

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2004-4616

(P2004-4616A)

(43) 公開日 平成16年1月8日(2004.1.8)

(51) Int. Cl. <sup>7</sup>	F I	テーマコード (参考)
<b>G02F 1/13</b>	G02F 1/13 505	2H088
<b>G02F 1/1333</b>	G02F 1/1333 505	2H089
<b>G02F 1/1347</b>	G02F 1/1347	2H090

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2003-71921 (P2003-71921)	(71) 出願人	396020800 科学技術振興事業団
(22) 出願日	平成15年3月17日 (2003.3.17)		埼玉県川口市本町4丁目1番8号
(31) 優先権主張番号	特願2002-81922 (P2002-81922)	(74) 代理人	100058479 弁理士 鈴江 武彦
(32) 優先日	平成14年3月22日 (2002.3.22)	(74) 代理人	100091351 弁理士 河野 哲
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	(74) 代理人	100088683 弁理士 中村 誠
		(74) 代理人	100108855 弁理士 蔵田 昌俊
		(74) 代理人	100075672 弁理士 峰 隆司
		(74) 代理人	100109830 弁理士 福原 淑弘

最終頁に続く

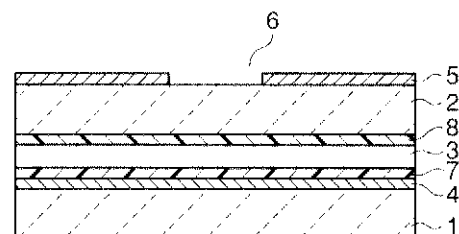
(54) 【発明の名称】 液晶レンズ

## (57) 【要約】

【課題】簡単な構造で、きわめて容易に且つ迅速に焦点を可変制御できる液晶レンズを提供すること。

【解決手段】透明な第1の電極を有する第1の基板、孔を有する第2の電極、および前記第1の基板と第2の電極との間に、前記第1の電極と対向するように収容された、液晶分子を一方向に配向させた第1の液晶層を備え、前記第1の電極と第2の電極との間に電圧を加えて液晶分子の配向制御を行う液晶レンズにおいて、前記孔を有する第2の電極と前記第1の液晶層との間に、第1の絶縁層を配置したことを特徴とする。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

透明な第 1 の電極を有する第 1 の基板、孔を有する第 2 の電極、および前記第 1 の基板と第 2 の電極との間に、前記第 1 の電極と対向するように收容された、液晶分子を一方向に配向させた第 1 の液晶層を備え、前記第 1 の電極と第 2 の電極との間に電圧を加えて液晶分子の配向制御を行う液晶レンズにおいて、前記孔を有する第 2 の電極と前記第 1 の液晶層との間に、第 1 の絶縁層を配置したことを特徴とする液晶レンズ。

## 【請求項 2】

前記第 2 の電極上に、透明な第 3 の電極を有する第 2 の基板、および前記第 2 の基板と第 2 の電極との間に、前記第 3 の電極と対向するように收容された、液晶分子を一方向に配向させた第 2 の液晶層を更に備え、前記孔を有する第 2 の電極と前記第 2 の液晶層との間に、第 2 の絶縁層を配置したことを特徴とする請求項 1 に記載の液晶レンズ。

10

## 【請求項 3】

前記第 2 の電極の孔の周辺に、前記孔よりもサイズの小さい開口部を有する、前記孔を通過する光を制限する光遮断部材が設けられていることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の液晶レンズ。

## 【請求項 4】

前記第 2 の電極の孔が、円形、楕円形、4 角形、6 角形、又は多角形であることを特徴とする請求項 1 ~ 3 のいずれかの項に記載の液晶レンズ。

## 【請求項 5】

前記第 1 の電極に電位勾配を形成する手段を更に具備することを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれかの項に記載の液晶レンズ。

20

## 【請求項 6】

前記第 1 の電極に電位勾配を形成する手段は、前記第 1 の電極を通過する光軸とは垂直方向の両端に取付けられた電極間に電圧を印加する手段であることを特徴とする請求項 5 に記載の液晶レンズ。

## 【請求項 7】

前記第 1 の電極は、 $100 \sim 1M$  の電気抵抗を有することを特徴とする請求項 5 又は 6 に記載の液晶レンズ。

## 【請求項 8】

請求項 1 ~ 7 のいずれかの項に記載の液晶レンズを 2 次元アレイ状に配置したことを特徴とする液晶レンズアレイ。

30

## 【請求項 9】

請求項 1 ~ 7 のいずれかの項に記載の液晶レンズの前記第 1 の液晶層は重合硬化性液晶からなり、前記第 1 の液晶層に所定の電圧を印加して、液晶分子の配向を制御した状態で紫外線又は可視光線を照射して硬化させてなる高分子レンズ。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

