

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6444672号
(P6444672)

(45) 発行日 平成30年12月26日 (2018.12.26)

(24) 登録日 平成30年12月7日 (2018.12.7)

(51) Int. Cl. F I
G O 2 C 7/04 (2006.01) G O 2 C 7/04

請求項の数 38 外国語出願 (全 39 頁)

(21) 出願番号	特願2014-187521 (P2014-187521)	(73) 特許権者	510294139
(22) 出願日	平成26年9月16日 (2014.9.16)		ジョンソン・アンド・ジョンソン・ビジョ
(65) 公開番号	特開2015-60226 (P2015-60226A)		ン・ケア・インコーポレイテッド
(43) 公開日	平成27年3月30日 (2015.3.30)		Johnson & Johnson V
審査請求日	平成29年7月6日 (2017.7.6)		ision Care, Inc.
(31) 優先権主張番号	61/878, 723		アメリカ合衆国、32256 フロリダ州
(32) 優先日	平成25年9月17日 (2013.9.17)		、ジャクソンビル、センチュリオン・パー
(33) 優先権主張国	米国 (US)		クウェイ 7500
(31) 優先権主張番号	14/469, 922		7500 Centurion Park
(32) 優先日	平成26年8月27日 (2014.8.27)		way, Jacksonville,
(33) 優先権主張国	米国 (US)		FL 32256, United St
			ates of America
		(74) 代理人	100088605
			弁理士 加藤 公延
最終頁に続く			

(54) 【発明の名称】 屈折率分配型かつ成形された液晶層を備える眼内器具のための方法及び装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

眼用レンズ器具であって、前記眼用レンズ器具の光学ゾーンの少なくとも一部分内には可変光学挿入物が位置し、前記可変光学挿入物は、

湾曲前方表面及び湾曲後方表面であって、前記前方表面及び後方表面は、1つのチャンバーの少なくとも一部分を境界付けるように構成される、湾曲前方表面及び湾曲後方表面と、

非光学ゾーンを含む少なくとも1つの領域中で、前記可変光学挿入物に埋め込まれたエネルギー源と、

前記少なくとも1つのチャンバー内に位置した液晶材料を含む層であって、前記層は、前記可変光学挿入物の少なくとも第1部分にわたる屈折率が半径依存で変化するパターンで前記層内の液晶分子の静止配向が整列される液晶材料の領域を含む、層と、を含む、

前記液晶材料を含む層の光学効果は、挿入物表面の異なる半径の効果によって補われる、眼用レンズ器具。

【請求項 2】

前記光学挿入物の少なくとも前記第1部分にわたる屈折率は、半径方向の寸法への放物線状の依存性を有する、請求項1に記載の眼用レンズ器具。

【請求項 3】

前記レンズがコンタクトレンズである、請求項2に記載の眼用レンズ器具。

【請求項 4】

10

20

更に、
前記湾曲後方表面に近接する第1電極材料層と、
前記湾曲前方表面に近接する第2電極材料層と、を含む、請求項3に記載の眼用レンズ器具。

【請求項5】

前記液晶材料を含む層の少なくとも一部分は、電位が前記第1電極材料層及び前記第2電極材料層にわたって適用される際、前記液晶材料を含む層を横断する光線に影響を与える、その屈折率を変化させる、請求項4に記載の眼用レンズ器具。

【請求項6】

前記可変光学挿入物は、レンズの焦点特性を変更する、請求項5に記載の眼用レンズ器具。

【請求項7】

更に電気回路を含み、前記電気回路は、前記エネルギー源から前記第1電極層及び前記第2電極層への電気エネルギーの流れを制御する、請求項6に記載の眼用レンズ器具。

【請求項8】

前記電気回路はプロセッサを含む、請求項7に記載の眼用レンズ器具。

【請求項9】

眼用レンズ器具であって、前記眼用レンズ器具の光学ゾーンの少なくとも一部分内には可変光学挿入物が位置し、前記可変光学挿入物は、

湾曲第1前方表面及び湾曲第1後方表面であって、前記第1前方表面及び第1後方表面は、第1チャンバーの少なくとも一部分を境界付けるように構成される、湾曲第1前方表面及び湾曲第1後方表面と、

湾曲第2前方表面及び湾曲第2後方表面であって、前記第2前方表面及び第2後方表面は、第2チャンバーの少なくとも一部分を境界付けるように構成される、湾曲第2前方表面及び湾曲第2後方表面と、

少なくとも1つの前記チャンバー内に位置した液晶材料を含む少なくとも1つの層であって、前記少なくとも1つの層は、前記可変光学挿入物の少なくとも第1部分にわたる屈折率が半径依存で変化するパターンで前記少なくとも1つの層内の液晶分子の静止配向が整列される液晶材料の領域を含む、層と、

非光学ゾーンを含む少なくとも1つの領域中で、前記挿入物に埋め込まれるエネルギー源と、を含む、

前記液晶材料を含む層の光学効果は、挿入物表面の異なる曲率の効果によって補われる、眼用レンズ器具。

【請求項10】

前記光学挿入物の少なくとも前記第1部分にわたる屈折率は、半径方向の寸法への放物線状の依存性を有する、請求項9に記載の眼用レンズ器具。

【請求項11】

前記レンズがコンタクトレンズである、請求項9に記載の眼用レンズ器具。

【請求項12】

更に、
前記湾曲第1後方表面に近接する第1電極材料層と、
前記湾曲第1前方表面に近接する第2電極材料層と、を含む、請求項11に記載の眼用レンズ器具。

【請求項13】

前記液晶材料を含む層は、電位が前記第1電極材料層及び前記第2電極材料層にわたって適用される際、前記液晶材料を含む層を横断する光線に影響を与える、その屈折率を変化させる、請求項12に記載の眼用レンズ器具。

【請求項14】

前記可変光学挿入物は、レンズの焦点特性を変更する、請求項13に記載の眼用レンズ器具。

10

20

30

40

50

【請求項 15】

更に電気回路を含み、前記電気回路は、前記エネルギー源から前記第1電極層及び前記第2電極層への電気エネルギーの流れを制御する、請求項14に記載の眼用レンズ器具。

【請求項 16】

前記電気回路はプロセッサを含む、請求項15に記載の眼用レンズ器具。

【請求項 17】

コンタクトレンズ器具であって、前記コンタクトレンズ器具の光学ゾーンの少なくとも一部分内には可変光学挿入物が位置し、前記可変光学挿入物は、

湾曲第1前方表面及び湾曲第1後方表面であって、前記第1前方表面と第1後方表面は少なくとも1つの第1チャンバーを形成するように構成される、湾曲第1前方表面及び湾曲第1後方表面と、

前記湾曲第1前方表面に近接する第1電極材料層と、

前記湾曲第1後方表面に近接する第2電極材料層と、

前記第1チャンバー内に位置した液晶材料を含む第1層であって、前記第1層は、前記可変光学挿入物の少なくとも第1部分にわたる第1屈折率が第1の半径依存で変化する第1パターンで前記第1層内の液晶分子の静止配向が整列される液晶材料の領域を含み、第1電位が前記第1電極材料層及び前記第2電極材料層にわたって適用される際、前記液晶材料を含む第1層は、前記液晶材料を含む第1層を横切る第1光線に影響を与える、その第1屈折率を変化させる、第1層と、

湾曲第2前方表面及び湾曲第2後方表面であって、前記第2前方表面及び第2後方表面は、少なくとも1つの第2チャンバーを形成するように構成される、湾曲第2前方表面及び湾曲第2後方表面と、

前記湾曲第2前方表面に近接する第3電極材料層と、

前記湾曲第2後方表面に近接する第4電極材料層と、

前記第2チャンバー内に位置した液晶材料を含む第2層であって、前記第2層は、前記可変光学挿入物の少なくとも第2部分にわたる第2屈折率が第2の半径依存で変化する第2パターンで前記第2層内の液晶分子の静止配向が整列される液晶材料の領域を含み、第2電位が前記第3電極材料層及び前記第4電極材料層にわたって適用される際、前記液晶材料を含む第2層は、前記液晶材料を含む第2層を横切る第2光線に影響を与える、その第2屈折率を変化させる、第2層と、

非光学ゾーンを含む少なくとも1つの領域中で、前記挿入物中に埋め込まれるエネルギー源と、

プロセッサを含む電気回路であって、前記電気回路は、前記エネルギー源から、前記第1、第2、第3又は第4電極層のうちの1つ又は複数への電気エネルギーの流れを制御する、プロセッサを含む電気回路と、を含み、

前記液晶材料を含む層の光学効果は、挿入物表面の異なる半径の効果によって補われ、

前記可変光学挿入物は前記コンタクトレンズ器具の焦点特性を変更する、コンタクトレンズ器具。

【請求項 18】

前記液晶材料を含む層の少なくとも第1表面は湾曲している、請求項1に記載の眼用レンズ器具。

【請求項 19】

挿入物前方湾曲部品及び挿入物後方湾曲部品を更に含み、前記前方湾曲部品の後方表面が第1曲率を有し、前記後方湾曲部品の前方表面が第2曲率を有する、請求項1に記載の眼用レンズ器具。

【請求項 20】

前記光学挿入物の少なくとも前記第1部分にわたる屈折率は、半径方向の寸法への放物線状の依存性を有する、請求項19に記載の眼用レンズ器具。

【請求項 21】

前記第1曲率が、前記第2曲率と異なる、請求項19に記載の眼用レンズ器具。

【請求項 2 2】

前記レンズがコンタクトレンズである、請求項 1 9 に記載の眼用レンズ器具。

【請求項 2 3】

更に、

前記前方湾曲部品の前記後方表面に近接する第 1 電極材料層と、

前記後方湾曲部品の前記前方表面に近接する第 2 電極材料層と、を含む、請求項 2 2 に記載の眼用レンズ器具。

【請求項 2 4】

前記液晶材料を含む層は、電位が前記第 1 電極材料層及び前記第 2 電極材料層にわたって適用される際、前記液晶材料を含む層を横断する光線に影響を与える、その屈折率を変化させる、請求項 2 3 に記載の眼用レンズ器具。

10

【請求項 2 5】

前記可変光学挿入物は、レンズの焦点特性を変更する、請求項 2 4 に記載の眼用レンズ器具。

【請求項 2 6】

更に電気回路を含み、前記電気回路は、前記エネルギー源から前記第 1 電極層及び前記第 2 電極層への電気エネルギーの流れを制御する、請求項 2 5 に記載の眼用レンズ器具。

【請求項 2 7】

前記電気回路はプロセッサを含む、請求項 2 6 に記載の眼用レンズ器具。

【請求項 2 8】

20

挿入物前方湾曲部品、少なくとも第 1 中間湾曲部品、及び挿入物後方湾曲部品を更に含み、前記前方湾曲部品の後方表面が第 1 曲率を有し、前記第 1 中間湾曲部品の前方表面が第 2 曲率を有する、請求項 9 に記載の眼用レンズ器具。

【請求項 2 9】

前記光学挿入物の少なくとも前記第 1 部分にわたる屈折率は、半径方向の寸法への放物線状の依存性を有する、請求項 2 8 に記載の眼用レンズ器具。

【請求項 3 0】

前記第 1 曲率が、前記第 2 曲率と異なる、請求項 2 9 に記載の眼用レンズ器具。

【請求項 3 1】

前記レンズがコンタクトレンズである、請求項 2 8 に記載の眼用レンズ器具。

30

【請求項 3 2】

更に、

前記前方湾曲部品に近接する第 1 電極材料層と、

前記中間湾曲部品及び前記後方湾曲部品の 1 つ又は複数に近接する第 2 電極材料層と、を含む、請求項 3 1 に記載の眼用レンズ器具。

【請求項 3 3】

更に、

前記前方湾曲部品に近接する第 1 電極材料層と、

前記中間湾曲部品に近接する第 2 電極材料層と、を含む、請求項 3 1 に記載の眼用レンズ器具。

40

【請求項 3 4】

前記液晶材料を含む層は、電位が前記第 1 電極材料層及び前記第 2 電極材料層にわたって適用される際、前記液晶材料を含む層を横断する光線に影響を与える、その屈折率を変化させる、請求項 3 3 に記載の眼用レンズ器具。

【請求項 3 5】

前記可変光学挿入物は、レンズの焦点特性を変化させる、請求項 3 4 に記載の眼用レンズ器具。

【請求項 3 6】

更に電気回路を含み、前記電気回路は、前記エネルギー源から前記第 1 電極層及び前記第 2 電極層への電気エネルギーの流れを制御する、請求項 3 5 に記載の眼用レンズ器具。

50

【請求項 37】

前記電気回路はプロセッサを含む、請求項 36 に記載の眼用レンズ器具。

【請求項 38】

請求項 1 ～ 16 および 18 ～ 37 のいずれか 1 項記載の眼用レンズ器具であって、

前記液晶材料を含む層は、2つのアライメント層の相互間に位置し、前記液晶材料を含む層は、ポリマーネットワーク化した領域を含み、前記領域は、結合した液晶分子と、その隙間に配置された遊離液晶分子とを備え、

前記パターンにおいて、前記液晶材料を含む層内の液晶分子の前記静止配向が、レンズ中央の第1配向からレンズ縁部又はその近くの第2配向へと半径依存で前記可変光学挿入物の少なくとも一部分にわたって滑らかに変化する、眼用レンズ器具。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

(関連出願の相互参照)

本特許出願は、2013年9月17日に提出された米国特許仮出願第61/878,723号の優先権を主張する。

【0002】

(発明の分野)

本発明は、可変光学性能を有する眼用レンズ器具、より詳しくは、いくつかの実施形態において、液晶素子を利用する可変光学挿入物を有する眼用レンズの製造を記載する。

20

【背景技術】

【0003】

(関連技術の考察)

従来、コンタクトレンズなどの眼用レンズは、所定の光学品質を提供してきた。例えば、コンタクトレンズは、以下の、視覚補正機能性、美容増進効果、及び治療的効果の1つ又は複数を提供し得るが、視覚補正機能と組み合わせられる。各機能は、レンズの物理的特性によって与えられる。基本的に、屈折品質をレンズに組み込む設計が、視覚補正機能性を提供する。レンズに色素を組み込むことにより、美容増進効果を与えることができる。レンズに活性薬剤を組み込むことにより、治療的機能性を与えることができる。

【0004】

30

これまでのところ、眼用レンズにおける光学品質はレンズの物理的特性によっていた。一般的に、光学設計は決定された後、レンズの製造中、例えば、注型成形又は旋盤加工などを通してレンズに付与されていた。レンズがいったん形成されてしまえば、レンズの光学品質は変化しない。しかしながら、着用者らは時折、視力の調節を提供するために、着用者らが利用できる1つを超える焦点を有することが有益であるとみなすことがある。眼鏡をかけている者が眼鏡を変えて光学補性を変更できるのとは違い、コンタクトレンズを装着している者又は眼内レンズを装着している者は、さしたる努力をせずに或いは眼鏡をコンタクトレンズ又は眼内レンズで補完しないで、光学補性といった光学特性を変化させることができなかった。

【発明の概要】

40

【課題を解決するための手段】

【0005】

したがって、本発明は、印加できかつ眼用器具に組み込むことができる液晶素子であって、レンズの光学品質を変更できる液晶素子を有する可変光学挿入物に関する技術革新を包含する。したがって、本発明は、器具の光学品質を変更可能である、眼用器具内へ印加し、組み込み得る液晶素子を有する、可変光学挿入物に関する革新を含む。かかる眼用器具の例としては、コンタクトレンズ又は眼内レンズが挙げられる。更に、液晶素子を有する可変光学挿入物を有する眼用レンズを形成するための方法及び装置が提示される。いくつかの実施形態にはまた、可変光学部分を更に含む、堅く、又は形成可能な印加された挿入物を有する、注型成形シリコンハイドロゲルコンタクトレンズも含まれてよく、ここ

50

で挿入物は、生物適合性様式にて、眼用レンズ内に含まれる。

【0006】

したがって、本発明は、可変光学挿入物を有する眼用レンズ、可変光学挿入物を有する眼用レンズを形成する装置、及びその製造方法の開示を含む。エネルギー源が、可変光学挿入物上に沈着されるか、又はアSEMBルされてよく、挿入物は、第1鋳型部分と第2鋳型部分のうちの1つ、又は両方の近くに配置され得る。反応性モノマー混合物を含む組成物（以下、反応性モノマー混合物と呼ぶ）が、第1鋳型部分と第2鋳型部分の間に配置される。第1鋳型部分は、第2鋳型部分の近くに位置し、これによって、印加された媒体挿入物を有するレンズ空洞と、そのレンズ空洞中、少なくともいくつかの反応性モノマー混合物が形成され、この反応性モノマー混合物が、眼用レンズを形成するために、化学線に曝露される。レンズは、反応性モノマー混合物が暴露される化学線の制御を介して形成される。いくつかの実施形態において、眼用レンズスカート又は挿入物封入層は、標準ハイドロゲル眼用レンズ処方物を含む。多くの挿入物材料に対して許容可能な適合を提供し得る特性を有する例示的な材料としては、例えば、Narafilconファミリー（Narafilcon A及びNarafilcon Bなど）、Etafilconファミリー（Etafilcon Aなど）、Galyfilcon A及びSenofilcon Aが挙げられる。

