

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6767357号
(P6767357)

(45) 発行日 令和2年10月14日(2020.10.14)

(24) 登録日 令和2年9月23日(2020.9.23)

(51) Int.Cl. F I
G O 2 B 3/14 (2006.01) G O 2 B 3/14

請求項の数 17 (全 20 頁)

(21) 出願番号	特願2017-502245 (P2017-502245)	(73) 特許権者	511009547
(86) (22) 出願日	平成27年7月17日 (2015.7.17)		ボライト アーエスアー
(65) 公表番号	特表2017-521718 (P2017-521718A)		ノルウェー国 エヌオー-3188 ホー
(43) 公表日	平成29年8月3日 (2017.8.3)		テン コンゲバイエン 77
(86) 国際出願番号	PCT/EP2015/066490	(74) 代理人	100166006
(87) 国際公開番号	W02016/009078		弁理士 泉 通博
(87) 国際公開日	平成28年1月21日 (2016.1.21)	(72) 発明者	フェアー, ジョン
審査請求日	平成30年6月25日 (2018.6.25)		ノルウェー国 トンスベルグ N-311
(31) 優先権主張番号	14177684.9		O, プルスガータ 9
(32) 優先日	平成26年7月18日 (2014.7.18)	(72) 発明者	スパツチェック, トーマス
(33) 優先権主張国・地域又は機関	欧州特許庁 (EP)		ノルウェー国 ティジョーネ N-314
(31) 優先権主張番号	14177688.0	(72) 発明者	カルタショフ, ウラジミール
(32) 優先日	平成26年7月18日 (2014.7.18)		ノルウェー国 ホーテン N-3189,
(33) 優先権主張国・地域又は機関	欧州特許庁 (EP)		クナールスティエン 41

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 可変の構造エレメントを有する調整可能なマイクロレンズ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

透明な光学デバイスエレメント(5)であって、
 -側壁(35)により周りを囲まれた少なくとも一の変形可能なレンズ本体；
 -前記少なくとも一の変形可能なレンズ本体の表面に取り付けられた曲げることのできる透明なカバー要素(1)；
 -前記曲げることのできる透明なカバー要素を望ましい形にするための圧電アクチュエータ(3)であって、前記圧電アクチュエータは、前記曲げることのできる透明なカバー要素の上面に配置され、前記圧電アクチュエータは、前記曲げることのできる透明なカバー要素上において前記少なくとも一の変形可能なレンズ本体の光学的開口(4)を画定する、圧電アクチュエータ；
 -前記圧電アクチュエータ(3)のみと接するように前記圧電アクチュエータ(3)上に配置され、且つ前記光学的開口の周りを囲み、前記透明なカバー要素(1)に作用する力と逆向きの応力を示す応力補償層として機能するとともに、前記透明なカバー要素(1)の温度変化に起因する熱膨張を補償する熱補償層として機能する少なくとも一の構造エレメント(6)；
 を含み、

前記少なくとも一の構造エレメント(6)は、前記曲げることのできる透明なカバー要素(1)の直径と、前記光学的開口(4)の直径との間の外径を有し；且つ

前記少なくとも一の構造エレメント(6)の幅は、前記曲げることのできる透明なカバー要素(1)の直径と、前記光学的開口(4)の直径との間において変わり得て；且つ

前記曲げることのできる透明なカバー要素(1)は、前記透明な光学デバイスエレメント(5)に機械的安定性をもたらし、負の曲率半径と正の曲率半径との間において前記曲げることのできる透明なカバー要素の湾曲を調整することを可能にするように構成され、前記少なくとも一の変形可能なレンズ本体は、300Paより大きい弾性係数を有し得、屈折率は、1.35を上回り、且つ可視領域における吸光度は、1ミリメートルの厚さあたり10%未満である、透明な光学デバイスエレメント。

【請求項2】

前記少なくとも一の変形可能なレンズ本体は、高分子化合物を含む、請求項1に記載の透明な光学デバイスエレメント。

【請求項3】

前記少なくとも一の変形可能なレンズ本体は、架橋され又は部分的に架橋された高分子化合物の高分子網目並びに混和性油又は油の組み合わせを含む、請求項1に記載の透明な光学デバイスエレメント。

【請求項4】

前記少なくとも一の構造エレメントは、前記曲げることのできる透明なカバー要素上に少なくとも部分的に配置される、請求項1に記載の透明な光学デバイスエレメント。

【請求項5】

前記少なくとも一の構造エレメントは、光学的開口直径の前記直径を超える内径を有する、請求項1に記載の透明な光学デバイスエレメント。

【請求項6】

前記少なくとも一の構造エレメントは、少なくとも部分的に前記光学的開口と重なっている、請求項1に記載の透明な光学デバイスエレメント。

【請求項7】

前記少なくとも一の構造エレメントは、2以上の構造エレメントである、請求項1に記載の透明な光学デバイスエレメント。

【請求項8】

前記2以上の構造エレメントは、同心の輪状楕円である、請求項7に記載の透明な光学デバイスエレメント。

【請求項9】

前記2以上の構造エレメントは、少なくともいくつかのエリアにおいて互いに重なっている、請求項7に記載の透明な光学デバイスエレメント。

【請求項10】

前記少なくとも一の構造エレメントは、 $0.03\mu\text{m}$ 及び $10\mu\text{m}$ の間の厚さを有する、請求項1に記載の透明な光学デバイスエレメント。

【請求項11】

前記少なくとも一の構造エレメントは、 Si_xN_y 、 $\text{Si}_x\text{O}_y\text{N}_z$ 、 Si_xC_y 、又は Si_xO_y あるいはその組み合わせで構成され、 x 、 y 又は z は、0及び5の間の値を有する数である、請求項1に記載の透明な光学デバイスエレメント。

【請求項12】

前記少なくとも一の構造エレメントは、 Si_xC_y で構成され、 x 、 y 又は z は、0及び5の間の値を有する数である、請求項1に記載の透明な光学デバイスエレメント。

【請求項13】

透明な光学デバイスエレメント中において曲げることのできる透明なカバー要素の機械的強度及び湾曲を調整するための方法であって、前記方法は、

- 基板上に曲げることのできる透明なカバー膜を置き、接着させ、又は取り付けること；
- 前記曲げることのできる透明なカバー膜の上面に一以上の圧電素子を置き、接着させ又は取り付けること；
- 前記曲げることのできる透明なカバー膜の上面に配置された前記圧電素子のパターンニング；
- パターンニングされた圧電素子の上に保護層を置くこと

10

20

30

40

50

-少なくとも一の構造エレメントを前記曲げることのできる透明なカバー要素上に置くこと

を含み、前記少なくとも一の構造エレメントは、請求項1から12のいずれか一項に記載の構造エレメントであり、前記透明な光学デバイスエレメントは、高分子化合物を含む少なくとも一の变形可能なレンズ本体を含む、方法。

