

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5907871号
(P5907871)

(45) 発行日 平成28年4月26日(2016. 4. 26)

(24) 登録日 平成28年4月1日(2016. 4. 1)

(51) Int.Cl.

F I

G O 2 B 3/14 (2006.01)

G O 2 B 3/14

G O 2 B 5/10 (2006.01)

G O 2 B 5/10

B

請求項の数 24 (全 32 頁)

(21) 出願番号 特願2012-528385 (P2012-528385)
 (86) (22) 出願日 平成22年9月14日(2010. 9. 14)
 (65) 公表番号 特表2013-504778 (P2013-504778A)
 (43) 公表日 平成25年2月7日(2013. 2. 7)
 (86) 国際出願番号 PCT/EP2010/063427
 (87) 国際公開番号 W02011/032925
 (87) 国際公開日 平成23年3月24日(2011. 3. 24)
 審査請求日 平成25年9月2日(2013. 9. 2)
 (31) 優先権主張番号 0956327
 (32) 優先日 平成21年9月15日(2009. 9. 15)
 (33) 優先権主張国 フランス (FR)

前置審査

(73) 特許権者 502124444
 コミッサリア ア レネルジー アトミー
 ク エ オ ゼネルジ ザルタナティヴ
 フランス国 エフー75015 パリ、
 バティマン 「 ル ボナン デー 」、
 リュ ルブラン 25
 (74) 代理人 100108453
 弁理士 村山 靖彦
 (74) 代理人 100110364
 弁理士 実広 信哉
 (74) 代理人 100133400
 弁理士 阿部 達彦
 (72) 発明者 セバスチャン・ポリ
 フランス・F-38920・クロル・アン
 パス・ジャック・ブレル・107
 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 圧電作動変形可能メンブレンを有する光学デバイス

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ある量の液体または気体の流体を、実質的に一定量で閉じ込めるのに寄与する支持体（1）上の固定領域（2. 3）と、静止位置から可逆的に変形することができる中央領域（2. 1）と、前記固定領域（2. 3）と前記中央領域（2. 1）との間の中間領域でメンブレン（2）に作用する流体（4）を変位させるための作動手段とを含む変形可能メンブレン（2）をもつ光学デバイスであって、前記作動手段が、前記中央領域（2. 1）のまわりに取り付けられた少なくとも1つのリング（C）に配置された主圧電作動手段（5）であり、各リング（C）が1つまたは複数の圧電アクチュエータ（5. 1）を含む、主圧電作動手段（5）と、前記中央領域（2. 1）のまわりに取り付けられた少なくとも1つのリング（C）に配置されかつ前記主圧電作動手段（5）を囲む補足圧電作動手段（5'）であり、各リング（C）が1つまたは複数の圧電アクチュエータ（5. 1'）を含む、補足圧電作動手段（5'）とを含み、前記主圧電作動手段が前記メンブレン（2）の前記中間領域（2. 2）にのみ固定され、前記補足圧電作動手段が前記中間領域（2. 2）に固定され、前記主圧電作動手段及び前記補足圧電作動手段（5'）は電極を有し前記メンブレン（2）に取り付けられた圧電層を少なくとも備え、前記主圧電作動手段および前記補足圧電作動手段が、前記メンブレンの静止位置に対して前記中央領域（2. 1）を変形させることを目指して前記メンブレン（2）の前記中間領域（2. 2）から前記中央領域（2. 1）への、または逆への前記流体（4）の変位を生成するように、作動中、半径方向に収縮または拡張し、前記中央領域（2. 1）には前記メンブレンに取り付けられた圧

10

20

電層が存在しないことで前記中央領域（２．１）には主圧電作動手段及び補足圧電作動手段が存在せず、

強化層（２ｃ）にある前記中間領域（２．２）が前記中央領域（２．１）よりも堅くなるように、前記メンブレン（２）が前記中間領域（２．２）において前記強化層（２ｃ）を少なくとも局所的に含むことを特徴とする光学デバイス。

【請求項２】

前記主圧電作動手段および前記補足圧電作動手段が、独立に、同時に、または連続的に作動せらる、請求項１に記載の光学デバイス。

【請求項３】

前記主圧電作動手段および／または前記補足圧電作動手段（５、５'）のためのいくつかのリングがあり、それらが互いに同心となるように取り付けられる、請求項１に記載の光学デバイス。

10

【請求項４】

前記主圧電作動手段および／または前記補足圧電作動手段（５、５'）の圧電アクチュエータ（５．１、５．１'）が連続リングの形態である、請求項１から３の一項に記載の光学デバイス。

【請求項５】

単一リングの前記圧電アクチュエータ（５．１、５．１'）の前記電極が、前記半径方向に向けられ、互いの間に間隔を有するリングセクタ（ＳＣ）またはロッド（Ｂ）の形態であり、前記リングが切れ切れまたは連続的の圧電材料の層を少なくとも備える、請求項１から３の一項に記載の光学デバイス。

20

【請求項６】

単一リングまたは隣接するリングにおけるいくつかの圧電アクチュエータ（５．１'、５．１）が圧電材料の同じブロック（５０）を共有する、請求項５に記載の光学デバイス。

【請求項７】

前記補足作動手段（５'）が前記支持体（１）に直接にまたは間接に固定される、請求項２から６の一項に記載の光学デバイス。

【請求項８】

前記作動手段（５、５'）が、前記流体（４）に接触する前記メンブレン（２）の面に、または前記流体（４）に接触しない前記メンブレンの面に固定され、または前記メンブレン（２）内に配置される、請求項１から７の一項に記載の光学デバイス。

30

【請求項９】

前記メンブレン（２）が、前記中間領域（２．２）および前記固定領域（２．３）を占める連続層（２ｂ）を前記中央領域（２．１）に含む、請求項１から８の一項に記載の光学デバイス。

【請求項１０】

温度に応じて前記光学デバイスの焦点距離の変化を補償する手段（９５）を含む、請求項１から９の一項に記載の光学デバイス。

【請求項１１】

前記補償手段（９５）がリングの前記圧電アクチュエータと一致する、請求項１０に記載の光学デバイス。

40

【請求項１２】

前記補償手段（９５）が、前記中間領域（２．２）に突き出るように前記固定領域（２．３）で前記メンブレン（２）に固定され、または前記メンブレン（２）の前記流体（４）の反対を向く側で前記支持体（１）に取り付けられたリングに配置された１つまたは複数の熱バイモルフ素子（９５．１）を含み、

前記熱バイモルフ素子（９５．１）は異なる熱膨張係数をもつ材料から製作された２つの重畳された層から形成されている、請求項１０に記載の光学デバイス。

【請求項１３】

50

前記作動手段がいくつかの圧電アクチュエータを含み、それらは、互いに別々にもしくはすべて一緒に同時に作動させる、またはグループで同時に作動させることができる、請求項 1 から 1 2 の一項に記載の光学デバイス。

【請求項 1 4】

前記作動手段が、内側外縁および外側外縁をもつリングに配置された 1 つまたは複数の圧電アクチュエータ (5 . 1、5 . 1 ') を含み、前記リングが、前記半径方向に向けられたロッドの形態の圧電アクチュエータ (5 . 1、5 . 1 ') によって前記リングの外縁の一方にわたって延びる、請求項 1 から 1 3 の一項に記載の光学デバイス。

【請求項 1 5】

リングに配置され、前記中間領域で前記メンブレンに固定され、正圧電効果によって受動的に動作することができ、前記メンブレンの変形をモニタリングするために専用に設けられる 1 つまたは複数の圧電アクチュエータ (7 0) を含む、請求項 1 から 1 4 の一項に記載の光学デバイス。

10

【請求項 1 6】

前記支持体 (1) に取り付けられた保護キャップ (2 0 1) をさらに含む、請求項 1 から 1 5 の一項に記載の光学デバイス。

【請求項 1 7】

前記キャップ (2 0 1) が、前記中央領域 (2 . 1) で開口 (2 0 2) を備えるか、または封着され、別の流体 (4 ') を閉じ込める、請求項 1 6 に記載の光学デバイス。

【請求項 1 8】

20

前記メンブレン (2) が、ポリジメチルシロキサン、ポリメチルメタクリレート、ポリエチレンテレフタレート、ポリカーボネート、バリレン、エポキシ樹脂、感光性ポリマー、シリコンの中から選択された有機材料に基づいて製作されるか、シリコン、酸化ケイ素、窒化ケイ素、炭化ケイ素、多結晶シリコン、窒化チタン、ダイヤモンド状炭素、スズインジウム酸化物、アルミニウム、銅、ニッケルの中から選択された無機質材料に基づいて製作される、請求項 1 から 1 7 の一項に記載の光学デバイス。

【請求項 1 9】

前記流体 (4、4 ') の各々が、炭酸プロピレン、水、指標液体、光学オイル、もしくはイオン液体の中から選択された液体、または空気、窒素、ヘリウムの中から選択された気体である、請求項 1 から 1 8 の一項に記載の光学デバイス。

30

【請求項 2 0】

前記圧電アクチュエータ (5 . 1、5 . 1 '、7 0) が、P Z T、窒化アルミニウム、ポリフッ化ビニリデンもしくはそのコポリマーのうちの 1 つ、トリフルオロエチレン、トリフルオロエチレン、酸化亜鉛、チタン酸バリウム、ニオブ酸鉛、シレナイト、またはチタン酸ピスマスに基づいて製作される、請求項 1 から 1 9 の一項に記載の光学デバイス。

【請求項 2 1】

レンズまたはミラーであることを特徴とする、請求項 1 から 2 0 の一項に記載の光学デバイス。

【請求項 2 2】

請求項 1 から 2 1 の一項に記載の少なくとも 1 つの光学デバイス (L、L ') を含むことを特徴とするカメラ。

40

【請求項 2 3】

前記補足圧電作動手段 (5 ') が前記支持体 (1) に固定される、請求項 1 に記載の光学デバイス。

【請求項 2 4】

前記メンブレンの変形をモニタリングするための前記圧電アクチュエータ (7 0) が前記固定領域で前記メンブレンに固定される、請求項 1 5 に記載の光学デバイス。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

50

本発明は、流体を閉じ込め、メンブレン中央部分の曲率半径を調整するように圧電タイプのメンブレンを作動させる手段を備える変形可能メンブレンをもつ光学デバイスに関する。変形可能メンブレンをもつそのような光学デバイスは、可変焦点距離をもつ液体レンズ、補償光学のために光学収差を補正する液体レンズ、または可変焦点距離をもつミラーとすることができる。

【背景技術】

【0002】

例えば、液体レンズは、カメラまたは映画用カメラ機能をもつ携帯電話に使用することができる。多数の開発、特に、自動焦点機能およびズーム機能の開発が進行中である。そこで、そのようなカメラの製造を複雑にすることなしに、できるだけ短い応答時間を得るために、しかし、さらに、作動中のエネルギー消費量を低減し、所与のエネルギー消費量で焦点距離の変化を増加させるために、これらの機能を導入しようと試みられている。より広範には、コスト、寸法、およびエネルギー消費量を低減するために、これらの小型カメラの構成要素をできるだけ統合しようと試みられている。可視波長で動作する小型カメラはCCM（コンパクトカメラモジュール）と呼ばれる。現時点でこの用途で最も高度化された液体レンズ技術はエレクトロウェットティング原理に基づく技術である。

10

【0003】

別の用途は赤外（IR）で機能するカメラに関連する。統合に関する進捗はそれほど進んでおらず、ほとんどの場合、光学系はカメラから切り離されている。特に、光学系の統合（カメラモジュールの生成）、自動焦点機能の統合などを含むいくつかの開発が進行中である。関連する技術的解決策は現時点で知られておらず、明確にされる必要がある。

20

【0004】

1つの変形可能メンブレンミラー用途では、メンブレンは反射性である。ミラーの焦点距離、したがって、その曲率半径を調整しようと試みることができる。そのようなミラーは眼科または補償光学で使用することができる。最後に、レンズまたはミラータイプとすることができるこれらの光学デバイスは画像を安定化させるのに使用することができる。

【0005】

仏国特許出願公開第2919073号明細書は、支持体上の固定外縁領域をもつ可撓性メンブレンであり、メンブレンと支持体とが所与の体積の流体を閉じ込める、可撓性メンブレンと、メンブレンの中央領域を変形するためにメンブレンの中央領域で液体を変位させるための圧電作動手段とを含む光学デバイスを開示している。体積は所与の温度範囲内ではほぼ一定である。作動手段は、支持体に一方の端部で取り付けられる複数の半径方向マイクロ梁から形成され、その他方の端部は中央領域と固定領域との間にある領域でメンブレンに作用する。この構成の1つの欠点は、作動手段が支持体に支えられているのでこの構成はコンパクトでないことである。別の欠点は、デバイスの光学性能が所与のサイズおよび作動中の所与のエネルギー消費量に対して最適でないことである。同様に、所与の寸法および所与の光学性能に対する作動中のエネルギー消費量が高い。

30

【0006】

他の特許出願は、圧電作動手段をもつ光学デバイスを開示している。例えば、圧電材料で製作された円柱素子が弾性材料で製作された壁によって両端で閉じられ、組立体が固体弾性材料を含む空洞を画定する米国特許第4802746号明細書がある。

40

【0007】

米国特許第4407567号明細書では、可変焦点距離をもつレンズが膨張室と連通する空洞を含み、空洞は支持体に固定された可動壁によって境界を定められている。

【0008】

国際公開第2008/076399号は、圧電作動手段が、デバイスの光軸にほぼ垂直な作動力を、メンブレンに支えられているスラストリングにより、メンブレンに送出する可変焦点距離をもつレンズを開示している。そのような光学デバイスは、圧電作動手段、スラストリング、メンブレン、および液体を含む空洞が積み重ねられなければならないので比較的厚い。作動手段はメンブレンに固定されない。

