

(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2014-38254

(P2014-38254A)

(43) 公開日 平成26年2月27日(2014.2.27)

(51) Int.Cl.		F I	テーマコード (参考)
G02F	1/13	(2006.01)	G02F 1/13 505 2H088
G02B	1/08	(2006.01)	G02B 1/08 2H199
G02B	1/06	(2006.01)	G02B 1/06
G02B	27/22	(2006.01)	G02B 27/22

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 24 頁)

(21) 出願番号 特願2012-181227 (P2012-181227)
 (22) 出願日 平成24年8月17日 (2012.8.17)

(71) 出願人 000003078
 株式会社東芝
 東京都港区芝浦一丁目1番1号
 (74) 代理人 100108062
 弁理士 日向寺 雅彦
 (72) 発明者 柏木 正子
 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
 (72) 発明者 上原 伸一
 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
 (72) 発明者 高木 亜矢子
 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

最終頁に続く

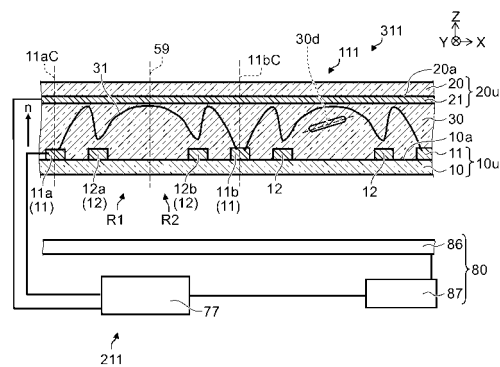
(54) 【発明の名称】 液晶レンズ装置及び画像表示装置及び駆動装置

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 高品位の表示を提供する液晶レンズ装置及び画像表示装置及び駆動装置を提供する。

【解決手段】 液晶光学素子は、第1基板部10uと、第2基板部20uと、これらの間の液晶層30と、を含む。第1基板部は、第1基板10と複数の第1電極11aと複数の第2電極11bとを含む。複数の第1電極は、第1基板上に設けられ第1方向に延在し第1方向と非平行な方向に並ぶ。複数の第2電極は、複数の第1電極の間に設けられる。第2基板部は、第2基板20と対向電極とを含む。駆動部77は、第1電極と対向電極との間の電圧を第1電圧から第1電圧よりも高い第2電圧に変化させ、第2電極と対向電極との間の電圧を第3電圧から第3電圧よりも高い第4電圧に変化させる。駆動部は、第2電圧を印加した後に、第4電圧を印加する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 基板部であって、
 第 1 基板と、
 それぞれが前記第 1 基板上に設けられ第 1 方向に延在し前記第 1 方向と非平行な方向に並べられた複数の第 1 電極と、
 それぞれが前記第 1 基板上において前記複数の第 1 電極の間に設けられ前記第 1 方向に延在し前記第 1 方向に対して垂直な第 2 方向において前記複数の第 1 電極と離間する複数の第 2 電極と、
 を含む第 1 基板部と、
 第 2 基板部であって、
 前記第 1 基板と対向する第 2 基板と、
 前記第 2 基板上に設けられた対向電極と、
 を含む第 2 基板部と、
 前記第 1 基板部と前記第 2 基板部との間に設けられた液晶層と、
 を含む液晶光学素子と、
 前記第 1 電極と前記対向電極との間の電圧を第 1 電圧から前記第 1 電圧よりも絶対値の高い第 2 電圧に変化させ、前記第 2 電極と前記対向電極との間の電圧を第 3 電圧から前記第 3 電圧よりも絶対値の高い第 4 電圧に変化させる駆動部であって、前記第 2 電圧の印加を開始した後に、前記第 4 電圧の印加を開始する駆動部と、
 を備えた液晶レンズ装置。

10

20

【請求項 2】

前記第 2 電圧の絶対値は、前記第 4 電圧の絶対値よりも大きい請求項 1 記載の液晶レンズ装置。

【請求項 3】

前記第 2 電極は、前記第 1 方向及び前記第 2 方向に対して平行な平面に投影したときに最近接の 2 つの前記第 1 電極のうち的一方の前記第 2 方向における中心と前記最近接の 2 つの前記第 1 電極のうち他方の前記第 2 方向における中心とを結ぶ線分の中点を通り前記第 1 方向に対して平行な中心軸と、前記最近接の 2 つの前記第 1 電極のうちの前記一方と、の間に設けられ、

30

前記第 1 基板部は、前記第 2 電極と前記中心軸との間に設けられた第 3 電極をさらに含み、

前記駆動部は、前記第 3 電極と前記対向電極との間の電圧を第 5 電圧から前記第 5 電圧よりも絶対値の高い第 6 電圧に変化させ、前記第 2 電圧の印加を開始した後に、前記第 6 電圧の印加を開始する請求項 1 または 2 に記載の液晶レンズ装置。

【請求項 4】

前記駆動部は、前記第 4 電圧の印加を開始した後に、前記第 6 電圧の印加を開始する請求項 3 記載の液晶レンズ装置。

【請求項 5】

前記第 4 電圧の絶対値は、前記第 6 電圧の絶対値よりも大きい請求項 3 または 4 に記載の液晶レンズ装置。

40

【請求項 6】

前記液晶層の厚さを d (メートル) とし、

前記液晶層に含まれる液晶の回転粘性係数を γ (パスカル・秒) とし、

真空の誘電率を ϵ_0 (ファラド/メートル) とし、

前記液晶層の誘電率異方性の絶対値を ϵ_a とし、

スプレイの弾性定数を K (ニュートン) とし、

前記第 2 電圧を V_2 (ボルト) とし、

前記第 4 電圧を V_4 (ボルト) とし、

前記第 2 電圧の印加にともなう前記液晶層の液晶の配向の変化の応答時間を τ (V_2)

50

(秒)とし、

前記第4電圧の印加にともなう前記液晶の配向の変化の応答時間を (V4) (秒)とし、

前記第2電圧の印加の開始と前記第4電圧の印加の開始との時間差を t とするとき、前記応答時間 (V2) は、

【数1】

$$\tau(V2) = \frac{d^2 \gamma}{\epsilon_0 \Delta \epsilon V2^2 - \pi^2 K} \quad \dots(1)$$

10

で表され、

前記応答時間 (V4) は、

【数2】

$$\tau(V4) = \frac{d^2 \gamma}{\epsilon_0 \Delta \epsilon V4^2 - \pi^2 K} \quad \dots(2)$$

で表され、

前記時間差 t は、 t (V4) - (V2) の関係を満たす請求項1~5のいずれか1つに記載の液晶レンズ装置。

20

【請求項7】

前記第2電極は、前記第1方向及び前記第2方向に対して平行な平面に投影したときに最近接の2つの前記第1電極のうち一方の前記第2方向における中心と前記最近接の2つの前記第1電極のうち他方の前記第2方向における中心とを結ぶ線分の中点を通り前記第1方向に対して平行な中心軸と、前記最近接の2つの前記第1電極のうち前記一方と、の間に設けられ、

前記最近接の2つの前記第1電極のうち前記一方と、前記第2電極と、の間の前記第2方向に沿う距離は、150 μm以下である請求項1~6のいずれか1つに記載の液晶レンズ装置。

【請求項8】

30

第1基板部であって、

第1基板と、

それぞれが前記第1基板上に設けられ第1方向に延在し前記第1方向と非平行な方向に並べられた複数の第1電極と、

それぞれが前記第1基板上において前記複数の第1電極の間に設けられ前記第1方向に延在し前記第1方向に対して垂直な第2方向において前記複数の第1電極と離間する複数の第2電極と、

を含む第1基板部と、

第2基板部であって、

前記第1基板と対向する第2基板と、

40

前記第2基板上に設けられた対向電極と、

を含む第2基板部と、

前記第1基板部と前記第2基板部との間に設けられた液晶層と、

を含む液晶光学素子と、

前記第1電極と前記対向電極との間の電圧を第1電圧から前記第1電圧よりも絶対値の高い第2電圧に変化させ、前記第2電極と前記対向電極との間の電圧を第3電圧から前記第3電圧よりも絶対値の高い第4電圧に変化させる駆動部であって、前記第2電圧の印加にともなう前記液晶層の液晶の配向の変化の後に、前記第4電圧の印加にともなう前記液晶の配向を変化させる駆動部と、

を備えた液晶レンズ装置。

50

【請求項 9】

請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 つに記載の液晶レンズ装置と、
前記液晶光学素子と積層され画像情報を含む光を前記液晶層に入射させる表示部を含む
画像表示部と、
を備えた画像表示装置。

【請求項 10】

第 1 基板部であって、
第 1 基板と、
それぞれが前記第 1 基板上に設けられ第 1 方向に延在し前記第 1 方向と非平
行な方向に並べられた複数の第 1 電極と、
それぞれが前記第 1 基板上において前記複数の第 1 電極の間に設けられ前記
第 1 方向に延在し前記第 1 方向に対して垂直な第 2 方向において前記複数の第 1 電極と離
間する複数の第 2 電極と、
を含む第 1 基板部と、
第 2 基板部であって、
前記第 1 基板と対向する第 2 基板と、
前記第 2 基板上に設けられた対向電極と、
を含む第 2 基板部と、
前記第 1 基板部と前記第 2 基板部との間に設けられた液晶層と、
を含む液晶光学素子と電氣的に接続される接続部と、
前記第 1 電極と前記対向電極との間の電圧を第 1 電圧から前記第 1 電圧よりも絶対値の
高い第 2 電圧に変化させ、前記第 2 電極と前記対向電極との間の電圧を第 3 電圧から前記
第 3 電圧よりも絶対値の高い第 4 電圧に変化させる駆動部であって、前記第 2 電圧の印加
を開始した後に、前記第 4 電圧の印加を開始する駆動部と、
を備えた駆動装置。

10

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明の実施形態は、液晶レンズ装置及び画像表示装置及び駆動装置に関する。

【背景技術】

30

【0002】

液晶分子の複屈折性を利用し、電圧の印加に応じて屈折率の分布を変化させる液晶光学
素子を含む液晶レンズ装置がある。液晶光学素子を駆動するための駆動装置がある。また
、液晶レンズ装置と画像表示部とを組み合わせた画像表示装置がある。

