル）、非置換ヘテロシクロアルキル（例えば、３～８員ヘテロシクロアルキル、３～６員ヘテロシクロアルキル、もしくは５～６員ヘテロシクロアルキル）、非置換アリール（例えば、Ｃ６－Ｃ１０アリール、Ｃ１０アリール、もしくはフェニル）、または非置換ヘテロアリール（例えば、５～１０員ヘテロアリール、５～９員ヘテロアリール、もしくは５～６員ヘテロアリール）。

【００４６】

本明細書で使用される「サイズ限定置換基（ｓｉｚｅ－ｌｉｍｉｔｅｄ　ｓｕｂｓｔｉｔｕｅｎｔ）」または「サイズ限定置換基（ｓｉｚｅ－ｌｉｍｉｔｅｄ　ｓｕｂｓｔｉｔｕｅｎｔ　ｇｒｏｕｐ）」は、「置換基」について上述されるすべての置換基から選択される基を意味し、各置換もしくは非置換アルキルは、置換もしくは非置換Ｃ１－Ｃ２０アルキルであり、各置換もしくは非置換ヘテロアルキルは、置換もしくは非置換２～２０員ヘテロアルキルであり、各置換もしくは非置換シクロアルキルは、置換もしくは非置換Ｃ３－Ｃ８シクロアルキルであり、各置換もしくは非置換ヘテロシクロアルキルは、置換もしくは非置換３～８員ヘテロシクロアルキルであり、各置換もしくは非置換アリールは、置換もしくは非置換Ｃ６－Ｃ１０アリールであり、各置換もしくは非置換ヘテロアリールは、置換もしくは非置換５～１０員ヘテロアリールである。

【００４７】

本明細書で使用される「低級置換基（ｌｏｗｅｒ　ｓｕｂｓｔｉｔｕｅｎｔ）」または「低級置換基（ｌｏｗｅｒ　ｓｕｂｓｔｉｔｕｅｎｔ　ｇｒｏｕｐ）」は、「置換基」について上述されるすべての置換基から選択される基を意味し、各置換もしくは非置換アルキルは、置換もしくは非置換Ｃ１－Ｃ８アルキルであり、各置換もしくは非置換ヘテロアルキルは、置換もしくは非置換２～８員ヘテロアルキルであり、各置換もしくは非置換シクロアルキルは、置換もしくは非置換Ｃ３－Ｃ７シクロアルキルであり、各置換もしくは非置換ヘテロシクロアルキルは、置換もしくは非置換３～７員ヘテロシクロアルキルであり、各置換もしくは非置換アリールは、置換もしくは非置換Ｃ６－Ｃ１０アリールであり、各置換もしくは非置換ヘテロアリールは、置換もしくは非置換５～９員ヘテロアリールである。

【００４８】

態様では、本明細書の化合物において記載される各置換基は、少なくとも１つの置換基で置換される。より具体的には、態様では、本明細書の化合物において記載される各置換アルキル、置換ヘテロアルキル、置換シクロアルキル、置換ヘテロシクロアルキル、置換アリール、置換ヘテロアリール、置換アルキレン、置換ヘテロアルキレン、置換シクロアルキレン、置換ヘテロシクロアルキレン、置換アリーレン、および／または置換ヘテロアリーレンは、少なくとも１つの置換基で置換される。態様では、これらの基のうちの少なくとも１つまたはすべては、少なくとも１つのサイズ限定置換基で置換される。態様では、これらの基のうちの少なくとも１つまたはすべては、少なくとも１つの低級置換基で置換される。

【００４９】

本明細書の化合物の態様では、各置換もしくは非置換アルキルは、置換もしくは非置換Ｃ$_{1}$－Ｃ$_{20}$アルキルであり、各置換もしくは非置換ヘテロアルキルは、置換もしくは非置換２～２０員ヘテロアルキルであり、各置換もしくは非置換シクロアルキルは、置換もしくは非置換Ｃ$_{3}$－Ｃ$_{8}$シクロアルキルであり、各置換もしくは非置換ヘテロシクロアルキルは、置換もしくは非置換３～８員ヘテロシクロアルキルであり、各置換もしくは非置換アリールは、置換もしくは非置換Ｃ$_{6}$－Ｃ$_{10}$アリールであり、かつ／または各置換もしくは非置換ヘテロアリールは、置換もしくは非置換５～１０員ヘテロアリールである。本明細書の化合物の態様では、各置換もしくは非置換アルキレンは、置換もしくは非置換Ｃ$_{1}$－Ｃ$_{20}$アルキレンであり、各置換もしくは非置換ヘテロアルキレンは、置換もしくは非置換２～２０員ヘテロアルキレンであり、各置換もしくは非置換シクロアルキレンは、置換もしくは非置換Ｃ$_{3}$－Ｃ$_{8}$シクロアルキレンであり、各置換もしくは非置換ヘテロシクロアルキレンは、置換もしくは非置換３～８員ヘテロシクロアルキレンであり、各置換もしくは非置換アリーレンは、置換もしくは非置換Ｃ$_{6}$－Ｃ$_{10}$アリーレンであり、かつ／または各置換もしくは非置換ヘテロアリーレンは、置換もしくは非置換５～１０員ヘテロアリーレンである。

【００５０】

実施形態では、各置換もしくは非置換アルキルは、置換もしくは非置換Ｃ$_{1}$－Ｃ$_{8}$アルキルであり、各置換もしくは非置換ヘテロアルキルは、置換もしくは非置換２～８員ヘテロアルキルであり、各置換もしくは非置換シクロアルキルは、置換もしくは非置換Ｃ$_{3}$－Ｃ$_{7}$シクロアルキルであり、各置換もしくは非置換ヘテロシクロアルキルは、置換もしくは非置換３～７員ヘテロシクロアルキルであり、各置換もしくは非置換アリールは、置換もしくは非置換Ｃ$_{6}$－Ｃ$_{10}$アリールであり、かつ／または各置換もしくは非置換ヘテロアリールは、置換もしくは非置換５～９員ヘテロアリールである。態様では、各置換もしくは非置換アルキレンは、置換もしくは非置換Ｃ$_{1}$－Ｃ$_{8}$アルキレンであり、各置換もしくは非置換ヘテロアルキレンは、置換もしくは非置換２～８員ヘテロアルキレンであり、各置換もしくは非置換シクロアルキレンは、置換もしくは非置換Ｃ$_{3}$－Ｃ$_{7}$シクロアルキレンであり、各置換もしくは非置換ヘテロシクロアルキレンは、置換もしくは非置換３～７員ヘテロシクロアルキレンであり、各置換もしくは非置換アリーレンは、置換もしくは非置換Ｃ$_{6}$－Ｃ$_{10}$アリーレンであり、および／または各置換もしくは非置換ヘテロアリーレンは、置換もしくは非置換５～９員ヘテロアリーレンである。態様では、化合物は、以下の実施例の項、図、または表に記載の化学種である。

【００５１】

実施形態では、置換もしくは非置換部分（例えば、置換もしくは非置換アルキル、置換もしくは非置換ヘテロアルキル、置換もしくは非置換シクロアルキル、置換もしくは非置換ヘテロシクロアルキル、置換もしくは非置換アリール、置換もしくは非置換ヘテロアリール、置換もしくは非置換アルキレン、置換もしくは非置換ヘテロアルキレン、置換もしくは非置換シクロアルキレン、置換もしくは非置換ヘテロシクロアルキレン、置換もしくは非置換アリーレン、および／または置換もしくは非置換ヘテロアリーレン）は、非置換である（例えば、それぞれ、非置換アルキル、非置換ヘテロアルキル、非置換シクロアルキル、非置換ヘテロシクロアルキル、非置換アリール、非置換ヘテロアリール、非置換ア

ルキレン、非置換ヘテロアルキレン、非置換シクロアルキレン、非置換ヘテロシクロアルキレン、非置換アリーレン、および／または非置換ヘテロアリーレンである）。態様では、置換または非置換部分（例えば、置換もしくは非置換アルキル、置換もしくは非置換ヘテロアルキル、置換もしくは非置換シクロアルキル、置換もしくは非置換ヘテロシクロアルキル、置換もしくは非置換アリール、置換もしくは非置換ヘテロアリール、置換もしくは非置換アルキレン、置換もしくは非置換ヘテロアルキレン、置換もしくは非置換シクロアルキレン、置換もしくは非置換ヘテロシクロアルキレン、置換もしくは非置換アリーレン、および／または置換もしくは非置換ヘテロアリーレン）は、置換されている（例えば、それぞれ、置換アルキル、置換ヘテロアルキル、置換シクロアルキル、置換ヘテロシクロアルキル、置換アリール、置換ヘテロアリール、置換アルキレン、置換ヘテロアルキレン、置換シクロアルキレン、置換ヘテロシクロアルキレン、置換アリーレン、および／または非置換ヘテロアリーレンである）。

【００５２】

実施形態では、置換部分（例えば、置換アルキル、置換ヘテロアルキル、置換シクロアルキル、置換ヘテロシクロアルキル、置換アリール、置換ヘテロアリール、置換アルキレン、置換ヘテロアルキレン、置換シクロアルキレン、置換ヘテロシクロアルキレン、置換アリーレン、および／または置換ヘテロアリーレン）は、少なくとも１つの置換基で置換され、置換部分が、複数の置換基で置換されている場合、各置換基は、任意に異なっていてもよい。態様では、置換部分が複数の置換基で置換されている場合、各置換基は異なる。

【００５３】

実施形態では、置換部分（例えば、置換アルキル、置換ヘテロアルキル、置換シクロアルキル、置換ヘテロシクロアルキル、置換アリール、置換ヘテロアリール、置換アルキレン、置換ヘテロアルキレン、置換シクロアルキレン、置換ヘテロシクロアルキレン、置換アリーレン、および／または置換ヘテロアリーレン）は、少なくとも１つのサイズ限定置換基で置換され、置換部分が、複数の置換基で置換されている場合、各サイズ限定置換基は、任意に異なっていてもよい。態様では、置換部分が複数のサイズ限定置換基で置換されている場合、各サイズ限定置換基は異なる。

【００５４】

実施形態では、置換部分（例えば、置換アルキル、置換ヘテロアルキル、置換シクロアルキル、置換ヘテロシクロアルキル、置換アリール、置換ヘテロアリール、置換アルキレン、置換ヘテロアルキレン、置換シクロアルキレン、置換ヘテロシクロアルキレン、置換アリーレン、および／または置換ヘテロアリーレン）は、少なくとも１つの低級置換基で置換され、置換部分が、複数の低級置換基で置換されている場合、各低級置換基は、任意に異なっていてもよい。態様では、置換部分が複数の低級置換基で置換されている場合、各低級置換基は異なる。

【００５５】

実施形態では、置換部分（例えば、置換アルキル、置換ヘテロアルキル、置換シクロアルキル、置換ヘテロシクロアルキル、置換アリール、置換ヘテロアリール、置換アルキレン、置換ヘテロアルキレン、置換シクロアルキレン、置換ヘテロシクロアルキレン、置換アリーレン、および／または置換ヘテロアリーレン）は、少なくとも１つの置換基、サイズ限定置換基、または低級置換基で置換され、置換部分が、置換基、サイズ限定置換基、および低級置換基から選択される複数の基で置換されている場合、各置換基、サイズ限定置換基、および／または低級置換基は、任意に異なっていてもよい。態様では、置換部分が、置換基、サイズ限定置換基、および低級置換基から選択される複数の基で置換されている場合、各置換基、サイズ限定置換基、および／または低級置換基は異なる。

【００５６】

本開示のある特定の化合物は、不斉炭素原子（光学中心もしくはキラル中心）または二重結合、絶対立体化学の観点から（Ｒ）－もしくは（Ｓ）－またはアミノ酸について（Ｄ）－もしくは（Ｌ）－と定義されるエナンチオマー、ラセミ体、ジアステレオマー、互変異性体、幾何異性体、立体異性体形態を有し、個々の異性体は、本開示の範囲内に包含さ

れる。本開示の化合物は、合成および／または単離するには不安定すぎることが当該技術分野で公知である化合物を含まない。本開示は、ラセミ体および光学的に純粋な形態の化合物を含むことが意図される。光学的に活性な（Ｒ）－および（Ｓ）－または（Ｄ）－および（Ｌ）－異性体は、キラルシントンもしくはキラル試薬を使用して調製され、従来の技法を使用して分解される。本明細書に記載の化合物がオレフィン結合または他の幾何非対称中心を含む場合、別途指定されない限り、化合物がＥ幾何異性体およびＺ幾何異性体の両方を含むよう意図されている。

【００５７】

「異性体」という用語は、同じ数および種類の原子、ひいては同じ分子量を有するが、原子の構造配置または立体配置に関しては異なる化合物を指す。本明細書で使用される「互変異性体」という用語は、平衡状態で存在し、ある異性体形態から別の異性体形態に容易に変換される、２つ以上の構造異性体の１つを指す。本開示のある特定の化合物が互変異性体形態で存在してもよく、化合物のすべてのかかる互変異性体形態が開示の範囲内であることは、当業者には明らかであろう。

【００５８】

特に明記しない限り、本明細書に示される構造はまた、その構造のすべての立体化学形態、すなわち、各非対称中心に対するＲおよびＳ配置を含むことも意図する。したがって、本化合物の単一の立体化学異性体、ならびにエナンチオマーおよびジアステレオマー混合物は、本開示の範囲内である。

【００５９】

特に明記しない限り、本明細書に示される構造はまた、１個以上の同位体濃縮原子の存在においてのみ異なる化合物を含むようにも意図されている。例えば、重水素もしくは三重水素による水素の置き換え、または^{13}Ｃもしくは^{14}Ｃ濃縮炭素による炭素の置き換えを除く、本構造を有する化合物は、本開示の範囲内である。本開示の化合物もまた、そのような化合物を構成する原子のうちの１個以上において非天然の割合の原子同位体も含み得る。例えば、化合物は、例えば、三重水素（^{3}Ｈ）、ヨウ素－１２５（^{125}Ｉ）、または炭素－１４（^{14}Ｃ）などの放射性同位体で放射標識される。本開示の化合物のすべての同位体変種は、放射性であるか否かにかかわらず、本開示の範囲内に包含される。

【００６０】

本出願を通じて、選択肢、例えば、２つ以上の可能なアミノ酸を含有する各アミノ酸位置は、マーカッシュの群で記載されることに留意すべきである。具体的には、マーカッシュの群の各メンバーは個別に考慮されるべきであり、それによって別の実施形態を含み、かつマーカッシュの群は単一の単位として読み取られるべきではないと企図される。

【００６１】

「アナログ（Ａｎａｌｏｇ）」、「アナログ（ａｎａｌｏｇｕｅ）」または「誘導体」は、Ｃｈｅｍｉｓｔｒｙ　ａｎｄ　Ｂｉｏｌｏｇｙの中のその平易な通常の意味に従って使用され、別の化合物（すなわち、いわゆる「基準」化合物）と構造的に類似しているが、組成において、例えば、異なる元素の原子による１個の原子の置換で、または特定の官能基の存在下で、または別の官能基による１つの官能基の置換で、または基準化合物の１つ以上のキラル中心の絶対立体化学で、異なる化合物を指す。したがって、アナログは、参照化合物と機能および表示の点で同様または同等であるが、構造または起源の点では異なる化合物である。

【００６２】

本明細書で使用される「ａ」または「ａｎ」という用語は、１つ以上を意味する。さらに、本明細書で使用される「ａ［ｎ］で置換される」という句は、特定の基が、名前が挙げられた置換基のいずれかまたはすべてのうちの１つ以上で置換され得ることを意味する。例えば、アルキル基またはヘテロアリール基などの基が、「非置換Ｃ$_{1}$－Ｃ$_{20}$アルキルまたは非置換２～２０員ヘテロアルキルで置換される」場合、その基は、１つ以上の非置換Ｃ$_{1}$－Ｃ$_{20}$アルキルおよび／または１つ以上の非置換２～２０員ヘテロアルキルを含み得る。

【００６３】
部分がＲ置換基で置換される場合、基は、「Ｒ置換」と称され得る。部分がＲ置換される場合、その部分は、少なくとも１つのＲ置換基で置換され、各Ｒ置換基は任意に異なる。特定のＲ基が化学種（式（Ｉ）など）についての記載中に存在する場合、ローマ字アルファベット記号が、その特定のＲ基の各外観を区別するために使用される。例えば、複数のR^{13}置換基が存在する場合、各R^{13}置換基は、R^{13A}、R^{13B}、R^{13C}、R^{13D}などとして区別され、R^{13A}、R^{13B}、R^{13C}、R^{13D}などの各々は、R^{13}の定義の範囲内で定義され、任意に異なる。
【００６４】
本開示の化合物の記載は、当業者に既知である化学結合の原理によって制限される。したがって、基がいくつかの置換基のうちの１つ以上で置換される場合、そのような置換基は、化学結合の原理に従うように、および本質的に不安定ではない、ならびに／または水性、中性、およびいくつかの既知の生理学的条件などの周囲条件下では不安定である可能性が高いとして当業者に知られている化合物をもたらすように、選択される。例えば、ヘテロシクロアルキルまたはヘテロアリールは、当業者に公知の化学結合の原理に従って、環ヘテロ原子を介して分子の残りの部分に結合し、それによって本質的に不安定な化合物が回避される。
【００６５】
「平均分子量」および「数平均分子量」という句は、例えば、ゲル浸透クロマトグラフィー（ＧＰＣまたはサイズ排除クロマトグラフィー（ＳＥＣ）としても知られている）によって決定されたポリマーの数平均分子量を指す。
【００６６】
本明細書で使用される場合、「約」という用語は、当業者が特定の値に合理的に同様であるとみなすであろう、特定の値を含む値の範囲を意味する。態様では、約は、当該技術分野における一般に許容される測定値を使用する標準偏差内を意味する。態様では、約は、特定の値の＋／－１０％に及ぶ範囲を意味する。態様では、約には、指定された値が含まれる。
【００６７】
ＩＯＬは、小切開移植用に構成された材料で形成されることが好ましい。レンズの固体光学構成要素は、エラストマー特性を有し得、光学的に透明で、生体適合性があり、特定の状況では、遠近調節中にレンズ本体がその湾曲度を変化させるのに十分に低いヤング率を有する柔軟な柔らかいシリコーンポリマーで作製され得る。いくつかの固体光学構成要素は、レンズに異なる機能を提供するために他の固体光学構成要素とは異なるヤング率（例えば、遠近調節中の歪みを軽減する固定した内部支持体と比較して、遠近調節中の前方レンズ要素の外向きの湾曲）を有することを理解されたい。
【００６８】
レンズ本体の固体光学構成要素に適した材料としては、シリコーン（例えば、アルキルシロキサン、フェニルシロキサン、フッ素化シロキサン、それらの組み合わせ／コポリマー）、アクリル（例えば、アルキルアクリレート、フルオロアクリレート、フェニルアクリレート、それらの組み合わせ／コポリマー）、ウレタン、エラストマー、プラスチック、それらの組み合わせなどが挙げられるが、これらに限定されない。態様では、レンズ本体の固体光学構成要素は、本明細書に記載のシリコーンエラストマーで形成される。
【００６９】
固体光学構成要素は、本明細書に記載の液体光学材料が固体光学構成要素によって完全にカプセル化されている、本明細書に記載の材料の１つまたは組み合わせで形成され得る。レンズ本体の固体光学構成要素は、液体光学材料と接触するように、および／または液体光学材料を含有するように構成された１つ以上の領域を含み得る。本明細書に記載の液体光学材料は、レンズの不安定性を軽減し、光学品質を最適化するために、固体光学構成要素の材料に対して特別に配合されている。液体光学材料は、液体およびオイルなどの完全に液体である生体適合性の非圧縮性材料、ならびにゲルなどのほとんどが液体である材

料を含み得る。

【００７０】

固体光学構成要素は、本明細書に記載のシリコーンエラストマーで形成されている。実質的な炭化水素官能基も有する液体光学材料は、炭化水素官能基を有するシリコーンエラストマーと化学的に相互作用し得る。したがって、固体光学構成要素および液体光学材料の両方がジメチルシリコーンエラストマーまたはジフェニルシリコーンエラストマーで形成されている場合、液体光学材料は、少なくともいくつかの非炭化水素官能基、例えば、フッ素官能基を有し得る。

【００７１】

適切な液体光学材料には、例えば、シリコーンポリマーおよびシリコーンコポリマーが含まれる。シリコーンポリマーとしては、フッ素化シリコーンなどの官能化シリコーン液体、芳香族、すなわちフェニル官能化シリコーンなど、炭化水素および長鎖炭化水素などの官能化炭化水素、フッ素化および部分フッ素化炭化水素などのハロゲン化炭化水素、水系が挙げられ、これら屈折率（ＲＩ）は、水溶性または水膨潤性ポリマー、セルロースなどのバイオポリマー膨潤性添加剤、および屈折率を高めるためにナノ構造を形成する有機または無機添加剤の添加によって増加した。態様では、シリコーンポリマーは、フルオロシリコーンポリマー、フルオロメチル、ジフルオロメチル、パーフルオロメチル、フルオロフェニル、ジフルオロフェニル、トリフルオロフェニル、テトラフルオロフェニル、パーフルオロフェニル、または部分的もしくは完全にフッ素化されたエチル、プロピル、ブチル、または他のアルカン系鎖、部分的または完全にフッ素化されたアリール、アルキル、ナフチル、または他のフッ素化された共役炭化水素を含む他のフッ素系オイルである。態様では、シリコーンポリマーは、ブロックコポリマー、交互コポリマー、シリコーン骨格に沿って配向された２つ、３つ、４つ、またはそれ以上の固有の官能基のランダムコポリマーである。態様では、シリコーンポリマーは、繰り返し単位自体が、部分的または完全にフッ素化されたフェニルまたはナフチル基の形態でフッ素および炭化水素官能基をブレンドするホモポリマーである。態様では、シリコーンポリマーは、各ケイ素基が結合した官能基を有するホモポリマーであり、それ自体が、官能基の鎖に沿ってフッ素化官能基および炭化水素官能基の両方を有するコポリマーである。シリコーン骨格は、フッ素ベースの官能基と炭化水素官能基がコポリマー長鎖、単一官能基、または多官能分子として、ランダム、ブロック、または交互コポリマーとして結合している上記の任意の組み合わせを有し得る。態様では、液体光学材料は、アリールシロキサンおよびアルキルシロキサンを含む。アリールシロキサンに適したアリール基としては、フェニル、ナフチル、トルイル、キシリルなどが挙げられるが、これらに限定されない。適切なアルキル基としては、メチル、エチル、ｎ－プロピル、ｉ－プロピル、ｎ－ブチル、ｔ－ブチル、ｎ－ペンチル、ｎ－ヘキシルなどが挙げられるが、これらに限定されない。

【００７２】

本明細書に記載のコポリマーおよび液体光学材料を使用するのに適したコポリマーに関して、コポリマー中のフェニル対フルオロ含有量の比（例えば、式（Ｉ）のコポリマーのｍ：ｎの比、（Ａ）、（Ｂ）など）は、液体光学材料の屈折率が固体光学構成要素と実質的に同様であり（すなわち「屈折率が一致する」）、かつさらに化学的に異なり、それによってレンズ本体の膨潤またはレンズのチャンバからの液体光学材料の移動による崩壊を防止するように調整（ａｄｊｕｓｔ）または調整（ｔｕｎｅ）され得る。本明細書で使用される「調整（ｔｕｎｉｎｇ）」は、１つ以上の官能基（例えば、アリール、フェニル、フッ素）を材料に添加して、材料の１つ以上の溶解度または屈折率に影響を与えることを意味し得る。液体レンズ構成要素と固体レンズ構成要素との化学的非類似性により、レンズ本体内の体積／圧力変化によるレンズ形状の変化が防止される。フッ素を含有するものなどのハロ基は、ハロを含有しない材料（例えば、固体レンズ構成要素のＰＤＭＳ）と比較して化学的非類似性を提供し得る。フッ素化官能基も、ＲＩを低下させる。芳香族官能基（例えば、フェニル）は通常、ＲＩを増加させる。芳香族官能基は、ハロ修飾物質のＲＩを調整できるように、溶解度よりもＲＩに大きな影響を与える。ハロ修飾材料に芳香族

基を添加すると、周囲のレンズ構成要素のＲＩに対してＲＩが増加し、それによって、低溶解性（非混和性材料）および屈折率整合の両方が提供される。液体光学材料が、固体レンズ構成要素と比較して化学的性質に影響を与えるフッ素化官能基を有すると記載されている場合、ハロゲン（例えば、Ｆ、Ｃｌ、ＢｒおよびＩ）を組み込んだ様々なハロ基のいずれかを含む他の官能基が本明細書で考慮されることを理解されたい。液体光学材料が、固体レンズ構成要素と比較して化学的性質に影響を与えるフェニル官能基を有すると記載されている場合、様々な芳香族官能基（例えば、フェニル、ナフチル、トルイル、キシリルなど）のいずれかを含む他のアリールまたは芳香族官能基が本明細書で考慮されることも理解されたい。

【００７３】

液体光学材料は、屈折率を増加させるように構成された１つ以上の官能基で修飾されたフルオロ含有シリコーンオイルであり得る。上記のように、フェニルなどの官能基は屈折率を増加させ、フルオロなどの官能基は屈折率を減少させる。

【００７４】

以下に挙げられるのは、様々なポリマー製品、ならびにフェニル含有量（表１）およびフルオロ含有量（表２）の平均割合、およびポリジメチルシロキサン（ＰＤＭＳ）と比較したそれらのそれぞれのＲＩである。フェニル含有量を増加させると、屈折率（ＲＩ）が増加し（図２Ａ）、フルオロ含有量を増加させると、ＲＩが減少する（図２Ｂ）。表３および図２Ｃは、ベンゼンベースの製品におけるＲＩにフルオロ含有量が及ぼす影響を示す。表３のフルオロの割合は、各ベンゼンまたはトルエン分子に結合しているフッ素の量を、フッ素についての利用可能な全結合部位の割合として表している。

【表１】

表１

製品番号	フェニル含有量	RI
PDMS	0.0%	1.403
PDV-0131	1.5%	1.411
PDV-0325	3.3%	1.420
PDV-0525	5.0%	1.430
PDV-1625	16.0%	1.465
PDV-2331	23.5%	1.493

【表２】

表２

製品番号	フッ素含有量	RI
PDMS	0.0%	1.403
MED-420	20%	1.393
FMV-4035	40%	1.388
MED-460	60%	1.382
MED-400、FMS-H31	100%	1.380

【表３】

表３

官能基	フルオロ含有量	RI
ベンゼン	0%	1.501
フルオロベンゼン	17%	1.465
ジフルオロベンゼン	33%	1.443
トリフルオロベンゼン	50%	1.423
パーフルオロベンゼン	100%	1.377

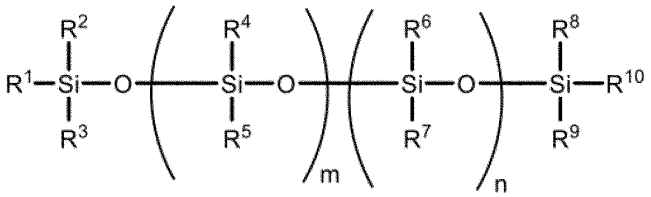
【００７５】

一例として、液体光学材料がＰＤＭＳで形成された固体光学構成要素とともに使用される場合、液体光学材料のベースポリマーは、少なくとも約１．５％のフェニル含有量を有し得る。表１に示すように、フェニル含有量のその割合は、屈折率（ＲＩ＝１．４１１）を、ＰＤＭＳの屈折率（ＲＩ＝１．４０３）から遠ざけるように上げる。液体光学材料をＰＤＭＳの屈折率に向けて下げるように調整するために、表３および４に示すような官能基を添加することによって材料のフルオロ含有量を増加させ得る。あるいは、液体光学材料のベースポリマーは、少なくとも約２０％のフルオロ含有量を有し得る。以下の表２に示すように、フッ素含有量のその割合は、屈折率（ＲＩ＝１．３９３）を、ＰＤＭＳの屈折率から遠ざけるように下げる。液体光学材料は、液体光学材料が、レンズの光学的安定性に大きく影響を与えることなく、固体レンズ構成材料と屈折率が一致するまで、屈折率を増加させる芳香族官能基（例えば、フェニル、ナフチルなど）を添加することによってＰＤＭＳの屈折率に向けて下げるように調整され得る。固体レンズ構成材料は、いくつかのフェニル官能基を有し、１．４１、１．４３、１．４６、または１．４１から最大約１．５０の範囲の屈折率を有するＰＤＭＳであり得る。液体光学材料の屈折率は、本明細書に記載の官能基を添加することにより、この範囲のＲＩに調整または滴定され得る。

【００７６】

態様では、本開示は、式（Ｉ）のフルオロシリコーンコポリマーであって、

【化５】



（Ｉ）

式中、ｎは０～約５００の整数であり、ｍは１～約５００の整数であり、R^1、R^2、R^3、R^4、R^5、R^6、R^7、R^8、R^9およびR^{10}は、各々独立して、水素、置換もしくは非置換アルキル、置換もしくは非置換ヘテロアルキル、置換もしくは非置換シクロアルキル、置換もしくは非置換ヘテロシクロアルキル、置換または非置換アリール、または置換または非置換ヘテロアリールであり、R^1、R^2、R^3、R^4、R^5、R^6、R^7、R^8、R^9およびR^{10}のうちの少なくとも１つはフッ素で置換される、フルオロシリコーンコポリマーを提供する。態様では、R^1、R^2、R^3、R^4、R^5、R^6、R^7、R^8、R^9およびR^{10}は、各々独立して、水素、置換もしくは非置換アルキル、置換もしくは非置換ヘテロアルキル、置換もしくは非置換アリール、または置換もしくは非置換ヘテロアルキルであり、R^1、R^2、R^3、R^4、R^5、R^6、R^7、R^8、R^9およびR^{10}のうちの少なくとも１つは、フッ素で置換されている。態様では、R^1、R^2、R^3、R^4、R^5、R^6、R^7、R^8、R^9およびR^{10}は、各々独立して、水素、アルキル、アルケニル、またはアリールであり、それらの任意に置換された類似体、または他の適切な飽和もしくは不飽和官能基である。態様では、R^4、R^5、R^6、およびR^7のうちの少なくとも１つが、フッ素で置換されている。ｎおよびｍは、繰り返しシロキサン単位を指定する整数であり、ｎおよびｍは、得られるコポリマーの所望の分子量を達成するために独立して選択され、かつ／またはｎおよびｍが対応する特定のシロキサンポリマー単位の所望の比率を達成するように選択される。態様では、ｍおよびｎは両方とも、少なくとも１である。本明細書に記載のコポリマーは、ランダム、ブロック、または交互であり得る。コポリマーは、線状または分岐状であり得る。態様では、コポリマーは、ランダムかつ線状である。

【００７７】

実施形態では、R^1および／またはR^{10}は、水素である。態様では、R^1およびR^{10}は、独立して、アルキルまたは任意に置換されたアルキルである。態様では、R^1およびR^{10}は、独立して、アリールまたは任意に置換されたその類似体である。態様では、R^1

およびR^{10}は、独立して、アルケニルまたは任意に置換されたアルケニルである。態様では、R^{1}および／またはR^{10}は、別のポリマーの反応性基に結合するように（例えば、架橋反応を介して）構成された反応性官能基（例えば、不飽和アルケニル）であり、これはまた、式（Ａ）のコポリマーを含み得る。態様では、R^{1}および／またはR^{10}は、ビニル、ビニル以外の反応性末端基、または重合に関与しない非反応性基である。態様では、R^{1}および／またはR^{10}は、メチルヒドロシロキサン－ジメチルシロカンコポリマーを含む。

【００７８】

実施形態では、R^{2}、R^{3}、R^{8}、およびR^{9}の各々は、独立して、アルキル、アリール、または任意に置換されたそれらの類似体である。態様では、R^{2}、R^{3}、R^{8}、およびR^{9}の各々は、独立して、アルキルまたは任意に置換されたアルキルである。態様では、R^{2}、R^{3}、R^{8}、およびR^{9}の各々は、メチルである。

【００７９】

実施形態では、R^{4}およびR^{5}は、独立して、アルキル、アリール、または任意に置換されたそれらの類似体である。態様では、R^{4}およびR^{5}は、独立して、アルキルまたは任意に置換されたアルキルである。態様では、R^{4}および／またはR^{5}は、メチルである。態様では、R^{6}およびR^{7}は、独立して、アルキル、アリール、または置換されたそれらの類似体である。態様では、R^{6}およびR^{7}は、独立して、アリールまたは任意に置換されたアリールである。態様では、R^{6}および／またはR^{7}は、フェニルである。態様では、R^{6}はアルキルであり、R^{7}はアリールである。態様では、R^{6}はメチルであり、R^{7}はフェニルである。

【００８０】

実施形態では、R^{1}およびR^{10}はビニルであり、R^{2}、R^{3}、R^{4}、R^{5}、R^{8}、およびR^{9}はメチルであり、R^{6}およびR^{7}はフェニルである。態様では、R^{1}およびR^{10}はビニルであり、R^{2}、R^{3}、R^{4}、R^{5}、R^{6}、R^{8}、およびR^{9}はメチルであり、R^{7}はフェニルである。

【００８１】

態様では、R^{1}、R^{2}、R^{3}、R^{8}、R^{9}およびR^{10}は、各々独立して、水素、置換（例えば、少なくとも１つの置換基、サイズ限定置換基、もしくは低級置換基で置換）または非置換アルキル（例えば、Ｃ$_{1}$－Ｃ$_{8}$、Ｃ$_{1}$－Ｃ$_{6}$、Ｃ$_{1}$－Ｃ$_{4}$、もしくはＣ$_{1}$－Ｃ$_{2}$）、置換（例えば、少なくとも１つの置換基、サイズ限定置換基、もしくは低級置換基で置換）または非置換ヘテロアルキル（例えば、２～８員、２～６員、４～６員、２～３員、もしくは４～５員）、置換（例えば、少なくとも１つの置換基で置換、サイズ限定置換基、もしくは低級置換基で置換）または非置換アリール（例えば、Ｃ$_{6}$－Ｃ$_{10}$もしくはフェニル）、あるいは置換（例えば、少なくとも１つの置換基、サイズ限定置換基、もしくは低級置換基で置換）または非置換ヘテロアリール（例えば、５～１０員、５～９員、もしくは５～６員）である。

【００８２】

態様では、R^{1}は、水素である。態様では、R^{1}は、非置換Ｃ$_{1}$－Ｃ$_{6}$アルキルである。態様では、R^{1}は、非置換メチルである。態様では、R^{1}は、非置換エチルである。態様では、R^{1}は、非置換プロピルである。態様では、R^{1}は、非置換ブチルである。態様では、R^{1}は、少なくとも１つのフッ素で置換されたＣ$_{1}$－Ｃ$_{6}$アルキルである。態様では、R^{1}は、少なくとも１つのフッ素で置換されたメチルである。態様では、R^{1}は、－ＣＦ$_{3}$である。態様では、R^{1}は、－ＣＨＦ$_{2}$である。態様では、R^{1}は、－ＣＨ$_{2}$Ｆである。態様では、R^{1}は、少なくとも１つのフッ素で置換されたエチルである。態様では、R^{1}は、少なくとも１つのフッ素で置換されたプロピルである。態様では、R^{1}は、少なくとも１つのフッ素で置換されたブチルである。態様では、R^{1}は、置換または非置換アルケニルである。態様では、R^{1}は、置換または非置換Ｃ$_{2}$－Ｃ$_{6}$アルケニルである。態様では、R^{1}は、置換または非置換ビニルである。

【００８３】

態様では、R^2は、水素である。態様では、R^2は、非置換C_1-C_6アルキルである。態様では、R^2は、非置換メチルである。態様では、R^2は、非置換エチルである。態様では、R^2は、非置換プロピルである。態様では、R^2は、非置換ブチルである。態様では、R^2は、少なくとも１つのフッ素で置換されたC_1-C_6アルキルである。態様では、R^2は、少なくとも１つのフッ素で置換されたメチルである。態様では、R^2は、$-CF_3$である。態様では、R^2は、$-CHF_2$である。態様では、R^2は、$-CH_2F$である。態様では、R^2は、少なくとも１つのフッ素で置換されたエチルである。態様では、R^2は、少なくとも１つのフッ素で置換されたプロピルである。態様では、R^2は、少なくとも１つのフッ素で置換されたブチルである。態様では、R^2は、置換または非置換アルケニルである。態様では、R^2は、置換または非置換C_2-C_6アルケニルである。態様では、R^2は、置換または非置換ビニルである。