## 【発明の属する技術分野】

本発明は、簡単な構造を有し、外部電圧により焦点距離を変えることの可能な液晶レンズに関する。

40

## 【0002】

## 【従来の技術】

液晶は、液体のような流動性を有し、電気的光学的特性に異方性を示し、かつ分子配向状態を種々制御できるという特徴を有している。かかる液晶の特徴を使用した液晶表示素子は、薄型軽量の平板型表示素子として、近年、目覚ましい発展を続けている。

## 【0003】

液晶分子の配向状態は、液晶表示素子を構成する 2 枚の透明導電膜を付したガラス基板の表面の処理や、外部印加電圧により容易に制御することができるので、液晶は、電圧印加により実効的な屈折率を異常光に対する値から常光に対する値まで連続的に可変できると

50

いう、他の光学材料にないすぐれた特性を有している。

【0004】

これまで、ネマティック液晶における電気光学効果を利用することで、通常の液晶ディスプレイにおける平行平板形の素子構造とは異なり、2枚の透明電極を付けたガラス基板を互いに傾けて液晶層をプリズム形構造とした光偏向素子や、基板面が湾曲し、液晶層がレンズ構造となるようにした焦点可変レンズが考案されている（例えば、非特許文献1、特許文献1参照）。

【0005】

また、光学媒質に空間的な屈折率分布を与えることでレンズ効果を得る方法が知られており、セルフオクレンズとして市販されている。ネマティック液晶セルにおいて、液晶分子は電界の方向に配向するという性質を利用すると、軸対称的な不均一電界による液晶分子配向効果により、空間的な屈折率分布特性を有する液晶レンズを得ることができている（例えば、特許文献2参照）。また、このような液晶を用いたレンズでは、多数の微小なレンズ（マイクロレンズ）を平板状に2次元的に配列したマイクロレンズアレイとすることが比較的容易にできるという特徴がある。

10

【0006】

これらの液晶を用いた光学素子は、通常の変動型の光学素子とは異なり、媒質である液晶の屈折率を電圧印加により容易に可変制御できるため、偏向角を可変できるプリズム素子や焦点距離を可変できる液晶レンズとして実現することが出来る。

【0007】

さらに、同心円状の輪帯の電極に異なる電圧を加えることで電位の空間分布を形成し、液晶分子の配向分布に基づく屈折率の空間分布を利用した液晶レンズが報告されており、補償光学系への応用が試みられている。

20

【0008】

一般に、ネマティック液晶セルにおいて電圧印加により液晶分子が電界方向に配向する場合の電界に対する応答特性は、液晶層の厚みの2乗にほぼ比例して長くなることが知られている。また、液晶層の厚みが数100 $\mu\text{m}$ 程度になると、液晶セルの基板界面による液晶分子の配向効果が液晶層の中央領域にまで及ばなくなるため、液晶層が白濁し、透過率が減少するという問題点も知られている。

【0009】

なお、上述したように、液晶レンズは、電圧を印加することにより焦点距離を変えることが出来るが、光軸と垂直な方向へ焦点を変えることは出来なかった。これに対し、円形穴型パターンを有する2枚の対向する電極をスリットで分割して、各分割電極に異なる電圧を印加することで軸対称的な屈折率分布を非対称的な分布とし、入射光に対する偏向効果を生じさせ、光軸と垂直な方向へ焦点の位置を変える技術が知られている（例えば、特許文献3参照）。

30

【0010】

【非特許文献1】

応用物理45巻10号938頁(1976)

【0011】

【特許文献1】

特開昭54-151854号公報

【0012】

【特許文献2】

特開平10-239676号公報

【0013】

【特許文献2】

特開平11-109304号公報

【0014】

【発明が解決しようとする課題】

40

50

以上挙げた従来技術のうち、液晶層がレンズ構造となるようにした液晶レンズでは、凸レンズの場合にレンズの中央部分が、また、凹レンズの場合にレンズの周辺部分の液晶層の厚みが厚くなるため、直径が数mm以上のレンズを構成しようとする、液晶層の厚みが数100ミクロン以上の厚みになってしまい、応答回復時間が数秒から数十秒という長い時間を要し、また液晶が白濁してしまうという問題があった。