50

【 0 0 0 9 】

国際公開第 2 0 0 7 / 0 1 7 0 8 9 号は光学収差を補正する光学デバイスを開示している。可撓性メンブレンは液体を閉じ込めるのに寄与する。メンブレンは、固定領域と中央領域との間にある中間領域に、いくつかのセクタに分割されたリングの形態の圧電作動手段を備える。各セクタ形状部分は接線方向に収縮または拡張し、力はデバイスの光軸にほぼ垂直な面に加えられることになる。そのような作動により、メンブレンを光軸のまわりで局所的におよび非対称的に変形させることができる。メンブレンは、デバイスの光学収差を補正するためにメンブレンを波状にするように外縁のまわりを隆起および沈降させて変形することができる。そのような作動手段は、メンブレンの中央領域下の液体の厚さを変化させ、したがって、光学デバイスの焦点距離を変化させることができない。

10

【 0 0 1 0 】

国際公開第 2 0 0 8 / 1 0 0 1 5 4 号は、透明なカバーによって閉じ込められたゲルまたはエラストマタイプの材料を含む空洞を含む光学デバイスを示している。圧電タイプの作動手段は、ガラスで製作されたカバーのうちの 1 つと協同する。このカバーの剛性は作動効率を低下させる傾向があり、空洞に含まれる材料は、ゲルまたはエラストマであるので、カバーの中央領域を変形させるために作動させたとき所要の逆動作を行わない。メンブレンの中央は作動の作用下でゲルまたはエラストマを変形し、このメンブレンは所与の変形を得るために堅くなければならない。そのような光学デバイスは、達成可能な光学直径に関して限定されるのでまったく効率的でない。

【 先行技術文献 】

20

【 特許文献 】

【 0 0 1 1 】

【 特許文献 1 】 仏国特許出願公開第 2 9 1 9 0 7 3 号明細書

【 特許文献 2 】 米国特許第 4 8 0 2 7 4 6 号明細書

【 特許文献 3 】 米国特許第 4 4 0 7 5 6 7 号明細書

【 特許文献 4 】 国際公開第 2 0 0 8 / 0 7 6 3 9 9 号

【 特許文献 5 】 国際公開第 2 0 0 7 / 0 1 7 0 8 9 号

【 特許文献 6 】 国際公開第 2 0 0 8 / 1 0 0 1 5 4 号

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

30

【 0 0 1 2 】

本発明の目的は、上述の欠点、すなわち、サイズ、高いエネルギー消費量、および不十分な作動効率を有していないレンズまたはミラーなどの変形可能メンブレンをもつ光学デバイスを提供することである。

【 0 0 1 3 】

本発明の別の目的は、変形が光学デバイスの光軸のまわりで対称である場合もあり、そうでない場合もあるメンブレンの変形形状が必要に応じて正確に調整されうる変形可能メンブレンをもつ光学デバイスを提供することである。

【 0 0 1 4 】

本発明のさらに別の目的は、画像安定化機能から自動焦点機能に極めて迅速に変化させることによって容易に制御することができ、これらの 2 つの機能を互いに独立に行うことができるレンズタイプ光学デバイスを製作することである。

40

【 0 0 1 5 】

本発明のさらに別の目的は、カメラに組み付けたとき、光学的な力の増加によりズーム機能を与えることができるレンズタイプ光学デバイスを製作することである。

【 0 0 1 6 】

本発明のさらに別の目的は、周囲温度が変化した場合でさえも同じ焦点距離を保持するように、温度に応じた能動補償を有する変形可能メンブレンをもつ光学デバイスを提供することである。

【 課題を解決するための手段 】

50

【 0 0 1 7 】

これを達成するために、本発明は、リングに配置され、中央領域と支持のための固定領域との間に配置された中間領域でメンブレンに固定される１つまたは複数の圧電アクチュエータから作動手段が形成されるべきであり、この作動手段が直接にまたは固定領域を介して支持体に固定されるべきでないことを提案する。

【 0 0 1 8 】

より正確には、本発明は、ある量の液体または気体の流体を閉じ込めるのに寄与する支持体上の固定領域と、静止位置から可逆的に変形することができる中央領域と、固定領域と中央領域との間の中間領域でメンブレンに作用する流体を変位させるための作動手段とをもつ変形可能メンブレンを有する光学デバイスである。作動手段は中央領域のまわりの少なくとも１つのリングに配置された主圧電作動手段であり、各リングが１つまたは複数の圧電アクチュエータを含む、主圧電作動手段と、中央領域のまわりの少なくとも１つのリングに配置された補足圧電作動手段であり、各リングが１つまたは複数の圧電アクチュエータを含む、補足圧電作動手段とを含み、この主圧電作動手段がメンブレンの中間領域にのみ固定され、この補足圧電作動手段が中間領域および場合によっては支持体に固定され、これら主圧電作動手段、これら補足圧電作動手段、およびそれらが固定されるメンブレンが少なくとも１つの圧電バイモルフを形成し、主圧電作動手段および補足圧電作動手段が、メンブレンの静止位置に対して中央領域を変形させるためにメンブレンの中間領域から中央領域の方への、または逆の方への前記流体の変位を引き起こすように、作動中、半径方向に収縮または拡大する。

【 0 0 1 9 】

主圧電作動手段および補足圧電作動手段は、好ましくは、異なる機能を行うために独立に作動される。

【 0 0 2 0 】

変形形態として、それらは、ズーム機能の要求事項を満たすために焦点距離の強力な変化を行わせるのに寄与するように同時にまたは交互に作動させることができる。

【 0 0 2 1 】

光学デバイスが主圧電作動手段および／または補足圧電作動手段のためのいくつかのリングを含む場合、それらは互いに同心となるように組み付けられる。

【 0 0 2 2 】

主圧電作動手段および／または補足圧電作動手段の圧電アクチュエータは連続リングの形態とすることができる。

【 0 0 2 3 】

変形形態として、単一リングの圧電アクチュエータは、互いの間に間隔を有するリングセクタまたは半径方向に向けられたロッドの形態であり、リングは切れ切れまたは連続的とすることができる。

【 0 0 2 4 】

単一リングまたは隣接するリングにおけるいくつかの圧電アクチュエータは、技術的統合および残留応力処理を容易にするために圧電材料の同じブロックを共有することができる。

【 0 0 2 5 】

補足作動手段は支持体に直接にまたは間接に固定することができ、それにより、光学デバイスの設計時、裁量の幅が大きく残される。

【 0 0 2 6 】

作動手段は前記流体に接触するメンブレンの１つの面に、および／または前記流体に接触しないメンブレンの１つの面に固定すること、および／またはメンブレンに統合することができる。

【 0 0 2 7 】

メンブレンは中間領域に強化層を少なくとも局所的に含み、その結果、この強化層のある中間領域は中央領域よりも堅くなることができる。

【 0 0 2 8 】

メンブレンは、中間領域および固定領域を占める連続層を中央領域に含むことができ、それは良好な封着を保证するのに寄与する。

【 0 0 2 9 】

光学デバイスは、温度に応じて光学デバイスの焦点距離の変化を補償する手段を含むことができ、その結果、例えば - 2 0 と + 6 0 との間の温度範囲内で特別の調整なしに動作することができる。

【 0 0 3 0 】

補償手段はリングの圧電アクチュエータと一致することができる。

【 0 0 3 1 】

変形形態として、補償手段は、中間領域に突き出るように固定領域でメンブレンに固定され、またはメンブレンの前記流体の反対を向く側で支持体に取り付けられたリングに配置された 1 つまたは複数の熱バイモルフ素子を含むことができる。

【 0 0 3 2 】

作動手段がいくつかの圧電アクチュエータを含む場合、それらは互いに別々にもしくはすべて一緒に同時に作動させることができ、またはグループで同時に作動させることができる。これにより、中央領域でメンブレンの所要の変形を得るのに大きい柔軟性が与えられる。

【 0 0 3 3 】

1 つの有利な構成によれば、作動手段は、内側外縁および外側外縁をもつリングに配置された 1 つまたは複数の圧電アクチュエータを含むことができ、リングは半径方向に向けられたロッドの圧電アクチュエータにより外縁のうちの 1 つに延ばされる。

【 0 0 3 4 】

光学デバイスは、リングに配置され、中間領域および場合によっては固定領域でメンブレンに固定され、正圧電効果によって受動的に動作することができ、メンブレンの変形をモニタリングするために専用に設けられる 1 つまたは複数の圧電アクチュエータを含むことができる。

【 0 0 3 5 】

光学デバイスは支持体に取り付けられた保護キャップをさらに含むことができる。キャップは中央領域に開口を備えることができ、または密閉することができ、別の流体を閉じ込めることができる。

【 0 0 3 6 】

メンブレンは、ポリジメチルシロキサン、ポリメチルメタクリレート、ポリエチレンテレフタレート、ポリカーボネート、パリレン、エポキシ樹脂、感光性ポリマー、シリコンの中から選択された有機材料に基づいて製作されるか、シリコン、酸化ケイ素、窒化ケイ素、炭化ケイ素、多結晶シリコン、窒化チタン、ダイヤモンド状炭素、スズインジウム酸化物、アルミニウム、銅、ニッケルの中から選択された無機質材料に基づいて製作されることができる。

【 0 0 3 7 】

流体の各々は、炭酸プロピレン、水、指標液体、光学オイル、もしくはイオン液体の中から選択された液体、または空気、窒素、もしくはヘリウムの中から選択された気体とすることができる。

【 0 0 3 8 】

作動手段は P Z T、窒化アルミニウム、ポリフッ化ビニリデンもしくはそのコポリマーのうちの 1 つ、トリフルオロエチレン、トリフルオロエチレン、酸化亜鉛、チタン酸バリウム、ニオブ酸鉛、チタン酸ビスマスなどのシレナイトに基づいて製作することができる。

【 0 0 3 9 】

光学デバイスはレンズまたはミラーとすることができる。

【 0 0 4 0 】

本発明は、さらに、このように特徴づけられた少なくとも１つの光学デバイスを含むことができるカメラに関する。

【００４１】

本発明は、添付図面を参照しながら、決して限定ではなく純粋に情報を与える例示の実施形態の説明を読んだ後一層よく理解されるであろう。

【図面の簡単な説明】

【００４２】

【図１Ａ】本発明を理解するのに有用な光学デバイスの第１の例の主作動手段の上面図である。

【図１Ｂ】本発明を理解するのに有用な光学デバイスの第１の例の主作動手段の断面図である。

10

【図２Ａ】本発明による光学デバイスの主作動手段の一例の上面図であり、作動手段は単一リングに分配される。

【図２Ｂ】本発明による光学デバイスの主作動手段の一例の上面図であり、作動手段は単一リングに分配される。

【図２Ｃ】本発明による光学デバイスの主作動手段の一例の上面図であり、作動手段は単一リングに分配される。

【図２Ｄ】本発明による光学デバイスの主作動手段の一例の上面図であり、作動手段は単一リングに分配される。

【図２Ｅ】本発明による光学デバイスの主作動手段の一例の上面図であり、作動手段は単一リングに分配される。

20

【図３Ａ】本発明による光学デバイスの主作動手段の一例の上面図であり、作動手段は２つの同心リングに分配され、この図は、さらに、主作動手段および補足作動手段をもつ本発明による光学デバイスを示し、補足作動手段は支持体に固定されない。

【図３Ｂ】本発明による光学デバイスの主作動手段の一例の上面図であり、作動手段は２つの同心リングに分配され、この図は、さらに、主作動手段および補足作動手段をもつ本発明による光学デバイスを示し、補足作動手段は支持体に固定されない。

【図３Ｃ】本発明による光学デバイスの主作動手段の一例の上面図であり、作動手段は２つの同心リングに分配され、この図は、さらに、主作動手段および補足作動手段をもつ本発明による光学デバイスを示し、補足作動手段は支持体に固定されない。

30

【図３Ｄ】本発明による光学デバイスの主作動手段の一例の上面図であり、作動手段は２つの同心リングに分配され、この図は、さらに、主作動手段および補足作動手段をもつ本発明による光学デバイスを示し、補足作動手段は支持体に固定されない。

【図４Ａ】２つの変曲点をもつ変形したメンブレンの断面図である。

【図４Ｂ】４つの変曲点をもつ変形したメンブレンの断面図である。

【図５Ａ】作動手段が主作動手段および補足作動手段を含み、補足作動手段が支持体に固定される本発明による光学デバイスの一例の上面図である。

【図５Ｂ】作動手段が主作動手段および補足作動手段を含み、補足作動手段が支持体に固定される本発明による光学デバイスの一例の上面図である。

【図５Ｃ】作動手段が主作動手段および補足作動手段を含み、補足作動手段が支持体に固定される本発明による光学デバイスの一例の上面図である。

40

【図５Ｄ】作動手段が主作動手段および補足作動手段を含み、補足作動手段が支持体に固定される本発明による光学デバイスの一例の上面図である。

【図６Ａ】アクチュエータが同じリングまたは別個のリングに配置されているかどうかにかかわらず、圧電材料の同じブロックを共有する本発明による光学デバイスの圧電アクチュエータを示す図である。

【図６Ｂ】アクチュエータが同じリングまたは別個のリングに配置されているかどうかにかかわらず、圧電材料の同じブロックを共有する本発明による光学デバイスの圧電アクチュエータを示す図である。

【図６Ｃ】アクチュエータが同じリングまたは別個のリングに配置されているかどうかにか

50

かかわらず、圧電材料の同じブロックを共有する本発明による光学デバイスの圧電アクチュエータを示す図である。

【図 6 D】アクチュエータが同じリングまたは別個のリングに配置されているかどうかにかかわらず、圧電材料の同じブロックを共有する本発明による光学デバイスの圧電アクチュエータを示す図である。

【図 6 E】正圧電効果によって受動的に動作することができ、メンブレンの変形をモニタリングするために専用に設けられた 1 つまたは複数の圧電アクチュエータを光学デバイスが備えることを示す図である。

