

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7602004号
(P7602004)

(45)発行日 令和6年12月17日(2024.12.17)

(24)登録日 令和6年12月9日(2024.12.9)

(51)国際特許分類 F I
 G 0 2 F 1/13 (2006.01) G 0 2 F 1/13 5 0 5
 G 0 2 F 1/1343(2006.01) G 0 2 F 1/1343
 G 0 2 F 1/1347(2006.01) G 0 2 F 1/1347

請求項の数 8 (全42頁)

(21)出願番号	特願2023-500745(P2023-500745)	(73)特許権者	502356528 株式会社ジャパンディスプレイ 東京都港区西新橋三丁目7番1号
(86)(22)出願日	令和4年2月7日(2022.2.7)	(74)代理人	110000408 弁理士法人高橋・林アンドパートナーズ
(86)国際出願番号	PCT/JP2022/004747	(72)発明者	黒川 多恵 東京都港区西新橋三丁目7番1号 株式 会社ジャパンディスプレイ内
(87)国際公開番号	WO2022/176684	(72)発明者	小糸 健夫 東京都港区西新橋三丁目7番1号 株式 会社ジャパンディスプレイ内
(87)国際公開日	令和4年8月25日(2022.8.25)	(72)発明者	池田 幸次朗 東京都港区西新橋三丁目7番1号 株式 会社ジャパンディスプレイ内
審査請求日	令和5年8月7日(2023.8.7)	審査官	植田 裕美子
(31)優先権主張番号	特願2021-24713(P2021-24713)		
(32)優先日	令和3年2月18日(2021.2.18)		
(33)優先権主張国・地域又は機関	日本国(JP)		

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 液晶光制御装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

- 第1液晶セルと、
- 第2液晶セルと、
- 第3液晶セルと、
- 第4液晶セルと、を含み、

前記第1乃至第4液晶セルは、光が入射する側から、前記第1液晶セル、前記第2液晶セル、前記第3液晶セル、及び前記第4液晶セルがこの順番で重なるように配置され、前記第1液晶セル、前記第2液晶セル、前記第3液晶セル、及び前記第4液晶セルのそれぞれは、

- 帯状パターンを含む第1電極が設けられた第1基板と、
- 帯状パターンを含む第2電極が設けられた第2基板と、
- 前記第1基板に設けられた第1配向膜と、
- 前記第2基板に設けられた第2配向膜と、
- 前記第1基板と前記第2基板との間の液晶層と、を含み、

前記第1電極は、前記帯状パターンを有する少なくとも1つの第1帯状電極と、前記帯状パターンを有する少なくとも1つの第2帯状電極と、を含み、前記少なくとも1つの第1帯状電極と前記少なくとも1つの第2帯状電極とは離隔して交互に配置され、

前記第2電極は、前記帯状パターンを有する少なくとも1つの第3帯状電極と、前記帯状パターンを有する少なくとも1つの第4帯状電極と、を含み、前記少なくとも1つの第

3 帯状電極と前記少なくとも1つの第4帯状電極とは離隔して交互に配置され、

前記第1電極及び前記第2電極の前記帯状パターンの長手方向が交差するように前記第1基板と前記第2基板とが配置され、

前記第1配向膜の配向方向が前記第1電極の前記帯状パターンの長手方向と交差する方向であり、

前記第2配向膜の配向方向が前記第2電極の前記帯状パターンの長手方向と交差する方向であり、

前記第1液晶セル、前記第2液晶セル、前記第3液晶セル、及び前記第4液晶セルの内、2つの液晶セルは前記第1電極の帯状パターンの長手方向が第1方向と平行な方向に配置され、他の2つの液晶セルの第1電極の帯状パターンは、前記第1方向と交差する第2方向と平行な方向に配置されている、ことを特徴とする液晶光制御装置。

10

【請求項2】

前記第1液晶セルの第1電極と前記第2液晶セルの第1電極とは前記帯状パターンの長手方向が前記第1方向と平行な方向に配置され、前記第1液晶セルの第2電極と前記第2液晶セルの第2電極とは前記帯状パターンの長手方向が前記第2方向と平行な方向に配置され、