【0015】

また、電界により液晶分子が再配向する場合に、液晶のダイレクタが基板面から立ち上がる方向がセルの中央付近で互いに逆の方向になるために、液晶分子配向が不連続となるディスクリネーションラインが発生して、レンズの光学特性が劣化するという問題点があった。

10

【0016】

一方、軸対称の不均一電界による液晶分子の空間配向分布特性を利用する液晶マイクロレンズにおいては、片側の基板にのみ円形の穴型パターンを有する場合にはレンズとしての光学的特性が悪く、またディスクリネーションラインの発生が生じやすいという問題があり、両方の基板に円形の穴型パターンを設けることが必要とされていた。この場合には、両基板における穴型パターンの位置を正確に合わせることを要求されると言う問題点があった。

【0017】

更に、円形穴型パターンの直径と液晶層の厚みの比が2対1から3対1程度の場合に、レンズとしての特性が良好になることが知られているが、レンズの直径が1mm程度になると液晶層の厚みを数100μm程度としなければならないので、前述の応答特性が極めて遅くなり、また液晶層の白濁現象が生じるという問題があった。

20

【0018】

また、電極を微細なスリットで分割して互いに異なる電圧を印加して、入射光に対する偏向効果を生じさせ、光軸と垂直な方向へ焦点を変える技術は、液晶レンズの構造や駆動方法が複雑になるという問題があり、また各電極間において液晶分子の配向が不連続となるディスクリネーションが発生することが多いという問題があった。

【0019】

本発明の目的は、上述の各問題を解決し、簡単な構造で、きわめて容易に且つ迅速に焦点を可変制御することが可能な液晶レンズを提供することにある。

30

【0020】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため、本発明は、透明な第1の電極を有する第1の基板、孔を有する第2の電極、および前記第1の基板と第2の電極との間に、前記第1の電極と対向するように收容された、液晶分子を一方向に配向させた第1の液晶層を備え、前記第1の電極と第2の電極との間に電圧を加えて液晶分子の配向制御を行う液晶レンズにおいて、前記孔を有する第2の電極と前記第1の液晶層との間に、第1の絶縁層を配置したことを特徴とする液晶レンズを提供する。

【0021】

本発明に係る液晶レンズにおいて、2つの液晶レンズを、孔を有する第2の電極を共通にして背中合わせに積層した構成とすることが出来る。即ち、第2の電極上に、透明な第3の電極を有する第2の基板、および第2の基板と第2の電極との間に、第3の電極と対向するように收容された、液晶分子を一方向に配向させた第2の液晶層を更に備え、孔を有する第2の電極と第2の液晶層との間に、第2の絶縁層を配置した構成とすることが出来る。

40

【0022】

また、第2の電極の孔の周辺に、孔よりもサイズの小さい開口部を有する、孔を通過する光を制限する光遮断部材を設けることが出来る。

【0023】

第2の電極の孔は、任意の形状でよく、例えば、円形、楕円形、4角形、6角形、又は多

50

角形とすることが出来る。

以上のように構成される本発明の液晶レンズは、構造が極めて簡単であり、第1および第2の電極間に電圧を印加することにより、容易に焦点距離を変えることができ、また、任意の形状寸法で構成することが可能である。

【0024】

本発明に係る液晶レンズは、第1の電極に電位勾配を形成する手段を更に具備することが出来る。この第1の電極に電位勾配を形成する手段は、第1の電極を通過する光軸とは垂直方向の両端に取付けられた電極間に電圧を印加する手段とすることが出来る。

【0025】

この場合、第1の電極は、比較的高抵抗、例えば100 ~ 1M の電気抵抗を有するものであることが好ましい。 10

【0026】

このように、第1の電極に電位勾配を形成することにより、液晶層を通過する光を偏向させることが出来るため、液晶レンズの焦点の位置を光軸と垂直の方向にも変化させることが出来る。

【0027】

以上の液晶レンズを2次元アレイ状に配置して、液晶レンズアレイを構成することが出来る。

【0028】

なお、以上の液晶レンズにおいて、第1の液晶層を重合硬化性液晶により構成し、この第1の液晶層に所定の電圧を印加して、液晶分子の配向を制御した状態で紫外線又は可視光線を照射して硬化させてことにより、高分子レンズを得ることが出来る。この高分子レンズは、液晶層に印加される電圧を制御することにより、焦点の位置を3次的に容易に調整することが出来るため、高精度のものを得ることが可能である。 20