【図 7 A】補足作動手段を支持体に固定する構成の断面図である。

【図 7 B】補足作動手段を支持体に固定する構成の断面図である。

【図 7 C】補足作動手段を支持体に固定する構成の断面図である。

【図 8 A】本発明による光学デバイスのメンブレンの構成を示す図であり、作動手段は省略されている。

【図 8 B】本発明による光学デバイスのメンブレンの構成を示す図であり、作動手段は省略されている。

【図 8 C】本発明による光学デバイスのメンブレンの構成を示す図であり、作動手段は省略されている。

【図 9 A】本発明による光学デバイスの作動手段および多層メンブレンの構成を示す図である。

【図 9 B】本発明による光学デバイスの作動手段および多層メンブレンの構成を示す図である。

【図 9 C】本発明による光学デバイスの作動手段および多層メンブレンの構成を示す図である。

【図 9 D】本発明による光学デバイスの作動手段および多層メンブレンの構成を示す図である。

【図 9 E】本発明による光学デバイスの作動手段および多層メンブレンの構成を示す図である。

【図 9 F】本発明による光学デバイスの作動手段および多層メンブレンの構成を示す図であり、補足作動手段が示されている。

【図 9 G】本発明による光学デバイスの作動手段および多層メンブレンの構成を示す図であり、補足作動手段が示されている。

【図 9 H】本発明による光学デバイスの作動手段および多層メンブレンの構成を示す図であり、補足作動手段が示されている。

【図 10 A】主作動手段と強化層との間の配置の上面図である。

【図 10 B】主作動手段と強化層との間の配置の上面図である。

【図 10 C】主作動手段と強化層との間の配置の上面図であり、補足作動手段が図中に見える。

【図 10 D】主作動手段と強化層との間の配置の上面図である。

【図 10 E】主作動手段と強化層との間の配置の上面図であり、補足作動手段が図中に見える。

【図 10 F】主作動手段と強化層との間の配置の上面図である。

【図 11 A】メンブレンで所与の変曲点を得るための作動手段の位置を示す図である。

【図 11 B】メンブレンで所与の変曲点を得るための作動手段の位置を示す図である。

【図 12 A】本発明による光学デバイスのメンブレンが固定される支持体の構成を示す図であり、主作動手段のみが見える。

【図 12 B】本発明による光学デバイスのメンブレンが固定される支持体の構成を示す図であり、主作動手段のみが見える。

【図 12 C】本発明による光学デバイスのメンブレンが固定される支持体の構成を示す図であり、主作動手段のみが見える。

【図 12 D】本発明による光学デバイスのメンブレンが固定される支持体の構成を示す図

10

20

30

40

50

であり、主作動手段のみが見える。

【図 1 2 E】本発明による光学デバイスのメンブレンが固定される支持体の構成を示す図であり、主作動手段のみが見える。

【図 1 3 A】温度変化に起因する焦点距離の変化を補償するための手段を備えた本発明による光学デバイスを示す図であり、補足作動手段は図を混乱させないために示されていない。

【図 1 3 B】温度変化に起因する焦点距離の変化を補償するための手段を備えた本発明による光学デバイスを示す図であり、補足作動手段は図を混乱させないために示されていない。

【図 1 4 A】本発明を理解するのに有用な光学デバイスを製造するステップを示す図である。

10

【図 1 4 B】本発明を理解するのに有用な光学デバイスを製造するステップを示す図である。

【図 1 4 C】本発明を理解するのに有用な光学デバイスを製造するステップを示す図である。

【図 1 4 D】本発明を理解するのに有用な光学デバイスを製造するステップを示す図である。

【図 1 4 E】本発明を理解するのに有用な光学デバイスを製造するステップを示す図である。

【図 1 4 F】本発明を理解するのに有用な光学デバイスを製造するステップを示す図である。

20

【図 1 4 G】本発明を理解するのに有用な光学デバイスを製造するステップを示す図である。

【図 1 5 A】カメラに取り付けられる本発明による光学デバイスを示す図である。

【図 1 5 B】カメラに取り付けられる本発明による光学デバイスを示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0043】

以下で説明される異なる図の同一、同様、または等価な部分は、異なる図の比較を容易にするために同じ参照番号を有する。

【0044】

30

図に示される異なる部分は、図を読みやすくするために必ずしも同じ尺度ではない。

【0045】

図 1 A および 1 B は、本発明を理解するのに有用な光学デバイスの第 1 の実施形態を示す。この光学デバイスは光軸 XX' と呼ばれる軸のまわりに製作される。それはメンブレン 2 を含み、その外縁は、この例では皿の形態である支持体 1 に密閉するように固定される。したがって、メンブレン 2 は 2 . 3 で参照される固定領域を含む。メンブレン 2 は、光学デバイスの光学場に対応する中央領域 2 . 1 をさらに含む。それは破線によって具体的に示される。皿部は第 1 の流体と呼ばれる流体 4 を捕集することになりこの第 1 の流体は液体または気体である。より一般的には、メンブレン 2 および支持体 1 は流体 4 が閉じ込められる空洞 3 の形成に寄与する。

40

【0046】

メンブレン 2 の面の一方は空洞 3 に含まれる流体 4 に接触する。メンブレン 2 の他の面は、周囲空気とすることができる第 2 の流体 4' に接触する。第 2 の流体 4' が閉じ込められ、それが空気もしくは別の気体、または液体にさえすることができる変形形態が後で説明される。

【0047】

メンブレン 2 は、第 1 の流体 4 と、第 1 の流体 4 の反対側の障壁の側の第 2 の流体 4' との間の障壁として働く任意の可撓性薄膜を意味する。

【0048】

光学デバイスがレンズである場合、空洞 3 は、レンズを通して伝搬することになる光ビ

50

ーム（図示せず）にとって透明である底部 3 . 1 を有する。メンブレン 2 は、さらに、少なくとも中央領域 2 . 1 で光ビームにとって透明である。光学デバイスがミラーである場合、メンブレン 2 は少なくともその中央領域 2 . 1 で反射性である。

【 0 0 4 9 】

メンブレン 2 は、メンブレン 2 の中央領域 2 . 1 にある流体 4 の厚さを変化させ、それにより、メンブレンのこの領域を湾曲させるように、空洞 3 に含まれる流体 4 の変位の動作下で静止位置から可逆的に変形することができる。メンブレンが可撓性であるほど、その変形は大きくなることになる。空洞 3 に含まれる流体 4 は、力がメンブレン 2 に加えられると中央領域 2 . 1 の方に移動し、この力が中央領域 2 . 1 と固定領域 2 . 3 との間にある中間領域 2 . 2 でメンブレン 2 に加えられるように十分に非圧縮性である。流体 4 は所与の温度範囲内でほぼ一定の体積を有する。空洞に含まれる流体 4 は、作動手段とメンブレンの中央領域との間の「伝達部」として働く。この流体 4 は液体または気体とすることができる。

10

【 0 0 5 0 】

図 1 A では、メンブレン 2 および支持体 1 の輪郭は正方形であるように示され、一方、中央領域 2 . 1 は円形のように示されていることが分かる。明らかに、これらの形状は限定的ではない。メンブレン 2 および支持体 1 は円形、長方形、卵形、または任意の他の形状とすることができ、中央領域 2 . 1 は正方形、長方形、卵形、またはその他とすることができる。

【 0 0 5 1 】

20

圧電作動手段は空洞 3 からの流体 4 を変位させるために設けられる。圧電作動手段は、中間領域 2 . 2 でメンブレン 2 に作用する、いわゆる、主作動手段 5 を含む。これらの作動手段 5 は、中央領域 2 . 1 のまわりに同心であるように取り付けられた少なくとも 1 つの円形リング C で構成され、各リング C は、いくつかの圧電アクチュエータが存在する場合の図 2 A から 2 D で見ることができる 1 つまたは複数の圧電アクチュエータ 5 . 1 を含む。これらの圧電作動手段はメンブレン 2 の中間領域 2 . 2 にのみ固定される。メンブレンが平面である場合、各リング C は水平面に延びる。メンブレンが固定部で湾曲される場合、圧電アクチュエータはメンブレンの曲率に従う。メンブレンの中央領域 2 . 1 は、作動中、中央領域の曲率と連続する曲率を有することができる。しかし、静止状態で、これらの 2 つの領域の曲率は異なることができる。

30

【 0 0 5 2 】

作動手段 5 が、例えば図 3 A で見ることができるようにいくつかのリング C で構成される場合、作動手段 5 は互いに同心となるように取り付けられる。この図 3 A では、リングの一方は主作動手段 5 を形成することができ、他方のリング C は後で説明される補足作動手段 5 ' を形成することができることを考えることができる。この理由で、参照番号 5 ' は破線で表されている。

【 0 0 5 3 】

同じリング C に属する主作動手段、より詳細には、圧電アクチュエータ 5 . 1 は、作動されると半径方向に変形する。主作動手段は、それに印加された分極に応じて半径方向に収縮または拡大し、この変形はメンブレンの曲率を変化させる効果がある。言い換えれば、圧電アクチュエータ 5 . 1 が作動されると、リング C の外側半径と内側半径との間の差が少なくとも局所的に変化する。

40

【 0 0 5 4 】

圧電アクチュエータは、電力供給されたとき圧電材料に電界を印加することになる 2 つの電極の間に全体的にまたは部分的に挟まれた圧電材料のブロックを含むことを思い起こされたい。この電界を使用して、圧電材料のブロックの機械的変形を制御する。圧電材料のブロックは単層または多層とすることができ、電極を越えて延びることができる。圧電材料のブロックの各側の電極は図 6 A、6 B で見ることができる。このように、逆圧電効果を説明した。

【 0 0 5 5 】

50

本発明によれば、主作動手段 5 はメンブレン 2 の中間領域 2 . 2 上にのみ固定される。したがって、主作動手段 5 は支持体 1 へのいかなる固定も有していない。また、主作動手段 5 は中央領域 2 . 1 にも固定されない。

【 0 0 5 6 】

補足作動手段 5 ' はメンブレンの中間領域 2 . 2 で固定されるが、支持体 1 に固定される場合もあり、支持体 1 に固定されない場合もある。

【 0 0 5 7 】

この主圧電作動手段 5 と、それが固定されるメンブレン 2 とは、異質性または同質性とすることができる少なくとも 1 つの圧電バイモルフを形成する。圧電バイモルフは、バイモルフが同質性の場合に圧電材料であり、またはバイモルフが異質性である場合に非圧電材料である層に取り付けられた、電極を備えた圧電材料の層を含むことを思い起こされたい。この場合、この圧電材料または非圧電材料の層はメンブレン 2 の層である。

【 0 0 5 8 】

図 1 A、1 B において、主作動手段 5 は、連続リング C の形態の単一の圧電アクチュエータ 5 . 1 を含むことが示されている。当然、主作動手段 5 は、リングに配置されたいくつかの基本圧電アクチュエータ 5 . 1 を含むことができ、その上、リング C は圧電材料が不連続である可能性があり、または連続的とすることができる。基本圧電アクチュエータ 5 . 1 の各々は、図 2 A、2 B、2 C に示されるようにリングセクタ S C の形態とすることができる。図 2 A では、4 つの基本圧電アクチュエータ 5 . 1 があり、リングは 4 つのセクタ S C に分割され、図 2 B では 8 つのセクタ S C があり、図 2 C では 2 4 個がある。基本圧電アクチュエータ 5 . 1 は隣接するリングセクタの形態である代わりに、図 2 D に示されるようにリングの半径方向に配置されたロッド B の形態とすることが可能である。同じリング C に配置された基本圧電アクチュエータ 5 . 1 によって占められる空間が中間領域においてできるだけ大きくなり、その結果、作動の効率ができるだけ高くなることを確実にするように試みられることになる。ロッド B によって占められる空間をできるだけ大きくし、したがって、2 つの隣接するロッド B の間の空間ができるだけ小さくなるように試みるとき、リング C に約 1 0 0 個またはさらに多くのロッド B があることがある。

【 0 0 5 9 】

図 2 E は、互いに取り付けられた 2 つのリングに配置された主作動手段 5 を示す。リングの一方、この例では外側リング C e x t は、連続的である単一の圧電アクチュエータを含む。他方のリング、この例では内側リング C i n t は、半径方向にロッドで配置された複数の基本圧電アクチュエータを含む。各ロッドは外側リング C e x t に接続される。連続リングが部片に分割され、いくつかの基本圧電アクチュエータを含むことを想定することができる。外側リングが内側リングの代わりに複数のロッドを含むことも可能であろう。そのような構成は光学デバイスの効率を向上させる利点を有する。これにより、連続圧電表面による焦点距離の大幅な変化が保証され、一方、部片に分割されたリングにより、デバイスの光軸を傾斜させて、例えば、画像安定化機能を達成することができる。

【 0 0 6 0 】

主作動手段 5 は中央領域 2 . 1 のまわりで同心のいくつかのリング C に分配することができることを既に説明した。この変形形態が図 3 A に示される。この構成では、リング C 当たり 1 つの圧電アクチュエータ 5 . 1 のみが存在する。本発明によれば、2 つのリング C はメンブレン 2 に取り付けられるが、支持体 1 に固定されない。それらは固定領域 2 . 3 または中央領域 2 . 1 のいずれも占めていない。この図 3 A は、さらに、リング C の一方によって概略的に示された主作動手段と、他方のリング C によって概略的に示された補足作動手段とを示すことができることが分かる。この構成では、補足作動手段は中間領域 2 . 2 でのみメンブレン 2 に固定される。

【 0 0 6 1 】

図 2 A から 2 D で説明したものと同様に、図 3 B および 3 C に示されるように、一方のリング C にいくつかの基本圧電アクチュエータ 5 . 1 があり、別のリング C または複数の他のリングに単一のアクチュエータがあることが可能である。図 3 B において、外側リン

グC e x t は、連続である単一の圧電アクチュエータ5 . 1 に対応し、内側リングC i n t はいくつかの基本圧電アクチュエータ5 . 1 を含み、圧電材料のいくつかのブロックがあり、リングは不連続である。逆の状況が図3 C に示され、外側リングC e x t はいくつかの基本圧電アクチュエータ5 . 1 を含み、圧電材料のいくつかのブロックがあり、内側リングC i n t は単一の圧電アクチュエータ5 . 1 に対応し、連続である。不連続リングはリングセクタの形態で基本圧電アクチュエータ5 . 1 を含む。図3 D では、2つのリングC i n t 、C e x t がいくつかの基本圧電アクチュエータ5 . 1 を含み、それらは不連続であり、C i n t で参照されるリングの一方の基本圧電アクチュエータ5 . 1 はリングセクタの形態であり、他方のリングC e x t の基本圧電アクチュエータ5 . 1 は半径方向に向けられたロッドの形態である。すべての場合において、1つのリングC i n t 、C e x t の圧電アクチュエータまたは基本圧電アクチュエータ5 . 1 はメンブレン2 に固定され、支持体1 へのいかなる固定も有していない。これは、リングが中間領域2 . 2 にわたって延び、しかしメンブレン2 の固定領域2 . 3 の前で終わり、固定領域2 . 3 または中央領域2 . 1 の部分を占めないことを意味する。