10

【0007】

液晶素子を有する可変光学挿入物を形成する方法と、得られる挿入物は、本発明の様々な例示的な実施形態の重要な様態である。いくつかの例示的な実施形態において、液晶は、液晶に静止配向を設定し得る2つのアライメント層の間に配置され得る。いくつかの例示的な実施形態において、アライメント層は、様々な様式でパターン化され得る。アライメント層のパターン化は、アライメント層中の分子のアライメントが、液晶分子と相互作用するように実行され、レンズ中央の第1配向からレンズ縁部又はその近くの第2配向まで滑らかに変化するパターンが形成され得る。滑らかに変化するパターンは勾配パターンとして種別され、液晶分子の配向は、相の実行屈折率に影響を及ぼし得るため、滑らかに変化するパターンは、屈折率分配パターンとも種別され得る。これら2つのアライメント層は、可変光学部分を含む基質層上に沈着される電極を通して、エネルギー源と電気的に導通され得る。電極は、エネルギー源への中間相互連結を通して、又は挿入物中に埋め込まれた要素を通して直接、印加され得る。

20

30

【0008】

電極層の印加によって、液晶中で、屈折率分配パターンにおいてパターン化された静止配向から印加された配向にシフトが生じ得る。2つの印加レベル、オン又はオフによって作動する例示的な実施形態において、液晶は、1つの印加された配向のみを有し得る。印加が、エネルギーレベルのスケールに沿って起こる、他の代替の実施形態において、液晶は、複数の印加された配向を有し得る。また更なる例示的な実施形態は、印加プロセスが、印加パルスを通して異なる状態間のスイッチを引き起こし得ることを誘導し得る。

【0009】

得られた分子のアライメント及び配向は、液晶層を通過する光に影響を与え、それによって、可変光学挿入物中の変化が引き起こされ得る。例えば、アライメント及び配向は、入射光における屈折特性とともに作動し得る。更に、この効果には、光の偏光の変更が含まれ得る。いくつかの例示的な実施形態には、印加がレンズの焦点特性を変更する、可変光学挿入物が含まれ得る。

40

【0010】

いくつかの例示的な実施形態において、液晶層は、液晶分子を含む重合性混合物が、重合化を引き起こされる様式で形成され得る。ポリマーマトリックスを形成するのに使用されるモノマーは、モノマー自身が、結合した液晶部分を含み得る。重合化を調節し、モノマー化合物へ結合しない液晶分子を含むことによって、架橋されたポリマー領域のマトリックスが、個々の液晶分子が配置される領域を包含するように形成され得る。いくつかの専門用語において、架橋された重合化分子と隙間に含まれる液晶分子とのこのような組み

50

合わせは、ネットワーク配置と呼ばれ得る。アライメント層は、重合材料のネットワークが誘導アライメント層と整列するようにモノマーと結合する液晶分子のアライメントを誘導し得る。いくつかの例示的な実施形態において、様々な様式によって、液晶分子又は液晶分子のネットワークに屈折率分配パターンを引き起こし得るアライメント層中に形成される滑らかに変化するパターンが存在し得る。結合した液晶分子は、重合中に配向に固定されるが、隙間に配置された液晶分子は、空間中に遊離して配向し得る。外部の影響が存在しない場合、遊離液晶分子は、整列した液晶分子のマトリックスによって影響を受けるアライメントを有するであろう。

【0011】

したがって、いくつかの例示的な実施形態において、眼用器具は、眼用器具内に液晶分子を含む可変光学挿入物を組み込むことによって形成され得る。可変挿入物の少なくとも一部分は、眼用器具の光学ゾーン内に配置され得る。可変挿入物は、前方挿入部品と、後方挿入部品を含み得る。いくつかの例示的な実施形態において、液晶分子は、光学挿入物の少なくとも1つの第1部分にわたる屈折率が、半径依存で変化し得るパターン中に整列され得る。半径依存であるということは、半径方向の距離において一次放物線状の依存性を有し、いくつかの例示的な実施形態においては、半径依存であるということは、光学器具の中心から半径方向において放物線状の高次元パラメータ依存性を有し得る。

【0012】

前方及び後方挿入部品は、様々な様式にて湾曲したそれらの表面の何れか、又は両方を有してよく、いくつかの例示的な実施形態において、前方挿入部品上の後方表面の曲率半径は、後方挿入部品の前方表面の曲率半径とは異なり得る。代替の記述様式において、いくつかの例示的な実施形態において、前方挿入部品は、第1曲率を有する表面を有してよく、後方挿入部品は、第2曲率を有する第2表面を有してよい。いくつかの例示的な実施形態において、第1曲率は第2曲率とは異なり得る。エネルギー源は、レンズ内及び挿入物内に含まれてよく、いくつかの例示的な実施形態において、エネルギー源は、エネルギー源の少なくとも一部分が、器具の非光学ゾーン内にあるように配置され得る。

【0013】

いくつかの例示的な実施形態において、液晶分子を含む屈折率分布層は、挿入物表面の異なる曲率による効果に、光学効果を補足することが可能であり得る。

【0014】

いくつかの例示的な実施形態において、眼用器具は、コンタクトレンズであり得る。

【0015】

いくつかの例示的な実施形態において、眼用器具の挿入物は、限定はされないが、酸化インジウムスズ（ITO）のような透明材料などの様々な材料から作成される電極を含み得る第1電極は、前方湾曲部品の後方表面近くに配置されてよく、第2電極は、後方湾曲部品の前方表面近くに配置されてよい。第1電極及び第2電極にわたって電位を適用すると、電極間に配置される液晶層にわたって電界が確立され得る。液晶層にわたる電界の適用は、層内の遊離液晶分子が、電界と物理的に整列することを引き起こし得る。いくつかの例示的な実施形態において、遊離液晶分子は、ポリマーのネットワーク内の隙間領域内に配置されてよく、いくつかの例示的な実施形態において、ポリマー骨格は、アライメント層によって重合中に整列され得る化学結合した液晶分子を含み得る。液晶分子が、電界と整列する場合、アライメントは、液晶分子を含む層を横断すると考えられ得る光線の光学特性における変化を引き起こし得る。非限定的な例は、アライメントの変化によって屈折率が変更する可能性があるということであり得る。いくつかの実施形態において、光学特性における変化は、結果として、液晶分子を含む層を含むレンズの焦点特性における変化をもたらし得る。

【0016】

いくつかの例示的な実施形態において、記載したような眼用器具は、プロセッサを含み得る。

【0017】

いくつかの例示的な実施形態において、記載したような眼用器具は、電気回路を含み得る。電気回路は、眼用器具内で電気回路が流れるように制御するか、又は命令し得る。電気回路は、エネルギー源から第1及び第2電極素子まで流れる電流を制御し得る。

【0018】

挿入器具は、いくつかの例示的な実施形態において、1つを超える前方挿入部品と後方挿入部品を含み得る。中間部品又は部品類は、前方挿入部品と後方挿入部品の間に配置され得る。一例において、液晶含有層は、前方挿入部品と中間挿入部品との間に配置され得る。中間部品は、中間湾曲部品とも呼ばれ得る。可変挿入物の少なくとも一部分は、眼用器具の光学ゾーン内に配置され得る。前方、中間及び後方挿入部品は、種々の様式にて湾曲したそれらの表面のいずれか、又は両方を有してよく、いくつかの例示的な実施形態において、前方挿入部品上の後方表面の曲率は、中間挿入部品の前方表面の曲率とは異なって良い。エネルギー源は、レンズ内及び挿入物内に含まれてよく、いくつかの例示的な実施形態において、エネルギー源は、エネルギー源の少なくとも一部分が、器具の非光学ゾーン内にあるように配置され得る。

10

【0019】

前方挿入部品、後方挿入部品及び少なくとも第1中間挿入部品を有する挿入物は、少なくとも第1液晶分子を含んでよく、この液晶分子は、隙間に配置された液晶分子のポリマーネットワーク化領域中에서도見出され得る。いくつかの例示的な実施形態において、様々な様式によって、液晶分子又は液晶分子のネットワークに屈折率分配パターンを引き起こし得るアライメント層中に形成される滑らかに変化するパターンが存在し得る。屈折率分配パターンのいくつかの例示的な実施形態において、液晶分子は、光学挿入物の少なくとも第1部分にわたる屈折率が半径依存で変化し得るパターン中に整列され得る。半径依存であるということは、半径方向の距離において一次放物線状の依存性を有し、いくつかの例示的な実施形態においては、半径依存であるということは、光学器具の中心から半径方向において放物線状の高次元パラメータ依存性を有し得る。

20

【0020】

前方挿入部品、後方挿入部品及び少なくとも第1中間挿入部品を有する、いくつかの例示的な実施形態において、眼用器具は、コンタクトレンズであり得る。

【0021】

いくつかの例示的な実施形態において、前方挿入部品、後方挿入部品及び少なくとも第1中間挿入部品を有する眼用器具の挿入物は、非限定的な例として、ITOのような透明材料などの様々な材料から作成される電極を含み得る。第1電極は、挿入物前方湾曲部品とも呼ばれ得る前方湾曲部品の後方表面近くに配置されてよく、第2電極は、中間部品の前方表面近くに配置されてよい。第1電極及び第2電極にわたって電位を適用すると、電極間に配置される液晶層にわたって電界が確立され得る。液晶層にわたって電界を適用することで、層内の液晶分子が電界と物理的に整列する可能性がある。いくつかの例示的な実施形態において、液晶分子は、隙間に配置された液晶材料のポリマーネットワーク化領域中に配置され得る。液晶分子が電界と整列すると、そのアライメントによって、光線が液晶分子を含む層を横断すると考えられる光学特性に変化が生じる可能性がある。非限定的な例は、アライメントの変化によって屈折率が変更する可能性があるということであり得る。いくつかの実施形態において、光学特性における変化は、結果として、液晶分子を含む層を含むレンズの焦点特性における変化をもたらし得る。

30

40

【0022】

いくつかの例示的な実施形態において、中間部品は、一緒に結合する複数の部品を含み得る。

【0023】

挿入器具が、前方挿入部品、後方挿入部品及び中間部品又は部品類から構成され得るいくつかの例示的な実施形態において、液晶含有層が、前方挿入部品と中間部品との間、又は中間部品と後方挿入部品との間に配置され得る。更に、偏光素子も、可変挿入器具内に配置され得る。可変挿入物の少なくとも一部分は、眼用器具の光学ゾーン内に配置され得

50

る。前方、中間及び後方挿入部品は、様々な様式にて湾曲したそれらの表面のいずれか、又は両方を有してよく、いくつかの例示的な実施形態において、前方挿入部品上の後方表面の曲率半径は、中間挿入部品の前方表面の曲率半径とは異なり得る。エネルギー源は、レンズ内及び挿入物内に含まれてよく、いくつかの例示的な実施形態において、エネルギー源は、エネルギー源の少なくとも一部分が、器具の非光学ゾーン内にあるように配置され得る。

【0024】

いくつかの例示的な実施形態において、部品ではなく、可変光学挿入物内の表面に言及することが可能であり得る。いくつかの例示的な実施形態において、眼用レンズ器具は、可変光学挿入物の少なくとも一部分がレンズ器具の光学ゾーン内に位置し得る場所で、眼用レンズ器具内に位置し得る場所で形成され得る。これらの例示的な実施形態は、湾曲前方表面及び湾曲後方表面を含み得る。いくつかの例示的な実施形態において、前方表面と後方表面は、少なくとも第1チャンバーを形成するように構成され得る。眼用レンズ器具はまた、非光学ゾーンを含む少なくとも1つの領域中で、挿入物中に埋め込まれたエネルギー源を含み得る。眼用レンズ器具は、チャンバー内に位置した液晶材料を含む層も含んでよく、ここで、この層はパターンに整列した液晶材料の領域を含み、可変光学挿入物の少なくとも第1部分にわたる屈折率が半径依存で変化する。

10

【0025】

いくつかの例示的な実施形態において、眼用レンズ器具は、可変光学挿入物の少なくとも一部分がレンズ器具の光学ゾーン内に位置し得る場所で、眼用レンズ器具内に位置し得る場所で形成され得る。これらの例示的な実施形態は、湾曲前方表面及び湾曲後方表面を含み得る。いくつかの例示的な実施形態において、前方表面及び後方表面は、少なくとも第1チャンバー又は少なくとも1つのチャンバーを形成するように構成され得る。コンタクトレンズ器具は、チャンバー内に位置した液晶材料を含む層を有してもよく、ここで、層は、可変光学挿入物の少なくとも第1部分又は1つのチャンバーの少なくとも一部分にわたる屈折率が半径依存で変化するパターンに整列される液晶材料の領域を含む。

20

【0026】

いくつかの例示的な実施形態において、眼用レンズ器具は、可変光学挿入物の少なくとも一部分がレンズ器具の光学ゾーン内に位置し得る場所で、眼用レンズ器具内に位置し得る場所で形成され得る。コンタクトレンズ器具は、チャンバー内に位置した液晶材料を含む層を有してもよく、ここで、層は、可変光学挿入物の少なくとも第1部分にわたる屈折率が半径依存で変化するパターンに整列される液晶材料の領域を含む。

30

【0027】

いくつかの例示的な実施形態において、眼用レンズ器具は、可変光学挿入物の少なくとも一部分が、レンズ器具の光学ゾーン内に位置し得る場所で、可変光学挿入物が、眼用レンズ器具内に位置し得る場所で形成され得る。これらの実施形態は、湾曲前方表面及び湾曲後方表面を含み得る。いくつかの例示的な実施形態において、第1湾曲前方表面及び第1湾曲後方表面が、少なくとも第1チャンバーを形成するように構成され得る。第2湾曲前方表面及び第2の湾曲後方表面が、少なくとも第2チャンバーを形成するように構成され得る。眼用レンズ器具は、第1チャンバー内に位置した液晶材料を含む層も含んでよく、ここで、この層はパターンに整列した液晶材料の領域を含み、可変光学挿入物の少なくとも第1部分にわたる屈折率が半径依存で変化する。眼用レンズ器具はまた、非光学ゾーンを含む少なくとも1つの領域中で、挿入物中に埋め込まれたエネルギー源を含み得る。いくつかの例示的な実施形態において、眼用レンズは、コンタクトレンズであり得る。

40

【0028】

いくつかの例示的な実施形態において、眼用レンズ器具は、可変光学挿入物の少なくとも一部分がレンズ器具の光学ゾーン内に位置し得る場所で、眼用レンズ器具内に位置し得る場所で形成され得る。コンタクトレンズは、湾曲第1前方表面と湾曲第1後方表面を含んでよく、第1前方表面と第1後方表面は、少なくとも第1チャンバーを形成するように

50

構成され得る。コンタクトレンズはまた、湾曲第1前方表面の後方表面の近くに、第1電極材料層を含み得る。コンタクトレンズは、第1後方湾曲部品の第1表面近くに第2電極材料層を含んでもよく、これは挿入物後方湾曲部品とも見なされ得る。コンタクトレンズは、第1チャンバー内に位置した液晶材料を含む第1層を含んでもよく、ここで、層は、可変光学挿入物の少なくとも第1部分にわたる屈折率が、半径とともに変化し得るパターンで整列される液晶材料の領域を含み、電位が第1電極材料層及び第2電極材料層にわたって適用される際、液晶材料を含む第1層は、液晶材料の第1層を横切る光線に影響を与える、その屈折率を変化させる。コンタクトレンズ器具は更に、湾曲第2前方表面と湾曲第2後方表面を含んでよく、第1前方表面と第2後方表面が、少なくとも第2チャンバーを形成するように構成される。コンタクトレンズ器具はまた、湾曲第2前方表面の後方表面近くに第3電極材料層、及び第2後方湾曲材料の前方表面近くに第4電極材料層を含み得る。第2チャンバー内に位置した液晶材料を含む第2層が含まれてもよく、ここで、層は、可変光学挿入物の少なくとも第1部分にわたる屈折率が、半径依存で変化し得るパターンで整列される液晶材料の領域を含み、電位が第3電極材料層及び第4電極材料層にわたって適用される際、液晶材料を含む第2層は、液晶材料を含む第1層を横切る光線に影響を与える、その屈折率を変化させる。コンタクトレンズはまた、非光学ゾーンを含む少なくとも1つの領域中で、挿入物に埋め込まれたエネルギー源を含み得る。コンタクトレンズはまた、プロセッサを含む電気回路を含んでよく、ここで、電気回路は、エネルギー源から第1、第2、第3又は第4電極層の1つ又は複数への電気エネルギーの流れを制御する。そして、コンタクトレンズの可変光学挿入物はまた、眼用レンズの焦点特性を変更し得る。

【図面の簡単な説明】

【0029】

本発明の前述の特徴及び利点、並びに他の特徴及び利点は、添付の図面に示すような本発明の好ましい実施形態に関する以降のより詳細な説明から明らかであろう。

【図1】本発明のいくつかの実施形態を実施するのに有用であり得る、例示的な鋳型アセンブリ装置構成要素を図示している。

【図2A】可変光学挿入物実施形態を有する、電圧を印加された眼用レンズ例示的な実施形態を図示している。

【図2B】可変光学挿入物実施形態を有する、電圧を印加された眼用レンズ例示的な実施形態を図示している。

【図3A】可変光学挿入物の断面図を図示しており、ここで、可変光学挿入物の前方及び後方湾曲部品は異なる曲率を有し、可変光学部分は液晶から構成され得る。

【図3B】可変光学挿入物を有する眼用レンズ器具の断面図を図示しており、ここで、可変光学部分は、隙間に配置された液晶のポリマーネットワーク化された領域から構成され得る。