【0003】

この画像表示装置では、液晶光学素子の屈折率の分布を変化させることで、画像表示部
に表示された画像をそのまま観察者の眼に入射させる状態と、画像表示部に表示された画
像を複数の視差画像として観察者の眼に入射させる状態と、を切り替える。これにより、
二次元画像表示動作と三次元画像表示動作とを実現する。このような画像表示装置におい
て高い表示品位が求められている。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特許第 3940725 号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

本発明の実施形態は、高品位の表示を提供する液晶レンズ装置及び画像表示装置及び駆
動装置を提供する。

【課題を解決するための手段】

50

【0006】

本発明の実施形態によれば、液晶光学素子と、駆動部と、を備えた液晶レンズ装置が提供される。前記液晶光学素子は、第1基板部と、第2基板部と、液晶層と、を含む。前記第1基板部は、第1基板と、複数の第1電極と、複数の第2電極と、を含む。前記複数の第1電極のそれぞれは、前記第1基板上に設けられ第1方向に延在し前記第1方向と非平行な方向に並べられる。前記複数の第2電極のそれぞれは、前記第1基板上において前記複数の第1電極の間に設けられ前記第1方向に延在し前記第1方向に対して垂直な第2方向において前記複数の第1電極と離間する。前記第2基板部は、第2基板と、対向電極と、を含む。前記第2基板は、前記第1基板と対向する。前記対向電極は、前記第2基板上に設けられる。前記液晶層は、前記第1基板部と前記第2基板部との間に設けられる。前記駆動部は、前記第1電極と前記対向電極との間の電圧を第1電圧から前記第1電圧よりも絶対値の高い第2電圧に変化させ、前記第2電極と前記対向電極との間の電圧を第3電圧から前記第3電圧よりも絶対値の高い第4電圧に変化させる。前記駆動部は、前記第2電圧の印加を開始した後に、前記第4電圧の印加を開始する。

10

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】第1の実施形態に係る液晶レンズ装置及び画像表示装置を示す模式的断面図である。

【図2】図2(a)～図2(d)は、第1の実施形態に係る液晶レンズ装置及び画像表示装置の特性を示すグラフ図である。

20

【図3】第1の実施形態に係る液晶レンズ装置及び画像表示装置の特性を示す写真である。

【図4】参考例の液晶レンズ装置及び画像表示装置の特性を示す写真である。

【図5】第1の実施形態に係る液晶レンズ装置及び画像表示装置の特性を示す写真である。

【図6】図6(a)～図6(d)は、第1の実施形態に係る液晶レンズ装置及び画像表示装置の別の特性を示すグラフ図である。

【図7】第1の実施形態に係る別の液晶レンズ装置及び画像表示装置を示す模式的断面図である。

【図8】第2の実施形態に係る液晶レンズ装置及び画像表示装置を示す模式的断面図である。

30

【図9】図9(a)～図9(e)は、第2の実施形態に係る液晶レンズ装置及び画像表示装置の特性を示すグラフ図である。

【図10】図10(a)～図10(e)は、第2の実施形態に係る液晶レンズ装置及び画像表示装置の別の特性を示すグラフ図である。

【図11】第3の実施形態に係る液晶レンズ装置及び画像表示装置を示す模式的断面図である。

【図12】第3の実施形態に係る別の液晶レンズ装置及び画像表示装置を示す模式的断面図である。

【図13】第4の実施形態に係る駆動装置を示す模式的断面図である。

40

【発明を実施するための形態】

【0008】

以下に、本発明の各実施の形態について図面を参照しつつ説明する。

なお、図面は模式的または概念的なものであり、各部分の厚みと幅との関係、部分間の大きさの比率などは、必ずしも現実のものとは限らない。また、同じ部分を表す場合であっても、図面により互いの寸法や比率が異なって表される場合もある。

なお、本願明細書と各図において、既出の図に関して前述したものと同様の要素には同一の符号を付して詳細な説明は適宜省略する。

【0009】

(第1の実施形態)

50

図1は、第1の実施形態に係る液晶レンズ装置及び画像表示装置の構成を例示する模式的断面図である。

図1に表したように、本実施形態に係る画像表示装置311は、液晶レンズ装置211と、画像表示部80と、を含む。画像表示部80には、任意の表示装置を用いることができる。例えば、液晶表示装置、有機EL表示装置またはプラズマディスプレイなどを用いることができる。

【0010】

液晶レンズ装置211は、液晶光学素子111と、駆動部77と、を含む。

液晶光学素子111は、第1基板部10uと、第2基板部20uと、液晶層30と、を含む。

第1基板部10uは、第1基板10と、複数の第1電極11と、複数の第2電極12と、を含む。

第1基板10は、第1主面10aを有する。複数の第1電極11は、第1主面10a上に設けられる。複数の第1電極11のそれぞれは、第1方向に延びる。複数の第1電極11は、第1方向に対して交差する方向に並ぶ。図1においては、複数の第1電極11のうち3つが図示されている。複数の第1電極11の数は任意である。

【0011】

第1方向をY軸方向とする。主面10aに対して平行でY軸方向に対して垂直な方向をX軸方向とする。X軸方向とY軸方向とに対して垂直な方向をZ軸方向とする。

複数の第1電極11は、例えば、X軸方向に沿って並ぶ。

【0012】

複数の第1電極11のうち最近接の2つの第1電極11に着目する。最近接の2つの第1電極11のうち一方の電極を第1主電極11aとする。最近接の2つの第1電極11のうち他方の電極を第2主電極11bとする。

【0013】

最近接の第1電極11（例えば、第1主電極11a及び第2主電極11b）の間には、中心軸59がある。中心軸59は、X-Y平面（第1主面10aに対して平行な平面）に投影したときに、第1主電極11aのX軸方向における中心11aCと、第2主電極11bのX軸方向における中心11bCと、を結ぶ線分の中点を通り、Y軸方向に対して平行である。

【0014】

第1主面10aのうちで、中心軸59と、最近接の2つの第1電極11のうち一方の電極である第1主電極11aと、の間の領域を第1領域R1とする。第1主面10aのうちで、中心軸59と、最近接の2つの第1電極11のうち他方の電極である第2主電極11bと、の間の領域を第2領域R2とする。第1主電極11aから第2主電極11bに向かう方向を+X方向とする。第2主電極11bから第1主電極11aに向かう方向は、-X方向に相当する。

【0015】

複数の第2電極12のそれぞれは、第1基板10上において複数の第1電極11の間に設けられ、Y軸方向に延在し、X軸方向において複数の第1電極11と離間する。この例では、第2電極12として、少なくとも、第1サブ電極12aと、第2サブ電極12bと、が設けられる。

【0016】

複数の第2電極12のうち第1サブ電極12aは、第1主面10a上において、第1領域R1に設けられ、Y軸方向に延在する。複数の第2電極12のうち第2サブ電極12bは、第1主面10a上において、第2領域R2に設けられ、Y軸方向に延在する。

【0017】

第2基板部20uは、第2基板20と、対向電極（第1対向電極）21と、を含む。第2基板20は、第1主面10aと対向する第2主面20aを有する。対向電極21は、第2主面20a上に設けられる。

10

20

30

40

50

【0018】

第1基板10、第1電極11、第2電極12、第2基板20、及び、対向電極21は、光に対して透過性である。具体的には透明である。

【0019】

第1基板10及び第2基板20には、例えば、ガラスまたは樹脂などの透明材料が用いられる。第1基板10及び第2基板20は、板状またはシート状である。第1基板10及び第2基板20の厚さは、例えば、50マイクロメートル(μm)以上、2000 μm 以下である。ただし、厚さは任意である。

【0020】

第1電極11、第2電極12及び対向電極21は、例えば、In、Sn、Zn及びTiよりなる群から選ばれた少なくとも1つ(1種)の元素を含む酸化物を含む。これらの電極には、例えばITOが用いられる。例えば、 In_2O_3 及び SnO_3 の少なくともいずれかを用いても良い。これらの電極の厚さは、例えば約200ナノメートル(nm)(例えば100nm以上350nm以下)である。電極の厚さは、例えば、可視光に対して高い透過率が得られる厚さに設定される。

10

【0021】

第1電極11の配設ピッチ(最近接の第1電極11どうしのそれぞれのX軸方向の中心の間の距離)は、例えば、10 μm 以上1000 μm 以下である。配設ピッチは、所望な仕様(後述する屈折率分布型レンズの特性)に適合するように設定される。第1電極11及び第2電極12のX軸方向に沿う長さ(幅)は、例えば、5 μm 以上300 μm 以下である。

20

【0022】

この例においては、第2電極12が、第1電極11に隣接している。より具体的には、第1サブ電極12aが、第1主電極11aに隣接し、第2サブ電極12bが、第2主電極11bに隣接する。第1主電極11aと第1サブ電極12aとの間のX軸方向に沿う距離、及び、第2主電極11bと第2サブ電極12bとの間のX軸方向に沿う距離は、5 μm 以上150 μm 以下である。

【0023】

液晶層30は、第1基板部10uと第2基板部20uとの間に設けられる。液晶層30は、液晶材料を含む。液晶材料には、ネマティック液晶(液晶光学素子111の使用温度においてネマティック相)が用いられる。液晶材料は、正の誘電異方性または負の誘電異方性を有する。正の誘電異方性の場合、液晶層30における液晶の初期配列(液晶層30に電圧を印加しないときの配列)は、例えば、水平配向である。負の誘電異方性の場合、液晶層30における液晶の初期配列は、垂直配向である。

30

【0024】

Z軸方向に沿う液晶層30の長さ(厚さ)は、例えば、20 μm 以上50 μm 以下である。この例において、液晶層30の厚さは、30 μm である。液晶層30の厚さは、すなわち、第1基板部10uと第2基板部20uとの間のZ軸方向に沿う距離である。

【0025】

液晶層30における液晶の配向は、プレチルトを有してもよい。プレチルトにおいては、例えば、第1主電極11aから第2主電極11bに向かう+X方向に進むに従って、液晶のダイレクタ30dが第1基板部10uから第2基板部20uに向かう。

40

【0026】

プレチルト角は、液晶のダイレクタ30d(液晶分子の長軸方向の軸)とX-Y平面との角度である。水平配向である場合、プレチルト角は、例えば、0°よりも大きく45°未満である。垂直配向においては、プレチルト角は、例えば、45°よりも大きく90°未満である。