【0029】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について説明する。

【0030】

図1は、本発明の一実施形態に係る液晶レンズのセル構成を示す断面図である。図1において、一对のガラス基板1, 2間に液晶層3が挟まれている。下部基板1の液晶層3に対向する面には、ITO(インジウム・スズ酸化物)からなる透明電極4が被覆されている。上部基板2の液晶層3に対向する面とは反対側の面には、アルミニウム薄膜電極5が被覆されており、このアルミニウム薄膜電極5の中央には円形の孔6が形成されている。 30

【0031】

上部基板2の液晶層3に対向する面には電極は形成されておらず、従って、アルミニウム薄膜電極5と液晶層3との間に、ガラス基板2である絶縁層が介在していることになる。

【0032】

本実施形態に係る液晶レンズにおいて、液晶層3の厚さは、130 μm、基板1, 2の厚さは1.3 mm、孔6の径は7.0 mmとしたが、これらの値は、種々変えることが可能である。 40

【0033】

しかし、本実施形態に係る液晶レンズにおいて、特に上部基板2の厚さは、アルミニウム薄膜電極5と液晶層3との間の距離を規定するため、重要である。上部基板2の厚さは1 μm ~ 5 mm、特に数 μm ~ 数 mm、例えば2 μm ~ 3 mmであるのが望ましい。即ち、上部基板2はガラス基板に限らず、それ以外の絶縁層とすることも可能である。この場合、薄い絶縁層を保持するために、別途、基板を用いてもよい。絶縁層としては、シリコン酸化膜、シリコン窒化膜等を用いることが出来る。

【0034】

なお、孔6の径は、数 μm ~ 数10 mm程度が望ましいが、特に限定されるものではない。 50

下部基板 1 および上部基板 2 の液晶層 3 に対向する面は、それぞれポリイミド膜 7, 8 が被覆されており、それらの表面は、液晶分子が均一に配列するように、一方向にラビングされている。

【0035】

孔 6 の周辺に、例えば、上部基板 2 とアルミニウム薄膜電極 5 との間に、孔 6 よりもサイズの小さい開口部を有し、孔 6 を通過する光を制限する光遮断部材、いわゆるブラックマトリクスを設けてもよい。即ち、孔 6 の周辺部の特性は悪いが、ブラックマトリクスを設けることにより、孔 6 の周辺部においても、良好な特性を得ることが出来る。ブラックマトリクスとしては、カーボン等を用いることが出来る。

【0036】

以上のように構成される、図 1 に示す液晶レンズにおいて、孔 6 を有するアルミニウム薄膜電極 5 と液晶層 3 との間には上部基板 2 が介在しており、従って、両者には一定の距離があるので、アルミニウム薄膜電極 5 と透明電極 4 の間に印加された電圧により生じた不均一な電界が、液晶層 3 の広い領域全体にわたって分布し、屈折率の勾配の分布がその領域に形成される。このようにして、大きなサイズのレンズが実現される。

【0037】

屈折率分布は、印加される電圧により変化する。そのため、レンズの焦点距離は、外部電圧の関数であり、外部電圧によって、レンズの焦点距離を任意に変えることが可能である。

【0038】

出射光の異常光成分の位相プロファイルを試験するために、液晶レンズを、偏光軸が直交する 2 つの偏光板の間に配置した。また、ポリイミド膜 7, 8 のラビングの方向を、2 つの偏光板それぞれの偏光軸と  $45^\circ$  の角度をなすようにした。

【0039】

図 2 は、第 1 および第 2 の電極間に周波数 1 kHz の 35 V r m s の電圧を印加した場合の、異常光線と常光線との干渉パターンを示す。干渉リングの数と位置は、印加される電圧により変化する。2 つの隣接するリング間の位相差は、 $2\pi$  である。常光線の位相リターデーションは、孔 6 の領域内ではどこでも同一であるので、干渉パターンは、ラビングの方向に直線偏光した入射光の位相リターデーションプロファイルを表している。

【0040】

図 3 は、干渉パターンから導かれた光の相対位相リターデーションのプロファイルを示す。図中、黒丸および白丸は測定点であり、曲線は二次曲線である。白丸はラビング方向に沿って測定した結果を示し、黒丸はそれと垂直方向に沿って測定した結果を示している。

【0041】

干渉パターンの最外リングの位置から出る異常光線は、ゼロの位相リターデーションであると考えられる。位相リターデーションの近似二次曲線は、この液晶レンズが、適当な幾何学的パラメータにより、光学レンズと同様に挙動することを示している。