【請求項14】

前記少なくとも一の变形可能なレンズ本体は、架橋され又は部分的に架橋された高分子化合物の高分子網目及び混和性油又は油の組み合わせを含む、請求項13に記載の方法。

【請求項15】

前記少なくとも一の变形可能なレンズ本体は、300Paより大きい弾性係数を有し得、屈折率は、1.35を上回り、可視領域における吸光度は、1ミリメートルの厚さあたり10%未満である、請求項13に記載の方法。

10

【請求項16】

透明な光学デバイスエレメントであって、請求項1に記載の前記透明な光学デバイスエレメント中において曲げることのできる透明なカバー要素の機械的強度及び湾曲を調整するための方法であって、前記方法は：

- 基板上に曲げることのできる透明なカバー膜を置き、接着させ又は取り付けること；
- 前記曲げることのできる透明なカバー膜の上面に一以上の圧電素子を置き、接着させ又は取り付けること；
- 前記曲げることのできる透明なカバー膜の上面に配置された前記圧電素子のパターンニング；
- パターンニングされた圧電素子の上に保護層を置くこと
- 前記曲げることのできる透明なカバー要素上に少なくとも一の構造エレメントを置くこと

20

を含む、方法。

【請求項17】

透明な光学デバイスエレメント中において曲げることのできる透明なカバー要素の機械的強度及び湾曲を調整する方法であって、前記方法は：

- 基板上に曲げることのできる透明なカバー膜を置き、接着させ又は取り付けること；
 - 前記曲げることのできる透明なカバー膜の上面に一以上の圧電素子を置き、接着させ又は取り付けること；
 - 前記曲げることのできる透明なカバー膜の上面に配置された前記圧電素子のパターンニング；
 - パターンニングされた圧電素子の上に保護層を置くこと
 - 前記曲げることのできる透明なカバー要素上に少なくとも一の構造エレメントを置くこと
- を含み、前記少なくとも一の構造エレメントは、請求項1に記載の開示されたエレメントとしての構造エレメントである、方法。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

40

【0001】

本発明は、マイクロレンズを含む透明な光学デバイスエレメント及び調整可能なマイクロレンズの機械的強度及び湾曲を調整するための方法に関する。

【背景技術】

【0002】

調節可能な焦点距離を有するレンズ組み立て品(lens assembly)のための低コストの、大量(high volume)の解決方法に対するかつてないほど多い需要がある。例えば、現代的な携帯電話は、現在、小型のデジタルカメラモジュールを備えており、レンズ及びレンズ組み立て品に対する品質とコストの要求は、高まりつつある。携帯電話及びラップトップコンピュータ中において使用されているますます多くの小型のカメラが、オートフォーカ

50

ス機能を有するようになってきている。かかる応用のためのレンズシステムの設計は、レンズをカメラモジュールの上端に取り付ける場合に、生産規格から操作のしやすさまでの多数の要求の実現を要求する。焦点距離が、例えば、レンズから撮影すべき被写体までの距離に適合するように調整されなければならないオートフォーカスレンズにおいて直面するパラメータ等、調整可能なパラメータをレンズの配置が含む場合には、これらの課題はさらに重要である。かかるレンズは、通常、簡単なやり方でレンズを組み立てることを困難にし得る可動部分を含む複雑な設計である。かかる設計に関するさらなる課題は、かかる使用のための適切なレンズ組み立て品を提供することの要求がかつてないほど多いことである。

【 0 0 0 3 】

10

小型のオートフォーカスレンズエレメントを作製するための多数の解決方法が存在する。

【 0 0 0 4 】

現在の解決方法の一の問題は、調整可能なマイクロレンズにおいてどのように能率的かつ容易に応力補償に取り組むかということである。

【 0 0 0 5 】

それゆえに、改善された調整可能なマイクロレンズは、有益であり、特に、調整可能なマイクロレンズの応力補償をもたらすためのより効率的及び/又は信頼性のある方法は、有益であろう。

【 発明の概要 】

20

【 0 0 0 6 】

発明の目的

本発明の目的は、調整可能なマイクロレンズに応力補償をもたらすための方法を提供することである。

【 0 0 0 7 】

本発明のさらなる目的は、調整可能なマイクロレンズの機械的強度及び湾曲を調整するための方法を提供することである。

【 0 0 0 8 】

本発明のさらなる目的は、機械的安定性と、調整可能なマイクロレンズのレンズの湾曲を調整する能力とを増大させることである。

30

【 0 0 0 9 】

本発明の別の目的は、調整可能なマイクロレンズに応力補償をもたらすことである。

【 0 0 1 0 】

本発明の別の目的は、a) デバイス中における温度変化(thermal change)に対し調整エレメント自体は感度が低く、b) 全てのものが最終生産物とともにパッケージされた場合に、他のコンポーネントの熱補償(thermal compensation)を可能にする、調整可能なレンズの湾曲の調整エレメントを提供することである。

【 0 0 1 1 】

本発明のさらに一層の目的は、先行技術に対する代替手段を提供することである。

【 0 0 1 2 】

40

特に、構造エレメントを導入することによって先行技術の上述の問題を解決する、調整可能なマイクロレンズの機械的強度及び湾曲を調整するための方法を提供することが本発明の目的であるとみなされ得る。

【 0 0 1 3 】

本発明の基本的な考え方は、変形可能なレンズ本体に配置された曲げることのできる透明なカバー要素の湾曲の機械的及び熱的安定性並びに調整可能性(tunability)をもたらす構造を有し、形状、サイズ及び位置、すなわち、下部の層の上(over)の構造の増設(extension)が、変形可能なレンズ本体の湾曲の調整可能性を決定する調整可能なマイクロレンズを提供することである。

【 0 0 1 4 】

50

本発明の構造は、透明な光学デバイスエレメントの静止焦点強度(resting focal strength)を決めるための変形可能なレンズ本体上に配置された曲げることのできる透明なカバー要素の湾曲を変化させることができることにおいて重大な機能を有する可変の構造である。