10

【0062】

いくつかの基本圧電アクチュエータ5 . 1 を含む主作動手段5 により、軸対称または非軸対称とすることができる中央領域2 . 1 のメンブレン2 の変形形状を得ることが可能であるが、主作動手段5 がリング当たり単一の圧電アクチュエータ5 . 1 を含む場合、メンブレン2 の変形形状は軸対称でなければならない。軸対称または非軸対称とは、光学デバイスの光軸X X ' のまわりで対称または非対称であることを意味する。

20

【0063】

単一リングにいくつかの基本圧電アクチュエータ5 . 1 がある場合、それらは、互いに別々にもしくはすべて一緒に同時に作動させることができ、またはそれらは、隣接または非隣接の圧電アクチュエータのいくつかのグループにグループ化することができ、グループ内のすべての圧電アクチュエータは同時に作動させることができ、各グループは別のグループと無関係に作動される。

【0064】

中央非軸対称領域2 . 1 でメンブレン2 の変形形状を得ることにより、画像安定化機能を達成するための有利なジオプターを与えることができる。

【0065】

主作動手段5 が、不連続リングに配置されたいくつかの基本圧電アクチュエータと、連続リングに配置された圧電アクチュエータとの混合物を含む場合、作動表面は、非軸対称の変形の可能性を維持しながら増加される。作動中、メンブレン2 を変形するためのエネルギーは、やはり、1つのリングしかない場合よりも高い。そのような構成は焦点距離変化と画像安定化機能とを組み合わせるのに有利である。これは、やはり、主作動手段がリングの一方に対応し、補足作動手段が他方のリングに対応する場合に該当する。

30

【0066】

図4 A、4 B は、2つの異なるモードで主作動手段を作動した後のメンブレン2 の変形形状の断面図を示す。図4 A および4 B は作動手段を示していないことに留意されたい。

【0067】

図4 A および図4 B の変形形状は、それぞれ、2つおよび4つの変曲点4 0 を有しており、変曲点4 0 は星印によって示されている。図4 A に示されたメンブレン2 の変形形状は、図1 A または図3 A に示された作動手段により得ることができる。

40

【0068】

4つの変曲点4 0 は、上述したような主作動手段5 と、図5 A に示されるような補足作動手段5 ' とを使用して得ることができる。

【0069】

主作動手段5 は図1 A に示されたものと同様であり、言い換えれば、連続リングに配置された圧電アクチュエータ5 . 1 の形態である。補足作動手段5 ' は、同様に、連続リングに配置された圧電アクチュエータ5 . 1 ' から形成されるが、ここで、リングは第1に

50

メンブレン 2 におよび第 2 に支持体 1 に固定され、中間領域 2 . 2 にわたって延び、メンブレン 2 の固定領域 2 . 3 の一部を占める。補足作動手段 5 ' は、図 5 C に示されるように不連続リングに配置されたいくつかの基本圧電アクチュエータ 5 . 1 ' を有することができる。補足作動手段の基本圧電アクチュエータ 5 . 1 ' は、さらに、各々メンブレン 2 と圧電バイモルフを形成する。補足圧電作動手段 5 ' および主作動手段 5 は、作動されると、メンブレンの静止位置に対して中央領域を変形させるためにメンブレンの中間領域から中央領域への、または逆への前記流体の変位を生成するように半径方向に収縮または拡張する。

【 0 0 7 0 】

主作動手段および補足作動手段は独立に制御することができる。主作動手段および補足作動手段が設けられることにより、中央領域のメンブレンの変形に微調整を行う手段が与えられる。例えば、主作動手段の作動により、自動焦点機能を行って、メンブレンの中央領域の軸対称変形をもたらすことが可能になる。補足作動手段の作動は画像安定化機能を行い、それはメンブレンの非軸対称の変形をもたらすことができる。2 つの作動は独立におよび連続的に行うことができる。

【 0 0 7 1 】

当然、逆のことを想定することができ、主作動手段が画像安定化機能を行うことができ、補足作動手段が自動焦点機能を行うことができる。同様に、例えば、主作動手段の作動が、限定された振幅の変形形状をもたらす自動焦点機能を行い、補足作動手段の作動がズーム機能を行う場合、2 つの作動手段が同時に作動されると、光学ズーム適用を行うことができる。

【 0 0 7 2 】

変形形態として、図 5 B に示されるように、主作動手段 5 は不連続リングに配置されたいくつかの基本圧電アクチュエータ 5 . 1 を含むことができ、一方、補足作動手段 5 ' は連続リングに配置された圧電アクチュエータ 5 . 1 ' を含む。当然、図 5 D に示されるように、不連続リングに配置されたいくつかの基本圧電アクチュエータ 5 . 1 を含む主作動手段 5 は、さらに、不連続リングに配置されたいくつかの基本圧電アクチュエータ 5 . 1 ' を含む補足作動手段 5 ' に関連することができる。

【 0 0 7 3 】

主作動手段または補足作動手段は所要の変曲点からオフセットされるように位置づけられる。図 4 B に示されたような 4 つの変曲点がある場合、リングは、有利には、2 つの隣接する変曲点間に配置される。

【 0 0 7 4 】

図 6 A、6 B は、2 つのリング C i n t、C e x t に分配された圧電アクチュエータ 5 . 1 を含む作動手段 5 による断面を示し、これらの圧電アクチュエータ 5 . 1 は圧電材料の同じブロック 5 0 を共有する。2 組の電極 5 1、5 2 が描かれており、各組は圧電材料 5 0 に電界を生成し、機械的変形を生成する。2 組の電極 (5 1、5 2) はリングに配置され、同心で配置される。そのような作動手段 5 は、図 6 B に示されるように、同心で位置づけられた 2 連の圧電アクチュエータ 5 . 1 と同等であり、この連続のものの各々は 1 つまたは複数の圧電アクチュエータを含む。したがって、圧電材料のブロック 5 0 は 1 組の極性電極では局所的にしか変形しない。図 6 C に示すように、作動手段 5 はリングに配置されたいくつかの基本圧電アクチュエータ 5 . 1 を含み、これらの圧電アクチュエータは連続リングの形態で圧電材料の同じブロック 5 0 を共有することを想定することができる。リングセクタに配置された 4 組の非隣接電極は圧電材料のこのブロック 5 0 に配置される。図 6 C は上面図であり、各組の単一の電極 5 1 のみを示す。図 6 D は、内側リング C i n t として構成された圧電アクチュエータと、単一の外側リング C e x t に構成されたいくつかの基本圧電アクチュエータとを含む作動手段 5 の構成の上面図を示し、アクチュエータはすべて圧電材料の同じブロック 5 0 を共有する。外側リングの圧電アクチュエータの電極はリングであり、一方、外側リングの基本圧電アクチュエータの電極はリングセクタの形状である。再度、図 6 では、リング C i n t または C e x t の一方は主作動手

10

20

30

40

50

段として働くことができ、他方のリング C e x t または C i n t は補足作動手段として働くことができる。

【 0 0 7 5 】

圧電材料と電極の間の結合モードは、実施しやすいので横方向で示される。圧電材料層は 1 つまたは複数の対の電極間に少なくとも局所的に挟まれる。しかし、当然、任意の他の結合モード、例えば、縦または剪断モードを採用することができる。

【 0 0 7 6 】

各対の電極は他のものと無関係に電力供給されうるが、それは、すべての対の電極に異なる電圧を印加することができることを意味する。したがって、中央領域 2 . 1 におけるメンブレン 2 の変形は非軸対称とすることができ、多くの変形のバリエーションがありうる。

10

【 0 0 7 7 】

したがって、逆圧電効果を使用して、メンブレン 2 の中央領域 2 . 1 の変形を制御することになる。

【 0 0 7 8 】

正圧電効果を使用して、メンブレン 2 の変形をモニタすることができる。非作動の基本圧電アクチュエータの端子に発生する電圧を取得することができ、一方、同じリングの他の基本圧電アクチュエータは作動される。図 6 E に示されるように、このモニタリングに特に専用に設けられたリングに配置された、正圧電効果によって受動的に動作することができる 1 つまたは複数の圧電アクチュエータを設けることも可能であることになる。内側リング C i n t は、正効果によってメンブレンの局所変形を検出する少なくとも 1 つの受動圧電アクチュエータ 7 0 から形成される。作動手段 5 は、外側リングに配置されたいくつかの基本圧電アクチュエータ 5 . 1 から形成される。これらの圧電アクチュエータ 5 . 1 は逆効果によって作動することができる。このアクチュエータは中間領域および場合によっては固定領域でメンブレンに固定される。

20

【 0 0 7 9 】

当然、単一の圧電アクチュエータはメンブレンを断続的に変形し、メンブレンの変形を断続的にモニタすることができることになる。したがって、単一の圧電アクチュエータは、あるときは受動的であり、他のときは能動的でありうる。

【 0 0 8 0 】

30

さらに別の変形形態は、メンブレンの変形をモニタするために圧電アクチュエータの代わりに別のタイプの歪みゲージを使用することである。

【 0 0 8 1 】

光学デバイスが支持体 1 に固定された補足作動手段 5 ' を備える場合、固定は、図 7 A および 7 B に示されるように直接的とするか、または図 7 C に示されるように間接的とすることができる。図 7 A では、補足作動手段 5 ' はメンブレン 2 の上にあり、中間領域 2 . 2 および固定領域 2 . 3 上を延び、支持体 1 上で直接に延びる。補足作動手段 5 ' は、メンブレン 2 と支持体 1 との間に閉じ込められた流体 4 といかなる接触もしない。図 7 B では、補足作動手段 5 ' はメンブレン 2 の下にあり、同じように中間領域 2 . 2 および固定領域 2 . 3 にわたって延び、支持体 1 上を直接に延びる。

40

【 0 0 8 2 】

図 7 C では、補足作動手段 5 ' はメンブレン 2 の上にあり、中間領域 2 . 2 および固定領域 2 . 3 にわたって部分的に延びることがあるが、支持体 1 を直接に占めない。主作動手段は、見やすくするために、図 7 A、7 B、7 C では示されていない。

【 0 0 8 3 】

次に、図 8 A から 8 C を参照しながらメンブレン 2 のいくつかの特性を説明する。このメンブレン 2 は、既に説明したように、縁部から中心の方へ方向に固定領域 2 . 3、中間領域 2 . 2、および中央領域 2 . 1 と呼ばれる少なくとも 3 つの領域を含む。中間領域 2 . 2 は、図示はされていない作動手段が直接に適用される領域である。光学場のために専用に設けられた中央領域 2 . 1 は流体 4 の移動によって変形される。この変形は可逆的

50

であるので、この中央領域 2 . 1 の材料は弾性変形範囲で動作することになる。その透明の性質または反対に反射の性質は既に上記で説明した。メンブレン 2 は中央領域 2 . 1 から固定領域 2 . 3 まで単層で同質性である (図 8 A) ことが可能である。変形形態として、図 8 B に示されるように多層とすることができ、2 つの層は 2 a、2 b で参照される。メンブレンは、中央領域 2 . 1、中間領域 2 . 2、および固定領域 2 . 3 の一部で 2 つの重畳された層 2 a、2 b を有する。この固定領域 2 . 3 では、スタックでの上にある層 2 a は、下にある層 2 b を越えて支持体 1 上を直接に延ばされる。

【 0 0 8 4 】

メンブレン 2 の固定領域 2 . 3 は、支持体 1 への接合性を有していなければならない。図 8 B での上にある層 2 a は、下にある層 2 b よりも支持体 1 への接合性が良好であるように選択することができる。

10

【 0 0 8 5 】

メンブレン 2 の中間領域 2 . 2 は、作動手段によって誘起された変形を強める性質を有することができ、それは、中間領域 2 . 2 が、好ましくは、中央領域 2 . 1 よりも堅いように選択されることを意味する。実際には、作動手段とメンブレン 2 自体との間に相互作用がある。メンブレン 2 は作動に寄与し、各圧電アクチュエータとともにバイメタル板を形成する。したがって、中間領域 2 . 2 は多層であることが可能であり、中間領域 2 . 2 の様々な層に対する作動手段の位置についていくつかの可能性がある。

【 0 0 8 6 】

メンブレン 2 は、中央領域 2 . 1 を占め、構成によってはメンブレン 2 の表面全体にわたって延びる少なくとも 1 つの主層 2 b と、少なくとも中間領域 2 . 2 を含むメンブレン 2 の一部にわたってのみ延びる少なくとも 1 つの強化層 2 c とによる異質性とすることができる。この場合を示す図 8 C において、主層 2 b はメンブレン 2 の表面全体にわたって延び、強化層 2 c は、この例では、固定領域 2 . 3 および中間領域 2 . 2 を延びる。強化層 2 c は、層 2 b をもつ図 9 B におけるのと同様に支持体 1 の一部を直接に占める。図 9 A、9 B、9 C では、メンブレン 2 は表面全体にわたって延びる連続主層 2 b を含んでいるが、これは後で見るように強制ではない。

20

【 0 0 8 7 】

主作動手段または補足作動手段はメンブレン 2 の下にあり、メンブレン 2 が支持体 1 と協同して閉じ込める流体 4 に接触する場合があります、またはメンブレン 2 の上にある場合があります、またはメンブレン 2 に統合され、その結果、多層となる場合がある。

30

【 0 0 8 8 】

主作動手段または補足作動手段がいくつかのリングに分配される場合、異なるリングに配置された圧電アクチュエータは必ずしもすべてメンブレン 2 に対して同じ場所に位置づけられるとは限らない。図 9 A から 9 H を参照しながら、メンブレン 2 に対して作動手段 5、5' に関する様々な可能な位置を考えることになる。他の可能性がある。図 9 A から 9 E は、作動手段が単一リングに配置された 1 つまたは複数の圧電アクチュエータを含む主作動手段 5 であり、その結果、支持体 1 に固定されていないことを示す。作動手段はメンブレン 2 の中間領域 2 . 2 にのみ固定される。