【0027】

本明細書においては、プレチルト角が45°未満の場合を、便宜的に水平配向と言い、プレチルト角が45°を超える場合を、便宜的に垂直配向と言う。

50

【 0 0 2 8 】

プレチルトの方向は、例えば、クリスタルローテーション法などにより判定できる。また、液晶層 3 0 に電圧を印加して、液晶の配向を変化させ、このときの液晶層 3 0 の光学特性を観測することでも、プレチルトの方向を判定できる。

【 0 0 2 9 】

第 1 基板部 1 0 u において、例えばラビングなどの配向処理が行われる場合、配向処理の方向は、+ X 方向に沿う。この例において、第 1 基板部 1 0 u における配向処理の方向は、例えば、+ X 方向である。

【 0 0 3 0 】

液晶のダイレクタ 3 0 d を X - Y 平面に投影したときに、ダイレクタ 3 0 d の軸は、+ X 方向に対して平行でも良く、非平行でも良い。プレチルトの方向を X 軸に投影したときに、プレチルトの方向は、+ X 方向成分を有している。

10

【 0 0 3 1 】

液晶層 3 0 の第 2 基板部 2 0 u の近傍での配向方向は、液晶層 3 0 の第 1 基板部 1 0 u の近傍での配向方向に対して反平行である。この例において、第 2 基板部 2 0 u における配向処理の方向は、- X 方向である。すなわち、初期配向は、スプレイ配列ではない。

【 0 0 3 2 】

第 1 基板部 1 0 u は、配向膜（図示しない）をさらに含んでも良い。第 1 基板部 1 0 u の配向膜と第 1 基板 1 0 との間に、複数の第 1 電極 1 1 及び複数の第 2 電極 1 2 が配置される。第 2 基板部 2 0 u は、配向膜（図示しない）をさらに含んでも良い。第 2 基板部 2 0 u の配向膜と第 2 基板 2 0 との間に、対向電極 2 1 が配置される。これらの配向膜には、例えばポリイミドが用いられる。配向膜に例えばラビング処理を行うことで、液晶層 3 0 の初期配列が得られる。第 1 基板部 1 0 u のラビング処理の方向は、第 2 基板部 2 0 u のラビング方向に対して反平行である。配向膜に光照射処理を行うことで、初期配向を得ても良い。

20

【 0 0 3 3 】

以下では、液晶層 3 0 に含まれる液晶の誘電異方性が正であり、初期配列が水平配向である場合について説明する。

【 0 0 3 4 】

第 1 電極 1 1 と対向電極 2 1 との間、及び、第 2 電極 1 2 と対向電極 2 1 との間に電圧を印加することで、液晶層 3 0 における液晶配向が変化する。この変化に伴って液晶層 3 0 に屈折率分布が形成され、この屈折率分布により、液晶光学素子 1 1 1 に入射する光の進行方向を変化させる。この光の進行方向の変化は、主に屈折効果に基づく。

30

【 0 0 3 5 】

画像表示部 8 0 は、表示部 8 6 を含む。表示部 8 6 は、液晶光学素子 1 1 1 と積層される。表示部 8 6 は、画像情報を含む光を液晶層 3 0 に入射させる。画像表示部 8 0 は、表示部 8 6 を制御する表示制御部 8 7 をさらに含むことができる。表示制御部 8 7 から表示部 8 6 に供給される信号に基づいて、表示部 8 6 は、その信号に基づいて変調された光を生成する。表示部 8 6 は、例えば、複数の視差画像を含む光を出射する。液晶光学素子 1 1 1 は後述するように、光路を変更する動作状態と、光路を実質的に変更しない動作状態と、を有する。光路を変更する動作状態の液晶光学素子 1 1 1 に光が入射することで、画像表示装置 3 1 1 は、例えば、三次元表示を提供する。また、例えば、光路を実質的に変更しない動作状態において、画像表示装置 3 1 1 は、例えば、二次元画像表示を提供する。

40

【 0 0 3 6 】

駆動部 7 7 は、表示制御部 8 7 と有線または無線の方法（電気的方法または光学的方法など）により、接続されても良い。また、画像表示装置 3 1 1 は、駆動部 7 7 と表示制御部 8 7 とを制御する制御部（図示しない）をさらに含んでも良い。

【 0 0 3 7 】

駆動部 7 7 は、第 1 電極 1 1、第 2 電極 1 2 及び対向電極 2 1 と電氣的に接続される。

50

図 1 では、図を見やすくするために、駆動部 77 と第 1 電極 11 との間の一部の配線の図示、及び、駆動部 77 と第 2 電極 12 との間配線の図示を省略している。

【0038】

駆動部 77 は、第 1 電極 11 と対向電極 21 との間に第 1 電圧 V1 及び第 2 電圧 V2 を印加する。第 2 電圧 V2 の絶対値は、第 1 電圧 V1 の絶対値よりも高い。駆動部 77 は、第 1 電圧 V1 と第 2 電圧 V2 との間で、第 1 電極 11 と対向電極 21 との間の電圧を変化させる。

【0039】

駆動部 77 は、第 2 電極 12 と対向電極 21 との間に第 3 電圧 V3 及び第 4 電圧 V4 を印加する。第 4 電圧 V4 の絶対値は、第 3 電圧 V3 の絶対値よりも高い。駆動部 77 は、第 3 電圧 V3 と第 4 電圧 V4 との間で、第 2 電極 12 と対向電極 21 との間の電圧を変化させる。また、駆動部 77 は、第 2 電圧 V2 の絶対値を第 4 電圧 V4 の絶対値よりも高くする。第 2 電圧 V2 は、例えば、6V であり、第 4 電圧 V4 は、例えば、3V である。

10

【0040】

本明細書においては、2つの電極の間の電位を同じにする（零ボルトにする）状態も、便宜的に、電圧を印加する状態に含まれるものとする。例えば、第 1 電圧 V1 及び第 3 電圧 V3 は、零ボルトでもよい。第 1 電圧 V1 は、第 1 電極 11 と対向電極 21 との間に電圧を印加していない状態でもよい。第 3 電圧 V3 は、第 2 電極 12 と対向電極 21 との間に電圧を印加していない状態でもよい。

20

【0041】

第 1 電圧 V1 ~ 第 4 電圧 V4 は、直流電圧でも交流電圧でも良い。交流電圧を用いる場合、第 2 電圧 V2 の実効値は、第 1 電圧 V1 の実効値よりも高い。第 4 電圧 V4 の実効値は、第 3 電圧 V3 の実効値よりも高い。第 2 電圧 V2 の実効値は、第 4 電圧 V4 の実効値よりも高い。

30

【0042】

第 1 電圧 V1 ~ 第 4 電圧 V4 の極性は、例えば周期的に変化しても良い。例えば、対向電極 21 の電位を固定し、第 1 電極 11 の電位または第 2 電極 12 の電位を交流で変化させても良い。また、対向電極 21 の電位の極性を周期的に変化させ、この極性の変化に連動して、第 1 電極 11 の電位または第 2 電極 12 の電位を逆極性で変化させても良い。すなわち、コモン反転駆動を行っても良い。これにより、駆動回路の電源電圧を小さくでき、駆動 IC の耐圧仕様が緩和される。

40

【0043】

液晶層 30 のプレチルト角が比較的小さい（例えば 10 度以下）場合は、液晶層 30 の液晶配向の変化に関する閾値電圧 V_{th} が比較的明確である。この場合、例えば、第 2 電圧 V2 及び第 4 電圧 V4 は、閾値電圧 V_{th} よりも大きく設定される。第 2 電圧 V2 及び第 4 電圧 V4 の印加により、液晶層 30 の液晶配向が変化する。

【0044】

第 2 電圧 V2 及び第 4 電圧 V4 が印加される領域の液晶層 30 では、液晶のチルト角が大きい配向（例えば垂直配向）が形成される。この領域の実効的な屈折率は、常光に対する屈折率（ n_o ）に近づく。

50

【0045】

一方、第 1 主電極 11a と第 1 サブ電極 12a との間の領域、第 1 サブ電極 12a と第 2 サブ電極 12b との間の領域、及び、第 2 サブ電極 12b と第 2 主電極 11b との間の領域においては、Z 軸方向に沿った電圧が印加されない。これらの領域では、初期配列（例えば水平配向）または、それに近い配向が形成される。X 軸方向に振動する光に対するこの領域の屈折率は、異常光に対する屈折率（ n_e ）に近づく。これにより、液晶層 30 において屈折率分布 31 が形成される。

【0046】

屈折率分布 31 においては、例えば、屈折率の変化は、異常光に対する屈折率と、常光に対する屈折率と、の差の 20% 以上 80% 以下程度である。この例において、屈折率分

60

布 3 1 は、例えば、フレネルレンズにおけるレンズの厚さの分布に対応する形状を有する。液晶光学素子 1 1 1 は、屈折率が面内で変化する液晶 G R I N レンズ (Gradient Index lens) として機能する。液晶光学素子 1 1 1 において、レンチキュラー状の光学特性を有するレンズアレイが形成される。

【 0 0 4 7 】

形成される屈折率分布 3 1 において、中心軸 5 9 の位置は、レンズ中心の位置に対応し、第 1 主電極 1 1 a 及び第 2 主電極 1 1 b の位置は、レンズ端の位置に対応する。

【 0 0 4 8 】

液晶光学素子 1 1 1 において、例えば、第 2 電圧 V_2 及び第 4 電圧 V_4 を印加したときに、光路を変更する動作状態が形成され、第 1 電圧 V_1 及び第 3 電圧 V_3 を印加しないときに、光路を実質的に変更しない動作状態が得られる。

10

【 0 0 4 9 】

図 2 (a) ~ 図 2 (d) は、第 1 の実施形態に係る液晶レンズ装置及び画像表示装置の特性を例示するグラフ図である。

図 2 (a) の縦軸は、第 1 電極 1 1 と対向電極 2 1 との間に印加される電圧 V_{11} であり、横軸は、時間 t である。

図 2 (b) の縦軸は、第 2 電極 1 2 と対向電極 2 1 との間に印加される電圧 V_{12} であり、横軸は、時間 t である。

図 2 (c) の縦軸は、第 2 電圧 V_2 の印加による液晶層 3 0 の液晶の配向の変化率 RC_1 (%) であり、横軸は、時間 t である。

20

図 2 (d) の縦軸は、第 4 電圧 V_4 の印加による液晶層 3 0 の液晶の配向の変化率 RC_2 (%) であり、横軸は、時間 t である。

【 0 0 5 0 】

図 2 (a) 及び図 2 (b) に表したように、駆動部 7 7 は、第 1 電極 1 1 と対向電極 2 1 との間の電圧 V_{11} を第 1 電圧 V_1 から第 2 電圧 V_2 に変化させるとともに、第 2 電極 1 2 と対向電極 2 1 との間の電圧 V_{12} を第 3 電圧 V_3 から第 4 電圧 V_4 に変化させて、液晶層 3 0 に屈折率分布 3 1 を形成する場合に、第 2 電圧 V_2 の印加を開始した後に、第 4 電圧 V_4 の印加を開始する。

