

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5629717号
(P5629717)

(45) 発行日 平成26年11月26日 (2014. 11. 26)

(24) 登録日 平成26年10月10日 (2014. 10. 10)

(51) Int. Cl.	F 1
GO2F 1/13 (2006.01)	GO2F 1/13 505
GO2F 1/1337 (2006.01)	GO2F 1/1337
GO2F 1/1343 (2006.01)	GO2F 1/1343
GO2F 1/139 (2006.01)	GO2F 1/139
GO2F 1/1335 (2006.01)	GO2F 1/1335 510

請求項の数 7 (全 15 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2012-73792 (P2012-73792)	(73) 特許権者	000003078 株式会社東芝
(22) 出願日	平成24年3月28日 (2012. 3. 28)		東京都港区芝浦一丁目1番1号
(65) 公開番号	特開2013-205584 (P2013-205584A)	(74) 代理人	100108062 弁理士 日向寺 雅彦
(43) 公開日	平成25年10月7日 (2013. 10. 7)	(72) 発明者	岐津 裕子 東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会社東芝内
審査請求日	平成26年2月13日 (2014. 2. 13)	(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
		(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

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

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1主面を有する第1基板と、
前記第1主面上に設けられ、第1方向に沿って延在し前記第1方向に対して非平行な方向に並べられた複数の第1電極と、

を含む第1基板部と、

前記第1主面と対向する第2主面を有する第2基板と、

前記第2主面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、前記第1基板部上の液晶分子の長軸方向を前記第1主面に投影した第1配向方向は前記第1方向に対して直交し、前記第1主面に対して垂直な軸に沿って5度以上45度以下の角度で捻れた配向を有する液晶層と

、
を含む液晶光学素子部を備えた液晶レンズ装置と、

表示部であって、前記第1基板部と前記表示部との間に前記第2基板部が配置され、前記表示部は、前記第2基板部上の液晶分子の長軸方向を前記第1主面に投影した第2配向方向に対して平行な偏光軸を有する偏光の画像光を前記液晶光学素子部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2】

前記対向電極は、スリットを有する請求項 1 記載の画像表示装置。

【請求項 3】

前記第 1 電極と前記対向電極とに電氣的に接続され、前記第 1 電極の電位と前記対向電極の電位とを制御して、前記液晶層に屈折率分布を形成する制御部をさらに備えた請求項 1 または 2 に記載の画像表示装置。

【請求項 4】

第 1 主面を有する第 1 基板と、
前記第 1 主面上に設けられ、第 1 方向に沿って延在し前記第 1 方向に対して非平行な方向に並べられた複数の第 1 電極と、

を含む第 1 基板部と、

前記第 1 主面と対向する第 2 主面を有する第 2 基板と、

前記第 2 主面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、前記第 1 基板部上の液晶分子の長軸方向を前記第 1 主面に投影した第 1 配向方向は前記第 1 方向に対して直交し、前記第 1 主面に対して垂直な軸に沿って 5 度以上 45 度以下の角度で捻れた配向を有する液晶層と、

を含む液晶光学素子部を備えた液晶レンズ装置。

【請求項 5】

前記対向電極は、スリットを有する請求項 4 記載の液晶レンズ装置。

【請求項 6】

前記第 1 電極と前記対向電極とに電氣的に接続され、前記第 1 電極の電位と前記対向電極の電位とを制御して、前記液晶層に屈折率分布を形成する制御部をさらに備えた請求項 4 または 5 に記載の液晶レンズ装置。

【請求項 7】

偏光層をさらに備え、

前記第 1 基板部と前記偏光層との間に前記第 2 基板部が配置され、

前記偏光層は、前記第 2 基板部上の液晶分子の長軸方向を前記第 1 主面に投影した第 2 配向方向に対して平行な偏光軸を有する偏光を、前記第 2 基板部を介して前記液晶層に入射させる請求項 4 ~ 6 のいずれか 1 つに記載の液晶レンズ装置。

【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に関する。

【背景技術】

【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が知られている。また、この液晶光学素子と、画像表示部と、を組み合わせた立体画像表示装置がある。

【0003】

立体画像表示装置では、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、高精細な二次元画像表示動作と、複数の視差画像による裸眼での立体視の三次元画像表示動作と、を実現する。立体画像表示装置に用いられる液晶光学素子において、良好な光学特性を実現することが望まれる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2010 - 224191 号公報

10

20

30

40

50

【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、良好な光学特性を有する液晶レンズ装置及び画像表示装置を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の実施形態によれば、液晶光学素子部を含む液晶レンズ装置が提供される。前記液晶光学素子部は、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主面を有する第1基板と、前記第1主面上に設けられ、第1方向に沿って延在し前記第1方向に対して非平行な方向に並べられた複数の第1電極と、を含む。前記第2基板部は、前記第1主面と対向する第2主面を有する第2基板と、前記第2主面上に設けられた対向電極と、を含む。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。前記第1基板部上の液晶分子の長軸方向を前記第1主面に投影した第1配向方向は前記第1方向に対して直交する。前記液晶層は、前記第1主面に対して垂直な軸に沿って5度以上45度以下の角度で捩れた配向を有する。

10

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】図1(a)～図1(f)は、第1の実施形態に係る液晶レンズ装置を示す模式図である。

20

【図2】第1の実施形態に係る液晶レンズ装置を示す模式的断面図である。

【図3】図3(a)～図3(c)は、第1の実施形態に係る液晶レンズ装置の使用状態を示す模式図である。

【図4】第1の実施形態に係る液晶レンズ装置の特性を示すグラフ図である。

【図5】第1の実施形態に係る液晶レンズ装置の特性を示すグラフ図である。

【図6】第1の実施形態に係る液晶レンズ装置の特性を示すグラフ図である。

【図7】第2の実施形態に係る液晶レンズ装置を示す模式的斜視図である。

【発明を実施するための形態】

【0008】

以下に、各実施の形態について図面を参照しつつ説明する。

30

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同じとは限らない。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の実施の形態)