【図4A】三次元形状を有する様々な実施形態と結び付け、関連を説明し得る平坦化した実施形態による例示的な屈折率分散パターンを図示している。

【図4B】三次元形状を有する様々な実施形態と結び付け、関連を説明し得る平坦化した実施形態による例示的な屈折率分散パターンを図示している。

【図4C】液晶分子におけるアライメント層の影響及び例示的な様式によるパターンの形成における、例示的な記述を図示している。

【図4D】液晶分子におけるアライメント層の影響及び例示的な様式によるパターンの形成における、例示的な記述を図示している。

【図4E】液晶分子におけるアライメント層の影響及び例示的な様式によるパターンの形成における、例示的な記述を図示している。

【図4F】液晶層の屈折率分散パターンの効果を例示的にモデル化し、モデル化され得る生じる焦点特性を図示している。

【図5A】可変光学挿入物の例示的な実施形態を図示しており、ここで、可変光学部分は、成形された挿入部品の間に液晶分子の屈折率分布領域から構成され得る。

【図 5 B】可変光学挿入物の例示的な実施形態を図示しており、ここで、可変光学部分は、隙間に液晶分子を有するネットワーク化ポリマーの屈折率分布領域から構成され得る。液晶を含む層が、成形された挿入物部品間に図示されている。

【図 5 C】可変光学挿入物の例示的な実施形態の拡大を図示しており、ここで、可変光学部分は、成形された挿入物部品間の液晶分子の屈折率分布領域から構成されてよく、層にわたって電界はかからないため、静止配向に存在し得る。

【図 5 D】可変光学挿入物の例示的な実施形態の拡大を図示しており、ここで、可変光学部分は、成形された挿入物部品間の液晶分子の屈折率分布領域から構成されてよく、層にわたって電界はかかるため、引加配向に存在し得る。

【図 6】複数の液晶領域を含む挿入物を含む可変光学レンズの実施形態を図示しており、ここで、可変光学部分は、成形された挿入部品間の液晶粒子の屈折率分布領域から構成され得る。

10

【図 7】成形された挿入部品の間の液晶分子の屈折率分布領域から構成され得る可変光学挿入物を有する眼用レンズを形成する方法の工程を図示している。

【図 8】成形された挿入部品の間の液晶分子の屈折率分布領域から構成される可変光学挿入物を、眼用レンズ鋳型部分に配置する装置要素の一例を図示している。

【図 9】本発明のいくつかの実施形態を実施するために使用され得るプロセッサを図示している。

【発明を実施するための形態】

【0030】

20

本発明は、可変光学挿入物を有する眼用レンズを製造するための方法及び装置を含み、ここで、可変光学部分は、液晶又は自身が液晶構成成分を含む組成物材料から構成される。更に、本発明は、眼用レンズに組み込まれた液晶から構成される可変光学挿入物を有する眼用レンズを含む。

【0031】

本発明によると、眼用レンズは、埋め込まれた挿入物、及びエネルギーの保存手段としての電気化学セル又は電池のようなエネルギー源で形成される。いくつかの例示的な実施形態において、エネルギー源を含む材料は封入され、眼用レンズがその中に配置される環境から単離され得る。いくつかの例示的な実施形態において、エネルギー源は、一次構成又は充電式構成中で使用し得る電気化学セル化学を含み得る。

30

【0032】

着用者制御調節器具を、光学部分を変化させるために使用し得る。調節器具としては例えば、電圧出力を増加させる又は減少させる、又はエネルギー源を印加する又は脱印するための、電子器具又は受動器具が挙げられる。いくつかの例示的な実施形態はまた、測定したパラメータ又は着用者入力にしたがって、自動化装置を介して、可変光学部位を変更するために、自動化調節器具を含み得る。着用者入力としては、例えば、ワイヤレス装置によって制御されるスイッチが挙げられる。ワイヤレスとしては、例えば、無線周波数制御、磁気スイッチング、光のパターン化した放射、及びインダクタンススイッチングが挙げられる。他の例示的な実施形態において、活性化が、生物学機能に対する応答にて、又は眼用レンズ内の検出素子の測定に対する応答にて、発生し得る。他の例示的な実施形態は、非限定的な例として、周囲照明条件中の変化によって誘引される活性化からの結果であり得る。

40

【0033】

光学出力における変化が、電極の印加によって作られた電界によって液晶層内に再アライメントが生じ、それによって、得られた配向から印加された配向へ分子のシフトが発生し得る。他の例示的な実施形態において、例えば偏光状態の変化、特に偏光回転によって、電極の印加による液晶層の変更によって引き起こされる異なる効果が引き出され得る。

【0034】

液晶層を有するいくつかの例示的な実施形態において、印加され得る眼用レンズの非光学ゾーン部分中に素子が存在し得る一方、他の例示的な実施形態では、印加を必要しない

50

であろう。印加のない例示的な実施形態において、液晶は、いくつかの外部因子、例えば周囲温度、又は周辺光に基づいて受動的に変化し得る。

【0035】

液晶レンズは、その本体上に偏光入射に対する電氣的に可変の屈折率を提供し得る。光学軸配向が第1レンズに対して第2レンズ中で回転する2つのレンズの組み合わせによって、レンズ要素は周辺の非偏光に対する屈折率を変化させることができる。

【0036】

電氣的に活性な液晶層を電極と組み合わせることによって、物理的実態が、電極にわたって電界を適用することによって制御され得るように誘導され得る。液晶層の周辺上に存在する誘電体層が存在する場合、誘電体層にわたる場と、液晶層にわたる場が、電極にわたる場内に組み込まれ得る。三次元形状において、層にわたる場の組み合わせの特性は、電気力学原理及び誘電体層と液晶層の形状に依存して推定され得る。誘電体層の効果的な電気厚は、不均一様式で作成され、電極にわたる場の効果は、誘電体の効果的な形状によって「成形」されてよく、液晶層内の屈折率における立体的に成形された変化を作り出し得る。いくつかの例示的な実施形態において、そのような成形は結果として、可変焦点特性を選定する能力を有するレンズとなり得る。

【0037】

他の例示的な実施形態は、液晶層を含む物理的レンズ素子が、異なる焦点特性を有するようにそれら自身が成形される時に、誘導され得る。液晶層の電氣的に可変の屈折率を次いで、電極の利用を通して、液晶層にわたる電界の適用に基づいて、レンズの焦点特性に変化を導入するために使用し得る。液晶層の屈折率は、実効屈折率と呼ばれ、屈折率に関連する各処理が、実効屈折率と同様の意味として考慮することが可能であり得る。実効屈折率は、例えば、異なる屈折率を有する複数の領域の重ね合わせから発生し得る。いくつかの例示的な実施形態において、効果的な様態は、様々な領域的な寄与の平均であり得るが、他の例示的な実施形態において、効果的な様態は、入射光における領域的又は分子的效果の重ね合わせであり得る。前方収容表面が液晶層と作成する形状と、後方収容表面が液晶層と作成する形状は、最初の順番に対して、システムの焦点特性を決定し得る。

【0038】

以下の項では、本発明の実施形態の「発明を実施するための形態」が記載される。好ましい実施形態及び代替の実施形態の説明はいずれも、あくまで例示的な実施形態に過ぎないものであって、当業者にとって、変形、改変、及び変更が明らかとなり得ることは理解される。したがって、例示的な実施形態は、基礎となる発明の範囲を限定するものではないと理解されるべきである。

【0039】

用語集

本発明を目的とする明細書本文及び特許請求の範囲において、以下の定義が適用される、様々な用語が使用され得る。

【0040】

アライメント層：本明細書で使用する時、液晶層内の分子の配向に影響を与え、整列させる液晶層に隣接する層を指す。生じた分子のアライメント及び配向は、液晶層を通過する光に影響を与え得る。例えば、アライメント及び配向は、入射光における屈折特性とともに作動し得る。更に、効果には、光の偏光の変化が含まれ得る。

【0041】

電氣的導通：本明細書で使用する時、電界によって影響を受けることを指す。導電材料の場合、その影響が電流の流れに起因するものである場合もあれば、又はその影響を受けた結果として電流の流れが生ずる場合もある。他の材料において、一例として、力線に沿って永続的に配向する傾向及び分子双極子の誘導などの影響を引き起こす電位場であり得る。

【0042】

印加された：本明細書で使用する時、電流を供給することができる、又は内部に蓄積

10

20

30

40

50

された電氣的エネルギーを有することができる状態であることを指す。

【0043】

印加された配向：本明細書で使用するときに、エネルギー源によって駆動された電位場の効果によって影響を受ける際の液晶の分子の配向を指す。例えば、液晶を含む器具は、エネルギー源がオン又はオフの何れかで動作する場合に、1つの印加された配向を有し得る。他の例示的な実施形態において、印加された配向は、適用されたエネルギーの量による影響が及んだ規模に合わせて変化し得る。

【0044】

エネルギー：本明細書で使用するときに、ある物理系が仕事をする能力のことを指す。本発明においては多くの場合、仕事に電氣的作用を為し得る能力を指す。

10

【0045】

エネルギー源：本明細書で使用するときに、生物医学用器具を印加された状態にエネルギーを供給するか、又は配置することができる器具を指す。

【0046】

エネルギーハーベスター：本明細書で使用するときに、環境からエネルギーを抽出可能であり、それを電氣エネルギーに変換する器具を指す。

【0047】

本明細書で使用するときに、間隙及び隙間は、ポリマー部分に占められず、他の原子又は分子が存在するための場所であり得るポリマーネットワーク化された層の境界内の領域を指す。典型的には、ここで、液晶分子自体がポリマーネットワーク内の領域と一緒に存在し得るため、この液晶が占める空間は、間隙として種別され得る。

20

【0048】

眼内レンズ：本明細書で使用するときに、眼内に埋め込まれる眼用レンズを指す。

【0049】

レンズ形成用混合物、又は反応性混合物若しくは反応性モノマー混合物（RMM）：本明細書で使用されるとき、硬化及び架橋され得るか、又は架橋して眼用レンズを形成することができるモノマー材料又はプレポリマー材料を指す。様々な実施形態には、UVブロッカー、毛髪染料、光開始剤又は触媒などの1つ又は複数の添加剤、又は例えばコンタクトレンズ又は眼内レンズのような眼用レンズ内で望まれる他の添加剤とのレンズ形成混合物が挙げられる。

30

【0050】

レンズ形成表面：本明細書で使用するときに、レンズを成型するのに使用される表面を指す。いくつかの例示的な実施形態において、任意のかかる表面は、光学品質表面仕上げを有してよく、これは、十分に滑らかであり、鑄造表面との接触において、レンズ形成混合物の重合化によって製造されるレンズ表面が、光学的に許容可能であるように形成されることを示唆している。更に、いくつかの例示的な実施形態において、レンズ形成表面は、レンズ表面に、例えば、球面状、非球面状及び円柱状電力、波面収差補正、及び角膜トポグラフィ補正などの所望の光学特性を付与するために必要である形状を有し得る。

【0051】

液晶：本明細書で使用するときに、従来の液体と固体結晶との間の特性を有する物質の状態を指す。液晶は、固体として特徴付けられ得ないが、その分子が、若干のアライメントを示す。本明細書で使用するときに、液晶は、特定の相又は構造に限定されないが、液晶は特定の静止配向を有し得る。液晶の配向及び相は、液晶の部類に応じて、外部力（例えば、温度、磁気、又は電氣）によって操作され得る。

40

【0052】

リチウムイオンセル：本明細書で使用するときに、リチウムイオンがセルを通じて移動することにより電氣的エネルギーを発生する電氣化学セルのことを指す。典型的には電池とよばれるこの電氣化学セルは、その典型的な形態に再印加又は再充電され得る。

【0053】

媒体挿入物又は挿入物：本明細書で使用するときに、眼用レンズ内で、エネルギー源を支

50

持することが可能な形成可能又は剛性の基質を指す。いくつかの例示的な実施形態において、媒体挿入物はまた、1つ又は複数の可変光学部分を含む。

【0054】

鋳型：本明細書で使用する時、レンズを未硬化配合物から形成するのに使用され得る剛性又は半剛性の物体を指す。いくつかの好ましい鋳型は、前方湾曲鋳型部分及び後方湾曲鋳型部分を形成する2つの鋳型部分を含む。

【0055】

眼用レンズ又はレンズ：本明細書で使用时、眼内又は眼上に存在する任意の眼用器具を指す。これらの器具は、光学補正又は改変をもたらすか、又は化粧用であり得る。例えば、用語「レンズ」は、コンタクトレンズ、眼内レンズ、オーバーレイレンズ、眼用挿入物、光学挿入物又はそれを通して視覚が補正されるか改変される、又はそれを通して、視覚が損なわれることなく眼の生理学が化粧的に増強される（例えば虹彩色）他の同様の器具を意味し得る。いくつかの例示的な実施形態において、本発明の好ましいレンズは、例えばシリコンハイドロゲル及びフルオロヒドロゲルを含む、シリコンエラストマー又はヒドロゲルから作成されるソフトコンタクトレンズである。

10

【0056】

光学ゾーン：本明細書で使用する時、眼用レンズの着用者がそこを通して見ることになる、眼用レンズの領域を指す。

【0057】

電力：本明細書において使用する時、単位時間当たりに行われる仕事又は移送されるエネルギーのことを指す。

20

【0058】

再充電可能又は再印加可能：本明細書で使用する時、仕事を行うためのより高い能力を有する状態へと回復するための能力を指す。本発明においては多くの場合、特定の速度で、特定の復旧された時間の間、電流を流す能力を回復させる能力を指す。

【0059】

再印加、又は再充電：本明細書で使用する時、仕事をするためのより高い能力を有する状態までエネルギー源を回復することを指す。本発明においては多くの場合、特定の速度で、特定の復旧された時間の間、電流を流す能力を回復させる能力を指す。

【0060】

30

鋳型から離型された：本明細書で使用する時、鋳型から完全に分離されているか、又は軽く揺動することによって取り外すか若しくはスワブによって押し出すことができるようにごく緩く結合しているレンズを指す。

【0061】

静止配向：本明細書で使用する時、その静止した、非印加状態における、液晶器具の分子の配向を指す。

【0062】

可変光学：本明細書で使用する時、光学品質、例えばレンズの光出力又は偏光角を変化させる能力を指す。

【0063】

40

眼用レンズ

図1を参照すると、密封及び封入された挿入物を含む眼用器具を形成するための装置100が描写されている。この装置は、例示的な前方湾曲鋳型102及び適合する後方湾曲鋳型101を含む。眼用器具の可変光学挿入物104及び本体103は、前方湾曲鋳型102と後方湾曲鋳型101内部に配置され得る。いくつかの例示的な実施形態において、本体103の材料は、ヒドロゲル材料であってよく、可変光学挿入物104が、本材料によって全表面が囲まれてよい。

【0064】

可変光学挿入物104は、複数の液晶層（液晶を含む層とも呼ばれる）109及び110を含み得る、他の例示的な実施形態には、単一の液晶層が含まれてよく、そのいくつか

50

は、後の項にて議論される。装置 100 の使用によって、多くの密封された領域を有する要素の組合せからなる新規の眼用器具が作製され得る。

【0065】

いくつかの例示的な実施形態において、可変光学挿入物 104 を有するレンズは、剛性中心ソフトスカート設計を含んでよく、ここで、液晶層 109 及び 110 を含む中心剛性光学素子は、大気、及び前側及び後側表面上のそれぞれに角膜表面と直接接触する。レンズ材料（典型的にはヒドロゲル材料）のソフトスカートが、剛性光学素子の周辺に結合し、剛性光学素子がまた、得られる眼用レンズにエネルギーと機能性を追加し得る。

【0066】

図 2A を参照すると、可変光学挿入物の例示的な実施形態の 200 にて上下、図 2B、250 にて断面描写が示されている。この描写では、エネルギー源 210 は、可変光学挿入物の周辺部分 211 の中に図示されている。エネルギー源 210 としては、例えば薄膜、再充電可能リチウムイオン電池、又はアルカリセル系電池が挙げられる。エネルギー源 210 は、相互連結形体 214 に連結して、相互連結を許容し得る。例えば、225 及び 230 にて更なる相互連結は、エネルギー源 210 をアイテム 205 のような回路に連結し得る。他の例示的な実施形態において、挿入物は、その表面上に沈着した相互連結形体を有し得る。

【0067】

いくつかの例示的な実施形態において、可変光学挿入物 200 は、可撓性基質を含み得る。この可撓性基質は、すでに議論されたのと同様の様式で、又は他の手段によって、典型的なレンズ形状に近似する形状に形成され得る。しかしながら、更に可撓性を追加するために、可変光学挿入物 200 は、放射状の切断部などの追加的な形状形体をその長さに沿って含み得る。集積回路、分離要素、受動部品などの 205 によって示唆される複数の電子要素が存在してよく、またそのような器具を含み得る。

【0068】

可変光学部分 220 もまた図示される。可変光学部分 220 は、同様に、液晶層にわたって確立された電界を典型的に変化させ得る、可変光学挿入物を通した電流の適用を通して、コマンド上で変化され得る。いくつかの例示的な実施形態において、可変光学部分 220 は、透明基質の 2 つの層間に液晶を含む、薄層を含む。典型的には、電子回路 205 の作動を通して、可変光学要素を電子的に活性化及び制御する多くの様式が存在し得る。電子回路 205 は、様々な様式でシグナルを受信してよく、アイテム 215 などの挿入物中にも存在し得る検出素子と連結され得る。いくつかの例示的な実施形態において、可変光学挿入物は、眼用レンズを形成するためのハイドロゲル材料又は他の好適な材料から構成され得るレンズスカート 255 内に封入され得る。これらの例示的な実施形態において、眼用レンズは、眼用スカート 255、及び自身が液晶材料の層又は領域を含むか、又は液晶材料を含む封入された眼用レンズ挿入物 200 から構成されてよく、いくつかの例示的な実施形態において、層は、隙間に配置された液晶材料のポリマーネットワーク化領域を含み得る。