【 0 0 8 9 】

図 9 A では、メンブレン 2 は、中央領域 2 . 1 から固定領域 2 . 3 まで延びる連続層 2 b と、中間領域 2 . 2 にのみ延びる上にある強化層 2 c とを含む。作動手段 5 は単一リングに配置され、強化層 2 c の上にある。作動手段 5 は、メンブレン 2 および支持体 1 が閉込めに寄与する流体 4 に接触しない。

40

【 0 0 9 0 】

図 9 B は中央領域 2 . 1 から固定領域 2 . 3 まで延びる連続層 2 b を示し、メンブレン 2 の中間領域 2 . 2 に配置された作動手段 5 は連続層 2 b と強化層 2 c との間に挟まれる。強化層 2 c および作動手段 5 は、メンブレン 2 および支持体 1 が閉込めに寄与する流体 4 に接触しない。強化層 2 c は、強化層 2 c を越えて延びる作動手段 5 と完全には一致しない。逆も可能であることになり、強化層 2 c は作動手段 5 を越えて延びることが可能で

50

ある。

【 0 0 9 1 】

図 9 C は連続層 2 b を示し、メンブレン 2 の中間領域 2 . 2 に配置された作動手段 5 は連続層 2 b と強化層 2 c との間に挟まれる。しかし、この場合、強化層 2 c および作動手段 5 は、メンブレン 2 および支持体 1 が閉込めに寄与する流体 4 に接触する。

【 0 0 9 2 】

図 9 D は連続層 2 b を示し、メンブレン 2 の中間領域 2 . 2 に配置された強化層 2 c は連続層 2 b と作動手段 5 との間に挟まれる。しかし、この場合、強化層 2 c および作動手段 5 は、メンブレン 2 および支持体 1 が閉込めに寄与する流体 4 に接触する。

【 0 0 9 3 】

図 9 A、9 C、9 D では、強化層 2 c および作動手段 5 は一致した表面を有する。当然、これは、図 9 B で見ることもできるように強制ではない。図 9 E では、連続層 2 b と、連続層 2 b と作動手段 5 との間に挟まれた強化層 2 c とがある。強化層 2 c は作動手段 5 を越えて延び、固定領域 2 . 3 の一部を占める。一方、中央領域 2 . 1 を堅くしすぎないようにするために中央領域 2 . 1 の部分を占めないことが好ましい。

【 0 0 9 4 】

図 9 F、9 G、9 H は、支持体 1 への固定なしにリングに配置された 1 つまたは複数の圧電アクチュエータを含む主作動手段 5、および支持体 1 に直接に固定されたリングに配置された 1 つまたは複数の圧電アクチュエータを含む補足作動手段 5' を示す。

【 0 0 9 5 】

図 9 F では、主作動手段 5 および補足作動手段 5' は、メンブレン 2 と支持体 1 との間に閉じ込められた流体 4 に接触する。それらは共に連続層 2 b の上にある強化層 2 c の同じ側にある。強化層 2 c は、作動手段 5、5' と連続層 2 b との間にある。主作動手段 5 および補足作動手段 5' は隣接しておらず、それらの間に空間が形成され、強化層 2 c がこの空間を占め、この空間で流体 4 に接触する。連続層 2 b は主作動手段 5 に接触しないが、それは、それらの間に形成された空間があるからであることが分かる。強化層 2 c がこの空間を占める。したがって、連続層 2 b は可変の厚さを有し、中間領域 2 . 2 および固定領域 2 . 3 よりも中央領域 2 . 1 において厚い。

【 0 0 9 6 】

図 9 G では、補足作動手段 5' および主作動手段 5 は強化層 2 c の同じ側に配置されない。補足作動手段 5' は、メンブレン 2 および支持体 1 が閉込めに寄与する流体 4 の側にある。主作動手段 5 は強化層 2 c を基準にして流体 4 の反対側にある。連続層 2 b は、図 9 F に示された例におけるように中央領域 2 . 1 から固定領域 2 . 3 まで延びる。再度、強化層 2 c は、主作動手段 5 と補足作動手段 5' との間の空間、および主作動手段 5 と連続層 2 b との間の空間を占める。

【 0 0 9 7 】

図 9 H は、主作動手段 5 および補足作動手段 5' が強化層 2 c の同じ側に必ずしもあるとは限らないメンブレン 2 のさらに別の例である。主作動手段 5 は、支持体 1 とメンブレン 2 との間に閉じ込められた流体 4 に接触する。補足作動手段 5' は、流体 4 の反対側の強化層 2 c の側にある。補足作動手段 5' は強化層 2 c を通して支持体 1 に固定される。前の構成との別の差は、中央領域 2 . 1 の層 2 b が、以前そうであったように固定領域 2 . 3 まで連続しているのではないことである。それは中間領域 2 . 2 まで延びるが、固定領域 2 . 3 の前で終わる。再度、中央領域 2 . 1 で延びるこの層 2 b は、中間領域 2 . 2 よりも中央領域 2 . 1 において厚い。強化層 2 c と、中央領域 2 . 1 を占める層との間の組み立ては、作動手段 5、5' が作動させるときでさえ、支持体 1 およびメンブレン 2 が閉じ込めに寄与する流体 4 が空洞から流出することができないように十分に密閉されなければならない。

【 0 0 9 8 】

図 9 F から 9 H では、強化層 2 c は主作動手段 5 および補足作動手段 5' に共通である。これらの作動手段のうちの 1 つが、いくつかのセクタまたはロッドに分割されたリング

10

20

30

40

50

に配置された基本圧電アクチュエータを含む場合、強化層 2 c は連続とすることが可能である。変形形態として、それを不連続とすることができることを後で見ることになる。

【 0 0 9 9 】

これらのすべての例において、中央領域を占める層 2 b と、強化層 2 c とは単層であるように示されているが、それらの一方または両方を多層とすることができることは明らかである。

【 0 1 0 0 】

強化層 2 c は図 1 0 B に示されるように連続でないか、または図 1 0 D、1 0 F に示されるように部分的に不連続であることが可能である。これらの構成では、強化層 2 c の輪郭は主作動手段 5 の輪郭とほぼ同じである。

10

【 0 1 0 1 】

図 1 0 A は、リングに配置されたリングセクタにおけるいくつかの基本圧電アクチュエータ 5 . 1 から形成された主作動手段 5 の上面図を示す。図 1 0 B は 4 つのリングセクタに同様に分割された強化層 2 c を示すが、それは、固定領域 2 . 3 の一部を占めるのでより大きい。強化層 2 c の内側半径は主作動手段 5 のリングの内側半径とほぼ同じであり、一方、その外側半径は主作動手段 5 の外側半径よりも大きい。組み立て中に、主作動手段 5 は強化層 2 c に重畳され、次に、強化層 2 c は、中央領域 2 . 1 に延びる層 2 b と作動手段 5 との間に挟まれる。作動手段 5 の 4 つのセクタは強化層 2 c の 4 つのセクタに重畳される。作動手段 5 のセクタは強化層 2 c のセクタを越えて突き出ない。補足作動手段は、図を混乱させないために、この構成では示されない (図 1 0 A、1 0 B)。

20

【 0 1 0 2 】

図 1 0 C は、2 つのリングに配置された圧電アクチュエータ 5 . 1 から形成された主作動手段 5 を示し、内側のものは連続であり、外側の他方は不連続であり、4 つのセクタに分割される。図 1 0 D に示された強化層 2 c は、その内側半径が内側リングの内側半径にほぼ等しく、外側半径が作動手段の外側リングの外側半径よりも大きいリングの形態である。この構成では、強化層 2 c は固定領域 2 . 3 の一部を占めることが仮定される。強化層 2 c のリングは、リングの外側に開いた半径方向切込み 2 0 a を備え、半径方向切込み 2 0 a は作動手段 5 の 2 つの隣接するセクタを分離する空間に関連して取り付けられる。これらの 2 つの図 1 0 C および 1 0 D は、さらに、リングの一方から形成された主作動手段および他方のリングから形成された補足作動手段を示すことができる。

30

【 0 1 0 3 】

図 1 0 E は、2 つの同心リングに配置されたいくつかの圧電アクチュエータ 5 . 1 から形成された主作動手段 5 を示し、その外側のものは連続であり、内側の他方は不連続であり、8 つのセクタに分割される。図 1 0 F に示される強化層 2 c は、内側半径が内側リングの内側半径にほぼ等しく、外側半径が作動手段 5 の外側リングの外側半径にほぼ等しいリングの形態である。この構成では、強化層 2 c が固定領域 2 . 3 の一部を占めないことが仮定される。強化層 2 c のリングはリングの内側縁部に関かれた半径方向切込み 2 0 a を備え、半径方向切込み 2 0 a は作動手段の 2 つの隣接するセクタを分離する空間に関連して取り付けられる。これらの 2 つの図 1 0 E および 1 0 F は、さらに、リングの一方から形成された主作動手段、および他方のリングから形成された補足作動手段を示すことができる。

40

【 0 1 0 4 】

図示の様々な構成は限定ではなく、他のものが明らかに可能である。

【 0 1 0 5 】

次に、図 1 1 A、1 1 B を参照しながら、メンブレン 2 の変形を得る方法を説明する。図 1 1 A、1 1 B に示されたメンブレン 2 の変形形状は中間領域 2 . 2 で半径方向に 2 つの変曲点 4 0 を有する。

【 0 1 0 6 】

これらの 2 つの変曲点 4 0 は、例えば図 5 A で示されたように、主作動手段 5 および補足作動手段 5 ' を使用して得ることができる。

50

【0107】

図11Aでは、主作動手段5および補足作動手段5'は、メンブレン2の同じ側、この例では、メンブレン2と支持体1との間に閉じ込められた流体4と同じ側にある。作動中、これらの作動手段に関連する電極は、メンブレン2への異なる曲率を得るために逆に極性を与えられる。主作動手段5の圧電アクチュエータは半径方向に伸長され、補足作動手段5'の圧電アクチュエータは半径方向に収縮される。同じ効果は、メンブレン2の各側に主作動手段5および補足作動手段5'の圧電アクチュエータを配置することによって、および作動手段の一方の圧電アクチュエータの電極に他方の作動手段の圧電アクチュエータの電極と同じように極性を与えることによって得ることができる。主作動手段5および補足作動手段5'の圧電アクチュエータは同じように変形されて半径方向に伸長または収縮される。

10

【0108】

図11Aおよび11Bでは、メンブレン2は単層であるように示されているが、当然、多層とすることができ、図11Aに記載された作動手段は図9Fの構成に置きかえることができる。同様に、図11Bに記載された作動手段は図9Gまたは9Hの構成に置きかえることができる。補足作動手段は、図を混乱させないために、これらの図12に示されていない。この図に記載されたすべてのものは本発明による光学デバイスに当然適用される。

【0109】

支持体1は、本明細書の最初で示されたように単一体とすることができる。図12Aに示される変形形態のように、支持体1はフレーム1.5がプレート1.1に取り付けられることによって形成され、皿部3を形成することができる。プレート1.1は、光学デバイスが透過で動作するとき通過する光放射にとって透明であり、光学デバイスが反射で動作するとき反射する皿部3の底部を具現する。メンブレン2または流体4については上述したものからの変更はない。作動手段5は、リングに配置された単一の圧電アクチュエータの形態である。

20

【0110】

透明プレート1.1は、図12Aに示されるようにほぼ平行の平面な面によりほぼ一定の厚さを有することができる。少なくとも1つの面は、外面が凸面または凹面である図12B、12C、12Dに示されるように構造化することができる。光学デバイスにとって必要な光学性能に応じて選択が行われる。それは、光放射がレンズを通過できるようにする。フレーム1.5はシリコンのような半導体材料で製作することができ、それにより、作動手段5の制御の処理に関連する回路を統合することが可能になる。回路は、図を混乱させないために示されていない。透明プレート1.1はガラスまたはプラスチックで製作することができる。

30

【0111】

図12B、12Cでは、透明プレート1.1は凸面構造を有し、図12Dでは、凹面構造を有する。透明プレート1.1の構造は、例えば、機械加工または成型によって得ることができる。

【0112】

40

図12Eでは、支持体1はフレーム1.5によって具現され、透明プレート1.1は第2のメンブレン200と取り替えられている。第2のメンブレン200は、第1のメンブレン2とほぼ同じ表面を有する層を含む。2つのメンブレン2、200はフレーム1.5に固定され、各々主面の一方に固定される。それらは液体4の容器を製作するのに寄与する。これにより、メンブレン2の光学性能が向上する。説明される例では、作動手段5はメンブレン2の一方にのみ設けられる。他方のメンブレン200は作動されないが、それにもかかわらず、作動手段5が作動されると変形する。変形形態として、2つのメンブレンを作動させることができる。

【0113】

作動手段5を備えたメンブレン2は、図9Hに示されるように支持体1に封着された保

50

護キャップ201で覆われることが可能である。このキャップ201は空洞の境界を定める。例えば、取付けは、分子接合によって、有機接合によって、陽極接合によって、例えば、キャップ201と封着されるべき支持体1との間に挟まれる例えばAu/SiまたはAu/Snの合金層の共晶接合によって行うことができる。これらの接合技法は、マイクロエレクトロニクス産業およびマイクロシステムで現在使用されている。

【0114】

キャップ201は第2の流体4'が閉じ込められる空洞6の境界を定め、メンブレン2の上面、言い換えれば、第1の流体4に接触していない面は第2の流体4'に接触する。キャップ201の少なくとも中央部分と、第2の流体4'とは、光学デバイスの性質に応じてメンブレン2で反射されるか、またはそれを通過することになる入射光放射にとって透明でなければならない。

10

【0115】

キャップ201は、可視の波長を透過させるべきである場合、ガラス、またはポリエチレンテレフタレートPET、ポリエチレンナフタレート、ポリメチルメタクリレートPMMA、もしくはポリカーボネートPCなどの有機材料で製作することができる。変形可能メンブレン2をもつそのような光学デバイスは操作するのが困難である壊れやすい物体であるので、キャップ201はメンブレン2を保護する。