図1(a)～図1(f)は、第1の実施形態に係る液晶レンズ装置の構成を例示する模式図である。

図1(a)は、液晶レンズ装置110の構成を例示する模式的斜視図である。図1(b)～図1(f)は、液晶レンズ装置110における光軸を例示する模式図である。図1(a)においては、図を見易くするために、各要素が互いに離されて描かれている。

40

【0010】

図1(a)に表したように、本実施形態に係る液晶レンズ装置110は、液晶光学素子部110uを含む。

【0011】

液晶光学素子部110uは、第1基板部10uと、第2基板部20uと、液晶層30と、を含む。

【0012】

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

50

は、第1主面10aを有する。

【0013】

複数の第1電極11は、第1主面10a上に設けられる。第1電極11は、第1方向D1に沿って延在する。複数の第1電極11は、第1方向D1に対して非平行な方向に並べられる。

【0014】

第1主面10aに対して平行で、第1方向D1に対して垂直な方向を第2方向D2とする。複数の第1電極11は、例えば、第2方向D2に並べられる。

【0015】

第2基板部20uは、第2基板20と、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

【0016】

本願明細書において、「対向」は、直接向かい合う状態の他に、間に別の要素が挿入されて向かい合う状態も含む。

【0017】

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、第1基板部10uに接する第1層30aと、第2基板部20uに接する第2層30bと、を有する。第1層30aは、液晶層30のうちで、第1基板部10uとの界面部分に相当し、第2層30bは、液晶層30のうちで、第2基板部20uとの界面部分に相当する。第1層30aにおける液晶分子の長軸方向を第1主面10aに投影した方向を第1配向方向L1とする。

20

【0018】

一方、液晶層30中の第2層30bにおける液晶分子の長軸方向を第1主面10aに投影した方向を第2配向方向L2とする。

【0019】

第1配向方向L1及び第2配向方向L2のそれぞれは、軸の情報に加えて、向き（始点から終点に向かう向き）の情報を有する。

【0020】

図1(a)に表したように、第1主面10aに対して垂直な軸をZ軸方向とする。Z軸方向に対して垂直な1つの軸をX軸方向とする。Z軸方向とX軸方向とに対して垂直な方向をY軸方向とする。

30

【0021】

図1(b)に表したように、第2配向方向L2の始点から終点に向かう方向が、X軸方向に対して平行であるとする。すなわち、第2配向方向L2の始点から終点に向かう方向の、X軸方向を基準とする角度（第2配向角 $LC2$ （度））は、0度である。

【0022】

図1(c)に表したように、第1配向方向L1の始点から終点に向かう方向の、X軸方向を基準とする角度を第1配向角 $LC1$ （度）とする。第1配向角 $LC1$ は、第1配向方向L1の始点から終点に向かう方向の、第2配向方向L2の始点から終点に向かう方向を基準にしたときの角度である。第1配向角 $LC1$ などの角度は、0度以上180度以下、または、-180度未満0度以下で表現する。

40

【0023】

第1配向角 $LC1$ が180度するとき、第1配向方向L1は、第2配向方向L2に対して反平行となる。このとき、液晶層30において、ホモジニアス配向が形成される。一方、第1配向角 $LC1$ が0度するとき、第1配向方向L1の向きは、第2配向方向L2の向きと同じになる。もし、液晶層30においてプレチルトがある場合には、スプレイ配向（またはベンド配向）が形成される。または、180度などの角度のツイスト配向が形成される。

【0024】

50

本実施形態においては、第1配向方向L1は、第2配向方向L2に対して非平行に設定される。従って、第1配向方向L1は、0度ではなく、180度でもない。さらに、本実施形態においては、液晶層30における配向の捩れは90度未満に設定される。そして、スプレイ配向（またはベンド配向）ではない配向が形成される。このとき、プレチルト角は0度以上でよい。

【0025】

図1(d)に表したように、第1配向方向L1と第2配向方向L2とにより定まる液晶の捩れ角LC0(度)は、 $LC0(度) = 180 - LC1(度)$ で表される。

【0026】

後述するように、実施形態においては、捩れ角LC0は、5度以上45度以下に設定される。液晶層30における液晶の配向は、第1配向方向L1から第2配向方向L2に向けて、捩れている。すなわち、液晶層30は、5度以上45度以下の捩れ角LC0で捩れた配向を有する。

10

【0027】

このとき、第1配向方向L1（第1層30aの液晶分子の長軸方向を第1主面10aに投影した方向）の始点から終点に向かう方向の、第2配向方向L2（第2層30bの液晶分子の長軸方向を第1主面10aに投影した方向）の始点から終点に向かう方向を基準にしたときの角度（第1配向角LC1）は、135度以上175度以下である。

【0028】

さらに、実施形態においては、図1(e)に表したように、第1配向方向L1は、第1方向D1と、実質的に直交するように設定される。すなわち、第1配向方向L1は、第2方向D2と実質的に平行である。

20

【0029】

ここで、製造ばらつきなどを考慮して、本明細書において、直交する状態は、互い軸の角度が90度である場合に加え、85度以上95度以下の状態を含む。同様に、本明細書において、平行である状態は、互い軸の角度が0度である場合に加え、-5度以上+5度以下（絶対値が5度以下）の状態を含む。

【0030】

すなわち、図1(f)に表したように、第1配向方向L1と第1方向D1との間の角度の絶対値は、85度以上95度以下である。第1配向方向L1と第2方向D2との間の角度（第1角 θ_1 ）の絶対値は、5度以下である。