【００８４】

態様では、R^3は、水素である。態様では、R^3は、非置換C_1-C_6アルキルである。態様では、R^3は、非置換メチルである。態様では、R^3は、非置換エチルである。態様では、R^3は、非置換プロピルである。態様では、R^3は、非置換ブチルである。態様では、R^3は、少なくとも１つのフッ素で置換されたC_1-C_6アルキルである。態様では、R^3は、少なくとも１つのフッ素で置換されたメチルである。態様では、R^3は、$-CF_3$である。態様では、R^3は、$-CHF_2$である。態様では、R^3は、$-CH_2F$である。態様では、R^3は、少なくとも１つのフッ素で置換されたエチルである。態様では、R^3は、少なくとも１つのフッ素で置換されたプロピルである。態様では、R^3は、少なくとも１つのフッ素で置換されたブチルである。態様では、R^3は、置換または非置換アルケニルである。態様では、R^3は、置換または非置換C_2-C_6アルケニルである。態様では、R^3は、置換または非置換ビニルである。

【００８５】

態様では、R^8は、水素である。態様では、R^8は、非置換C_1-C_6アルキルである。態様では、R^8は、非置換メチルである。態様では、R^8は、非置換エチルである。態様では、R^8は、非置換プロピルである。態様では、R^8は、非置換ブチルである。態様では、R^8は、少なくとも１つのフッ素で置換されたC_1-C_6アルキルである。態様では、R^8は、少なくとも１つのフッ素で置換されたメチルである。態様では、R^8は、$-CF_3$である。態様では、R^8は、$-CHF_2$である。態様では、R^8は、$-CH_2F$である。態様では、R^8は、少なくとも１つのフッ素で置換されたエチルである。態様では、R^8は、少なくとも１つのフッ素で置換されたプロピルである。態様では、R^8は、少なくとも１つのフッ素で置換されたブチルである。態様では、R^8は、置換または非置換アルケニルである。態様では、R^8は、置換または非置換C_2-C_6アルケニルである。態様では、R^8は、置換または非置換ビニルである。

【００８６】

態様では、R^9は、水素である。態様では、R^9は、非置換C_1-C_6アルキルである。態様では、R^9は、非置換メチルである。態様では、R^9は、非置換エチルである。態様では、R^9は、非置換プロピルである。態様では、R^9は、非置換ブチルである。態様では、R^9は、少なくとも１つのフッ素で置換されたC_1-C_6アルキルである。態様では、R^9は、少なくとも１つのフッ素で置換されたメチルである。態様では、R^9は、$-CF_3$である。態様では、R^9は、$-CHF_2$である。態様では、R^9は、$-CH_2F$である。態様では、R^9は、少なくとも１つのフッ素で置換されたエチルである。態様では、R^9は、少なくとも１つのフッ素で置換されたプロピルである。態様では、R^9は、少なくとも１つのフッ素で置換されたブチルである。態様では、R^9は、置換または非置換アルケニルである。態様では、R^9は、置換または非置換C_2-C_6アルケニルである。態様では、R^9は、置換または非置換ビニルである。

【００８７】

態様では、R^{10}は、水素である。態様では、R^{10}は、非置換C_1-C_6アルキルである。態様では、R^{10}は、非置換メチルである。態様では、R^{10}は、非置換エチルである

。態様では、R^{10}は、非置換プロピルである。態様では、R^{10}は、非置換ブチルである。態様では、R^{10}は、少なくとも１つのフッ素で置換されたC_1-C_6アルキルである。態様では、R^{10}は、少なくとも１つのフッ素で置換されたメチルである。態様では、R^{10}は、$-CF_3$である。態様では、R^{10}は、$-CHF_2$である。態様では、R^{10}は、$-CH_2F$である。態様では、R^{10}は、少なくとも１つのフッ素で置換されたエチルである。態様では、R^{10}は、少なくとも１つのフッ素で置換されたプロピルである。態様では、R^{10}は、少なくとも１つのフッ素で置換されたブチルである。態様では、R^{10}は、置換または非置換アルケニルである。態様では、R^{10}は、置換または非置換C_2-C_6アルケニルである。態様では、R^{10}は、置換または非置換ビニルである。

【００８８】

態様では、R^4、R^5、R^6、およびR^7は、各々独立して、水素、置換（例えば、少なくとも１つの置換基、サイズ限定置換基、もしくは低級置換基で置換）または非置換アルキル（例えば、C_1-C_8、C_1-C_6、C_1-C_4、もしくはC_1-C_2）、置換（例えば、少なくとも１つの置換基、サイズ限定置換基、もしくは低級置換基で置換）または非置換ヘテロアルキル（例えば、２～８員、２～６員、４～６員、２～３員、もしくは４～５員）、置換（例えば、少なくとも１つの置換基、サイズ限定置換基、もしくは低級置換基で置換）または非置換アリール（例えば、C_6-C_{10}もしくはフェニル）、あるいは置換（例えば、少なくとも１つの置換基、サイズ限定置換基、もしくは低級置換基で置換）または非置換ヘテロアリール（例えば、５～１０員、５～９員、もしくは５～６員）である。

【００８９】

態様では、R^4は、独立して、水素である。態様では、R^4は、独立して、置換または非置換C_1-C_6アルキルである。態様では、R^4は、独立して、非置換C_1-C_6アルキルである。態様では、R^4は、独立して、非置換メチルである。態様では、R^4は、独立して、非置換エチルである。態様では、R^4は、独立して、非置換プロピルである。態様では、R^4は、独立して、非置換プロピルである。態様では、R^4は、独立して、非置換ブチルである。態様では、R^4は、独立して、非置換ブチルである。態様では、R^4は、独立して、置換または非置換アルケニルである。態様では、R^4は、独立して、置換または非置換C_2-C_6アルケニルである。態様では、R^4は、独立して、置換または非置換ビニルである。態様では、R^4は、独立して、置換または非置換アリールである。態様では、R^4は、独立して、置換または非置換フェニルである。態様では、R^4は、独立して、トルイルである。態様では、R^4は、独立して、キシリルである。態様では、R^4は、独立して、非置換フェニルである。態様では、R^4は、独立して、置換または非置換ナフチルである。態様では、R^4は、独立して、非置換ナフチルである。

【００９０】

態様では、R^5は、独立して、水素である。態様では、R^5は、独立して、置換または非置換C_1-C_6アルキルである。態様では、R^5は、独立して、置換または非置換C_1-C_6アルキルである。態様では、R^5は、独立して、置換または非置換メチルである。態様では、R^5は、独立して、置換または非置換エチルである。態様では、R^5は、独立して、置換または非置換プロピルである。態様では、R^5は、独立して、置換または非置換ブチルである。態様では、R^5は、独立して、置換または非置換アルケニルである。態様では、R^5は、独立して、置換または非置換C_2-C_6アルケニルである。態様では、R^5は、独立して、置換または非置換ビニルである。態様では、R^5は、独立して、置換または非置換アリールである。態様では、R^5は、独立して、置換または非置換フェニルである。態様では、R^5は、独立して、少なくとも１つのフッ素で置換されたトルイルである。態様では、R^5は、独立して、少なくとも１つのフッ素で置換されたキシリルである。態様では、R^5は、独立して、少なくとも１つのフッ素で置換されたフェニルである。態様では、R^5は、独立して、少なくとも１つのフッ素で置換されたナフチルである。

【００９１】

態様では、R^6は、独立して、水素である。態様では、R^6は、独立して、置換または

非置換Ｃ$_1$－Ｃ$_6$アルキルである。態様では、Ｒ^{6}は、独立して、非置換Ｃ$_1$－Ｃ$_6$アルキルである。態様では、Ｒ^{6}は、独立して、非置換メチルである。態様では、Ｒ^{6}は、独立して、非置換エチルである。態様では、Ｒ^{6}は、独立して、非置換プロピルである。態様では、Ｒ^{6}は、独立して、非置換ブチルである。態様では、Ｒ^{6}は、独立して、置換または非置換アルケニルである。態様では、Ｒ^{6}は、独立して、置換または非置換Ｃ$_2$－Ｃ$_6$アルケニルである。態様では、Ｒ^{6}は、独立して、置換または非置換ビニルである。態様では、Ｒ^{6}は、独立して、置換または非置換アリールである。態様では、Ｒ^{6}は、独立して、置換または非置換フェニルである。態様では、Ｒ^{6}は、独立して、トルイルである。態様では、Ｒ^{6}は、独立して、キシリルである。態様では、Ｒ^{6}は、独立して、非置換フェニルである。態様では、Ｒ^{6}は、独立して、置換または非置換ナフチルである。態様では、Ｒ^{6}は、独立して、非置換ナフチルである。

【００９２】

態様では、Ｒ^{7}は、独立して、水素である。態様では、Ｒ^{7}は、独立して、置換または非置換Ｃ$_1$－Ｃ$_6$アルキルである。態様では、Ｒ^{7}は、独立して、非置換Ｃ$_1$－Ｃ$_6$アルキルである。態様では、Ｒ^{7}は、独立して、非置換メチルである。態様では、Ｒ^{7}は、独立して、非置換エチルである。態様では、Ｒ^{7}は、独立して、非置換プロピルである。態様では、Ｒ^{7}は、独立して、非置換ブチルである。態様では、Ｒ^{7}は、独立して、置換または非置換アルケニルである。態様では、Ｒ^{7}は、独立して、置換または非置換Ｃ$_2$－Ｃ$_6$アルケニルである。態様では、Ｒ^{7}は、独立して、置換または非置換ビニルである。態様では、Ｒ^{7}は、独立して、置換または非置換アリールである。態様では、Ｒ^{7}は、独立して、置換または非置換フェニルである。態様では、Ｒ^{7}は、独立して、トルイルである。態様では、Ｒ^{7}は、独立して、キシリルである。態様では、Ｒ^{7}は、独立して、非置換フェニルである。態様では、Ｒ^{7}は、独立して、置換または非置換ナフチルである。態様では、Ｒ^{7}は、独立して、非置換ナフチルである。

【００９３】

ｍおよびｎは、１～約１，０００の整数である。態様では、ｍおよびｎは、１～約５００の整数である。態様では、ｍおよびｎは、１～約４００の整数である。態様では、ｍおよびｎは、１～約３００の整数である。態様では、ｍおよびｎは、１～約２００の整数である。態様では、ｍおよびｎは、１～約１００の整数である。態様では、ｍおよびｎは、１～約９０の整数である。態様では、ｍおよびｎは、１～約８０の整数である。態様では、ｍおよびｎは、１～約７０の整数である。態様では、ｍおよびｎは、１～約６０の整数である。態様では、ｍおよびｎは、１～約５０の整数である。態様では、ｍおよびｎは、１～約４０の整数である。態様では、ｍおよびｎは、１～約３０の整数である。態様では、ｍおよびｎは、１～約２５の整数である。態様では、ｍおよびｎは、１～約２０の整数である。態様では、ｍおよびｎは、１～約１５の整数である。態様では、ｍおよびｎは、１～約１０の整数である。態様では、ｍおよびｎは、５～約２０の整数である。態様では、ｍおよびｎは、５～約１５の整数である。

【００９４】

実施形態では、ｍ：ｎの比は、約１０：９０～約９０：１０である。態様では、ｍ：ｎの比は、約２０：８０～約８０：２０である。態様では、ｍ：ｎの比は、約２５：７５～約７５：２５である。態様では、ｍ：ｎの比は、約３０：７０～約７０：３０である。態様では、ｍ：ｎの比は、約４０：６０～約６０：４０である。態様では、ｍ：ｎの比は、約４０：６０～約５０：５０である。態様では、ｍ：ｎの比は、約４５：５５～約５５：４５である。態様では、ｍ：ｎの比は、約４５：５５である。態様では、ｍ：ｎの比は、約４０：６０である。態様では、ｍ：ｎの比は、約５０：５０である。態様では、ｍ：ｎの比は、約５５：４５である。

【００９５】

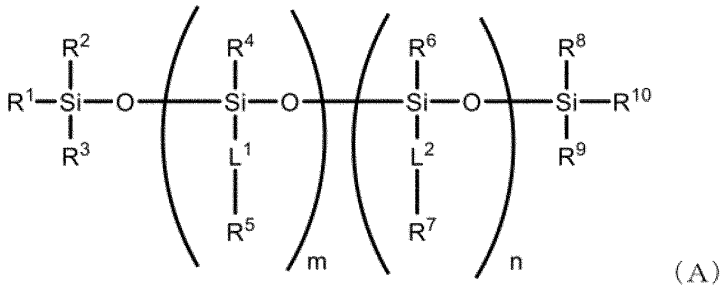
実施形態では、コポリマーは、約１００～約２５，０００の数平均分子量を有する。態様では、コポリマーは、約１００～約２０，０００の数平均分子量を有する。態様では、コポリマーは、約１００～約１５，０００の数平均分子量を有する。態様では、コポリマ

ーは、約５００～約１０，０００の数平均分子量を有する。態様では、コポリマーは、約１，０００～約６，０００の数平均分子量を有する。態様では、コポリマーは、約２，０００～約５，０００の数平均分子量を有する。態様では、コポリマーは、約３，０００～約４，０００の数平均分子量を有する。態様では、コポリマーは、約３，５００の数平均分子量を有する。

【００９６】

態様では、本開示は、式（Ａ）のフルオロシリコーンコポリマーであって、

【化６】



（Ａ）

式中、置換基が本明細書で定義されているとおりである、フルオロシリコーンコポリマーを提供する。本明細書に記載のコポリマーは、ランダム、ブロック、または交互であり得る。コポリマーは、線状または分岐状であり得る。態様では、コポリマーは、ランダムかつ線状である。

【００９７】

R^1、R^2、R^3、R^8、R^9、およびR^{10}は、式（Ｉ）の化合物について上で記載された同じ定義である。

【００９８】

態様では、R^1、R^2、R^3、R^8、R^9、およびR^{10}は、各々独立して、水素、置換もしくは非置換アルキル、置換もしくは非置換ヘテロアルキル、置換もしくは非置換アリール、または置換もしくは非置換ヘテロアリールである。態様では、R^1、R^2、R^3、R^8、R^9、およびR^{10}は、各々独立して、水素、または置換もしくは非置換アルキルである。態様では、R^1、R^2、R^3、R^8、R^9、およびR^{10}は、各々独立して、水素または非置換アルキルである。態様では、R^1、R^2、R^3、R^8、R^9、およびR^{10}は、各々独立して、水素または非置換C_{1-6}アルキルである。態様では、R^1、R^2、R^3、R^8、R^9、およびR^{10}は、各々独立して、水素または非置換C_{1-4}アルキルである。態様では、R^1、R^2、R^3、R^8、R^9、およびR^{10}は、各々独立して、水素または非置換C_{1-3}アルキルである。態様では、R^1、R^2、R^3、R^8、R^9、およびR^{10}は、各々独立して、水素、メチル、またはエチルである。態様では、R^1、R^2、R^3、R^8、R^9、およびR^{10}は、各々独立して、水素またはメチルである。

【００９９】

態様では、R^1、R^2、R^3、R^8、R^9、およびR^{10}は、各々独立して、少なくとも１つのフッ素で置換されたC_{1-6}アルキルである。態様では、R^1、R^2、R^3、R^8、R^9、およびR^{10}は、各々独立して、少なくとも１つのフッ素で置換されたC_{1-4}アルキルである。態様では、R^1、R^2、R^3、R^8、R^9、およびR^{10}は、各々独立して、少なくとも１つのフッ素で置換されたC_{1-3}アルキルである。態様では、R^1、R^2、R^3、R^8、R^9、およびR^{10}は、各々独立して、少なくとも１つのフッ素で置換されたC_{1-2}アルキルである。態様では、R^1、R^2、R^3、R^8、R^9、およびR^{10}は、各々独立して、少なくとも１つのフッ素で置換されたプロピルである。態様では、R^1、R^2、R^3、R^8、R^9、およびR^{10}は、各々独立して、少なくとも１つのフッ素で置換されたエチルである。態様では、R^1、R^2、R^3、R^8、R^9、およびR^{10}は、各々独立して、少なくとも１つのフッ素で置換されたメチルである。態様では、R^1、R^2、R^3、R^8、R^9、およびR^{10}は各々、$-CF_3$である。態様では、R^1、R^2、R^3、R^8、R^9

、およびR^{10}は各々、－CHF_2である。態様では、R^1、R^2、R^3、R^8、R^9、およびR^{10}は各々、－CH_2Fである。態様では、「少なくとも１つのフッ素」は、１つのフッ素である。態様では、「少なくとも１つのフッ素」は、２つのフッ素である。態様では、「少なくとも１つのフッ素」は、３つのフッ素である。態様では、「少なくとも１つのフッ素」は、４つのフッ素である。態様では、「少なくとも１つのフッ素」は、５つのフッ素である。

【０１００】

態様では、R^1、R^2、R^3、R^8、R^9、およびR^{10}は、各々独立して、１～５つのフッ素で置換された６員アリールで置換されたC_{1-6}アルキルである。態様では、R^1、R^2、R^3、R^8、R^9、およびR^{10}は、各々独立して、１～５つのフッ素で置換された６員アリールで置換されたC_{1-4}アルキルである。態様では、R^1、R^2、R^3、R^8、R^9、およびR^{10}は、各々独立して、１～５つのフッ素で置換された６員アリールで置換されたC_{1-3}アルキルである。態様では、R^1、R^2、R^3、R^8、R^9、およびR^{10}は、各々独立して、１～５つのフッ素で置換された６員アリールで置換されたC_{1-2}アルキルである。態様では、R^1、R^2、R^3、R^8、R^9、およびR^{10}は、各々独立して、１～５つのフッ素で置換された６員アリールで置換されたプロピルである。態様では、R^1、R^2、R^3、R^8、R^9、およびR^{10}は、各々独立して、１～５つのフッ素で置換された６員アリールで置換されたエチルである。態様では、R^1、R^2、R^3、R^8、R^9、およびR^{10}は、各々独立して、１～５つのフッ素で置換された６員アリールで置換されたメチルである。態様では、６員アリールは、１つのフッ素で置換されている。態様では、６員アリールは、２つのフッ素で置換されている。態様では、６員アリールは、３つのフッ素で置換されている。態様では、６員アリールは、４つのフッ素で置換されている。態様では、６員アリールは、５つのフッ素で置換されている。態様では、６員アリールは、フェニルである。

【０１０１】

態様では、R^1、R^2、R^3、R^8、R^9、およびR^{10}は、各々独立して、１～５つのフッ素で置換された６員アリールである。態様では、R^1、R^2、R^3、R^8、R^9、およびR^{10}は、各々独立して、１～５つのフッ素で置換された６員アリールである。態様では、R^1、R^2、R^3、R^8、R^9、およびR^{10}は、各々独立して、１～５つのフッ素で置換された６員アリールである。態様では、R^1、R^2、R^3、R^8、R^9、およびR^{10}は、各々独立して、１～５つのフッ素で置換された６員アリールである。態様では、R^1、R^2、R^3、R^8、R^9、およびR^{10}は、各々独立して、１～５つのフッ素で置換された６員アリールである。態様では、R^1、R^2、R^3、R^8、R^9、およびR^{10}は、各々独立して、１～５つのフッ素で置換された６員アリールである。態様では、６員アリールは、１つのフッ素で置換されている。態様では、６員アリールは、２つのフッ素で置換されている。態様では、６員アリールは、３つのフッ素で置換されている。態様では、６員アリールは、４つのフッ素で置換されている。態様では、６員アリールは、５つのフッ素で置換されている。態様では、６員アリールは、フェニルである。

【０１０２】

態様では、R^1、R^2、R^3、R^8、R^9、およびR^{10}は、各々独立して、－M^1－N^1であり、式中、M^1は、C_{1-6}アルキレンであり、N^1は、フェニルが５つ以下の置換基を含むことを条件に、フッ素もしくは１～５つのフッ素で置換されたフェニル、少なくとも１つのフッ素で置換された１～５つのC_{1-4}アルキル、またはそれらの組み合わせである。態様では、M^1は、プロピレンである。態様では、M^1は、エチレンである。態様では、M^1は、メチレンである。態様では、N^1は、１つのフッ素で置換されたフェニルである。態様では、N^1は、２つのフッ素で置換されたフェニルである。態様では、N^1は、３つのフッ素で置換されたフェニルである。態様では、N^1は、４つのフッ素で置換されたフェニルである。態様では、N^1は、５つのフッ素で置換されたフェニルである。態

様では、N^1は、－CF_3で置換されたフェニルである。

【０１０３】

R^4およびR^6は、式（Ｉ）の化合物について上で記載された同じ定義である。

【０１０４】

態様では、R^4およびR^6は、各々独立して、水素、置換もしくは非置換アルキル、置換もしくは非置換ヘテロアルキル、置換もしくは非置換アリール、または置換もしくは非置換ヘテロアリールである。態様では、R^4およびR^6は、各々独立して、水素または置換もしくは非置換アルキルである。態様では、R^4およびR^6は、各々独立して、水素または非置換アルキルである。態様では、R^4およびR^6は、各々独立して、水素または非置換C_{1-6}アルキルである。態様では、R^4およびR^6は、各々独立して、水素または非置換C_{1-4}アルキルである。態様では、R^4およびR^6は、各々独立して、水素または非置換C_{1-3}アルキルである。態様では、R^4およびR^6は、各々独立して、水素、メチル、またはエチルである。態様では、R^4およびR^6は、各々独立して、水素またはメチルである。

【０１０５】

L^1およびL^2は、各々独立して、結合、－Ｏ－、－ＮＨ－、－Ｓ－、－Ｓ（Ｏ）$_2$－、－Ｃ（Ｏ）－、－ＮＨＣ（Ｏ）－、－Ｃ（Ｏ）ＮＨ－、－ＯＣ（Ｏ）－、－Ｃ（Ｏ）Ｏ－、置換（例えば、少なくとも１つの置換基、サイズ限定置換基、もしくは低級置換基で置換）または非置換アルキレン（例えば、C_1－C_8、C_1－C_6、C_1－C_4、またはC_1－C_2）、あるいは置換（例えば、少なくとも１つの置換基、サイズ限定置換基、もしくは低級置換基で置換）または非置換ヘテロアルキレン（例えば、２～８員、２～６員、４～６員、２～３員、もしくは４～５員）である。態様では、L^1は、独立して、置換または非置換アルケニレンである。態様では、L^1は、独立して、置換または非置換C_1－C_6アルケニレンである。態様では、L^2は、独立して、置換または非置換アルケニレンである。態様では、L^2は、独立して、置換または非置換C_1－C_6アルケニレンである。

【０１０６】

態様では、L^1およびL^2は、各々独立して、結合、－Ｏ－、－ＮＨ－、－Ｓ－、－Ｓ（Ｏ）$_2$－、－Ｃ（Ｏ）－、－ＮＨＣ（Ｏ）－、－Ｃ（Ｏ）ＮＨ－、－ＯＣ（Ｏ）－、－Ｃ（Ｏ）Ｏ－、置換もしくは非置換アルキレン、または置換もしくは非置換ヘテロアルキレンである。態様では、L^1およびL^2は、各々独立して、結合、置換もしくは非置換アルキレン、または置換もしくは非置換ヘテロアルキレンである。態様では、L^1およびL^2は、各々独立して、結合または置換もしくは非置換アルキレンである。態様では、L^1およびL^2は、各々独立して、置換もしくは非置換アルキレンである。態様では、L^1およびL^2は、各々独立して、非置換アルキレンである。態様では、L^1およびL^2は、各々独立して、置換アルキレンである。態様では、L^1およびL^2は、各々独立して、非置換C_{1-6}アルキレンである。態様では、L^1およびL^2は、各々独立して、非置換C_{1-4}アルキレンである。態様では、L^1およびL^2は、各々独立して、非置換C_{1-3}アルキレンである。態様では、L^1およびL^2は、各々独立して、非置換C_{1-2}アルキレンである。態様では、L^1およびL^2は、各々独立して、非置換C_1アルキレンである。態様では、L^1およびL^2は、各々独立して、非置換C_2アルキレンである。態様では、L^1およびL^2は、各々独立して、非置換C_3アルキレンである。態様では、L^1およびL^2は、各々独立して、非置換C_4アルキレンである。態様では、L^1およびL^2は、各々独立して、C_{1-4}アルキルで置換されたC_{1-6}アルキレンである。態様では、L^1およびL^2は、各々独立して、C_{1-3}アルキルで置換されたC_{1-4}アルキレンである。態様では、L^1およびL^2は、各々独立して、C_{1-2}アルキルで置換されたC_{1-3}アルキレンである。態様では、L^1およびL^2は、各々独立して、メチルで置換されたC_{1-2}アルキレンである。態様では、L^1およびL^2は、各々独立して、メチルで置換されたC_1アルキレンである。態様では、L^1およびL^2は、各々独立して、メチルで置換されたC_2アルキレンである。態様では、L^1およびL^2は、各々独立して、メチルで置換されたC_3アルキレンである。態様では、L^1およびL^2は、各々独立して、メチルで置換されたC_4アルキレンである。

【０１０７】
R^5は、式（Ｉ）の化合物について上で記載された同じ定義である。
【０１０８】
態様では、R^5は、独立して、R^{5A}置換アリール（例えば、C_6-C_{10}またはフェニル）、R^{5A}置換ヘテロアリール（例えば、５～１０員、５～９員、もしくは５～６員）、R^{5A}置換アルキル（例えば、C_1-C_8、C_1-C_6、C_1-C_4、もしくはC_1-C_2）、またはR^{5A}置換ヘテロアルキル（例えば、２～８員、２～６員、４～６員、２～３員、もしくは４～５員）である。態様では、R^5は、独立して、R^{5A}置換アリールであり、R^{5A}は、独立して、フッ素または少なくとも１つのフッ素で置換されたC_1-C_4アルキルである。態様では、R^5は、独立して、R^{5A}置換フェニルである。態様では、R^5は、独立して、R^{5A}置換ナフチルである。態様では、R^5は、独立して、R^{5A}置換アルキルであり、R^{5A}は、独立して、フッ素または少なくとも１つのフッ素で置換されたC_1-C_4アルキルである。
【０１０９】
態様では、R^{5A}は、独立して、フッ素、R^{5B}置換アルキル（例えば、C_1-C_8、C_1-C_6、C_1-C_4、もしくはC_1-C_2）、またはR^{5B}置換ヘテロアルキル（例えば、２～８員、２～６員、４～６員、２～３員、もしくは４～５員）であり、R^{5B}は、フッ素である。態様では、R^{5A}は、独立して、R^{5B}置換アルケニルであり、R^{5B}は、独立して、フッ素である。
【０１１０】
態様では、R^{5A}は、独立して、フッ素である。態様では、R^{5A}は、独立して、少なくとも１つのフッ素で置換されたメチルである。態様では、R^{5A}は、独立して、$-CF_3$である。態様では、R^{5A}は、独立して、$-CHF_2$である。態様では、R^{5A}は、独立して、$-CH_2F$である。態様では、R^{5A}は、独立して、少なくとも１つのフッ素で置換されたエチルである。態様では、R^{5A}は、独立して、少なくとも１つのフッ素で置換されたプロピルである。態様では、R^{5A}は、独立して、少なくとも１つのフッ素で置換されたブチルである。
【０１１１】
態様では、R^5は、独立して、R^{5A}置換アリール、R^{5A}置換ヘテロアリール、R^{5A}置換アルキル、またはR^{5A}置換ヘテロアルキルであり、R^{5A}は、独立して、フッ素、R^{5B}置換アルキル、R^{5B}置換ヘテロアルキルであり、R^{5B}は、独立して、フッ素である。態様では、R^5は、独立して、R^{5A}置換アリールであり、R^{5A}は、独立して、フッ素または少なくとも１つのフッ素で置換されたC_1-C_4アルキルである。態様では、R^5は、独立して、R^{5A}置換５員アリールであり、R^{5A}は、独立して、フッ素または少なくとも１つのフッ素で置換されたC_1-C_4アルキルである。態様では、R^5は、独立して、R^{5A}置換６員アリールであり、R^{5A}は、独立して、フッ素または少なくとも１つのフッ素で置換されたC_1-C_4アルキルである。態様では、R^5は、独立して、R^{5A}置換アリールであり、R^{5A}は、独立して、フッ素または少なくとも１つのフッ素で置換されたC_1-C_4アルキルである。態様では、R^5は、独立して、R^{5A}置換アルキルであり、R^{5A}は、独立して、フッ素または少なくとも１つのフッ素で置換されたC_1-C_4アルキルである。態様では、R^{5A}は、独立して、R^{5B}置換アルキルである。
【０１１２】
R^7は、式（Ｉ）の化合物について上で記載された定義である。
【０１１３】
態様では、R^7は、独立して、非置換もしくはR^{7A}置換アルキル（例えば、C_1-C_8、C_1-C_6、C_1-C_4、もしくはC_1-C_2）、非置換もしくはR^{7A}置換ヘテロアルキル（例えば、２～８員、２～６員、４～６員、２～３員、もしくは４～５員）、非置換もしくはR^{7A}置換アリール（例えば、C_6-C_{10}もしくはフェニル）、または非置換もしくはR^{7A}置換ヘテロアリール（例えば、５～１０員、５～９員、もしくは５～６員）である。態様では、R^7は、独立して、非置換もしくはR^{7A}置換アルキルである。態様で

は、R^7は、独立して、R^{7A}置換アリールであり、R^{7A}は、独立して、フッ素または少なくとも１つのフッ素で置換されたC_1-C_4アルキルである。態様では、R^7は、独立して、R^{7A}置換フェニルである。態様では、R^7は、独立して、R^{7A}置換ナフチルである。

【０１１４】

態様では、R^{7A}は、独立して、フッ素、R^{7B}置換アルキル（例えば、C_1-C_8、C_1-C_6、C_1-C_4、もしくはC_1-C_2）、またはR^{7B}置換ヘテロアルキル（例えば、２～８員、２～６員、４～６員、２～３員、もしくは４～５員）であり、R^{7B}は、独立して、フッ素である。態様では、R^{7A}は、独立して、R^{7B}置換アルケニルであり、R^{7B}は、独立して、フッ素である。

【０１１５】

態様では、R^7は、独立して、非置換もしくはR^{7A}置換アルキルまたは非置換もしくはR^{7A}置換アリールであり、R^{7A}は、独立して、フッ素またはR^{7B}置換アルキルであり、R^{7B}は、独立して、フッ素である。態様では、R^{7A}は、独立して、フッ素である。態様では、R^{7A}は、独立して、R^{7B}置換アルキルであり、R^{7B}は、独立して、フッ素である。

【０１１６】

態様では、R^{7A}は、独立して、少なくとも１つのフッ素で置換されたC_{1-4}アルキルである。態様では、R^{7A}は、独立して、少なくとも１つのフッ素で置換されたメチルである。態様では、R^{7A}は、独立して、$-CF_3$である。態様では、R^{7A}は、独立して、$-CHF_2$である。態様では、R^{7A}は、独立して、$-CH_2F$である。態様では、R^{7A}は、独立して、少なくとも１つのフッ素で置換されたエチルである。態様では、R^{7A}は、独立して、少なくとも１つのフッ素で置換されたプロピルである。態様では、R^{7A}は、独立して、少なくとも１つのフッ素で置換されたブチルである。

【０１１７】

態様では、R^7は、独立して、非置換もしくはR^{7A}置換アルキル、非置換もしくはR^{7A}置換ヘテロアルキル、非置換もしくはR^{7A}置換アリール、または非置換もしくはR^{7A}置換ヘテロアリールであり、R^{7A}は、独立して、フッ素、R^{7B}置換アルキル、またはR^{7B}置換ヘテロアルキルであり、R^{7B}は、独立して、フッ素である。態様では、R^7は、独立して、非置換もしくはR^{7A}置換アルキルまたは非置換もしくはR^{7A}置換アリールであり、R^{7A}は、独立して、フッ素、R^{7B}置換アルキル、またはR^{7B}置換ヘテロアルキルであり、R^{7B}は、独立して、フッ素である。態様では、R^7は、独立して、フェニル、非置換C_1-C_6アルキル、または少なくとも１つのフッ素で置換されたC_1-C_6アルキルである。態様では、R^7は、独立して、非置換もしくはR^{7A}置換アルキルまたは非置換もしくはR^{7A}置換アリールであり、R^{7A}は、独立して、フッ素またはR^{7B}置換アルキルであり、R^{7B}は、独立して、フッ素である。態様では、R^7は、独立して、非置換またはR^{7A}置換アルキルである。態様では、R^{7A}は、独立して、R^{7B}置換C_1-C_6アルキルである。態様では、R^{7A}は、独立して、R^{7B}置換C_1-C_3アルキルである。

【０１１８】

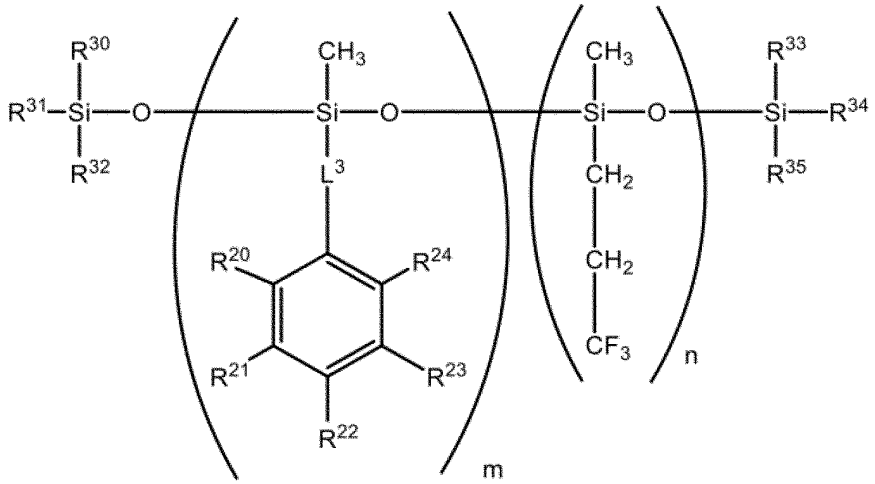
mおよびnは、式（Ｉ）の化合物について上で記載した定義と同じである。

【０１１９】

態様では、mおよびnは、１～約１００の整数である。態様では、mおよびnは、１～約９０の整数である。態様では、mおよびnは、１～約８０の整数である。態様では、mおよびnは、１～約７０の整数である。態様では、mおよびnは、１～約６０の整数である。態様では、mおよびnは、１～約５０の整数である。態様では、mおよびnは、１～約４０の整数である。態様では、mおよびnは、１～約３０の整数である。態様では、mおよびnは、１～約２５の整数である。態様では、mおよびnは、１～約２０の整数である。態様では、mおよびnは、１～約１５の整数である。態様では、mおよびnは、１～約１０の整数である。態様では、mおよびnは、５～約２０の整数である。態様では、mおよびnは、５～約１５の整数である。