【 0 0 5 1 】

第 1 電圧 V_1 と第 2 電圧 V_2 との間の変化の期間が、第 1 変化期間領域 CA_1 に対応する。第 1 変化期間 CA_1 においては、電圧 V_{11} が、第 1 電圧 V_1 から第 2 電圧 V_2 に向かって連続的に変化する。第 3 電圧 V_3 と第 4 電圧 V_4 との間の変化の期間が、第 2 変化期間 CA_2 に対応する。第 2 変化期間 CA_2 においては、電圧 V_{12} が、第 3 電圧 V_3 から第 4 電圧 V_4 に向かって連続的に変化する。

30

【 0 0 5 2 】

第 2 電圧 V_2 の印加の開始とは、例えば、第 1 変化期間 CA_1 が終了して電圧 V_{11} が第 2 電圧 V_2 に達した時点 t_{11} である。第 4 電圧 V_4 の印加の開始とは、例えば、第 2 変化期間 CA_2 が終了して電圧 V_{12} が第 4 電圧 V_4 に達した時点 t_{12} である。駆動部 7 7 は、時点 t_{11} の後に時点 t_{12} を設ける。駆動部 7 7 は、第 1 変化期間 CA_1 の後に第 2 変化期間 CA_2 を設ける。

40

【 0 0 5 3 】

配向の変化率 RC_1 においては、第 1 電圧 V_1 を印加しているときの液晶層 3 0 の液晶の配向 (初期配向) が 0 % であり、第 2 電圧 V_2 を印加しているときの液晶層 3 0 の液晶の配向が 100 % である。配向の程度は、例えば、液晶層 3 0 の長軸方向の方向 (ダイレクタ) の厚さ方向の積分値などで表現できる。

図 2 (c) は、電圧 V_{11} を第 1 電圧 V_1 から第 2 電圧 V_2 に変化させたときの液晶の配向の変化を表す。

【 0 0 5 4 】

配向の変化率 RC_2 においては、第 3 電圧 V_3 を印加しているときの液晶層 3 0 の液晶の配向 (初期配向) が 0 % であり、第 4 電圧 V_4 を印加しているときの液晶層 3 0 の液晶

50

の配向が100%である。

図2(d)は、電圧 V_{12} を第3電圧 V_3 から第4電圧 V_4 に変化させたときの液晶の配向の変化を表す。

【0055】

図2(c)及び図2(d)に表したように、駆動部77は、第2電圧 V_2 の印加にともなう液晶の配向の変化の後に、第4電圧 V_4 の印加にともなう液晶の配向を変化させる。例えば、配向の変化率 RC_1 が90%に達した時点 t_{13} と、配向の変化率 RC_2 が90%に達した時点 t_{14} と、が比較される。このとき、駆動部77は、時点 t_{14} を時点 t_{13} の後にする。

【0056】

第2電圧 V_2 (ボルト)の印加にともなう液晶層30の液晶の配向の変化の応答時間(V_2)(秒)は、(1)式で表される。

【数1】

$$\tau(V_2) = \frac{d^2 \gamma}{\epsilon_0 \Delta \epsilon V_2^2 - \pi^2 K} \quad \dots(1)$$

(1)式において、液晶層30の厚さ d (メートル)、液晶層30に含まれる液晶の回転粘性係数(パスカル・秒)、真空の誘電率 ϵ_0 (ファラド/メートル)、液晶層30の誘電率異方性の絶対値、及び、スプレイの弾性定数 K (ニュートン)が用いられている。

【0057】

第4電圧 V_4 (ボルト)の印加にともなう液晶層30の液晶の配向の変化の応答時間(V_4)(秒)は、(2)式で表される。

【数2】

$$\tau(V_4) = \frac{d^2 \gamma}{\epsilon_0 \Delta \epsilon V_4^2 - \pi^2 K} \quad \dots(2)$$

(1)式及び(2)式に表されるように、応答時間(V_2)及び応答時間(V_4)は、印加する第2電圧 V_2 及び第4電圧 V_4 に依存する。具体的には、印加する電圧が高いほど、応答時間が短くなる。従って、この例においては、応答時間(V_2)が、応答時間(V_4)よりも短い。

【0058】

このように、第2電圧 V_2 の絶対値を第4電圧 V_4 の絶対値よりも高くし、第2電圧 V_2 の印加を開始した後に、第4電圧 V_4 の印加を開始することによって、第2電圧 V_2 の印加にともなう液晶の配向の変化の後に、第4電圧 V_4 の印加にともなう液晶の配向を変化させることができる。

【0059】

第2電圧 V_2 の印加の開始と第4電圧 V_4 の印加の開始との時間差を t ($t_{12} - t_{11}$)とするとき、時間差 t が、 $t = t(V_4) - t(V_2)$ の関係を満たすようにする。これにより、より確実に、第2電圧 V_2 の印加にともなう液晶の配向の変化の後に、第4電圧 V_4 の印加にともなう液晶の配向を変化させることができる。

【0060】

図3は、第1の実施形態に係る液晶レンズ装置及び画像表示装置の特性を例示する写真である。

図4は、参考例の液晶レンズ装置及び画像表示装置の特性を例示する写真である。

図3及び図4は、第2電圧 V_2 及び第4電圧 V_4 を印加した状態における液晶光学素子111のリタレーション分布を観察した状態を例示する写真である。

図3の観察においては、本実施形態に係る駆動部77の駆動方法によって、第2電圧 V

10

20

30

40

50

2及び第4電圧V4の印加を行う。本実施形態に係る駆動部77の駆動方法においては、上記のように、第2電圧V2の印加にともなう液晶の配向の変化の後に、第4電圧V4の印加にともなう液晶の配向を変化させる。

【0061】

図4の観察においては、参考例の駆動部の駆動方法によって、第2電圧V2及び第4電圧V4の印加を行う。参考例の駆動部の駆動方法においては、第2電圧V2の印加にともなう液晶の配向の変化と、第4電圧V4の印加にともなう液晶の配向の変化と、が実質的に同時、または、第4電圧V4の印加にともなう液晶の配向の変化の後に、第2電圧V2の印加にともなう液晶の配向を変化させる。

【0062】

図4に表したように、参考例の駆動方法では、例えば、液晶層30のうちの第2電極12と対向電極21との間の部分などにおいて、液晶の配向乱れADが観察される。図4においては、例えば、配向乱れADとしてディスクリネーションが観察される。

【0063】

これに対して、図3に表したように、本実施形態に係る駆動方法では、参考例の駆動方法に比べて、液晶の配向乱れADが抑えられている。図3では、配向乱れADが、実質的に観察されていない。

【0064】

このように、本実施形態に係る液晶レンズ装置211及び画像表示装置311によれば、ディスクリネーションなどの配向乱れADの発生を抑制し、高い表示品位を得ることができる。

【0065】

図5は、第1の実施形態に係る液晶レンズ装置及び画像表示装置の特性を例示する写真である。

図5は、第2電圧V2及び第3電圧V3を印加した状態における液晶光学素子111のリタレーション分布を観察した状態を例示する写真である。すなわち、第1電極11と対向電極21との間のみに高い電圧を印加した状態(第1電極11と対向電極21との間の電位差を大きくした状態)を観察した写真である。

図5に表したように、第1電極11と対向電極21との間に高い電圧を印加すると、第1電極11によって生成される電界が、第2電極12と対向電極21との間の液晶の配向にも影響する。

【0066】

第1電圧V1及び第3電圧V3が印加されている状態では、液晶の配向のばらつきが大きい。すなわち、第1電極11と対向電極21との間の電位差が小さい状態、及び、第2電極12と対向電極21との間の電位差が小さい状態では、液晶の配向のばらつきが大きい。第1電極11と対向電極21との間の電位差を大きくすると、第1電極11と対向電極21との間の液晶層30における液晶の配向が揃えられ、第2電極12と対向電極21との間の液晶層30における液晶の配向も揃えられる。すなわち、第2電極12と対向電極21との間の液晶層30における液晶の配向のばらつきが抑えられる。

【0067】

本実施形態の駆動方法による液晶の配向乱れADの抑制は、第4電圧V4の印加にともなう液晶の配向の変化の前に、第2電極12と対向電極21との間の液晶の配向のばらつきが抑制されたことに起因していると考えられる。

【0068】

本願発明者は、液晶レンズ装置の特性を評価するなかで、配向乱れADの程度が大きい場合と小さい場合とがあることを見出した。そして、実験を進めるうちに、配向乱れADと、電圧を印加するタイミングに関係がありそうであることを見出した。そして、駆動部77の駆動条件について検討を行い、その結果、配向乱れADが小さくできる条件を発見した。すなわち、第2電圧V2の印加を開始した後に、第4電圧V4の印加を開始することで、配向乱れADを抑制できることを見出した。これは、本願発明者の実験及び検討に

10

20

30

40

50

よって初めて見出された効果である。この条件のときに、第2電圧V2の印加にともなう液晶の配向の変化の後に、第4電圧V4の印加にともなう液晶の配向が変化する。このときに、配向乱れADの発生を抑制できると考えられる。これは、本願発明者の実験及び検討によって初めて見出された効果である。

【0069】

また、本実施形態に係る液晶光学素子111においては、第1電極11と第2電極12との間のX軸方向に沿う距離を5 μ m以上150 μ m以下とする。5 μ m以上とすることにより、例えば、第1電極11及び第2電極12を適切に製造することができる。150 μ m以下とすることにより、例えば、第1電極11によって生成される電界を、第2電極12と対向電極21との間の液晶に適切に印加することができる。