30

【0031】

このように、本実施形態においては、第1基板部10u上の液晶分子の長軸方向を第1主面10aに投影した第1配向方向L1は、第1方向D1に対して直交している（第1配向方向L1と第1方向D1との間の角度の絶対値は85度以上95度以下である）。そして、液晶層30は、第1主面10aに対して垂直な軸（Z軸）に沿って5度以上45度以下の角度で捩れた配向を有する。

【0032】

一方、図1(e)に表したように、第2方向D2と第2配向方向L2との間の角度（電極直交角 e_2 (度)）は、捩れ角LC0(5度以上45度以下)と同じ角度になる。そして、第1方向D1と第2配向方向L2との間の角度（電極延在角 e_1 (度)）は、 $90 - \text{捩れ角} LC0(度)$ で表され、45度以上85度以下となる。

40

【0033】

図2は、第1の実施形態に係る液晶レンズ装置の構成を例示する模式的断面図である。

図2は、実施形態に係る液晶レンズ装置110の使用状態の1つの例も示している。液晶レンズ装置110は、表示部120と組み合わされて画像表示装置210として用いられる。

【0034】

画像表示装置210は、液晶レンズ装置110（液晶光学素子部110u）と、表示部120と、を含む。表示部120は、液晶光学素子部110uと積層される。

50

【0035】

本明細書において、「積層」は、直接重ねられる状態の他に、間に別の要素が挿入されて重ねられる状態も含む。

【0036】

第1基板部10uと表示部120との間に第2基板部20uが配置される。表示部120は、偏光の画像光125を液晶光学素子部110uに入射させる。

【0037】

表示部120には、任意の表示装置を用いることができる。表示部120として、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。

10

【0038】

例えば、表示部120として液晶表示装置が用いられる場合、表示部120は、第1偏光層121と、第2偏光層122と、表示液晶層123と、を含む。表示液晶層123は、第1偏光層121と第2偏光層122との間に設けられる。第1偏光層121及び第2偏光層122には、例えば、偏光板、偏光膜、または、偏光フィルタなどが用いられる。この例では、第1偏光層121と液晶光学素子部110uとの間に表示液晶層123が配置され、表示液晶層123と液晶光学素子部110uとの間に第2偏光層122が配置されている。表示部120から出射する画像光125の偏光は、第2偏光層122により形成される。

【0039】

画像光125は、画像情報を含む。画像表示装置210は、表示部120を制御する表示制御部87をさらに含むことができる。表示制御部87から表示部120に供給される信号に基づいて、表示部120は、変調された画像光125を生成する。表示部120は、例えば、複数の視差画像50（例えば第1～第3視差画像PX1～PX3など）を含む画像光125を出射する。

20

【0040】

液晶光学素子部110uにおいて、第1電極11と対向電極21との間に電圧を印加することで、液晶層30の液晶の配向が変化する。これにより、液晶層30における実効的な屈折率が変化し、液晶層30中に屈折率分布31が形成される。第1電極11は第1方向D1に沿って延在するため、第1方向D1においては、屈折率は一定である。第2方向D2に沿って、第1電極11が設けられている位置に連動して、屈折率が変化する。すなわち、第1方向D1に沿って延びるレンチキュラー状のレンズが形成される。

30

【0041】

このように、液晶光学素子部110uは、例えば、液晶GRINレンズ(Gradient Index lens)として機能する。液晶光学素子部110uの屈折率分布31は、変化可能である。例えば、第1電極11と対向電極21との間に電圧を印加しないときは、D1-D2平面内で屈折率が実質的に均一である。この状態においては、液晶光学素子部110uを通過する光の光路は実質的に変化しない。第1電極11と対向電極21との間に電圧を印加すると、屈折率は、第2方向D2に沿って変化する。この状態においては、液晶光学素子部110uを通過する光の光路が変えられる。

40

【0042】

液晶光学素子部110uにおいて、第1基板部10uは、第1主面10a上に設けられた別の電極をさらに含んでも良い。別の電極は、例えば、第1電極11どうしの間に設けられ、Y軸方向に沿って延在する。この別の電極の電位は、例えば対向電極21の電位と同じに設定される。第1電極11の位置が、レンズ端に対応し、上記の別の電極の位置が、レンズ中央の位置に対応する。

【0043】

図1及び図2に表したように、液晶レンズ装置110は、制御部77をさらに含むことができる。制御部77は、第1電極11と対向電極21とに電氣的に接続される。制御部77は、第1電極11の電位と対向電極21の電位とを制御して、液晶層30に屈折率分

50

布 3 1 を形成する。

【 0 0 4 4 】

液晶光学素子部 1 1 0 u が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 2 1 0 は、例えば、二次元の画像表示を提供する。液晶光学素子部 1 1 0 u が光路を変更する動作状態において、画像表示装置 2 1 0 は、例えば、三次元の画像表示を提供する。三次元の画像表示においては、裸眼による立体視が知覚される。

【 0 0 4 5 】

図 2 に表したように、第 1 基板部 1 0 u は、第 1 配向膜 1 6 をさらに含むことができる。第 1 配向膜 1 6 は、第 1 主面 1 0 a 上及び第 1 電極 1 1 上に設けられる。第 2 基板部 2 0 u は、第 2 配向膜 2 6 を、さらに含むことができる。第 2 配向膜 2 6 は、対向電極 2 1 上（第 2 主面 2 0 a 上を含む）に設けられる。これらの配向膜に所定の処理が行われて液晶層 3 0 の初期配向が形成される。