【0042】

従来の液晶マイクロレンズにおける場合と同様、ラビング方向に沿った位相リターデーションのプロファイルと、垂直方向に沿った位相リターデーションのプロファイルは異なっている。更に、ラビング方向に垂直方向に沿った位相リターデーションのプロファイルは対称であり、一方、ラビング方向に沿った位相リターデーションのプロファイルは、基板表面におけるダイレクタのプレチルト角のため、非対称である。プレチルト角を小さくすることで、非対称性は軽減される。

【0043】

図 4 は、印加電圧が 35 V r m s であるときの、焦点面におけるライトスポットと集束ビームの強度分布の写真を示す。この図から、スポットの半値全幅 ( F W H M ) が約 100  $\mu\text{m}$  であることが計算される。

【0044】

液晶セルの焦点距離は、印加電圧により変化する。図 5 は、印加電圧の関数としての焦点

10

20

30

40

50

距離を示している。集束力は、第1に、電圧により変化する。最小の焦点距離は約76 cmであり、35 V r m s の近傍で得られる。電圧が増加し続けるに従って、中央付近のダイレクタが回転し続け、一方、孔の近傍のダイレクタは飽和する。屈折率のプロファイルは平坦化し、焦点距離はより長くなる。

【0045】

位相リターデーションのプロファイルは、孔の径と基板の厚さにより調整することが出来る。良好な性能を得るためには、孔のサイズを基板の厚さに従って増加させることが必要である。このような構造では、中間絶縁層として種々の厚さのガラス基板又は薄膜を用いることにより、殆ど任意のサイズの液晶レンズを実現することが出来る。

【0046】

本発明では、液晶層を薄くすることが出来るので、そのため、動作速度を、従来の液晶レンズよりもはるかに高速にすることが可能である。更に、この液晶レンズの構造における液晶中の電界の分布は、従来の液晶分子における電界の分布とは異なっている。即ち、従来の液晶マイクロレンズでは、孔の境界における電界は傾斜しており、それは種々の部分におけるダイレクタを反対の方向に回転可能にし、高電圧下ではディスクリネーションラインを生じさせてしまう。

10

【0047】

これに対し、本発明の液晶レンズのセル構造では、金属のような導電体の近傍では電界は面に垂直であるという事実により、電界と、液晶レンズの任意の位置にあるダイレクタとの間の角度は、殆ど同一であり、すべてのダイレクタは同じ方向に回転する。そのため、電圧を印加した場合でも、ディスクリネーションラインは生じない。このことは、動作速度を速めるために高電圧を印加することが出来ることを示している。

20

【0048】

通常、液晶マイクロレンズでは、2つのオーバーラップした孔を有する構造が、1つの孔を有する構造よりも高性能であることが見出されている。本発明においても、両方の電極にそれぞれ円形の孔を設け、2つの電極をガラス基板によって分離する構成とすることが出来る。

【0049】

しかし、ガラス基板の厚さは液晶層の厚さよりもはるかに厚いので、電界へのダイレクタの再配列の影響が無視できるならば、液晶の電界分布の点で、従来の2孔構造と本発明の構造との差は殆どない。本発明の電極構造は、動作電圧が、従来の2孔構造に必要なとされる動作電圧の半分であり、かつ製造が非常に簡単であるという利点を有する。

30

【0050】

図1に示す実施形態の変形例として、透明電極4に電位勾配を形成した液晶レンズがある。即ち、図1に示す液晶レンズにおいて、透明電極4を比較的高抵抗な材料により構成し、透明電極4とアルミニウム薄膜電極5との間に電圧を印加すると同時に、透明電極4の両端部にも電圧を印加することにより、透明電極4に電位勾配を形成することが出来る。このような透明電極4に形成された電位勾配により、液晶層3の液晶分子が電位勾配の方向に配向する。その結果、透明電極4に電位勾配がないときに軸対称であった屈折率分布が、電位勾配の方向に非対称な分布となり、入射光が直進する方向から偏向するという効果が得られる。

40

【0051】

この場合、透明電極4の電圧が印加される部分、即ち、透明電極4の両端に設ける電極の位置を適宜変えることにより、入射光の偏向の方向を変化させることが出来る。

【0052】

透明電極4を構成する比較的高抵抗な材料としては、例えば、酸化亜鉛にインジウム酸化物を添加したもの、又は酸化スズを挙げることが出来る。電気抵抗は、100 ~ 1 M程度が好ましい。