10

【0070】

図6(a)~図6(d)は、第1の実施形態に係る液晶レンズ装置及び画像表示装置の別の特性を例示するグラフ図である。

図6(a)~図6(d)の縦軸及び横軸は、図2(a)~図2(d)の縦軸及び横軸と同じである。

図6(a)~図6(d)に表したように、この例においては、第2電圧V2の印加の開始と第4電圧V4の印加の開始とが、実質的に同時である。

【0071】

前述のように、応答時間(V2)及び応答時間(V4)は、印加する第2電圧V2及び第4電圧V4に依存し、応答時間(V2)は、応答時間(V4)よりも短い。

20

従って、応答時間(V4)と応答時間(V2)との差が十分に大きい場合(例えば、200ミリ秒以上)には、第2電圧V2の印加の開始と第4電圧V4の印加の開始とが、実質的に同時でもよい。なお、第2電圧V2の印加と第4電圧V4の印加とを実質的に同時に開始する場合に必要な応答時間(V4)と応答時間(V2)との差は、例えば、液晶の材料、液晶層30の厚さ、及び、印加する電圧の値などによって変化する。

【0072】

さらには、第4電圧V4の印加を開始した後に、第2電圧V2の印加を開始してもよい。この場合、時間差tは、 $t < (V4) - (V2)$ の関係を満たすようにする。これにより、第4電圧V4の印加を先に開始した場合でも、第2電圧V2の印加にともなう液晶の配向の変化の後に、第4電圧V4の印加にともなう液晶の配向を変化させることができる。液晶レンズ装置211及び画像表示装置311において、高い表示品位を得ることができる。

30

【0073】

図7は、第1の実施形態に係る別の液晶レンズ装置及び画像表示装置の構成を例示する模式的断面図である。

図7に表したように、この例の画像表示装置312では、液晶レンズ装置212の液晶光学素子112において、第1主電極11aと第2主電極11bとの間に、1つの第2電極12が設けられる。第2電極12は、X-Y平面に投影したときに、中心軸59と重なる位置に配置される。例えば、X-Y平面に投影したときに、第2電極12のX軸方向の中心が、中心軸59と重なる。

40

【0074】

液晶レンズ装置212及び画像表示装置312においても、第2電圧V2の印加にともなう液晶の配向の変化の後に、第4電圧V4の印加にともなう液晶の配向を変化させることによって、高い表示品位を得ることができる。第2電極12を配置する位置は、第1主電極11aと第2主電極11bとの間において、第2電圧V2の印加による電界の影響の及ぶ任意の位置でよい。

【0075】

また、この例においては、第4電圧V4の絶対値が、第3電圧V3の絶対値と実質的に同じでもよい。例えば、第2電圧V2を6Vとし、第4電圧V4を0Vとする。この場合、第2電圧V2が印加される領域の液晶層30では、液晶のチルト角が大きい配向が形成

50

され、第1主電極11aと第2主電極11bとの間の領域の液晶層30では、初期配列または初期配向に近い配向が形成される。これにより、凸レンズ状の屈折率分布31が、液晶層30に形成される。

【0076】

(第2の実施形態)

図8は、第2の実施形態に係る液晶レンズ装置及び画像表示装置の構成を例示する模式的断面図である。

図8に表したように、本実施形態に係る画像表示装置321においては、液晶レンズ装置221の液晶光学素子121が、第3電極13と、第4電極14と、第5電極15と、をさらに含む。第3電極13、第4電極14及び第5電極15は、それぞれY軸方向に沿って延びる。

10

【0077】

第3電極13は、第3サブ電極13aと、第4サブ電極13bと、を含む。第3サブ電極13aは、第1サブ電極12aと中心軸59との間に設けられる。第4サブ電極13bは、第2サブ電極12bと中心軸59との間に設けられる。

【0078】

第4電極14は、第5サブ電極14aと、第6サブ電極14bと、を含む。第5サブ電極14aは、第3サブ電極13aと中心軸59との間に設けられる。第6サブ電極14bは、第4サブ電極13bと中心軸59との間に設けられる。

【0079】

第5電極15は、第5サブ電極14aと第6サブ電極14bとの間に設けられる。この例において、第5電極15は、X-Y平面に投影したときに、中心軸59と重なる。例えば、X-Y平面に投影したときに、第5電極15のX軸方向の中心が、中心軸59と重なる。

20

【0080】

駆動部77は、第1電極11、第2電極12、第3電極13、第4電極14、第5電極15及び対向電極21と電気的に接続される。図8では、図を見やすくするために、駆動部77と第1電極11との間の一部の配線の図示、駆動部77と第2電極12との間の配線の図示、駆動部77と第3電極13との間の配線の図示、駆動部77と第4電極14との間の配線の図示、及び、駆動部77と第5電極15との間の配線の図示を省略している。

30

【0081】

駆動部77は、第3電極13と対向電極21との間に第5電圧V5及び第6電圧V6を印加する。第6電圧V6の絶対値は、第5電圧V5の絶対値よりも高い。駆動部77は、第5電圧V5と第6電圧V6との間で、第3電極13と対向電極21との間の電圧 V_{13} を変化させる。

【0082】

駆動部77は、第4電極14と対向電極21との間に第7電圧V7及び第8電圧V8を印加する。第8電圧V8の絶対値は、第7電圧V7の絶対値よりも高い。駆動部77は、第7電圧V7と第8電圧V8との間で、第4電極14と対向電極21との間の電圧 V_{14} を変化させる。

40

【0083】

駆動部77は、第5電極15と対向電極21との間に第9電圧V9を印加する。駆動部77は、第5電極15と対向電極21との間の電圧 V_{15} を第9電圧V9に保つ。この例において、第9電圧は、例えば、0Vである。

【0084】

駆動部77は、第2電圧V2の絶対値を第4電圧V4の絶対値よりも高くし、第4電圧V4の絶対値を第6電圧V6の絶対値よりも高くし、第6電圧V6の絶対値を第8電圧V8の絶対値よりも高くする。すなわち、第2電圧V2の絶対値、第4電圧V4の絶対値、第6電圧V6の絶対値及び第8電圧V8の絶対値は、 $V_2 > V_4 > V_6 > V_8$ である。

50

【 0 0 8 5 】

図 9 (a) ~ 図 9 (e) は、第 2 の実施形態に係る液晶レンズ装置及び画像表示装置の特性を例示するグラフ図である。

図 9 (a) の縦軸は、第 1 電極 1 1 と対向電極 2 1 との間に印加される電圧 V_{11} であり、横軸は、時間 t である。

図 9 (b) の縦軸は、第 2 電極 1 2 と対向電極 2 1 との間に印加される電圧 V_{12} であり、横軸は、時間 t である。

図 9 (c) の縦軸は、第 3 電極 1 3 と対向電極 2 1 との間に印加される電圧 V_{13} であり、横軸は、時間 t である。

図 9 (d) の縦軸は、第 4 電極 1 4 と対向電極 2 1 との間に印加される電圧 V_{14} であり、横軸は、時間 t である。

図 9 (e) の縦軸は、第 5 電極 1 5 と対向電極 2 1 との間に印加される電圧 V_{15} であり、横軸は、時間 t である。

10

【 0 0 8 6 】

図 9 (a) ~ 図 9 (e) に表したように、駆動部 7 7 は、液晶層 3 0 に屈折率分布 3 1 を形成する場合に、第 2 電圧 V_2 の印加を開始した後に、第 4 電圧 V_4 の印加を開始し、第 4 電圧 V_4 の印加を開始した後に、第 6 電圧 V_6 の印加を開始し、第 6 電圧 V_6 の印加を開始した後に、第 8 電圧 V_8 の印加を開始する。

【 0 0 8 7 】

第 5 電圧 V_5 と第 6 電圧 V_6 との間の変化が、第 3 変化期間 CA_3 に対応する。第 3 変化期間 CA_3 においては、電圧 V_{13} が、第 5 電圧 V_5 から第 6 電圧 V_6 に向かって連続的に変化する。第 7 電圧 V_7 と第 8 電圧 V_8 との間の変化が、第 4 変化期間 CA_4 に対応する。第 4 変化期間 CA_4 においては、電圧 V_{14} が、第 7 電圧 V_7 から第 8 電圧 V_8 に向かって連続的に変化する。

20

【 0 0 8 8 】

第 2 電圧 V_2 の印加の開始とは、例えば、第 1 変化期間 CA_1 が終了して電圧 V_{11} が第 2 電圧 V_2 に達した時点 t_{21} である。第 4 電圧 V_4 の印加の開始とは、例えば、第 2 変化期間 CA_2 が終了して電圧 V_{12} が第 4 電圧 V_4 に達した時点 t_{22} である。第 6 電圧 V_6 の印加の開始とは、例えば、第 3 変化期間 CA_3 が終了して電圧 V_{13} が第 6 電圧 V_6 に達した時点 t_{23} である。第 8 電圧 V_8 の印加の開始とは、例えば、第 4 変化期間 CA_4 が終了して電圧 V_{14} が第 8 電圧 V_8 に達した時点 t_{24} である。

30

【 0 0 8 9 】

駆動部 7 7 は、時点 t_{21} の後に時点 t_{22} を設け、時点 t_{22} の後に時点 t_{23} を設け、時点 t_{23} の後に時点 t_{24} を設ける。駆動部 7 7 は、第 1 変化期間 CA_1 の後に第 2 変化期間 CA_2 を設け、第 2 変化期間 CA_2 の後に第 3 変化期間 CA_3 を設け、第 3 変化期間 CA_3 の後に第 4 変化期間 CA_4 を設ける。

【 0 0 9 0 】

駆動部 7 7 は、上記のように、第 1 電圧 V_1 ~ 第 9 電圧 V_9 を印加することによって、第 2 電圧 V_2 の印加にともなう液晶の配向の変化の後に、第 4 電圧 V_4 の印加にともなう液晶の配向を変化させ、第 4 電圧 V_4 の印加にともなう液晶の配向の変化の後に、第 6 電圧 V_6 の印加にともなう液晶の配向を変化させ、第 6 電圧 V_6 の印加にともなう液晶の配向の変化の後に、第 8 電圧 V_8 の印加にともなう液晶の配向を変化させる。

40

【 0 0 9 1 】

これにより、本実施形態に係る液晶レンズ装置 2 2 1 及び画像表示装置 3 2 1 においても、高い表示品位を得ることができる。また、上記のように、高い電圧から順番に印加していくことにより、配向乱れ AD の発生をより適切に抑えることができる。