前記第3液晶セルの第1電極と前記第4液晶セルの第1電極とは前記帯状パターンの長手方向が前記第2方向と平行な方向に配置され、前記第3液晶セルの第2電極と前記第4液晶セルの第2電極とは前記帯状パターンの長手方向が前記第1方向と平行な方向に配置されている、請求項1に記載の液晶光制御装置。

20

【請求項3】

前記第1液晶セルの第1電極と前記第3液晶セルの第1電極とは前記帯状パターンの長手方向が前記第1方向と平行な方向に配置され、前記第1液晶セルの第2電極と前記第3液晶セルの第2電極とは前記帯状パターンの長手方向が前記第2方向と平行な方向に配置され、

前記第2液晶セルの第1電極と前記第4液晶セルの第1電極とは前記帯状パターンの長手方向が前記第2方向と平行な方向に配置され、前記第2液晶セルの第2電極と前記第4液晶セルの第2電極とは前記帯状パターンの長手方向が前記第1方向と平行な方向に配置されている、請求項1に記載の液晶光制御装置。

【請求項4】

前記第1液晶セルの第2基板と前記第2液晶セルの第2基板とが隣接し、
前記第2液晶セルの第1基板と前記第3液晶セルの第1基板とが隣接し、
前記第3液晶セルの第2基板と前記第4液晶セルの第2基板とが隣接している、請求項3に記載の液晶光制御装置。

30

【請求項5】

前記第1電極は、前記第1帯状電極と前記第2帯状電極との間で横電界を発生させ、前記第2電極は、前記第3帯状電極と前記第4帯状電極との間で横電界を発生させる、請求項1に記載の液晶光制御装置。

【請求項6】

前記第1液晶セル、前記第2液晶セル、前記第3液晶セル、前記第4液晶セルの前記液晶層の厚さが、前記第1帯状電極と前記第2帯状電極の中心間距離の1倍以上の長さを有する、請求項1に記載の液晶光制御装置。

40

【請求項7】

前記第1液晶セル、前記第2液晶セル、前記第3液晶セル、及び前記第4液晶セルのそれぞれは、前記液晶層が、前記第1電極で発生する横電界と前記第2電極で発生する横電界とが干渉しない厚さを有する、請求項1に記載の液晶光制御装置。

【請求項8】

前記液晶層が、ねじれネマチック液晶である、請求項1に記載の液晶光制御装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

50

【 0 0 0 1 】

本発明の一実施形態は、液晶の電気光学効果を利用して光源から放射される光の配光を制御する装置に関する。

【背景技術】

【 0 0 0 2 】

液晶レンズを用いて、光源から放射される光の配光を制御する技術が知られている。例えば、同心円状に円環電極が設けられた液晶セルによって、光源から放射される光の広がりを制御する照明装置が開示されている（特許文献1、2参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

【 0 0 0 3 】

【文献】特開2010-230887号公報

【文献】特開2005-317879号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 4 】

光は波長によって屈折角が変わるため、光源から放射される光を、液晶レンズを通して拡散させると、照射領域の輪郭部分に虹色の模様が視認される場合がある。このような現象は色割れとも呼ばれており、液晶レンズを通したことによる照明光の品質の低下が問題となっている。

20

【 0 0 0 5 】

本発明の一実施形態は、色割れが抑制された液晶光制御装置を提供することを目的の一つとする。

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 6 】

本発明の一実施形態に係る液晶光制御装置は、第1液晶セルと、第1液晶セルと重なる第2液晶セルと、第2液晶セルと重なる第3液晶セルと、第3液晶セルと重なる第4液晶セルとを含む。第1液晶セル、第2液晶セル、第3液晶セル、及び第4液晶セルのそれぞれは、帯状のパターンを含む第1電極が設けられた第1基板と、帯状のパターンを含む第2電極が設けられた第2基板と、第1基板と第2基板との間の液晶層とを含む。第1電極及び第2電極の帯状のパターンの長手方向が交差するように第1基板と第2基板とが配置され、第1液晶セル、第2液晶セル、第3液晶セル、及び第4液晶セルの内、2つの液晶セルは第1電極の帯状パターンの長手方向が第1方向と平行な方向に配置され、他の2つの液晶セルの第1電極の帯状パターンの長手方向は、第1方向と交差する第2方向と平行な方向に配置されている。