【0069】

液晶素子を含む可変光学挿入物

図 3A を参照すると、アイテム 300 である、2 つの異なる成形されたレンズ部品のレンズ効果の図示が見られ得る。すでに言及したように、本発明分野の可変光学挿入物は、2 つの異なって成形されたレンズ部品内に、電極及び液晶層システムを封入することによって形成され得る。電極及び液晶層システムは、350 にて図示するように、レンズ部品間の空間を占有し得る。320 にて前方湾曲部品が見られ、310 にて後方湾曲部品が見られ得る。

【0070】

非限定的な例において、前方湾曲部品 320 は、空間 350 と相互作用する湾曲成形表面を有し得る。形状は更に、いくつかの例示的な実施形態において、330 にて描写した曲率半径及び焦点 335 とを有するものとして特徴付けられ得る。様々なパラメータ特性

10

20

30

40

50

を有する他の更に複雑な形状も、本発明技術の範疇において形成することができるが、例示目的では、単純な球状を表すこともある。

【0071】

同様の非限定的な様式にて、後方湾曲部品310は、空間350と相互作用する凹凸成形された表面を有し得る。形状は更に、いくつかの例示的な実施形態において、340として描写される曲率半径と、焦点345とを有するものとして特徴付けられ得る。湾曲部品は、異なる表面曲率又は挿入物表面曲率を有するといってもよい。同様の意味合いで、これらは、異なる挿入物表面半径を有するといってもよい。様々なパラメータ特性を有する他の更に複雑な形状も、本発明技術の範疇において形成することができるが、例示目的では、単純な球状を表すこともある。

10

【0072】

300のような型のレンズがどのように作動し得るかを図示するために、アイテム310及び320を含む材料は本来の屈折率値を有し得る。空間350内で、液晶層が、屈折率に関する値を整合するために、非限定的な例にて選択され得る。したがって、光線が、レンズ部品310及び320、及び空間350を横断する時、これらは焦点特性を調節し得る様式で、様々な境界に対して反応しないであろう。その機能において、示していないレンズの部分が、入射光線に対する異なる屈折率が推定される、空間350内の液晶層となり得る様々な要素の印加を活性化し得る。非限定的な例において、得られた屈折率が低下し得る。ここで、各材料境界にて、光の経路が、表面の焦点特性と、屈折率の変化に基づいて変更されるように、成形されてよい。

20

【0073】

モデルは、スネルの法則： $\sin(\theta_1) / \sin(\theta_2) = n_2 / n_1$ に基づき得る。例えば、境界は、部品320と空間350によって形成されてよく、ここで、 θ_1 は、境界において入射線と面法線とがなす角度であり得る； θ_2 は、境界を出る際に線と面法線とがなすモデル化された角度であり得る。 n_2 は、空間350の屈折率を表してよく、 n_1 は、部品320の屈折率を表してよい。 n_1 が n_2 と等しくない場合、角度 θ_1 と θ_2 も異なるであろう。したがって、空間350中の液晶層の電子的に可変の屈折率が変化する場合、光線が境界にてとる経路も変化するのである。

【0074】

図3Bを参照すると、眼用レンズ360は、埋め込まれた可変光学挿入物371を有して示される。眼用レンズ360は、前方湾曲表面370及び後方湾曲表面372を有し得る。挿入物371は、液晶層374を有する可変光学部分373を有し得る。いくつかの例示的な実施形態において、挿入物371は、複数の液晶層374及び375を有し得る。挿入物371の部分は、眼用レンズ360の光学ゾーンと重なり合ってよい。

30

【0075】

図4Aを参照すると、屈折率分布効果の描写がなされている。屈折率分布を有する例示的な実施形態において、アライメント層は、液晶分子の配向を制御するのに使用され得る。配向を制御することによって、自己の局所的な実効屈折率が制御され得る。したがって、液晶分子の配向を制御することによって、屈折率分布型パターンとして特徴付けられ得る、局所的に可変である実効屈折率を形成することができる。図4Aにおいて、効果の例示的な描写が示されており、ここで、様々な素子は平坦素子として描写されている。有効な光学器具は、平坦素子から形成され得るが、本明細書中の発明技術の部品を形成し得るものとして、眼内レンズ器具又は眼鏡において有用であり、屈折率分布効果を用いる複数の実施形態が描写されているが、三次元形状にも形成される。410にて、電極420及びアライメント層425を支持し得る前方光学部品が見られ得る。アライメント層425は、様々な手段によってプログラム化されてよく、いくつかの実施例が、本明細書において後で見られ得る。アライメント層は、440にて描写されるような前方光学部品の表面に対して平行な形体から430にて描写されるような垂直配向までのこれらの間の配向に変化するプログラム化されたアライメントを有し得る。配向がプログラム化されたアライメント層の効果によって、液晶層に屈折率分布パターンが形成され得る。液晶分子は、4

40

50

4 5にて描写されるように前方光学表面に対して平行に配向しているいくつかの分子及び4 3 5にて描写されるように前方光学表面に対して垂直に配向しているいくつかの分子、並びにこの2つの間における配向又は有効配向と同様に整列し得る。液晶分子において、この変化によって、これらの層とともに形成される光学器具の光学ゾーンにわたって実効屈折率が変化又は漸変し得る。4 0 5にて示されるように、いくつかの例示的な実施形態において、後方光学部品が存在し得る。後方光学部品は、同様に、電極層4 1 5及びアライメント層4 2 6を有し得る。いくつかの例示的な実施形態において、これらのアライメント層は、前方光学表面において定義されるものとは同じであると考えられる配向にプログラム化され得る。

【0 0 7 6】

10

図4 Bを参照すると、図4 Aの描写が、電界4 0 1が存在することで、4 7 5及び4 8 5にて液晶分子が電界と整列する場合を示している。電界が存在しない場合、4 7 0及び4 8 0におけるアライメント層の影響によって、これらの領域4 7 5及び4 8 5は異なる様式の整列が生じ得る。これらの影響は、電位電極4 6 0と4 6 5の間の電位によって生じ得る電界4 0 1の達成による左右され得る。

【0 0 7 7】

図4 Cを参照すると、液晶分子4 4 1と相互作用する配向層4 4 2中のアライメント層分子の例示的な実施形態の拡大描写が見られ得る。非限定的な実施例において、アライメント層分子はアゾベンゼン部分であり得る。アゾベンゼン部分におけるフェニル基の配向は、4 4 2にて描写するように比較的直線様式で起こり得る。いくつかの例示的な実施形態においては、アゾベンゼン部分における1つの安定的な構成は、アゾベンゼン部分の芳香族部分をトランス構成に配置してよく、ここで、環は、二重結合に介在している化学結合の反対側に配置される。これは、4 4 2にて描写される構成であってよく、分子に長鎖形状をもたらし得る。描写されるように、例示的なアゾベンゼン部分と液晶分子との相互作用によって、アゾベンゼン部分の軸に沿った液晶粒子の整列が生じ得る。

20

【0 0 7 8】

図4 Dを参照すると、配向層における分子の代替の配向の例示的な実施形態の拡大描写が4 4 3にして描写されている。例示的なアゾベンゼン部分において、4 4 3にて描写されるのは、アゾベンゼン部分骨格鎖の第2構成を表しており、ここで、環の芳香族部分はシス構成に配向している。描写されるように、これは分子の末端部分を光学部品表面とより平行である構成に配置し得る。4 4 0にて液晶分子は、アライメント分子の平行配向とすぐに整列する例示的な様式中に存在し得る。いくつかの例示的な実施形態においては、4 4 2及び4 4 3にて配向は、最大実効屈折率及び最小実効屈折率を液晶層に与え得る。

30

【0 0 7 9】

図4 Eを参照すると、異なるアライメント層構成の組み合わせの拡大描写が、例示的な様式で描写されている。配向が、挿入部品表面に対して平行である構成が優位を占めている領域においては、液晶分子は、表面に対して主として平行に配向され得る。あるいは、垂直分子が優位を占めている領域においては、液晶分子は表面に対して主として垂直な配向で整列され得る。これらの両極配向間において、分子は、アライメント分子の平均構成に基づいて整列され得る。図で示されているように、これによって有効な中間配向がもたらされ得る。このようにして、液晶分子の配向分配は、液晶分子の屈折率分布パターンの作製が可能となる様式で制御され、ここで、レンズ要素の寸法にわたる実効屈折率は、滑らかに1つの極値から他の値に変化する。

40

【0 0 8 0】

図4 Fを参照すると、本明細書の原理による屈折率分布型レンズ又は勾配屈折率レンズをモデル化した描写が4 9 0にして見られ得る。単純なモデルとして、レンズ表面を平坦形状で描写しているが、湾曲表面に関する原理は、一般的な湾曲表面に従うものである。したがって、4 9 0にて例示的な実施形態は、示されるように屈折率分布層が平面である場合として描写されており、結果は、本明細書で議論されるような3次元形状として層が変形したものに適用可能であり、同様である。屈折率分布型レンズ4 9 0は、図において

50

半径方向寸法で「d」としてモデル化された厚さを有してよく、これは黒色の異なる影として描写され得る屈折率の勾配を有してよい。492にて示されるように、半径方向寸法の中心491に高屈折率を配置し、半径方向に沿って減少させ得る。屈折率分布効果によって、493にして描写されるように光を集束することができる。

【0081】

アライメント層をパターン化することで付与され得る屈折率分布型レンズのパターン化は、放射状配置に依存して滑らかな変化を有し得る。レンズ表面の中心を曲座標において(0, 0°)の位置に割り当てると、屈折率は、496にして示されるような例示的な機能的関連性と見なされ得る。放射状に値が変化する屈折率分布型レンズを示すためのより一般的な試みは、以下で表現され得る：

10

【数1】

$$\text{等式 (1)} \quad n(r) = n_0[a_0 + a_1 r^2 + a_2 r^4 + a_3 r^6 + \dots]$$

【0082】

496にて示されるように、この一般的な形式は、屈折率が以下の関係を有する径に依存する、放物線関係に簡約され得る：

【数2】

$$\text{等式 (2)} \quad n(r) = n_0 \left[1 - \frac{A}{2} r^2 \right]$$

液晶系の半径方向放物線状に変化する屈折率分布レンズにおいて、等式2は、パラメータAが等式(3)にて描写されるように表され得ると推定され得る：

20

【数3】

$$\text{等式 (3)} \quad A = 2 \frac{n_{\text{平行}} - n_{\text{垂直}}}{n_{\text{平行}} * r_{\text{最大}}^2}$$

【0083】

厚さdの放物線状半径方向変化GRINレンズの力は以下で表され得る：

【数4】

$$\text{等式 (4)} \quad \text{力} = -n_0 \sqrt{A} \sin(\sqrt{A} d)$$

30

【0084】

これは、以下の焦点距離を表すために変換され得る：

【数5】

$$\text{等式 (5)} \quad \text{焦点距離} = \frac{1}{n_0 \sqrt{A} \sin(\sqrt{A} d)}$$

【0085】

レンズの厚さが、レンズの半径よりも非常に小さい場合において、小さな数の正弦は小さな数と近似値であるため、等式(5)は簡約され得る。これによって、GRIN型のLCレンズにおける焦点距離495が以下で推定される：

【数6】

40

$$\text{等式 (6)} \quad \text{焦点距離} \approx \frac{1}{n_0 A d}$$

【0086】

したがって、アライメント層のプログラム化において、屈折率分布型レンズは、液晶の配向が等式(2)で描写される関係に従うように制御されて形成され得る。次に、液晶層の厚さは、焦点距離が等式(6)に従うように制御され得る。

【0087】

図5Aを参照すると、眼用レンズに挿入され得る可変光学部分500は、液晶層530の配向を制御することでプログラム化される、例示的に半径方向に変化する屈折率を有して図示されている。可変光学部分500は、本明細書の他の項にて議論されたように、材

50

料及び構造関連の同様の多様性を有し得る。いくつかの例示的な実施形態において、520及び545にて透明電極は、それぞれ第1透明基質510及び第2透明基質550上に配置され得る。第1レンズ表面525及び第2レンズ表面540は誘電体フィルム、及びそれぞれ透明電極又は誘電体フィルム上に配置され得るアライメント層から構成され得る。液晶層の屈折率分布配向によって、レンズ素子の更なる焦点力に上述の幾何学的効果を取り込み得る。

【0088】

続いて、図5Bにおいて、屈折率分布型液晶レンズ560における例示的な実施形態は、液晶ポリマー液晶複合物が使用され得ることを描写され得る。第1の実施例において、モノマーと液晶分子との混合物が、均一混合物を形成するために加熱される組み合わせにて形成され得る。次に、混合物は、前方湾曲挿入部品561に適用され、次いで後方湾曲又は中間挿入部品567の付加によって、レンズ挿入物内に封入され得る。液晶混合物を含む挿入物がついで、重合化材料の架橋ネットワーク化領域、ならびにポリマーネットワークの隙間内の液体の挿入領域を形成する所定の条件下、重合化を引き起こし得る。いくつかの例において、化学放射が、重合化を開始するために、混合物上で示され得る。563及び565にてパターン化アライメント層の存在によって、重合化プロセスの前及び重合化プロセス中にモノマーと液晶分子564を配向して、描写されるような放射状変化パターンを形成し得る。いくつかの例示的な実施形態において、562及び566にして描写され得るような透明電極が存在し得る。

【0089】

液晶分子を重合化又はゲル化した領域に組み込む多くの様式が存在する。したがって、ポリマーネットワーク化液晶層を作製する任意の方法には、本発明の反内の技術を含み、屈折率分布型放射プロファイルが形成される眼内器具を作製するのに使用され得る。上述した例示的な実施例においては、結合した液晶部分を有するモノマーは、無境界液晶分子において隙間配置を作り出すネットワーク化層を作製するのに使用され得る。重合化モノマーの状態は、重合化材料の結晶質形態、半結晶質形態、又は非晶質形態であってよく、他の実施形態において、重合化モノマーのゲル化、又は半ゲル化形態として存在し得る。

【0090】

図5A及び5Bにおける可変光学部分は、本明細書の他の項にて議論されたように、材料及び構造関連の同様の多様性によって定義され得る他の様態を有し得る。いくつかの例示的な実施形態において、第1透明電極520が、第1透明基質510上に配置され得る。第1レンズ表面は、誘電性膜と、いくつかの例示的な実施形態においては、第1透明電極上に配置され得るアライメント層から構成され得る。

【0091】

図5Cを参照すると、アイテム570は、屈折率分布型レンズと一致する様式で整列する液晶を含む、屈折率分布型レンズの一部を表し得る。半径方向の距離で屈折率を変更する例示的な様式において、液晶分子の配向におけるいくつかの変更例が描写される。第1挿入部品571、及びその上にアライメント層572及び575を有する第2挿入部品576が存在し得る。アライメント層は、液晶層573内の液晶分子574の自立配向を誘導し得る。

【0092】

図5Cに関して示される液晶を含む屈折率分布型レンズの同じ部分が、図5Dに関しても見られ得る。図5Dで描写される場合において、電界は、整列した液晶分子を含む層にわたってかかり得るため、印加された配向中に存在し得る。電界は、580にて場ベクトルによって示され、電極層の印加によって作製される。例えば、581にて、液晶分子は、電界がかかった状態で整列して示されている。この印加された構成において、屈折率分布は、層が並んだ時に消去され、入射光に対して比較的均一な屈折率がもたらされ得る。レンズ表面及び形状の他の光学効果が存在し得るが、液晶配向を並べることで、異なる焦点特性がもたらされるであろう。

【0093】

図6を参照すると、眼用レンズに挿入され得る、2つの液晶層620及び640を有する別の可変光学挿入物600が示されている。液晶領域周辺の様々な層の各態様は、図5Aにおける500又は図5Bにおける560において可変光学挿入物に関して記載したのと同様の多様性を有し得る。例示を目的として、層620及び640の両方は、同様の屈折率分布プログラムを有するように描写されているが、他のいくつかの例示的な実施形態においては、屈折率分布タイプのレンズと別の液晶素子とを組み合わせることも可能である。いくつかの例示的な実施形態において、複数の屈折率分布層を組み合わせることで、化合物式において複数の焦点特性が画定され得る。一例としては、620周辺の空間中に介在する層と第2基質630が第1焦点特性を有し得る、第1基質610によって形成される第1液晶系素子を、640周辺の空間中に介在する層と第3基質650が第2焦点特性を有する、第2基質630上の第2表面によって形成される第2液晶系素子と組み合わせることによって、レンズに電氣的に可変な焦点特性を与えることができる。

10

【0094】

例示的素子600にて、500及び560における例と関連付けられる様々な型及び多様性を有する2つの電氣的に活性な液晶層の組み合わせが、3つの基質層を用いて形成され得る。他の実施例において、器具は、4つの異なる基質の組み合わせによって形成され得る。このような実施例において、中間基質630は2つの層に分割され得る。基質が後で組み合わせられる場合、アイテム600に対して同様に機能する器具がもたらされ得る。4つの層の組み合わせが、加工差違が、液晶素子に対するアライメント形体を定義する段階の部分に関連し得る、620及び640液晶層両方周辺に同様の器具が構築され得る、要素の製造に関する例を提示し得る。