【０１２０】
実施形態では、ｍ：ｎの比は、約１０：９０～約９０：１０である。態様では、ｍ：ｎの比は、約２０：８０～約８０：２０である。態様では、ｍ：ｎの比は、約２５：７５～約７５：２５である。態様では、ｍ：ｎの比は、約３０：７０～約７０：３０である。態様では、ｍ：ｎの比は、約４０：６０～約６０：４０である。態様では、ｍ：ｎの比は、約４０：６０～約５０：５０である。態様では、ｍ：ｎの比は、約４５：５５～約５５：４５である。態様では、ｍ：ｎの比は、約４５：５５である。態様では、ｍ：ｎの比は、約４０：６０である。態様では、ｍ：ｎの比は、約５０：５０である。態様では、ｍ：ｎの比は、約５５：４５である。
【０１２１】
実施形態では、コポリマーは、式（Ｉ）の化合物について上に記載された数平均分子量を有する。態様では、コポリマーは、約５００～約１０，０００の数平均分子量を有する。態様では、コポリマーは、約１，０００～約６，０００の数平均分子量を有する。態様では、コポリマーは、約２，０００～約５，０００の数平均分子量を有する。態様では、コポリマーは、約３，０００～約４，０００の数平均分子量を有する。態様では、コポリマーは、約３，５００の数平均分子量を有する。
【０１２２】
態様では、R^1、R^2、R^3、R^8、R^9、およびR^{10}は、各々独立して、水素、非置換C_1-C_6アルキル、また少なくとも１つのフッ素で置換されたC_1-C_6アルキルであり、R^4およびR^6は、各々独立して、水素、置換もしくは非置換C_1-C_6アルキル、または置換もしくは非置換フェニルであり、L^1およびL^2は、各々独立して、結合または置換もしくは非置換C_1-C_6アルキレンであり、R^5は、５もしくは６員R^{5A}置換アリールであり、R^{5A}は、フッ素、または少なくとも１つのフッ素で置換されたC_1-C_4アルキルであり、R^7は、非置換フェニル、少なくとも１つのフッ素で置換されたフェニル、非置換C_1-C_6アルキル、または少なくとも１つのフッ素で置換されたC_1-C_6アルキルであり、ｍおよびｎは、各々独立して、１～約５０の整数である。
【０１２３】
態様では、R^1、R^2、R^3、R^8、R^9、およびR^{10}は、各々独立して、水素、－CH_3、または－CF_3であり、R^4は、独立して、水素または－CH_3であり、R^6は、独立して、水素、－CH_3、または非置換フェニルであり、L^1は、独立して、非置換メチレン、C_{1-2}アルキルで置換されたメチレン、非置換エチレン、C_{1-2}アルキルで置換されたエチレン、非置換プロピレン、またはC_{1-2}アルキルで置換されたメチレンであり、L^2は、独立して、結合、非置換メチレン、非置換エチレン、または非置換プロピレンであり、R^5は、独立して、１～５つのフッ素で置換されたフェニルであり、R^7は、独立して、１～５つのフッ素で置換されたフェニルまたは１～３つのフッ素で置換されたメチルであり、ｍおよびｎは、各々独立して、１～約２５の整数である。
【０１２４】
実施形態では、本開示は、式（Ｂ）のフルオロシリコーンコポリマーであって、

【化７】



（Ｂ）

式中、Ｒ^{20}、Ｒ^{21}、Ｒ^{22}、Ｒ^{23}、およびＲ^{24}は、各々独立して、水素、フッ素、または少なくとも１つのフッ素で置換されたＣ$_1$－Ｃ$_4$アルキルであり、Ｌ^{3}は、独立して、－（ＣＨ$_2$）$_2$－または－ＣＨ（ＣＨ$_3$）－であり、Ｒ^{30}、Ｒ^{31}、Ｒ^{32}、Ｒ^{33}、Ｒ^{34}、およびＲ^{35}は、各々独立して、－ＣＨ$_3$または－ＣＦ$_3$であり、ｍおよびｎは、各々独立して、１～約２０の整数であり、ｍ：ｎの比は、約２５：７５～約７５：２５である、フルオロシリコーンコポリマーを提供する。本明細書に記載のコポリマーは、ランダム、ブロック、または交互であり得る。コポリマーは、線状または分岐状であり得る。態様では、コポリマーは、ランダムかつ線状である。

【０１２５】

態様では、Ｌ^{3}は、ｍ単位の１％～９９％で－（ＣＨ$_2$）$_2$－であり、Ｌ^{3}は、ｍ単位の９９％～１％で－ＣＨ（ＣＨ$_3$）－である。態様では、Ｌ^{3}は、ｍ単位の５％～９５％で－（ＣＨ$_2$）$_2$－であり、Ｌ^{3}は、ｍ単位の９５％～５％で－ＣＨ（ＣＨ$_3$）－である。態様では、Ｌ^{3}は、ｍ単位の１０％～９０％で－（ＣＨ$_2$）$_2$－であり、Ｌ^{3}は、ｍ単位の９０％～１０％で－ＣＨ（ＣＨ$_3$）－である。態様では、Ｌ^{3}は、ｍ単位の２０％～８０％で－（ＣＨ$_2$）$_2$－であり、Ｌ^{3}は、ｍ単位の８０％～２０％で－ＣＨ（ＣＨ$_3$）－である。態様では、Ｌ^{3}は、ｍ単位の３０％～８０％で－（ＣＨ$_2$）$_2$－であり、Ｌ^{3}は、ｍ単位の７０％～２０％で－ＣＨ（ＣＨ$_3$）－である。態様では、Ｌ^{3}は、ｍ単位の４０％～８０％で－（ＣＨ$_2$）$_2$－であり、Ｌ^{3}は、ｍ単位の６０％～２０％で－ＣＨ（ＣＨ$_3$）－である。態様では、Ｌ^{3}は、ｍ単位の５０％～８０％で－（ＣＨ$_2$）$_2$－であり、Ｌ^{3}は、ｍ単位の５０％～２０％で－ＣＨ（ＣＨ$_3$）－である。態様では、Ｌ^{3}は、－（ＣＨ$_2$）$_2$－である。態様では、Ｌ^{3}は、－（ＣＨ（ＣＨ$_3$）－である。

【０１２６】

態様では、ｍおよびｎは、各々独立して、２～１８の整数である。態様では、ｍおよびｎは、各々独立して、４～１６の整数である。態様では、ｍおよびｎは、各々独立して、５～１５の整数である。態様では、ｍおよびｎは、各々独立して、６～１２の整数である。態様では、ｍ：ｎの比は、約４０：６０～約６０：４０である。態様では、ｍ：ｎの比は、約４０：６０～約５０：５０である。態様では、ｍ：ｎの比は、約４５：５５である。態様では、ｍ：ｎの比は、約４０：６０である。態様では、ｍ：ｎの比は、約５０：５０である。態様では、ｍ：ｎの比は、約５５：４５である。

【０１２７】

態様では、コポリマーは、約５００～約８０００の数平均分子量を有する。態様では、コポリマーは、約１，０００～約６，０００の数平均分子量を有する。態様では、コポリマーは、約２，０００～約５，０００の数平均分子量を有する。態様では、コポリマーは、約３，０００～約４，０００の数平均分子量を有する。態様では、コポリマーは、約３

，５００の数平均分子量を有する。

【０１２８】

態様では、R^{20}は、独立して、水素である。態様では、R^{20}は、独立して、フッ素である。態様では、R^{20}は、独立して、少なくとも１つのフッ素で置換されたC_1-C_4アルキルである。態様では、R^{20}は、独立して、少なくとも１つのフッ素で置換されたメチルである。態様では、R^{20}は、独立して、$-CF_3$である。態様では、R^{20}は、独立して、$-CHF_2$である。態様では、R^{20}は、独立して、$-CH_2F$である。態様では、R^{20}は、独立して、少なくとも１つのフッ素で置換されたエチルである。態様では、R^{20}は、独立して、少なくとも１つのフッ素で置換されたプロピルである。態様では、R^{20}は、独立して、少なくとも１つのフッ素で置換されたブチルである。

【０１２９】

態様では、R^{21}は、独立して、水素である。態様では、R^{21}は、独立して、フッ素である。態様では、R^{21}は、独立して、少なくとも１つのフッ素で置換されたC_1-C_4アルキルである。態様では、R^{21}は、独立して、少なくとも１つのフッ素で置換されたメチルである。態様では、R^{21}は、独立して、$-CF_3$である。態様では、R^{21}は、独立して、$-CHF_2$である。態様では、R^{21}は、独立して、$-CH_2F$である。態様では、R^{21}は、独立して、少なくとも１つのフッ素で置換されたエチルである。態様では、R^{21}は、独立して、少なくとも１つのフッ素で置換されたプロピルである。態様では、R^{21}は、独立して、少なくとも１つのフッ素で置換されたブチルである。

【０１３０】

態様では、R^{22}は、独立して、水素である。態様では、R^{22}は、独立して、フッ素である。態様では、R^{22}は、独立して、少なくとも１つのフッ素で置換されたC_1-C_4アルキルである。態様では、R^{22}は、独立して、少なくとも１つのフッ素で置換されたメチルである。態様では、R^{22}は、独立して、$-CF_3$である。態様では、R^{22}は、独立して、$-CHF_2$である。態様では、R^{22}は、独立して、$-CH_2F$である。態様では、R^{22}は、独立して、少なくとも１つのフッ素で置換されたエチルである。態様では、R^{22}は、独立して、少なくとも１つのフッ素で置換されたプロピルである。態様では、R^{22}は、独立して、少なくとも１つのフッ素で置換されたブチルである。

【０１３１】

態様では、R^{23}は、独立して、水素である。態様では、R^{23}は、独立して、フッ素である。態様では、R^{23}は、独立して、少なくとも１つのフッ素で置換されたC_1-C_4アルキルである。態様では、R^{23}は、独立して、少なくとも１つのフッ素で置換されたメチルである。態様では、R^{23}は、独立して、$-CF_3$である。態様では、R^{23}は、独立して、$-CHF_2$である。態様では、R^{23}は、独立して、$-CH_2F$である。態様では、R^{23}は、独立して、少なくとも１つのフッ素で置換されたエチルである。態様では、R^{23}は、独立して、少なくとも１つのフッ素で置換されたプロピルである。態様では、R^{23}は、独立して、少なくとも１つのフッ素で置換されたブチルである。

【０１３２】

態様では、R^{24}は、独立して、水素である。態様では、R^{24}は、独立して、フッ素である。態様では、R^{24}は、独立して、少なくとも１つのフッ素で置換されたC_1-C_4アルキルである。態様では、R^{24}は、独立して、少なくとも１つのフッ素で置換されたメチルである。態様では、R^{24}は、独立して、$-CF_3$である。態様では、R^{24}は、独立して、$-CHF_2$である。態様では、R^{24}は、独立して、$-CH_2F$である。態様では、R^{24}は、独立して、少なくとも１つのフッ素で置換されたエチルである。態様では、R^{24}は、独立して、少なくとも１つのフッ素で置換されたｎプロピルである。態様では、R^{24}は、独立して、少なくとも１つのフッ素で置換されたブチルである。

【０１３３】

態様では、R^{20}およびR^{24}は水素であり、R^{21}、R^{22}、およびR^{23}はフッ素である。態様では、R^{20}、R^{21}、R^{22}、R^{23}、およびR^{24}のうちの少なくとも１つは、フッ素または少なくとも１つのフッ素で置換されたC_1-C_2アルキルである。態様

では、R^{20}、R^{21}、R^{22}、R^{23}、およびR^{24}は、各々独立して、水素、フッ素、または少なくとも１つのフッ素で置換されたメチルである。態様では、R^{20}、R^{21}、R^{22}、R^{23}、およびR^{24}のうちの少なくとも１つは、フッ素である。態様では、R^{20}、R^{21}、R^{22}、R^{23}、およびR^{24}のうちの少なくとも１つは、少なくとも１つのフッ素で置換されたメチルである。態様では、R^{20}、R^{21}、R^{22}、R^{23}、およびR^{24}のうちの少なくとも１つは、少なくとも１つのフッ素で置換されたエチルである。態様では、R^{20}、R^{21}、およびR^{24}は水素であり、R^{22}およびR^{23}はフッ素である。態様では、R^{20}、R^{21}、R^{23}、およびR^{24}は水素であり、R^{22}は$-CF_3$である。

【０１３４】

態様では、R^{20}、R^{21}、R^{23}、およびR^{24}は水素であり、R^{22}はフッ素である。態様では、R^{20}、R^{21}、R^{22}、およびR^{24}は水素であり、R^{23}はフッ素である。態様では、R^{20}、R^{21}、R^{22}、およびR^{23}は水素であり、R^{24}はフッ素である。態様では、R^{20}、R^{21}、R^{22}、およびR^{24}は水素であり、R^{23}は$-CF_3$である。態様では、R^{20}、R^{21}、R^{22}、およびR^{23}は水素であり、R^{24}は$-CF_3$である。

【０１３５】

態様では、R^{20}、R^{21}、およびR^{24}は水素であり、R^{22}およびR^{23}はフッ素である。態様では、R^{20}、R^{21}、およびR^{23}は水素であり、R^{22}およびR^{24}はフッ素である。態様では、R^{20}、R^{22}、およびR^{24}は水素であり、R^{21}およびR^{23}はフッ素である。態様では、R^{20}、R^{22}、およびR^{23}は水素であり、R^{21}およびR^{24}はフッ素である。態様では、R^{20}、R^{22}、およびR^{24}は水素であり、R^{20}およびR^{24}はフッ素である。態様では、R^{22}、R^{23}、およびR^{24}は水素であり、R^{20}およびR^{21}はフッ素である。

【０１３６】

態様では、R^{20}およびR^{21}は水素であり、R^{22}、R^{23}、およびR^{24}はフッ素である。態様では、R^{20}およびR^{22}は水素であり、R^{21}、R^{23}、およびR^{24}はフッ素である。態様では、R^{21}およびR^{22}は水素であり、R^{20}、R^{23}、およびR^{24}はフッ素である。

【０１３７】

態様では、R^{20}は水素であり、R^{21}、R^{22}、R^{23}、およびR^{24}はフッ素である。態様では、R^{21}は水素であり、R^{20}、R^{22}、R^{23}、およびR^{24}はフッ素である。態様では、R^{22}は水素であり、R^{20}、R^{21}、R^{23}、およびR^{24}はフッ素である。

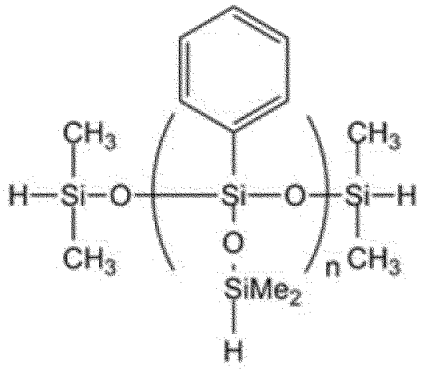
【０１３８】

R^{30}、R^{31}、R^{32}、R^{33}、R^{34}、およびR^{35}は、各々独立して、$-CH_3$または$-CF_3$である。態様では、R^{30}、R^{31}、R^{32}、R^{33}、R^{34}、およびR^{35}は各々、$-CH_3$である。態様では、R^{30}、R^{31}、R^{32}、R^{33}、R^{34}、およびR^{35}は各々、$-CF_3$である。

【０１３９】

実施形態では、フルオロシリコーンポリマーは、式（ＩＩ）の水素化物末端ポリフェニル－（ジメチルヒドロシロキシ）シロキサンであるベースポリマーから合成され、

【化８】



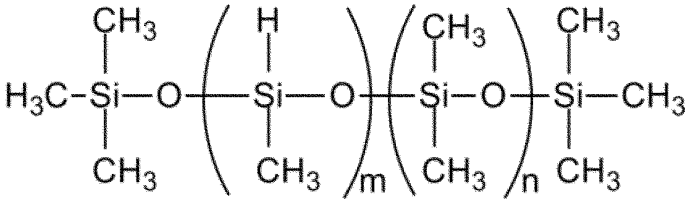
（ＩＩ）

式中、ｎは、式（Ｉ）の化合物について本明細書で定義されるとおりである。態様では、ポリマーは、式（ＩＩ）の化合物を式（ＩＩＩ）の化合物、式（Ｅ）の化合物、式（Ｄ）の化合物、式（Ｄ１）の化合物、式（Ｄ２）の化合物、または式（Ｄ３）の化合物と反応させることによって合成される。

【０１４０】

実施形態では、対称フルオロシリコーンコポリマーは、水素化物官能基で側鎖末端化されたベースポリマーから合成される。メチルヒドロシロキサン－ジメチルシロキサンコポリマーなどの水素化物鎖末端ポリ（ジメチルシロキサン）は、式（ＩＶ）に従って、トリメチルシロキサン末端化される（ＨＭＳ－０８２）。様々なフッ素化含有化合物を使用して、屈折率および溶解特性のバランスをとることができる。

【化９】



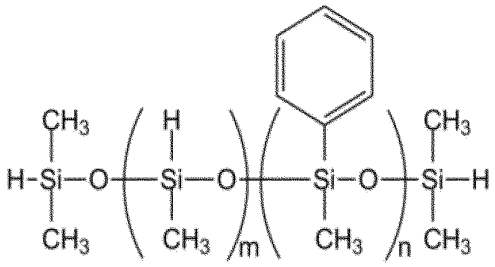
（ＩＶ）

式中、ｎは、式（Ｉ）、式（Ａ）、および式（Ｂ）の化合物について本明細書で定義されるとおりである。態様では、ポリマーは、式（ＩＶ）の化合物を式（ＩＩＩ）の化合物、式（Ｅ）の化合物、式（Ｄ）の化合物、式（Ｄ１）の化合物、式（Ｄ２）の化合物、または式（Ｄ３）の化合物と反応させることによって合成される。

【０１４１】

実施形態では、フルオロフェニルコポリマーは、式（ＶＩＩ）の化合物を使用して合成され、安定な短鎖フルオロアルカンなどのフルオロ官能基を共水素化物－フェニルベースポリマーに付加することによって修飾される。溶解性および屈折特性は、コポリマーの１つのセクション中のフルオロの量およびポリマー全体のそのセクションの割合によってバランスをとることができる。他のアプローチと同様に、ＲＩが高すぎるか低すぎる場合は官能基のフルオロ含有量を調整することができ、溶解しすぎる場合はベースポリマーの水素化物濃度を変化させることができ、ベースポリマーの分子量を変化させて、粘度を調整することができる。

【化１０】



（ＶＩＩ）

式中、ｎは、式（Ｉ）、式（Ａ）、および式（Ｂ）の化合物について本明細書で定義されるとおりである。態様では、ポリマーは、式（ＶＩＩ）の化合物を式（ＩＩＩ）の化合物、式（Ｅ）の化合物、式（Ｄ）の化合物、式（Ｄ１）の化合物、式（Ｄ２）の化合物、または式（Ｄ３）の化合物と反応させることによって合成される。

【０１４２】

実施形態では、フルオロシリコーンポリマーまたはコポリマーは、純粋に炭化水素官能基を有するが、エラストマーは、化学的不活性を維持しながら、光学特性に一致するフッ素基および炭化水素基のブレンドを有する。液体光学材料は類似している必要はないことを理解されたい。液体光学材料は、シリコーンエラストマー、例えば、プロピレングリコールを光学的に整合させ、プロピレングリコールから化学的に独立させることができる。

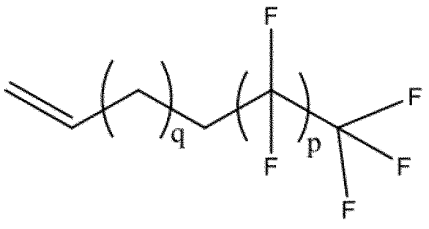
【０１４３】

式（ＩＩＩ）または式（Ｅ）の化合物など、様々な安定した短鎖フルオロアルカンのいずれかを添加して、各繰り返し単位内の屈折率および溶解度パラメータのバランスをとる分子を作り出すことができる。官能基のフルオロ含有量を調整して、最終生成物の屈折率を増減させることができる。粘度を調整するために、ベースポリマーの分子量を変えることもできる。あるいは、式（Ｄ）、（Ｄ１）、（Ｄ２）、または（Ｄ３）によるフルオロ官能化環状芳香族化合物を添加して、屈折率および溶解度パラメータのバランスをとることができる。

【０１４４】

式（ＩＩＩ）の化合物は、次のとおりであり、

【化１１】



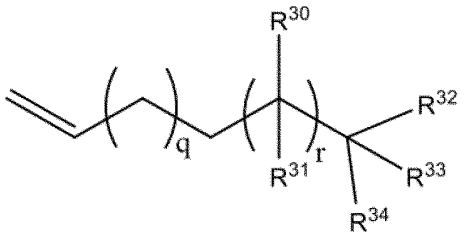
（ＩＩＩ）

式中、ｐおよびｑは、各々独立して、１～５の整数である。

【０１４５】

式（Ｅ）の化合物は、次のとおりであり、

【化１２】



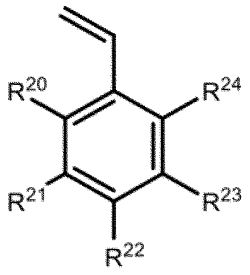
（Ｅ）

式中、ｑおよびｒは、各々独立して、０～６の整数であり、Ｒ３０、Ｒ３１、Ｒ３２、Ｒ３３、およびＲ３４は、各々独立して、水素、フッ素、または少なくとも１つのフッ素で置換されたＣ１－Ｃ４アルキルであり、ただし、Ｒ３０、Ｒ３１、Ｒ３２、Ｒ３３、およびＲ３４は、すべて水素ではない。

【０１４６】

式（Ｄ）の化合物は、次のとおりであり、

【化１３】



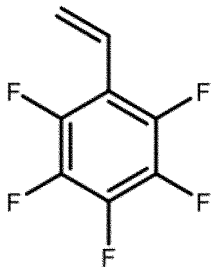
（Ｄ）

式中、Ｒ２０、Ｒ２１、Ｒ２２、Ｒ２３、およびＲ２４は、本明細書に記載のとおりである。

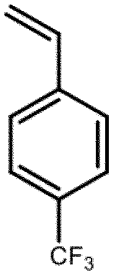
【０１４７】

式（Ｄ１）、（Ｄ２）、および（Ｄ３）の化合物は、次のとおりである。

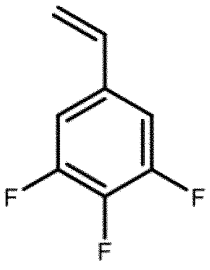
【化１４】



（Ｄ１）、



（Ｄ２）、および

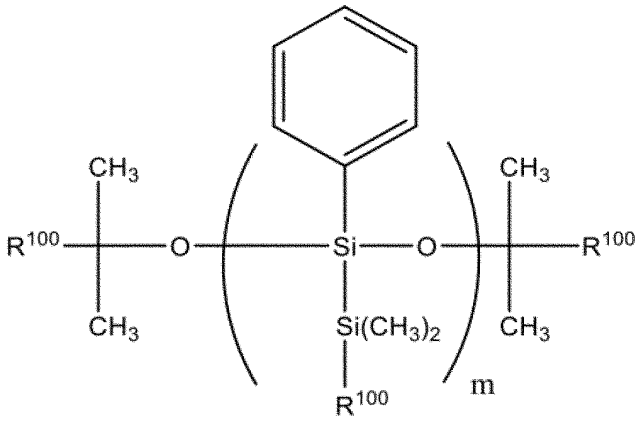


（Ｄ３）

【０１４８】

態様では、式（ＩＩ）の化合物は、式（ＩＩＩ）の化合物または式（Ｄ）の化合物と反応して、式（ＶＩＩＩ）のフルオロシリコーンポリマーを生成し、

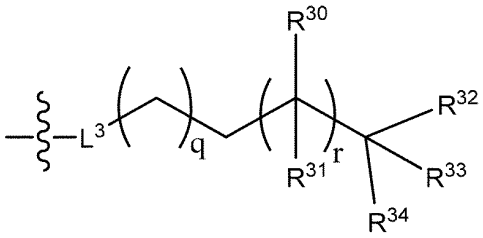
【化１５】



（ＶＩＩＩ）

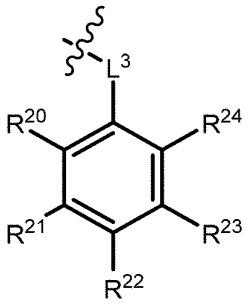
式中、Ｒ１００は、次のとおりであり、

【化１６】



（反応物が式（ＩＩＩ）の化合物である場合）または

【化１７】

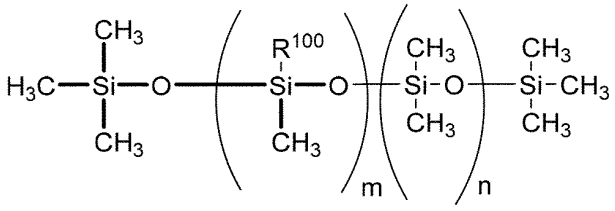


（反応物が式（Ｄ）の化合物である場合）、Ｌ３は、独立して、－（ＣＨ２）２－または－ＣＨ（ＣＨ３）－であり、Ｒ３０、Ｒ３１、Ｒ３２、Ｒ３３、Ｒ３４、ｑ、ｒ、ｍ、Ｒ２０、Ｒ２１、Ｒ２２、Ｒ２３、Ｒ２４は、本明細書で定義されているとおりである。

【０１４９】

態様では、式（ＩＶ）の化合物は、式（ＩＩＩ）の化合物または式（Ｄ）の化合物と反応して、式（ＩＸ）のフルオロシリコーンコポリマーを生成し、

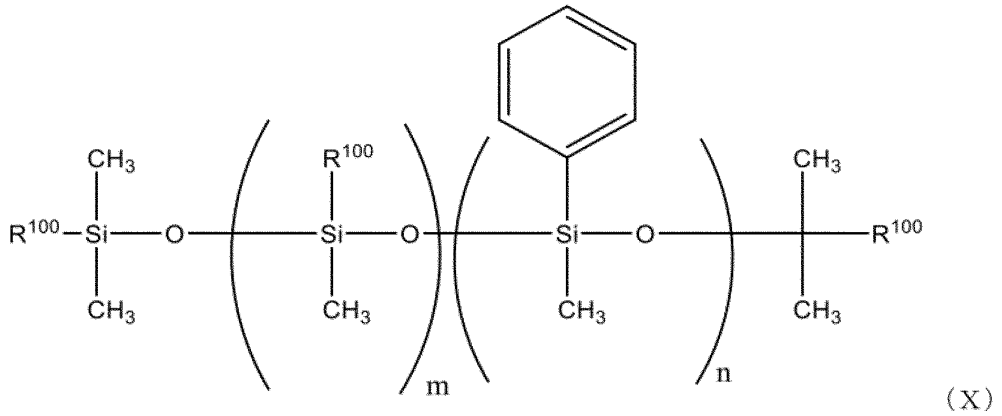
【化１８】



（ＩＸ）

式中、Ｒ１００、ｍ、およびｎは、本明細書で定義されているとおりである。

【０１５０】
態様では、式（ＶＩＩ）の化合物は、式（ＩＩＩ）の化合物または式（Ｄ）の化合物と反応して、式（Ｘ）のフルオロシリコーンコポリマーを生成し、
【化１９】



（Ｘ）

式中、Ｒ１００、ｍ、およびｎは、本明細書で定義されているとおりである。
【０１５１】
態様では、液体光学材料は、式（Ｉ）、式（Ａ）、または式（Ｂ）のいずれか１つのシリコーンコポリマーであり、コポリマーのｍ単位は「フェニル」含有量として特定され、コポリマーのｎ単位はフルオロ含有量として特定される。態様では、コポリマーは、ＲＩを駆動するために、２０％を超えるフッ素含有量から約６０％までのフルオロ含有量を有するシリコーンオイルである。態様では、シリコーンオイルのフッ素含有量は、３０％～約５０％であり得る。液体光学材料のフルオロ含有量のこの範囲は、固体レンズ構成要素（例えば、ＰＤＭＳ）の材料と比較して、十分な化学的相違性を提供し得る。態様では、液体光学材料はまた、固体レンズ構成要素（例えば、ＰＤＭＳ）の材料との屈折率整合を提供するために、約１．０％を超えて約１０％までのフェニル含有量を有する。態様では、シリコーンオイルのフェニル含有量は、約１．５％～約５％であり得る。態様では、液体光学材料は、２０％を超えるフルオロ含有量および１．５％を超えるフェニル含有量を有するシリコーンオイルである。態様では、液体光学材料は、４０％を超えるフルオロ含有量および５％を超えるフェニル含有量を有するシリコーンオイルである。
【０１５２】
態様では、液体光学材料は、約２０％を超えるフルオロ含有量を有し、約１％を超えるフェニル含有量、または約１．５％を超えるフェニル含有量、または約２％を超えるフェニル含有量、または約２．５％を超えるフェニル含有量、または約３％を超えるフェニル含有量、または約３．５％を超えるフェニル含有量、または約４％を超えるフェニル含有量、または約４．５％を超えるフェニル含有量、または約５％を超えるフェニル含有量、または約５．５％を超えるフェニル含有量、または約６％を超えるフェニル含有量、または約６．５％を超えるフェニル含有量、または約７％を超えるフェニル含有量、または約７．５％を超えるフェニル含有量、または約８％を超えるフェニル含有量、または約８．５％を超えるフェニル含有量、または約９％を超えるフェニル含有量、または約９．５％を超えるフェニル含有量、または約１０％を超えるフェニル含有量、または約２０％を超えるフェニル含有量、または約３０％を超えるフェニル含有量、または約４０％を超えるフェニル含有量、または約５０％を超えるフェニル含有量を有するシリコーンオイルである。
【０１５３】
態様では、液体光学材料は、約２５％を超えるフルオロ含有量を有し、約１％を超えるフェニル含有量、または約１．５％を超えるフェニル含有量、または約２％を超えるフェニル含有量、または約２．５％を超えるフェニル含有量、または約３％を超えるフェニル

含有量、または約３．５％を超えるフェニル含有量、または約４％を超えるフェニル含有量、または約４．５％を超えるフェニル含有量、または約５％を超えるフェニル含有量、または約５．５％を超えるフェニル含有量、または約６％を超えるフェニル含有量、または約６．５％を超えるフェニル含有量、または約７％を超えるフェニル含有量、または約７．５％を超えるフェニル含有量、または約８％を超えるフェニル含有量、または約８．５％を超えるフェニル含有量、または約９％を超えるフェニル含有量、または約９．５％を超えるフェニル含有量、または約１０％を超えるフェニル含有量、または約２０％を超えるフェニル含有量、または約３０％を超えるフェニル含有量、または約４０％を超えるフェニル含有量、または約５０％を超えるフェニル含有量を有するシリコーンオイルである。

【０１５４】

態様では、液体光学材料は、約３０％を超えるフルオロ含有量を有し、約１％を超えるフェニル含有量、または約１．５％を超えるフェニル含有量、または約２％を超えるフェニル含有量、または約２．５％を超えるフェニル含有量、または約３％を超えるフェニル含有量、または約３．５％を超えるフェニル含有量、または約４％を超えるフェニル含有量、または約４．５％を超えるフェニル含有量、または約５％を超えるフェニル含有量、または約５．５％を超えるフェニル含有量、または約６％を超えるフェニル含有量、または約６．５％を超えるフェニル含有量、または約７％を超えるフェニル含有量、または約７．５％を超えるフェニル含有量、または約８％を超えるフェニル含有量、または約８．５％を超えるフェニル含有量、または約９％を超えるフェニル含有量、または約９．５％を超えるフェニル含有量、または約１０％を超えるフェニル含有量、または約２０％を超えるフェニル含有量、または約３０％を超えるフェニル含有量、または約４０％を超えるフェニル含有量、または約５０％を超えるフェニル含有量を有するシリコーンオイルである。

【０１５５】

態様では、液体光学材料は、約３５％を超えるフルオロ含有量を有し、約１％を超えるフェニル含有量、または約１．５％を超えるフェニル含有量、または約２％を超えるフェニル含有量、または約２．５％を超えるフェニル含有量、または約３％を超えるフェニル含有量、または約３．５％を超えるフェニル含有量、または約４％を超えるフェニル含有量、または約４．５％を超えるフェニル含有量、または約５％を超えるフェニル含有量、または約５．５％を超えるフェニル含有量、または約６％を超えるフェニル含有量、または約６．５％を超えるフェニル含有量、または約７％を超えるフェニル含有量、または約７．５％を超えるフェニル含有量、または約８％を超えるフェニル含有量、または約８．５％を超えるフェニル含有量、または約９％を超えるフェニル含有量、または約９．５％を超えるフェニル含有量、または約１０％を超えるフェニル含有量、または約２０％を超えるフェニル含有量、または約３０％を超えるフェニル含有量、または約４０％を超えるフェニル含有量、または約５０％を超えるフェニル含有量を有するシリコーンオイルである。

【０１５６】

態様では、液体光学材料は、約４０％を超えるフルオロ含有量を有し、約１％を超えるフェニル含有量、または約１．５％を超えるフェニル含有量、または約２％を超えるフェニル含有量、または約２．５％を超えるフェニル含有量、または約３％を超えるフェニル含有量、または約３．５％を超えるフェニル含有量、または約４％を超えるフェニル含有量、または約４．５％を超えるフェニル含有量、または約５％を超えるフェニル含有量、または約５．５％を超えるフェニル含有量、または約６％を超えるフェニル含有量、または約６．５％を超えるフェニル含有量、または約７％を超えるフェニル含有量、または約７．５％を超えるフェニル含有量、または約８％を超えるフェニル含有量、または約８．５％を超えるフェニル含有量、または約９％を超えるフェニル含有量、または約９．５％を超えるフェニル含有量、または約１０％を超えるフェニル含有量、または約２０％を超えるフェニル含有量、または約３０％を超えるフェニル含有量、または約４０％を超える

フェニル含有量、または約５０％を超えるフェニル含有量を有するシリコーンオイルである。

【０１５７】

態様では、液体光学材料は、約４５％を超えるフルオロ含有量を有し、約１％を超えるフェニル含有量、または約１．５％を超えるフェニル含有量、または約２％を超えるフェニル含有量、または約２．５％を超えるフェニル含有量、または約３％を超えるフェニル含有量、または約３．５％を超えるフェニル含有量、または約４％を超えるフェニル含有量、または約４．５％を超えるフェニル含有量、または約５％を超えるフェニル含有量、または約５．５％を超えるフェニル含有量、または約６％を超えるフェニル含有量、または約６．５％を超えるフェニル含有量、または約７％を超えるフェニル含有量、または約７．５％を超えるフェニル含有量、または約８％を超えるフェニル含有量、または約８．５％を超えるフェニル含有量、または約９％を超えるフェニル含有量、または約９．５％を超えるフェニル含有量、または約１０％を超えるフェニル含有量、または約２０％を超えるフェニル含有量、または約３０％を超えるフェニル含有量、または約４０％を超えるフェニル含有量、または約５０％を超えるフェニル含有量を有するシリコーンオイルである。

【０１５８】

態様では、液体光学材料は、約５０％を超えるフルオロ含有量を有し、約１％を超えるフェニル含有量、または約１．５％を超えるフェニル含有量、または約２％を超えるフェニル含有量、または約２．５％を超えるフェニル含有量、または約３％を超えるフェニル含有量、または約３．５％を超えるフェニル含有量、または約４％を超えるフェニル含有量、または約４．５％を超えるフェニル含有量、または約５％を超えるフェニル含有量、または約５．５％を超えるフェニル含有量、または約６％を超えるフェニル含有量、または約６．５％を超えるフェニル含有量、または約７％を超えるフェニル含有量、または約７．５％を超えるフェニル含有量、または約８％を超えるフェニル含有量、または約８．５％を超えるフェニル含有量、または約９％を超えるフェニル含有量、または約９．５％を超えるフェニル含有量、または約１０％を超えるフェニル含有量、または約２０％を超えるフェニル含有量、または約３０％を超えるフェニル含有量、または約４０％を超えるフェニル含有量、または約５０％を超えるフェニル含有量を有するシリコーンオイルである。

【０１５９】

態様では、液体光学材料は、約５５％を超えるフルオロ含有量を有し、約１％を超えるフェニル含有量、または約１．５％を超えるフェニル含有量、または約２％を超えるフェニル含有量、または約２．５％を超えるフェニル含有量、または約３％を超えるフェニル含有量、または約３．５％を超えるフェニル含有量、または約４％を超えるフェニル含有量、または約４．５％を超えるフェニル含有量、または約５％を超えるフェニル含有量、または約５．５％を超えるフェニル含有量、または約６％を超えるフェニル含有量、または約６．５％を超えるフェニル含有量、または約７％を超えるフェニル含有量、または約７．５％を超えるフェニル含有量、または約８％を超えるフェニル含有量、または約８．５％を超えるフェニル含有量、または約９％を超えるフェニル含有量、または約９．５％を超えるフェニル含有量、または約１０％を超えるフェニル含有量、または約２０％を超えるフェニル含有量、または約３０％を超えるフェニル含有量、または約４０％を超えるフェニル含有量、または約５０％を超えるフェニル含有量を有するシリコーンオイルである。