【 0 0 9 2 】

図 1 0 (a) ~ 図 1 0 (e) は、第 2 の実施形態に係る液晶レンズ装置及び画像表示装置の別の特性を例示するグラフ図である。

図 1 0 (a) ~ 図 1 0 (e) のそれぞれの縦軸及び横軸は、図 9 (a) ~ 図 9 (e) と

50

同じである。

図10(a)~図10(e)に表したように、この例において、駆動部77は、液晶層30に屈折率分布31を形成する場合に、第2電圧V2の印加を開始した後に、第4電圧V4の印加、第6電圧V6の印加、及び、第8電圧V8の印加を、それぞれ実質的に同時に開始する。

【0093】

このように第1電圧V1~第9電圧V9を印加する場合でも、高い表示品位を得ることができる。すなわち、第3電極13をさらに設ける場合、第6電圧V6の印加の開始は、第2電圧V2の印加の開始よりも後であればよい。第4電極14をさらに設ける場合、第8電圧V8の印加の開始は、第2電圧V2の印加の開始よりも後であればよい。

10

【0094】

(第3の実施形態)

図11は、第3の実施形態に係る液晶レンズ装置及び画像表示装置の構成を例示する模式的断面図である。

図11に表したように、本実施形態に係る画像表示装置331の液晶レンズ装置231においては、液晶光学素子131の第2基板部20uの構成が、上記各実施形態の第2基板部20uの構成と異なる。この例においては、第2基板部20uが、複数の第1対向電極21と、複数の第2対向電極22と、複数の第3対向電極23と、を含む。

【0095】

複数の第1対向電極21は、第2主面20a上に設けられ、Y軸方向に延在し、Y軸方向に対して非平行な方向に並ぶ。複数の第1対向電極21は、例えば、X軸方向に並ぶ。複数の第1対向電極21は、複数の第1電極11と対向する。

20

【0096】

複数の第2対向電極22は、第2主面20a上において複数の第1対向電極21のそれぞれの上に設けられる。複数の第2対向電極22は、複数の第3電極13、複数の第4電極14及び複数の第5電極15と対向する。

【0097】

複数の第3対向電極23は、第2主面20a上において複数の第1対向電極21と複数の第2対向電極22とのそれぞれの上に設けられる。複数の第3対向電極23は、複数の第2電極12と対向する。

30

【0098】

第1対向電極21と第3対向電極23との間には、第1離間領域21sが設けられている。第1離間領域21sは、Y軸方向に延在する。第1離間領域21sは、例えば、Y軸方向に沿って伸びるスリットである。第1離間領域21sは、例えば、第1電極11と第2電極12との間の領域の少なくとも一部と対向する。

【0099】

第2対向電極22と第3対向電極23との間には、第2離間領域22sが設けられている。第2離間領域22sは、Y軸方向に延在する。第2離間領域22sは、例えば、Y軸方向に沿って伸びるスリットである。第2離間領域22sは、例えば、第2電極12と第3電極13との間の領域の少なくとも一部と対向する。

40

【0100】

第1離間領域21s及び第2離間領域22sは、例えば、第2電極12の直上付近に設けられる。第1離間領域21s及び第2離間領域22sは、例えば、X-Y平面に投影したときに、第2電極12の近傍に設けられる。

【0101】

第1対向電極21、第2対向電極22及び第3対向電極23のそれぞれは、例えば、電氣的に接続される。第1対向電極21の電位、第2対向電極22の電位及び第3対向電極23の電位は、実質的に同電位に設定される。

【0102】

本実施形態に係る液晶レンズ装置231及び画像表示装置331においても、図9(a)

50

) ~ 図 9 (e)、または、図 10 (a) ~ 図 10 (e) に関して説明した手順で第 1 電圧 V_1 ~ 第 9 電圧 V_9 を印加することにより、高い表示品位を得ることができる。また、液晶レンズ装置 231 及び画像表示装置 331 においては、第 1 離間領域 21s 及び第 2 離間領域 22s を設けることによって、フレネルレンズ状の屈折率分布 31 をより適切に液晶層 30 に形成することができる。

【0103】

図 12 は、第 3 の実施形態に係る別の液晶レンズ装置及び画像表示装置の構成を例示する模式的断面図である。

図 12 に表したように、この例の画像表示装置 332 の液晶レンズ装置 232 においては、液晶光学素子 132 の第 1 基板部 10u が、第 6 電極 16 をさらに含む。第 6 電極 16 は、Y 軸方向に沿って延びる。

10

【0104】

第 6 電極 16 は、第 7 サブ電極 16a と、第 8 サブ電極 16b と、を含む。第 7 サブ電極 16a は、第 1 主電極 11a と第 1 サブ電極 12a との間に設けられる。第 8 サブ電極 16b は、第 2 主電極 11b と第 2 サブ電極 12b との間に設けられる。

【0105】

駆動部 77 は、第 6 電極 16 とさらに電氣的に接続される。図 12 では、図を見やすくするために、駆動部 77 と第 6 電極 16 との間の配線の図示を省略している。

【0106】

駆動部 77 は、第 6 電極 16 と第 1 対向電極 21 との間に第 10 電圧 V_{10} 及び第 11 電圧 V_{11} を印加する。第 1 対向電極 21 は、第 2 対向電極 22 及び第 3 対向電極 23 と同電位である。従って、第 6 電極 16 と第 1 対向電極 21 との間の電圧は、第 6 電極 16 と第 2 対向電極 22 との間の電圧、及び、第 6 電極 16 と第 3 対向電極 23 との間の電圧と実質的に同じである。この電圧の関係は、第 1 電極 11 ~ 第 5 電極 15 についても同じである。以下では、説明を簡単にするため、電圧について説明する場合には、第 2 基板部 20u 側の電極を第 1 対向電極 21 として説明する。

20

【0107】

第 11 電圧 V_{11} の絶対値は、第 10 電圧 V_{10} の絶対値よりも高い。駆動部 77 は、第 10 電圧 V_{10} と第 11 電圧 V_{11} との間で、第 6 電極 16 と第 1 対向電極 21 との間の電圧 V_{16} を変化させる。また、駆動部 77 は、第 4 電圧 V_4 の絶対値を第 11 電圧 V_{11} の絶対値よりも高くする。すなわち、第 6 電極 16 に印加する電圧は、第 2 電極 12 に印加する電圧よりも低い。

30

【0108】

液晶レンズ装置 232 及び画像表示装置 332 においても、図 9 (a) ~ 図 9 (e) に関して説明したように、高い電圧から順番に印加していくことにより、高い表示品位を得ることができる。また、第 6 電極 16 を設け、第 6 電極 16 に印加する電圧を第 2 電極 12 に印加する電圧よりも低くすることによって、配向乱れ AD の発生をより適切に抑えることができる。表示品位が、さらに高められる。

【0109】

(第 4 の実施形態)

40

図 13 は、第 4 の実施形態に係る駆動装置の構成を例示する模式的断面図である。

図 13 に表したように、駆動装置 411 は、駆動部 77 と接続部 78 とを備える。

駆動部 77 には、上記各実施形態において説明した駆動部を用いることができる。接続部 78 は、液晶光学素子 141 と電氣的に接続される。液晶光学素子 141 には、上記各実施形態において説明した液晶光学素子を用いることができる。接続部 78 は、例えば、第 1 電極 11、第 2 電極 12 及び対向電極 21 と電氣的に接続される。接続部 78 は、例えば、液晶光学素子 141 との電氣的な接続を得るためのコネクタや配線である。また、接続部 78 は、駆動部 77 と電氣的に接続される。駆動部 77 は、接続部 78 を介して液晶光学素子 141 と電氣的に接続される。接続部 78 と液晶光学素子 141 との電氣的な接続は、コネクタなどによって接続状態と非接続状態とを切り替えられるようにしてもよ

50

い。

【0110】

駆動装置411においては、駆動部77が、第2電圧V2の印加を開始した後に、第4電圧V4の印加を開始し、第2電圧V2の印加にともなう液晶の配向の変化の後に、第4電圧V4の印加にともなう液晶の配向を変化させる。これにより、接続される液晶光学素子141の表示品位を高めることができる。

【0111】

なお、上記各実施形態では、第1電圧V1～第9電圧V9のそれぞれの絶対値（実効値）が一定の状態を示している。第1電圧V1～第9電圧V9のそれぞれの絶対値は、時間変化してもよい。

10

【0112】

実施形態によれば、高品位の表示を提供する液晶レンズ装置及び画像表示装置及び駆動装置が提供できる。

【0113】

なお、本願明細書において、「垂直」及び「平行」は、厳密な垂直及び厳密な平行だけではなく、例えば製造工程におけるばらつきなどを含むものであり、実質的に垂直及び実質的に平行であれば良い。本願明細書において、「上に設けられる」状態は、直接接して設けられる状態の他に、間に他の要素が挿入されて設けられる状態も含む。「積層される」状態は、互いに接して重ねられる状態の他に、間に他の要素が挿入されて重ねられる状態も含む。「対向する」状態は、直接的に面する状態の他に、間に別の要素が挿入されて面する状態も含む。

20

【0114】

以上、具体例を参照しつつ、本発明の実施の形態について説明した。しかし、本発明は、これらの具体例に限定されるものではない。例えば、液晶レンズ装置及び画像表示装置及び駆動装置に含まれる液晶光学素子、駆動部、表示部、画像表示部、接続部、第1基板部、第2基板部、液晶層、第1基板、第2基板、第1電極、第2電極、第3電極及び対向電極などの各要素の具体的な構成に関しては、当業者が公知の範囲から適宜選択することにより本発明を同様に実施し、同様の効果を得ることができる限り、本発明の範囲に含まれる。

また、各具体例のいずれか2つ以上の要素を技術的に可能な範囲で組み合わせたものも、本発明の要旨を包含する限り本発明の範囲に含まれる。

30

【0115】

その他、本発明の実施の形態として上述した液晶レンズ装置及び画像表示装置及び駆動装置を基にして、当業者が適宜設計変更して実施し得る全ての液晶レンズ装置及び画像表示装置及び駆動装置も、本発明の要旨を包含する限り、本発明の範囲に属する。

【0116】

その他、本発明の思想の範疇において、当業者であれば、各種の変更例及び修正例に想到し得るものであり、それら変更例及び修正例についても本発明の範囲に属するものと了解される。