30

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 7 】

【図1】本発明の一実施形態に係る液晶光制御装置の構成を模式的に示す斜視図である。

【図2】本発明の一実施形態に係る液晶光制御装置を構成する液晶光制御素子の展開図を示す。

40

【図3】本発明の一実施形態に係る液晶光制御素子を構成する第1液晶セル、第2液晶セル、第3液晶セル、及び第4液晶セルの電極の配置を示す斜視図である。

【図4A】本発明の一実施形態に係る液晶光制御素子を構成する液晶セルの第1基板に設けられる電極を示す平面図である。

【図4B】本発明の一実施形態に係る液晶光制御素子を構成する液晶セルの第2基板に設けられる電極を示す平面図である。

【図5】本発明の一実施形態に係る液晶光制御素子を構成する液晶セルの断面構造の一例を示す図である。

【図6A】本発明の一実施形態に係る液晶光制御素子を構成する液晶セルの動作を説明する図であり、電圧が印加されない状態の液晶分子の配向状態を示す。

50

【図 6 B】本発明の一実施形態に係る液晶光制御素子を構成する液晶セルの動作を説明する図であり、電圧が印加されたときの液晶分子の配向状態を示す。

【図 6 C】本発明の一実施形態に係る液晶光制御素子を構成する液晶セルの動作を説明する図であり、液晶を駆動する電極に印加される制御信号の波形を示す。

【図 7 A】本発明の一実施形態に係る液晶光制御素子を構成する液晶セルの動作を説明する図であり、第 1 電極と第 2 電極の配置を示す斜視図を示す。

【図 7 B】本発明の一実施形態に係る液晶光制御素子を構成する液晶セルの動作を説明する図であり、第 1 電極に電圧が印加されたときの液晶分子の配向状態を示す。

【図 7 C】本発明の一実施形態に係る液晶光制御素子を構成する液晶セルの動作を説明する図であり、第 2 電極に電圧が印加されたときの液晶分子の配向状態を示す。

10

【図 8】2つの液晶セルにより、第 1 偏光成分及び第 2 偏光成分が拡散される現象を模式的に示す図である。

【図 9】本発明の一実施形態に係る液晶光制御装置の動作を説明する図である。

【図 10 A】本発明の一実施形態に係る液晶光制御装置において液晶セルに印加される電圧波形を示す。

【図 10 B】本発明の一実施形態に係る液晶光制御装置において液晶セルに印加される電圧波形を示す。

【図 11 A】本発明の一実施形態に係る液晶光制御素子と参考例の液晶光制御素子の色度 (x 座標軸) の角度依存性を示すグラフである。

【図 11 B】本発明の一実施形態に係る液晶光制御素子と参考例の液晶光制御素子の色度 (y 座標軸) の角度依存性を示すグラフである。

20

【図 12】本発明の一実施形態に係る液晶光制御装置の動作を説明する図である。

【図 13】本発明の一実施形態に係る液晶光制御装置の動作を説明する図である。

【図 14】本発明の一実施形態に係る液晶光制御装置の動作を説明する図である。

【図 15 A】本発明の一実施形態に係る液晶光制御素子を構成する複数の液晶セルの配置を示し、第 1 液晶セル及び第 2 液晶セルが 90 度回転した状態を示す。

【図 15 B】本発明の一実施形態に係る液晶光制御素子を構成する複数の液晶セルの配置を示し、第 1 液晶セル及び第 3 液晶セルが 90 度回転した状態を示す。

【図 16 A】本発明の一実施形態に係る液晶光制御素子を構成する複数の液晶セルの配置を示し、第 1 液晶セルから第 4 液晶セルまでが各 90 度回転した状態を示す。

30

【図 16 B】本発明の一実施形態に係る液晶光制御素子を構成する複数の液晶セルの配置を示し、第 1 液晶セルと第 3 液晶セルが反転した状態を示す。

【発明を実施するための形態】

【0008】

以下、本発明の実施の形態を、図面等を参照しながら説明する。但し、本発明は多くの異なる態様で実施することが可能であり、以下に例示する実施の形態の記載内容に限定して解釈されるものではない。図面は説明をより明確にするため、実際の態様に比べ、各部の幅、厚さ、形状等について模式的に表される場合があるが、あくまで一例であって、本発明の解釈を限定するものではない。また、本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 (又は数字の後に a、bなどを付した符号) を付して、詳細な説明を適宜省略することがある。さらに各要素に対する「第 1」、「第 2」と付記された文字は、各要素を区別するために用いられる便宜的な標識であり、特段の説明がない限りそれ以上の意味を有しない。