【０１６０】

態様では、液体光学材料は、約６０％を超えるフルオロ含有量を有し、約１％を超えるフェニル含有量、または約１．５％を超えるフェニル含有量、または約２％を超えるフェニル含有量、または約２．５％を超えるフェニル含有量、または約３％を超えるフェニル含有量、または約３．５％を超えるフェニル含有量、または約４％を超えるフェニル含有量、または約４．５％を超えるフェニル含有量、または約５％を超えるフェニル含有量、

または約５．５％を超えるフェニル含有量、または約６％を超えるフェニル含有量、または約６．５％を超えるフェニル含有量、または約７％を超えるフェニル含有量、または約７．５％を超えるフェニル含有量、または約８％を超えるフェニル含有量、または約８．５％を超えるフェニル含有量、または約９％を超えるフェニル含有量、または約９．５％を超えるフェニル含有量、または約１０％を超えるフェニル含有量、または約２０％を超えるフェニル含有量、または約３０％を超えるフェニル含有量、または約４０％を超えるフェニル含有量、または約５０％を超えるフェニル含有量を有するシリコーンオイルである。

【０１６１】

態様では、液体光学材料は、約６５％を超えるフルオロ含有量を有し、約１％を超えるフェニル含有量、または約１．５％を超えるフェニル含有量、または約２％を超えるフェニル含有量、または約２．５％を超えるフェニル含有量、または約３％を超えるフェニル含有量、または約３．５％を超えるフェニル含有量、または約４％を超えるフェニル含有量、または約４．５％を超えるフェニル含有量、または約５％を超えるフェニル含有量、または約５．５％を超えるフェニル含有量、または約６％を超えるフェニル含有量、または約６．５％を超えるフェニル含有量、または約７％を超えるフェニル含有量、または約７．５％を超えるフェニル含有量、または約８％を超えるフェニル含有量、または約８．５％を超えるフェニル含有量、または約９％を超えるフェニル含有量、または約９．５％を超えるフェニル含有量、または約１０％を超えるフェニル含有量、または約２０％を超えるフェニル含有量、または約３０％を超えるフェニル含有量、または約４０％を超えるフェニル含有量、または約５０％を超えるフェニル含有量を有するシリコーンオイルである。いくつかの実施態様では、液体光学材料は、約７０％を超えるフルオロ含有量を有し、約１％を超えるフェニル含有量、または約１．５％を超えるフェニル含有量、または約２％を超えるフェニル含有量、または約２．５％を超えるフェニル含有量、または約３％を超えるフェニル含有量、または約３．５％を超えるフェニル含有量、または約４％を超えるフェニル含有量、または約４．５％を超えるフェニル含有量、または約５％を超えるフェニル含有量、または約５．５％を超えるフェニル含有量、または約６％を超えるフェニル含有量、または約６．５％を超えるフェニル含有量、または約７％を超えるフェニル含有量、または約７．５％を超えるフェニル含有量、または約８％を超えるフェニル含有量、または約８．５％を超えるフェニル含有量、または約９％を超えるフェニル含有量、または約９．５％を超えるフェニル含有量、または約１０％を超えるフェニル含有量、または約２０％を超えるフェニル含有量、または約３０％を超えるフェニル含有量、または約４０％を超えるフェニル含有量、または約５０％を超えるフェニル含有量を有するシリコーンオイルである。

【０１６２】

態様では、液体光学材料は、約７５％を超えるフルオロ含有量を有し、約１％を超えるフェニル含有量、または約１．５％を超えるフェニル含有量、または約２％を超えるフェニル含有量、または約２．５％を超えるフェニル含有量、または約３％を超えるフェニル含有量、または約３．５％を超えるフェニル含有量、または約４％を超えるフェニル含有量、または約４．５％を超えるフェニル含有量、または約５％を超えるフェニル含有量、または約５．５％を超えるフェニル含有量、または約６％を超えるフェニル含有量、または約６．５％を超えるフェニル含有量、または約７％を超えるフェニル含有量、または約７．５％を超えるフェニル含有量、または約８％を超えるフェニル含有量、または約８．５％を超えるフェニル含有量、または約９％を超えるフェニル含有量、または約９．５％を超えるフェニル含有量、または約１０％を超えるフェニル含有量、または約２０％を超えるフェニル含有量、または約３０％を超えるフェニル含有量、または約４０％を超えるフェニル含有量、または約５０％を超えるフェニル含有量を有するシリコーンオイルである。

【０１６３】

態様では、液体光学材料は、約８０％を超えるフルオロ含有量を有し、約１％を超える

フェニル含有量、または約１．５％を超えるフェニル含有量、または約２％を超えるフェニル含有量、または約２．５％を超えるフェニル含有量、または約３％を超えるフェニル含有量、または約３．５％を超えるフェニル含有量、または約４％を超えるフェニル含有量、または約４．５％を超えるフェニル含有量、または約５％を超えるフェニル含有量、または約５．５％を超えるフェニル含有量、または約６％を超えるフェニル含有量、または約６．５％を超えるフェニル含有量、または約７％を超えるフェニル含有量、または約７．５％を超えるフェニル含有量、または約８％を超えるフェニル含有量、または約８．５％を超えるフェニル含有量、または約９％を超えるフェニル含有量、または約９．５％を超えるフェニル含有量、または約１０％を超えるフェニル含有量、または約２０％を超えるフェニル含有量、または約３０％を超えるフェニル含有量、または約４０％を超えるフェニル含有量、または約５０％を超えるフェニル含有量を有するシリコーンオイルである。

【０１６４】

態様では、液体光学材料は、約８５％を超えるフルオロ含有量を有し、約１％を超えるフェニル含有量、または約１．５％を超えるフェニル含有量、または約２％を超えるフェニル含有量、または約２．５％を超えるフェニル含有量、または約３％を超えるフェニル含有量、または約３．５％を超えるフェニル含有量、または約４％を超えるフェニル含有量、または約４．５％を超えるフェニル含有量、または約５％を超えるフェニル含有量、または約５．５％を超えるフェニル含有量、または約６％を超えるフェニル含有量、または約６．５％を超えるフェニル含有量、または約７％を超えるフェニル含有量、または約７．５％を超えるフェニル含有量、または約８％を超えるフェニル含有量、または約８．５％を超えるフェニル含有量、または約９％を超えるフェニル含有量、または約９．５％を超えるフェニル含有量、または約１０％を超えるフェニル含有量、または約２０％を超えるフェニル含有量、または約３０％を超えるフェニル含有量、または約４０％を超えるフェニル含有量、または約５０％を超えるフェニル含有量を有するシリコーンオイルである。

【０１６５】

態様では、液体光学材料は、約９０％を超えるフルオロ含有量を有し、約１％を超えるフェニル含有量、または約１．５％を超えるフェニル含有量、または約２％を超えるフェニル含有量、または約２．５％を超えるフェニル含有量、または約３％を超えるフェニル含有量、または約３．５％を超えるフェニル含有量、または約４％を超えるフェニル含有量、または約４．５％を超えるフェニル含有量、または約５％を超えるフェニル含有量、または約５．５％を超えるフェニル含有量、または約６％を超えるフェニル含有量、または約６．５％を超えるフェニル含有量、または約７％を超えるフェニル含有量、または約７．５％を超えるフェニル含有量、または約８％を超えるフェニル含有量、または約８．５％を超えるフェニル含有量、または約９％を超えるフェニル含有量、または約９．５％を超えるフェニル含有量、または約１０％を超えるフェニル含有量、または約２０％を超えるフェニル含有量、または約３０％を超えるフェニル含有量、または約４０％を超えるフェニル含有量、または約５０％を超えるフェニル含有量を有するシリコーンオイルである。

【０１６６】

態様では、液体光学材料は、約９５％を超えるフルオロ含有量を有し、約１％を超えるフェニル含有量、または約１．５％を超えるフェニル含有量、または約２％を超えるフェニル含有量、または約２．５％を超えるフェニル含有量、または約３％を超えるフェニル含有量、または約３．５％を超えるフェニル含有量、または約４％を超えるフェニル含有量、または約４．５％を超えるフェニル含有量、または約５％を超えるフェニル含有量、または約５．５％を超えるフェニル含有量、または約６％を超えるフェニル含有量、または約６．５％を超えるフェニル含有量、または約７％を超えるフェニル含有量、または約７．５％を超えるフェニル含有量、または約８％を超えるフェニル含有量、または約８．５％を超えるフェニル含有量、または約９％を超えるフェニル含有量、または約９．５％

を超えるフェニル含有量、または約１０％を超えるフェニル含有量、または約２０％を超えるフェニル含有量、または約３０％を超えるフェニル含有量、または約４０％を超えるフェニル含有量、または約５０％を超えるフェニル含有量を有するシリコーンオイルである。

【０１６７】

態様では、液体光学材料は、約１００％のフルオロ含有量を有し、約１％を超えるフェニル含有量、または約１．５％を超えるフェニル含有量、または約２％を超えるフェニル含有量、または約２．５％を超えるフェニル含有量、または約３％を超えるフェニル含有量、または約３．５％を超えるフェニル含有量、または約４％を超えるフェニル含有量、または約４．５％を超えるフェニル含有量、または約５％を超えるフェニル含有量、または約５．５％を超えるフェニル含有量、または約６％を超えるフェニル含有量、または約６．５％を超えるフェニル含有量、または約７％を超えるフェニル含有量、または約７．５％を超えるフェニル含有量、または約８％を超えるフェニル含有量、または約８．５％を超えるフェニル含有量、または約９％を超えるフェニル含有量、または約９．５％を超えるフェニル含有量、または約１０％を超えるフェニル含有量、または約２０％を超えるフェニル含有量、または約３０％を超える上フェニル含有量、または約４０％を超えるフェニル含有量、または約５０％を超えるフェニル含有量を有するシリコーンオイルである。

【０１６８】

組成物

一態様では、液体光学材料が提供される。液体光学材料は、本明細書では代替的に「組成物」と呼ばれる。液体光学材料は、本明細書に記載のフルオロシリコーンポリマーおよび／またはコポリマーを含む。例えば、組成物は、式（Ｉ）、式（Ａ）、式（Ｂ）の複数のコポリマー、または式（ＶＩＩ）～（ＸＶＩ）のポリマーもしくはコポリマーのいずれか１つを含み得る。態様では、組成物は、式（Ｉ）の複数のコポリマーを含む。態様では、組成物は、式（Ａ）の複数のコポリマーを含む。態様では、組成物は、式（Ｂ）の複数のコポリマーを含む。

【０１６９】

本開示の目的のために、「式（Ｉ）の複数のコポリマーを含む組成物」という句は、「式（Ｉ）のコポリマーを含む組成物」という句と同等である。同様に、「式（Ａ）の複数のコポリマーを含む組成物」という句は、「式（Ａ）のコポリマーを含む組成物」という句と同等である。同様に、「式（Ｂ）の複数のコポリマーを含む組成物」という句は、「式（Ｂ）のコポリマーを含む組成物」という句と同等である。この言語は、式（ＶＩＩ）～（ＸＶＩ）のポリマーおよびコポリマーにも同様に適用できる。

【０１７０】

式（Ｉ）、式（Ａ）、式（Ｂ）、または式（ＶＩＩ）～（ＸＶＩ）のいずれか１つの複数のコポリマーを含むことに加えて、組成物は、１つ以上の不純物をさらに含み得る。「不純物」は、レンズに使用される組成物中に存在する任意の望ましくない化合物である。例えば、不純物には、コポリマーおよび／または反応生成物（例えば、式（Ｉ）、式（Ａ）、式（Ｂ）、または生成されることが意図されている式（ＶＩＩ）～（ＸＶＩ）のいずれか１つのコポリマーの範囲外である任意のポリマーまたはコポリマー）を生成するために使用される触媒および／または反応物（例えば、式（Ｅ）および（Ｄ）の化合物などの出発物質）が含まれる。例えば、不純物は、式（Ｉ）、式（Ａ）、式（Ｂ）、または式（ＶＩＩ）～（ＸＶＩ）のいずれか１つのコポリマーの所望の分子量よりも高いまたは低い分子量を有するコポリマー（すなわち、反応生成物）であり得る。例えば、所望のコポリマーの分子量よりも低い分子量を有する化合物は、レンズのシリコーンエラストマーを膨潤させる可能性があるため、不純物である（すなわち、望ましくない）。所望のコポリマーの分子量よりも大きい分子量を有する化合物は、それが組成物の粘度を増加させる可能性があるため、不純物である（すなわち、望ましくない）。

【０１７１】

態様では、本開示は、式（Ｉ）のコポリマーおよび１つ以上の不純物を含む組成物を提

供する。態様では、本開示は、式（Ａ）のコポリマーおよび１つ以上の不純物を含む組成物を提供する。態様では、本開示は、式（Ｂ）のコポリマーおよび１つ以上の不純物を含む組成物を提供する。態様では、本開示は、式（ＶＩＩ）～（ＸＶＩ）のいずれか１つのコポリマーおよび１つ以上の不純物を含む組成物を提供する。

【０１７２】

不純物が組成物中に存在する場合、不純物は、組成物の総量の約２５重量％以下の量で存在する。態様では、不純物は、約２０重量％以下の量で存在する。態様では、不純物は、約１５重量％以下の量で存在する。態様では、不純物は、約１０重量％以下の量で存在する。態様では、不純物は、約９重量％以下の量で存在する。態様では、不純物は、約８重量％以下の量で存在する。態様では、不純物は、約７重量％以下の量で存在する。態様では、不純物は、約６重量％以下の量で存在する。態様では、不純物は、約５重量％以下の量で存在する。態様では、不純物は、約４．５重量％以下の量で存在する。態様では、不純物は、約４重量％以下の量で存在する。態様では、不純物は、約３．５重量％以下の量で存在する。態様では、不純物は、約３重量％以下の量で存在する。態様では、不純物は、約２．５重量％以下の量で存在する。態様では、不純物は、約２重量％以下の量で存在する。態様では、不純物は、約１．５重量％以下の量で存在する。態様では、不純物は、約１重量％以下の量で存在する。態様では、不純物は、約０．５重量％以下の量で存在する。態様では、不純物は、約０．１重量％以下の量で存在する。

【０１７３】

液体光学材料は、固体光学構成要素と実質的に屈折率が整合している。ポリジパーフルオロメチルシリコーンまたはポリ（ジメチルシロキサン）（ＰＤＭＳ）などの完全にフッ素化されたシリコーンポリマーは、完全な炭化水素官能基を有するシリコーン鎖の屈折率よりも低い屈折率を有する。ＰＤＭＳは屈折率１．４０を有し、フェニル官能性は屈折率を増加させる。レンズ本体の固体エラストマー成分がＰＤＭＳである場合、液体光学材料は、化学的性質のためのフッ素化官能基および光学特性のための炭化水素官能基の両方を有するポリマーであり得る。

【０１７４】

液体光学材料の屈折率は、好ましくは、ジフェニルシリコーンの屈折率とフルオロシリコーンの屈折率との間の屈折率である。態様では、液体光学材料は、約１．４０～約１．５０の屈折率を有する。態様では、液体光学材料は、約１．４１～約１．４９の屈折率を有する。態様では、液体光学材料は、約１．４１～約１．４８の屈折率を有する。態様では、液体光学材料は、約１．４１～約１．４７の屈折率を有する。態様では、液体光学材料は、約１．４１～約１．４６の屈折率を有する。態様では、液体光学材料は、約１．４２～約１．４８の屈折率を有する。態様では、液体光学材料は、約１．４３～約１．４７の屈折率を有する。態様では、液体光学材料は、約１．４３～約１．４６の屈折率を有する。態様では、液体光学材料は、約１．４３～約１．４６の屈折率を有する。態様では、液体光学材料は、約１．４３～約１．４５の屈折率を有する。態様では、液体光学材料は、約１．４４～約１．４６の屈折率を有する。態様では、液体光学材料は、１．４１～１．４６の屈折率を有する。液体光学材料の屈折率は、１．４１～１．４６、または１．４３～約１．４５に調整され得る。屈折率は、屈折計を用いて２０℃で測定される。本明細書で使用される調整（ｔｕｎｉｎｇ）は、例えば、所望の屈折率および／または溶解度を有する官能化シリコーンベースポリマーを生成するビニル末端化およびビニル官能化シリコーンポリマー上に関連する官能基を修飾することを意味する。

【０１７５】

態様では、液体光学材料は、４００ｎｍ～７００ｎｍの可視範囲で少なくとも８０％の光透過率を有する。態様では、液体光学材料は、４００ｎｍ～７００ｎｍの可視範囲で少なくとも８５％の光透過率を有する。態様では、液体光学材料は、４００ｎｍ～７００ｎｍの可視範囲で少なくとも９０％の光透過率を有する。態様では、液体光学材料は、４００ｎｍ～７００ｎｍの可視範囲で少なくとも９１％の光透過率を有する。態様では、液体光学材料は、４００ｎｍ～７００ｎｍの可視範囲で少なくとも９２％の光透過率を有する

。態様では、液体光学材料は、４００ｎｍ～７００ｎｍの可視範囲で少なくとも９３％の光透過率を有する。態様では、液体光学材料は、４００ｎｍ～７００ｎｍの可視範囲で少なくとも９４％の光透過率を有する。態様では、液体光学材料は、４００ｎｍ～７００ｎｍの可視範囲で少なくとも９５％の光透過率を有する。態様では、液体光学材料は、４００ｎｍ～７００ｎｍの可視範囲で少なくとも９６％の光透過率を有する。態様では、液体光学材料は、４００ｎｍ～７００ｎｍの可視範囲で少なくとも９７％の光透過率を有する。態様では、液体光学材料は、４００ｎｍ～７００ｎｍの可視範囲で少なくとも９８％の光透過率を有する。態様では、液体光学材料は、４００ｎｍ～７００ｎｍの可視範囲で少なくとも９９％の光透過率を有する。態様では、液体光学材料は、粒子の散乱が実質的にない。態様では、液体光学材料は、可視４００～７００ｎｍ内で９５％の透過率を有し、粒子の散乱が実質的にない。光透過率は、ＵＶ－Ｖｉｓ分光光度計で測定される。

【０１７６】

実施形態では、液体光学材料は、１０ｃＰ～５０，０００ｃＰの粘度を有する。態様では、液体光学材料は、約１００ｃＰ～約２０，０００ｃＰの粘度を有する。態様では、液体光学材料は、約１００ｃＰ～約１０，０００ｃＰの粘度を有する。態様では、液体光学材料は、約５００ｃＰ～約５，０００ｃＰの粘度を有する。態様では、液体光学材料は、約５００ｃＰ～約４，０００ｃＰの粘度を有する。態様では、液体光学材料は、約５００ｃＰ～約３，０００ｃＰの粘度を有する。態様では、液体光学材料は、約５００ｃＰ～約２，５００ｃＰの粘度を有する。態様では、液体光学材料は、約１，０００ｃＰ～約２，０００ｃＰの粘度を有する。粘度は、例えば、ブルックフィールド粘度計を用いて室温で測定される。態様では、室温は約１８℃～約２２℃である。態様では、室温は２０℃である。

【０１７７】

液体光学材料は、シリコーンレンズ（例えば、ＰＤＭＳまたはポリ（ジ－ｎ－ペンチルシリレン））を約５％を超えて膨潤させない。態様では、液体光学材料は、シリコーンレンズを約４％を超えて膨潤させない。態様では、液体光学材料は、シリコーンレンズを約３％を超えて膨潤させない。態様では、液体光学材料は、シリコーンレンズを約２％を超えて膨潤させない。態様では、液体光学材料は、シリコーンレンズを約１％を超えて膨潤させない。態様では、液体光学材料は、シリコーンレンズを０．５％を超えて膨潤させない。液体光学材料は、非吸湿性であり、水性環境にあるときに体積を維持する。

【０１７８】

レンズ

本明細書で提供されるのは、以下を含むレンズである：（ｉ）屈折光学素子（ｒｅｆｒａｃｔｉｖｅ　ｏｐｔｉｃａｌ　ｅｌｅｍｅｎｔ）を含む前方部分、（ｉｉ）後方部分、および（ｉｉｉ）前方部分と後方部分との間の囲まれた空洞であって、囲まれた空洞が本明細書に記載のコポリマーを含む、囲まれた空洞。態様では、コポリマーは式（Ｉ）のものである。態様では、コポリマーは式（Ａ）のものである。態様では、コポリマーは式（Ｂ）のものである。態様では、レンズは写真レンズ（例えば、カメラレンズ）である。態様では、レンズは拡大レンズである。例示的な拡大レンズとしては、眼鏡レンズ、コンタクトレンズ、カメラレンズ、イメージングレンズ、顕微鏡レンズ、望遠鏡レンズ、単眼レンズ、両眼レンズ、プロジェクターレンズ、スポッティングスコープレンズ、望遠鏡ガンサイトレンズ、セオドライトレンズ、医療機器レンズなどが挙げられる。態様では、レンズは、コンタクトレンズである。態様では、レンズは、眼内レンズである。態様では、レンズは、凹レンズである。態様では、レンズは、凸レンズである。実施形態では、前方部分および後方部分は、シリコーンエラストマーを含む。

【０１７９】

態様では、以下を含むレンズが提供される：（ｉ）屈折光学素子を含む前方部分、（ｉｉ）後方部分、および（ｉｉｉ）前方部分と後方部分との間の囲まれた空洞であって、囲まれた空洞が本明細書に記載の液体光学材料を含む、囲まれた空洞。態様では、液体光学材料は、式（Ｉ）の複数のコポリマーを含む。態様では、液体光学材料は、式（Ａ）の複

数のコポリマーを含む。態様では、液体光学材料は、式（Ｂ）の複数のコポリマーを含む。態様では、レンズは写真レンズ（例えば、カメラレンズ）である。態様では、レンズは、拡大レンズである。例示的な拡大レンズとしては、眼鏡レンズ、コンタクトレンズ、カメラレンズ、イメージングレンズ、顕微鏡レンズ、望遠鏡レンズ、単眼レンズ、両眼レンズ、プロジェクターレンズ、スポッティングスコープレンズ、望遠鏡ガンサイトレンズ、セオドライトレンズ、医療機器レンズなどが挙げられる。態様では、レンズは、コンタクトレンズである。態様では、レンズは、眼内レンズである。態様では、レンズは、凹レンズである。態様では、レンズは、凸レンズである。実施形態では、前方部分および後方部分は、シリコーンエラストマーを含む。

【０１８０】

実施形態では、眼内レンズは、本開示の他のセクションで詳細に記載されている構造および／または構成要素を有する。各実施形態または態様では、それらに記載されているレンズは、本明細書に記載されている液体光学材料を含有し得る。

【０１８１】

態様では、白内障の治療を必要とする患者の眼の白内障を治療するための方法が提供され、方法は、本明細書に記載の眼内レンズを患者の眼に挿入することを含む。眼内レンズを患者の眼に挿入するための方法は、当該技術分野でよく知られている。

【０１８２】

コポリマーの作製方法

態様では、本明細書ではポリマーまたはコポリマーを生成するためのプロセスが記載されており、プロセスは、（ｉ）R^{60}置換アルキルまたはR^{60}置換アリールを式（Ｃ）のコポリマーと接触させて、式（Ｉ）、（Ａ）または（Ｂ）のコポリマーを含む組成物を生成することと、（ｉｉ）組成物から不純物を除去し、それにより、式（Ｉ）、（Ａ）、または（Ｂ）のコポリマーを生成することと、を含む。

【０１８３】

R^{60}は、独立して、フッ素、R^{61}置換アルキル（例えば、C_1－C_8、C_1－C_6、C_1－C_4、もしくはC_1－C_2）、R^{61}置換ヘテロアルキル（例えば、２～８員、２～６員、４～６員、２～３員、もしくは４～５員）、R^{61}置換アリール（例えば、C_6－C_{10}もしくはフェニル）、またはR^{61}ヘテロアリール（例えば、５～１０員、５～９員、５～６員）であり、R^{61}は、独立して、フッ素である。態様では、R^{60}は、独立して、フッ素、R^{61}置換アルキル、R^{61}置換ヘテロアルキル、R^{61}置換アリール、またはR^{61}置換ヘテロアリールである。R^{61}は、独立して、フッ素である。態様では、R^{60}は、独立して、R^{61}置換アルケニルであり、R^{61}は、独立して、フッ素である。

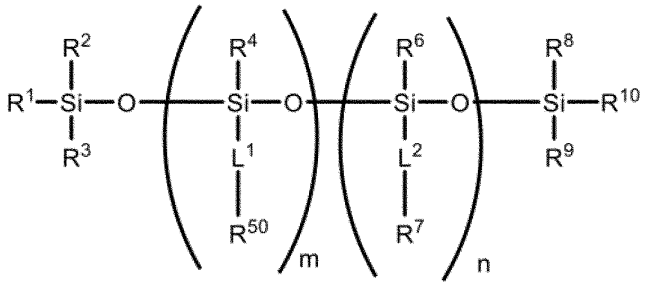
【０１８４】

態様では、R^{60}は、独立して、フッ素である。態様では、R^{60}は、独立して、少なくとも１つのフッ素で置換されたC_1－C_6アルキルである。態様では、R^{60}は、独立して、少なくとも１つのフッ素で置換されたメチルである。態様では、R^{60}は、独立して、－CF_3である。態様では、R^{60}は、独立して、－CHF_2である。態様では、R^{60}は、独立して、－CH_2Fである。態様では、R^{60}は、独立して、少なくとも１つのフッ素で置換されたエチルである。態様では、R^{60}は、独立して、少なくとも１つのフッ素で置換されたプロピルである。態様では、R^{60}は、独立して、少なくとも１つのフッ素で置換されたブチルである。

【０１８５】

式（Ｃ）のコポリマーは、

【化２０】



（Ｃ）

であり、式中、Ｒ^{1}、Ｒ^{2}、Ｒ^{3}、Ｒ^{4}、Ｒ^{6}、Ｒ^{7}、Ｒ^{8}、Ｒ^{9}、Ｒ^{10}、Ｌ^{1}、Ｌ^{2}、ｍ、およびｎは、式（Ｉ）および式（Ａ）の化合物について本明細書に記載されているとおりである。

【０１８６】

Ｒ^{50}は、水素、置換もしくは非置換アルキル、または置換もしくは非置換アリールである。態様では、Ｒ^{50}は、水素、置換もしくは非置換アルキル（例えば、Ｃ$_{1}$－Ｃ$_{8}$、Ｃ$_{1}$－Ｃ$_{6}$、Ｃ$_{1}$－Ｃ$_{4}$、もしくはＣ$_{1}$－Ｃ$_{2}$）、または置換もしくは非置換アリール（例えば、Ｃ$_{6}$－Ｃ$_{10}$もしくはフェニル）である。態様では、Ｒ^{50}は、独立して、非置換メチルである。態様では、Ｒ^{50}は、独立して、非置換エチルである。態様では、Ｒ^{50}は、独立して、非置換プロピルである。態様では、Ｒ^{50}は、独立して、非置換プロピルである。態様では、Ｒ^{50}は、独立して、非置換ブチルである。態様では、Ｒ^{50}は、独立して、非置換フェニルである。態様では、Ｒ^{50}は、独立して、非置換ナフチルである。

【０１８７】

有機溶媒または溶媒混合物を使用して組成物から不純物を除去して、所望の部分から不要な部分を分離する。不純物の除去および分離は、化学的構成（すなわち、官能基）またはその部分の分子量に基づき得る。

【０１８８】

態様では、組成物から不純物を除去することは、組成物を有機溶媒で洗浄して、組成物から不純物を除去することを含む。態様では、有機溶媒は、ジメチルスルホキシド（ＤＭＳＯ）、ジメチルホルムアミド（ＤＭＦ）、アセトニトリル、ジメチルアセトアミド（ＤＭＡ）、アセトン、テトラヒドロフラン、ジオキサン、Ｎ－メチル－２－ピロリドン（ＮＭＰ）、ジエチルエーテル、メタノール、エタノール、イソプロパノール、ピリジン、酢酸、トリエチルアミン（ＴＥＡ）、ジイソプロピルエチルアミン（ＤＩＰＥＡ）、四塩化炭素、クロロホルム、ジクロロメタン、水、Ｄ$_{2}$Ｏ、ヘキサン、シクロヘキサン、ペンタン、２－メチルペンタン、３－メチルペンタン、２，３－ジメチルブタン、２，２－ジメチルブタン、ヘプタン、オクタン、キシレン、ベンゼン、トルエン、またはこれらの２つ以上の組み合わせである。態様では、有機溶媒は、ヘキサンである。態様では、有機溶媒は、ジクロロメタンである。態様では、有機溶媒は、ヘキサンおよびジクロロメタンの混合物である。態様では、有機溶媒は、ヘキサンおよびＤＭＳＯの混合物である。態様では、有機溶媒は、ヘキサンおよびＤＭＦの混合物である。態様では、有機溶媒は、ヘキサンおよびＤＭＡの混合物である。

【０１８９】

態様では、組成物から不純物を除去することは、組成物から不純物を除去するために液体炭化水素で組成物を洗浄することを含む。態様では、液体炭化水素は、ヘキサン、シクロヘキサン、ペンタン、２－メチルペンタン、３－メチルペンタン、２，３－ジメチルブタン、２，２－ジメチルブタン、ヘプタン、オクタン、キシレン、ベンゼン、またはトルエンである。態様では、液体炭化水素は、ヘキサンである。態様では、液体炭化水素は、シクロヘキサンである。態様では、液体炭化水素は、ペンタンである。態様では、液体炭化水素は、２－メチルペンタンである。態様では、液体炭化水素は、３－メチルペンタンである。態様では、液体炭化水素は、２，３－ジメチルブタンである。態様では、液体炭

化水素は、２，２－ジメチルブタンである。態様では、液体炭化水素は、ヘプタンである。態様では、液体炭化水素は、オクタンである。態様では、液体炭化水素は、キシレンである。態様では、液体炭化水素は、ベンゼンである。態様では、液体炭化水素は、トルエンである。

【０１９０】

態様では、組成物から不純物を除去することは、超臨界CO_2を用いて組成物から不純物を抽出することを含む。

【０１９１】

態様では、プロセスは、組成物を少なくとも１回洗浄することを含む。態様では、プロセスは、組成物を少なくとも２回洗浄することを含む。態様では、プロセスは、組成物を少なくとも３回洗浄することを含む。態様では、プロセスは、組成物を少なくとも４回洗浄することを含む。態様では、プロセスは、組成物を少なくとも５回洗浄することを含む。態様では、プロセスは、組成物を少なくとも６回洗浄することを含む。態様では、プロセスは、組成物を少なくとも７回洗浄することを含む。態様では、プロセスは、組成物を少なくとも８回洗浄することを含む。態様では、プロセスは、組成物を少なくとも９回洗浄することを含む。態様では、プロセスは、組成物を少なくとも１０回洗浄することを含む。態様では、プロセスは、組成物を少なくとも１１回洗浄することを含む。態様では、プロセスは、組成物を少なくとも１２回洗浄することを含む。態様では、プロセスは、組成物を少なくとも１３回洗浄することを含む。態様では、プロセスは、組成物を少なくとも１４回洗浄することを含む。態様では、プロセスは、組成物を少なくとも１５回洗浄することを含む。態様では、プロセスは、組成物を少なくとも１６回洗浄することを含む。態様では、プロセスは、組成物を少なくとも１７回洗浄することを含む。態様では、プロセスは、組成物を少なくとも１８回洗浄することを含む。態様では、プロセスは、組成物を少なくとも１９回洗浄することを含む。態様では、プロセスは、組成物を少なくとも２０回洗浄することを含む。

【０１９２】

態様では、組成物から不純物を除去することは、組成物をシリコーンエラストマーと接触させることを含む。態様では、接触は、約２５℃～約３００℃の温度で起こる。態様では、接触は、約５０℃～約２５０℃の温度で起こる。態様では、接触は、約６０℃～約１２５℃の温度で起こる。態様では、接触は、約７０℃～約１１０℃の温度で起こる。態様では、接触は、約８０℃～約１００℃の温度で起こる。態様では、接触は、組成物をシリコーンエラストマーと約１分～約１時間接触させて配置することによって起こる。シリコーンエラストマーは、当該技術分野で知られている任意のものであってもよい。態様では、シリコーンエラストマーは、組成物が封入されるレンズを形成するように使用される同じシリコーンエラストマーである。全体を通して記載されるように、液体光学材料は、レンズのシリコーンエラストマーと相互作用しない。したがって、組成物をシリコーンエラストマーと接触させると、不純物（例えば、低分子量コポリマーまたは反応物）がシリコーンエラストマーとの共有結合または非共有結合から離れることができるため、最終組成物がレンズの液体光学材料として使用される前に、不純物を最終組成物から除去することができる。態様では、組成物をシリコーンエラストマーと接触させるステップは、組成物を洗浄するステップの後に実行される。

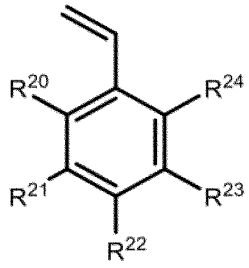
【０１９３】

態様では、ステップ（ｉ）は、R^{60}置換アリールを式（Ｃ）のコポリマーと接触させて、式（Ｉ）、（Ａ）、または（Ｂ）のコポリマーを含む組成物を生成することを含み、式中、R^{60}は、フッ素または少なくとも１つのフッ素で置換されたC_1－C_6アルキルである。

【０１９４】

態様では、R^{60}置換アリールは、式（Ｄ）の化合物である、

【化２１】



（ＩＶ）

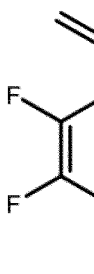
。

Ｒ２０、Ｒ２１、Ｒ２２、Ｒ２３、およびＲ２４は、本明細書に記載のとおりである。態様では、Ｒ２０、Ｒ２１、Ｒ２２、Ｒ２３、およびＲ２４は、各々独立して、水素、フッ素、または少なくとも１つのフッ素で置換されたＣ１－Ｃ４アルキルであるが、ただし、Ｒ２０、Ｒ２１、Ｒ２２、Ｒ２３、およびＲ２４は、すべて水素ではない。

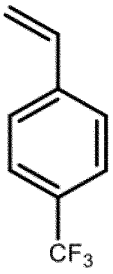
【０１９５】

態様では、式（Ｄ）の化合物は、式（Ｄ１）、（Ｄ２）、または（Ｄ３）の化合物である。

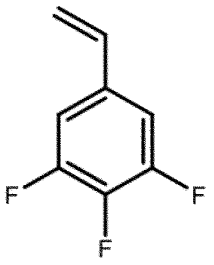
【化２２】



（Ｄ１）、



（Ｄ２）、または



（Ｄ３）

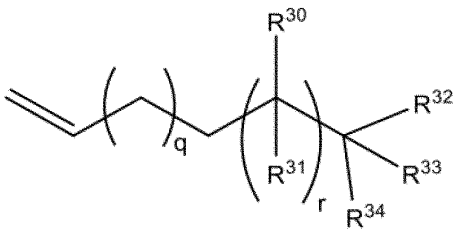
【０１９６】

態様では、ステップ（ｉ）は、Ｒ６０置換アルキルを式（Ｃ）のコポリマーと接触させて、式（Ｉ）、（Ａ）、または（Ｂ）のコポリマーを含む組成物を生成することを含み、式中、Ｒ６０は、フッ素または少なくとも１つのフッ素で置換されたＣ１－Ｃ６アルキルである。

【０１９７】

態様では、Ｒ６０置換アルキルは、式（Ｖ）の化合物である。

【化２３】



（Ｖ）

【０１９８】

ｑおよびｒは、各々独立して、０～６の整数であり、Ｒ３０、Ｒ３１、Ｒ３２、Ｒ３３、およびＲ３４は、各々独立して、水素、フッ素、または少なくとも１つのフッ素で置換されたＣ１－Ｃ４アルキルであるが、ただし、Ｒ３０、Ｒ３１、Ｒ３２、Ｒ３３、およびＲ３４は、すべて水素ではない。

【０１９９】

態様では、R^{30}は、独立して、水素である。態様では、R^{30}は、独立して、フッ素である。態様では、R^{30}は、独立して、少なくとも１つのフッ素で置換されたC_1－C_4アルキルである。態様では、R^{30}は、独立して、少なくとも１つのフッ素で置換されたメチルである。態様では、R^{30}は、独立して、－CF_3である。態様では、R^{30}は、独立して、－CHF_2である。態様では、R^{30}は、独立して、－CH_2Fである。態様では、R^{30}は、独立して、少なくとも１つのフッ素で置換されたエチルである。態様では、R^{30}は、独立して、少なくとも１つのフッ素で置換されたｎ－プロピルである。態様では、R^{30}は、独立して、少なくとも１つのフッ素で置換されたイソプロピルである。態様では、R^{30}は、独立して、少なくとも１つのフッ素で置換されたｎ－ブチルである。態様では、R^{30}は、独立して、少なくとも１つのフッ素で置換されたｔｅｒｔ－ブチルである。