10

【 0 0 4 6 】

例えば、液晶層 3 0 の液晶配向がラビングにより形成される場合は、第 1 配向方向 L 1 は、第 1 基板部 1 0 u におけるラビング方向と実質的に一致する。第 2 配向方向 L 2 は、第 2 基板部 2 0 u におけるラビング方向と実質的に一致する。なお、ラビング方向は、液晶層 3 0 に電圧（特に直流電圧）を印加したときに発生する、液晶層 3 0 の配向の不均一さ（例えばラビング傷など）の異方性を観察することなどで判断できる。また、液晶光学素子部 1 1 0 u を回転させながらその光学特性を測定することで、配向方向を特定できる。液晶層 3 0 における液晶配向は、光配向方法などで形成されても良く、任意の方法で形成できる。

20

【 0 0 4 7 】

図 3 (a) ~ 図 3 (c) は、第 1 の実施形態に係る液晶レンズ装置の使用状態を例示する模式図である。

図 3 (a) は、液晶レンズ装置 1 1 0 及び画像表示装置 2 1 0 の構成を例示する模式的斜視図である。図 3 (b) 及び図 3 (c) は、液晶レンズ装置 1 1 0 及び画像表示装置 2 1 0 における光軸を例示する模式図である。図 3 (a) においては、図を見易くするために、各要素が互いに離されて描かれている。

【 0 0 4 8 】

図 3 (a) に表したように、表示部 1 2 0 の第 1 偏光層 1 2 1 は、第 1 透過軸 1 2 1 p を有する。第 1 透過軸 1 2 1 p は、第 1 偏光層 1 2 1 の吸収軸（例えば第 1 偏光層 1 2 1 の延伸方向）に対して垂直な軸である。第 2 偏光層 1 2 2 は、第 2 透過軸 1 2 2 p を有する。第 2 透過軸 1 2 2 p は、第 2 偏光層 1 2 2 の吸収軸（例えば第 2 偏光層 1 2 2 の延伸方向）に対して垂直な軸である。

30

【 0 0 4 9 】

この例では、第 2 偏光層 1 2 2 が、表示液晶層 1 2 3 と液晶光学素子部 1 1 0 u との間に配置されている。表示部 1 2 0 から、偏光軸 P 1 を有する偏光の画像光 1 2 5 が出射し、画像光 1 2 5 は、液晶光学素子部 1 1 0 u に入射する。

【 0 0 5 0 】

画像光 1 2 5 は、実質的に、直線偏光である。画像光 1 2 5 のうちの偏光軸 P 1 に沿う振動（電界の振動）の成分は、画像光 1 2 5 のうちの偏光軸 P 1 に対して直交する軸に沿う振動（電界の振動）の成分よりも大きい。

40

【 0 0 5 1 】

表示部 1 2 0 の構成は任意である。表示液晶層 1 2 3 には、例えば VA モード、TN モード、または、IPS モードなどの任意の構成を適用できる。表示液晶層 1 2 3 に用いられる液晶のモードにより、第 1 透過軸 1 2 1 p と第 2 透過軸 1 2 2 p との間の角度が設定される。第 1 偏光層 1 2 1 と表示液晶層 1 2 3 との間、第 2 偏光層 1 2 2 と表示液晶層 1 2 3 との間の少なくともいずれかに位相差層（位相差板）を設けても良い。

【 0 0 5 2 】

図 3 (b) に表したように、偏光軸 P 1 は、第 2 配向方向 L 2 に対して実質的に平行で

50

ある。このように、表示部 120 は、偏光軸 P1 を有する偏光の画像光 125 を液晶光学素子部 110u に入射させる。偏光軸 P1 は、第 2 基板部 20u 上の液晶分子の長軸方向を第 1 主面 10a に投影した第 2 配向方向 L2 に対して実質的に平行である。

【0053】

換言すれば、表示部 120 から出射する画像光 125 の偏光軸 P1 に対して実質的に平行になるように、液晶光学素子部 110u の第 2 配向方向 L2 が設定される。

【0054】

このときも製造ばらつきなどを考慮して、平行である状態は角度の絶対値が 5 度以下の状態を含む。

すなわち、図 3(c) に表したように、第 2 配向方向 L2 と偏光軸 P1 との間の角度 (第 2 角 2) の絶対値は、5 度以下である。

10

【0055】

第 1 基板 10、第 2 基板 20、第 1 電極 11 及び対向電極 21 には、例えば、透明 (画像光 125 に対して透明) な材料が用いられる。

【0056】

第 1 基板 10 及び第 2 基板 20 には、例えば、ガラス、または、樹脂などが用いられる。第 1 電極 11 及び対向電極 21 は、例えば、In、Sn、Zn 及び Ti よりなる群から選択された少なくともいずれかの元素を含む酸化物を含む。第 1 電極 11 及び対向電極 21 には、例えば ITO が用いられる。第 1 電極 11 及び対向電極 21 は、例えば、In₂O₃ 及び SnO₃ の少なくともいずれかでもよい。第 1 電極 11 及び対向電極 21 は、例えば、薄い金属層でもよい。

20

【0057】

第 1 配向膜 16 及び第 2 配向膜 26 には、例えば、ポリイミドなどの樹脂が用いられる。第 1 配向膜 16 及び第 2 配向膜 26 の膜厚は、例えば、200nm (例えば 100nm 以上 300nm 以下) である。

【0058】

例えば、液晶層 30 は、ネマティック液晶を含む。

液晶層 30 に含まれる液晶の誘電異方性は、例えば、正である。液晶層 30 に電圧を印加しない状態を非活性化状態とする。非活性化状態は、液晶層 30 がしきい値電圧を有する場合において、しきい値電圧以下の電圧を印加した状態でも良い。液晶層 30 に電圧を印加した状態を活性化状態とする。この電圧は、しきい値電圧よりも大きい電圧である。例えば、非活性化状態において、液晶層 30 は、実質的に水平配向を有する。この状態における液晶分子の長軸方向を第 1 主面 10a に投影した方向が、配向方向に対応する。誘電異方性が正の場合、非活性化状態における液晶のプレチルト角 (ダイレクタと基板の主面との間の角度) は、例えば、0 度以上 30 度以下である。