【0116】

光学デバイスはマイクロエレクトロニクスで知られている技法によって製作することができる。化学蒸着、物理気相電着、エピタキシー、熱酸化、蒸着、およびフィルム貼合せなどの薄層堆積技法を使用することができる。有機材料またはゾルゲルタイプ材料はスピニングによるスパッタリングによって堆積することができる。成型、エンボシング、熱エンボシング、ナノインプレッション技法を使用して、図12Bから12Dに示されたように基板の下面を構造化することができる。技法接合をさらに使用して、メンブレン2を支持体1に接合すること、または底部3をフレーム1.5に接合すること、またはキャップ201を支持体1に接合することができ、これらの技法は、例えば、直接接合、共晶接合、陽極接合、有機接合の中から選択することができる。底部をフレームに接合した後に、例えば、研削、化学的薄化、または2つのタイプの組合せによる薄化ステップを行うことができる。光学デバイスはバッチ的に製造することができ、異なるデバイスのキャップ201はすべてまとめて製作することができる。

20

30

【0117】

メンブレン2は、ポリジメチルシロキサン、ポリメチルメタクリレート、ポリエチレンテレフタレート、ポリカーボネート、パリレン、エポキシ樹脂、感光性ポリマー、Shinn-EtsuによるSiNRまたはDow CorningによるWL5150という名称で知られているもののようなシリコンなどの有機材料、またはシリコン、酸化ケイ素、窒化ケイ素、炭化ケイ素、多結晶シリコン、窒化チタン、ダイヤモンド状炭素、スズインジウム酸化物、アルミニウム、銅、ニッケルなどの無機質材料から製作することができる。

【0118】

流体4、4'の各々は、炭酸プロピレン、水、指標液体、光学オイル、もしくはイオン液体のような液体、または例えば、空気、窒素、ヘリウムなどの気体とすることができる。

40

【0119】

作動手段5、5'の圧電材料は、PZT、すなわち化学式 $Pb(Zr_x, Ti_{1-x})O_3$ をもつジルコン酸チタン酸鉛、窒化アルミニウムAlN、ポリフッ化ビニリデン(PVDF)およびそのトリフルオロエチレン(TrFE)とのコポリマー、酸化亜鉛ZnO、チタン酸バリウムBaTiO₃、ニオブ酸鉛PNbO₃、チタン酸ビスマスBi₄Ti₃O₁₂、または2/3に等しい金属/酸素比をもつ酸化物である他のシレナイトの中から選択することができる。

【0120】

50

PZTなどの圧電材料で製作される層の堆積は約800℃での高温アニーリングを必要とする。多くの場合、メンブレン2で使用される材料はこれらの温度に耐えないことになる。したがって、第1のステップは、圧電材料作動手段を製作し、それをメンブレンに後で組み立てることである。これらの制約は、本発明による光学デバイスの製造中にスタックを生成するとき考慮に入れられなければならない。

【0121】

発明者らは、本発明による光学デバイスが製作される異なる材料は同じ熱膨張係数を有していないので、光学デバイスの焦点距離が望ましくないように変化することがあることが分かった。

【0122】

したがって、温度変化に起因する焦点距離の変化を補償するための手段を備えることができる。図13A、13Bを参照されたい。

【0123】

これらの補償手段95は、図13Aに示されるように中間領域2.2に突き出るように固定領域2.3でメンブレン2に、または図13Bに示されるように皿部3の底部3.1に、リングに配置された1つまたは複数の熱バイモルフ素子95.1から形成される。これらのバイモルフ素子95.1はこの補償のために専用に設けられる。特に、メンブレン2と支持体1の間に閉じ込められた流体4の体積の増加を、したがって、メンブレン2の望ましくない変形を引き起こす温度の上昇の影響下で、バイモルフ素子95.1は、その厚さを増加させることによって皿部3の体積を増加させるように変形する。異なる熱膨張係数をもつ材料から製作された2つの重畳された層から形成されたバイモルフ素子95.1は、当業者にいかなる問題ももたらさないであろう。

【0124】

図13Bに示された構成では、支持体1は図12Bで示された支持体と同様である。流体側4において、バイモルフ素子95.1はフレーム1.5上にあり、透明プレート1.1まで突き出る。透明プレート1.1の中央部分は凹面であり、その周辺に細い溝を含む。光軸に沿って可撓性を与え、皿部3の体積の増加を可能にするために、膨張接続部96がプレート1.1とフレーム1.5との間に挿入される。皿部3の体積の増加は、固定領域2.3および/または支持体1の端部のまわりのメンブレン2の変形によることになる。この目的は、メンブレン2と支持体1との間に閉じ込められた流体4の膨張が中央領域2.1におけるメンブレン2の偏位に、したがって光学デバイスの焦点距離にいかなる影響もないことである。

【0125】

変形形態として、温度変化の影響下で焦点距離の変化を補償するために設けられる手段95は、主作動手段5または補足作動手段5'の少なくとも1つの単一リングに配置された圧電アクチュエータ5.1で行うことができる。例えば、それは、図6BのリングCintにより配置された圧電アクチュエータとすることができる。

【0126】

次のステップは、光学デバイスの動作温度、例えば、-20℃から+60℃の範囲内で、圧電材料のブロックが光学デバイスの他の材料、すなわち、支持体1、キャップがあるならば場合によってはキャップ1、および圧電材料の他のブロック、第1の流体4および第2の流体4'、ならびに当然メンブレン2の熱膨張を相殺するように、適切な熱膨張係数をもついくつかの圧電材料のスタックとして圧電材料から製作された圧電アクチュエータのブロックを製作することである。当然、この補償は、関係する圧電材料のブロックに電界を印加することなしに行われることになる。

【0127】

さらに、温度変化の影響下で焦点距離の変化を補償するための手段95は、気候条件に関係なくメンブレン2に加えられた残留応力が確実にほぼ一定のままであるようにするのに寄与することができる可能性がある。したがって、これにより、光学デバイスの性能を劣化させる影響がある過度の圧縮応力または過度の引張応力の場合に、メンブレン2のバ

10

20

30

40

50

ックリング (buckling) またはクリンプリング (crimping) の発生が避けられる。

【 0 1 2 8 】

メンブレン 2 の材料は、製造方法の要求事項を満足させるように、または液体レンズもしくはミラーが特定の性能を達成するように選択される。

【 0 1 2 9 】

中央領域 2 . 1 がより可撓性である場合、光学デバイスの効率はその与のエネルギー消費量に対してより良好である。シリコン有機材料は特に好適である。次に、中央領域から少なくとも中間領域まで、またはさらに固定領域まで延びる有機層上に、例えば、酸化ケイ素および / または窒化ケイ素などの無機質材料で製作された強化層を設けることによって、メンブレンを中間領域でより堅くすることが好ましい。中央領域 2 . 1 が酸化ケイ素または窒化ケイ素で製作されるメンブレン 2 も好適であることになる。

【 0 1 3 0 】

さらに、作動手段は、メンブレン 2 に取り付けられた後、メンブレン 2 の予定された挙動を乱さないように準備されることになる。静止状態のメンブレン 2 の変形形状は、光学デバイスの所要の使用目的に適合しなければならない。静止状態で、メンブレン 2 は、ほぼ平面、または凹面もしくは凸面ジオブターを形成することができる。

【 0 1 3 1 】

さらに、静止状態のメンブレンは、いかなるクリンプリングまたはバックリングも引き起こさない十分に低い残留圧縮応力を受けるように準備されることになる。同様に、静止状態で、メンブレン引張応力は、メンブレンが作動手段の作動に効率的に反応するように十分に低くなければならないが、それは、過度の引張りがメンブレンに加えられている場合そうではないことになる。したがって、引張応力と圧縮応力との間で妥協を見つけなければならない。

【 0 1 3 2 】

強化層は、作動手段によって印加された圧力を、メンブレンと支持体との間に閉じ込められた流体に印加し、その結果、所要の流体変位を生成するように十分堅くしなければならない。強化層に使用することができる材料のリストが以下で与えられる。それは、ヤング率が数十 GPa と数百 GPa との間にある数十ナノメートルから数マイクロメートルの程度の厚さのチタン、窒化チタン、アルミニウムなどの金属材料とすることができる。それは、数十ナノメートルから数マイクロメートルの程度の厚さを有し、ヤング率が数十 GPa と数百 GPa との間にある酸化ケイ素、窒化ケイ素などの材料とすることができる。最後に、それは、数マイクロメートルの厚さを有し、ヤング率が数 GPa である感光性ポリマー、特にベンゾシクロブテン (BCB) などの有機材料からなることができる。

【 0 1 3 3 】

次に、本発明による可変焦点距離をもつ光学デバイスの製造方法の一例を考える。犠牲層を使用することになる。図 1 4 A から 1 4 G を参照されたい。

【 0 1 3 4 】

出発点は皿部 3 がエッチングされた基板 1 0 0 である。基板 1 0 0 は、例えば、ガラスで製作することができる (図 1 4 A) 。それは支持体を形成する。犠牲材料 1 0 1 が皿部 3 に堆積される (図 1 4 B) 。犠牲材料 1 0 1 は、有機体、例えば、感光性樹脂、または酸化ケイ素などの無機質材料とすることができる。

【 0 1 3 5 】

メンブレン 2 が犠牲材料 1 0 1 上に形成され、その結果、メンブレン 2 は皿部 3 の縁部を越えて突き出し、それに固定される (図 1 4 C) 。上記で列記した材料から選択された材料をメンブレン 2 のために堆積させることができる。堆積はスピンコートまたは化学蒸着で行うことができる。

【 0 1 3 6 】

次のステップは、支持体 1 に接触しない中間領域に作動手段 5 を形成することである (図 1 4 D) 。作動手段 5 は、薄層堆積、リソグラフィ、エッチングなどのマイクロシステ

10

20

30

40

50

ムで使用される技法によって堆積される。次のステップは犠牲材料を除去することによってメンブレン 2 を解放することである。これは、光学場（中央領域）の外側で、基板 100 に、犠牲材料 101 に達するまで少なくとも 1 つの孔 107 を孔あけすることによって行うことができる。孔 107 は貫通し、皿部 3 に通じる（図 14 E）。除去は化学的もしくは熱的とすることができ、または酸素プラズマによることができる。次に、皿部 3 は流体 4 で充満される（図 14 F）。充満は、流体 4 の浸透を促進し、液体の場合に泡の形成を妨げるように皿部 3 に負圧を与えることによって行うことができる。最後に、孔 107 は、流体 4 が流出することができないように閉じられる（図 14 F）。有機材料を使用することができる。ステップの順序は限定的でない。

【0137】

10

主作動手段 5 は、例えば、メンブレン 2 が解放された後で充満する前または後に形成することもできる。主作動手段 5 が、最終的に、支持体 1 とメンブレン 2 との間に閉じ込められた流体 4 の側になければならない場合、主作動手段 5 はメンブレン 2 が形成される前に犠牲層 101 上に形成することもできる。そのような構成では、メンブレン 2 は作動手段 5 の上にある。補足作動手段は、当然、主作動手段と同じように形成することができる。補足作動手段は、図を混乱させないために図 12 では示されていない。

【0138】

静止状態のメンブレン 2 が凹面または凸面に湾曲されることが必要とされる場合、犠牲層 101 がメンブレン 2 への金型として働くので、適切な曲率が犠牲層 101 の自由面に与えられる。湾曲したメンブレン 2 を得るための別の解決策は、メンブレン 2 を解放した

20

【0139】

メンブレン 2 は、図 9 H で説明したように支持体 1 およびキャップ 201 を組み立てることにより本発明による光学デバイスを製作することによって保護することができる。キャップ 201 は固体である必要はなく、図 14 G では、それは中央部分が窪んでおり、開口が参照番号 202 として示されている。接着剤封着部 J を使用して支持体 1 およびキャップ 201 を組み立てる。

【0140】

30

可変焦点距離をもつそのような光学デバイスは、カメラ、特に携帯電話のカメラで使用する。図 15 A を参照されたい。そのようなカメラは、本発明による可変焦点距離 L をもつ少なくとも 1 つの液体レンズタイプの光学デバイスを含む対物レンズ 80 と、基板 82 に支持された例えば CCD または CMOS タイプの画像センサ 81 とを縦続して含む。説明される例では、対物レンズ 80 は、固定焦点距離をもつ少なくとも 1 つのレンズ 83 と、本発明による液体レンズ L とを含む。以下では、固定焦点距離をもつこのレンズ 83 は従来の光学ブロックと呼ばれることになる。液体レンズ L は従来の光学ブロック 83 と画像センサ 81 との間に配置される。変形形態として、従来の光学ブロック 83 は液体レンズ L と画像センサ 81 との間にあることができる。従来の光学ブロック 83 は静的である。既に見たように、製造方法のために、液体レンズ L は MOEMS（微小光電子機械システム）であると考えることができる。可変焦点距離をもつ液体レンズ L は、対物レンズ 80 の特性および画像センサ 81 によって決まるある距離に配置されるが、この距離が小さい場合、液体レンズ L および画像センサ 81 は、AIC（集積回路上（above integrated circuit））技術または WLCSP（ウェハレベルチップスケールパッケージ）技術を使用してそれらを統合することによって単一の構成要素として製作されなければならない。液体レンズ L の焦点距離は、静止状態の液体の圧力、さらに静止状態のメンブレン 2 の曲率、および液体の屈折率を最適化することによって適合される。

40

【0141】

カメラが図 15 B に示されるようなズーム機能をさらに含む場合、少なくとも 2 つの固

50

定焦点距離レンズ 83 . 1、83 . 2 をもつ光学ブロック 83 と、2つの液体レンズ L および L' が使用されることになり、図 15 B に示されるように、2つの液体レンズ L および L' の一方は光学ブロック 83 の2つのレンズ 83 . 1 と 83 . 2 との間にあり、他方は画像センサ 81 の近くにあることになる。これらの図 15 A、15 B では、L および L' で参照される本発明による光学デバイスは極めて概略的に示されており、それらの作動手段は示されていない。

【0142】

本発明による所与のサイズの光学デバイスでは、作動手段の表面は、いくつかのリングに配置されたいくつかの圧電アクチュエータを使用することによって最大にすることができる。作動手段によって供給されるエネルギーを最大にして、一定の電力供給電圧による流体変位を、したがって、光学デバイスの性能を改善し、または等価な光学性能に対する電力供給電圧を最小にすることができる。