【０２００】

態様では、R^{31}は、水素である。態様では、R^{31}は、フッ素である。態様では、R^{31}は、少なくとも１つのフッ素で置換されたC_1－C_4アルキルである。態様では、R^{31}は、少なくとも１つのフッ素で置換されたメチルである。態様では、R^{31}は、－CF_3である。態様では、R^{31}は、－CHF_2である。態様では、R^{31}は、－CH_2Fである。態様では、R^{31}は、少なくとも１つのフッ素で置換されたエチルである。態様では、R^{31}は、少なくとも１つのフッ素で置換されたｎ－プロピルである。態様では、R^{31}は、少なくとも１つのフッ素で置換されたイソプロピルである。態様では、R^{31}は、少なくとも１つのフッ素で置換されたｎ－ブチルである。態様では、R^{31}は、少なくとも１つのフッ素で置換されたｔｅｒｔ－ブチルである。

【０２０１】

態様では、R^{32}は、水素である。態様では、R^{32}は、フッ素である。態様では、R^{32}は、少なくとも１つのフッ素で置換されたC_1－C_4アルキルである。態様では、R^{32}は、少なくとも１つのフッ素で置換されたメチルである。態様では、R^{32}は、－CF_3である。態様では、R^{32}は、－CHF_2である。態様では、R^{32}は、－CH_2Fである。態様では、R^{32}は、少なくとも１つのフッ素で置換されたエチルである。態様では、R^{32}は、少なくとも１つのフッ素で置換されたｎ－プロピルである。態様では、R^{32}は、少なくとも１つのフッ素で置換されたイソプロピルである。態様では、R^{32}は、少なくとも１つのフッ素で置換されたｎ－ブチルである。態様では、R^{32}は、少なくとも１つのフッ素で置換されたｔｅｒｔ－ブチルである。

【０２０２】

態様では、R^{33}は、水素である。態様では、R^{33}は、フッ素である。態様では、R^{33}は、少なくとも１つのフッ素で置換されたC_1－C_4アルキルである。態様では、R^{33}は、少なくとも１つのフッ素で置換されたメチルである。態様では、R^{33}は、－CF_3である。態様では、R^{33}は、－CHF_2である。態様では、R^{33}は、－CH_2Fである。態様では、R^{33}は、少なくとも１つのフッ素で置換されたエチルである。態様では、R^{33}は、少なくとも１つのフッ素で置換されたｎ－プロピルである。態様では、R^{33}は、少なくとも１つのフッ素で置換されたイソプロピルである。態様では、R^{33}は、少なくとも１つのフッ素で置換されたｎ－ブチルである。態様では、R^{33}は、少なくとも１つのフッ素で置換されたｔｅｒｔ－ブチルである。

【０２０３】

態様では、R^{34}は、水素である。態様では、R^{34}は、フッ素である。態様では、R^{34}は、少なくとも１つのフッ素で置換されたC_1－C_4アルキルである。態様では、R^{34}は、少なくとも１つのフッ素で置換されたメチルである。態様では、R^{34}は、－CF_3である。態様では、R^{34}は、－CHF_2である。態様では、R^{34}は、－CH_2Fである。態様では、R^{34}は、少なくとも１つのフッ素で置換されたエチルである。態様では、R^{34}は、少なくとも１つのフッ素で置換されたｎ－プロピルである。態様では、R^{34}は、少なくとも１つのフッ素で置換されたイソプロピルである。態様では、R^{34}は、少なくとも１つのフッ素で置換されたｎ－ブチルである。態様では、R^{34}は、少なくとも１つの

フッ素で置換されたｔｅｒｔ－ブチルである。
【０２０４】
レンズ
本明細書に記載のフルオロシリコーンコポリマーは、液体光学材料としてレンズの流体チャンバ内に組み込まれ得る。液体光学材料と固体光学構成要素の組み合わせは、レンズの構成に関係なく、安定した光学的に優れたレンズを設計するのに役立つ。液体光学材料を組み込んだレンズは、構成および移植の位置が異なり得る。例えば、レンズは形状を変化させないＩＯＬであり得、または、レンズは形状を変えるＩＯＬであり得る。ＩＯＬは、水晶体嚢内に完全にまたは部分的に移植するように構成され得る。ＩＯＬは、毛様体溝内などの水晶体嚢の外側に、完全にまたは部分的に移植するように構成され得る。以下に記載するのは、固体光学構成要素内に含有される液体光学材料を有するＩＯＬの例である。しかしながら、本明細書では、様々なＩＯＬシステムのいずれかが考慮されることを理解されたい。図４Ａ～４Ｆ、５Ａ～５Ｆ、および６Ａ～６Ｃに関して本明細書に記載されているレンズは、本明細書に記載されているものなどの様々な液体光学材料のいずれかで満たされ得る流体チャンバを組み込んだレンズの例であり、形状変化に対応するように構成されている。ＩＯＬの実施態様が本明細書に記載されているが、フルオロシリコーンコポリマーは、非遠近調節性眼内レンズ、および拡大レンズ（例えば、眼鏡レンズ、コンタクトレンズ、カメラレンズ、イメージングレンズ、顕微鏡レンズ、望遠鏡レンズ、単眼レンズ、両眼レンズ、プロジェクターレンズ、スポッティングスコープレンズ、望遠鏡ガンサイトレンズ、セオドライトレンズ、医療機器レンズなど）を含む他のレンズの種類に組み込まれ得ることを理解されたい。
【０２０５】
ここで図４Ａ～４Ｆ、５Ａ～５Ｆ、および６Ａ～６Ｃに目を向けると、レンズ１００は、一般に、固体光学構成要素および液体光学材料を含む。固体光学構成要素は、前方光学系１４５および静的要素１５０を含む様々な構成要素のいずれかによって形成されたレンズ本体１０５を含み得る。レンズ本体１０５は、一定量の液体光学材料１５６（本明細書では光学流体と呼ばれることもある）で満たされた密封された固定容積の流体チャンバ１５５を規定し、本明細書で詳細に記載されるフルオロシリコーンコポリマーを含む。レンズ本体１０５の前方光学系１４５は、周辺領域１４４によって囲まれた中央の動的膜または壁１４３を含み得る。前方光学系１４５の動的膜１４３は、形状変化を受けるように構成され、一方、周辺領域１４４は、形状変化に抵抗するか、またはそれを受けないように構成され得る。静的レンズであり得る静的要素１５０は、同様に形状変化を受けない場合がある。静的要素１５０は、例えば、前方光学系１４５の膨らみが比較的制御されていない場合に、レンズによって提供される全体的な光学系を変更するように構成されたレンズであり得る。
【０２０６】
本明細書で使用される「前方」および「後方」という用語は、理解および明確化のために、参照、位置、方向、または向きの相対的なフレームを示すために使用される。用語の使用は、レンズの構造および／または移植に限定することを意図するものではない。例えば、眼内のレンズ本体１０５の向きは、前方光学系１４５がレンズ１００の光軸Ａに沿って前方に位置決めされ得、静的要素１５０が、眼の解剖学に関連して、レンズ１００の光軸Ａに沿って後方に位置決めされ得るように変化し得る。しかしながら、前方光学系１４５は後方に位置決めされ得、静的要素１５０は、眼の解剖学に関連して、前方に位置決めされ得る。
【０２０７】
レンズ本体１０５の赤道領域１０８は、少なくとも１つの形状変形膜１４０を含み得る（図４Ｃおよび５Ｃに最もよく示されている）。前方光学系１４５の内面、動的膜１４３、前方光学系１４５の周辺領域１４４、形状変形膜１４０、および静的要素１５０は、集合的に、固定容積の流体チャンバ１５５を形成し得る。流体チャンバ１５５を画定する構成要素は、固体光学構成要素であり得、一方、流体チャンバ１５５を満たす一定量の材料

は、液体光学材料１５６であり得る。形状変形膜１４０は、少なくとも１つの力変換アーム１１５に隣接して位置決めされ得る。以下でより詳細に記載されるように、力変換アーム１１５の動きは、形状変形膜１４０の動きを引き起こし、それにより、液体光学材料１５６および流体チャンバ１５５を変形させて、レンズ本体１０５の動的膜１４３の形状の変化を引き起こす。前方光学系１４５は、動的膜１４３、周辺領域１４４、形状変形膜１４０、および力変換アーム１１５を含む単一のポリマー材料片として成形され得る。したがって、形状変形膜１４０およびそれに関連する力変換アーム１１５は、前方光学系１４５の単一部分としてともに成形され得る。様々なレンズ構成要素のいずれかが、単一片としてともに成形され得るか、または接着剤もしくは他の結合材料などでともに結合され得る。レンズは、最小限の接着または結合面を有し得る。態様では、１つ以上のレンズ構成要素は、接着剤による非化学的結合ではなく、化学的接続によってともに結合される。

【０２０８】

再び図４Ａおよび５Ａに関して、前方光学系１４５は、シリコーン、ポリウレタン、または可撓性アクリルなどの光学的に透明な、低弾性率のポリマー材料で形成された可撓性光学系であり得る。上記のように、前方光学系１４５は、外向きに曲がるように構成された中央の動的膜１４３を取り囲む周辺領域１４４を含み得る。動的膜１４３は、レンズの光軸Ａが動的膜１４３を通って延びるように、レンズ本体１０５に対して位置決めされ得る。前方光学系１４５は、それが平面要素であるように一定の厚さを有し得る。あるいは、前方光学系１４５は、可変の厚さを有し得る。例えば、動的膜１４３は、周辺領域１４４と比較して低減された厚さを有し得る。周辺領域１４４の断面厚さと比較して動的膜１４３のより薄い断面厚さは、その内面に力を加えると、それを比較的より屈服しやすくし得る。例えば、流体チャンバ１５５の変形中に前方光学系１４５の内面に対して加えられる力が増加すると、動的膜１４３は、レンズ１００の光軸Ａに沿って外向きにかつ同軸に湾曲し、一方、周辺領域１４４はその形状を維持する。動的膜１４３は、流体チャンバ１５５内の液体光学材料１５６によって前方光学系１４５の内面に加えられた圧力により、外面（例えば、前方面）の外向きの湾曲を引き起こすために屈服するように構成され得る。前方光学系１４５の外周領域１４４は、光学系１４５の内側動的膜１４３よりも大きい厚さを有し得、流体チャンバ１５５内の液体光学材料１５６によって加えられるそのような内圧下での変形に対してより耐性があり得る。前方光学系１４５の外周領域１４４は、内側動的膜１４３が近見視力のために変形される場合でさえ、遠見視力矯正を提供し得る。動的膜１４３は、実質的に一定の厚さを有し得る。あるいは、動的膜１４３は、可変の厚さを有し得る。例えば、動的膜１４３は、直線的に傾いた厚さ、湾曲して傾いた厚さ、丸みを帯びた角度または直角の角度を含むステップを有する２、３、またはそれ以上の厚さを有し得る。動的膜１４３はまた、複数の材料、例えば、動的膜１４３の中心近くで曲がるように構成された材料、および光学ゾーンを強化し、歪みを制限するように構成された他の材料を含み得る。したがって、前方光学系１４５の動的膜１４３は、外周領域１４４の材料よりも外向きの湾曲に対して比較的影響を受けやすい材料で形成され得る。光学系１４５の様々な領域は、比較的シームレスで途切れのない外面を提供するために、射出成形または圧縮成形され得る。動的膜１４３は、周辺領域１４４よりもさらに外側に湾曲する原因となる異なる剛性または弾性を有することができるが、領域の材料は、概して一貫し得る。

【０２０９】

前方光学系１４５は、例えば、参照により全体として本明細書に組み込まれる米国特許出願公開第２００９／０２３４４４９号に記載されるように、本明細書に記載のレンズの装着者に、より広い範囲の距離にわたって強化された視覚を提供するために、様々な多焦点機能を有するように構成され得る。本明細書で使用される「光学ゾーン」は、一般に、レンズの光軸Ａを取り囲み、視覚に対して光学的に透明であるレンズ本体１０５の領域を指す。本明細書で使用される「遠近調節ゾーン」は、一般に、集束のために形状変化を受けることができるレンズ本体１０５の領域（例えば、動的膜１４３）を指す。光学ゾーン全体が同じ矯正屈折力を有していない場合でも、光学ゾーンは矯正屈折力を有するように

構成されている。例えば、前方光学系の動的膜１４３および周辺領域１４４は各々、光学ゾーン内に位置決めされ得る。動的膜１４３は矯正屈折力を有し得るが、周辺領域１４４は矯正屈折力を有しない場合がある。あるいは、例えば、動的膜１４３によって画定される直径は、屈折力を有し得、周辺領域１４４は、動的膜１４３の屈折力よりも大きいまたはより小さい屈折力を有し得る。動的膜１４３は、全体の光学ゾーンが多焦点レンズを作り出し得るのと同じかまたはそれよりも小さい可能性がある。レンズ本体１０５の遠近調節ゾーンは、光学ゾーン全体と同じかまたはそれよりも小さい可能性がある。

【０２１０】

形状変形膜１４０は、レンズ本体１０５の赤道領域１０８の弧長に沿って延び得る。弧長は、個別に、または他の形状変形膜１４０と組み合わせて、変形膜１４０の内向き（または外向き）の動きの際に動的膜１４３に反応性の形状変化を引き起こすのに十分であり得る。遠近調節中のレンズ１００の光軸Ａに向かうほぼ内向きの方向への形状変形膜１４０の動きは、いずれの軸の光学ゾーン直径全体的にも影響を及ぼすことなく、動的膜１４３の外向きの屈曲または湾曲を引き起こし得る。

【０２１１】

形状変形膜１４０は、それが移動可能であり、レンズ本体１０５、静的要素１５０、および前方光学系１４５に対して変位を受けることができるような柔軟性を有し得る。例えば、形状変形膜１４０は、レンズ本体１０５および前方光学系１４５の周辺領域１４４に対して選択的に移動可能であるように、レンズ本体１０５の隣接領域よりも柔軟であり得る。形状変形膜１４０は、静止位置を有し得る。形状変形膜１４０の静止位置は変化し得る。態様では、静止位置は、形状変形膜１４０が、光軸Ａに平行な、垂直に向けられた断面プロファイルを有するように、前方光学系１４５に平行な平面にほぼ垂直に位置決めされるときである。形状変形膜１４０の静止位置は、レンズ本体１０５の光軸Ａに対して角度付けされ得る。１つ以上の側面変形膜１４０の形状および相対的配置は、レンズに、低力、低運動、高遠近調節機能を提供する。

【０２１２】

形状変形膜１４０の動きは、形状変形膜１４０に力を加える際にそれが第１の方向に（例えば、一般に、レンズ本体１０５の光軸Ａに向かって）移動するような、圧縮、折り畳み、押し込み、引っ張り、変形、たわみ、変位、ヒンジングまたは他のタイプの動きであり得る。

【０２１３】

形状変形膜１４０は、それぞれの力変換アーム１１５に隣接するか、それらに結合されるか、または一体成形される。１つ以上の力変換アーム１１５は、レンズ本体１０５に対して双方向に移動可能であるように、１つ以上の毛様体構造の動きを利用して、レンズ本体１０５の遠近調節可能な形状変化をもたらすように構成される。例えば、および本開示を特定の理論または動作モードに限定されることなく、毛様体筋１８は、実質的に環状の構造または括約筋である。自然界では、眼が遠くの物体を見ていると、毛様体内の毛様体筋１８が弛緩し、毛様体筋１８の内径が大きくなる。毛様体突起は毛様小帯２０を引っ張り、次に毛様小帯２０はその赤道の周りの水晶体嚢２２を引っ張る。これにより、天然の水晶体が平らになるか、凸状が少なくなり、これは、遠近調節解除（ｄｉｓａｃｃｏｍｍｏｄａｔｉｏｎ）と呼ばれる。遠近調節中、毛様体筋１８は収縮し、（毛様体リング直径、ＣＲＤ）毛様体筋１８によって形成されるリングの内径は小さくなる。毛様体突起は、毛様小帯２０の張力を解放して、天然の水晶体がその自然のより凸状の形状に跳ね返り、眼が近距離で焦点を合わせることができるようにする。毛様体筋１８（または１つ以上の毛様体構造）のこの内向き／前方への動きは、力変換アーム１１５によって利用されて、レンズ本体１０５における形状変化を引き起こし得る。

【０２１４】

態様では、力変換アーム１１５が毛様体筋収縮のためにレンズ１００の光軸Ａに向かって内側に移動されるため、力変換アーム１１５は、形状変形膜１４０の外面に当接し、外面に対して力を加える。したがって、形状変形膜１４０と力変換アーム１１５との接触は

、毛様体筋収縮時に、力変換アーム１１５が膜１４０に当接する外面に対して押し付けられ、それを内側に押し付けるような可逆的接触であり得る。毛様体筋の弛緩時に、形状変形膜１４０はその静止位置に戻り、力変換アーム１１５はその静止位置に戻る。可動構成要素（すなわち、動的膜および／または形状変形膜）のエラストマーの性質は、力変換アーム１１５をそれらの静止位置に戻させ得る。態様では、および図４Ｃおよび５Ｃに最もよく示されているように、形状変形膜１４０は、それぞれの力変換アーム１１５に結合されているか、またはそれと一体的である。他の態様と同様に、毛様体筋の収縮時に、力変換アーム１１５および形状変形膜１４０は、静止位置からほぼ内側に変位した位置に協働して移動し、動的膜１４３の形状変化を引き起こす。力変換アーム１１５および関連する形状変形膜１４０の変位は、流体チャンバに圧縮力を加え、次に、チャンバを変形させて、動的膜１４３を外側に膨らませる。

【０２１５】

力変換アーム１１５および関連する形状変形膜１４０の内向きの動きは、光軸Ａに実質的に直交するまたは垂直である軸に対して同軸であり得る。すなわち、運動軸と光軸との間の角度は、９０度プラスまたはマイナス約１度、２度、３度、４度、最大約５度であり得る。繊毛構造などによって力変換アーム１１５に加えられる圧縮力は、光軸Ａに完全に直交していないか、または９０度よりもある程度大きいかまたは小さい、径方向内向きの動きをもたらすことを理解されたい。変形膜１４０の運動軸と光軸Ａとの間の角度もまた、実質的に非直交または非垂直であり得る。例えば、変形膜１４０は、光軸Ａに非直交である軸に沿って圧縮され得る。

【０２１６】

各変形膜１４０の数および弧長は、変化し得、デバイスの直径および厚さの全体、内部容積、材料の屈折率などに依存し得る。一般に、レンズ本体は、レンズ本体が移植中に取り扱われ、操作され得る一方、変形膜１４０が、力変換アームが流体チャンバ１５５の形状を変えることを可能にするのに十分に柔軟であるように、水晶体に対して十分な剛性および体積を有する。レンズ１００の直径および厚さの全体に応じて、形状変形膜１４０の弧長は、少なくとも約２ｍｍ～約８ｍｍであり得る。態様では、レンズは、約２ｍｍ～約８ｍｍの弧長を有する単一形状の変形膜１４０を有する。単一形状変形膜１４０は、約０．１グラムの力（ｇｆ）という低い力を加えるときに、約１０μｍ～約１００μｍ移動して、動的膜１４３において少なくとも１Ｄ、または１．５Ｄ、または２Ｄ、または２．５Ｄ、または３Ｄを達成するように設計され得る。態様では、ＩＯＬは、各々が約３ｍｍ～約５ｍｍの弧長を有する２つの対向する形状変形膜１４０を有し得る。形状変形膜１４０は、約０．２５ｇの力～１．０ｇの力を加えると、各々約２５μｍ～約１００μｍ移動し、動的膜１４３において少なくとも１Ｄの変化を達成するように設計され得る。

【０２１７】

形状変形膜１４０は、ある程度の圧縮力が加えられると、レンズ本体の残りの部分に対して移動または折り畳み得る。一般に、ＩＯＬは、非常に低い力（光軸Ａへの圧縮力の印加および圧縮力の解放を含む）がミクロンの動きを引き起こして十分なジオプターの変化を引き起こすのに十分であるように、ならびに信頼できる光学系を備えるように、設計されている。遠近調節をもたらすためにレンズ本体１０５の動的膜１４３の外向きの動きを達成するために加えられる圧縮力は、約０．１グラムの力（ｇｆ）という低さであり得る。態様では、加えられる圧縮力は、約０．１ｇｆ～約５．０ｇｆ、または約０．２５ｇｆ～約１．０ｇｆ、または約１．０ｇｆ～約１．５ｇｆであり得る。遠近調節を達成するために加えられる圧縮力に応答した、レンズ本体１０５（例えば、動的膜１４３）の中央部分に対するレンズ本体１０５（例えば、形状変形膜１４０）の変形可能領域の動きは、約５０μｍという小ささであり得る。加えられた圧縮力に応答した動的膜１４３に対するレンズ本体の形状変形膜１４０の動きは、約５０μｍ～約５００μｍ、約５０μｍ～約１００μｍ、約５０μｍ～約１５０μｍ、または約１００μｍ～約１５０μｍであり得る。形状変形膜１４０においてこれらの範囲の動き（例えば、５０μｍ～１００μｍ）をもたらす、加えられる圧縮力の範囲（例えば、約０．１ｇｆ～約１ｇｆ）は、本明細書に記載の

デバイスに、少なくとも±１Ｄ、好ましくは約±３ジオプター（Ｄ）を超える動的範囲内にある遠近調節能力を提供し得る。態様では、屈折力は、約１００～１５０μｍの動きに対して±４Ｄ～±６Ｄである。本明細書に記載のデバイスは、形状変形膜１４０の約１００μｍの動きに対して、および形状変形膜１４０に光軸Ａに向かう実質的に内向きの方向に加えられる少なくとも０．２５ｇｆの圧縮力について、少なくとも±１Ｄである遠近調節範囲を有し得る。態様では、デバイスは、約５０μｍの動きに対して少なくとも±１Ｄであり、少なくとも約１．０ｇｆである遠近調節範囲を有し得る。態様では、デバイスは、約１００μｍの動きに対して少なくとも±３Ｄであり、少なくとも約１．０ｇｆである遠近調節範囲を有し得る。態様では、デバイスは、約５０μｍの動きに対して少なくとも±３Ｄであり、少なくとも約０．１ｇｆである遠近調節範囲を有し得る。

【０２１８】

本明細書に記載のミクロンの動きは、非対称のミクロンの動き（例えば、デバイスの片側から）であり得るか、またはデバイスの反対側からの対称のミクロンの動きであり得るか、または光軸に対してデバイスの周りに均一に分布され得る。ミクロンの動きが非対称であるか対称であるかに拘わらず、達成される動的膜１４３の外向きの湾曲は実質的に球形である。本明細書に記載のミクロンの動きはまた、形状変形膜１４０の全体的な集合的な動きであり得る。したがって、レンズ１００が単一形状変形膜１４０を含む場合、その単一膜は、所望のミクロンの動き（例えば、５０μｍ～１００μｍ）が可能であり、所望の光屈折変化（例えば、少なくとも１Ｄ～約３Ｄの変化）が達成される。レンズ１００が２つの形状変形膜１４０を含む場合、それらの膜はともに、少なくとも１Ｄの屈折変化を達成するために５０μｍ～１００μｍの動きを達成することができる。本明細書に記載のデバイスによって達成される屈折変化は、少なくとも約１Ｄ～最大約５Ｄまたは６Ｄまでの変化であり得る。態様では、例えば、黄斑変性症を有する患者の場合、屈折変化は７Ｄ～１０Ｄであり得る。

【０２１９】

上記のように、ならびに依然として図４Ａ～４Ｆおよび５Ａ～５Ｆに関して、レンズ本体１０５は、静的要素１５０を含み得る。静的要素１５０および前方光学系１４５は、レンズ１００の光軸Ａに沿って互いに対向して位置し得る。静的要素１５０は、平坦な表面１５１がレンズ本体１０５の流体チャンバ１５５に面する内面を形成し、曲面１５２が眼の流体と接触するように、レンズ本体１０５の外側に位置決めされ得る。あるいは、静的要素１５０は、平坦な表面１５１が眼の流体と接触し、曲面１５２がレンズ本体１０５の流体チャンバ１５５に面する内面を形成するように、レンズ本体１０５の内側に位置決めされ得る。

【０２２０】

静的要素１５０は、光学的に透明であり、レンズ１００の光学系に影響を与えることなく支持機能を提供することができる。したがって、静的要素１５０は、ゼロ屈折力を有することができ、レンズ本体１０５への後方支持体を形成することができる。静的要素１５０は、シリコーン、ウレタン、アクリル材料、低弾性率エラストマー、またはそれらの組み合わせで形成され得る。静的要素１５０は、正視状態に補正するための静的光学系であり得るか、もしくはそれを含み得、または無水晶体の患者のための適切な屈折力（通常、±１０Ｄ～±３０Ｄ）を持ち得る。したがって、静的要素１５０は、約±３０Ｄまでの屈折力を有することができない。レンズ１００が別個のカプセルレンズ（例えば「ピギーバック」レンズ）と組み合わせて使用されている場合、屈折力は、眼の光学系における残留屈折または他の光学収差を補正するために、約－５Ｄ～約＋５Ｄの範囲内にあり得る。静的要素１５０は、平凸、凸平面、凸凸、凹凸、または任意の他の組み合わせであり得る。静的要素１５０（または後方に位置決めされたレンズ）は、例えば、可撓性レンズに関連する収差を低減または補償するために、トーリックレンズ、球面レンズ、非球面レンズ、回折レンズ、または両方の任意の組み合わせであり得る。静的要素１５０およびそれを取り巻く流体（それが眼の流体であるか、または流体チャンバ１５５内の液体光学材料１５６であるかどうか）の相対屈折率は、任意の所与の形状に対する静的要素１５０の屈折力

を決定する。

【０２２１】

レンズ１００は、組み立てられたレンズ１００に機械的安定性を提供するために、補強材および／または支持体の様々な組み合わせのいずれかを含み得る。例えば、補強材は、前方レンズ１４５および／または静的要素１５０の周辺領域にあってもよい。補強材は、光学的に透明または不透明のいずれかであり得る。補強構造は、シリコーン、ポリウレタン、ＰＭＭＡ、ＰＶＤＦ、ＰＤＭＳ、ポリアミド、ポリイミド、ポリプロピレン、ポリカーボネートなど、またはそれらの組み合わせを含むがこれらに限定されない硬質ポリマーから形成され得る。レンズ１００の他の領域は、１つ以上の補強材または支持体も含み得る。態様では、１つ以上の支持体は、支持体がレンズ本体１０５の少なくとも外側部分を取り囲むように、流体チャンバ１５５の外部に位置決めされ得る。例えば、外部支持体は、レンズ本体１０５の周囲に延びるほぼ環状の要素であり得、動的膜１４３が外向きの変形のために利用可能であるように、少なくとも前方光学系１４５の動的膜１４３が整列される中央開口部を有し得る。

【０２２２】

態様では、レンズ１００は、レンズ本体１０５の流体チャンバ１５５内またはそれに面する、および／または固体光学構成要素の１つ以上の領域に埋め込まれるなど、レンズ１００内に位置する１つ以上の内部支持体１１０を含む。１つ以上の内部支持体１１０は、前方光学系１４５の外側の周辺領域１４４の内側の厚くされた部分であり得る。１つ以上の内部支持体１１０はまた、レンズに結合された、またはレンズ内に結合された別個の構成要素であり得る。１つ以上の内部支持体１１０は、前方光学系１４５の周辺領域１４４に結合されおよび／またはその内部に埋め込まれ得る。内部支持体１１０は、力変換アーム１１５、形状変形膜１４０、および／または動的膜１４３など、レンズ１００の可動部分の移動中の光学的歪みを防止または軽減する、レンズ本体１０５の光学構成要素を機械的に分離するように構成された非可動の特徴（遠近調節に関与しない特徴を意味する）であり得る。内部支持体１１０は、前方光学系１４５の形状変形膜１４０または動的膜１４３よりも硬く、厚く、および／またはより剛性である材料（または複数の材料）で形成されて、デバイスの可動部分の不用意な移動を防止する。あるいは、内部支持体１１０は、前方光学系１４５の形状変形膜１４０または動的膜１４３と同じ材料からなり、支持体構造の形状のために機械的分離機能を達成し得る。支持体１１０は、シリコーン、ポリウレタン、ＰＭＭＡ、ＰＶＤＦ、ＰＤＭＳ、ポリアミド、ポリイミド、ポリプロピレン、ポリカーボネートなど、またはそれらの組み合わせを含むがこれらに限定されない硬質ポリマーで形成され得る。例えば、内部支持体１１０は、複数のシリコーンまたはシリコーンと剛性または半剛性の骨格挿入物との組み合わせであり得る。

【０２２３】

レンズ本体は、複数の内部支持体１１０を含んでもよい。内部支持体１１０は、レンズ１００の中央の長手方向平面に概ね平行に位置する比較的平面状の要素であり得る。各支持体１１０の外側領域は、レンズ本体１０５の赤道領域１０８に隣接して位置決めされ得、前方光学系１４５の動的膜１４３に向かって内側に延び得る。支持体１１０の外側領域は、レンズ本体１０５の赤道領域１０８に結合または一体化され得、または支持体１１０の外側領域は、赤道領域１０８から離間され得る。支持体１１０は、変形膜１４０が赤道領域１０８の弧長に沿って延びる場所の近くで、赤道領域１０８から離間され得る。変形膜１４０から離れたこの間隔は、変形膜１４０が内向き遠近調節移動中に支持体１１０に時期尚早に当接または接触しないような許容範囲を提供する。

【０２２４】

形状変形膜１４０に対する１つ以上の内部支持体１１０の分布および間隔は、レンズ本体１０５の周辺領域またはレンズ本体１０５の中央領域の近くであるかどうかにかかわらず、レンズの可動部分とのそれらの接触を最小化し得る。内部支持体１１０の形状はまた、内部支持体１１０と形状変形膜１４０との間の接触を最小化または制限し得る。例えば、支持体１１０の外側領域は、支持体が赤道領域１０８に結合する場所の近くで斜角をつ

けることができ、その結果、斜角は、膜１４０と支持体の外周との接触を回避しながら、形状変形膜１４０の内向きの動きを可能にする。斜角は、約１０～８０度の角度を有する単一の斜角であり得る。１つ以上の支持体の外側領域は、斜角を含む必要がないことを理解されたい。形状変形膜１４０と１つ以上の内部支持体１１０との接触は、斜角を組み込むこと以外の他の方法で回避され得る。例えば、１つ以上の支持体１１０は、接触を回避するために、形状変形膜１４０からある距離（例えば、周囲に沿っておよび／または周囲から離れて）離間され得る。内部支持体１１０はまた、安定性および支持を提供するレンズ本体の中心に向かって距離を延ばすように、外側領域とそれらの内側領域との間の長さを有することができるが、一般に、前方光学系１４５の中央の動的膜１４３の手前で停止する。したがって、レンズ本体１０５の周りに分配された内部支持体１１０は、前方光学系１４５の外周領域１４４から前方光学系１４５の動的膜１４３までの厚さにおいて中央降圧生成するのを助け得る。

【０２２５】

レンズ本体１０５は、形状変形膜１４０、前方光学系１４５、および静的要素１５０の内向き表面によって集合的に形成されて満たされ、一定量の液体光学材料１５６が満たされ、密封された固定容積の流体チャンバ１５５を含み得る。周辺領域１４４の１つ以上の内部支持体１１０の内向き表面および前方光学系１４５の動的膜１４３の内向き表面もまた、流体チャンバ１５５の一部を形成する。したがって、１つ以上の支持体１１０の分布、サイズ、形状、および数は、流体チャンバ１５５の全体的な形状に影響を与える。

【０２２６】

流体チャンバ１５５を満たす液体光学材料１５６は、非圧縮性液体光学材料であり得、流体チャンバ１５５の容積は、液体光学材料１５６の体積と実質的に同一であり得る。したがって、チャンバ１５５を満たす液体光学材料１５６は、実質的な外力がレンズ１００に加えられていない場合、静止状態で動的膜１４３または変形膜１４０のいずれかの著しい外向きの湾曲を引き起こさない。態様では、流体チャンバ１５５は、動的膜１４３が静止時にいくらかの外向きの湾曲を有するように、液体光学材料１５６でわずかに過剰に満たされ得る。動的膜１４３におけるわずかな程度の静止した外向き湾曲は、レンズにおける光学的アーチファクトを低減し得る。しかしながら、動的膜１４３にどれだけ静止した外向きの湾曲が存在する場合でも、膜１４３は、形状変形膜１４０に圧縮力が加えられる際に追加の外向きの湾曲を受けて、遠近調節を提供することができる。流体チャンバ１５５の内側の圧力は、流体チャンバ１５５の外側の圧力に実質的に等しくなり得る。流体チャンバ１５５内の液体光学材料１５６は非圧縮性であるため、その形状はチャンバ１５５の形状とともに変形する。一箇所でのチャンバ１５５の変形（例えば、形状変形膜１４０のマイクロメートルの内向きの動き）により、固定容積の流体チャンバ１５５内に含有される非圧縮性液体光学材料１５６が、流体チャンバ１５５を形成する内向き表面に押し付けられる。流体チャンバ１５５の反応性変形は、十分な遠近調節変化をもたらすために第２の場所で発生する。前方光学系１４５の動的膜１４３は、周辺領域１４４などの前方光学系１４５の他の部分と比較して、力を加える際に（例えば、相対的な厚さおよび／または弾性のために）外側に湾曲するように構成されている。したがって、形状変形膜１４０の内向きの移動は、チャンバ１５５とともに変形し、かつ前方光学系１４５の内向き表面を押すように、液体光学材料１５６を付勢する。これは、動的膜１４３の外面の外向きの湾曲および再形成をもたらし、光学ゾーンの遠近調節部分がより凸状になり、レンズ１００の屈折力を増加させる。内部支持体１１０は、レンズ本体１０５に十分な安定性を提供するので、形状変形膜１４０に圧縮力を加えると、光学系の歪みを最小限に抑えてマイクロメータの移動が生じる。

【０２２７】

レンズ本体１０５の流体チャンバ１５５内に含有される液体光学材料１５６は、遠近調節されていない静止状態および遠近調節中の両方での静止中、実質的に光学ゾーン内に留まる。液体光学材料１５６は、レンズ本体１０５内に留まり、流体チャンバ１５５の形状の変形とともに形状を変形させることによって、動的膜１４３の遠近調節可能な形状変化