30

【0059】

液晶層 30 に含まれる液晶の誘電異方性は、負でも良い。例えば、液晶層 30 に電圧を印加した活性化状態において、液晶層 30 の液晶分子の長軸方向は、第 1 主面 10a に対して平行な成分を有する。この状態における液晶分子の長軸方向を第 1 主面 10a に投影した方向が、配向方向に対応する。誘電異方性が負の場合、非活性化状態における液晶のプレチルト角は、例えば、60 度以上 90 度以下である。

40

【0060】

このように、液晶光学素子部 110u は、表示部 120 と組み合わせられて使用される。このような使用状態において、モアレが発生することが分かった。これは、表示部 120 に設けられる画素の配列と、液晶光学素子部 110u の第 1 電極 11 の配列と、が互いに干渉することによって生じることが分かった。

【0061】

本願発明者の検討によると、表示部 120 に設けられる画素の配列に対して、第 1 電極 11 の延在方向 (第 1 方向 D1) を傾斜させることで、このモアレが抑制され、モアレが実用的に知覚されないようになることが分かった。その傾斜の角度は、例えば 5 度以上 4

50

5度以下程度である。さらに具体的には、その角度は、7度以上15度以下程度である。なお、画素の配列の仕様や、複数の視差画素の数などによって、モアレが実用的に知覚されない角度は変化する。

【0062】

例えば、モアレを抑制するために、表示部120に設けられる画素の配列方向を表示面で傾斜させる構成が有り得る。しかし、画素の配列は、表示装置の設計及び製造の観点から、面内で画素の配列方向を傾斜させることは実用的には採用できない。すなわち、実用的には、表示部120に設けられる画素の配列方向は、表示部120の表示面の辺の方向に対して垂直または平行に設定される。

【0063】

一方、画素の配列方向（または表示面の辺の方向）と、画像光125の偏光軸P1と、の角度は、例えば0度、または、45度、または、90度であることが有利である。このときに、例えば、表示部120として用いられる表示液晶層123などにおいて、高い光利用効率や高いコントラスト比を得易い。また、偏光層（偏光板）は延伸して製造されることから、大きなサイズの偏光層を得るためには、画素の配列方向と、偏光軸P1と、の間の角度は、0度または90度であることが有利である。

【0064】

このような観点から、表示部120から出射する画像光125の偏光軸P1は、所定の角度に固定される。なお、例えば、位相差層などを用いて偏光軸P1を回転させることもできるが、部品が増えるため、この構成を採用することは困難である。

【0065】

このため、モアレを抑制するために、第1電極11の延在方向（第1方向D1）を面内で傾斜させることを検討した。しかし、第1電極11の延在方向（第1方向D1）を面内で傾斜させると、種々の問題が発生し得ることが分かった。

【0066】

既に説明したように、液晶光学素子部110uにおいては、屈折率分布31は、第2方向D2に沿って形成される。従って、画像光125の偏光軸P1は、第2方向D2に対して平行であることが望ましい。もし、偏光軸P1が、第2方向D2に対して傾斜しており、液晶層30における配向が捩れを伴わない平行な配向である場合には、偏光軸P1の光の振動方向は、液晶分子の長軸に対して傾斜した方向となる。このため、この場合には、液晶層30に形成される屈折率分布31の実効的な変化が小さくなる。屈折率分布31の実効的な変化が小さくなると、光の進行方向を変えるレンズ効果が十分に発揮できなくなる。

【0067】

本願発明者は、第1電極11の延在方向（第1方向D1）を面内で傾斜させた上で、液晶層30に捩れ配向を導入することを検討した。すなわち、偏光軸P1を有する画像光125が入射する第2基板部20uにおける配向方向（第2配向方向L2）は、偏光軸P1と実質的に平行に設定する。そして、液晶層30内で、液晶の配列を、第2基板部20uから第1基板部10uまでの間で捩れさせる。そして、第1基板部10u上においては、液晶の配向方向（第1配向方向L1）は、第2方向D2に実質的に平行に設定する。

【0068】

これにより、液晶層30に光が入射する第2基板部20uに接触する第2層30bにおいては、光の偏光軸P1は、液晶分子の長軸方向と一致し、偏光面を実質的に維持したまま光が入射する。そして、液晶層30中を光が進行する際には、液晶層30における旋光性により、光の偏光面が回転し、偏光面が液晶分子の長軸方向と一致する状態が維持される。そして、第1基板部10u上の第1層30aにおいて、光の偏光面は第2方向D2に対して実質的に平行となる。これにより、屈折率の大きな変化が得られる。

【0069】

実施形態においては、入射する画像光125に対する実効的な屈折変化を大きく保ちつつ、モアレを抑制できる。実施形態によれば、良好な光学特性を有する液晶レンズ装置及

10

20

30

40

50

び画像表示装置を提供できる。

【0070】

この例では、表示部120に含まれる第2偏光層122により偏光の画像光125が形成される。実施形態はこれに限らず、第2偏光層122に相当する部分が、液晶レンズ装置110に含まれても良い。

すなわち、液晶レンズ装置110は、第1基板部10u、第2基板部20u及び液晶層30に加え、偏光層(例えば図3(a)に例示する第2偏光層122)をさらに備えることができる。第1基板部10uと偏光層(第2偏光層122)との間に第2基板部20uが配置される。偏光層(例えば第2偏光層122)は、第2基板部20u上の液晶分子の長軸方向を第1主面10aに投影した第2配向方向L2に対して平行な偏光軸を有する偏光(例えば画像光125)を、第2基板部20uを介して、液晶層30に入射させる。この場合も、良好な光学特性を有する液晶レンズ装置が提供できる。偏光層(例えば第2偏光層122)が、液晶光学素子部110uに含まれると、見なしでも良い。