20

【0095】

材料

マイクロインジェクション成形の実施形態には、例えば、約6mm～10mmの直径、約6mm～10mmの前方表面半径、約6mm～10mmの後方表面半径、及び約0.050mm～1.0mmの中心厚を有するレンズを形成するために使用され得るポリ(4-メチルペンター1-エン)コポリマー樹脂が含まれ得る。いくつかの例示的な実施形態には、約8.9mmの直径、約7.9mmの前表面半径、約7.8mmの後方表面半径、0.200mmの中心厚、及び約0.050mmのエッジ厚を有する挿入物が含まれる。

【0096】

図1で図示された可変光学挿入物104は、眼用レンズを形成するために使用される鋳型部分101及び102内に配置され得る。鋳型部分101及び102材料としては、例えば、1つ又は複数のポリプロピレン、ポリスチレン、ポリエチレン、ポリメチルメタクリレート及び改変ポリオレフィンのポリオレフィンが挙げられる。他の鋳型としては、セラミック又は金属性材料が挙げられる。

30

【0097】

好ましい脂環式コポリマーは、2つの異なる脂環式ポリマーを含む。様々な等級の脂環式コポリマーは、105℃～160℃の範囲のガラス転移温度を有し得る。

【0098】

いくつかの例示的な実施形態において、本発明の鋳型は、ポリプロピレン、ポリエチレン、ポリスチレン、ポリメチルメタクリレート、主鎖中に脂環式部位を含む改変ポリオレフィン及び環状ポリオレフィンのようなポリマーを含み得る。この配合物は、いずれか又は両方の鋳型の半分において使用されてよく、ここで、この配合物が、後方湾曲上で使用され、前方湾曲が脂環式コポリマーからなることが好ましい。

40

【0099】

本発明による鋳型を作成するいくつかの好ましい方法において、射出成形が公知の技術にしたがって使用されるが、例示的な実施形態にはまた、例えば、旋盤、ダイヤモンドチューニング又はレーザーカッティングを含む、他の技術によって作られた鋳型も含まれ得る。

【0100】

50

典型的には、レンズは、両方の鋳型部分 101 及び 102 の少なくとも 1 つの表面上に形成される。しかしながら、いくつかの例示的な実施形態において、レンズの 1 つの表面が、鋳型部分 101 及び 102 から形成されてよく、レンズのもう一方の表面が、旋盤方法又は他の方法を用いて形成されてよい。

【0101】

いくつかの例示的な実施形態において、好ましいレンズ材料には、シリコン含有成分が含まれる。「シリコン含有成分」は、モノマー、マクロマー又はプレポリマー中に少なくとも 1 個の $[-Si-O]$ を含有する成分である。好ましくは、合計 Si 及び結合 O は、シリコン含有成分中に、当該シリコン含有成分の総分子量の約 20 重量%を超える、更に好ましくは 30 重量%を超える量で存在する。有用なシリコン含有成分は、好ましくは、アクリレート、メタクリレート、アクリルアミド、メタクリルアミド、ビニル、N-ビニルラクタム、N-ビニルアミド及びスチリル官能基などの重合性官能基を含む。

10

【0102】

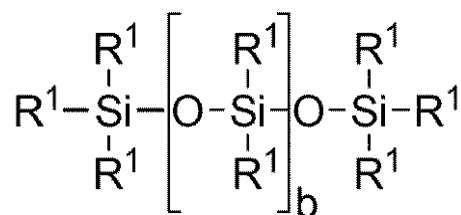
いくつかの例示的な実施形態において、挿入物を取り囲む、また挿入物封入層とも呼ばれる、眼用レンズスカートが、標準ハイドロゲル眼用レンズ処方物から構成され得る。多くの挿入物材料に対して許容可能な適合を提供し得る特性を有する例示的な材料としては、Narafilconファミリー (Narafilcon A 及び Narafilcon B など)、Etafilconファミリー (Etafilcon A など) が挙げられる。本明細書の技術と一致する材料の性質に関して、より技術的に包括的な説明は以下に続く。当業者は、説明された以外の他の材料もまた、密封され、封入された挿入物の許容可能なエンクロージャ又は部分的なエンクロージャを形成することができ、請求の範囲と一致しており、これに含まれると見なされるべきであるということを理解するであろう。

20

【0103】

好適なシリコン含有成分は、式 I の化合物を含む：

【化 1】



30

式中、

R^1 は、独立して、一価の反応基、一価のアルキル基、又は一価のアリール基、更に、ヒドロキシ、アミノ、オキサ、カルボキシ、アルキルカルボキシ、アルコキシ、アミド、カルバメート、カーボネート、ハロゲン、又はこれらの組み合わせから選択される官能基を含み得る前述のもののいずれか；及び、更に、アルキル、ヒドロキシ、アミノ、オキサ、カルボキシ、アルキルカルボキシ、アルコキシ、アミド、カルバメート、ハロゲン又はそれらの組合せから選択される官能基を含み得る 1~100 の Si-O 繰り返し単位を含む一価のシロキサン鎖、から選択され；

40

式中、 $b = 0 \sim 500$ であり、 b が 0 以外の際、 b は表示値と同等のモードを有する分配であると理解され、

式中、少なくとも 1 つの R^1 は、一価の反応基を含み、いくつかの例示的な実施形態において、1~3 の R^1 は一価の反応基を含む。

【0104】

本明細書で使用するとき、「一価の反応基」は、フリーラジカル及び／又はカチオン重合を受け得る基である。フリーラジカル反応性基の非限定的な例としては、(メタ)アクリレート、スチリル、ビニル、ビニルエーテル、 $C_1 \sim 6$ アルキル(メタ)アクリレート、(メタ)アクリルアミド、 $C_1 \sim 6$ アルキル(メタ)アクリルアミド、N-ビニルラク

50

タム、N-ビニルアミド、 $C_2 \sim 12$ アルケニル、 $C_2 \sim 12$ アルケニルフェニル、 $C_2 \sim 12$ アルケニルナフチル、 $C_2 \sim 6$ アルケニルフェニル $C_1 \sim 6$ アルキル、O-ビニルカルバメート及びO-ビニルカーボネートが挙げられる。カチオン反応性基の非限定的な例としては、ビニルエーテル又はエポキシド基及びこれらの混合物が挙げられる。1つの例示的な実施形態において、フリーラジカル反応基は、(メタ)アクリレート、アクリルオキシ、(メタ)アクリルアミド、及びこれらの混合物を含む。

【0105】

好適な一価のアルキル基及びアリール基としては、置換及び非置換のメチル、エチル、プロピル、ブチル、2-ヒドロキシプロピル、プロポキシプロピル、ポリエチレンオキシプロピル、これらの組み合わせなどの非置換の一価の $C_1 \sim C_{16}$ アルキル基、 $C_6 \sim C_{14}$ アリール基が挙げられる。

10

【0106】

1つの例示的な実施形態において、bはゼロであり、1つの R^1 は一価の反応基であり、少なくとも3つの R^1 は、1～16個の炭素原子を有する一価のアルキル基から選択され、他の例示的な実施形態においては、1～6個の炭素原子を有する一価のアルキル基から選択される。本例示的な実施形態のシリコン成分の非限定的な例としては、2-メチルー、2-ヒドロキシ-3-[3-[1, 3, 3, 3-テトラメチルー1-[(トリメチルシリル)オキシ]ジシロキサニル]プロポキシ]プロピルエステル(「SIGMA」)

、2-ヒドロキシ-3-メタクリルオキシプロピルオキシプロピルトリ(トリメチルシロキシ)シラン、

20

3-メタクリルオキシプロピルトリス(トリメチルシロキシ)シラン(「TRIS」)

、3-メタクリルオキシプロピルビス(トリメチルシロキシ)メチルシラン、及び

3-メタクリルオキシプロピルペンタメチルジシロキサンが挙げられる。

【0107】

別の例示的な実施形態において、bは2～20、3～15であるか又はいくつかの例示的な実施形態においては3～10であり、少なくとも1つの末端 R^1 は一価の反応基を含み、残りの R^1 は1～16個の炭素原子を有する一価のアルキル基から選択され、別の例示的な実施形態においては1～6個の炭素原子を有する一価のアルキル基から選択される。更に別の例示的な実施形態において、bは3～15であり、1つの末端 R^1 は一価の反応基を含み、他の末端 R^1 は1～6個の炭素原子を有する一価のアルキル基を含み、残りの R^1 は1～3個の炭素原子を有する一価のアルキル基を含む。本発明のシリコン成分の非限定的な例としては、(モノー(2-ヒドロキシ-3-メタクリルオキシプロピル)プロピルエーテル末端ポリジメチルシロキサン(400～1000MW))(「OH-mPDMS」)、モノメタクリルオキシプロピル末端のモノーn-ブチル末端ポリジメチルシロキサン(800～1000MW)、(「mPDMS」)が挙げられる。

30

【0108】

他の例示的な実施形態において、bは5～400又は10～300であり、両方の末端 R^1 は一価の反応基を含み、残りの R^1 は独立して、炭素原子間にエーテル結合を有し、更にハロゲンを含み得る、1～18個の炭素原子を有する一価のアルキル基から選択される。

40

【0109】

シリコンハイドロゲルレンズが望ましい、1つの例示的な実施形態において、本発明のレンズは、ポリマーが作成される、反応性モノマー成分の総重量に対して、少なくとも約20、好ましくは約20～70重量%のシリコン含有成分を含む反応性混合物から作成されるであろう。

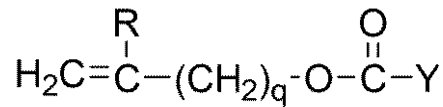
【0110】

別の例示的な実施形態において、1～4個の R^1 はビニルカーボネート又は以下の式のカルバメートを含む。

50

【化 2】

式 I I



式中、YはO－、S－又はNH－を示し、

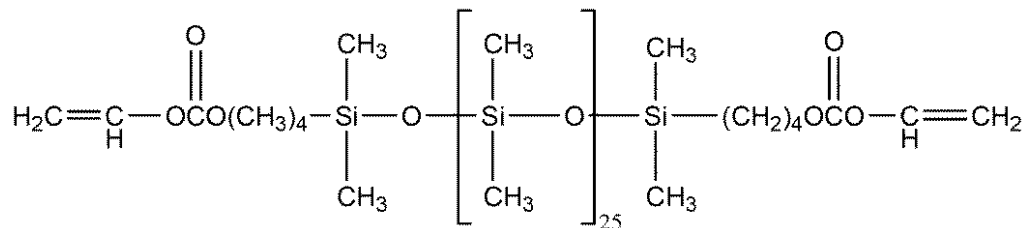
Rは、水素又はメチルを意味し、dは1、2、3又は4、及びqは0又は1である。

【0111】

シリコン含有ビニルカーボネート又はビニルカルバメートモノマーは、具体的には、
1, 3-ビス [4- (ビニルオキシカルボニルオキシ) ブト-1-イル] テトラメチルー
ジシロキサン、3- (ビニルオキシカルボニルチオ) プロピル- [トリス (トリメチルシ
ロキシ) シラン]、3- [トリス (トリメチルシロキシ) シリル] プロピルアリルカルバ
メート、3- [トリス (トリメチルシロキシ) シリル] プロピルビニルカルバメート、ト
リメチルシリルエチルビニルカーボネート、トリメチルシリルメチルビニルカーボネート
、及び以下を含む。

10

【化 3】



20

【0112】

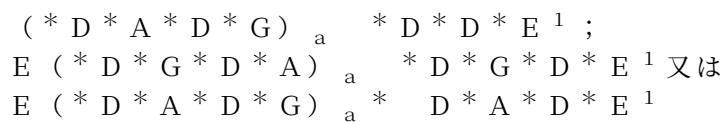
約200未満の弾性率を有する生物医学用器具が所望される場合、1個のR¹のみが一
価の反応基を含むものとし、残りのR¹基のうちの2個以下は、一価のシロキサン基を含
む。

【0113】

別のクラスのシリコン含有成分としては、以下の式のポリウレタンマクロマーが挙げ
られる：

30

式 I V ~ V I



式中、

Dは、6～30個の炭素原子を有するアルキルジラジカル、アルキルシクロアルキルジ
ラジカル、シクロアルキルジラジカル、アリールジラジカル又はアルキルアリールジラジ
カルを意味し、

Gは、1～40個の炭素原子を有するアルキルジラジカル、シクロアルキルジラジカル
、アルキルシクロアルキルジラジカル、アリールジラジカル又はアルキルアリールジラジ
カルを意味し、これは、主鎖中にエーテル、チオ又はアミン結合を含有してよく；

40

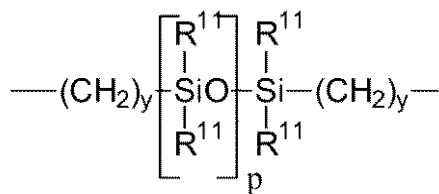
* はウレタン又はウレイド結合を意味し、

a は、少なくとも1であり；

Aは以下の式の二価重合ラジカルを意味する：

【化 4】

式 V I I

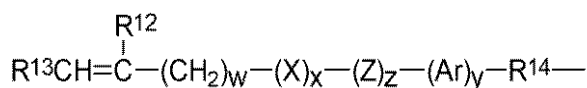


R¹¹は、1～10個の炭素原子を有するアルキル又はフルオロ置換アルキル基を独立して意味し、これは炭素原子間にエーテル結合を含んでよく；yは少なくとも1であり；pは400～10,000の部分重量を提供し；E及びE¹はそれぞれ独立して以下の式に示される重合性不飽和有機ラジカルを示す；

10

【化 5】

式 V I I I



式中、R¹²は水素又はメチルであり；R¹³は水素、1～6個の炭素原子を有するアルキルラジカル又はa-CO-Y-R¹⁵ラジカルであり；YはO-、Y-S-、又は-NH-であり；R¹⁴は1～12個の炭素原子を有する二価のラジカルであり；Xは-CO-又は-OCO-を意味し；Zは-O-又は-NH-を意味し；Arは6～30個の炭素原子を有する芳香族ラジカルを意味し；wは0～6であり；xは0又は1であり；yは0又は1であり；zは0又は1である。

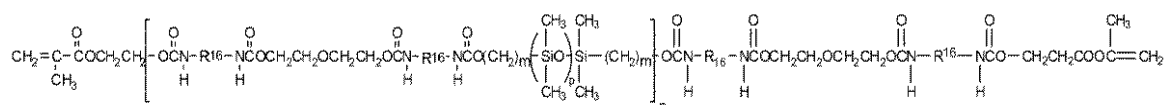
20

【0114】

1つの好ましいシリコン含有成分は、以下の式で示されるポリウレタンマクロマーである：

【化 6】

式 I X

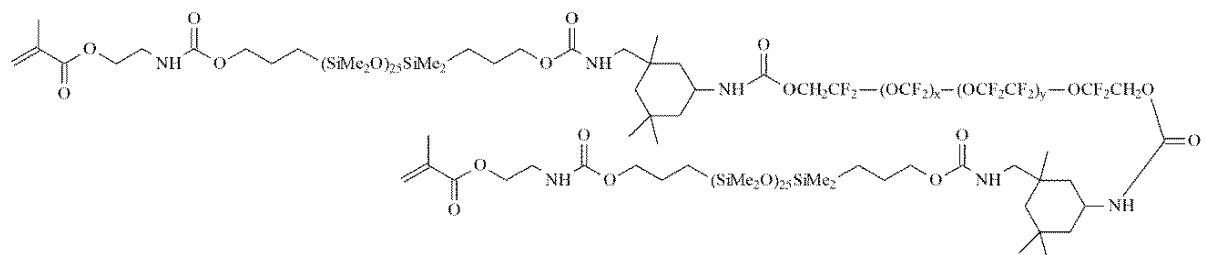


30

式中、R¹⁶は、イソホロンジイソシアネートのジラジカルなどのイソシアネート基除去後のジイソシアネートのジラジカルである。別の好適なシリコン含有マクロマーは、フルオロエーテル、ヒドロキシ末端ポリジメチルシロキサン、イソホロンジイソシアネート及びイソシアネートエチルメタクリレートの反応によって形成される式X（式中、x+yは10～30の範囲の数である）の化合物である。

【化 7】

式 X



40

【0115】

本発明において用いるのに好適な他のシリコン含有成分としては、ポリシロキサン基、ポリアルキレンエーテル基、ジイソシアネート基、ポリフッ素化炭化水素基、ポリフッ

50

素化エーテル基及びポリサッカライド基を含有するマクロマー；末端ジフルオロ置換炭素原子に結合した水素原子を有する極性フッ素系グラフト又は側鎖基をもつポリシロキサン；エーテル及びシロキサニル結合を含有する親水性シロキサニルメタクリレート；及びポリエーテル基及びポリシロキサニル基を含有する架橋性モノマーが挙げられる。任意の上記ポリシロキサンは、本発明において、シリコン含有成分としても使用され得る。