【0015】

静止焦点強度は、静止状態、すなわち、アクチュエータが曲げることのできる透明なカバー要素に湾曲を与えていない場合における焦点強度である。

【0016】

このように、上述の目的及びいくつかの他の目的は：側壁により周りを囲まれた少なくとも一の変形可能なレンズ本体；少なくとも一の変形可能なレンズ本体の表面に取り付けられた曲げることのできる透明なカバー要素；曲げることのできる透明なカバー要素を望ましい形にする(shape)ための圧電アクチュエータであって、該アクチュエータは、前記曲げることのできる透明なカバー要素の上面に配置され；圧電アクチュエータは、前記曲げることのできる透明なカバー要素上において前記少なくとも一の変形可能なレンズ本体の光学的開口を画定し；圧電アクチュエータ上に配置され、且つ光学的開口の周りを囲む少なくとも一の構造エレメントを含み、前記少なくとも一の構造エレメントは、前記曲げることのできる透明なカバー要素の前記直径と、前記光学的開口の前記直径との間の外径(external diameter)を有し；且つ前記曲げることのできる透明なカバー要素は、前記透明な光学デバイスエレメントに機械的安定性をもたらす、負の曲率半径と正の曲率半径との間において前記曲げることのできる透明なカバー要素の前記湾曲を調整することを可能にするように構成される透明な光学デバイスエレメントを提供することにより、本発明の第1の態様において達成されることが意図されている。

【0017】

レンズ本体は、望ましい湾曲、ひいては、望ましい屈折力(optical power)又は焦点距離を達成するために調整されるように変形可能である。

【0018】

変形可能なレンズ本体は、高分子化合物又は液体を含み得る。

【0019】

いくつかの実施態様では、変形可能なレンズ本体は、高分子化合物を含み得、例えば、架橋され又は部分的に架橋された高分子化合物の高分子網目(polymer network)等の変形可能な高分子材料を含み得る。

【0020】

いくつかの他の実施態様では、変形可能なレンズ本体は、架橋され又は部分的に架橋された高分子化合物の高分子網目及び混和性油(miscible oil)又は油の組み合わせを含む。

【0021】

一の変形可能なレンズ本体は、300Paより大きい弾性係数を有し得、屈折率は、1.35を上回り、且つ可視領域における吸光度は、1ミリメートルの厚さあたり10%未満である。

【0022】

変形可能な高分子化合物のレンズ本体は、高分子網目の化学構造内においてもたらされるある程度の機械的安定性を有する。透明な光学素子の望ましい機械的安定性は、曲げることのできる透明なカバー要素が存在することによってもたらされる。

【0023】

曲げることのできる透明なカバー要素は、曲げることのできる透明なカバー要素に取り付けられた変形可能なレンズ本体の機械的及び構造的補強(structural reinforcement)をもたらす透明素材(transparent material)で作られ得る。曲げることのできる透明なカバー要素は、カーボネイト(carbonate)、アクリレート、及びエポキシ樹脂(epoxy)等のガラス、無機酸化物及び高剛性(rigid)の高分子材料の群から選択された透明素材から作製され得る。

【0024】

曲げることのできる透明なカバー要素は、薄い、例えば、0.75mm未満等、0.5mm未満等

10

20

30

40

50

の1mm未満のガラス又は透明な高分子材料であり得る。

【0025】

例えば、曲げることのできる透明なカバー要素は、ガラスで作られており、10~50 μm の範囲における厚さを有する。

【0026】

好ましくは、曲げることのできる透明なカバー要素は、使用された変形可能なレンズ本体によって与えられたある程度の剛性(stiffness)を有する。それゆえに、変形可能なレンズ本体が高分子化合物を含む場合には、曲げることのできる透明なカバー要素の剛性の程度は、変形可能な高分子化合物レンズ本体の剛性/柔軟性によって決定される。

【0027】

少なくとも一の構造エレメントは、透明な光学デバイスエレメントに対する応力補償をもたらし得る。

【0028】

少なくとも一の構造エレメントは、熱補償を透明な光学デバイスエレメントにもたらし得る。

【0029】

いくつかの実施態様では、少なくとも一の構造エレメントは、透明な光学デバイスエレメントに対し応力及び熱補償をもたらす。

【0030】

少なくとも一の構造エレメントは、多角形、円形又は楕円によって規定される境界を有する輪状構造エレメントであり得、又は多角形、円形又は楕円によって規定される境界を有する輪状構造エレメントを含み得る。

少なくとも一の構造エレメントは、2の同心の多角形(concentric polygon)、円又は楕円によって境界を示されたエリアを有し得る。それゆえ、少なくとも一の構造エレメントのエリアは、2の同心の多角形間の領域である。

【0031】

いくつかの実施態様では、少なくとも一の構造エレメントは、リング構造エレメントである。それゆえに、少なくとも一の構造エレメントのエリアは、2の同心円又は楕円の間の領域、あるいは2の同心円又は楕円によって境界を示された領域である。

【0032】

通例、構造エレメントの外径すなわち外側の直径(outer diameter)と、内径(internal diameter)すなわち内側の直径(inner diameter)との輪郭は、異なり得る。

【0033】

例えば、いくつかの実施態様では、少なくとも一の構造エレメントは、多角形又は楕円によって規定される外径、及び円によって規定される内径を有する。

【0034】

少なくとも一の構造エレメント又はリング構造エレメントは、曲げることのできる透明なカバー要素の直径と、光学的開口の直径との間の外径を有する。構造エレメント及び曲げることのできる透明な要素及び少なくとも一の変形可能なレンズ本体が、同軸を有する(coaxial)(すなわち、同じ中心軸の周囲に配置される)ため、このことは、構造エレメントの直径の絶対値(absolute value)及び位置(location)を示す。

【0035】

構造エレメント及び曲げることのできる透明な要素及び少なくとも一の変形可能なレンズ本体は、同心である(concentric)。

【0036】

構造エレメントの内径と構造エレメントの外径との間における少なくとも一の構造エレメントの幅、すなわち、輪状構造エレメントの幅は、曲げることのできる透明なカバー要素の直径と、光学的開口の直径との間において変わり得る。

少なくとも一の構造エレメントは、曲げることのできる透明なカバー要素の上の透過率(transmittance)を改善するための光学的開口を通常は除いて、曲げることのできる透明

10

20

30

40

50

なカバー要素の上のエリアを覆う大きさを変えることができる。

【0037】

いくつかの他の実施態様では、少なくとも一の構造エレメントは、曲げることのできる透明なカバー要素上に少なくとも部分的に配置される。

【0038】

いくつかの他の実施態様では、少なくとも一の構造エレメントは、光学的開口直径(optical aperture diameter)の直径を超える内径を有する。

【0039】

それゆえに、少なくとも一の構造エレメントの内径すなわち内側の直径は、光学的開口直径の直径よりも大きい。

10

【0040】

いくつかのさらなる実施態様では、外径は、圧電アクチュエータの外径よりも大きくあり得る。

【0041】

少なくとも一の構造エレメントは、光学的開口に少なくとも部分的に重複し得る。それゆえに、少なくとも一の構造エレメントの内径は、光学的開口の直径より小さくあり得る。

【0042】

部分的に重なっていることは、光学的開口の少なくとも一部が少なくとも一の構造エレメントによって覆われない状態として定義される。

20

【0043】

少なくとも一の構造エレメントと光学的開口との間における部分的な重複は、少なくとも一の構造エレメントが、部分的にだけ、それゆえ完全にではなく、光学的開口に重なっていることと定義される。