10

【0071】

図3(a)に表したように、実際の装置構成を考慮すると、表示部120の外形の1つの辺120s(の延在方向)と、液晶光学素子部110uの外形の1つの辺110s(の延在方向)と、は、互いに、平行または垂直であることが好ましい。これらの角度が傾斜していると、外形が大きくなる。

【0072】

一方、液晶光学素子部110uは、第1主面10aに対して平行な外形の辺110sを有している。第2配向方向L2は、辺110sの延在方向に対して平行、または、垂直であることが好ましい。これにより、表示部120と組み合わせたときに、装置の外形が小さくできる。

20

【0073】

第1方向D1と、辺110sの延在方向と、の間の角度は、5度以上45度以下、または、45度以上85度以下であることが好ましい。第2方向D2と、辺110sの延在方向と、の間の角度は、5度以上45度以下、または、45度以上85度以下であることが好ましい。これにより、モアレを抑制しつつ、装置の外形が小さくできる。

【0074】

図4は、第1の実施形態に係る液晶レンズ装置の特性を例示するグラフ図である。

30

図4は、液晶レンズ装置110の液晶光学素子部110uの屈折率分布31をシミュレーションした結果を例示している。

【0075】

このシミュレーションでは、第1電極11の配設ピッチ(第1電極11の第2方向D2の沿った中心どうしの距離)を480 μm とし、第1電極11の幅(第2方向D2に沿った長さ)を20 μm とした。液晶層30の厚さは、75 μm とした。

【0076】

第1方向D1と第2配向方向L2との間の角度(電極延在角 e_1)は、80度とした。すなわち、第2方向D2と第2配向方向L2との間の角度(電極直角 e_2)は、10度である。そして、液晶層30の擦れ角 LC_0 は、10度である。第2配向方向L2と、入射光(画像光125に対応する)の偏光軸P1と、は互いに平行とした。

40

【0077】

図4の横軸は、第2方向D2に沿った位置 $x/2$ であり、第1電極11の配設ピッチの1/2を1として規格化して表示している。縦軸は、液晶層30における屈折率 n_{eff} である。屈折率 n_{eff} は、最大値を1として規格化して表示している。

【0078】

図4に表したように、屈折率 n_{eff} は、第1電極11間で変化し、良好なレンズ特性が得られている。なお、図4は、屈折率分布31の1つの例であり、屈折率分布31の特性(形状)は、印加電圧によって変化する。

【0079】

50

図5は、第1の実施形態に係る液晶レンズ装置の特性を例示するグラフ図である。

図5は、液晶光学素子部の屈折率分布31をシミュレーションした結果を例示している。このシミュレーションでは、液晶層30の捻れ角LC0を変えた。すなわち、捻れ角LC0が、5度の場合(液晶レンズ装置110a)と、10度の場合(液晶レンズ装置110b)と、45度の場合(液晶レンズ装置110c)と、0度の場合(液晶レンズ装置118)と、90度の場合(液晶レンズ装置119)と、において、実効的な屈折率neffをシミュレーションにより求めた。このとき、第2方向D2と第2配向方向L2との間の角度(電極直角e2)は、捻れ角LC0と同じとした。図5の横軸は、第2方向D2に沿った位置x2であり、第1電極11の配設ピッチの1/2を1として規格化し、配設ピッチの1/2の範囲を例示している。

10

【0080】

図5に表したように、捻れ角LC0が5度、10度及び45度の液晶レンズ装置110a、110b及び110cの屈折率neffの特性は、捻れ角LC0が0度の液晶レンズ装置118の屈折率neffと、実質的に一致する。図5においては、液晶レンズ装置110a、110b及び110cの線は、液晶レンズ装置118の線と、実質的に重なっている。

【0081】

これに対して、捻れ角LC0が90度の液晶レンズ装置119の場合は、屈折率neffの特性は、液晶レンズ装置118の特性からシフトする。これは、電界に対する配向変形の挙動が変化し、屈折率分布形状の制御が難しくなったことが原因であると考えられる。

20

【0082】

このように、捻れ角LC0が45度以下においては、捻れ角LC0が0度のときと同等の屈折率特性が得られる。

【0083】

図6は、第1の実施形態に係る液晶レンズ装置の特性を例示するグラフ図である。

図6は、液晶光学素子部110uと表示部120とを積層したときの、液晶光学素子部110uから出射する光の透過率をシミュレーションした結果を示している。このシミュレーションでは、表示部120から出射する画像光125の偏光軸P1は、X軸方向(例えば水平軸)と平行とした。そして、第1電極11の延在方向に対して直交する第2方向D2と第2配向方向L2との間の角度(電極直角e2)を0度~45度の範囲で変えた。そして、捻れ角LC0が電極直角e2である場合(捻れ配向の液晶レンズ装置110)と、捻れ角LC0が0度の場合(平行配向の液晶レンズ装置118)と、に関して特性をシミュレーションした。図6の横軸は、電極直角e2である。縦軸は、偏光軸P1を有する光(画像光125に対応)に関する透過率Trである。透過率Trは、最大値を1として規格化している。

30

【0084】

図6に表したように、平行配向の液晶レンズ装置118においては、第1電極11の角度(電極直角e2)が大きくなると、透過率Trが著しく低下する。

【0085】

これに対して、捻れ角LC0が電極直角e2と同じであるような捻れ配向を有する液晶レンズ装置110においては、透過率Trの低下は観察されない。

40

【0086】

図5及び図6で例示した特性から、捻れ角LC0(すなわち電極直角e2)は、45°以下であることが好ましい。そして、モアレを抑制する観点から、電極直角e2は、5°以上に設定されることが好ましい。すなわち、捻れ角LC0は、5°以上に設定することが好ましい。