に寄与し得る。動的膜１４３のこの形状変化は、例えば、チャンバのある部分から別の部分への、流体チャンバ１５５内の液体光学材料１５６の実際の流れなしに起こり得ることを理解されたい。むしろ、形状変形膜１４０に加えられる力は、第１の領域で流体チャンバ１５５を変形させ、それは、少なくとも第２の領域で流体チャンバ１５５の反応性変形を引き起こし得る。流体チャンバ１５５は、固定容積を有し、変形可能である。流体チャンバ１５５を満たす液体光学材料１５６は、流体チャンバ１５５の形状とともに、およびそれに応じて形状を変化させる。チャンバ１５５の１つ以上の部分の内向き変形、例えば、レンズ本体１０５の周辺領域の近くの形状変形膜１４０の移動は、流体チャンバ１５５内の非圧縮性液体光学材料１５６がその内面を圧迫することにより、チャンバ１５５の別の部分の反応性外向き変形、例えば、前方光学系１４５の動的膜１４３の外向きの膨らみを引き起こし得る。液体光学材料１５６は、ＩＯＬの別個のチャンバ間を流れる必要はなく、むしろ、液体光学材料１５６は、流体チャンバ１５５の形状の変化とともに形状を変化させて、前方光学系１４５の光学ゾーンの遠近調節部分を外側に湾曲させ、ＩＯＬ１００の屈折力を増加させる。本明細書の他の場所に記載されるように、力変換アーム１１５（または非対称機構の場合は単一の力変換アーム１１５）の非常に小さな動きは、動的膜１４３の形状を変化させるための形状変形膜１４０の即時の小さな移動および十分な光屈折変化をもたらす。これらの非常に小さな動きが、少なくとも一対の対向する力変換アーム１１５のために対称であるか、単一の力変換アーム１１５のために非対称であるかに拘わらず、達成される動的膜１４３の外向きの湾曲は球状かつ対称である。形状変形膜１４０は、レンズ本体１０５に加えられる小さな力に感応する。これは、毛様体筋の動きに遠近調節変化を提供するのに有用である。しかしながら、これは、液体光学材料１５６が流体チャンバ１５５から離れて、例えば、周囲の固体光学構成要素１５３内に移動する場合、望ましくない光学的結果を伴う屈折力変化を引き起こす可能性がある。本明細書の他の場所で論じられるように、液体光学材料１５６は、それが接触するようになる固体光学構成要素１５３との混和性を防ぐのに十分に化学的に異なっていることが好ましい。例えば、液体光学材料１５６がシリコーンオイルであり、密閉チャンバ１５５は、ポリジメチルシロキサン（ＰＤＭＳ）のような化学的に類似したシリコーンエラストマーで形成された固体光学構成要素１５３によって画定される場合、シリコーンオイルとシリコーンエラストマーは混和性である。このオイルはシリコーンエラストマーに入り込む傾向があり、レンズに意図されない屈折力の変化を引き起こす。レンズ本体の表面曲率は減少し（より凸面性が小さくなるかより凹面性が大きくなり）、それによって、レンズの屈折力が低減され、患者に不十分な屈折力が提供される。これはまた、遠近調節時に必要に応じて十分な形状変化を受けるレンズの能力を低減させる。内圧のわずかな変化でさえ、レンズの屈折力に対して実質的に望ましくない変化をもたらす可能性がある。

【０２２８】

流体チャンバ１５５に関して記載されている液体光学材料１５６は、本明細書に記載されている様々なフルオロシリコーンコポリマーのいずれかを含むことができる。本明細書に記載の液体光学材料は、流体チャンバ１５５を有する様々なレンズのいずれかに組み込まれ得る。レンズは、図４Ａ～４Ｆまたは図５Ａ～５Ｆまたは図６Ａ～６Ｃに関して説明されている特定の構成要素および特徴を含む必要はない。例えば、液体光学材料１５６で満たされた流体チャンバ１５５を有するレンズは、圧縮力が加えられる際に変形することができる壁ではなく、剛性の壁を含むことができる。流体チャンバ１５５を有するレンズは、力変換アーム１１５、動的膜１４３、形状変形膜１４０、触覚１６０、後方光学系１５２などを組み込むことができるが、必須ではない。

【０２２９】

再び図４Ａ～４Ｆおよび５Ａ～５Ｆに関して、レンズ１００は、レンズ本体１０５に対して前後に移動して本明細書の他の場所に記載される光屈折変化を引き起こすように構成された１つ以上の力変換アーム１１５を含み得る。本明細書に記載のレンズは、レンズの形状変化に毛様体構造に対して位置決めされた力変換アーム１１５に直接加えられる毛様体の動きを利用するのに特に適している。力変換アーム１１５は、毛様体構造によって加

えられた力を利用して、上記のレンズ本体１０５の可動部分の形状変化に変換するように構成される。各力変換アーム１１５は、レンズ本体１０５の周囲または赤道領域に動作可能に結合された外側の接触部分１３５および内側領域１３７を含み得る。各力変換アーム１１５の内部領域１３７は、力変換アーム１１５が弛緩した形状変形膜１４０に対して移動できるように、形状変形膜１４０と接触して、または隣接して位置決めされ得る。例えば、力変換アーム１１５は、静止中に膜１４０から離間され、遠近調節中に内側に移動して、膜１４０を内側に押し付けて膜１４０に対して当接し、次に、遠近調節解除中の力の解放時に、膜１４０から離れるように移動して、膜１４０を内側の変形力から解放することができる。したがって、力変換アーム１１５の内側領域１３７は、遠近調節力が周囲の眼組織によって加えられるかどうかに応じて、形状変形膜１４０と可逆的に接触することができる。あるいは、各力変換アーム１１５の内側領域１３７は、力変換アーム１１５と膜１４０が互いに協働して移動するように、形状変形膜１４０に物理的に結合または一体化し得る。

【０２３０】

態様では、力変換アーム１１５の内側領域１３７は、同じ平面に沿って取られたレンズ本体１０５の赤道領域１０８の断面厚さよりも狭い、レンズ本体１０５の前面とレンズ本体１０５の後面との間の平面に沿って取られた断面の厚さを有し得る。これは、力変換アーム１１５の内側領域１３７が、変形されることを意図されていない赤道１０８の領域に対して当接することなく、変形膜１４０を内側にある距離変位させることを可能にすることができる。力変換アーム１１０の内側領域１３７の断面厚さはまた、変形可能な膜１４０に隣接して位置決めされた内部支持体１１０と接触することなく、アーム１１５の内向きの動きを可能にすることができる。しかしながら、力変換アーム１１５の内側領域１３７の断面厚さは、より狭い必要がないことを理解されたい。力変換アーム１１５の外側接触部分１３５は、内側領域１３７よりも大きな断面厚さを有し得るが、そうである必要はない。しかしながら、力変換アーム１１５の外側接触部分１３５はまた、内側領域１３７と同じ断面厚さを有し得ることを理解されたい。外側接触部分１３５はまた、丸みを帯びたまたは湾曲した輪郭を有し得る。

【０２３１】

力変換アーム１１５の接触部分１３５は、損傷を引き起こすことなく、１つ以上の毛様体構造との接続を改善する特徴を組み込むことができる。一般に、接触部分１３５は、毛様体構造に穴を開けることまたは外傷を引き起こすことを回避する。態様では、接触部分１３５は、組織自体に外傷を引き起こすことなく動きを伝達できるように、隣接する眼組織と係合する非侵襲的表面を提供しながら、繊毛構造に干渉し得る。外側接触部分１３５はまた、１つ以上の凹部、くぼみ、溝、歯、　　、または他の表面特徴を有するように成形して、例えば、毛様体突起または毛様小体突起などの眼組織との接触および／または噛み合わせを改善することができる。

【０２３２】

レンズ１００は、力変換アーム１１５の接触部分１３５が毛様体構造（すなわち、毛様小体、毛様体突起、毛様体）のうちの少なくとも１つと毛様体筋１８の収縮時に静止接触するかまたはすぐに接触するように、移植されて、遠近調節および遠近調節解除中に光学系の形状変化を駆動し得る。好ましい実施態様では、レンズ１００は、力変換アーム１１５の接触部分１３５が毛様体の頂点と静止接触またはすぐに接触するように位置して、移植される。別の好ましい実施態様では、レンズ１００は、力変換アーム１１５の接触部分１３５が静止しているかまたは毛様体とすぐに接触するように、移植される。態様では、レンズ１００は、毛様体構造に比べて一般に過大であるようなサイズ決めされている。これは、遠近調節中に力変換アーム１１５と毛様体構造との接触を確実にすることができる。態様では、レンズは、力変換アーム１１５との毛様体の接触を保証するために、少なくとも約０．８０ｍｍ、０．７５ｍｍ、０．７０ｍｍ、０．６５ｍｍ、０．６０ｍｍ、０．５５ｍｍ、または０．０５ｍｍだけ過大である。レンズは過大である必要はなく、状況によってはレンズの過大化を回避できることを理解されたい。例えば、レンズの平面での毛

様体の直径の正確な測定は、レンズの適合が特定の患者に適切でありかつ最適化されていることを保証するのに信頼され得る。

【０２３３】

本明細書に記載の力変換アーム１１５は、固定長を有し得る。固定長力変換アーム１１５は、手術前測定に基づいて各患者に適切な選択されたサイズを有し得る。あるいは、力変換アーム１１５の長さは調節可能であり得る。力変換アーム１１５の長さの調節は、眼への挿入前、挿入中、または挿入後いつでも実行し得る。力変換アーム１１５の長さの調節とともに、１つ以上の毛様体構造に対する力並進アーム１１５の位置を変えることができる。態様では、力変換アーム１１５は、レンズ１００の平面にほぼ平行に延びることができ、またはレンズ１００の平面に対して角度付けすることができる。

【０２３４】

毛様体筋の収縮、およびレンズ１００の光軸Ａに向かう１つ以上の毛様体構造の内向き／前向きの動きは、力変換アーム１１５の接触部分１３５に対して力を加える。力変換アーム１１５は、変形膜１４０に対して十分に剛性であり、眼の１つ以上の可動部分（例えば、１つ以上の毛様体構造）によって加えられた力を伝達して、変形膜１４０の内向きの移動を引き起こす。態様では、力変換アーム１１５は、シリコーン、ポリウレタン、ＰＭＭＡ、ＰＶＤＦ、ＰＤＭＳ、ポリアミド、ポリイミド、ポリプロピレン、ポリカーボネートなど、またはそれらの組み合わせなどの剛性ポリマーであり得る。態様では、力変換アーム１１５は、剛性材料で強化された要素であり得る。例えば、力変換アーム１１５は、疎水性または親水性のシリコーンエラストマー、ポリウレタン、または柔軟なアクリル材料などのより柔らかい材料で覆われた、シリコーンエラストマー、ポリウレタン、ＰＭＭＡ、ＰＶＤＦ、ＰＤＭＳ、ポリアミド、ポリイミド、ポリプロピレン、ポリカーボネートなどの、内部の剛性要素を有し得る。シリコーン、ポリウレタン、ＰＭＭＡ、ＰＶＤＦ、ＰＤＭＳ、ポリアミド、ポリイミド、ポリプロピレン、ポリカーボネートでは、力変換アーム１１５は、外側接触部分１３５と内側接触部分１３７との間に延びる内側の剛性要素を含み得る。シリコーン、ポリウレタン、ＰＭＭＡ、ＰＶＤＦ、ＰＤＭＳ、ポリアミド、ポリイミド、ポリプロピレン、ポリカーボネートでは、内側の剛性要素は、外側部分１３５と内側部分１３７との間の力変換アーム１１５の部分的な長さに沿ってのみ延びる。例えば、内側の剛性要素は、力変換アーム１１５が毛様体構造と接触して、毛様体構造を損傷しないように、より柔らかく非侵襲的の表面を提供する外側接触部分１３５まで明確に延びる必要はない。内側の剛性要素はまた、力変換アーム１１５による形状変形膜１４０の内向きの移動時に、力変換アーム１１５の内側の剛性要素がレンズ本体１０５の外側に留まるように、内側接触部分１３７まで明確に延びる必要はない。一般に、力変換アーム１１５は、毛様体構造によって力が加えられたときにその形状を維持し、その力を伝達して形状変形膜１４０を移動させるときに崩壊または変形しないような材料で形成され、および／またはサイズ決めされている。上記のように、形状変形膜１４０の移動は、流体チャンバ１５５に形状変化を引き起こし、これは、流体チャンバ１５５を満たす液体光学材料の形状を変化させる。液体光学材料がレンズ本体１０５の内面を押すとき、それは、前方光学系１４５の動的膜１４３で外向きの湾曲を引き起こす。この外向きの湾曲は、より球状または凸状のレンズ本体１０５の形状をもたらし、それにより、近方視焦点に適するレンズの屈折力を増加させる。

【０２３５】

力変換アーム１１５および形状変形膜１４０の数は可変である。レンズ１００は、図４Ｃおよび５Ｃに示されるように、２つの形状変形膜１４０に隣接して位置するデバイスの対向する両側に位置決めされた２つの力変換アーム１１５を含み得る。あるいは、レンズ１００は、所望の光屈折変化を達成するために前方光学系１４５の動的膜１４３の形状を変化させるのに十分な方法で移動可能な単一の力変換アーム１１５を含み得る。レンズ１００はまた、レンズ本体１０５の周りに分布された３つ、４つ、またはそれ以上の力変換アーム１１５などの２つより多いアームを含み得る。力変換アーム１１５は、レンズ１００の周囲に対称的に、または非対称的に分配され得る。力変換アーム１１５の数は、形状

変形膜１４０の数と一致する必要はないことを理解されたい。例えば、レンズ１００は、レンズ本体１０５の赤道領域１０８の弧長に沿って延びる単一形状変形膜１４０と、単一形状変形膜１４０の異なる領域と接触または結合するように構成された２つ以上の力変換アーム１１５とを含み得る。

【０２３６】

レンズ１００はまた、安定化システム１２０を含み得る。安定化システム１２０は、デバイスの光学系の位置合わせを維持し、デバイスが移植されて形状変化を受ける場合にデバイスの移動に抵抗するように構成され得る。力変換アーム１１５とは異なり、安定化システム１２０は、レンズ１００の遠近調節を引き起こさない。また、力変換アーム１１５は、安定化システム１２０から独立しており、眼内の所定の位置にレンズ１００を固定、センタリング、安定化、および／または保持する必要がないため、本明細書に記載のレンズ１００は、動的膜の光屈折変化を提供するのに十分な単一の非対称力変換アーム１１５を組み込み得る。

【０２３７】

安定化システム１２０は、デバイス１００の周辺領域に結合され得、例えば、レンズ本体１０５の一部として、または存在する場合に外部支持体に、結合、連結、または成形され得る。シリコーン、ポリウレタン、ＰＭＭＡ、ＰＶＤＦ、ＰＤＭＳ、ポリアミド、ポリイミド、ポリプロピレン、ポリカーボネートでは、安定化システム１２０は、前嚢などの水晶体嚢の一部との安定化および係合を提供できるように、デバイス１００の後方領域に結合され得る。

【０２３８】

安定化システム１２０は可変である。シリコーン、ポリウレタン、ＰＭＭＡ、ＰＶＤＦ、ＰＤＭＳ、ポリアミド、ポリイミド、ポリプロピレン、ポリカーボネートでは、安定化システム１２０は、安定化触覚、静的触覚、リング状要素、フランジ要素もしくは翼、または他の安定化機能のうちの１つ以上を含む。シリコーン、ポリウレタン、ＰＭＭＡ、ＰＶＤＦ、ＰＤＭＳ、ポリアミド、ポリイミド、ポリプロピレン、ポリカーボネートでは、安定化システム１２０は、後端（例えば、図４Ａ～４Ｆを参照）などのリング状構造１７１の領域から外向きに延びる翼１７２を有するリング状構造１７１を含み得る。リング状構造１７１の前端は、静的要素１５０の周辺接続リングに結合され得、その結果、その後端の翼１７２は、レンズ本体１０５の後方に延びる。例えば、リング状構造１７１の外径は、静的要素１５０の周辺接続リングの内径内に受け入れられるようにサイズ決めされ得る。しかしながら、安定化システム１２０とレンズ本体１０５との間の他の結合構成が本明細書で考慮されることを理解されたい。リング状構造１７１および翼１７２は、レンズ本体１０５の他の部分に結合または一体化され得、静的要素１５０に結合される必要はない。一般に、安定化システム１２０のレンズ本体１０５への結合は、翼１７２がレンズ本体１０５およびレンズ１００の光軸Ａに沿った力変換アーム１１５に対して後方位置に位置決めされるようなものである。さらに、安定化システム１２０および翼１７２などのその構成要素は、力変換アーム１１５および形状変形膜１４０の移動と干渉しない方法でレンズ本体１０５に結合される。例えば、図４Ａに示されるように、安定化リング１７１は、力変換アーム１１５の位置の間でレンズ本体１０５の周辺から外向きに延びる一対の翼１７２を含み得る。シリコーン、ポリウレタン、ＰＭＭＡ、ＰＶＤＦ、ＰＤＭＳ、ポリアミド、ポリイミド、ポリプロピレン、ポリカーボネートでは、翼１７２は外側の高さを有し得るが、それらは力変換アーム１１５に対して９０度に位置決めされているため、アーム１１５の遠近調節移動と干渉することなく安定性を提供し得る。翼１７２またはリング状構造１７１に加えられた力は、流体チャンバ１５５の変形または動的膜１４３の形状変化を引き起こす方法では、安定化システム１２０によってレンズ１００に伝達されない。翼１７２は、レンズ本体１０５および力変換アーム１１５に対して後方位置に位置決めされ得る。翼１７２の前面はまた、力変換アーム１１５と同じ平面上にあり得る。翼１７２がより前方にあればあるほど、翼１７２はレンズ本体１０５を後方方向に引っ張り得る。

【０２３９】

安定化システム１２０のリング状構造１７１は、概して、形状が円筒形であり得、翼１７２は、翼１７２がレンズ本体１０５の周囲に沿った少なくとも２つの領域にリング状構造１７１の外径を超えて延在するように、概してオーバルまたは楕円形の外形寸法を有し得る。リング状構造１７１の前端は、静的要素１５０の周辺接続リングに結合され得、翼１７２は、後端でレンズ本体１０５の外側に留まるように寸法決めされ得、少なくとも２つの領域でレンズ本体１０５の外径を超えて延びる。翼１７２がレンズ本体１０５の外径を超えて延びる少なくとも２つの領域は、翼１７２が力変換アーム１１５に対して安定化支持を提供するように、レンズ本体１０５に対して方向付けられる。例えば、レンズ１００が一対の対向する力変換アーム１１５を含む場合、翼１７２は、翼１７２が対向する力変換アーム１１５の位置の間でレンズ本体１０５から外向きに延びるように、レンズ本体１０５に対して配置され得る（例えば、図４Ａを参照されたい）。翼１７２は、オーバルおよび楕円形以外の他の形状を有し得ることを理解されたい。例えば、翼１７２はまた、円筒形であり得、リング状構造１７１およびレンズ本体１０５の外径を超えて３６０度にわたって外向きに延びるように構成された外径を有し得る。あるいは、翼１７２は、３つ、４つ、５つ、またはそれ以上の位置など、レンズ本体１０５の外径を超えて延びる３つ以上の位置を有し得る。リング状構造１７１および翼１７２は、レンズ１００に３６０度の支持および安定化を提供することができる。

【０２４０】

上記のように、リング状構造１７１は、力変換アーム１１５の位置の間に位置決めされるか、または力変換アーム１１５の位置に対して９０度回転される一対の翼１７２を組み込み得る。翼１７２の最も外側の縁は、チャネルまたは溝１７４が翼１７２の内側領域の近くに形成されるように前方に突出することができる（図４Ａ～４Ｂを参照されたい）。リング状構造１７１が水晶体嚢内に位置決めされるとき、翼１７２のこの外側の隆起は、水晶体嚢の後方対向内面と係合して、レンズ１００を水晶体嚢に対して後方方向に押し付けるのを助けることができる。さらに、嚢切開の縁部は、溝１７４内に受け入れられ、保持され得る。態様では、縁は、翼１７２の溝１７４とレンズ本体１０５の後方対向縁部との間に捕捉され得る。

【０２４１】

本明細書の他の場所に記載されるように、力変換アーム１１５は、毛様体筋収縮からの生理学的力が嚢機構または水晶体嚢２２の動きから独立した方法でレンズの屈折力の変化を引き起こし得るように、毛様体構造と係合するように水晶体嚢２２の外側に延びるように構成されている。レンズ本体１０５の後端領域から外向きに延びる翼１７２は、水晶体嚢２２の内側に留まり得、一方、レンズ本体１０５の赤道領域１０８または前端領域から概ね延びる力変換アーム１１５は、水晶体嚢２２の外側に延びて、毛様体構造に係合する。翼１７２は、眼内でのレンズ１００の固定を改善するために、前嚢切開によって形成された水晶体嚢２２の縁部の後方対向表面に係合するように配置され得る。嚢切開によって形成された水晶体嚢２２の縁部は、レンズ要素１０５の後方表面と翼１７２の前方表面との間に形成された溝１７４内に受け入れられ得る。したがって、嚢切開はレンズの位置を固定するのに役立つ。

【０２４２】

翼１７２は、取り扱い時の柔軟性を提供するだけでなく、外科医が翼１７２の後方のレンズ１００および水晶体嚢２２の部分にアクセスすることを可能にする割り込みを有し得る。これは、外科医が水晶体嚢を洗浄する、粘弾性物を除去する、レンズの位置を調整する、または外科医がツールを使用してレンズの後方の環境を操作する任意の他の手順を必要とする場合に好ましい場合がある。態様では、この割り込みは、翼１７２の領域を通って延びる１つ以上の開口１７５を含み得る（図４Ａ、４Ｄを参照されたい）。割り込みはまた、翼１７２の外周に１つ以上のくぼみまたは溝または他の特徴を含み得る。くぼみは、眼内への容易な挿入を可能にするだけでなく、カニューレまたは当該技術分野で知られている他のツールを使用して、水晶体嚢２２の内側から粘弾性物を引き出すことを可能にし得る。

【０２４３】
図６Ａ～６Ｃは、レンズの遠近調節構成要素（例えば、力変換アーム１１５および動的膜１４３）が水晶体嚢の外側に延び得る一方で、眼の水晶体嚢内に挿入するように構成された安定化システムを含むレンズ１００の実施態様を示す。安定化システムは、レンズ１００の後側に位置決めされた環状安定化構造１７１を含み得る。安定化構造１７１は、中央開口部１７３と、環状安定化構造１７１から外向きに突出する一対の翼１７２とを含み得る。態様では、レンズ１００は、２つの力変換アーム１１５および２つの翼１７２を組み込み得る。翼１７２は、アーム１１５に対してレンズ１００の周囲で９０度回転され得、その結果、それらは、２つの力変換アーム１１５間に位置決めされる。この配置は、翼１７２の外側の隆起が力変換アーム１１５の動きに干渉するのを防ぐ。図６Ｂは、力変換アーム１１５の平面に向かって上方に延びる翼１７２の外側の隆起の平面を示すレンズ１００の側面図を示す。
【０２４４】
安定化構造１７１は、後方要素１５０の後方対向表面など、レンズ本体１０５の対応する表面と係合するようにサイズ決めおよび形状にされ得る。安定化構造１７１は、レンズ本体１０５の一体部分として成形され得、別個の構成要素である必要はないことを理解されたい。したがって、構成要素の表面が互いに係合または結合していると記載されている場合、これは、単一片として一緒に成形されることを含み得ることが理解されるべきである。
【０２４５】
レンズ本体１０５に対する安定化構造１７１の形状は、嚢切開の縁を捕捉することによって、水晶体嚢内のレンズ１００の固定を改善することができる。翼１７２の内側領域１７８は、レンズ本体１０５と翼１７２の内側領域１７８との間に溝１７４を形成するレンズ本体１０５の後方対向エッジからある距離を置いて分離され得る（図６Ｂを参照されたい）。翼１７２が水晶体嚢内に移植され、翼１７２の外側の隆起が水晶体嚢の前方部分と係合するとき、嚢切開の縁部は、溝１７４内に受け入れられ、保持され得る。
【０２４６】
レンズ本体１０５に対する安定化構造１７１の形状はまた、レンズ１００を通る流体の流れを可能にし得る。例えば、安定化構造１７１とレンズ本体１０５との間の結合は、レンズ１００の後方に閉じ込められた流体を水晶体嚢から逃がすことを可能にするように不連続であり得る。溝１７４の近くのレンズ本体１０５は、レンズ本体１０５の側壁を通って延びる１つ以上の開口、スロット、または切り欠き１７７をさらに組み込み得る。態様では、レンズ本体１０５の側壁における第１の切り欠き１７７は、第１の翼１７２の内側領域１７８の上方に位置決めされ得、レンズ本体１０５の側壁における第２の切り欠き１７７は、第２の翼１７２の内側領域１７８の上方に位置決めされ得る。切り欠き１７７は、レンズ１００の後側の水晶体嚢内から、安定化構造１７１と後方要素１５０との間に、切り欠き１７７を介して、およびレンズ１００の前側の前方チャンバ内に流体チャネル（例えば、水晶体嚢内の粘弾性のための）を作成する。したがって、レンズ１００は、水晶体嚢で完全に密封することが防止される。切り欠き１７７のサイズは可変である。態様では、切り欠き１７７の幅は、翼１７２の内側領域の幅に近づく。切り欠き１７７は、遠近調節移動中のレンズ１００の安定性に影響を与えることなく、レンズ１００を通る流体のスムーズな流れを可能にする。翼１７２は、上記のように、１つ以上の割り込みまたは開口１７５をさらに組み込まれ得る。
【０２４７】
態様では、安定化システム１２０は、１つ以上の安定化触覚１６０を含む（例えば、図５Ａ～５Ｆを参照されたい）。安定化触覚１６０は、少なくとも１つの形状変形膜１４０の位置から離れて、または形状変形膜１４０の移動を妨げない方法で、レンズ本体１０５に結合または一体化し得る。例えば、レンズ１００は、２つの対向する形状変形膜１４０を含み得、安定化システム１２０は、２つの形状変形膜１４０間の位置でレンズ本体１０５上に位置決めされるか、またはレンズ本体１０５に結合される一対の安定化触覚１６０

を組み込み得る。したがって、移植時に安定化システム１２０の触覚１６０に加えられる力は、流体チャンバ１５５の変形または動的膜１４３における形状変化を引き起こすようには、安定化システム１２０によってレンズ１００に伝達されない。触覚１６０の内側部分１６１は、触覚１６０が赤道領域１０８から延びるように、レンズ本体１０５に結合または一体化され得る。あるいは、触覚１６０の内側部分１６１は、レンズの光軸に沿ってより前方またはより後方に位置するレンズ本体１０５の領域に結合または一体化され得る。安定化触覚１６０は、遠近調節要素（例えば、力変換アーム１１５）が水晶体嚢の外側に延びている間に、水晶体嚢内に位置決めされ得る。あるいは、触覚１６０は、上記のように静的要素１５０に接続または一体化され得る。態様では、触覚１６０は、力変換アーム１１５よりも一般により後方に向けられた位置でレンズ本体１０５から外向きに延びるように、レンズ本体１０５に対して位置決めされる。この態様では、１つ以上の安定化触覚１６０は、水晶体嚢２２内に位置決めおよび係合されて、力変換アーム１１５の運動中にデバイス１００の安定性を維持して、デバイスの前方、後方、回転運動を防止および／または制限し得る。態様では、触覚１６０は、力変換アーム１１５よりも一般により前方に向けられた位置でレンズ本体１０５から外向きに延びるように、レンズ本体１０５に対して位置決めされる（図５Ａを参照されたい）。この態様では、１つ以上の安定化触覚１６０は、毛様体溝内に位置決めおよび係合されて、力変換アーム１１５の運動中にデバイス１００の安定性を維持して、デバイスの前方および回転運動を防止および／または制限し得る。態様では、安定化触覚１６０の各々は、ハプティック１６０の内側領域１６１が第１の力変換アーム１１５の第１の側の近くに結合され、その末端１６２が第１の力変換アーム１１５の第１の側から他方の力変換アーム１１５に向かって離れたレンズ１００の周囲に延びるように、力変換アーム１１５に対して配置される（図５Ａを参照されたい）。態様では、安定化触覚１６０の各々は、内部領域１６１が第１の力変換アーム１１５の第１の側の近くに結合され、その末端１６２が同じ力変換アーム１１５の反対側の部位に向かう第１の側から力変換アーム１１５の上方に延びるように、力変換アーム１１５に対して配置される。力変換アーム１１５の上方に延びるように位置決めされた末端１６２を有するレンズ１００によって、レンズ１００の幅が減少され、眼の位置へのレンズ１００のより容易な挿入および操作を提供する。態様では、安定化触覚１６０は、レンズ１００が少なくとも部分的に水晶体嚢内に位置決めされたときにそれらの末端１６２が毛様溝に係合できるように、力変換アーム１１５の平面に対して前方に角度付けされ得る。次に、安定化触覚１６０は、レンズ１００を後方方向にさらに水晶体嚢内に押し込むことができる。安定化触覚１６０の末端１６２は、力変換アーム１１５と同じ象限の上方または同じ象限内に、または力変換アーム１１５間に延びるかどうかに拘わらず、触覚１６０は、レンズ１００に後方方向の圧力を加えることによって、力変換アーム１１５が虹彩と接触するのを防ぐのを助ける。

【０２４８】

各触覚１６０は、触覚１６０がそれらの全長の大部分に沿って眼組織と係合するように構成されるように、曲線に沿ってループし得る。触覚１６０は、力変換アーム１１５と同軸または同一平面であり得る。触覚１６０はまた、力変換アーム１１５とは異なる軸に沿って位置決めされ得、例えば、力変換アーム１１５からオフセットされ得、または力変換アーム１１５に対して角度付けされ得る。態様では、触覚１６０は、力変換アーム１１５に対して０～２０度の範囲内の角度または他の角度で位置決めされ得る。各触覚１６０は、レンズの平面から離れる角度をとることができ、その結果、各触覚１６０の末端１６２は、レンズ本体１０５に結合する場所の近くの触覚１６０の内部領域１６１とは異なる平面上に着座する。例えば、レンズの実施態様は、２つの触覚１６０および２つの対向する力変換アーム１１５を有し得る。この実施態様における力変換アーム１１５は、内側接触部分１３７と外側接触部分１３５との間の力変換アーム１１５の各々が一般にレンズの中心面に沿って配設されるように、レンズ本体１０５に対してほぼ中央に結合される。この態様における２つの触覚１６０の各々は、２つの力変換アーム１１５の間のレンズ本体１０５の領域に結合される。各触覚１６０の内部領域１６１は、前面と後面との間のレンズ

本体１０５の中心面のわずかに後方にある位置でレンズ本体１０５に位置決めまたは結合される。各触覚１６０は、各触覚１６０の末端１６２が触覚１６０の内部領域１６１の平面の後方にある平面上に位置決めされるように、内部領域１６１から末端１６２に向かって湾曲する。これは、触覚１６０の末端１６２と比較してより前方に配置された力変換アーム１１５の接触部分１３５をもたらし、その結果、それらは、眼内の異なる解剖学的位置に移植され得る。例えば、力変換アーム１１５の接触部分１３５は、それらが毛様体頂点１８または毛様体溝と接触するように眼内に位置決めされ得、触覚１６０は、力変換アーム１１５よりも後方に、例えば、水晶体嚢２２内に、延び得る。しかしながら、１つ以上の触覚１６０は、力変換アーム１１５と同じ平面に位置決めすることができることを理解されたい。あるいは、触覚１６０は、レンズを後方位置に付勢するために前方に角度付けされ得る（図５Ａ～５Ｆを参照されたい）。虹彩との接触を最小限にするために、触覚１６０を使用して、溝または水晶体嚢内に配置され得る末端１６２に対して後方にレンズ本体１０５および力変換アーム１１５を保持し得る。

【０２４９】

本明細書に記載の安定化システムのいずれも、力変換アーム１１５と同軸もしくは同一平面に配置され、または力変換アーム１１５とは異なる軸に沿って位置決めされ、その結果、安定化システム１２０を力変換アーム１１５からオフセットし得るか、または触覚１６０に関して上記のようにそれらに対して角度付けられ得る。同様に、安定化システム１２０は、安定化システム１２０の少なくとも一部分がレンズの平面から離れるように角度付けするように、力変換アーム１１５に対して角度付けされ、その結果、安定化システムの少なくとも一部分が安定化システムの別の部分と異なる平面上に着座することになる。

【０２５０】

本明細書に記載の安定化システムのいずれも、シリコーンエラストマー、ポリウレタン、ＰＭＭＡ、ＰＶＤＦ、ＰＤＭＳ、ポリアミド、ポリイミド、ポリプロピレン、ポリカーボネート、または疎水性もしくは親水性である可撓性アクリル材料、あるいはこれらの材料の任意の組み合わせから形成され得ることを理解されたい。安定化システムは、挿入および操作のために柔軟性を維持しながらその安定化機能を提供するために、より剛性の高い構造で補強されたより柔らかい本体を有し得る。

【０２５１】

本明細書に記載の安定化システム１２０の１つ以上の部分は、眼内の固定を改善するために食い込み要素が組み込まれ得る。態様では、安定化システム１２０は、触覚１６０を含み、食い込み要素は、眼内の触覚１６０の固定を改善するために、それらの末端１６２の近くに位置決めされ得る。触覚１６０は、開ループ、閉ループ、プレートスタイル、プレートループ、モノブロックプレートスタイル、ｊループ、ｃループ、修正されたＪループ、マルチピース、シングルピース、角度付き、平面、オフセットなどを含むがこれらに限定されない、様々な触覚設計または触覚設計の組み合わせのいずれかであり得る。本明細書で考慮される触覚１６０には、Ｒａｙｎｅｒ設計の触覚（Ｒａｙｎｅｒ　Ｉｎｔｒａｏｃｕｌａｒ　Ｌｅｎｓｅｓ　Ｌｔｄ、イーストサセックス、英国）、ＮｕＬｅｎｓ設計の触覚（ＮｕＬｅｎｓ　Ｌｔｄ、イスラエル）、Ｓｔａａｒのレンズ設計（Ｓｔａａｒ　Ｓｕｒｇｉｃａｌ、モンロビア、カリフォルニア州）、その他が含まれる。態様では、安定化システム１２０は、１つ以上の触覚で１６０または３６０度の翼１７２を含むかどうかにかかわらず、シリコーン、ポリウレタン、ＰＭＭＡ、ＰＶＤＦ、ＰＤＭＳ、ポリアミド、ポリイミド、ポリプロピレン、ポリカーボネート、ＰＥＥＫなど、またはそのような材料の組み合わせの生体適合性ポリマーで形成され得る。安定化システム１２０は、ある材料で形成され得るか、または折り畳み可能であるように構成され得る。態様では、安定化システム１２０は、形状記憶材料で形成されている。

【０２５２】

本明細書に記載のレンズは、内部および／または外部で改善された機械的安定性を有し、その結果、より効率的な形状変化がもたらされる。形状変化は、所望の形状変化から離れるデバイスの他の場所で歪みまたは膨らみを引き起こすことなく、所望の場所（すなわ

ち、形状変形膜１４０および動的膜１４３）でのみ発生するという点で、より効率的である。形状変化における効率は、部分的には、可動部分の機械的分離によるものである。以下でより詳細に説明するように、１つ以上の内部支持体１１０によって、レンズ１００に十分な剛性が提供されて、可動部分を機械的に隔離して、デバイスの他の部分に不用意な膨らみまたは歪みなしに形状変化が効果的かつ効率的に実施される。本明細書に記載のレンズ１００の内向き領域は、低減した角度、丸みを帯びたエッジ、およびより少ないデッドゾーンを有し得、達成される形状変化の効率を改善する。

【０２５３】

図４Ａ～６４および図５Ａ～５Ｆは、内部支持体１１０を有するレンズの実施態様を示す。内部支持体１１０は、光学的歪みを制限するために、安定化システム１２０によって付与される応力から光学素子（前方および後方）を機械的に分離するように機能し得る。図４Ｄおよび図５Ｄに最もよく示されるように、内部支持体１１０は、中央開口１１３を画定するリング状要素であり得る。開口１１３は、静的レンズ要素１５０の少なくとも一部分をそれを通して受け入れるようにサイズ決めされた内径を有し得る。本明細書の他の場所に記載されるように、静的要素１５０は、第１の側に平坦な表面１５１、第２の反対側に曲面１５２、およびシール面１５４を有する周辺接続リングを有し得る。静的要素１５０の周囲シール面１５４は、内部支持体１１０の開口１１３を取り囲む後方向きの略平面の表面に対して当接してシールすることができる。静的要素１５０の周辺接続リングは、中央開口１１３の内径によって係合され得る。したがって、静的要素１５０は、内部支持体１１０の開口１１３と、レンズ１００の後側に向かって開口を通して利用可能な曲面１５２とによって保持され得る。前方光学系１４５の周辺領域１４４は、開口１１３を取り囲む内部支持体１１０の平面の前向き表面上に位置決めされ得る。したがって、開口１１３を取り囲む内部支持体１１０の平面部分は、前方光学系の周辺領域１４４と静的要素１５０のシール面１５４との間に捕捉される。内部支持体１１０は、レンズ本体１０５の外周に概ね一致する外周を有し得る。レンズ本体１０５は、内部支持体１１０の外周に結合されている（図４Ｂおよび５Ｂを参照されたい）。内部支持体１１０の外周は、力変換アーム１１５の移動時に、周辺膜１４０が遠近調節可能な形状変化を引き起こすように内側にある距離押し出され得るように、周辺膜１４０の内部のある距離離間され得る。したがって、レンズ本体１０５は、内部支持体１１０の前面上の第１の位置で結合され得、レンズ本体１０５は、周辺膜１４０が第１の位置と第２の位置との間の距離をつなぐように、内部支持体１１０の後面上の第２の位置で結合され得る（図４Ｃおよび５Ｃを参照されたい）。第１の位置と第２の位置との間の距離は、外周近くのくさび形の特徴１１７の幅によって画定される。これらの特徴１１７の存在によって、力変換アーム１１５の移動が制限され、注射などによる眼への移植中に裂けるリスクが低減される。特徴１１７は、特徴１１７のより厚い部分が、周辺膜１４０により周辺に面して位置決めされ、中央開口１１３に向かって先細りになるように、概してくさび形を有し得る。特徴１１７の外向きの表面は、力変換アーム１１５の移動中に周辺膜１４０が特徴１１７との接触を回避することを確実にするために、凹面であり得、またはそうでなければ内側に角度付けされ得る。特徴１１７はくさび形である必要はないことを理解されたい。例えば、内部支持体１１０は、それらが中央開口１１３に向かって先細りにならないように、断面がより正方形または長方形である特徴１１７を含み得る。