【0117】

本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら新規な実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で、種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨に含まれるとともに、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれる。

40

【符号の説明】

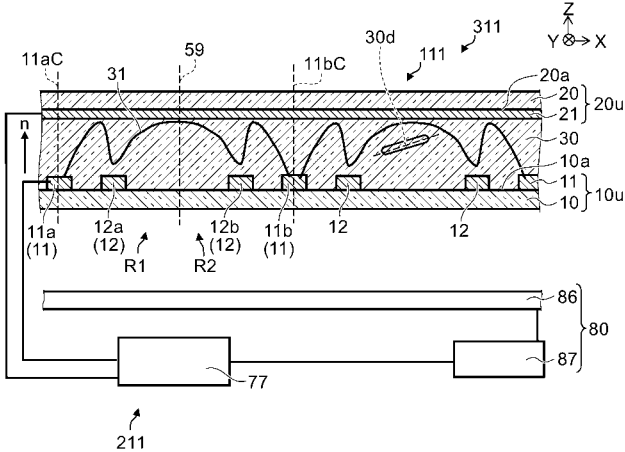
【0118】

10...第1基板、 10a...第1主面、 10u...第1基板部、 11...第1電極、
11a...第1主電極、 11aC...中心、 11b...第2主電極、 11bC...中心、

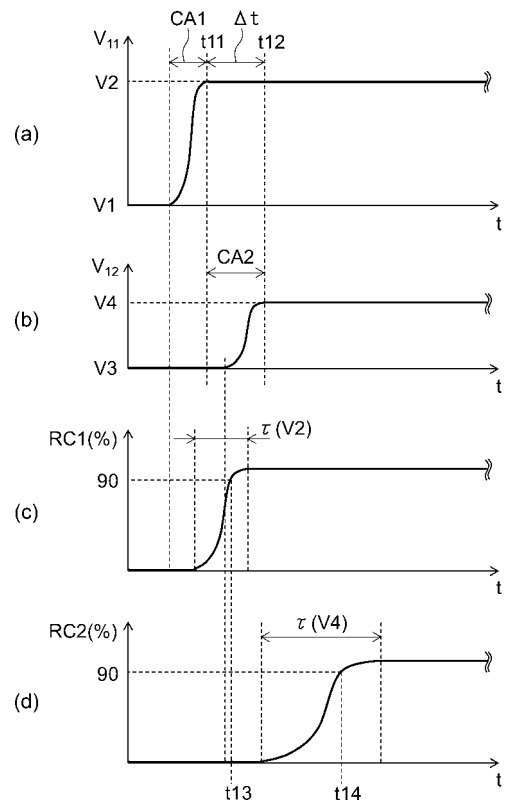
50

1 2 ... 第 2 電極、 1 2 a ... 第 1 サブ電極、 1 2 b ... 第 2 サブ電極、 1 3 ... 第 3 電極、
 1 3 a ... 第 3 サブ電極、 1 3 b ... 第 4 サブ電極、 1 4 ... 第 4 電極、 1 4 a ... 第
 5 サブ電極、 1 4 b ... 第 6 サブ電極、 1 5 ... 第 5 電極、 1 6 ... 第 6 電極、 1 6 a
 ... 第 7 サブ電極、 1 6 b ... 第 8 サブ電極、 2 0 ... 第 2 基板、 2 0 a ... 第 2 主面、
 2 0 u ... 第 2 基板部、 2 1 ... 第 1 対向電極 (対向電極)、 2 1 s ... 第 1 離間領域、
 2 2 ... 第 2 対向電極、 2 2 s ... 第 2 離間領域、 2 3 ... 第 3 対向電極、 3 0 ... 液晶層
 、 3 0 d ... ダイレクタ、 3 1 ... 屈折率分布、 5 9 ... 中心軸、 7 7 ... 駆動部、 7
 8 ... 接続部、 8 0 ... 画像表示部、 8 6 ... 表示部、 8 7 ... 表示制御部、 1 1 1、 1
 1 2、 1 2 1、 1 3 1、 1 3 2、 1 4 1 ... 液晶光学素子、 2 1 1、 2 1 2、 2 2 1、 2
 3 1、 2 3 2 ... 液晶レンズ装置、 3 1 1、 3 1 2、 3 2 1、 3 3 1、 3 3 2 ... 画像表示
 装置、 4 1 1 ... 駆動装置、 R 1、 R 2 ... 第 1 及び第 2 領域