【0087】

なお、実施形態において、第1電極11の延在方向と、液晶の配向方向とが厳密に直交している場合、電圧印加時に、第1電極11の周辺において、液晶分子のチルト方向が逆

50

転するチルトリバーが発生することがある。液晶の配向方向を第1電極11の延在方向に対して僅かに傾斜させることでこのチルトリバーを抑制できることが分かった。このため、例えば、第1配向方向L1と第1電極11の延在方向に対して直交する第2方向D2と、の角度の絶対値は、0度よりも大きく5度以下に設定しても良い。これにより、チルトリバーを抑制でき、さらに良好な特性が得られる。

【0088】

(第2の実施の形態)

図7は、第2の実施形態に係る液晶レンズ装置の構成を例示する模式的斜視図である。

図7に表したように、本実施形態に係る液晶レンズ装置111も、液晶光学素子部110uを含む。液晶レンズ装置111は、制御部77をさらに含んでも良い。

10

【0089】

液晶光学素子部110uは、第1基板部10uと、第2基板部20uと、液晶層30と、を含む。液晶レンズ装置111における第1基板部10u及び液晶層30の構成は、液晶レンズ装置110におけるそれらの構成と同じとすることができるので、説明を省略する。

【0090】

液晶レンズ装置111においても、第2基板部20uは、第2基板20と、対向電極21と、を含む。対向電極21は、第2基板20の第2主面20a上に設けられる。本実施形態においては、対向電極21は、スリット21sを有する。スリット21sは、例えば、第2基板部20u上の液晶分子の長軸方向を第1主面10aに投影した配向方向(すなわち、第2配向方向L2)に対して直交する方向に延在する。但し、実施形態はこれに限らない。スリット21sの延在方向は、第2配向方向L2に対して傾斜していても良い。

20

【0091】

この例では、対向電極21は帯状の形状を有する。対向電極21の帯状の形状の幅(スリット21sにより分断されている部分の幅)は、第1電極11の幅よりも広い。

【0092】

対向電極21にスリットを形成することで、液晶層30に形成される屈折率分布31を制御し易くなる。

【0093】

この場合も、液晶層30において、第1基板部10u上の液晶分子の長軸方向を第1主面10aに投影した第1配向方向L1は、第1方向D1に対して実質的に直交する。そして、液晶層30は、第1主面10aに対して垂直な軸に沿って5度以上45度以下の角度で擦れた配向を有する。

30

【0094】

これにより、屈折率の大きな変化を維持しつつ、表示部120と組み合わせたときにモアレが抑制できる。そして、高い透過率を維持できる。

【0095】

画像表示装置210は、上記の液晶レンズ装置111と、表示部120と、を含むことができる。この場合も、表示部120は、偏光軸P1を有する偏光の画像光125を液晶光学素子部110uに入射させる。偏光軸P1は、第2配向方向L2に対して平行である。第2配向方向L2は、第2基板部20u上の液晶分子の長軸方向を第1主面10aに投影した方向である。

40

【0096】

実施形態によれば、良好な光学特性を有する画像表示装置が提供される。

【0097】

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。

【0098】

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、本発明の

50

実施形態は、これらの具体例に限定されるものではない。例えば、液晶レンズ装置に含まれる、第1基板部、第2基板部、液晶層、第1基板、第1電極、第2基板、対向電極及び制御部、並びに、画像表示装置に含まれる、表示部、及び、表示部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、本発明の範囲に包含される。