【0116】

液晶材料

本明細書で議論した液晶層型に一致する特徴を有し得る多くの材料が存在し得る。有益な毒性を有する液晶が好ましく、天然に由来したコレステリル系液晶材料が有用であり得ることが想定され得る。他の実施例において、眼用挿入物の封入技術と材料が、典型的に、ネマチック又はコレステリックN又はスメチック液晶又は液晶混合物に関する広いカテゴリのものであり得る、LCDディスプレイ関連材料を含み得る材料の幅広い選択が許容され得る。TN、VA、PSVA、IPS及びFFS適用のためのMerck Specialty chemicals Licristal混合物のような市販されている混合物、及び他の市販されている混合物が、液晶層を形成するために、材料選択を形成し得る。

10

【0117】

非限定的な意味において、混合物又は処方物には、以下の液晶材料が含まれ得る：1-(トランス-4-ヘキシルシクロヘキシル)-4-イソチオシアネートベンゼン液晶、(4-オクチル安息香酸及び4-ヘキシル安息香酸)などの安息香酸化合物、(4'-ペンチル-4-ビフェニルカルボニトリル、4'-オクチル-4-ビフェニルカルボニトリル、4'-(オクチル)-4-ビフェニルカルボニトリル、4'-(ヘキシルオキシ)-4-ビフェニルカルボニトリル、4-(トランス-4-ペンチルシクロヘキシル)ベンゾニトリル、4'-(ペンチルオキシ)-4-ビフェニルカルボニトリル、4'-ヘキシル-4-ビフェニルカルボニトリル)などのカルボニトリル化合物、及び4,4'-アゾキシアニソール。

20

【0118】

非限定的な意味において、室温にて $n_{\text{par}} - n_{\text{perp}} > 0.3$ の特定の高複屈折を示している処方物を、液晶層形成材料として使用し得る。例えば、W1825として呼ばれるかかる処方物は、AWAT及びBEAM Engineering for Advanced Measurements Co. (BEAMCO)から入手可能であり得る。

30

【0119】

本発明の概念において有用であり得る他のクラスの液晶材料が存在し得る。例えば、強誘導体液晶が、電界指向液晶実施様態に関する機能を提供し得るが、また磁場相互作用のような他の効果も導入し得る。電磁放射の材料との相互作用もまた異なり得る。

【0120】

アライメント層材料

記載した例示的な実施形態の多くにおいて、眼用レンズ内の液晶層は、挿入物境界にて、様々な様式にて整列される必要があり得る。例えばアライメントは、挿入物の境界に対して平行であるか、又は垂直であってよく、このアライメントは、様々な表面の適切な処理によって得られてよい。処理には、アライメント層による液晶(LC)を含む挿入物の基質のコーティングを含み得る。これらのアライメント層を本明細書で記載する。

40

【0121】

様々な型の液晶系器具中で一般に実施される技術は、摩擦技術であり得る。本技術は、液晶を封入するために使用される挿入部品の1つのような、湾曲した表面を構成するために適合されてよい。一例として、表面はポリビニルアルコール(PVA)層によってコーティングされ得る。例えば、PVA層は、1重量%水溶液を用いて、スピンコーティングされ得る。溶液を、およそ60秒間、1000rpmにてスピンコーティングに適用し、次いで乾燥させてよい。続いて、乾燥した層を柔らかい布でこすってよい。非限定例にお

50

いて、柔らかい布はベルベットであってよい。

【0122】

フォトアライメントが、液晶封入においてアライメント層を産出するための他の技術であり得る。いくつかの例示的な実施形態において、フォトアライメントは、その非接触性質と、大規模製造の可能性によって望ましい。非限定的な例において、液晶可変光学部分中で使用されるフォトアライメント層は、典型的なUV波長の線状偏光の分極に対して直角の方向で大部分が整列可能な二色性アゾベンゼン色素（アゾ色素）から構成され得る。そのようなアライメントは、反復性トランス-シス-トランスフォトアイソマー化プロセスの結果であってよい。

【0123】

一例として、PAADシリーズアゾベンゼン色素を、3000rpmにて30秒間、DMF中1重量%溶液からスピンコーティングし得る。続いて、得られた層を、（例えば325nm、351nm、365nmなど）UV波長、又は可視光波長（400～500nm）の線状偏光ビームに曝露し得る。光源は様々な形態を取ってよい。いくつかの実施形態において、光は、例えばレーザー源から始まってよい。LED、ハロゲン及び白熱のような他の光源が他の非限定的な例である。様々な形態の光が、必要に応じて様々なパターンで偏光した前又は後のいずれかで、光は光学レンズ器具の利用を通して様々な様式で視準され得る。レーザー源からの光は、例えば本質的に、一定程度の視準を有し得る。

【0124】

アゾベンゼンポリマー、ポリエステル、メソジェニック4-（4-メトキシシンナモイルオキシ）ビフェニル側鎖等を有する光架橋性ポリマー液晶に基づいた様々な光異方性材料が現在公知である。そのような材料の例としては、スルホニックビズアゾダイSD1及び他のアゾベンゼン色素、とりわけBEAM Engineering for Advanced Measurements Co.（BEAMCO）から入手可能なPAAD-シリーズ材料、ポリ（ビニルシンナメート）及びその他が挙げられる。

【0125】

いくつかの例示的な実施形態において、PAADシリーズアゾ色素の水溶液又はアルコール溶液を使用することが望ましい。いくつかのアゾベンゼン色素、例えばメチルレッドを、液晶層を直接ドーピングすることによってフォトアライメントのために使用し得る。アゾベンゼン色素の、偏光への曝露が、所望のアライメント条件を作製する境界層に対して、液晶層のバルクへ、バルク内へ、アゾ色素の分散及び接着を引き起こし得る。

【0126】

メチルレッドのようなアゾベンゼン色素はまた、ポリマー、例えばPVAとの組み合わせで使用され得る。許容され得る液晶の隣接層のアライメントを実施可能な他の光異方性材料が、現在公知である。これらの例としては、クマリン、ポリエステル、メソジェニック4-（4-メトキシシンアモイルオキシ）-ビフェニル側鎖を有する光架橋性ポリマー液晶、ポリ（ビニルシンナメート）などに基づく材料が挙げられる。フォトアライメント技術は、液晶のパターン化された配向を含む実施形態に対して有利であり得る。

【0127】

アライメント層を作成する他の例示的な実施形態において、アライメント層は、挿入物部品基質上、酸化シリコン（SiO_x、式中1≤x≤2）の真空蒸着によって得られ得る。例えば、SiO₂は、約0.1mPa（約10⁻⁶mba）のような低圧にて蒸着し得る。前方及び後方挿入部品の作製とともに、射出成形されるナノスケールサイズで、アライメント形体を提供することが可能であり得る。これらの成形された形体を、様々な様式にて、言及した材料、又は物理的アライメント形体と直接相互作用し、液晶分子のアライメント配向内にパターン化したアライメントを伝送し得る他の材料でコーティングし得る。

【0128】

イオンビームアライメントが、液晶封入においてアライメント層を作成するためのもう1つの技術であり得る。いくつかの例示的な実施形態において、視準されたアルゴンイオ

10

20

30

40

50

ン又は集束ガリウムイオンビームを、規定の角度／配位にて、アライメント層上で衝突させ得る。このタイプのアライメントはまた、酸化シリコン、ダイヤモンド様炭素（DLC）、ポリイミド及び他のアライメント材料を整列するために使用され得る。

【0129】

また更なる例示的な実施形態は、形成された後、挿入物部品に対して物理的アライメント形体の作製に関連し得る。他の液晶に基づく技術において一般的であるような摩擦技術を、物理的溝を作製するために、成形された表面上で実施し得る。表面をまた、それらの上に小さな溝付き形体を作製するために、成形後エンボス加工プロセスにかけてもよい。また更なる例示的な実施形態が、様々な種類の光学パターン化プロセスを含んでよい、エッチング技術の利用から誘導されてよい。

10

【0130】

誘電材料

誘電性膜及び誘電体を本明細書で記載する。非限定的な例によって、液晶可変光学部分中で使用される誘電膜又は誘電体は、本明細書で記載される本発明に適切な特徴を有する。誘電体は、誘電体として、単独で、又は一緒に機能する、1つ又は複数の材料層を含み得る。複数の層を、単一の誘電体よりも優れた誘電性性能を達成するために使用し得る。

【0131】

誘電体は、離散的に可変光学部分に対して望まれる厚さ、例えば1～10 μmにて、欠損のない絶縁層を許容し得る。欠損は、誘電体を通した誘電性許容電氣的及び／又は化学的接触中の穴であると当業者によって公知であるような、ピンホールを指し得る。与えられた厚さでの誘電体は、破壊電圧に対しての要求をみたし、例えば誘電体は100ボルト以上で耐えるべきである。

20

【0132】

誘電体は、湾曲した、円錐、球及び複合三次元表面（例えば湾曲表面又は非平面表面）上への製造を許容し得る。ディップー及びスピナーコーティングの典型的な方法を使用してよく、又は他の方法を使用し得る。

【0133】

誘電体は、可変光学部分、例えば液晶又は液晶混合物、溶媒、酸及び塩基、又は液晶領域の形成において存在し得る他の材料中、化学物質からのダメージに抵抗し得る。誘電体は、赤外、紫外及び可視光からのダメージに抵抗し得る。望まないダメージとしては、本明細書で記載したパラメータ、例えば破壊電圧及び光伝送に対する悪化が挙げられ得る。誘電体は、イオンの透過に抵抗し得る。誘電体は、エレクトロマイグレーション、樹状突起、及び潜在的電極の他の悪化を防止し得る。誘電体は、潜在的電極及び／又は基質へ、例えば接着促進層の利用にて、接着し得る。誘電体は、低汚染、低表面欠損、共形コーティング及び低表面粗さを許容するプロセスを用いて製造され得る。

30

【0134】

誘電体は、与えられた電極区域に対するキャパシタンスを減少させるために、システムの電気操作、例えば、低比誘電率と両立する比誘電率又は誘電率を有し得る。誘電体は、高抵抗率を有してよく、それによって非常に小さな電流が、高適用電圧でさえも流れることを許容する。誘電体は、光学器具にとって望まれる品質、例えば高透過率、低分散及び特定の範囲内の屈折率を有し得る。

40

【0135】

例示的かつ非限定的な誘電性材料としては、1つ又は複数のParylene-C、Parylene-HT、Silicon Dioxide、Silicon Nitride及びTeflon AFが挙げられる。

【0136】

電極材料

電極を、液晶領域にわたり電界を達成するための、電位を適用するために、本明細書で記載する。電極は一般に、電極として単独又は一緒に機能する1つ又は複数の材料を含む。

50

【0137】

電極は、おそらく接着促進剤（例えばメタアクリルオキシピルトリメトキシシラン）の利用にて、システム中、潜在する基質、誘電性コーティング又は他の目的物に接着し得る。電極は、有益な天然の酸化物を形成するか、又は有益な酸化層を作製するために処理され得る。電極は、高光伝送及び低反射を有して、透明、実質的に透明、又は不透明であり得る。電極は公知の処理方法にて、パターン化されるか、エッチングされてよい。例えば、電極を、フォトリソグラフパターン化及び／又はリフトオフプロセスを用いて、蒸発、スパッタリング又は電気鍍金が施され得る。

【0138】

電極を、本明細書で記載した電気システム中で使用するための好適な抵抗率を有するように、例えば与えられた幾何学的構造物中低抗に対する要求をみたすように設計され得る。

10

【0139】

電極は、1つ又は複数のインジウム酸化第一スズ（ITO）、アルミニウムドーパ酸化亜鉛（AZO）、金、ステンレススチール、クロム、グラフェン、グラフェンドープ化層及びアルミニウムから製造され得る。これは包括的なリストではないことが理解されるであろう。

【0140】

電極を、電極間の領域中で電界を確立するために使用し得る。いくつかの実施形態において、その上に電圧が形成されてよい、多くの表面が存在し得る。定義された任意の、又は全ての表面上に電極を配置することが可能であり得、電界が、その上に、少なくとも2つの表面への電圧の適用によって電極が形成された任意の表面間の領域内で確立され得る。

20

【0141】

プロセス

以下の方法工程は、本発明のいくつかの態様により実施してもよいプロセスの例として与えられる。本方法工程が示される順番は限定を意図するものではなく、他の順番を用いて本発明を実施しても良いものと理解されるべきである。更に、全ての段階が、本発明を実施するために必要とするわけではなく、更なる段階が、本発明の様々な例示的な実施形態内に含まれてよい。更なる実施形態が実用的であり、かかる方法は、当該請求項の十分に範囲内であるということは、当業者には明白であり得る。

30

【0142】

図7を参照すると、フローチャートが、本発明を実施するために使用し得る例示段階を図示している。701にて、後方湾曲表面を含んでよく、他の基質層の表面の形状とは異なるとよい第1型の形状を有する上面を有し得る第1基質層の形成工程が実施される。いくつかの例示的な実施形態において、差には、光学ゾーン中に存在し得る少なくとも一部分における異なる表面の曲率半径が含まれ得る。702にて、前方湾曲表面又は中間表面、又はより複雑な器具に対する中間表面の一部分を含み得るよう形成される第2基質層の形成工程が実施される。703にて、電極層が、第1基質層上に沈着され得る。沈着は、例えば蒸着又はエレクトロプレーティングによって発生してよい。いくつかの例示的な実施形態において、第1基質層は、光学ゾーン中の領域及び非光学ゾーン中の領域両方を有する挿入物の一部分であり得る。電極沈着プロセスは、いくつかの実施形態において、相互連結形体を同時に定義し得る。いくつかの例示的な実施形態において、誘電体層が、相互連結又は電極上に形成され得る。誘電体層は、例えば二酸化シリコンなどの多くの絶縁及び誘電体層を含み得る。

40

【0143】

704にて、第1基質層が更に、先に沈着した誘電体又は電極層上に、アライメント層を追加するように処理され得る。アライメント層は、基質の上面層上に沈着してよく、ついで標準アライメント層の特性である、溝彫り形体を作製するために、標準様式、例えば摩擦技術にて、又はエネルギー粒子又は光への曝露での処理によって、処理し得る。光異

50

方性材料の薄層を、様々な特徴を有するアライメント層を形成するために光曝露で処理し得る。先に言及したように、隙間に配置された液晶のポリマーネットワーク化領域が形成される、液晶の層を形成するための方法において、この方法には、アライメント層の形成に関する段階が含まれなくてよい。

【0144】

705にて、第2基質層が更に処理され得る。電極層が、段階703と類似の様式にて、第二基質層上に沈着してよい。ついで、いくつかの例示的な実施形態において、706にて、誘電体層を、電極層上の第2基質層上に適用し得る。誘電体層が、その表面にわたって可変厚を有して形成され得る。一例として、誘電体層が、第1基質層上で成形されてよい。あるいは、先に形成された誘電体層が、第2基質部品の電極表面上に接着され得る。

10

【0145】

707にて、アライメント層は、704での処理段階と同様の様式にて、第2基質層上で形成され得る。707の後、眼用レンズ挿入物の少なくとも一部分を形成し得る2つの別の基質層が、結合される状態であり得る。いくつかの例示的な実施形態において、708にて、2つの部品が、互いに近接に運ばれ、ついで液晶材料が、部品間中に充填され得る。非限定的な例として、空洞が排気され、液晶材料が続いて、排気された空間内にながれることが許容される、真空に基づく充填を含む、多くの様式が、部品間内に液晶を充填させるために存在する。更に、レンズ挿入部品間の空間中に存在するキャピラリー力が、液晶材料での空間の充填を補助し得る。709にて、2つの部品が、互いに隣接に運ばれ、ついで密封されて、液晶を有する可変光学要素を形成してよい。非限定的な例として、接着剤、シーラント、oリングのような物理的シーリング要素、及びスナップロック形体の利用を含む、部品を一緒に密封する多くの様式が存在し得る。

20

【0146】

いくつかの例示的な実施形態において、709にて形成された型の2つの部品が、方法段階701から709を繰り返すことによって作製されてよく、そこでアライメント層が、非偏光の焦点を調節し得るレンズを許容するために、互いからオフセットである。そのような例示的な実施形態において、2つの可変光学層が統合されて、単一の可変光学挿入物を形成し得る。710にて、可変光学部分が、エネルギー源及び中間体に連結してよく、接続した要素がその上に配置され得る。

30

【0147】

711にて、段階710での結果である可変光学挿入物が、鋳型部分内に配置され得る。可変光学挿入物は、1つ又は複数の要素を含んでもよく、含まなくてもよい。いくつかの好ましい実施形態において、可変光学挿入物は、機械配置を介して鋳型部分内に配置される。機械配置としては、例えば、表面実装要素を配置するために、本工業において公知であるような、ロボット又は他のオートメーションが含まれてよい。可変光学挿入物のヒト配置がまた、本発明の範囲内である。したがって、任意の機械配置又はオートメーションが、鋳型部分によって含まれる反応性混合物の重合化が、得られる眼用レンズ内に可変光学を含めるであろうように、鋳造鋳型部分内に、エネルギー源を有する可変光学挿入物を配置するために効果的であるように使用され得る。

40

【0148】

いくつかの例示的な実施形態において、可変光学挿入物が、基質に接続した鋳型部分中に配置され得る。エネルギー源及び1つ又は複数の要素がまた、基質に接続され、可変光学挿入物と電気的に導通され得る。要素には、例えば、可変光学挿入物に適用された出力を制御するための回路が含まれ得るしたがって、いくつかの例示的な実施形態において、要素は、例えば第1光学出力と第2光学出力間の状態の変化のような、1つ又は複数の光学特徴を変更するために、可変光学挿入物を作動させるための制御機構を含む。