10

【0143】

いくつかの圧電アクチュエータリングを有し、その少なくとも1つが単一の圧電アクチュエータを含み、その少なくとも1つがいくつかの基本圧電アクチュエータを含む構成は、リングの1つにおける単一の圧電アクチュエータによる高い作動パワーと、別のリングの基本圧電アクチュエータによる非軸対称変形とを与えることができる。

【0144】

主作動手段を中間領域でメンブレンにのみ固定することによって、デバイスのサイズは、作動手段が支持体に固定される構成により可能となるものよりも小さくすることができる。

20

【0145】

温度変化に起因する焦点距離の変化を補償する手段を設けると、所与の範囲内で温度に関係なくデバイスの焦点距離を一定に保持することが可能になる。

【0146】

本発明のいくつかの実施形態が詳細に説明されたが、本発明のフレームワークから逸脱することなく様々な改変および変更を行うことができ、特に、メンブレンおよび作動手段を製作するために他の方法を使用することができることが理解されよう。

【符号の説明】

【0147】

30

- 1 支持体
- 1 . 1 透明プレート
- 1 . 5 フレーム
- 2 メンブレン
- 2 . 1 中央領域
- 2 . 2 中間領域
- 2 . 3 固定領域
- 2 a 上にある層
- 2 b 主層、下にある層、連続層
- 2 c 強化層
- 3 皿部、空洞
- 3 . 1 底部
- 4 第1の流体、流体
- 4' 第2の流体
- 5 主作動手段、主圧電作動手段、作動手段
- 5 . 1 圧電アクチュエータ、基本圧電アクチュエータ
- 5' 補足作動手段、補足圧電作動手段
- 5 . 1' 圧電アクチュエータ、基本圧電アクチュエータ
- 6 空洞
- 20 a 半径方向切込み

40

50

- 40 変曲点
- 50 圧電材料のブロック
- 51、52 電極
- 70 受動圧電アクチュエータ
- 80 対物レンズ
- 81 画像センサ
- 82 基板
- 83 光学ブロック
- 83.1、83.2 固定焦点距離レンズ
- 95 補償手段
- 95.1 熱バイモルフ素子
- 96 膨張接続部
- 100 基板
- 101 犠牲材料、犠牲層
- 107 孔
- 200 第2のメンブレン
- 201 キャップ
- 202 開口
- B ロッド
- C リング
- C i n t 内側リング
- C e x t 外側リング
- J 接着剤封着部
- L、L' 液体レンズ
- S C リングセクタ

10

20

【図1A】

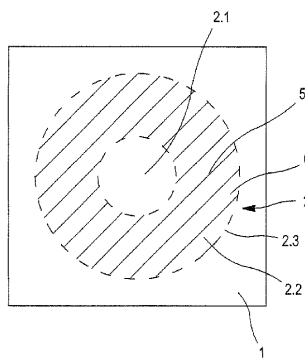


FIG. 1A

【図1B】

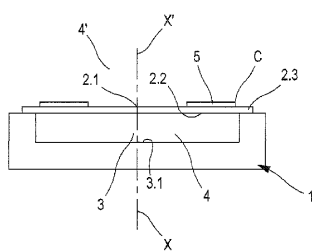


FIG. 1B

【図2A】

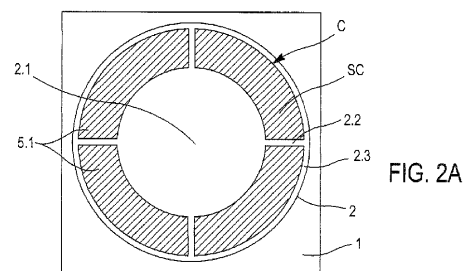


FIG. 2A

【図2B】

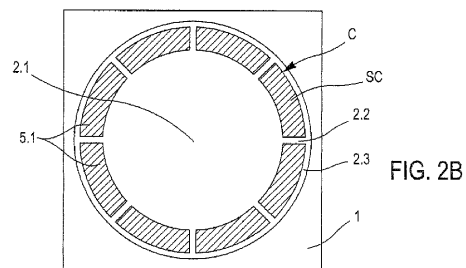
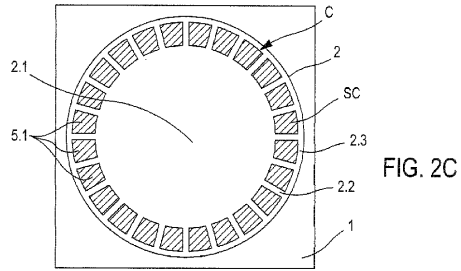
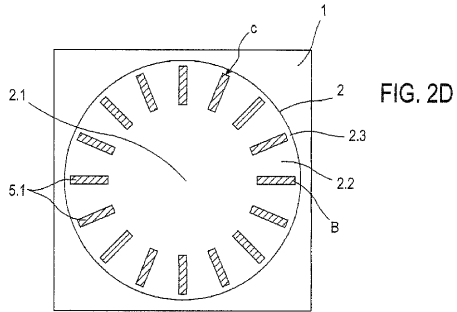