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。

【0099】

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も、本発明の要旨を包含する限り、本発明の範囲に属する。

10

【0100】

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。

【0101】

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。

20

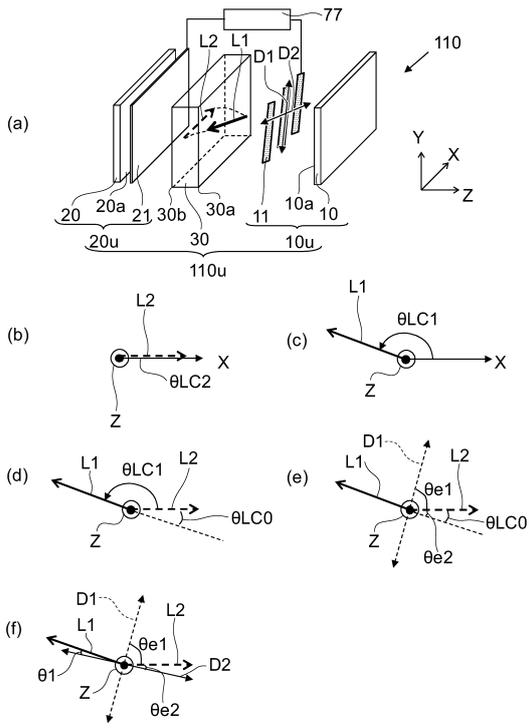
【符号の説明】

【0102】

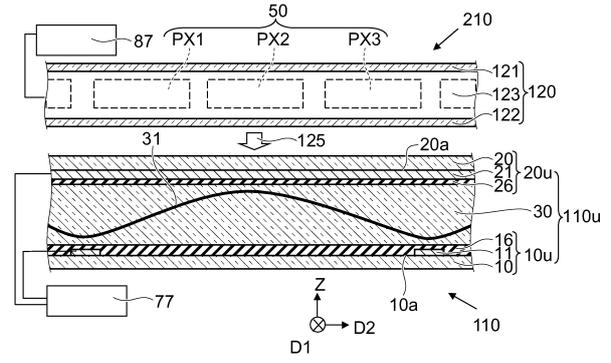
10...第1基板、 10a...第1主面、 10u...第1基板部、 11...第1電極、
 16...第1配向膜、 20...第2基板、 20a...第2主面、 20u...第2基板部、
 21...対向電極、 21s...スリット、 26...第2配向膜、 30...液晶層、 30a
 ...第1層、 30b...第2層、 31...屈折率分布、 50...視差画像、 77...制御部
 、 87...表示制御部、 1...第1角、 2...第2角、 LC0...擦れ角、 L
 C1...第1配向角、 LC2...第2配向角、 e1...電極延在角、 e2...電極直
 交角、 110、 110a~110c、 111、 118、 119...液晶レンズ装置、 1
 10s...辺、 110u...液晶光学素子部、 120...表示部、 120s...辺、 12
 1...第1偏光層、 121p...第1透過軸、 122...第2偏光層、 122p...第2透
 過軸、 123...表示液晶層、 125...画像光、 130...駆動部、 210...画像表
 示装置、 D1...第1方向、 D2...第2方向、 L1...第1配向方向、 L2...第2配
 向方向、 P1...偏光軸、 PX1~PX3...第1~第3視差画像、 Tr...透過率、
 nefn...屈折率、 x2...位置

30

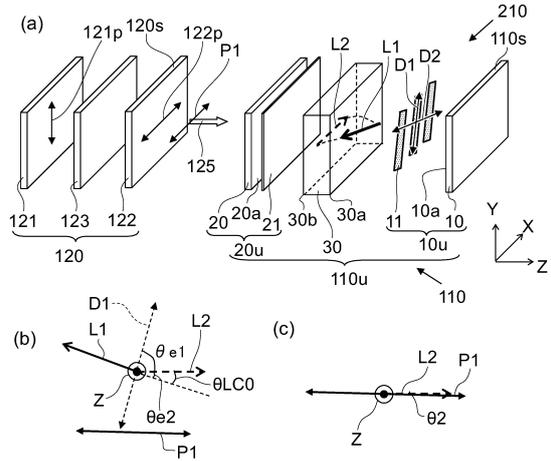
【 図 1 】



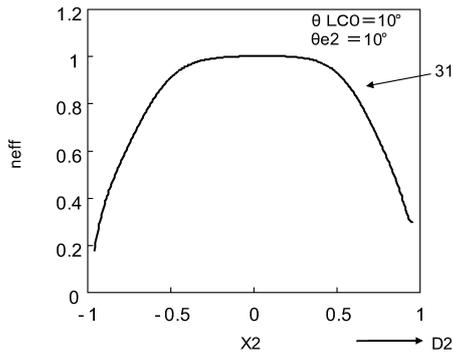
【 図 2 】



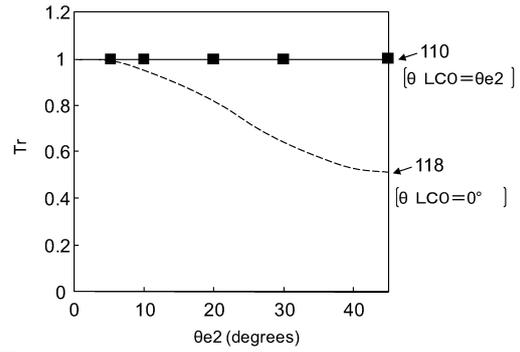
【 図 3 】



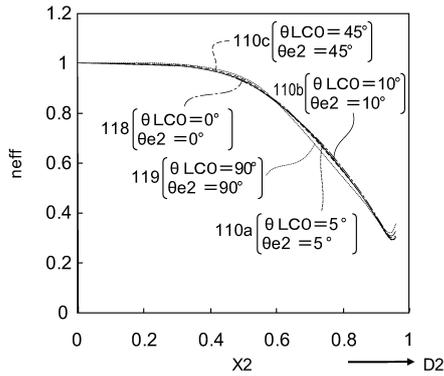
【 図 4 】



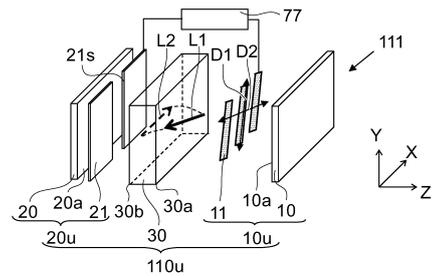
【 図 6 】



【 図 5 】



【 図 7 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I		
<i>G 0 2 B</i>	<i>27/22</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>G 0 2 B</i>	<i>27/22</i>	
<i>G 0 9 F</i>	<i>9/00</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>G 0 9 F</i>	<i>9/00</i>	<i>3 1 3</i>
<i>H 0 4 N</i>	<i>5/66</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>G 0 9 F</i>	<i>9/00</i>	<i>3 6 1</i>
			<i>H 0 4 N</i>	<i>5/66</i>	<i>1 0 2 A</i>

(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 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

審査官 右田 昌士

(56)参考文献 特開2010-211036(JP,A)
 特開2011-028286(JP,A)
 特開2012-037808(JP,A)
 特開平09-304748(JP,A)
 特開2013-186323(JP,A)
 特開2010-224191(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

<i>G 0 2 F</i>	<i>1 / 1 3</i>	<i>5 0 5</i>
<i>G 0 2 F</i>	<i>1 / 1 3 3 5</i>	
<i>G 0 2 F</i>	<i>1 / 1 3 3 7</i>	
<i>G 0 2 F</i>	<i>1 / 1 3 4 3</i>	
<i>G 0 2 F</i>	<i>1 / 1 3 9</i>	
<i>G 0 2 F</i>	<i>1 / 1 3 3 3</i>	
<i>G 0 2 B</i>	<i>2 7 / 2 2</i>	<i>- 2 7 / 2 6</i>
<i>G 0 9 F</i>	<i>9 / 0 0</i>	
<i>H 0 4 N</i>	<i>5 / 6 6</i>	