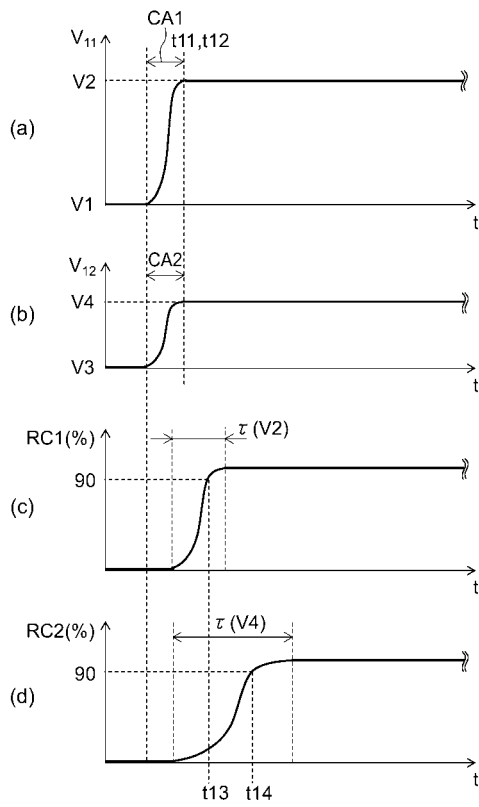
【 図 1 】



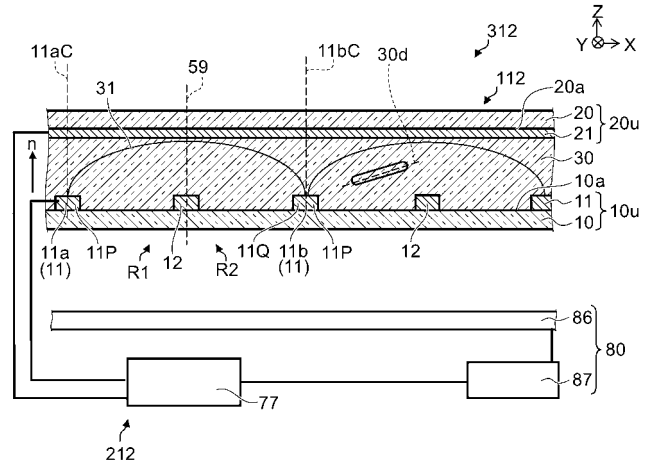
【 図 2 】



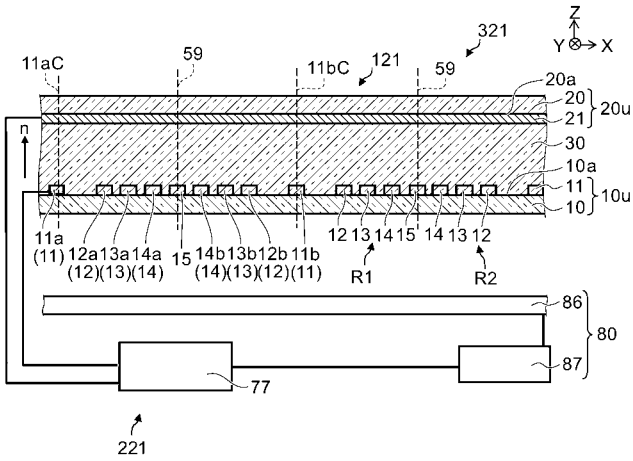
【 図 6 】



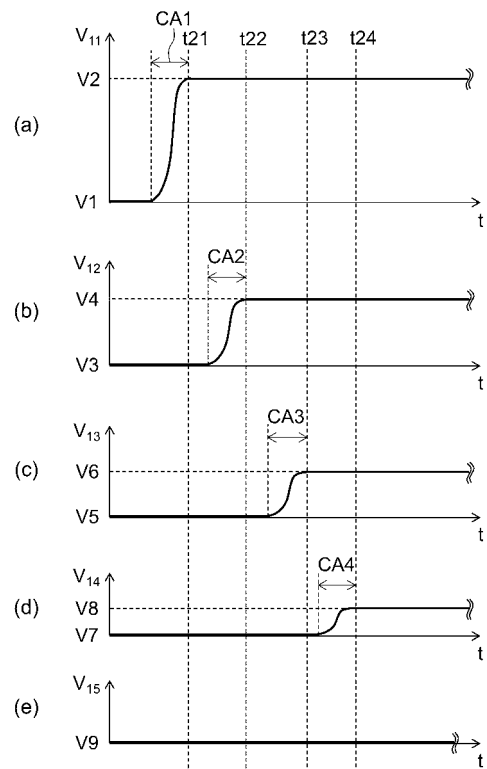
【 図 7 】



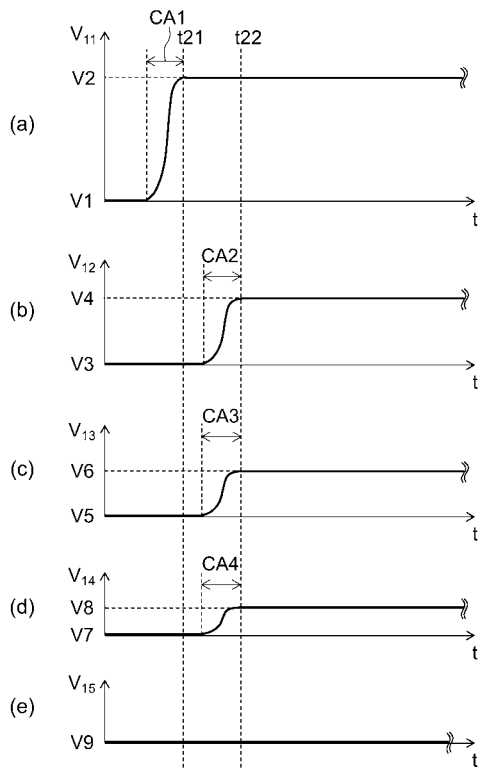
【 図 8 】



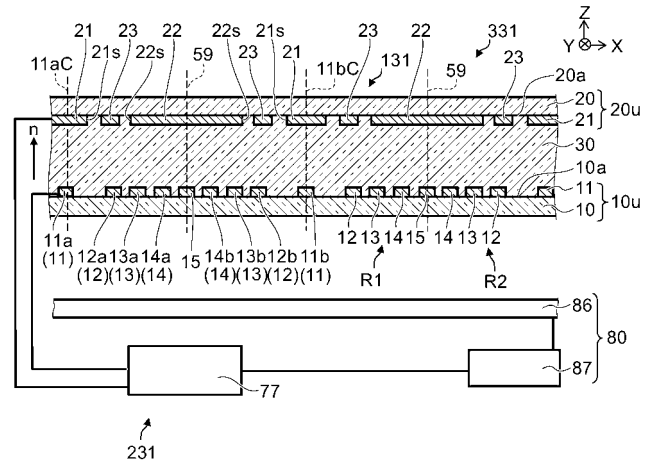
【 図 9 】



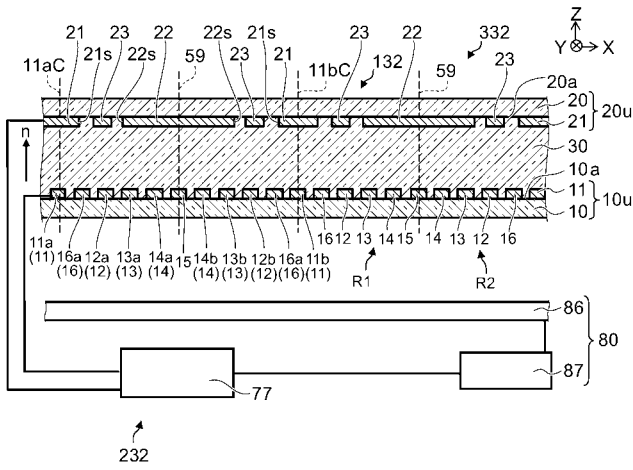
【 図 1 0 】



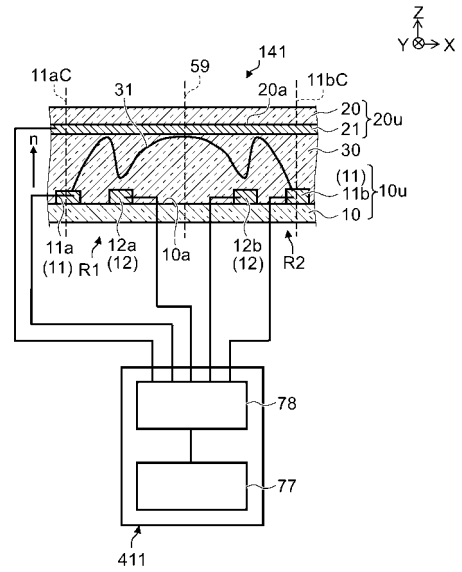
【 図 1 1 】



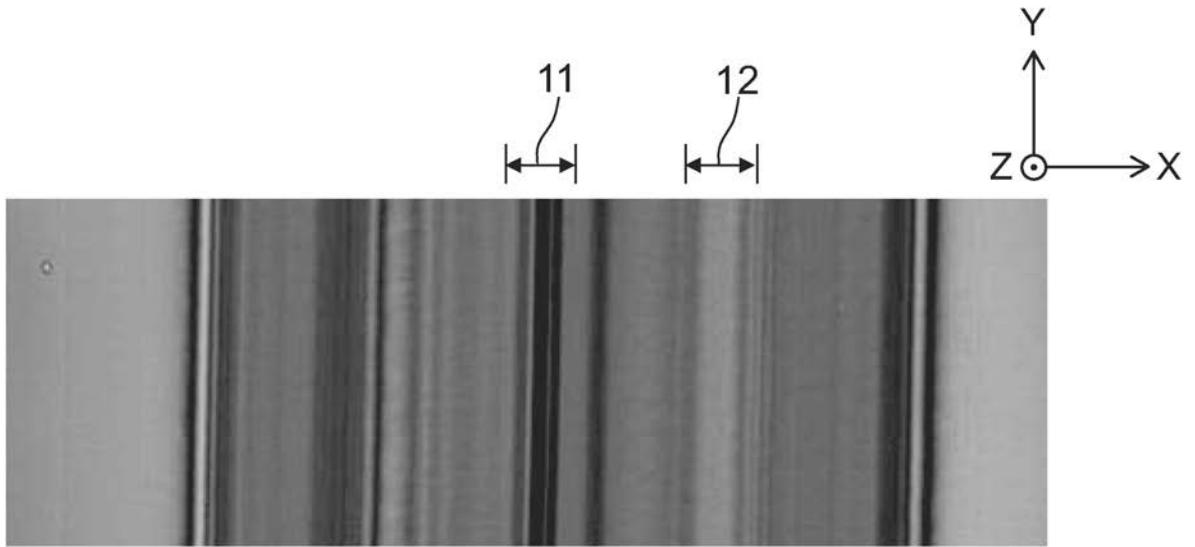
【 図 1 2 】



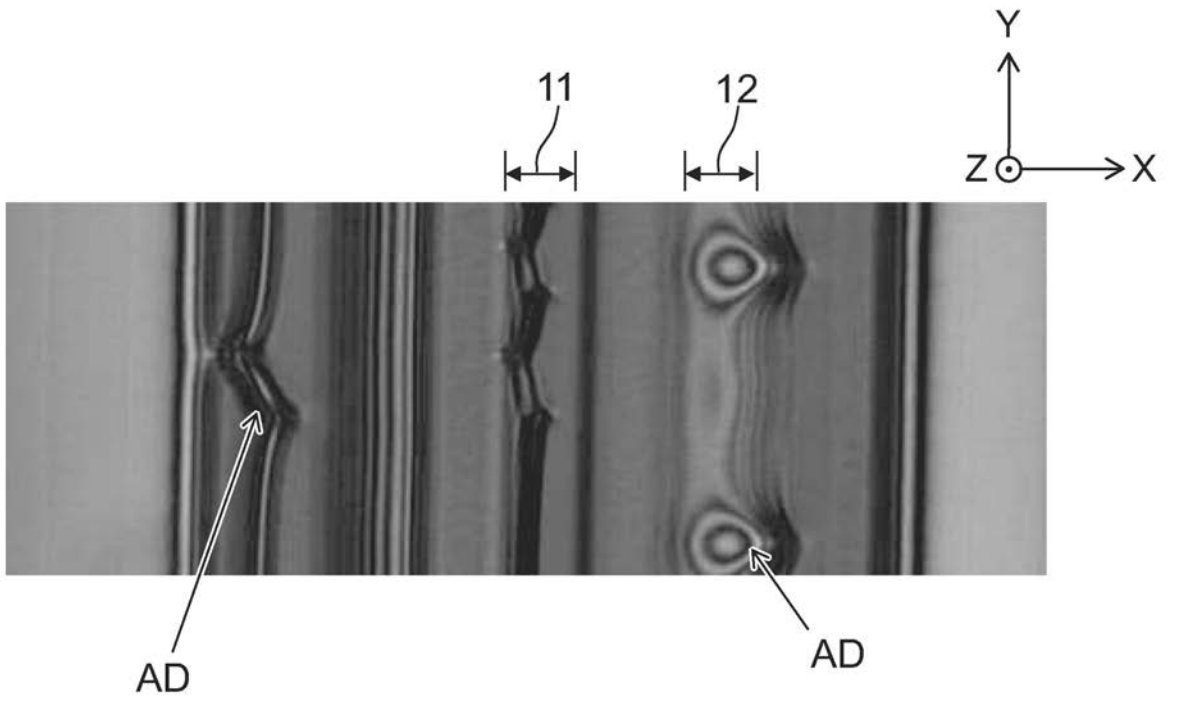
【 図 1 3 】



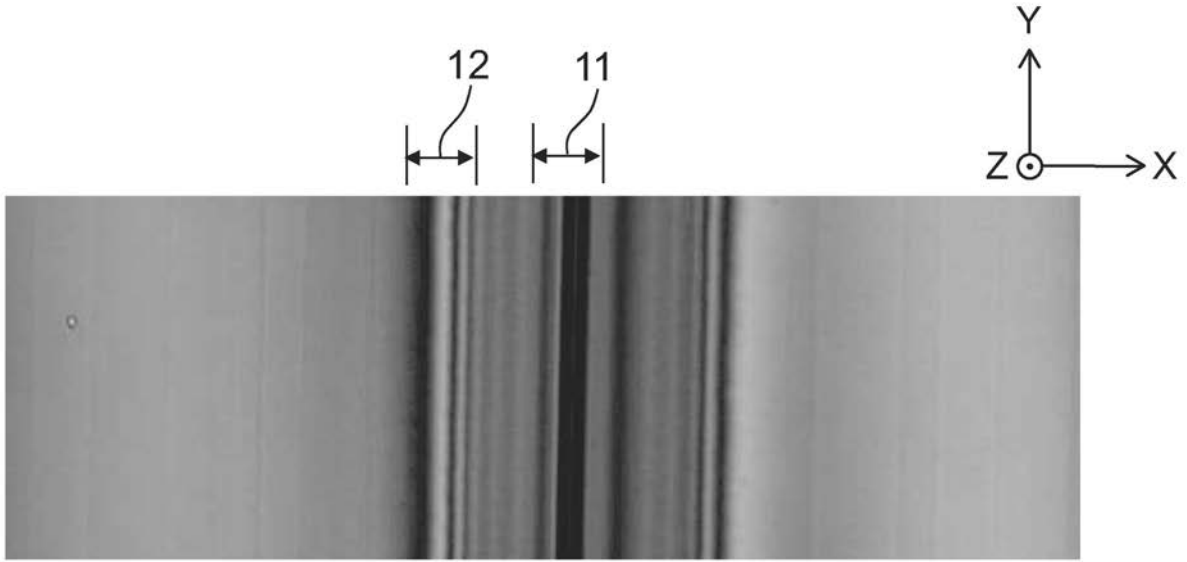
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



フロントページの続き

(72)発明者 桃井 芳晴

東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

(72)発明者 馬場 雅裕

東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内

Fターム(参考) 2H088 EA42 GA02 GA03 HA01 HA06 JA11 KA02 KA14 LA07 MA20
2H199 BA08 BA42 BB04 BB42 BB45 BB52 BB65