【０２５４】

一般に、内部支持体１１０の材料は、特にレンズ１００が安定化触覚１６０によって付与される応力下に置かれるときに、光学素子を機械的に分離するのに十分な剛性を有する。図５Ａ～５Ｆは、安定化触覚１６０によって付与される応力からデバイスの光学部分を機械的に分離するように構成された内部支持体１１０を有するレンズ１００の実施態様を示す。内部支持体１１０は、安定化触覚１６０が動的膜１４３または前方光学系１４３などのデバイスの光学部分に形状変化を付与しないように、安定化触覚１６０の移動中であっても中央領域の光学的歪みを防止するように構成されている。形状変形膜１４０および動的膜１４３などのレンズ１００の他の部分に対する内部支持体１１０の強度は、挿入中

のレンズの操作および取り扱い中の耐久性の向上を提供する。

【０２５５】

構成に関係なく、内部支持体１１０は、遠近調節運動が所望される場所以外のレンズ１００の領域での効率を低下させるレンズ移動が制限され得る。内部支持体１１０は、毛様体によって誘発されるすべての圧力を中央の動的膜１４３に向けて集中させるように機能する。内部支持体１１０は、レンズ１００の動的領域を機械的に分離し、レンズ１００の非動的領域を構造的に補強し、それにより、遠近調節（流体で満たされたチャンバ１５５内の増加した圧力からの力変換アーム１１５および動的膜１４３の移動による側方変形膜１４０）のために所望される場所のみで形状変化に集中させる。内部支持体１１０の形状および剛性は、流体で満たされた嚢の増加した内圧の下で他のレンズ領域が変形するのを機械的に防止するのに役立つ。内部支持体１１０は、不透明または透明であり得るが、一般に、レンズ１００の可動部分よりも剛性である、様々な材料または材料の組み合わせのいずれかで形成され得る。態様では、レンズ１００の各固体構成要素は同じ材料で形成されており、これは製造の観点からの利点を提供する。様々な固体構成要素の材料は同じ（すなわち、シリコーン）であり得、様々な固体構成要素の機械的特性は、構成要素がレンズに対して実行する機能（すなわち、形状変化または力の伝達またはセンタリングおよび安定化）に応じて一意であり得る。レンズの１つの固体構成要素は、レンズの別の構成要素（例えば、周辺膜１４０と比較して内部支持体１１０）よりも高い剛性であり得るが、両方の固体構成要素が同じ材料であり得る。より剛性の高い固体構成要素は、剛性の低い固体構成要素と比較して、そのコンポーネントの形状および寸法の違いにより、より剛性が高くなり得る。したがって、内部支持体１１０および膜１４０、１４３は、同じシリコーン材料で形成され得るが、膜１４０、１４３は、内部支持体１１０と比較して大幅に減少した厚さを有するため、膜１４０、１４３は、圧縮力が加えられる際に容易に変形し、一方、内部支持体１１０が容易に変形されない。いくつかの実施態様では、内部支持体１１０は、シリコーンエラストマー（例えば、シリコーンＰＤＭＳ　７０－９０ｓｈｏｒｅＡ）であり得、膜１４０、１４３は、シリコーンエラストマー（例えば、シリコーンＰＤＭＳ　２０－５０ｓｈｏｒｅＡ）であり得る。さらに、内部支持体１１０は、膜１４０、１４３と比較してより高い剛性および硬さを付与する形状を含み得る。

【０２５６】

本明細書に記載のレンズの様々な構成要素および特徴は、様々な組み合わせのいずれかに組み込まれ得る。したがって、特定の図面に関して示される特定の特徴の記載は、その特徴が本明細書に記載されるレンズの別の実施態様に組み込まれ得るという点で限定されることを意図するものではない。例えば、本明細書に記載のレンズは、本明細書に記載の安定化システムの１つ以上の特徴を組み込んだ安定化システムを含み得る。さらに、安定化システムの特徴を有するレンズは、例えば、力変換アーム１１５または形状変形膜１４０に関して記載されている様々な特徴のいずれかと組み合わせられ得る。

【０２５７】

本明細書に開示されるデバイスの様々な固体光学構成要素の調製に適した材料または材料の組み合わせが全体を通して提供されている。他の適切な材料が考慮されることを理解されたい。米国特許公開第２００９／０２３４４４９号、同第２００９／０２９２３５５号、および同第２０１２／０２５３４５９号は各々、参照によりその全体が本明細書に組み込まれ、本明細書に記載のデバイスの特定の構成要素を形成するのに適した他の材料のさらなる例を提供する。レンズ本体１０５の１つ以上の固体光学構成要素は、それらが同じ材料で形成されているという点で、互いに一体であり得る。例えば、内部支持体１１０は、前方光学系１４５の周辺領域１４４の厚くされた領域であり得る。同様に、形状変形膜１４０は、所望の機能を提供するために、厚さまたは柔軟性などの特定の物理的特性を有して、互いに一体であり得る。あるいは、レンズ本体１０５の１つ以上の固体光学構成要素は、当該技術分野で知られている技術によってともに結合され得る。したがって、レンズ本体１０５の１つ以上の固体光学構成要素は、同じ材料または異なる材料で形成され得る。支持体１１０、周辺領域１４４、動的膜１４５、および形状変形膜１４０のうちの

１つ以上は、シリコーン、ウレタン、可撓性アクリルなどの光学的に透明な低弾性率エラストマー、またはポリエチレンなどの可撓性非弾性フィルム、ならびにフルオロシリコーンエラストマーなどのハロゲン化エラストマーで形成され得る。態様では、流体チャンバ１５５を満たす液体光学材料は、式（Ｉ）のコポリマーであり、流体チャンバ１５５を形成する固体光学構成要素（例えば、形状変形膜１４０の内向き表面、静的要素１５０、内部支持体１１０、周辺領域１４４および前方光学系１４５の動的膜１４３）は、シリコーンエラストマーで形成されている。態様では、流体チャンバ１５５を満たす液体光学材料は、式（Ａ）のコポリマーであり、流体チャンバ１５５を形成する固体光学構成要素（例えば、形状変形膜１４０の内向き表面、静的要素１５０、内部支持体１１０、周辺領域１４４および前方光学系１４５の動的膜１４３）は、シリコーンエラストマーで形成されている。態様では、流体チャンバ１５５を満たす液体光学材料は、式（Ｂ）のコポリマーであり、流体チャンバ１５５を形成する固体光学構成要素（例えば、形状変形膜１４０の内向き表面、静的要素１５０、内部支持体１１０、周辺領域１４４および前方光学系１４５の動的膜１４３）は、シリコーンエラストマーで形成されている。態様では、流体チャンバ１５５を満たす液体光学材料は、フルオロシリコーンオイルであり、流体チャンバ１５５を形成する固体光学構成要素（例えば、形状変形膜１４０の内向き表面、静的要素１５０、内部支持体１１０、周辺領域１４４および前方光学系１４５の動的膜１４３）は、シリコーンエラストマーで形成されている。態様では、流体チャンバ１５５を満たす液体光学材料は、シリコーンオイルであり、流体チャンバ１５５を形成する固体光学構成要素は、フルオロシリコーンエラストマーで形成されている。態様では、流体チャンバ１５５を満たす液体光学材料は、フェニルシリコーンオイルなどの芳香族オイルまたはフェニル置換オイルであり、流体チャンバ１５５を形成する固体光学構成要素は、フルオロシリコーンエラストマーなどのハロゲン化シリコーンエラストマーで形成されている。材料の組み合わせは、レンズの安定性を最適化し、膨潤を防止し、最適な屈折率を維持するように選択される。液体光学材料については、上記でより詳細に記載されている。

【０２５８】

態様では、力変換アーム１１５は、シリコーン、ポリウレタン、ＰＭＭＡ、ＰＶＤＦ、ＰＤＭＳ、ポリアミド、ポリイミド、ポリプロピレン、ポリカーボネートなど、またはそれらの組み合わせで形成された剛性ポリマーであり得る。いくつかの実施態様では、力変換アーム１１５は、ＰＭＭＡで補強された要素であり得る。態様では、レンズは、後方静的要素１５０および力変換アーム１１５を含むすべてのシリコーン材料で形成されている。安定化システム１２０は、より剛性の高いシリコーンで形成され得、またはポリイミドで形成され得るか、またはポリイミドを組み込み得る。例えば、安定化触覚１６０および翼１７２は、ポリイミドであり得る。

【０２５９】

本明細書に記載のレンズは、毛様体、毛様体突起、および毛様小帯などの天然レンズによって通常使用される眼組織と機械的および機能的に相互作用して遠近調節および遠近調節解除をもたらすことにより、遠方から近方までの全遠近調節範囲にわたって焦点を合わせる能力を提供し得る。本明細書に記載のデバイスは、１つ以上の毛様体構造の動きを利用し、その動きを機能力に変換して、水晶体嚢の動きとは独立した方法での遠近調節および遠近調節解除のために、レンズ本体の形状変化を駆動するように眼に位置決めされるように構成された１つ以上の力変換アームを含む遠近調節機構を含み得る。本明細書に記載のレンズは、１ジオプトリー（１Ｄ）～３Ｄ、最大約５Ｄまたは６Ｄの範囲の屈折力変化を達成し得る。これらの組織によって生成された力は、本明細書に記載のデバイスに機能的に変換され、屈折力変化をより効果的に遠近調節させる。本明細書に記載のレンズは、例えば、水晶体嚢内に位置決めされるように構成された遠近調節機構とは別個の安定化システムをさらに含み得る。本明細書に記載のデバイスは、上記の嚢線維症が原因で発生する傾向がある既知の問題を未然に防ぐ。本明細書に記載のデバイスは、毛様体筋、毛様体、毛様体突起、および毛様小帯を含むがこれらに限定されない毛様体構造の１つまたは組み合わせの動きを利用するように構成され得ることを理解されたい。簡潔にするために、

「毛様体構造」という用語は、本明細書では、力変換アームによる移動を利用してレンズ本体の遠近調節をもたらし得る１つ以上の毛様体構造のいずれかを指すために使用され得る。

【０２６０】

本明細書に記載のデバイスは、罹患した自然の水晶体を置き換えるために眼に移植され得る。デバイスは、自然の水晶体（有水晶体患者）または以前に患者の水晶体嚢内に埋め込まれた眼内レンズ（偽水晶体患者）の補足として移植され得る。本明細書に記載のレンズは、ＵＳ２００９／０２３４４４９、ＵＳ２００９／０２９２３５５、ＵＳ２０１２／０２５３４５９、ＷＯ２０１５／１４８６７３、およびＷＯ２０１８／０８１５９５に記載されている眼内レンズと組み合わせて使用され得、これらは各々、参照によりその全体が本明細書に組み込まれる。したがって、本明細書に記載のレンズは、独立して、またはいわゆる「ピギーバック」レンズとして使用され得る。ピギーバックレンズは、有水晶体眼または偽水晶体眼の残留屈折異常を矯正するために使用され得る。自然レンズの代わりに使用される一次レンズは、一般的に厚く、通常、±１０Ｄ～±２５Ｄの範囲の屈折力を有する。より厚く、より大きな屈折力のレンズは一般的に遠近調節しない。対照的に、補助レンズは、システムに大幅な屈折力を提供する必要はない。補助レンズは、主レンズと比較して比較的薄くし得、より多くの遠近調節を受け得る。より薄いレンズの形状変化および移動は、一般に、厚い一次レンズと比較してより容易に遠近調節され得る。本明細書に記載のレンズは、独立して使用され得、自然レンズまたは移植されたレンズとのピギーバックレンズとして組み合わせて使用される必要はない。本明細書に記載のレンズの１つ以上の構成要素は、水晶体嚢２２またはそれらの組み合わせ内で、毛様体突起に対して、溝１６内に位置決めされるように構成され得る。

【０２６１】

本明細書に記載のデバイスおよびシステムは、様々な機能のいずれかを組み込むことができる。本明細書に記載のデバイスおよびシステムの１つの実施態様の要素または機能は、代替的に、または本明細書に記載のデバイスおよびシステムの別の実施態様の要素または機能、ならびにＵＳ２００９／０２３４４４９、ＵＳ２００９／０２９２３５５、ＵＳ２０１２／０２５３４５９、ＷＯ２０１５／１４８６７３、およびＷＯ２０１８／０８１５９５に記載の様々なインプラントおよび機能と組み合わせて組み込まれ得、これらは各々、参照によりそれらの全体が本明細書に組み込まれる。簡潔にするために、これらの組み合わせの各々の明示的な記載は省略されてもよいが、本明細書では様々な組み合わせが考慮されるべきである。様々なデバイスは、様々な異なる方法に従い、様々な異なるデバイスおよびシステムを使用して、移植、位置決め、および調整などされ得る。様々なデバイスは、移植前、移植中、および移植後いつでも調整され得る。様々なデバイスをどのように移植および位置決めされ得るかについてのいくつかの代表的な記載が提供されるが、簡潔にするために、各インプラントまたはシステムに関する各方法の明示的な記載は省略され得る。

【０２６２】

本明細書に記載の液体光学材料で満たされた流体チャンバを組み込んだレンズは、遠近調節レンズである必要はなく、眼に移植されるように構成される必要もない。レンズはまた、図に関して記載された例示的なレンズの各々およびすべての特徴を組み込む必要はない。レンズは、眼鏡レンズ、単眼レンズ、両眼レンズ、望遠鏡レンズ、スポッティングスコープレンズ、望遠鏡ガンサイトレンズ、セオドライトレンズ、顕微鏡レンズ、カメラレンズ、イメージングレンズ、または他の医療機器レンズであり得る。

【０２６３】

態様では、図を参照して記載される。しかしながら、特定の態様は、これらの特定の詳細の１つ以上なしで、または他の既知の方法および構成と組み合わせて実行され得る。その記載においては、実施態様について完全に理解するために、特定の構成、寸法、プロセスなど、多数の具体的な詳細が示されている。他の例では、説明を不必要に曖昧にしないために、よく知られたプロセスおよび製造技術は特に詳細に説明されていない。本明細書

全体を通して、「一実施形態」、「実施形態」、「態様」、「一態様」、「一実施態様」、「実施態様」などへの言及は、記載されている特定の特徴、構造、構成、または特性が少なくとも１つの実施形態、態様、または実施態様に含まれていることを意味する。したがって、本明細書全体に配置された様々な「一実施形態」、「実施形態」、「一態様」、「態様」、「一実施態様、「実施態様」など」という句の出現は、必ずしも同じ実施形態、態様、または実施態様を言及しているわけではない。さらに、特定の特徴、構造、構成、または特性は、１つ以上の実施態様において任意の適切な様式で組み合わせされ得る。

【０２６４】

記載全体での相対的な用語の使用は、相対的な位置または方向または向きを示し得るものであり、限定することが意図されるものではない。例えば、「遠位」は、基準点から離れた第１の方向を示してもよい。同様に、「近位」は、第１の方向とは反対の第２の方向の位置を示してもよい。「前部」、「側面」、「後部」、ならびに「前方」、「後方」、「尾部」、「頭側」などの用語の使用、または相対的な基準枠を確立するために使用されるものでは、様々な実施態様において本明細書に記載されているデバイスのいずれかの使用または向きを制限することは意図されていない。

【０２６５】

この明細書には多くの具体的な内容が含まれているが、これらは、請求されるものまたは請求される可能性のあるものの範囲に対する制限として解釈されるべきではなく、特定の実施形態に対する具体的な特徴の説明として解釈されるべきである。別個の実施形態の文脈で本明細書に記載されている特定の特徴はまた、単一の実施形態で組み合わせて実施され得る。逆に、単一の実施形態の文脈で記載されている様々な特徴はまた、複数の実施形態で別々に、または任意の適切な副組み合わせで実装され得る。さらに、特徴は、特定の組み合わせで作用するものとして上記に記載され、最初にそのように主張されたとしても、主張された組み合わせからの１つ以上の特徴は、場合によっては組み合わせから削除され得、主張された組み合わせは、副組み合わせまたは様々な副組み合わせに関し得る。同様に、操作は特定の順序で図面に描かれているが、これは、望ましい結果を達成するために、そのような操作が示された特定の順序もしくは連続した順序で実行されること、または図示されたすべての操作が実行されることを要求することとして理解されるべきではない。いくつかの例、実施形態、態様、および実施態様のみが開示されている。記載された例および実施態様、ならびに他の実施態様に対する変形、修正、および拡張は、開示されたものに基づいて行われ得る。

【０２６６】

上記の記載および特許請求の範囲では、「少なくとも１つの」または「１つ以上の」などの句が出現し、その後に要素または特徴の結合リストが続く場合がある。「および／または」という用語はまた、２つ以上の要素または特徴のリストに出現することがある。それが使用される文脈によって暗黙的または明示的に矛盾しない限り、このような句は、リストされた要素または特徴のいずれかを個別に、または引用された要素または特徴のいずれかを他の引用された要素または特徴のいずれかと組み合わせて意味することを意図する。例えば、「ＡおよびＢの少なくとも１つ」「ＡおよびＢの１つ以上」および「Ａおよび／またはＢ」という句はそれぞれ、「Ａのみ、Ｂのみ、またはＡおよびＢを一緒に」を意味することを意図する。同様の解釈は、３つ以上のアイテムを含むリストにも適用される。例えば、「Ａ、ＢおよびＣのうちの少なくとも１つ」「Ａ、ＢおよびＣのうちの１つ以上」および「Ａ、Ｂおよび／またはＣ」という句は各々、「Ａのみ、Ｂのみ、Ｃのみ、またはＡおよびＢを一緒に、ＡおよびＣを一緒に、ＢおよびＣを一緒に、またはＡおよびＢおよびＣを一緒に」を意味するように意図されている。

【０２６７】

上記および特許請求の範囲における「に基づく」という用語の使用は、「少なくとも部分的に基づく」ことを意味するようを意図されており、その結果、記載されていない特徴または要素も許容される。

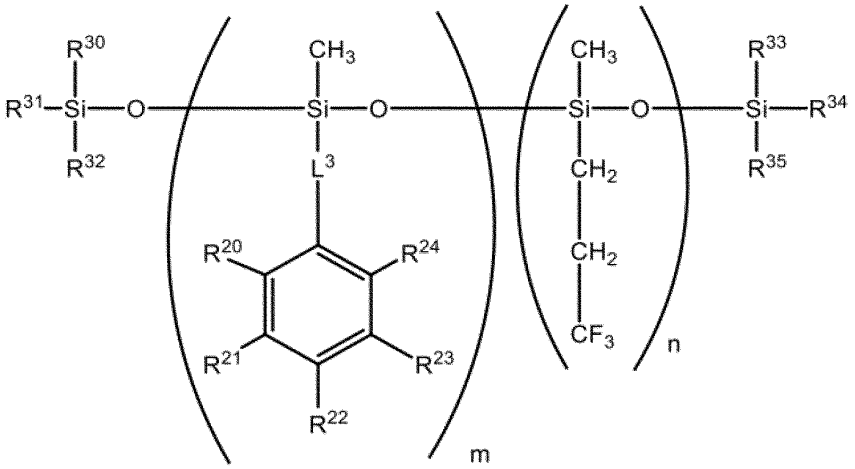
【０２６８】

実施形態１～５０。

【０２６９】

実施形態１．式（Ｂ）のコポリマーであって、

【化２４】



（Ｂ）

式中、Ｒ^{20}、Ｒ^{21}、Ｒ^{22}、Ｒ^{23}、およびＲ^{24}が、各々独立して、水素、フッ素、または少なくとも１つのフッ素で置換されたＣ$_{1-4}$アルキルであり、Ｌ^{3}が独立して－（ＣＨ$_{2}$）$_{2}$－または－ＣＨ（ＣＨ$_{3}$）－であり、Ｒ^{30}、Ｒ^{31}、Ｒ^{32}、Ｒ^{33}、Ｒ^{34}およびＲ^{35}が、各々独立して、－ＣＨ$_{3}$または－ＣＦ$_{3}$であり、ｍおよびｎが、各々独立して、１～２０の整数であり、ｍ：ｎの比が約２５：７５～約７５：２５である、コポリマー。

【０２７０】

実施形態２．Ｒ^{20}およびＲ^{24}が、各々独立して、水素であり、Ｒ^{21}、Ｒ^{22}、およびＲ^{23}が、各々独立して、フッ素である、実施形態１に記載のコポリマー。

【０２７１】

実施形態３．Ｒ^{20}、Ｒ^{21}、Ｒ^{22}、Ｒ^{23}、およびＲ^{24}のうちの少なくとも１つが、フッ素または少なくとも１つのフッ素で置換されたＣ$_{1}$－Ｃ$_{2}$アルキルである、実施形態１に記載のコポリマー。

【０２７２】

実施形態４．Ｒ^{20}、Ｒ^{21}、Ｒ^{22}、Ｒ^{23}、およびＲ^{24}が、各々独立して、水素、フッ素、または少なくとも１つのフッ素で置換されたメチルである、実施形態１に記載のコポリマー。

【０２７３】

実施形態５．Ｒ^{20}、Ｒ^{21}、およびＲ^{24}が、各々独立して、水素であり、Ｒ^{22}およびＲ^{23}が、各々独立して、フッ素である、実施形態１に記載のコポリマー。

【０２７４】

実施形態６．Ｒ^{20}、Ｒ^{21}、Ｒ^{23}、およびＲ^{24}が、各々独立して、水素であり、Ｒ^{22}が、－ＣＦ$_{3}$である、実施形態１に記載のコポリマー。

【０２７５】

実施形態７．Ｒ^{30}、Ｒ^{31}、Ｒ^{32}、Ｒ^{33}、Ｒ^{34}、およびＲ^{35}が、－ＣＨ$_{3}$である、実施形態１～６のいずれか１つに記載のコポリマー。

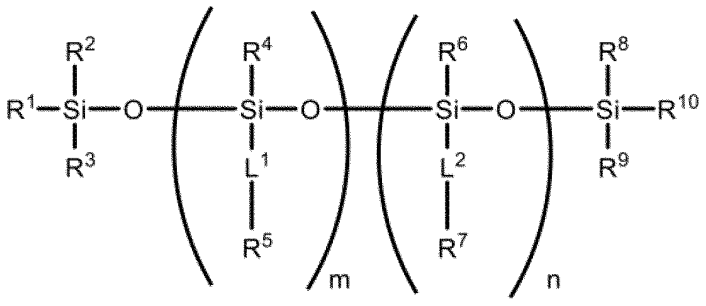
【０２７６】

実施形態８．Ｒ^{30}、Ｒ^{31}、Ｒ^{32}、Ｒ^{33}、Ｒ^{34}、およびＲ^{35}が、－ＣＦ$_{3}$である、実施形態１～６のいずれか１つに記載のコポリマー。

【０２７７】

実施形態９．ｍおよびｎが、各々独立して、５～１５の整数である、実施形態１～８の

いずれか１つに記載のコポリマー。
【０２７８】
実施形態１０．ｍ：ｎの比が、約４０：６０～約５０：５０である、実施形態１～９のいずれか１つに記載のコポリマー。
【０２７９】
実施形態１１．ｍ：ｎの比が、約４５：５５である、実施形態１０に記載のコポリマー。
【０２８０】
実施形態１２．約２，０００～約５，０００の数平均分子量を有する、実施形態１～１１のいずれか１つに記載のコポリマー。
【０２８１】
実施形態１３．約３，０００～約４，０００の数平均分子量を有する、実施形態１２に記載のコポリマー。
【０２８２】
実施形態１４．約３，５００の数平均分子量を有する、実施形態１３に記載のコポリマー。
【０２８３】
実施形態１５．式（Ａ）のコポリマーであって、
【化２５】



（Ａ）

式中、R^1、R^2、R^3、R^8、R^9、およびR^{10}が、各々独立して、水素、置換もしくは非置換アルキル、置換もしくは非置換ヘテロアルキル、置換もしくは非置換アリール、または置換もしくは非置換ヘテロアリールであり、R^4およびR^6が、各々独立して、水素、置換もしくは非置換アルキル、置換もしくは非置換ヘテロアルキル、置換もしくは非置換アリール、または置換もしくは非置換ヘテロアリールであり、L^1およびL^2が、各々独立して、結合、置換もしくは非置換アルキレン、または置換もしくは非置換ヘテロアルキレンであり、R^5が、独立して、R^{5A}置換アリール、R^{5A}置換ヘテロアリール、R^{5A}置換アルキル、またはR^{5A}置換ヘテロアルキルであり、^{5A}が、独立して、フッ素、R^{5B}置換アルキル、またはR^{5B}置換ヘテロアルキルであり、R^{5B}が、フッ素であり、R^7が、独立して、非置換もしくはR^{7A}置換アルキル、非置換もしくはR^{7A}置換ヘテロアルキル、非置換もしくはR^{7A}置換アリール、または非置換もしくはR^{7A}置換ヘテロアリールであり、R^{7A}が、独立して、フッ素、R^{7B}置換アルキル、またはR^{7B}置換ヘテロアルキルであり、R^{7B}が、フッ素であり、ｍおよびｎが、各々独立して、１～１００の整数である、コポリマー。
【０２８４】
実施形態１６．R^5が、R^{5A}置換アリールであり、R^{5A}が、独立して、フッ素または少なくとも１つのフッ素で置換されたC_1－C_4アルキルである、実施形態１５に記載のコポリマー。
【０２８５】
実施形態１７．R^5が、R^{5A}置換アルキルであり、R^{5A}が、独立して、フッ素または少なくとも１つのフッ素で置換されたC_1－C_4アルキルである、実施形態１５に記載の

コポリマー。
【０２８６】
実施形態１８．R^{5A}が、R^{5B}置換アルキルである、実施形態１５に記載のコポリマー。
【０２８７】
実施形態１９．R^{7}が、独立して、非置換もしくはR^{7A}置換アルキル、または非置換もしくはR^{7A}置換アリールであり、R^{7A}が、独立して、フッ素またはR^{7B}置換アルキルであり、R^{7B}が、フッ素である、実施形態１５～１８のいずれか１つに記載のコポリマー。
【０２８８】
実施形態２０．R^{7}が、独立して、非置換またはR^{7A}置換アルキルである、実施形態１５～１８のいずれか１つに記載のコポリマー。
【０２８９】
実施形態２１．R^{7A}が、R^{7B}置換アルキルである、実施形態１５～１８のいずれか１つに記載のコポリマー。
【０２９０】
実施形態２２．R^{1}、R^{2}、R^{3}、R^{8}、R^{9}、およびR^{10}が、各々独立して、水素、非置換C_1-C_6アルキル、少なくとも１つのフッ素で置換されたC_1-C_6アルキル、少なくとも１つのフッ素で置換された６員アリールで置換されたC_1-C_6アルキル、または少なくとも１つのフッ素で置換された６員アリールであり、R^{4}およびR^{6}が、各々独立して、水素、置換もしくは非置換C_1-C_6アルキル、または置換もしくは非置換フェニルであり、L^{1}およびL^{2}が、各々独立して、結合、または置換もしくは非置換C_1-C_6アルキルであり、R^{5}が、５または６員R^{5A}置換アリールであり、R^{5A}が、独立して、フッ素または少なくとも１つのフッ素で置換されたC_1-C_4アルキルであり、R^{7}が、独立して、フェニル、非置換C_1-C_6アルキル、または少なくとも１つのフッ素で置換されたC_1-C_6アルキルであり、ｍおよびｎが、各々独立して、１～５０の整数である、実施形態１５に記載のコポリマー。
【０２９１】
実施形態２３．R^{1}、R^{2}、R^{3}、R^{8}、R^{9}、およびR^{10}が、各々独立して、水素、非置換メチル、または$-CF_3$であり、R^{4}が、独立して、水素または非置換メチルであり、R^{6}が、独立して、水素、非置換メチル、または非置換フェニルであり、L^{1}が、独立して、非置換メチレン、メチルで置換されたメチレン、非置換エチレン、メチルで置換されたエチレン、非置換プロピレン、またはメチルで置換されたプロピレンであり、L^{2}が、独立して、結合、非置換メチレン、非置換エチレン、または非置換プロピレンであり、R^{5}が、１～５つのフッ素で置換されたフェニルであり、R^{7}が、１～５つのフッ素で置換されたフェニルまたは１～３つのフッ素で置換されたメチルであり、ｍおよびｎが、各々独立して、１～２５の整数である、実施形態１５に記載のコポリマー。
【０２９２】
実施形態２４．ｍ：ｎの比が、約１０：９０～約９０：１０である、実施形態１５～２３のいずれか１つに記載のコポリマー。
【０２９３】
実施形態２５．ｍ：ｎの比が、約２０：８０～約８０：２０である、実施形態２４に記載のコポリマー。
【０２９４】
実施形態２６．ｍ：ｎの比が、約３０：７０～約７０：３０である、実施形態２５に記載のコポリマー。
【０２９５】
実施形態２７．ｍ：ｎの比が、約４０：６０～約６０：４０である、実施形態２６に記載のコポリマー。
【０２９６】

実施形態２８．コポリマーが、約５００～約１０，０００の数平均分子量を有する、実施形態１５～２７のいずれか１つに記載のコポリマー。

【０２９７】

実施形態２９．コポリマーが、約１，０００～約６，０００の数平均分子量を有する、実施形態２８に記載のコポリマー。

【０２９８】

実施形態３０．コポリマーが、約２，０００～約５，０００の数平均分子量を有する、実施形態２９に記載のコポリマー。

【０２９９】

実施形態３１．実施形態１～３０のいずれか１つに記載の複数のコポリマーを含む、組成物。

【０３００】

実施形態３２．約５００ｃＰ～約１０，０００ｃＰの粘度を有する、実施形態３１に記載の組成物。

【０３０１】

実施形態３３．約１，０００ｃＰ～約２，０００ｃＰの粘度を有する、実施形態３２に記載の組成物。

【０３０２】

実施形態３４．約１．４０～約１．５０の屈折率を有する、実施形態３１～３３のいずれか１つに記載の組成物。

【０３０３】

実施形態３５．約１．４３～約１．４６の屈折率を有する、実施形態３４に記載の組成物。

【０３０４】

実施形態３６．４００ｎｍ～７００ｎｍの可視光範囲において少なくとも９５％の光透過率を有する、実施形態３１～３５のいずれか１つに記載の組成物。

【０３０５】

実施形態３７．（ｉ）屈折光学素子を含む前方部分と、（ｉｉ）後方部分と、（ｉｉｉ）前方部分と後方部分との間に囲まれた空洞であって、囲まれた空洞が、実施形態１～３０のいずれか１つに記載のコポリマー、または実施形態３１～３６のいずれか１つに記載の組成物を含む、囲まれた空洞と、を含む、レンズ。

【０３０６】

実施形態３８．前方部分および後方部分が、シリコーンエラストマーを含む、実施形態３７に記載のレンズ。

【０３０７】

実施形態３９．レンズが、眼内レンズである、実施形態３７または３８に記載のレンズ。

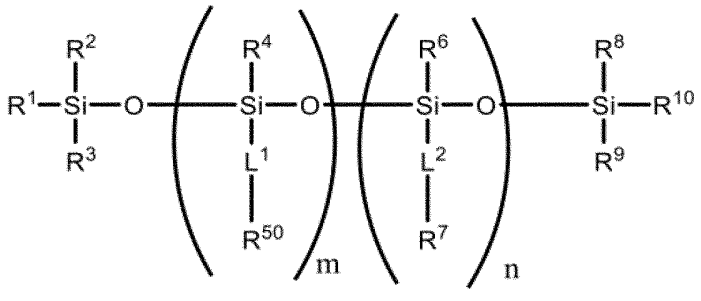
【０３０８】

実施形態４０．白内障の治療を必要とする患者の眼の白内障を治療する方法であって、方法が、患者の眼に実施形態３９に記載の眼内レンズを移植することを含む、方法。

【０３０９】

実施形態４１．実施形態１～３０のいずれか１つに記載のコポリマーを生成するためのプロセスであって、プロセスが、（ｉ）R^{60}置換アルキルまたはR^{60}置換アリールを式（Ｃ）のコポリマーと接触させて、式（Ａ）または（Ｂ）のコポリマーを含む組成物を生成することと、（ｉｉ）組成物から不純物を除去して、それによって、式（Ａ）または（Ｂ）のコポリマーを生成することと、を含み、R^{60}が、フッ素、R^{61}置換アルキル、R^{61}置換ヘテロアルキル、R^{61}置換アリール、またはR^{61}置換ヘテロアリールであり、R^{61}が、フッ素であり、式（Ｃ）のコポリマーが、

【化２６】



（Ｃ）

であり、式中、Ｒ５０が、水素、置換もしくは非置換アルキル、または置換もしくは非置換アリールである、プロセス。

【０３１０】

実施形態４２．Ｒ５０が、非置換メチルである、実施形態４１に記載のプロセス。

【０３１１】

実施形態４３．組成物から不純物を除去することが、組成物を有機溶媒で洗浄して、組成物から不純物を除去することを含む、実施形態４１または４２に記載のプロセス。

【０３１２】

実施形態４４．有機溶媒が、ジメチルスルホキシド、ジメチルホルムアミド、アセトニトリル、ジメチルアセトアミド、アセトン、テトラヒドロフラン、ジオキサン、Ｎ－メチル－２－ピロリドン、ジエチルエーテル、メタノール、エタノール、イソプロパノール、ピリジン、酢酸、トリエチルアミン、ジイソプロピルエチルアミン、四塩化炭素、クロロホルム、ジクロロメタン、水、D_2O、ヘキサン、シクロヘキサン、ペンタン、２－メチルペンタン、３－メチルペンタン、２，３－ジメチルブタン、２，２－ジメチルブタン、ヘプタン、オクタン、キシレン、ベンゼン、トルエン、またはこれらの２つ以上の組み合わせである、実施形態４３に記載のプロセス。

【０３１３】

実施形態４５．有機溶媒が、ヘキサン、ジクロロメタン、またはヘキサンおよびジクロロメタンの混合物である、実施形態４４に記載のプロセス。

【０３１４】

実施形態４６．組成物を液体炭化水素で少なくとも１０回洗浄して、組成物から不純物を除去することを含む、実施形態４３～４５のいずれか１つに記載のプロセス。

【０３１５】

実施形態４７．組成物から不純物を除去することが、超臨界CO_2を用いて組成物から不純物を抽出することを含む、実施形態４１または４２に記載のプロセス。

【０３１６】

実施形態４８．不純物を除去することが、組成物をシリコーンエラストマーと接触させることを含む、実施形態４１～４７のいずれか１つに記載のプロセス。

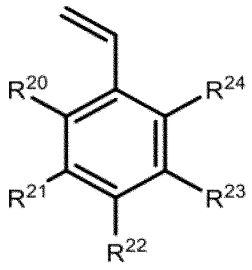
【０３１７】

実施形態４９．ステップ（ｉ）が、Ｒ６０置換アリールを式（Ｃ）のコポリマーと接触させて、式（Ａ）または（Ｂ）のコポリマーを含む組成物を生成することを含み、Ｒ６０が、フッ素または少なくとも１つのフッ素で置換されたC_1－C_6アルキルである、実施形態４１～４８のいずれか１つに記載のプロセス。