【0053】

図7は、酸化亜鉛にインジウム酸化物を約5%添加したターゲットを用いて高周波スパッ

50

タリングにより作成した約  $10\text{ k}$  の抵抗値の透明電極 4 を用いて液晶レンズを構成し、透明電極 4 とアルミニウム薄膜電極 5 との間に電圧を印加すると同時に、透明電極 4 の両端部にも電圧を印加した場合の、透明電極 4 の両端部に印加された電圧と、焦点の位置との関係を示すグラフである。なお、焦点距離は、透明電極 4 とアルミニウム薄膜電極 5 との間に印加する電圧を変化させることにより変化する。

【0054】

図 7 から、透明電極 4 とアルミニウム薄膜電極 5 との間に印加する電圧、及び透明電極 4 の両端部に印加する電圧を変化させることにより、3 次元的な焦点可変特性を得ることが可能であることがわかる。

【0055】

従来、電場や磁場により光を偏向させることは出来なかったが、透明電極 4 に電位勾配をもたせることにより、容易に光を偏向させることが出来、その結果、焦点を 3 次元的に変えることが可能な液晶レンズを実現することが出来る。この液晶レンズは、自由空間での光スイッチや光ファイバー間の切り替えスイッチ等の種々の広範囲の用途への適用が可能である。

【0056】

図 6 は、本発明の他の実施形態に係る液晶レンズを示す断面図である。図 1 と同一の部材は、同一の参照符号を付して、その説明を省略する。

【0057】

図 6 に示す液晶レンズは、2 つの液晶レンズを、アルミニウム薄膜電極 5 を共通にして背中合わせに積層した構成を有する。即ち、アルミニウム薄膜電極 5 上にガラス基板 12 が配置され、このガラス基板 12 上に透明電極 14 を有するガラス基板 11 が配置され、これらガラス基板 11 とガラス基板 12 との間に液晶層 13 が更に収容されている。この場合、ガラス基板 11, 12 の液晶層 13 に対向する面は、それぞれポリイミド膜 17, 18 が被覆されており、それらの表面は、液晶分子が均一に配列するように、一方向にラビングされている。

【0058】

このような構造の液晶レンズにおいて、ポリイミド膜 7, 8 のラビング方向とポリイミド膜 17, 18 のラビング方向とを同一とし、2 枚の偏光板で挟むことにより、焦点距離を短くすることが出来る。

【0059】

また、ポリイミド膜 7, 8 のラビング方向とポリイミド膜 17, 18 のラビング方向とを直交させることにより、偏光板を配置することなく、液晶レンズを動作させることが可能である。

【0060】

図 6 に示す実施形態に係る液晶レンズにおいても、入射光を偏向させる構成とすることが出来る。即ち、透明電極 4 の両端に電極を取付け、電圧を印加し、透明電極 4 に電位勾配を設けることにより、液晶層 3 に入射する光を偏向させ、焦点の位置を変えることが可能である。

【0061】

本発明の更に他の実施形態は、図 1 に示す液晶レンズにおいて、液晶層 3 として紫外線や可視光線により重合硬化可能な液晶を用い、透明電極 4 及びアルミニウム電極 5 を介して液晶層 3 に電圧を印加した状態で、液晶層 3 に紫外線や可視光線を照射し、液晶を硬化させ、それによって焦点が所定の位置に制御された高分子レンズを得るものである。なお、焦点の位置は、光軸方向に制御されるだけでなく、上述した方法で透明電極 4 に電位勾配を設けることにより、光軸とは垂直の方向にも制御されていてもよい。

【0062】

本実施形態では、重合硬化性液晶として、UCL-001 (商品名: 大日本インキ株式会社製) を用い、透明電極 4 及びアルミニウム電極 5 を介して液晶層 3 に  $50\text{ V}_{rms}$  を印加した状態で、高圧水銀灯により  $10\text{ mW}$  の紫外線を 10 分間液晶層 3 に照射した。その

10

20

30

40

50



結果、液晶は光重合し、硬化した。電圧の印加を解除しても、液晶分子の配向状態は変化せず、レンズ特性はそのまま保持されていた。

【0063】

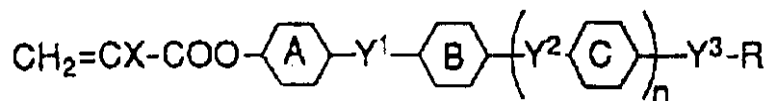
その後、液晶層3が重合硬化した高分子膜を基板から剥離し、取り外すことにより、プラスチックフィルム状の高分子レンズを得ることが出来た。