40

【0009】

本明細書において、ある部材又は領域が他の部材又は領域の「上に (又は下に)」あるとする場合、特段の限定がない限りこれは他の部材又は領域の直上 (又は直下) にある場合のみでなく他の部材又は領域の上方 (又は下方) にある場合を含み、すなわち、他の部材又は領域の上方 (又は下方) において間に別の構成要素が含まれている場合も含む。

【0010】

図 1 は、本発明の一実施形態に係る液晶光制御装置 100 の斜視図を示す。液晶光制御

50

装置 100 は、液晶光制御素子 102 及び回路基板 104 を含む。液晶光制御素子 102 は複数の液晶セルを含む。本実施形態において、液晶光制御素子 102 は少なくとも 4 つの液晶セルを含む。

【0011】

図 1 は、液晶光制御素子 102 が、第 1 液晶セル 10、第 2 液晶セル 20、第 3 液晶セル 30、及び第 4 液晶セル 40 で構成される態様を示す。第 1 液晶セル 10、第 2 液晶セル 20、第 3 液晶セル 30、及び第 4 液晶セル 40 は平板状のパネルであり、それぞれの液晶セルの平板面が重畳するように配置されている。第 1 液晶セル 10 と第 2 液晶セル 20 の間、第 2 液晶セル 20 と第 3 液晶セル 30 の間、第 3 液晶セル 30 と第 4 液晶セル 40 の間には図示されない透明接着層が設けられている。液晶光制御素子 102 は、前後に隣接して配置される液晶セル同士が透明接着層で接着された構造を有する。

10

【0012】

回路基板 104 は、液晶光制御素子 102 を駆動する回路を含む。第 1 液晶セル 10 は第 1 フレキシブル配線基板 F1 で回路基板 104 と接続され、第 2 液晶セル 20 は第 2 フレキシブル配線基板 F2 で回路基板 104 と接続され、第 3 液晶セル 30 は第 3 フレキシブル配線基板 F3 で回路基板 104 と接続され、第 4 液晶セル 40 は第 4 フレキシブル配線基板 F4 で回路基板 104 と接続される。回路基板 104 は、各液晶セルに対し、フレキシブル配線基板を介して液晶の配向状態を制御する制御信号を出力する。

【0013】

図 1 に示す液晶光制御装置 100 は、液晶光制御素子 102 の背面側に光源部 106 が配置されている。液晶光制御装置 100 は、光源部 106 から放射される光が液晶光制御素子 102 を通して図面の手前側に出射されるように構成されている。液晶光制御素子 102 は、光源部 106 の側から第 1 液晶セル 10、第 2 液晶セル 20、第 3 液晶セル 30、第 4 液晶セル 40 がこの順番に配置されている。

20

【0014】

光源部 106 は、白色光源を含み、必要に応じて白色光源と液晶光制御素子 102 との間にレンズ等の光学素子が配置されていてもよい。白色光源は自然光に近い光を放射する光源であり、昼白色、電球色と呼ばれるような調光された光を放射するものであってもよい。液晶光制御装置 100 は、光源部 106 から放射された光の拡散方向を液晶光制御素子 102 によって制御する機能を有する。液晶光制御素子 102 は、光源部 106 から放射される光を、四角状、十字状、ライン状等の配光パターンに成形する機能を有する。

30

【0015】

図 2 は、図 1 に示す液晶光制御素子 102 の展開図を示す。液晶光制御素子 102 は、第 1 液晶セル 10、第 2 液晶セル 20、第 3 液晶セル 30、及び第 4 液晶セル 40 を含む。

【0016】

第 1 液晶セル 10 は、第 1 基板 S11 と、第 2 基板 S12 と、を含む。第 1 基板 S11 と第 2 基板 S12 とは間隙をもって対向して配置される。第 1 基板 S11 と第 2 基板 S12 との間隙部には、図示されない液晶層が設けられる。第 1 フレキシブル配線基板 F1 は第 1 基板 S11 に接続される。