【0044】

それゆえ、いくつかの実施態様では、少なくとも一の構造エレメントは、光学的開口に部分的にだけ重なっている。

【0045】

いくつかの実施態様では、少なくとも一の構造エレメントは、閉ざされた(closed)構造エレメントであり、それゆえ一の単一の構造エレメントであることを特徴とする。

30

【0046】

いくつかのさらなる実施態様では、少なくとも一の構造エレメントは、開かれた(open)構造エレメントであり、それゆえ該構造エレメントは、圧電アクチュエータ上に一旦置かれれば(deposit)少なくとも一の構造エレメントを提供するであろうを超える基礎構造(sub-structure)を含む。

【0047】

いくつかのさらなる実施態様では、少なくとも一の構造エレメントは、2以上の構造エレメントである。

【0048】

2以上の構造エレメントは、同心リング構造であり得る。例えば、2以上の構造エレメントは、3の同心リング構造であり得る。

40

【0049】

2以上の構造エレメントは、全て圧電アクチュエータ上に配置され得る。

【0050】

例えば、3の同心リング構造は、全て圧電アクチュエータ上に配置され得る。

【0051】

いくつかの他の実施態様では、2以上の構造エレメントは、同心の輪状楕円(annular ellipse)である。

【0052】

いくつかのさらなる実施態様では、2以上の構造エレメントは、少なくともいくつかの

50

エリアにおいて互いに重なっている。

【0053】

いくつかの実施態様では、少なくとも一の構造エレメントは、 $0.03\ \mu\text{m}$ 及び $10\ \mu\text{m}$ の間の厚さを有する。

【0054】

少なくとも一の構造エレメントの特定の厚さ及び形状は、曲げることのできる透明なカバー要素の機械的強度を改善する。

【0055】

いくつかの実施態様では、湾曲の調整は、凹状(concave)及び凸状(convex)の静止湾曲(resting curvature)(すなわち、曲げることのできる透明なカバー要素のその静止状態における湾曲)の間のものである。

10

【0056】

いくつかの実施態様では、湾曲の調整は、 -200mm 及び $+200\text{mm}$ の曲率半径の間である。

【0057】

いくつかの他の実施態様では、湾曲の調整は、 -100mm 及び $+100\text{mm}$ の曲率半径の間である。

【0058】

通例、所与のポイントにおける曲率半径は、そのポイントにおける曲線に数学的に最もよく一致(fit)する円の半径である。

【0059】

20

本発明の特定の構造エレメントは、膜湾曲(membrane curvature)を最小化することにより、最大光領域(maximum optical range)を増加させることができる。

圧電アクチュエータ素子及び曲げることのできる透明なカバー要素等の下部の層の上の増設に応じて、構造エレメントは、曲げることのできるカバー要素の湾曲、ひいては今度は透明な光学デバイスエレメントの屈折力を調整することができる。

【0060】

構造エレメントの厚さ、形状及びサイズは、曲げることのできる透明なカバー膜のその静止状態における曲げサイズの減少又は曲げ方向の反転(reversal)に影響を与えるように、曲げることのできる透明なカバー要素に作用する存在する力(existing force)と逆の応力を大きさ(magnitude)において示すように設計されている。

30

【0061】

上述のとおり、リング構造エレメントの形状は、円形に限定されず、多角形、円形又は楕円輪郭(ellipse profile)により規定された境界を有する輪状構造エレメントであり得る。

【0062】

それゆえに、本発明の特定の構造エレメントは、透明な光学デバイスエレメントの多数の層構造により、引き起こされた応力に対する補償を提供する機能を有する調整可能な応力補償層であり得る。

【0063】

特定の構造エレメントは、それゆえ強化層(strengthening layer)ではなく、応力補償を透明な光学デバイスエレメントにもたらしように調整され得る応力補償層であり得る。

40

【0064】

それゆえ、いくつかの実施態様では、少なくとも一の構造エレメントは、応力補償層である。応力補償層は、 -600 から $+600\text{MPa}$ まで応力において変化し、 0.01 から 10m (ミクロン)まで厚さにおいて変化し得る。

【0065】

いくつかのさらなる実施態様では、少なくとも一の応力補償層は、調整可能である、すなわち、必要とされる応力補償に応じて調整され得る。

【0066】

曲げることのできる透明なカバー要素の湾曲の初期の曲率半径が、好ましくは $100\ \text{mm}$ の

50

エリアにおいて、最小限の(minimum of)50 mmに減少又は増加するように、構造エレメントの位置及び適した大きさが設計される。

【0067】

リング構造の位置は、曲げることのできる透明なカバー要素の機械的強度にも影響を与え得る。

【0068】

機械的強度は、例えば、曲げることのできる透明なカバー要素の裏側(backside)からの一様な力(uniform force)として適用された場合、曲げることのできる透明なカバー要素を壊す(break)ために必要なグラムにおけるせん断荷重(shear load)によって定義される。機械的強度における増加は、50グラム(gr.)から少なくとも60~70グラムであり得、少なくとも20%の最小強度の改善(minimum strength improvement)をもたらす。

10

【0069】

いくつかの実施態様では、少なくとも一の構造エレメントは、硬く且つ高密度な材料で構成される。

【0070】

いくつかの他の実施態様では、少なくとも一の構造エレメントは、硬く、高密度且つ不活性の材料で構成される。

【0071】

いくつかの他の実施態様では、少なくとも一の構造エレメントは、硬い材料を含む。

【0072】

いくつかの他の実施態様では、少なくとも一の構造エレメントは、高密度な材料を含む。

20

【0073】

いくつかのさらなる実施態様では、少なくとも一の構造エレメントは、不活性の材料を含む。

【0074】

硬い材料は、9より大きいモース硬度(Mohs hardness)を有するものとして定義される。硬い材料は、それゆえ傷つきにくい(scratch resistant)。

【0075】

高密度な材料は、0.5%未満の多孔度(porosity)のパーセンテージを有するものとして定義される。

30

【0076】

不活性の材料は、処理条件下での無機酸(例えば、硫酸)、塩基、アミン又はアミド(アンモニア、ジメチルアミン又はジメチルアセトアミド等)等、通常の半導体ベースの処理環境中において遭遇する化学物質に対して反応性の高くない材料として定義される。これは、大気状態(ambient condition)中における化学物質、例えば、 H_2O 、 O_2 及び N_2 も含み得る。

少なくとも一の構造エレメントを構成し、又は少なくとも一の構造エレメント中に含まれる材料に起因して、非腐食性の、防護障壁(protective barrier)又は拡散障壁層(diffusion barrier layer)が、それゆえ形成される。