【0149】

いくつかの例示的な実施形態において、プロセッサ器具、マイクロ電気機械式システム(MEMS)、ナノ電気機械式システム(NEMS)、又は他の要素が、可変光学挿入物

50

内に配置され、エネルギー源と電氣的に接触する。712にて、反応性モノマー混合物が、鑄型部分内に沈着し得る。713にて、可変光学挿入物が、反応性混合物と接触して位置し得る。いくつかの例示的な実施形態において、可変光学の配置と、モノマー混合物の沈着の順番は逆でもよい。714にて、第1鑄型部分が、第2鑄型部分の近くに配置されて、少なくともいくつかの反応性モノマー混合物を有するレンズ形成空洞と、空洞内に可変光学挿入物を形成する。以上で議論したように、好ましい実施形態には、また空洞内であり、可変光学挿入物と電氣的に導通する、エネルギー源と1つ又は複数の要素が含まれる。

【0150】

715にて、空洞内の反応性モノマー混合物が重合される。重合は、例えば、化学線及び熱のいずれか又は両方への曝露によって達成され得る。716にて、眼用レンズが、当該眼用レンズを作製する挿入物封入重合化材料に接着するか、又は封入される可変光学挿入物を有する鑄型部分から取り除かれる。

【0151】

本発明が、任意の公知のレンズ材料から作成されるハード又はソフトコンタクトレンズ、又はそのようなレンズを製造するために好適な材料を提供するために使用され得るが、好ましくは、本発明のレンズは、約0～約90パーセントの水分含量を有するソフトコンタクトレンズである。更に好ましくは、レンズは、モノマー含有ヒドロキシ基、カルボキシル基、又はこれらの両方から作成される、若しくは、シロキサン、ヒドロゲル、シリコーンヒドロゲル、及びこれらの組み合わせ等のシリコーン含有ポリマーから作成される。本発明のレンズを形成するのに有用な材料は、重合開始剤等の添加剤に加えて、マクロマー、モノマー、及びこれらの組み合わせの混合物を反応させることによって、作成され得る。好適な材料としては、シリコーンマクロマー及び親水性モノマーから作成されるシリコーンヒドロゲルが挙げられる。

【0152】

装置

図8を参照すると、自動化装置810が、1つ又は複数の転送インターフェース811を有して図示される。それぞれ関連づけられている可変光学光学挿入物814を備えた複数の鑄型部分が、パレット813上に収容され、転送インターフェース811に提示される例示的な実施形態には、例えば、個々に可変光学挿入物814を配置している単一のインターフェース、又は同時に可変光学挿入物814を複数の鑄型部分内に配置している複数のインターフェース（示していない）を、いくつかの例示的な実施形態において、各鑄型部分中で、含み得る。配置は、転送インターフェース811の垂直運動815を介して生じ得る。

【0153】

本発明のいくつかの例示的な実施形態の他の様態には、眼用レンズの本体が、これらの要素の周辺に成形される一方で、可変光学挿入物814を支持するための装置が含まれる。いくつかの例示的な実施形態において、可変光学挿入物814と、エネルギー源が、レンズ鑄型内の保持点に固定され得る（示していない）。保持点は、レンズ本体を形成するものと同種の重合材料によって固定され得る。他の例示的な実施形態としては、その上に可変光学挿入物814とエネルギー源が固定されてよい、鑄型部分内にプレポリマーの層が挙げられる。

【0154】

挿入器具中に含まれるプロセッサ

ここで図9を参照すると、コントローラ900が、本発明のいくつかの例示的な実施形態にて使用され得るように図示されている。コントローラ900はプロセッサ910を含むが、このプロセッサは、通信デバイス920に結合した1つ又は複数のプロセッサ構成要素を含み得る。いくつかの例示的な実施形態において、コントローラ900は、眼用レンズ中に配置されるエネルギー源にエネルギーを伝達するために使用され得る。

【0155】

コントローラには、通信チャンネルを介してエネルギーを通信するために設定された通信デバイスに連結した、1つ又は複数のプロセッサが含まれ得る。通信デバイスは、可変光学挿入物の眼用レンズ内への1つ又は複数の配置、又は可変光学器具を操作するためのコマンドの伝送を電子的に制御するために使用され得る。

【0156】

通信デバイス920を使用することによってまた、例えば、1つ又は複数のコントローラ装置又は製造機器要素と通信し得る。

【0157】

プロセッサ910は、記憶デバイス930とも通信する。記憶デバイス930は、磁気記憶デバイス（例えば、磁気テープ及びハードディスクドライブ）、光記憶デバイス、及び／又はランダムアクセスメモリ（RAM）デバイス及びリードオンリーメモリ（ROM）デバイスなどの半導体記憶デバイスを含む、任意の適切な情報記憶デバイスを備え得る。

10

【0158】

記憶デバイス930は、プロセッサ940を制御するためのプログラム910を記録し得る。プロセッサ910は、プログラム940の指示を実行し、それによって、本発明に従って作動する。例えば、プロセッサ910は、可変光学挿入物の配置、処理デバイスの配置などを記述する情報を受信し得る。記憶デバイス930はまた、1つ又は複数のデータベース950、960内に、眼に関連したデータを保存し得る。データベース950及び960には、可変光学レンズへ、又は可変光学レンズからのエネルギーを制御するための、特定の制御ロジックが含まれ得る。

20

【0159】

本文中、参照が、図中に図示された要素に対して実施された。多くの素子が、理解のために、本技術分野の例示的な実施形態を描写するため、参照のために描写される。実際の形体の相対スケールは、描写したものと明確に異なってよく、描写した相対スケールからの差が、本明細書の目的内で想定されるべきである。例えば、液晶分子は、挿入物部分のスケールに対して描写するために、極端に小さいスケールであってよい。分子のアライメントのような因子の再現を許容するために、挿入部品に対して同様のスケールにて、液晶分子を表す形体の描写がしたがって、実際の実施形態において、非常に異なる相対スケールを想定し得るそのような描写スケールの一例である。

30

【0160】

図示及び説明されたものは、最も実用的かつ好ましい実施形態であると考えられるが、当業者であれば、本明細書に説明及び図示した特定の設計及び方法からの変更はそれ自体当業者にとって自明であり、本発明の趣旨及び範囲から逸脱することなく使用できることは明らかであろう。本発明は、説明及び図示される特定の構造に限定されるものではないが、付属の特許請求の範囲に含まれ得るすべての改変例と一貫性を有するものとして解釈されなければならない。

【0161】

〔実施の態様〕

（1） 眼用レンズ器具であって、前記眼用レンズ器具の光学ゾーンの少なくとも一部分内には可変光学挿入物が位置し、前記可変光学挿入物は、

40

湾曲前方表面及び湾曲後方表面であって、前記前方表面及び後方表面は、1つのチャンバーの少なくとも一部分を境界付けるように構成される、湾曲前方表面及び湾曲後方表面と、

非光学ゾーンを含む少なくとも1つの領域中で、前記可変光学挿入物に埋め込まれたエネルギー源と、

前記少なくとも1つのチャンバー内に位置した液晶材料を含む層であって、前記層は、前記可変光学挿入物の少なくとも第1部分にわたる屈折率が半径依存で変化するパターンで整列される液晶材料の領域を含む、層と、を含む、眼用レンズ器具。

（2） 前記光学挿入物の少なくとも前記第1部分にわたる屈折率は、半径方向の寸法へ

50

の放物線状の依存性を有する、実施態様 1 に記載の眼用レンズ器具。

(3) 前記液晶材料を含む層の光学効果は、挿入物表面の異なる半径の効果によって補われる、実施態様 2 に記載の眼用レンズ器具。

(4) 前記レンズがコンタクトレンズである、実施態様 2 に記載の眼用レンズ器具。

(5) 更に、

前記湾曲後方表面に近接する第 1 電極材料層と、

前記湾曲前方表面に近接する第 2 電極材料層と、を含む、実施態様 4 に記載の眼用レンズ器具。

【0162】

(6) 前記液晶材料を含む層の少なくとも一部分は、電位が前記第 1 電極材料層及び前記第 2 電極材料層にわたって適用される際、前記液晶材料を含む層を横断する光線に影響を与える、その屈折率を変化させる、実施態様 5 に記載の眼用レンズ器具。

(7) 前記可変光学挿入物は、レンズの焦点特性を変更する、実施態様 6 に記載の眼用レンズ器具。

(8) 更に電気回路を含み、前記電気回路は、前記エネルギー源から前記第 1 電極層及び前記第 2 電極層への電気エネルギーの流れを制御する、実施態様 7 に記載の眼用レンズ器具。

(9) 前記電気回路はプロセッサを含む、実施態様 8 に記載の眼用レンズ器具。

(10) 眼用レンズ器具であって、前記眼用レンズ器具の光学ゾーンの少なくとも一部分内には可変光学挿入物が位置し、前記可変光学挿入物は、

湾曲第 1 前方表面及び湾曲第 1 後方表面であって、前記第 1 前方表面及び第 1 後方表面は、第 1 チャンバーの少なくとも一部分を境界付けるように構成される、湾曲第 1 前方表面及び湾曲第 1 後方表面と、

湾曲第 2 前方表面及び湾曲第 2 後方表面であって、前記第 2 前方表面及び第 2 後方表面は、第 2 チャンバーの少なくとも一部分を境界付けるように構成される、湾曲第 2 前方表面及び湾曲第 2 後方表面と、

少なくとも 1 つのチャンバー内に位置した液晶材料を含む少なくとも 1 つの層であって、前記少なくとも 1 つの層は、前記可変光学挿入物の少なくとも第 1 部分にわたる屈折率が半径依存で変化するパターンで整列される液晶材料の領域を含む、層と、

非光学ゾーンを含む少なくとも 1 つの領域中で、前記挿入物に埋め込まれるエネルギー源と、を含む、眼用レンズ器具。

【0163】

(11) 前記光学挿入物の少なくとも前記第 1 部分にわたる屈折率は、半径方向の寸法への放物線状の依存性を有する、実施態様 10 に記載の眼用レンズ器具。

(12) 前記液晶材料を含む層の光学効果は、挿入物表面の異なる曲率の効果によって補われる、実施態様 11 に記載の眼用レンズ器具。

(13) 前記レンズがコンタクトレンズである、実施態様 10 に記載の眼用レンズ器具。

(14) 更に、

前記第 1 湾曲後方表面に近接する第 1 電極材料層と、

前記湾曲第 1 前方表面に近接する第 2 電極材料層と、を含む、実施態様 13 に記載の眼用レンズ器具。

(15) 前記液晶材料を含む層は、電位が前記第 1 電極材料層及び前記第 2 電極材料層にわたって適用される際、前記液晶材料を含む層を横断する光線に影響を与える、その屈折率を変化させる、実施態様 14 に記載の眼用レンズ器具。

【0164】

(16) 前記可変光学挿入物は、レンズの焦点特性を変更する、実施態様 15 に記載の眼用レンズ器具。

(17) 更に電気回路を含み、前記電気回路は、前記エネルギー源から前記第 1 電極層及び前記第 2 電極層への電気エネルギーの流れを制御する、実施態様 16 に記載の眼用レ

10

20

30

40

50

ンズ器具。

(18) 前記電気回路はプロセッサを含む、実施態様17に記載の眼用レンズ器具。

(19) コンタクトレンズ器具であって、前記コンタクトレンズ器具の光学ゾーンの少なくとも一部分内には可変光学挿入物が位置し、前記可変光学挿入物は、

湾曲第1前方表面及び湾曲第1後方表面であって、前記第1前方表面と第1後方表面は少なくとも1つの第1チャンバーを形成するように構成される、湾曲第1前方表面及び湾曲第1後方表面と、

前記湾曲第1前方表面に近接する第1電極材料層と、

前記湾曲第1後方表面に近接する第2電極材料層と、

前記第1チャンバー内に位置した液晶材料を含む第1層であって、前記第1層は、前記可変光学挿入物の少なくとも第1部分にわたる第1屈折率が、第1の半径依存で変化する第1パターンで整列される液晶材料の領域を含み、第1電位が前記第1電極材料層及び前記第2電極材料層にわたって適用される際、前記液晶材料を含む第1層は、前記液晶材料を含む第1層を横切る第1光線に影響を与える、その第1屈折率を変化させる、第1層と、

10

湾曲第2前方表面及び湾曲第2後方表面であって、前記第2前方表面及び第2後方表面は、少なくとも1つの第2チャンバーを形成するように構成される、湾曲第2前方表面及び湾曲第2後方表面と、

前記湾曲第2前方表面に近接する第3電極材料層と、

前記湾曲第2後方表面に近接する第4電極材料層と、

20

前記第2チャンバー内に位置した液晶材料を含む第2層であって、前記第2層は、前記可変光学挿入物の少なくとも第2部分にわたる第2屈折率が、第2の半径依存で変化する第2パターンで整列される液晶材料の領域を含み、第2電位が前記第3電極材料層及び前記第4電極材料層にわたって適用される際、前記液晶材料を含む第2層は、前記液晶材料を含む第2層を横切る第2光線に影響を与える、その第2屈折率を変化させる、第2層と、

非光学ゾーンを含む少なくとも1つの領域中で、前記挿入物中に埋め込まれるエネルギー源と、

プロセッサを含む電気回路であって、前記電気回路は、前記エネルギー源から、前記第1、第2、第3又は第4電極層のうちの1つ又は複数への電気エネルギーの流れを制御する、プロセッサを含む電気回路と、を含み、

30

前記可変光学挿入物は前記コンタクトレンズ器具の焦点特性を変更する、コンタクトレンズ器具。

(20) コンタクトレンズ器具であって、前記コンタクトレンズ器具の光学ゾーンの少なくとも一部分内には可変光学挿入物が位置し、前記可変光学挿入物は、

前記可変光学挿入物内に位置した液晶材料を含む層であって、前記層は、前記可変光学挿入物の少なくとも第1部分にわたる屈折率が半径依存で変化するパターンで整列される液晶材料の領域を含む、層、を含み、

前記液晶材料を含む層の少なくとも第1表面は湾曲している、コンタクトレンズ器具。

【0165】

40

(21) 眼用レンズ器具であって、前記眼用レンズ器具の光学ゾーンの少なくとも一部分内には可変光学挿入物が位置し、前記可変光学挿入物は、

挿入物前方湾曲部品及び挿入物後方湾曲部品であって、前記前方湾曲部品の後方表面が第1曲率を有し、前記後方湾曲部品の前方表面が第2曲率を有する、挿入物前方湾曲部品及び挿入物後方湾曲部品と、

非光学ゾーンを含む少なくとも1つの領域中で、前記挿入物に埋め込まれるエネルギー源と、

液晶材料を含む層であって、前記層は、前記可変光学挿入物の少なくとも第1部分にわたる屈折率が半径依存で変化するパターンで整列される液晶材料の領域を含む、層と、を含む、眼用レンズ器具。

50

(22) 前記光学挿入物の少なくとも前記第1部分にわたる屈折率は、半径方向の寸法への放物線状の依存性を有する、実施態様21に記載の眼用レンズ器具。

(23) 前記液晶材料を含む層の光学効果は、挿入物表面の異なる曲率の効果によって補われる、実施態様22に記載の眼用レンズ器具。

(24) 前記第1曲率が、前記第2曲率と異なる、実施態様21に記載の眼用レンズ器具。

(25) 前記レンズがコンタクトレンズである、実施態様21に記載の眼用レンズ器具。

【0166】

(26) 更に、

前記前方湾曲部品の前記後方表面に近接する第1電極材料層と、

前記後方湾曲部品の前記前方表面に近接する第2電極材料層と、を含む、実施態様25に記載の眼用レンズ器具。

(27) 前記液晶材料を含む層は、電位が前記第1電極材料層及び前記第2電極材料層にわたって適用される際、前記液晶材料を含む層を横断する光線に影響を与える、その屈折率を変化させる、実施態様26に記載の眼用レンズ器具。

(28) 前記可変光学挿入物は、レンズの焦点特性を変更する、実施態様27に記載の眼用レンズ器具。

(29) 更に電気回路を含み、前記電気回路は、前記エネルギー源から前記第1電極層及び前記第2電極層への電気エネルギーの流れを制御する、実施態様28に記載の眼用レンズ器具。

(30) 前記電気回路はプロセッサを含む、実施態様29に記載の眼用レンズ器具。

【0167】

(31) 眼用レンズ器具であって、前記眼用レンズ器具の光学ゾーンの少なくとも一部分内には可変光学挿入物が位置し、前記可変光学挿入物は、

挿入物前方湾曲部品、少なくとも第1中間湾曲部品及び挿入物後方湾曲部品であって、前記前方湾曲部品の後方表面が第1曲率を有し、前記第1中間湾曲部品の前方表面が第2曲率を有する、挿入物前方湾曲部品、少なくとも第1中間湾曲部品及び挿入物後方湾曲部品と、

非光学ゾーンを含む少なくとも1つの領域中で、前記挿入物に埋め込まれるエネルギー源と、

液晶材料を含む層を含む前記可変光学挿入物であって、前記層は、前記可変光学挿入物の少なくとも第1部分にわたる屈折率が半径依存で変化するパターンで整列される液晶材料の領域を含む、可変光学挿入物と、を含む、眼用レンズ器具。