【0017】

第 2 液晶セル 20 は、第 1 基板 S21、第 2 基板 S22、及び第 2 フレキシブル配線基板 F2 を含み、第 1 液晶セル 10 と同様の構成を有している。第 3 液晶セル 30 は、第 1 基板 S31、第 2 基板 S32、及び第 3 フレキシブル配線基板 F3 を含み、第 1 液晶セル 10 と同様の構成を有している。第 4 液晶セル 40 は、第 1 基板 S41、第 2 基板 S42、及び第 4 フレキシブル配線基板 F4 を含み、第 1 液晶セル 10 と同様の構成を有している。

40

【0018】

第 1 液晶セル 10 と第 2 液晶セル 20 との間には、第 1 透明接着層 TA1 が配置される。第 1 透明接着層 TA1 は、可視光を透過し、第 1 液晶セル 10 の第 2 基板 S12 と第 2 液晶セル 20 の第 1 基板 S21 とを接着している。第 2 液晶セル 20 と第 3 液晶セル 30

50

との間には、第2透明接着層T A 2が配置される。第2透明接着層T A 2は、可視光を透過し、第2液晶セル20の第2基板S 2 2と第3液晶セル30の第1基板S 3 1とを接着している。第3液晶セル30と第4液晶セル40の間には、第3透明接着層T A 3が配置される。第3透明接着層T A 3は、可視光を透過し、第3液晶セル30の第2基板S 3 2と第4液晶セル40の第1基板S 4 1とを接着している。

【0019】

第1透明接着層T A 1、第2透明接着層T A 2、及び第3透明接着層T A 3は透過率が高く、屈折率が第1基板S 1 1、S 2 1、S 3 1、S 4 1及び第2基板S 1 2、S 2 2、S 2 3、S 2 4に近いものが好ましい。第1透明接着層T A 1、第2透明接着層T A 2、及び第3透明接着層T A 3としては、光学弾性樹脂を用いることができ、例えば、透光性を有したアクリル樹脂を含む接着材を用いることができる。また、液晶光制御素子102は光源部106から輻射される熱で温度が上昇するため、第1透明接着層T A 1、第2透明接着層T A 2、第3透明接着層T A 3の熱膨張係数は、第1基板及び第2基板の熱膨張係数と近い値を有していることが好ましい。

10

【0020】

しかし、第1透明接着層T A 1、第2透明接着層T A 2、及び第3透明接着層T A 3の熱膨張係数は、例えば、ガラス基板より高い場合が多いので、温度上昇時の応力緩和を考慮する必要がある。第1透明接着層T A 1、第2透明接着層T A 2、及び第3透明接着層T A 3の厚さは、温度上昇時の熱応力を緩和するため、各液晶セル(第1液晶セル10、第2液晶セル20、第3液晶セル30、第4液晶セル40)のセルギャップ(液晶層の厚さ)より厚いことが好ましい。

20

【0021】

後述されるように、第1液晶セル10、第2液晶セル20、第3液晶セル30、及び第4液晶セル40は、実質的に同じ構造を有する。本実施形態に係る液晶光制御素子102は、第1液晶セル10及び第2液晶セル20に対し、第3液晶セル30及び第4液晶セル40が90度回転した状態で重ねられた構造を有する。別言すれば、本実施形態に係る液晶光制御素子102は、複数の液晶セルを含み、少なくとも1つの液晶セルと、その少なくとも1つの液晶セルに隣接する(重なり合う)他の液晶セルが 90 ± 10 度の範囲で回転した状態で配置された構造を含む。なお、第3液晶セル30及び第4液晶セル40の上記回転角度は、 90 ± 10 度の範囲で設定可能である。

30

【0022】

図2は、第1液晶セル10及び第2液晶セル20の配置を基準とした場合、第3液晶セル30及び第4液晶セル40は90度回転した状態で配置されている。一方、第3液晶セル30及び第4液晶セル40を基準とした場合、第1液晶セル10及び第2液晶セル20は90度回転した状態で配置されているといえる。同じ電極パターンを有する液晶セルを複数枚重ね合わせ、その内の一部の液晶セルを回転させることで、電極配置に変化を与えることができ、積層された液晶セルを通過する光の拡散に変化を与えることができる。以下にその詳細を説明する。