40

【0077】

いくつかのさらなる実施態様では、少なくとも一の構造エレメントは、 Si_xN_y 、 $Si_xO_yN_z$ 、 Si_xC_y 、又は Si_xO_y あるいはその組み合わせを含み、あるいは、 Si_xN_y 、 $Si_xO_yN_z$ 、 Si_xC_y 、又は Si_xO_y あるいはその組み合わせからなる(式中、x、y又はzは、0及び5の間の値を有する数である)。

【0078】

例えば、いくつかのさらなる実施態様では、少なくとも一の構造エレメントは、 Si_3N_4 、 Si_2ON_2 、 SiC 、又は SiO_2 あるいはその組み合わせを含み、あるいは、 Si_3N_4 、 Si_2ON_2 、 SiC 、又は SiO_2 あるいはその組み合わせからなる。

【0079】

50

これらの特定の材料を用いる利点は、それらが調整可能なマイクロレンズのための信頼性の要求をみたすことを可能にする。

【0080】

また、完全に組み立てられたデバイスの他の部品の要求を明確にし、それによって組み立てられたレンズに必要な部品のコスト及び要求をコントロールし得る程度に部分的に又は完全に組み立てられた(assembled)光学デバイスの温度の関数として、デバイスの熱挙動及び光学応答(optical response)、すなわち、屈折率の変化(optical power variation)に少なくとも一の構造エレメントが影響を与え得る。

【0081】

それゆえ、本発明の特定の構造エレメントは、透明な光学デバイスエレメントの多層構造における温度変化によって引き起こされた熱膨張への補償をもたらす機能を有する熱補償層(thermal compensation layer)であり得る。

【0082】

特定の構造エレメントは、それゆえ、強化層ではなく、透明な光学デバイスエレメントに対する熱補償をもたらすように調整され得る熱補償層であり得る。

【0083】

それゆえに、いくつかの実施態様では、少なくとも一の構造エレメントは、熱補償層である。

【0084】

いくつかのさらなる実施態様では、少なくとも一の熱補償層は、調整可能である、すなわち、必要な熱補償に応じて調整され得る。

【0085】

いくつかの実施態様では、少なくとも一の構造エレメントは、応力及び熱補償層である。

【0086】

少なくとも一の構造エレメントは、応力補償及び熱補償の両方の機能を兼ね備え得る。

【0087】

実際に、透明な光学デバイスエレメントの熱的効果は、透明な光学デバイスエレメントの構造に応力を生じさせるレンズ本体の膨張又は収縮を引き起こし得る。

【0088】

変形可能なレンズ本体の材料は、変形可能なレンズ本体における熱的効果によって引き起こされた応力を決定する。

【0089】

熱膨張又は収縮によって引き起こされた、高分子化合物を含む変形可能なレンズ本体上において生み出された応力は、液体等の流体を含む変形可能なレンズ本体上において生み出されたであろうものと疑う余地なく(undoubtedly)異なる。

【0090】

いくつかの実施態様では、少なくとも一の構造エレメントは、透明な光学デバイスエレメントが含まれる必要がある最終製品、例えば、カメラモジュール中における他のコンポーネントの熱補償に必要な曲げることのできる透明なカバー要素の湾曲を補正(correct)するように構成され得る。

【0091】

少なくとも一の構造エレメント又は応力及び熱補償層は、それゆえ、高分子化合物を含む変形可能なレンズ本体を含む透明な光学デバイスエレメント上における応力及び熱的効果を補償する機能を有する。

【0092】

デバイスの耐用年限及び有用性に関してと、密封された空洞(sealed cavity)中に液体が入れている必要があるという事実に起因してとの両方により、小さな光学デバイス中において液体を使用することは、いくつかの不利益を有する。

【0093】

10

20

30

40

50

変形可能なレンズ本体は、それゆえ好ましくは、高分子化合物等の固体物質で作られている。固体物質は、この文脈では、それが0でない塑性係数(plastic modulus)又は弾性係数(elastic modulus)を有することを意味し、所与の応力にさらされた場合に、それが変形(deformation)に耐えるであろうことを意味する。

【0094】

少なくとも一の構造エレメントは、透明な光学デバイスエレメントの静止焦点強度を調整し得る構造エレメントである。

【0095】

変形可能なレンズ本体が高分子化合物を含む場合は、曲げることのできる透明なカバー要素の静止湾曲は、凹状又は凸状であり得る。この場合には、少なくとも一の構造エレメントは、透明な光学デバイスエレメントの静止焦点強度を調整して、始動の(starting)凹状又は凸状湾曲から焦点を合わせるために使用され得る。

10

【0096】

このことは、変形可能なレンズ本体が液体を含む場合には事実ではなく、静止湾曲はいつも凸状である。

【0097】

それゆえに、いくつかの実施態様では、少なくとも一の構造エレメントは、凹状又は凸状湾曲から開始して、曲げることのできる透明なカバー要素の静止湾曲を調整するように構成される。

【0098】

第2の態様では、本発明は、透明な光学デバイスエレメント中における曲げることのできる透明なカバー要素の機械的強度及び湾曲を調整するための方法に関し、該方法は、シリコンウエハ等の基板上に曲げることのできる透明なカバー膜を置き、接着させ、又は取り付けること;前記曲げることのできる透明なカバー膜の上面に一以上の圧電素子を置き、接着させ又は取り付けること;前記曲げることのできる透明なカバー膜の上面に置かれた前記圧電素子のパターンニング;パターンニングされた圧電素子の上に保護層を置くこと;少なくとも一の構造を前記曲げることのできる透明なカバー要素上に置くことを含み、少なくとも一の構造エレメントは、本発明の第1の態様による構造エレメントである。

20

【0099】

いくつかの実施態様では、方法の工程の順序が異なる。

30

【0100】

いくつかのさらなる実施態様では、本発明の方法の最初の4工程の順序は異なるが、少なくとも一の構造を曲げることのできる透明なカバー要素上に置くことは、いつも最後の工程として存在する。

【0101】

いくつかの実施態様では、保護層を置くこと及び/又は前記少なくとも一の構造を置くことは、薄膜形成方法(thin film deposition method)によって達成される。

【0102】

いくつかの実施態様では、保護層を置くこと及び/又は前記少なくとも一の構造を置くことは、化学気相成長法(chemical vapour deposition)又は物理的気相成長法(physical vapour deposition)によって達成される。

40

【0103】

例えば、化学気相成長法に基づく方法は、プラズマ化学気相成長法(plasma-enhanced chemical vapour deposition, PECVD)、減圧化学気相成長法(sub-atmospheric chemical vapour deposition, SACVD)、低圧化学気相成長法(low pressure chemical vapour deposition, LPCVD)又は常圧化学気相成長法(atmospheric pressure chemical vapour deposition, APCVD)であり得る。