【0064】

本実施形態に使用可能な重合硬化性液晶としては、例えば、下記一般式(1)により表される化合物を好ましく用いることが出来る。

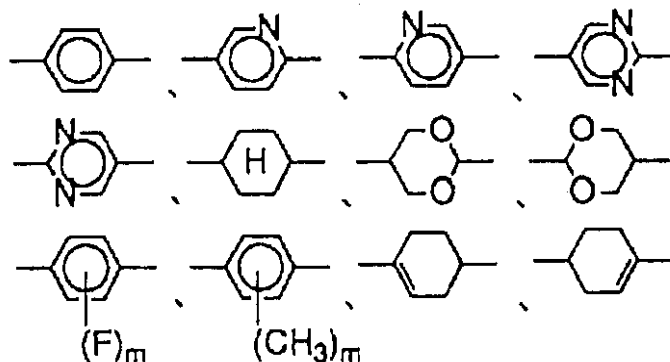
【0065】

【化1】



(式中、Xは水素原子又はメチル基を表わし、6員環A、B及びCはそれぞれ独立に下記式(2)により表される原子団を表わし、nは0又は1を表わし、mは1~4の整数を表わし、Y<sup>1</sup>及びY<sup>2</sup>はそれぞれ独立に単結合、-CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>-、-CH<sub>2</sub>O-、-OCH<sub>2</sub>-、-COO-、-OCO-、-CC-、-CH=CH-、-CF=CF-、-(CH<sub>2</sub>)<sub>4</sub>-、-CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>O-、-OCH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>-、-CH<sub>2</sub>=CHCH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>-、又は-CH<sub>2</sub>CH<sub>2</sub>CH=CH-を表わし、Y<sup>3</sup>は水素原子、ハロゲン原子、シアノ基、炭素原子数1~20のアルキル基、アルコキシ基、アルケニル基又はアルケニルオキシ基を表わす)

【化2】



【0066】

なお、以上挙げた重合硬化性液晶には、重合硬化性を持たない液晶を添加してもよく、また従来公知の光重合開始剤、増感剤、保存安定剤等を添加することが出来る。

【0067】

以上、本発明の実施形態に係る液晶レンズ及び高分子レンズについて説明したが、本発明は図1および図6に示す構造に限らず、種々変更を加えることが可能である。

【0068】

また、以上説明した液晶レンズ又は高分子レンズを多数個、平面状に束ね、2次元アレイ状に配置することも可能である。

【0069】

【発明の効果】

本発明によると、簡単な構成で、数10ミクロン程度から数cm程度までの大きさの、焦点の位置を極めて容易に変えることが出来る、任意の形状寸法の液晶レンズ及び高分子レンズを提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一実施形態に係る液晶レンズを示す断面図。

【図2】本発明の一実施形態に係る液晶レンズを2つの偏光板により挟み、電圧を印加することにより得た干渉パターンを示す図。

【図3】干渉パターンから誘導された光の相対位相リターデーションのプロファイルを示す特性図。

【図4】焦点面におけるライトスポットと集束ビームの強度分布を示す写真図。

【図5】印加電圧と焦点距離の関係を示す特性図。

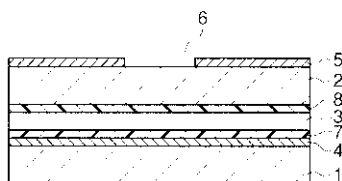
【図6】本発明の他の実施形態に係る液晶レンズを示す断面図。

【図7】透明電極とアルミニウム薄膜電極との間に電圧を印加すると同時に、透明電極の両端部にも電圧を印加した場合の透明電極の両端部に印加された電圧と、焦点の位置との関係を示す解く製図。

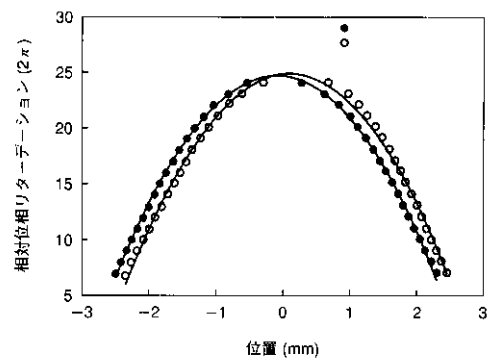
【符号の説明】

- 1・・・下部基板
- 2・・・上部基板
- 3, 13・・・液晶層
- 4, 14・・・透明電極
- 5・・・アルミニウム薄膜電極
- 6・・・孔
- 7, 8, 17, 18・・・ポリイミド膜
- 11, 12・・・ガラス基板