【０３１８】

実施形態５０．Ｒ６０置換アリールが、式（Ｄ）のコポリマーであり、

【化２７】



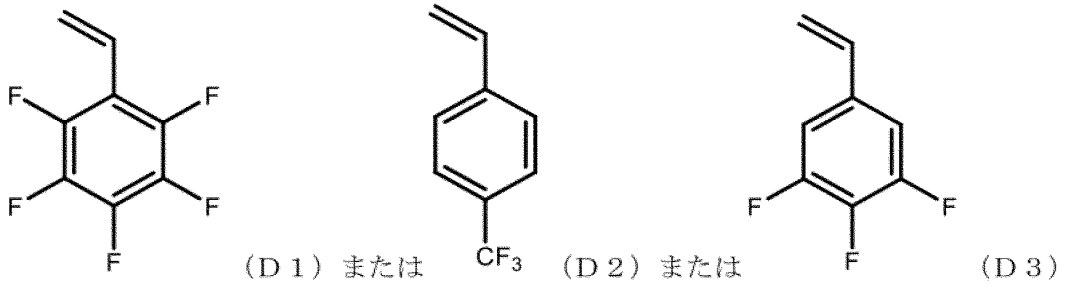
（Ｄ）

式中、Ｒ２０、Ｒ２１、Ｒ２２、Ｒ２３、およびＲ２４が、各々独立して、水素、フッ素、または少なくとも１つのフッ素で置換されたＣ１－Ｃ４アルキルであり、ただし、Ｒ２０、Ｒ２１、Ｒ２２、Ｒ２３、およびＲ２４が、すべて水素ではない、実施形態４９に記載のプロセス。

【０３１９】

実施形態５１．式（Ｄ）の化合物が、式（Ｄ１）または（Ｄ２）または（Ｄ３）の化合物である、実施形態５０のプロセス：

【化２８】



。

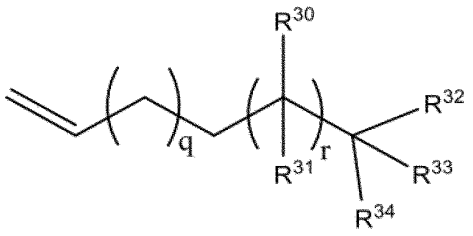
【０３２０】

実施形態５２．ステップ（ｉ）が、Ｒ６０置換アルキルを式（Ｃ）のコポリマーと接触させて、式（Ａ）または（Ｂ）のコポリマーを含む組成物を生成することを含み、Ｒ６０が、フッ素または少なくとも１つのフッ素で置換されたＣ１－Ｃ６アルキルである、実施形態４１～４８のいずれか１つに記載のプロセス。

【０３２１】

実施形態５３．Ｒ６０置換アルキルが、式（Ｅ）の化合物であり、

【化２９】



（Ｅ）

式中、ｑおよびｒが、各々独立して、０～６の整数であり、Ｒ３０、Ｒ３１、Ｒ３２、Ｒ３３、およびＲ３４が、各々独立して、水素、フッ素、または少なくとも１つのフッ素で置換されたＣ１－Ｃ４アルキルであり、ただし、Ｒ３０、Ｒ３１、Ｒ３２、Ｒ３３、およびＲ３４が、すべて水素ではない。実施形態５２に記載のプロセス。

【実施例】

【０３２２】
以下の実施例は、例示のみを目的としており、開示または特許請求の範囲の主旨または範囲を限定することを意図するものではない。
【０３２３】
実施例１
ポリマーを調製および修飾するためのプロセスは、当該技術分野で周知である。本開示では、フルオロシリコーンポリマーおよびコポリマーは、本明細書に記載のプロセスによって作製された。ＲＢＦには、撹拌棒、トルエン（２ｍＬ）、およびポリ（シラン）（ｅ．ｅ．、ＨＤＰ－１１１、ＨＭＳ－３０１、ＨＭＳ－５０１、ＨＰＭ－５０２、すべてＧｅｌｅｓｔ、Ｉｎｃ．（ペンシルベニア州モリスビル）製）（３ｇ、約２．８６ミリモル、約１８．９ミリモルのＳｉ－Ｈ）がロードされた。抑制剤を含まない４－フルオロスチレン（３．３ｇ、１８．９ミリモル、約１．０当量／Ｓｉ－Ｈ）を加えた。抑制剤を含まない４－フルオロスチレンを、市販のシトレンを中性アルミナプラグに通すことによって作製し、すぐに使用した。その後、Ｋａｒｓｔｅｄｔの触媒をトルエン（約２％Ｐｔ）（５０μＬ）の溶液として使用し、５０℃のオイルバスに入れた。反応では流体を滞留させ、淡黄色のままであった。
【０３２４】
３時間後、揮発性溶媒を回転蒸発により除去した。^{1}Ｈ　ＮＭＲを使用して、ビニルおよびシランプロトンを監視した。反応は、スチレン系サブユニットからの残留ビニルプロトンを示さなかった。残留シランプロトンが残っている場合は、スチレン系ユニットの追加の当量を添加して残留シランを消費し、続いてさらに3時間（例えば、３～５時間）加熱した。残留ビニルプロトンが残り、シランプロトンが残っていない場合、反応を停止し、揮発性物質を減圧下で除去した。残留ビニルプロトンおよび残留シランプロトンが存在する場合、カルステット触媒の追加のアリコートを添加し、反応物をオイルバスにさらに３～５時間戻した。反応を完了するまで監視した。
【０３２５】
ジクロロメタンで反応物を希釈し、木炭を加えた。１５～３０分間撹拌または超音波処理する。セライトのプラグを通してろ過し、回転蒸発によって試料を濃縮する。
【０３２６】
この実施例は、出発生成物として抑制剤ｆｒｅ　４－フルオロスチレンに言及しているが、当業者は、他の反応生成物、例えば、４－（トリフルオロメチル）スチレン、２，３，４，５，６－ペンタフルオロスチレンが以下の実施例で使用されたことを理解するであろう。他のフルオロシリコーンコポリマーは、３－フルオロスチレン、２－フルオロスチレン、２，６－ジフルオロスチレン、３－（トリフルオロメチル）スチレン、２－（トリフルオロメチル）ストリエンなどの他の出発物質を使用して、本明細書に記載の方法に従って作製され得る。
【０３２７】
実施例２
本発明者らは、ポリフェニル－（ジメチルヒドロシロキシ）シロキサン、水素化物末端５０～８０Ｃｓｔを塩基として用いる非対称で均一なポリマーを設計し、様々なフルオロアルカンを添加して、各繰り返し単位内の屈折率および溶解度パラメータのバランスをとる分子を作成した。特に、式（ＩＩ）の化合物、すなわち、Ｇｅｌｅｓｔ、Ｉｎｃ．製のＨＤＰ－１１１を、実施例１に記載のプロセスに従って式（Ｄ）または（Ｅ）の化合物と反応させて、本明細書に記載される式（ＶＩＩＩ）のフルオロシリコーンポリマーを生成した。得られたポリマーの屈折率が低すぎるまたは高すぎる場合、式（Ｄ）または（Ｅ）の化合物のフルオロ含有量を変化させた。さらに、式（ＩＩ）の化合物の分子量を変化させて、粘度を調整した。
【０３２８】
式（Ｄ）の化合物がモノフルオロスチレンである場合、得られたポリマーの溶解度は十分ではなかった。式（Ｄ）の化合物がトリフルオロスチレンまたはペンタフルオロスチレ

ンである場合、材料は液体ではなかった。式（Ｅ）の化合物を使用する場合、得られたポリマーは固体であった。式（ＩＩ）の化合物と式（Ｄ）または（Ｅ）の化合物との組み合わせから得られるポリマーは、かさばりすぎて、フルオロシリコーンオイルに必要な所望の特性を提供できないと仮定される。

【０３２９】

実施例３

本発明者らは、水素化物系コポリマーをベースとしてコポリマーを設計および合成し、官能基を追加して、最終生成物の仕様に到達するために必要な溶解性および屈折特性を生成した。特に、式（ＩＶ）の化合物、すなわち、Ｇｅｌｅｓｔ、Ｉｎｃ．製のＨＭＳ－５０１またはＨＭＳ－３０１のいずれかを、実施例１に記載のプロセスに従って、式（Ｄ）または（Ｅ）の化合物と反応させた。本明細書に記載されるように、式（ＩＸ）のフルオロシリコーンコポリマーを生成した。

【０３３０】

得られたポリマーの屈折率が低すぎる場合、式（Ｄ）または（Ｅ）の化合物のフルオロ含有量を変化させた。得られたコポリマーが溶解しすぎる場合、式（ＩＶ）のコポリマーの水和物濃度を変化させた。さらに、式（ＩＩ）の化合物の分子量を変化させて、粘度を調整した。

【０３３１】

式（Ｄ）の化合物がモノフルオロスチレンである場合、得られたコポリマーの溶解性は十分ではなかった。式（Ｄ）の化合物がトリフルオロスチレンである場合、得られたコポリマーは、良好な屈折率および良好な溶解性を有していた。式（Ｄ）の化合物がペンタフルオロスチレンである場合、得られたコポリマーは部分的に固体であった。式（Ｅ）の化合物を使用する場合、得られたコポリマーは固体であり、屈折率が低過ぎた。溶解度を適切なレベルにするために、５０／５０の水素化物／ジメチルが必要であった。

【０３３２】

実施例４

本発明者らは、溶解性および屈折特性が、コポリマーの１つのセクション中のフルオロの量およびコポリマー全体のそのセクションの割合によってバランスがとられている場合に、フルオロ－フェニルコポリマーを設計および合成した。特に、式（ＶＩＩ）の化合物、すなわち、Ｇｅｌｅｓｔ、Ｉｎｃ．製のＨＰＭ－５０２を、実施例１に記載のプロセスに従って式（Ｄ）の化合物と反応させて、本明細書に記載されているように、式（Ｘ）のフルオロシリコーンコポリマーを生成した。

【０３３３】

得られたポリマーの屈折率が低すぎるか高すぎる場合、式（Ｄ）の化合物のフルオロ含有量を変化させた。得られたコポリマーが溶解しすぎる場合、式（ＶＩＩ）のコポリマーの水和物濃度を変化させた。さらに、式（ＶＩＩ）の化合物の分子量を変化させて、粘度を調整した。

【０３３４】

式（Ｄ）の化合物がモノフルオロ－スチレン、トリフルオロ－スチレン、またはペンタフルオロ－スチレンである場合、得られたコポリマーは固体であった。

【０３３５】

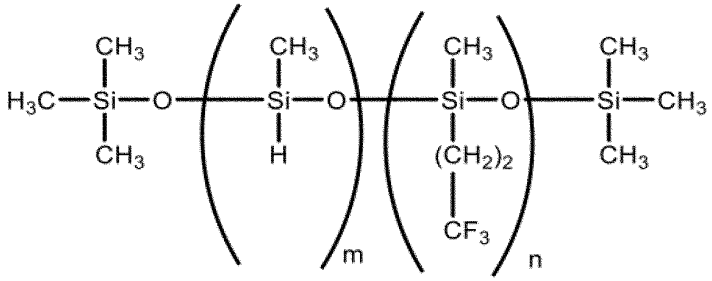
実施例５

本発明者らは、ベースとして水素化物系コポリマーを設計および合成し、一方、コポリマーの他の部分は、トリフルオロプロピルシリコーンであった。反応に加えられる官能基には、最終生成物の仕様に到達するために必要な溶解性および屈折特性が含まれている。

【０３３６】

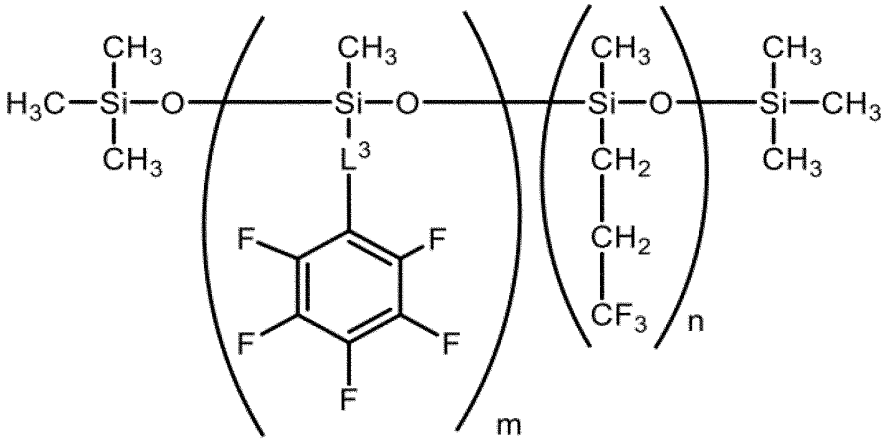
特に、ベースコポリマー（Ｇｅｌｅｓｔ、Ｉｎｃ．製）は以下の構造を有し、

【化３０】



式中、水素化物：トリフルオロプロピルのモル比（例えば、ｍ：ｎ）は、１８：８２または３８：６２であり、実施例１に記載のプロセスに従って式（Ｄ１）の化合物と反応させて、以下のコポリマーを生成した：

【化３１】

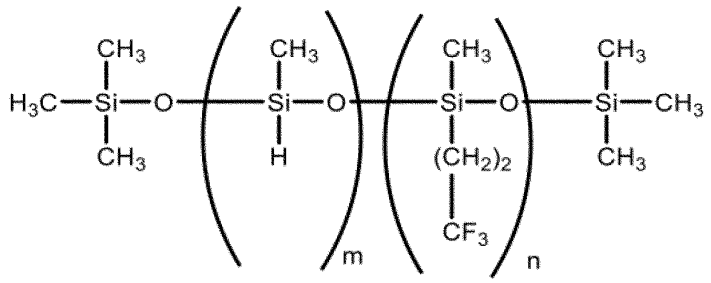


式中、Ｌ^{3}は、独立して、
－（ＣＨ$_{2}$）$_{2}$－または－ＣＨ（ＣＨ$_{3}$）－である。

【０３３７】

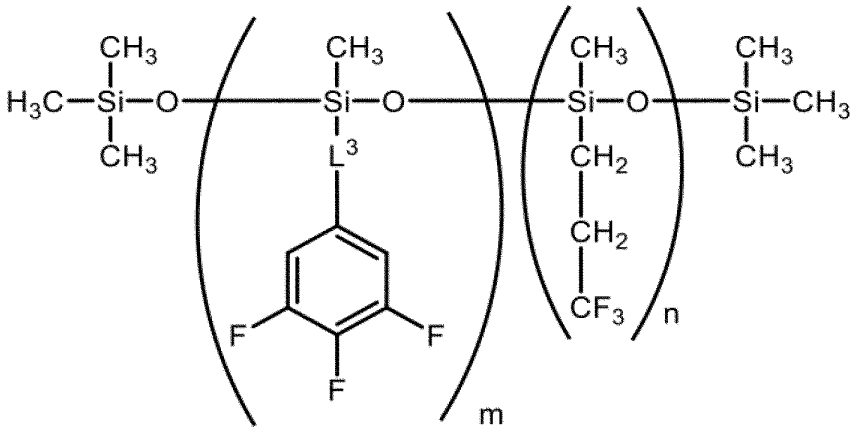
以下の構造を有するベースコポリマー（Ｇｅｌｅｓｔ、Ｉｎｃ．製）：

【化３２】



式中、水素化物：トリフルオロプロピルのモル比は（例えば、ｍ：ｎ）、１８：８２または３８：６２であり、実施例１に記載のプロセスに従って式（Ｄ２）の化合物と反応させて、以下のコポリマーを生成した：

【化３３】

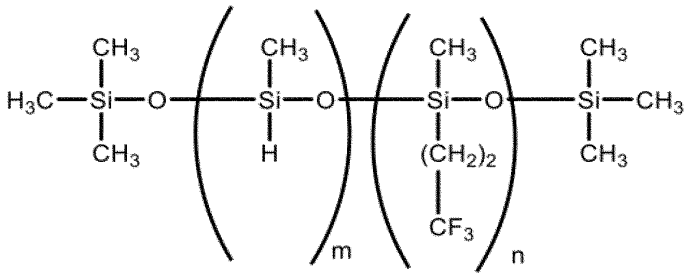


式中、Ｌ^{3}は、独立して、
－（ＣＨ$_{2}$）$_{2}$－または－ＣＨ（ＣＨ$_{3}$）－である。

【０３３８】

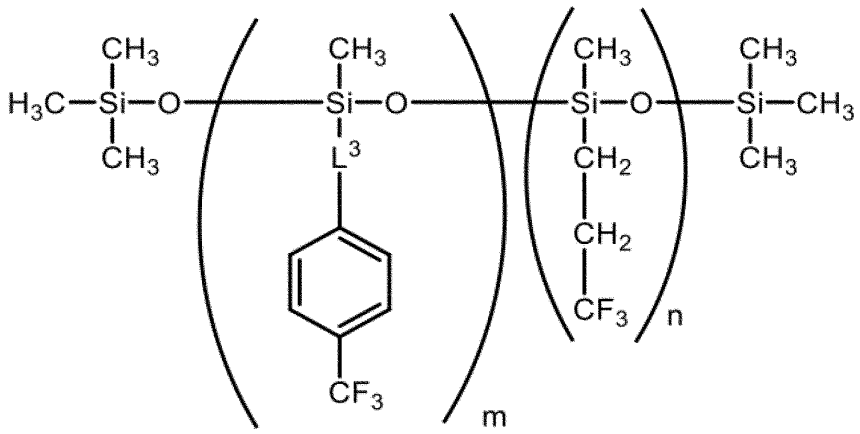
以下の構造を有するベースコポリマー（Ｇｅｌｅｓｔ、Ｉｎｃ．製）：

【化３４】



式中、水素化物：トリフルオロプロピルのモル比は（例えば、ｍ：ｎ）、１８：８２または３８：６２であり、実施例１に記載のプロセスに従って式（Ｄ３）の化合物と反応させて、以下のコポリマーを生成した：

【化３５】



式中、Ｌ^{3}は、独立して、
－（ＣＨ$_{2}$）$_{2}$－または－ＣＨ（ＣＨ$_{3}$）－である。

【０３３９】

得られたポリマーの屈折率が低すぎる場合、式（Ｄ）の化合物のフルオロ含有量を変化させた。得られたコポリマーが溶解しすぎる場合は、上記のベース共重合体の水和物濃度

を変化させた。さらに、粘度を調整するために、ベースコポリマーの分子量を変化させた。

【０３４０】

ベースコポリマーをＤ１と反応させたとき、得られたコポリマーは部分的に固体であった。ベースコポリマーをＤ２またはＤ３と反応させたとき、屈折率および溶解性は優れていた。

【０３４１】

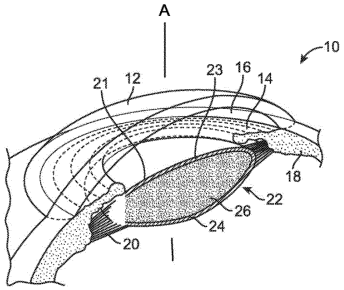
得られたコポリマーを精製した。特に、材料を、残留触媒を除去するために（例えば、重合またはヒドロシリル化から）活性炭抽出手順によって処理した。材料はまた、ヘキサン抽出手順を１０回実行して、シリコーンに移動する可能性のある材料を意図的に除去した。

【０３４２】

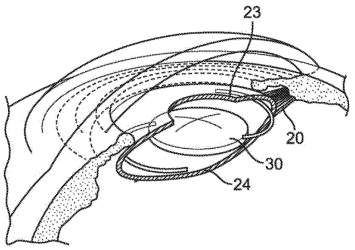
本明細書に記載の実施例および態様は例示目的のみのためであり、それを考慮した様々な修正または、変更が当業者に示唆され、本出願および添付の特許請求の範囲の趣旨および範囲内に含まれるべきである。本明細書で引用されるすべての刊行物、特許、および特許出願は、すべての目的のために参照によりそれらの全体が本明細書に組み込まれる。

【図面】

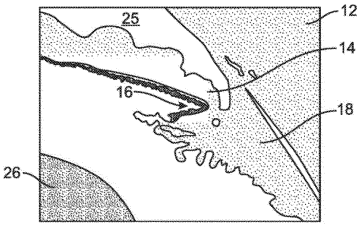
【図１Ａ】



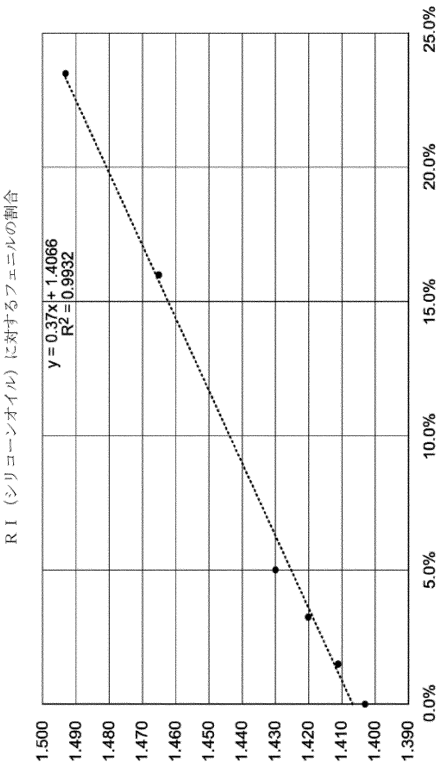
【図１Ｂ】



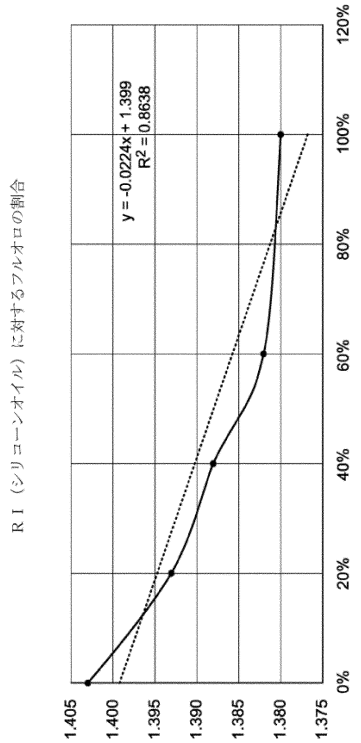
【図１Ｃ】



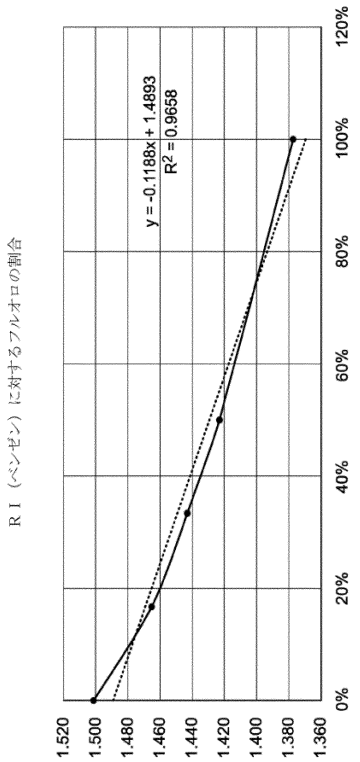
【図２Ａ】



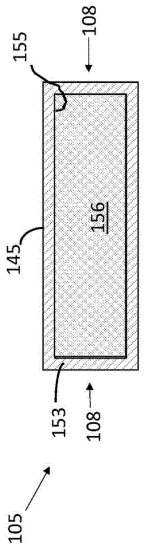
【図２Ｂ】



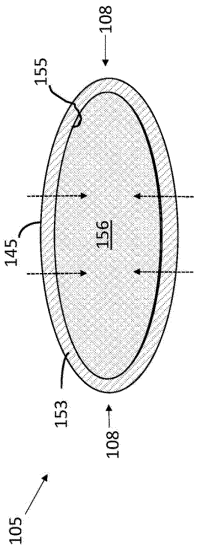
【図２Ｃ】



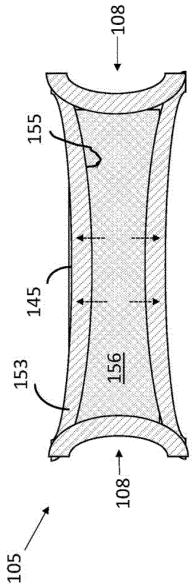
【図３Ａ】



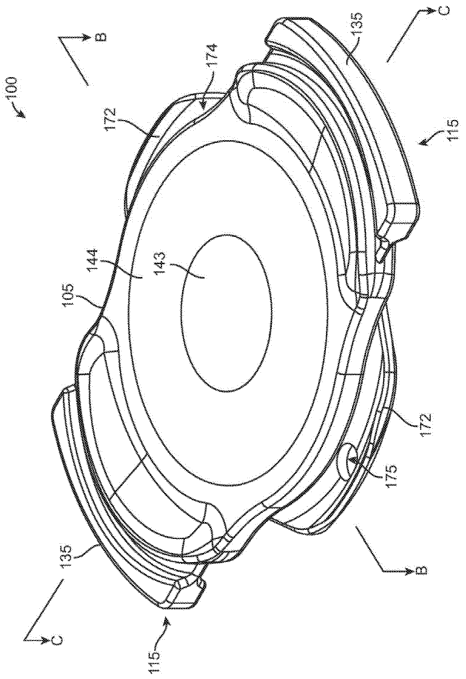
【図３Ｂ】



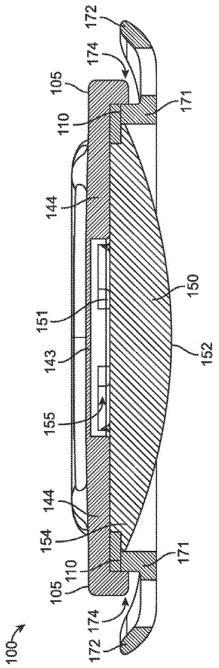
【図３Ｃ】



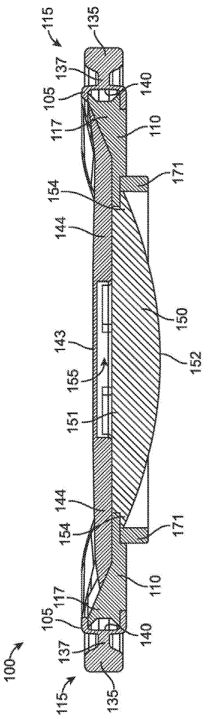
【図４Ａ】



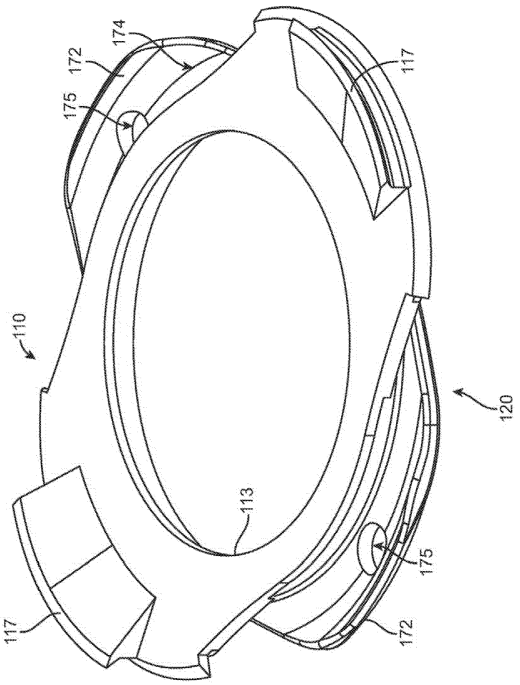
【図４Ｂ】



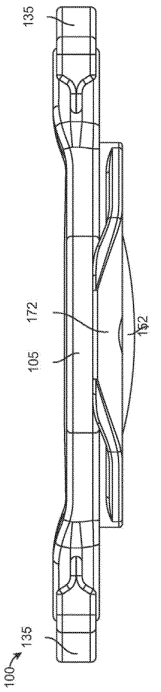
【図４Ｃ】



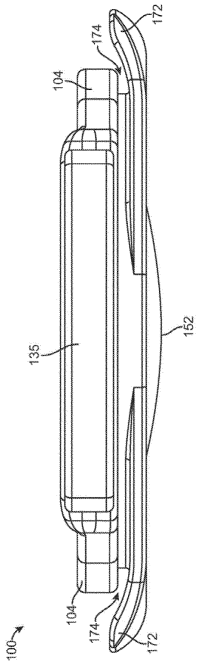
【図４Ｄ】



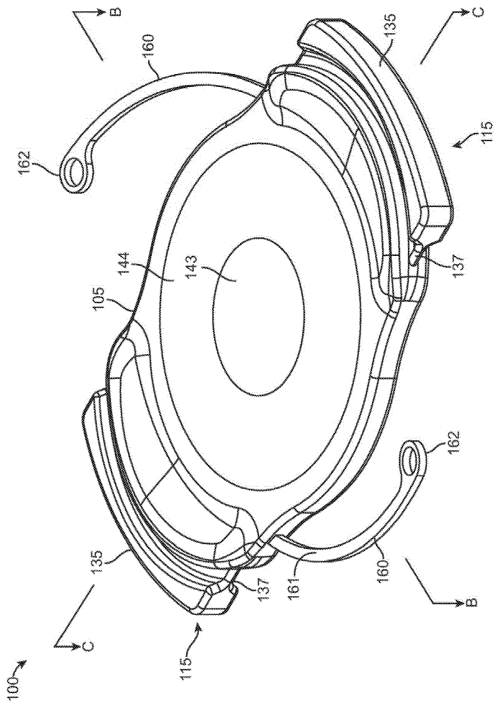
【図４Ｅ】



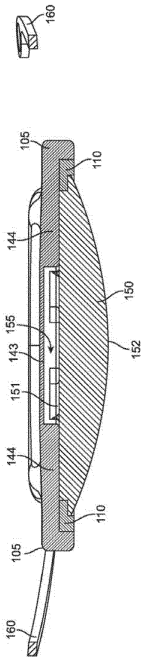
【図４Ｆ】



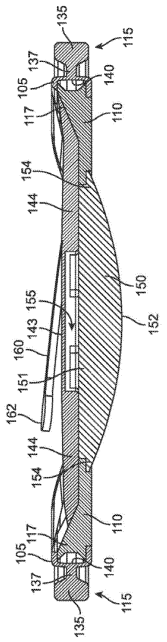
【図５Ａ】



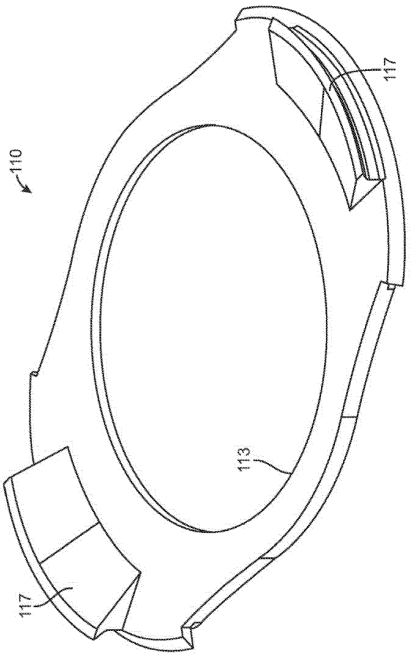
【図５Ｂ】



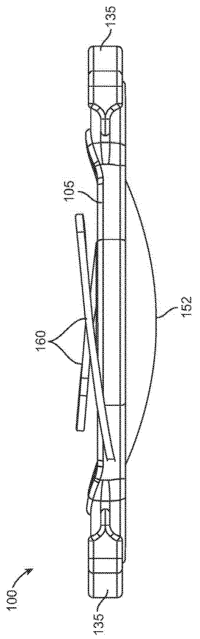
【図５Ｃ】



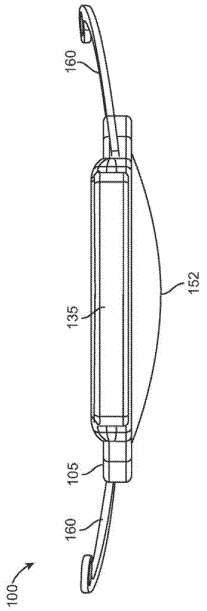
【図５Ｄ】



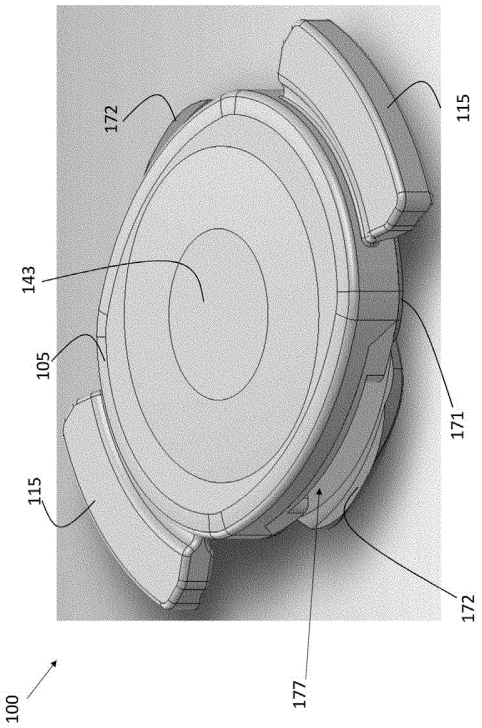
【図５Ｅ】



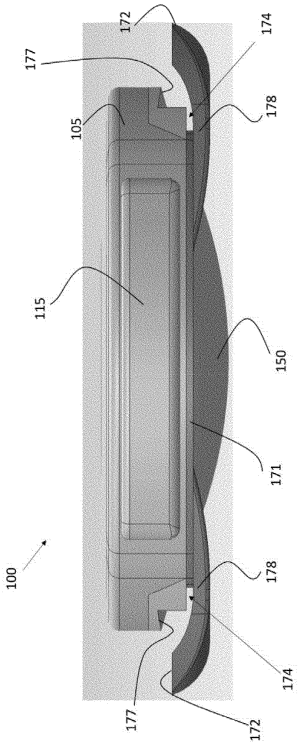
【図５Ｆ】



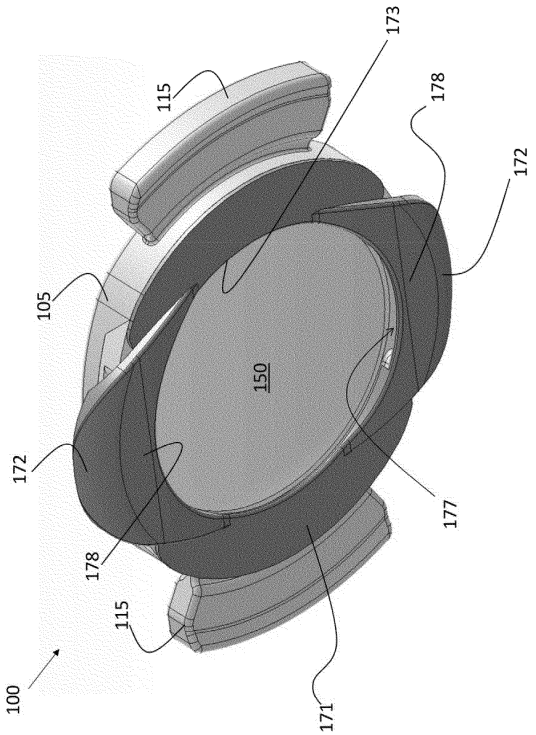
【図６Ａ】



【図６Ｂ】



【図６Ｃ】



フロントページの続き

アメリカ合衆国、カリフォルニア・９４００５、ブリスベン、マリーナ・ブールバード・１０００、スイート・１０５
(72)発明者　オレン，ガイ
アメリカ合衆国、カリフォルニア・９４００５、ブリスベン、マリーナ・ブールバード・１０００、スイート・１０５
(72)発明者　コスタンゾ，フィル
アメリカ合衆国、カリフォルニア・９４００５、ブリスベン、マリーナ・ブールバード・１０００、スイート・１０５
(72)発明者　デ・ジュアン，ユージーン・ジュニア
アメリカ合衆国、カリフォルニア・９４００５、ブリスベン、マリーナ・ブールバード・１０００、スイート・１０５

審査官　小森 勇
(56)参考文献　特公昭４６－００８８７９（ＪＰ，Ｂ１）
特開２０１８－１８８５６２（ＪＰ，Ａ）
特表２０１７－５３１４７１（ＪＰ，Ａ）
(58)調査した分野　(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｃ０８Ｇ　７７／００－７７／６２
Ａ６１Ｆ　２／１６
Ａ６１Ｌ　２７／１８
Ａ６１Ｌ　２７／５０
Ｇ０２Ｂ　１／０４