【0104】

物理的気相成長法に基づく方法は、スパッタリング、蒸着(evaporation)又はイオンアシスト蒸着(ion assisted deposition, IAD)であり得る。

50

【0105】

保護層は、圧電アクチュエータ及び曲げることのできる透明なカバー膜を湿気及び大気から保護するという機能を有し、それゆえ厚さ及び形状は、下部の層の最適化された (optimized) 保護を実現するように調整される。

【0106】

本発明の第2の態様において本発明は、特に、限定するものではないが(not exclusively)、曲げることのできる透明なカバー膜の湾曲が、処理順においてかなり遅い段階で調整され得るので都合がよい。調整可能な応力補償層を設計し、調整可能な応力補償層を光学デバイスの製造過程に組み込んで、主要な性能特性を調整する方法は重要である。構造エレメントの追加が処理順においてかなり遅い段階で可能である方法及び光学デバイスを設計することは、曲げることのできる透明なカバー膜の固有の応力特性に対し、より正確且つ予測可能な影響を与えることを可能にし、それによって事実上、それを調整可能にする。

10

【0107】

このことは、光学透明デバイス(optical transparent device)を作り上げるための処理の他の工程及び処理順への最小(minimal)の変化により、曲げることのできる透明なカバー要素の湾曲のコントロールをもたらすので、決定的な利点である。

【0108】

本発明の方法の別の利点は、それが、曲げることのできる透明なカバー膜の湾曲を最小限にすることにより、曲げることのできる透明なカバー要素の機械的強度を改善し、且つ最大光領域を増加させることが可能であるかもしれないことである。

20

【0109】

本発明の方法のさらなる利点は、少なくとも一のリングを置くことは、熱挙動 (thermal behaviour) 及び光学的応答 (optical response)、すなわち、完全に組み立てられた光学デバイスの温度の関数としての屈折率の変化に影響を与え、且つそれゆえ今度は、完全に組み立てられたデバイスの他の部品の必要性を明らかにし、それによって組み立てられたレンズに必要な部品のコスト及び必要性をコントロールし得るということである。

【0110】

いくつかの実施態様では、第2の態様による方法は、透明な光学デバイスエレメント中において曲げることのできる透明なカバー要素の機械的強度及び湾曲を調整するための方法であり、透明な光学デバイスエレメントは、本発明の第1の態様による透明な光学デバイスエレメントである。

30

【0111】

さらなる態様では、本発明は、透明な光学デバイスエレメント中において曲げることのできる透明なカバー要素の機械的強度及び湾曲を調整するための方法に関し、方法は：基板上に曲げることのできる透明なカバー膜を置き、接着させ又は取り付けること；曲げることのできる透明なカバー膜の上面に一以上の圧電素子を置き、接着させ又は取り付けること；曲げることのできる透明なカバー膜の上面に配置された圧電素子のパターンニング；パターンニングされた圧電素子の上に保護層を置くこと、曲げることのできる透明なカバー要素上に少なくとも一の構造エレメントを置くことを含み、少なくとも一の構造エレメントは、本発明の第1の態様に関して開示された構造エレメントである。

40

【0112】

本発明の第1、第2及び他の態様並びに実施態様は、他の態様又は実施態様のいずれかとそれぞれ組み合わせられ得る。本発明のこれらの及び他の態様又は実施態様は、後述された実施態様から明白であり、且つ該実施態様に関して説明されるだろう。

【0113】

透明な光学デバイスエレメント及び本発明による曲げることのできる透明なカバー要素の機械的強度及び湾曲を調整するための方法は、添付した図面に関して、これからさらに詳細に記載されるだろう。図面は、本発明を実施するための一方法を示し、添付したクレームセットの範囲内に入る他のあり得る実施態様に限定して解釈されるべきではない。

50

【図面の簡単な説明】

【0114】

【図1】本発明のいくつかの実施態様によるマイクロレンズの図解の断面図(cross-section)である。

【図2】膜湾曲(membrane curvature)を調整するための圧縮の可変(compressive variable)のリング構造エレメント層の適応後に、応力が縮小(reduction) a)及び反転(reversal) b)した状態の張力を伴う膜(tensile membrane)を示す。

【図3】膜湾曲を調整するための張力を伴う可変(tensile variable)のリング構造エレメント層の適用前後に応力が縮小a)及び反転b)した状態の圧縮膜(compressive membrane)を示す。

【図4】本発明による方法のフローチャートである。

【図5】本発明のいくつかの実施態様による調整可能なマイクロレンズの上面図である。

【図6】本発明のいくつかの実施態様による調整可能なマイクロレンズの上面図である。

【発明を実施するための形態】

【0115】

図1は、本発明のいくつかの実施態様によるマイクロレンズの図解の断面図である。

【0116】

図1は、例えば、側壁35によって周りを囲まれた変形可能なレンズ本体(図示せず)のための、曲げることのできる透明なカバー膜の幅(f)より小さい、例えば少なくとも20 μ m小さい幅(e)を有する空洞(cavity)2の上に支持された、0.1mm~50mmの間の幅(f)を有する曲げることのできる透明なカバー要素1を含む透明な光学デバイスエレメント5を示す。例えば、曲げることのできる透明なカバー膜の幅(f)より小さい、例えば少なくとも20 μ m小さい幅(b)を有する圧電アクチュエータ素子3は、曲げることのできる透明なカバー要素1上に配置される。リング構造エレメント6は、0.01mmから49mmまで変わる幅(c)を有する対応する開口径(opening diameter)7を有し、該幅(c)は、圧電アクチュエータ素子3の開口(4)の幅(d)と異なり得、該幅(d)も、幅において0.01mmから49mmまで変わり得る。レンズの光学的開口は、両方の層が光学的開口中において光路に適さないと仮定すれば、通常、開口(c)又は(d)のいずれかの最も小さい幅によって規定される。

【0117】

リング構造エレメント6の幅の可変性(variability)は、曲げることのできる透明なカバー要素の機械的強度の改善及び調整を可能にし、結果として、膜湾曲の最小化により最大光領域を増加させる。

【0118】

図2a及び図2bは、曲げることのできる透明なカバー膜の引っ張り湾曲(tensile bulge)上におけるリング構造エレメントの効果の図式的な断面図である。

【0119】

図2aは、リング構造エレメント9が引っ張り湾曲8の上に置かれた場合の引っ張り湾曲8の図解である。リング構造エレメント9に起因して、膜の湾曲が有意に減少したことがみられ得る。