【0023】

図3は、第1液晶セル10、第2液晶セル20、第3液晶セル30、及び第4液晶セル40のそれぞれに設けられる電極の配置を示す斜視図である。

40

【0024】

第1液晶セル10は、第1基板S 1 1及び第2基板S 1 2と、第1基板S 1 1と第2基板S 1 2との間の第1液晶層L C 1を含む。第1基板S 1 1は、第1液晶層L C 1と対向する側の面に第1電極E 1 1が設けられ、第2基板S 1 2は、第1液晶層L C 1と対向する側の面に第2電極E 1 2が設けられる。第1電極E 1 1及び第2電極E 1 2は、第1液晶層L C 1を挟んで対向するように配置される。なお、上述の如く第1基板S 1 1及び第2基板S 1 2とは互に対向しており、当該対向面を内面とし、内面と反対側の面を外面と定義することも可能である。この場合、第1電極E 1 1は第1基板の内面に設けられ、第2電極E 1 2は第2基板の内面に設けられている。

50

【 0 0 2 5 】

第1電極E 1 1は、帯状に形成された複数の第1帯状電極E 1 1 Aと帯状に形成された複数の第2帯状電極E 1 1 Bとを含む。第2電極E 1 2は、帯状に形成された複数の第3帯状電極E 1 2 Aと帯状に形成された複数の第4帯状電極E 1 2 Bとを含む。複数の第1帯状電極E 1 1 Aと複数の第2帯状電極E 1 1 Bとは交互に配置され、複数の第3帯状電極E 1 2 Aと複数の第4帯状電極E 1 2 Bとは交互に配置される。

【 0 0 2 6 】

図3は、説明のためX、Y、Z軸方向を示す。第1液晶セル10、第2液晶セル20、第3液晶セル30、及び第4液晶セル40はZ軸方向に重ねて配置される。第1液晶セル10は、複数の第1帯状電極E 1 1 A及び複数の第2帯状電極E 1 1 Bの長手方向がY軸方向と平行な方向に配置され、複数の第3帯状電極E 1 2 A及び複数の第4帯状電極E 1 2 Bの長手方向がX軸方向と平行な方向に配置される。すなわち、複数の第1帯状電極E 1 1 A及び複数の第2帯状電極E 1 1 Bと、複数の第3帯状電極E 1 2 A及び複数の第4帯状電極E 1 2 Bとは、交差するように配置される。複数の第1帯状電極E 1 1 A及び複数の第2帯状電極E 1 1 Bの長手方向と、複数の第3帯状電極E 1 2 A及び複数の第4帯状電極E 1 2 Bの長手方向とは、例えば、 $90^\circ \pm 10^\circ$ の範囲で交差するように配置することができ、好ましくは直交(90°)するように配置される。本実施形態においては、これらの長手方向は互いに直交している。

【 0 0 2 7 】

第2液晶セル20は、第1基板S 2 1及び第2基板S 2 2と、第1基板S 2 1と第2基板S 2 2との間の第2液晶層LC 2とを含む。第1基板S 2 1は、第2液晶層LC 2と対向する側の面に第1電極E 2 1が設けられ、第2基板S 2 2は、第2液晶層LC 2と対向する側の面に第2電極E 2 2が設けられる。第1電極E 2 1は、帯状に形成された複数の第1帯状電極E 2 1 A及び帯状に形成された複数の第2帯状電極E 2 1 Bを含み、第2電極E 2 2は、帯状に形成された複数の第3帯状電極E 2 2 A及び帯状に形成された複数の第4帯状電極E 2 2 Bを含む。