(32) 前記光学挿入物の少なくとも前記第1部分にわたる屈折率は、半径方向の寸法への放物線状の依存性を有する、実施態様31に記載の眼用レンズ器具。

(33) 前記第1曲率が、前記第2曲率と異なる、実施態様32に記載の眼用レンズ器具。

(34) 前記レンズがコンタクトレンズである、実施態様31に記載の眼用レンズ器具。

(35) 更に、

前記前方湾曲部品に近接する第1電極材料層と、

前記中間湾曲部品及び前記後方湾曲部品の1つ又は複数に近接する第2電極材料層と、を含む、実施態様34に記載の眼用レンズ器具。

【0168】

(36) 更に、

前記前方湾曲部品に近接する第1電極材料層と、

前記中間湾曲部品に近接する第2電極材料層と、を含む、実施態様34に記載の眼用レンズ器具。

(37) 前記液晶材料を含む層は、電位が前記第1電極材料層及び前記第2電極材料層

10

20

30

40

50

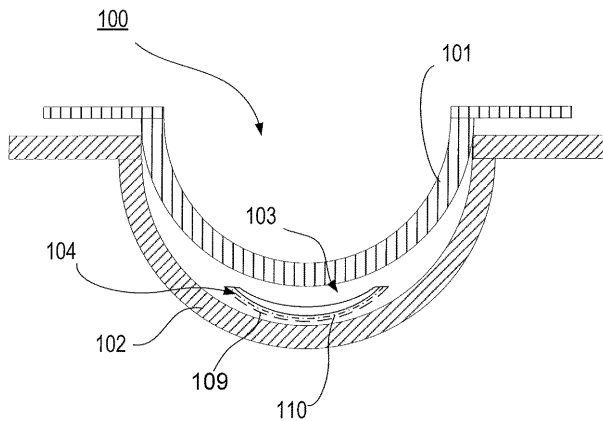
にわたって適用される際、前記液晶材料を含む層を横断する光線に影響を与える、その屈折率を変化させる、実施態様 36 に記載の眼用レンズ器具。

(38) 前記可変光学挿入物は、レンズの焦点特性を変化させる、実施態様 37 に記載の眼用レンズ器具。

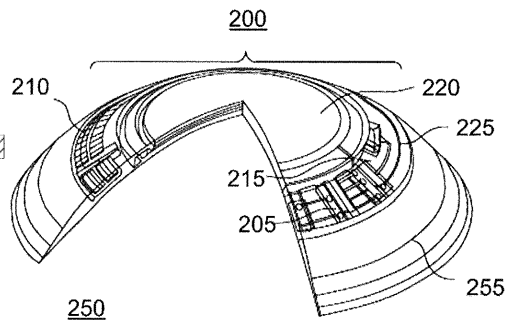
(39) 更に電気回路を含み、前記電気回路は、前記エネルギー源から前記第 1 電極層及び前記第 2 電極層への電気エネルギーの流れを制御する、実施態様 38 に記載の眼用レンズ器具。

(40) 前記電気回路はプロセッサを含む、実施態様 39 に記載の眼用レンズ器具。

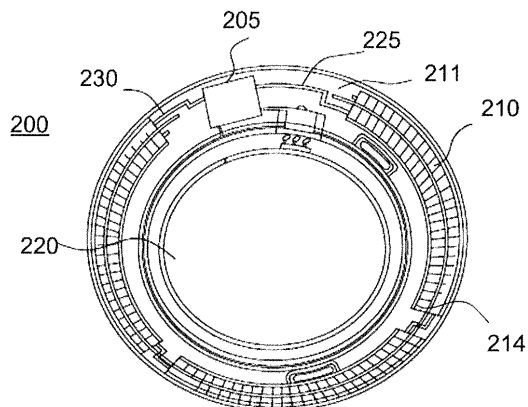
【図 1】



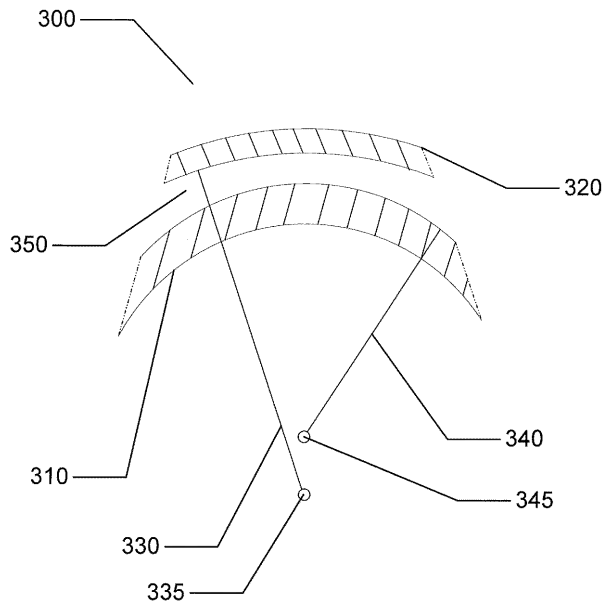
【図 2 B】



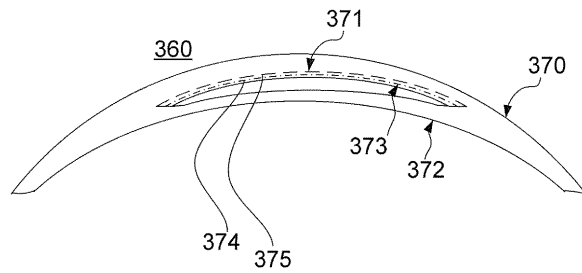
【図 2 A】



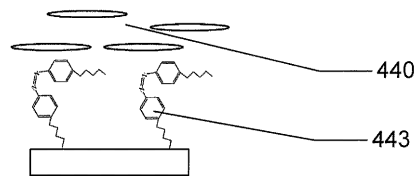
【図 3 A】



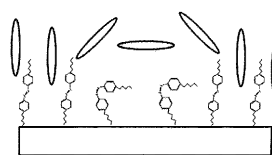
【図 3 B】



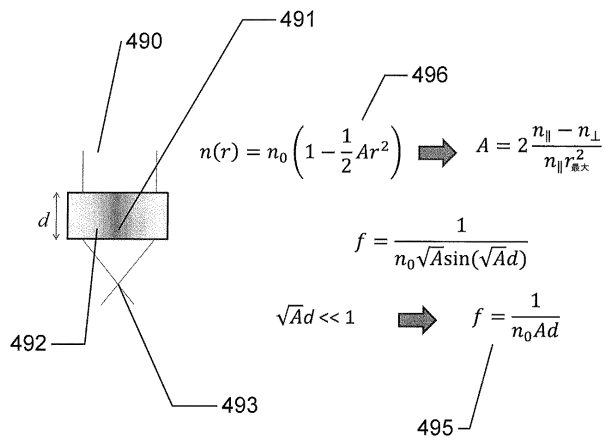
【図 4 D】



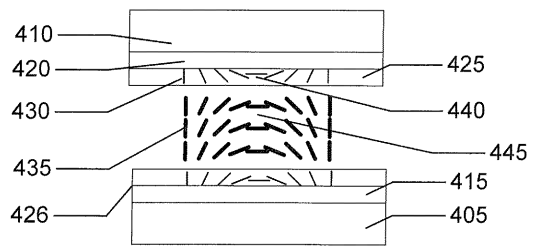
【図 4 E】



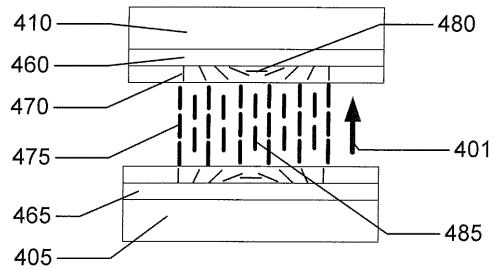
【図 4 F】



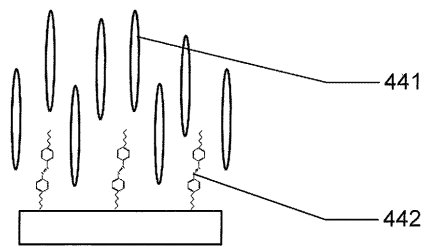
【図 4 A】



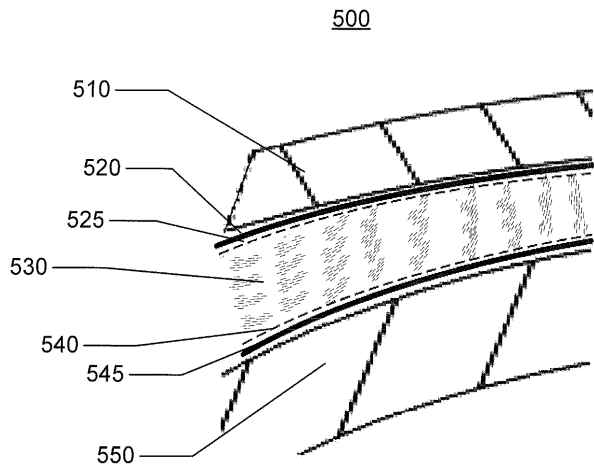
【図 4 B】



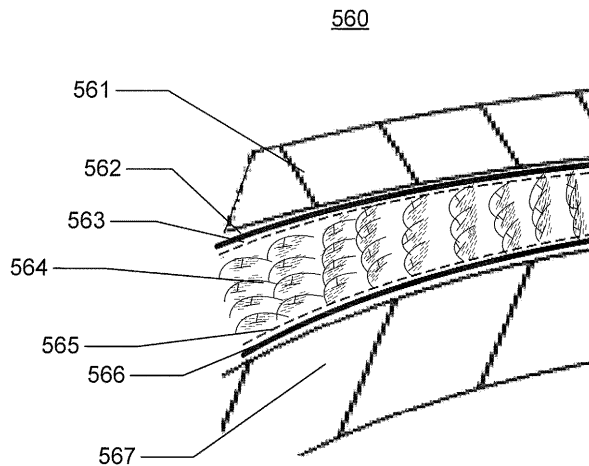
【図 4 C】



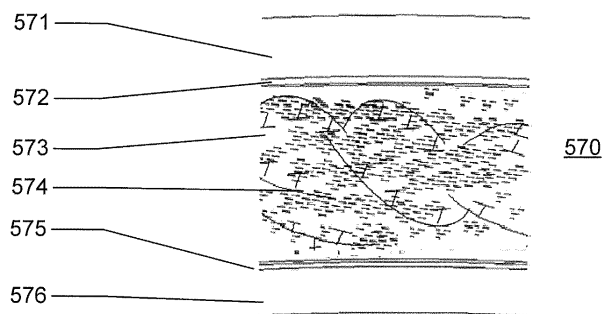
【図 5 A】



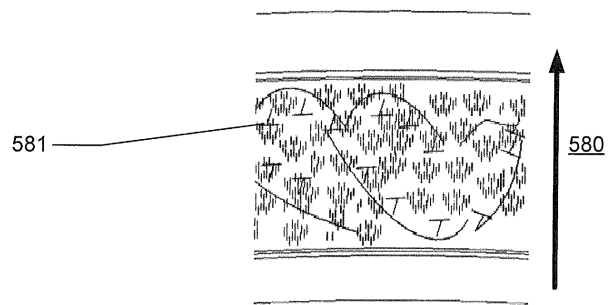
【図 5 B】



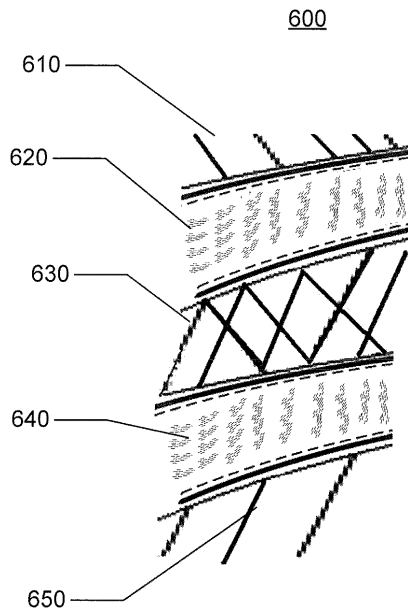
【図 5 C】



【図 5 D】



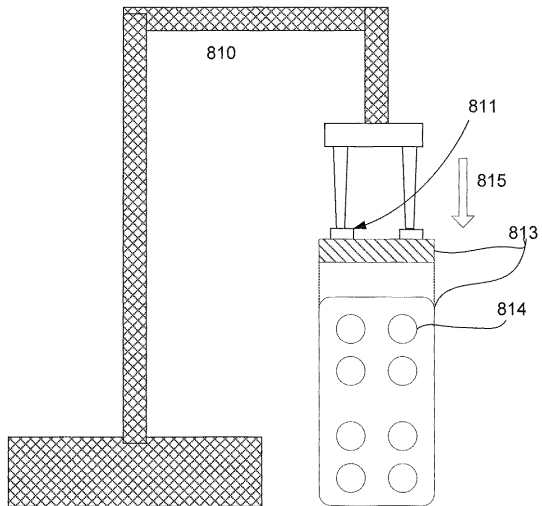
【図 6】



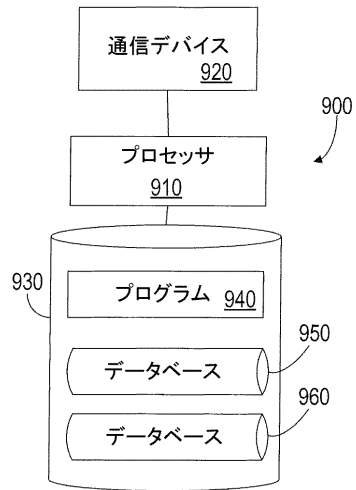
【図 7】

第1基質層を形成する	701
第2基質層を形成する	702
第1基質層上に電極層を沈着させる	703
第1基質層上の電極層上にアライメント層を沈着させる	704
第2基質層上に電極層を沈着させる	705
第2基質層上の電極層上に誘電体層を任意で適用する	706
第2基質層上の電極層又は誘電体層上にアライメント層を沈着させる	707
第2基質層近くに第1基質層を位置付け、 空洞を形成するために組み合わせる	708
空洞内に液晶を沈着させ、 可変光学部分を形成するために密封する	709
エネルギー源と電氣的に導通する可変光学部分を位置付け、 可変光学挿入物を形成する	710
第1鑄型部分内に可変光学挿入物を位置付ける	711
第1鑄型部分と第2鑄型部分との間に反応性混合物を沈着させる	712
可変光学部分を反応性混合物と接触するように位置付ける	713
第2鑄型部分近くに第1鑄型部分を位置付け、 反応性モノマー混合物及び可変レンズを内部に 備えたレンズ空洞を形成する	714
反応性混合物を重合させて眼用レンズを形成する	715
鑄型部分から眼用レンズを取り外す	716

【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

- (74)代理人 100130384
弁理士 大島 孝文
- (72)発明者 ルチアーノ・デ・シオ
アメリカ合衆国、3 2 7 8 9 フロリダ州、ウィンター・パーク、ビレッジ・レーン 1 8 1 1
- (72)発明者 フレデリック・エイ・フリッチュ
アメリカ合衆国、1 2 5 5 3 ニューヨーク州、ニュー・ウィンザー、ツイン・ポンス・ロード 2 5
- (72)発明者 プラビーン・パンドジラオーエス
アメリカ合衆国、3 2 2 1 6 フロリダ州、ジャクソンビル、フロリダ・クラブ・サークル 4 8 4 9、アパートメント・3 2 0 5
- (72)発明者 ランドール・ブラクストン・ピュー
アメリカ合衆国、3 2 2 5 9 フロリダ州、セント・ジョンズ、チェスナット・コート 3 2 1 6
- (72)発明者 ジェームズ・ダニエル・リオール
アメリカ合衆国、3 2 2 5 9 フロリダ州、セント・ジョンズ、ポニー・プレイス 1 1 1 7
- (72)発明者 スペトラーナ・セラク
アメリカ合衆国、3 2 7 6 5 フロリダ州、オビエド、スウィート・マグノリア・プレイス 2 6 5 6
- (72)発明者 ネルソン・ブイ・タビリアン
アメリカ合衆国、3 2 7 8 9 フロリダ州、ウィンター・パーク、ウィリアムズ・ドライブ 7 6 0
- (72)発明者 アダム・トナー
アメリカ合衆国、3 2 2 5 9 フロリダ州、ジャクソンビル、ダブリュ・ドーチェスター・ドライブ 1 0 2 4
- (72)発明者 オレナ・ウスコワ
アメリカ合衆国、3 2 7 8 9 フロリダ州、ウィンター・パーク、ビレッジ・レーン 3 0 4

審査官 井上 徹

- (56)参考文献 国際公開第2 0 1 3 / 0 9 6 7 8 1 (WO, A 1)
特開2 0 1 2 - 1 3 7 6 8 2 (JP, A)
特開2 0 1 1 - 2 0 9 6 8 7 (JP, A)
国際公開第2 0 0 6 / 0 5 4 8 0 3 (WO, A 1)
特開2 0 0 5 - 2 5 0 4 8 6 (JP, A)
特開2 0 0 6 - 0 9 8 9 9 5 (JP, A)
米国特許出願公開第2 0 1 3 / 0 2 4 5 7 5 4 (US, A 1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 0 2 C 1 / 0 0 - 1 3 / 0 0
A 6 1 F 2 / 0 0、2 / 0 2 - 2 / 8 0、3 / 0 0 - 4 / 0 0
G 0 2 B 1 / 0 0 - 1 / 0 8、3 / 0 0 - 3 / 1 4
G 0 2 F 1 / 1 3、1 / 1 3 7 - 1 / 1 4 1