【0120】

図2bでは、リング構造エレメント11に起因して、引っ張り湾曲10は反転される。

【0121】

膜の湾曲は、リング構造エレメントの特性に応じて有意に縮小し、又は反転さえし得る。例えば、引っ張り湾曲が、他の保護層より最小30%だけ圧縮性(compressive)の高圧縮性のリング構造エレメントにより阻止(counter)されれば、膜の湾曲を有意に縮小し又は反転さえする。

【0122】

標準値は、1 μ m厚さのSi_xN_yリングに対し、-250~-300MPaの間であろう。他の標準値は、1 μ m厚さのSi_xN_yリングに対し、-100~600MPaの間であろう。いくつかの例では、値は、規模において-100Mpaを上回ってもよい。

10

20

30

40

50

【 0 1 2 3 】

図3a及び図3bは、本発明の他の実施態様による曲げることのできる透明なカバー膜の引っ張り湾曲へのリング構造エレメントの効果の図式的な断面図である。

【 0 1 2 4 】

図3a及び図3bは、図2a及び図2bの逆のシナリオを示す。図3aでは、曲げることのできる透明なカバー要素中における圧縮湾曲(compressive bulge)12は、リング構造エレメント13の存在に起因して、張力を伴う層(tensile layer)の適用後に規模において縮小する。

【 0 1 2 5 】

図3bでは、曲げることのできる透明なカバー膜中における圧縮湾曲14は、張力を伴う層の適用後に、それゆえにリング構造エレメント15の存在に起因して反転する。

【 0 1 2 6 】

図4は、本発明による方法のフローチャート21である。

【 0 1 2 7 】

図4は、本発明の第2の態様による、透明な光学デバイスエレメント中における曲げることのできる透明なカバー要素の機械的強度及び湾曲を調整するための方法を示す。該方法は、曲げることのできる透明なカバー膜を基板上に置き、取り付け又は接着させる工程16;前記曲げることのできる透明なカバー膜の上面に一以上の圧電素子を置き、取り付け又は接着させる工程17;前記曲げることのできる透明なカバー膜の上面に配置された前記圧電素子をパターニングする工程18;パターニングされた圧電素子の上に保護層又は光学層(optical layer)を置く工程19;曲げることのできる透明なカバー要素上にリング構造を置く工程20を含み、リング構造エレメントは、本発明の第1の態様によるリング構造エレメントである。

【 0 1 2 8 】

工程16~19の順序は、図4に示すものと異なり得る。

さらに、保護層を置くこと又は保護層(複数)をさらに置くことは、方法の異なる工程の間又は処理の異なる段階において存在し得る。

【 0 1 2 9 】

図5は、本発明のいくつかの実施態様による調整可能なマイクロレンズの上面図である。図5b~5dは、可変の(variable)リング構造エレメントの設計のいくつかの例を示す。図5aでは、曲げることのできる透明なカバー膜22は、圧電アクチュエータ素子23が光学的開口24をデバイスの中心に残して配置されている表面を提供することを示す。図5b、5c及び5dにおいて示す異なる形状における可変のリング構造を図5aに示す曲げることのできる透明なカバー膜上における圧電アクチュエータ素子に加えることにより、望ましい湾曲プロファイル(curvature profile)を有する曲げることのできる透明なカバー膜を得ることができる。可変のリング構造は、圧電素子の外側(図5b)又は内側(図5c)部分のいずれかにおいて圧電アクチュエータ素子の一部だけを覆い(cover)得る。また、可変のリング構造は、図5dにおいて示すように、圧電素子の全部分を覆い、又は光学的開口24に部分的に重複さえし得る。

【 0 1 3 0 】

さらに、本発明のいくつかの実施態様によるリング構造エレメントは、一の個別のエレメントに必ずしも限定され得ない。図6は、上面図から示されるように、可変のリング構造エレメントを有する調整可能なマイクロレンズの異なる設計のさらなる例を提供する。曲げることのできる透明なカバー膜32は、圧電アクチュエータ素子33がデバイスの中心に光学的開口34を残して配置され得る表面をもたらす。図6bに示すように、リング構造エレメントは、2以上のリング構造エレメント26、27及び28を含み得る。図6cは、対称軸の数を減少させた状態で配置された構造エレメント29を示す。図6cでは、構造エレメント29は、光学的開口34の周りを囲む輪状楕円(annular ellipse)の形状を有し、且つ圧電アクチュエータ素子33上に配置されている。図6dは、組み合わせられた場合に透明なカバー膜の特有の湾曲プロファイルをもたらす多数のかかる構造エレメントの組み合わせを含む本発明のいくつかの実施態様による透明な光学デバイスエレメントの例を示す。

【0131】

図6dでは、構造エレメント30及び構造エレメント31は、両方とも光学的開口34の周りを囲む輪状楕円の形状を有する。構造エレメント30は、いくつかのエリアにおいて構造エレメント31に重複し、且つ両方の構造エレメントは、圧電アクチュエータ素子33上に配置される。

【0132】

円の対称性に比べて対称性が減少した状態の可変の構造エレメントを加えることの便益は、非球形(non-spherical)かつ不均一なやり方において膜変形(membrane deform)を変形させる能力を促進することである。このことは、レンズが、一様でない曲げ曲率(bending curvature)をもたらすことにより、コントロールされたやり方において光学収差(optical aberration)を作り出し、又は光学収差に対応することを可能にする。

10

【0133】

いくつかの他の実施態様では、いくつかの別々になった基礎構造エレメントが、本発明のいくつかの実施態様による少なくともリング構造エレメント上において生じうる(図示せず)。

【0134】

本発明は、特定の実施態様に関連付けて説明されたが、提示された例又はリング形状のみに多少なりとも限定されると解釈すべきではない。本発明の範囲は、添付したクレームセットによって提示される。請求項の文脈では、用語「含む(comprising)」又は「含む(comprise)」は、他のあり得るエレメント又は工程を除外しない。また、「a」又は「an」等の表示(reference)の言及は、複数を除外すると解釈されるべきではない。図に示されたエレメントに関する請求項中における引用符号の使用は、本発明の範囲を限定するものと解釈すべきではない。さらに、異なる請求項において言及された個々の特徴は、場合により有利に組み合わせられ得、異なる請求項におけるこれらの特徴の言及は、特徴の組み合わせが可能且つ有利なわけではないことを除外しない。