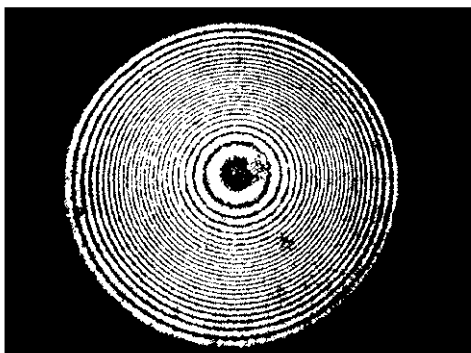
【図1】



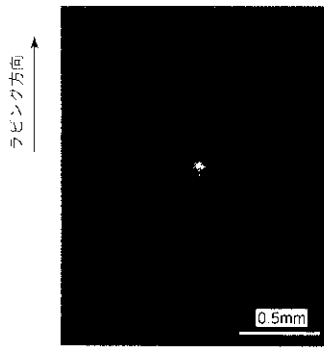
【図3】



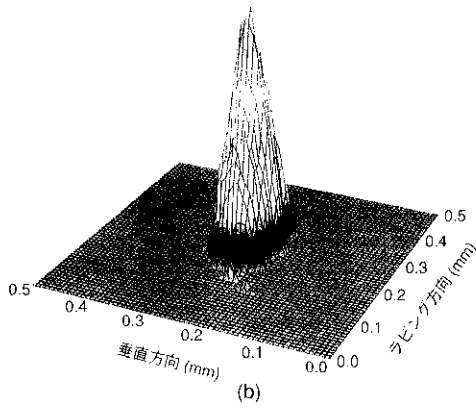
【図2】



【 図 4 】

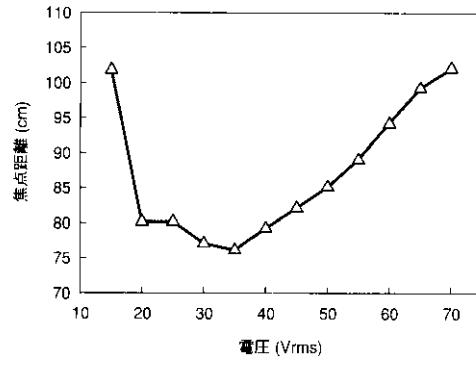


(a)

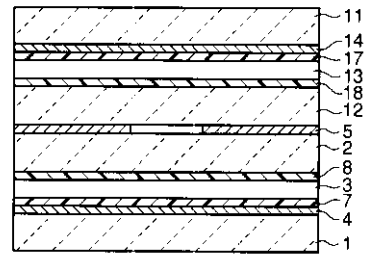


(b)

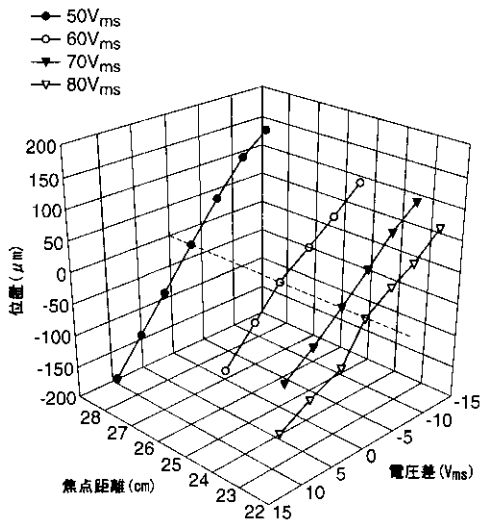
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



---

フロントページの続き

(74)代理人 100084618

弁理士 村松 貞男

(74)代理人 100092196

弁理士 橋本 良郎

(72)発明者 佐藤 進

秋田県秋田市八橋本町4丁目7番26号

(72)発明者 葉 茂

秋田県秋田市手形大沢9番地

Fターム(参考) 2H088 EA42 GA02 HA01 HA02 HA03 HA04 HA14 HA18 KA02 KA07  
KA17 MA20  
2H089 HA21 HA29 QA11 SA04 SA12 TA01 TA02 TA04 TA05 TA09  
2H090 HA04 HA05 JA05 JB02 LA01 LA09 LA13 LA17 LA20