FIG. 2B

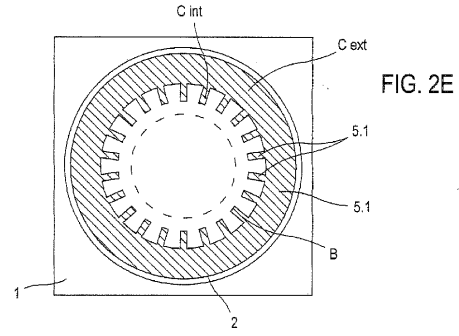
【図 2 C】



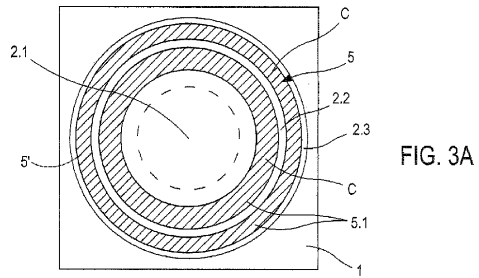
【図 2 D】



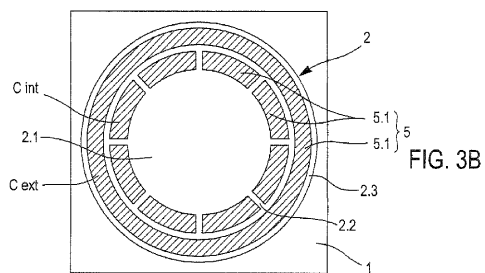
【図 2 E】



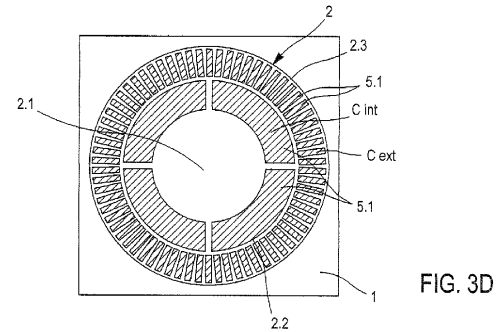
【図 3 A】



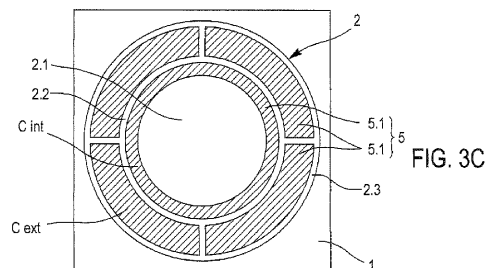
【図 3 B】



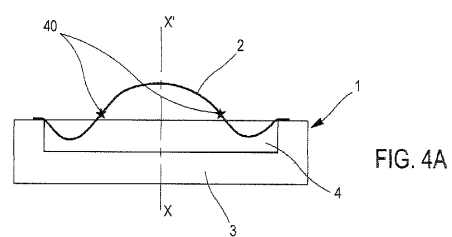
【図 3 D】



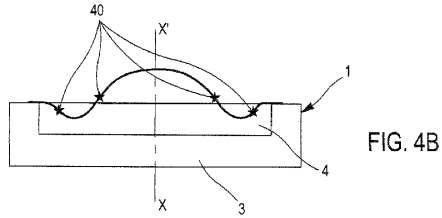
【図 3 C】



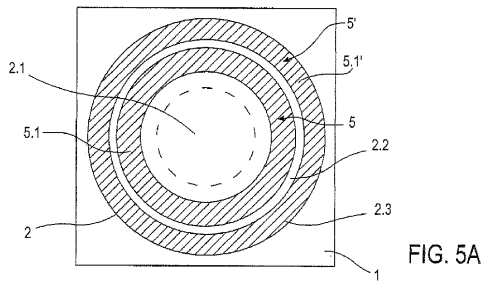
【図 4 A】



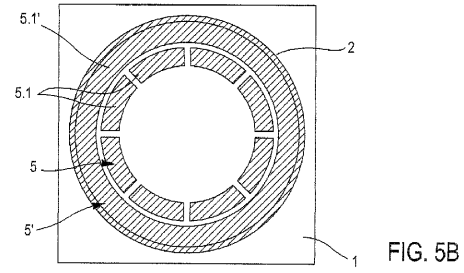
【図 4 B】



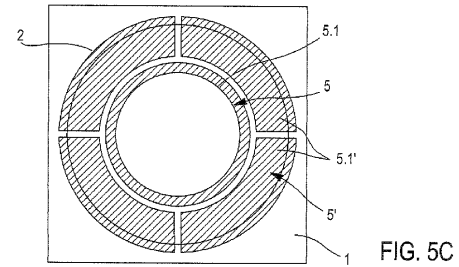
【図 5 A】



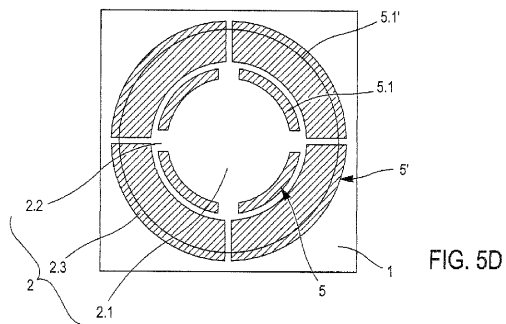
【図 5 B】



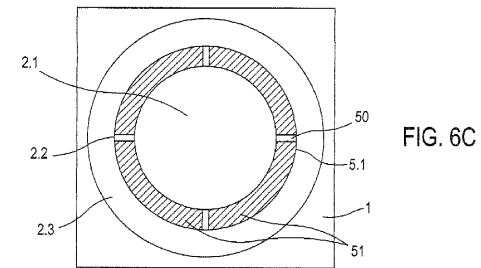
【図 5 C】



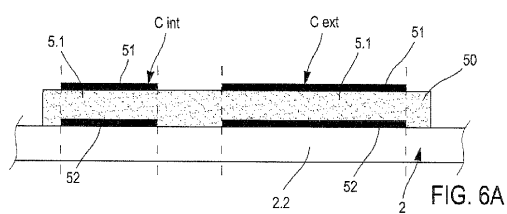
【図 5 D】



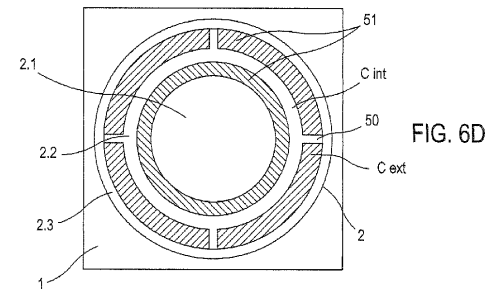
【図 6 C】



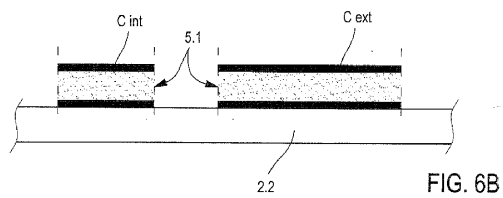
【図 6 A】



【図 6 D】



【図 6 B】



【図 6 E】

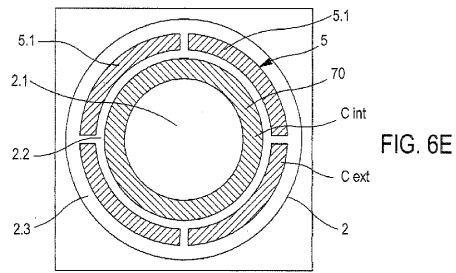


FIG. 6E

【図 7 A】

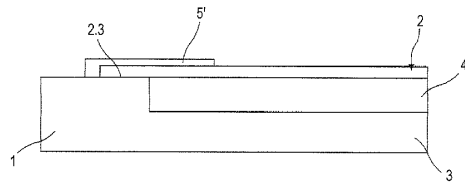


FIG. 7A

【図 7 B】

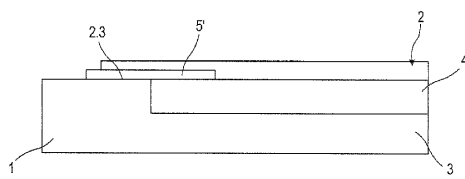


FIG. 7B

【図 8 C】

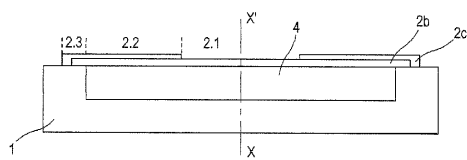


FIG. 8C

【図 9 A】

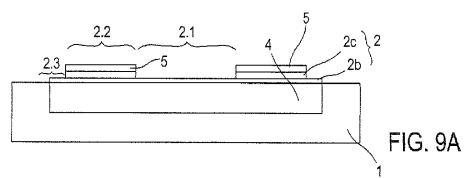


FIG. 9A

【図 9 B】

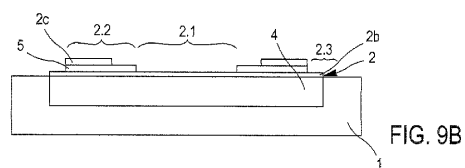


FIG. 9B

【図 9 C】

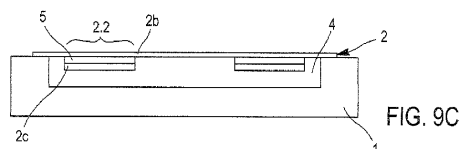


FIG. 9C

【図 7 C】

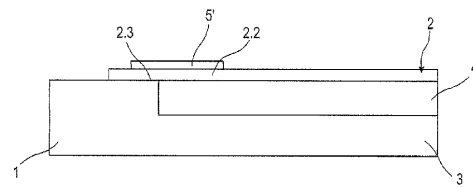


FIG. 7C

【図 8 A】

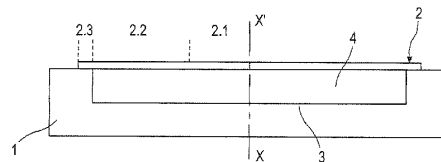


FIG. 8A

【図 8 B】

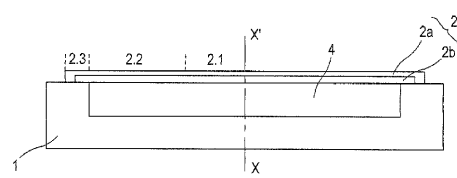


FIG. 8B

【図 9 D】

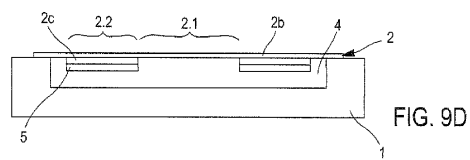


FIG. 9D

【図 9 E】

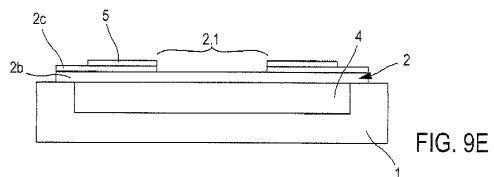


FIG. 9E

【図 9 F】

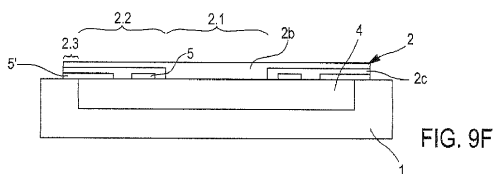


FIG. 9F

【図 9 G】

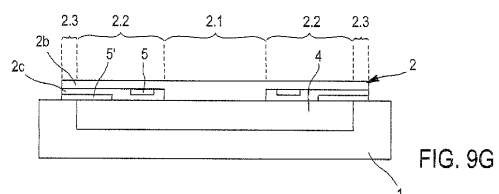
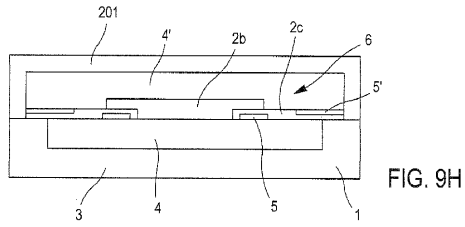
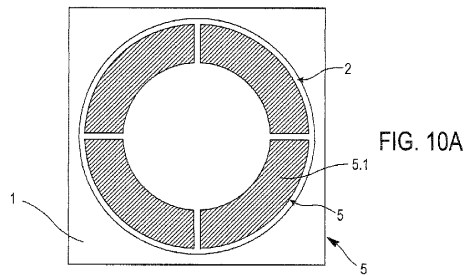


FIG. 9G

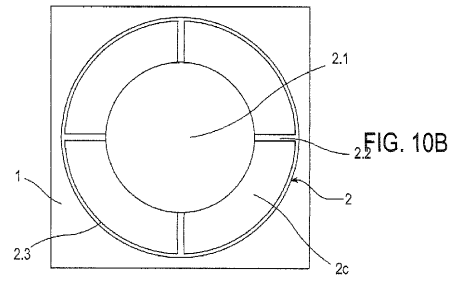
【図 9 H】



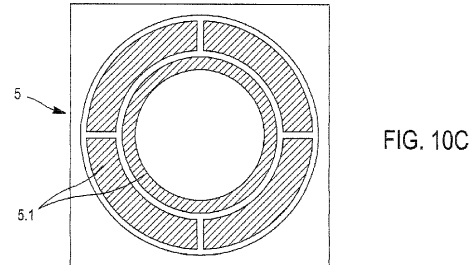
【図 10 A】



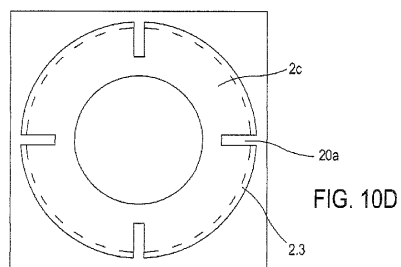
【図 10 B】



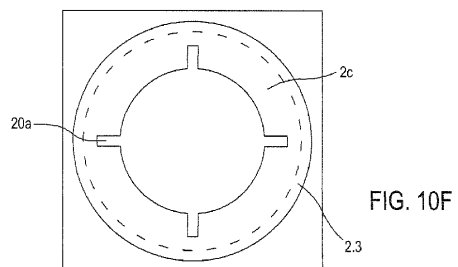
【図 10 C】



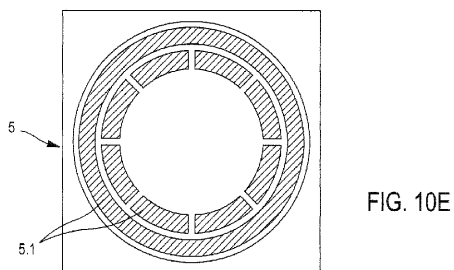
【図 10 D】



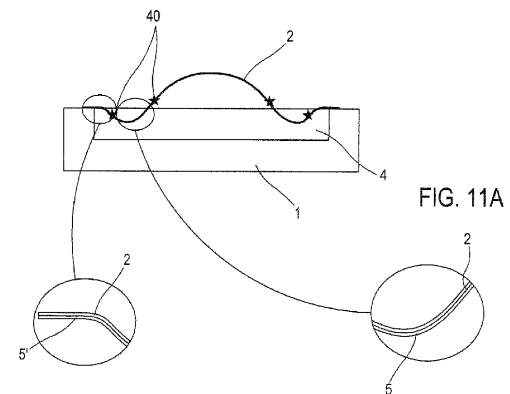
【図 10 F】



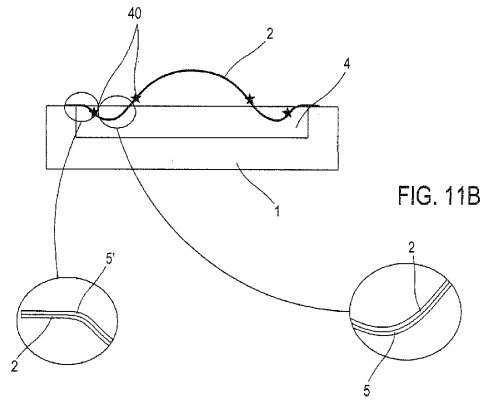
【図 10 E】



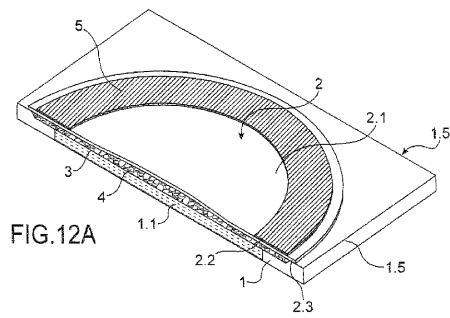
【図 11 A】



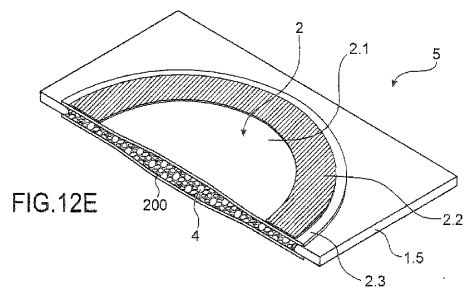
【図 1 1 B】



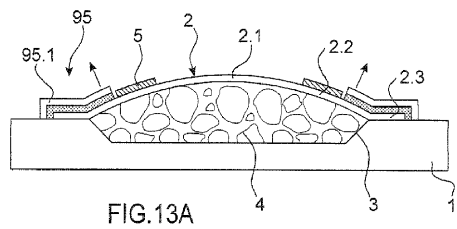
【図 1 2 A】



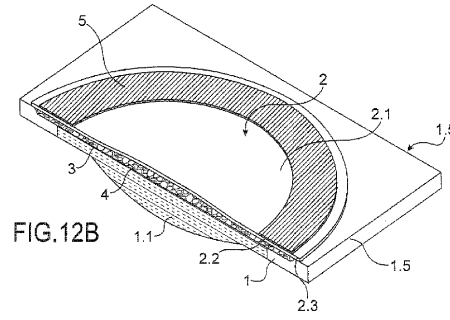
【図 1 2 E】



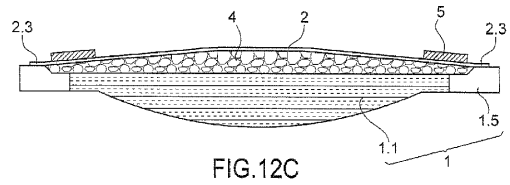
【図 1 3 A】



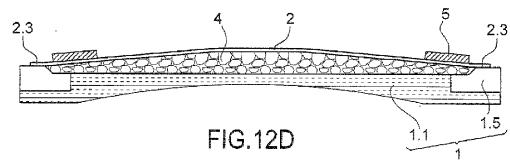
【図 1 2 B】



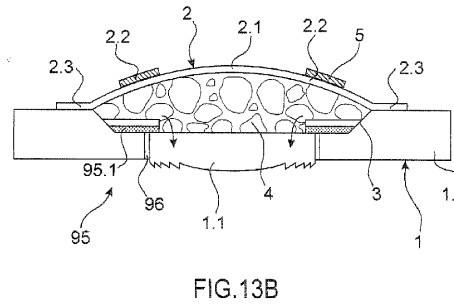
【図 1 2 C】



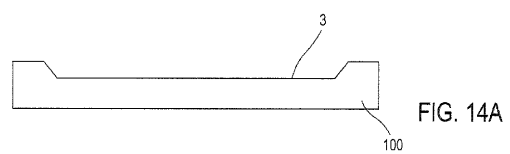
【図 1 2 D】



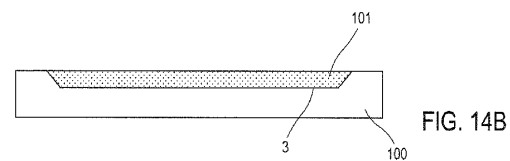
【図 1 3 B】



【図 1 4 A】



【図 1 4 B】



【図 14 C】

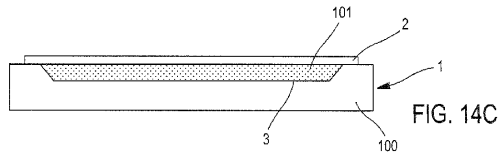


FIG. 14C

【図 14 D】

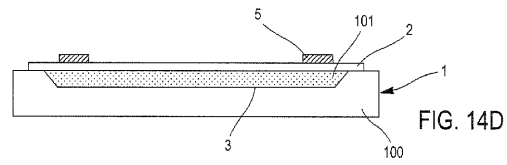


FIG. 14D

【図 14 E】

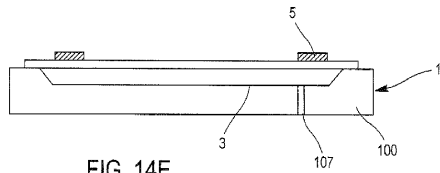


FIG. 14E

【図 14 F】

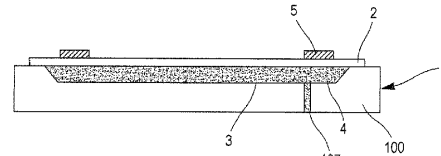


FIG. 14F

【図 14 G】

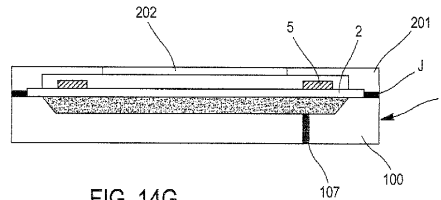


FIG. 14G

【図 15 A】

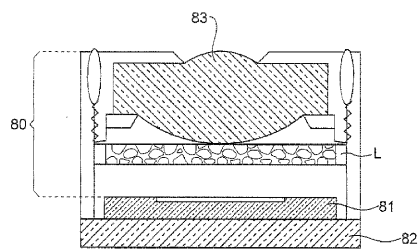


FIG. 15A

【図 15 B】

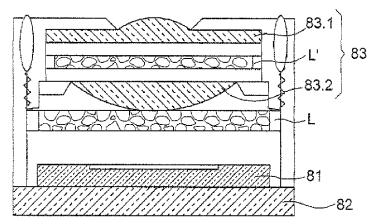


FIG. 15B

フロントページの続き

(72)発明者 ステファン・モロー

フランス・F - 3 8 3 4 0 ・ル・シュヴァロン・ドゥ・ヴォルップ・アレ・ジャン・パン・4 3

審査官 吉川 陽吾

(56)参考文献 特開 2 0 0 5 - 0 9 2 1 7 5 (J P , A)

国際公開第 2 0 0 9 / 0 1 0 5 5 9 (W O , A 1)

特開 2 0 0 2 - 1 8 9 1 9 3 (J P , A)

国際公開第 2 0 0 9 / 0 1 0 5 6 2 (W O , A 1)

特表 2 0 1 0 - 5 1 8 4 4 4 (J P , A)

特表 2 0 1 3 - 5 0 4 7 7 9 (J P , A)

米国特許出願公開第 2 0 0 5 / 0 0 3 0 4 3 8 (U S , A 1)

特表 2 0 1 0 - 5 3 3 8 8 6 (J P , A)

米国特許出願公開第 2 0 1 0 / 0 1 8 2 7 0 3 (U S , A 1)

特表 2 0 1 0 - 5 3 3 8 8 7 (J P , A)

米国特許出願公開第 2 0 1 0 / 0 1 9 5 2 1 3 (U S , A 1)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G 0 2 B 3 / 1 4