20

【図 1】

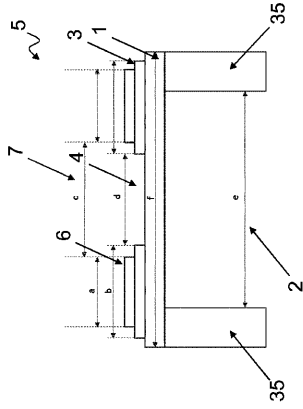


FIG. 1

【図 2 a】

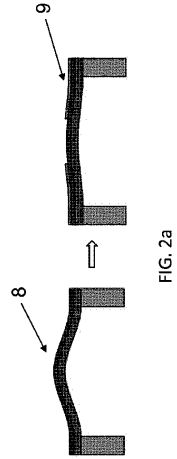


FIG. 2a

【図 2 b】

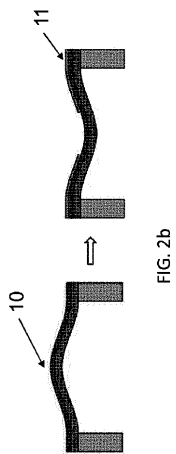


FIG. 2b

【図 3 a】

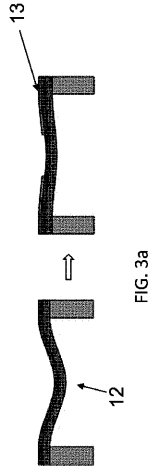


FIG. 3a

【 3 b 】

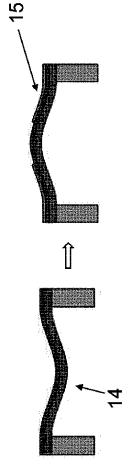


FIG. 3b

【 4 】

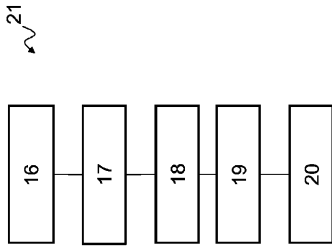


FIG. 4

【 5 a 】

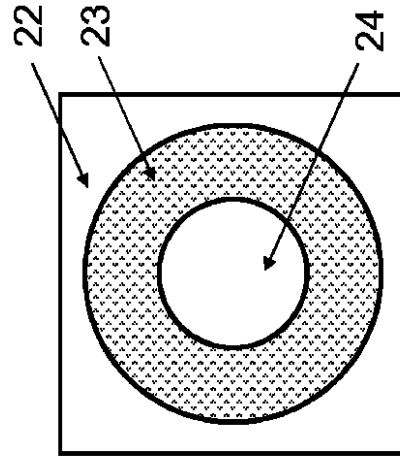


FIG. 5a

【 5 b 】

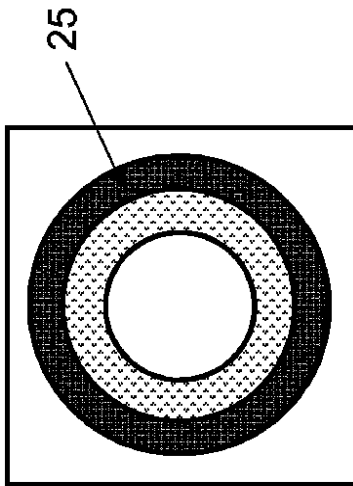


FIG. 5b

【 5 c 】

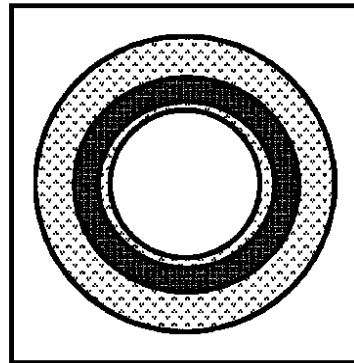


FIG. 5c

【 5 d 】

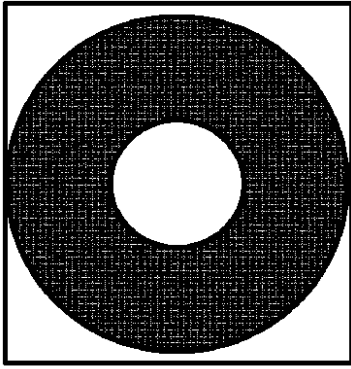


FIG. 5d

【 6 a 】

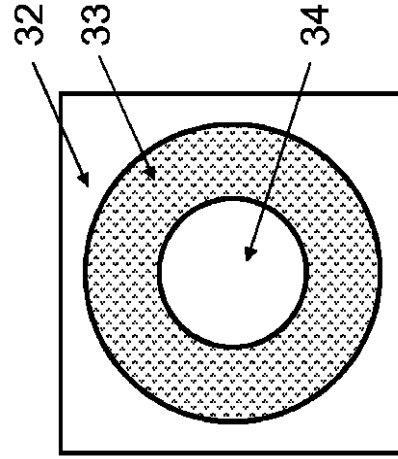


FIG. 6a

【 6 b 】

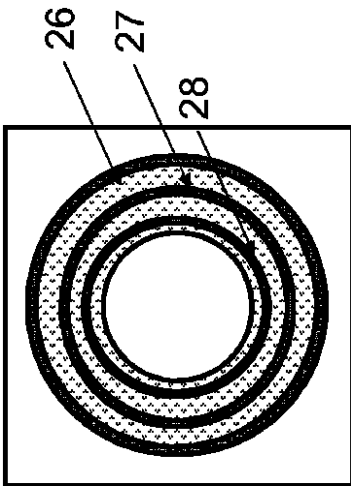


FIG. 6b

【 6 c 】

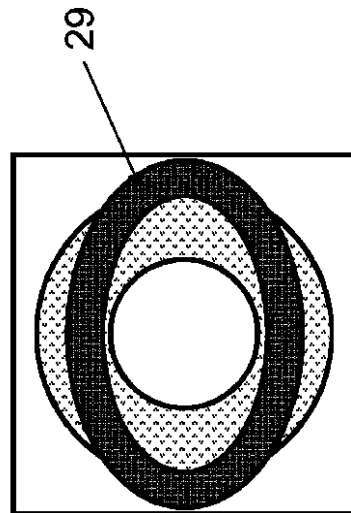


FIG. 6c

【 6 d 】

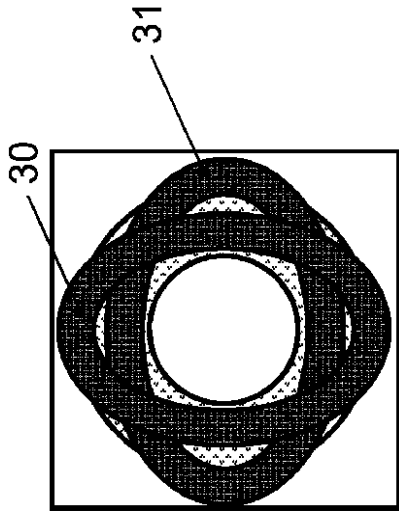


FIG. 6d

フロントページの続き

前置審査

審査官 藤岡 善行

(56)参考文献 特表2013-504778(JP,A)
中国特許出願公開第103558654(CN,A)
特開2006-186259(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G02B 3/14
H01L 41/08