【 0 0 2 8 】

第2液晶セル20は、複数の第1帯状電極E 2 1 Aと複数の第2帯状電極E 2 1 Bとが交互に配置され、複数の第3帯状電極E 2 2 Aと複数の第4帯状電極E 2 2 Bとが交互に配置される。第2液晶セル20は、複数の第1帯状電極E 2 1 A及び複数の第2帯状電極E 2 1 Bの長手方向がY軸方向と平行な方向に配置され、複数の第3帯状電極E 2 2 A及び複数の第4帯状電極E 2 2 Bの長手方向がX軸方向と平行な方向に配置される。すなわち、複数の第1帯状電極E 2 1 A及び複数の第2帯状電極E 2 1 Bと、複数の第3帯状電極E 2 2 A及び複数の第4帯状電極E 2 2 Bとは、交差するように配置される。複数の第1帯状電極E 2 1 A及び複数の第2帯状電極E 2 1 Bの長手方向と、複数の第3帯状電極E 2 2 A及び複数の第4帯状電極E 2 2 Bの長手方向とは、例えば、 $90^\circ \pm 10^\circ$ の範囲で交差するように配置することができ、好ましくは直交(90°)するように配置される。本実施形態においては、これらの長手方向は互いに直交している。

【 0 0 2 9 】

第3液晶セル30は、第1基板S 3 1及び第2基板S 3 2と、第1基板S 3 1と第2基板S 3 2との間の第3液晶層LC 3とを含む。第1基板S 3 1は、第3液晶層LC 3と対向する側の面に第1電極E 3 1が設けられ、第2基板S 3 2は、第3液晶層LC 3と対向する側の面に第2電極E 3 2が設けられる。第1電極E 3 1は、帯状に形成された複数の第1帯状電極E 3 1 A及び帯状に形成された複数の第2帯状電極E 3 1 Bを含み、第2電極E 3 2は、帯状に形成された複数の第3帯状電極E 3 2 A及び帯状に形成された複数の第4帯状電極E 3 2 Bを含む。

【 0 0 3 0 】

第3液晶セル30は、複数の第1帯状電極E 3 1 Aと複数の第2帯状電極E 3 1 Bとはが交互に配置され、複数の第3帯状電極E 3 2 Aと複数の第4帯状電極E 3 2 Bとはが交互に配置される。第3液晶セル30は、複数の第1帯状電極E 3 1 A及び複数の第2帯状電極E 3

10

20

30

40

50

1 B の長手方向が X 軸方向と平行な方向に配置され、複数の第 3 帯状電極 3 2 A 及び複数の第 4 帯状電極 E 3 2 B の長手方向が Y 軸方向と平行な方向に配置される。すなわち、複数の第 1 帯状電極 E 3 1 A 及び複数の第 2 帯状電極 E 3 1 B と、複数の第 3 帯状電極 E 3 2 A 及び複数の第 4 帯状電極 E 3 2 B とは、交差するように配置される。複数の第 1 帯状電極 E 3 1 A 及び複数の第 2 帯状電極 E 3 1 B の長手方向と、複数の第 3 帯状電極 E 3 2 A 及び複数の第 4 帯状電極 E 3 2 B の長手方向とは、例えば、 $90^\circ \pm 10^\circ$ の範囲で交差するように配置することができ、好ましくは直交 (90°) するように配置される。本実施形態においては、これらの長手方向は互いに直交している。

【 0 0 3 1 】

第 4 液晶セル 4 0 は、第 1 基板 S 4 1 及び第 2 基板 S 4 2 と、第 1 基板 S 4 1 と第 2 基板 S 4 2 との間の第 4 液晶層 L C 4 とを含む。第 1 基板 S 4 1 は、第 4 液晶層 L C 4 と対向する側の面に第 1 電極 E 4 1 が設けられ、第 2 基板 S 4 2 は、第 4 液晶層 L C 4 と対向する側の面に第 2 電極 E 4 2 が設けられる。第 1 電極 E 4 1 は、帯状に形成された複数の第 1 帯状電極 E 4 1 A 及び帯状に形成された複数の第 2 帯状電極 E 4 1 B を含み、第 2 電極 E 4 2 は、帯状に形成された複数の第 3 帯状電極 E 4 2 A 及び帯状に形成された複数の第 4 帯状電極 E 4 2 B を含む。本実施形態においては、これらの長手方向は互いに直交している。

10

【 0 0 3 2 】

第 4 液晶セル 4 0 は、複数の第 1 帯状電極 4 1 A と複数の第 2 帯状電極 E 4 1 B とが交互に配置され、複数の第 3 帯状電極 4 2 A と複数の第 4 帯状電極 E 4 2 B とが交互に配置される。第 4 液晶セル 4 0 は、複数の第 1 帯状電極 4 1 A 及び複数の第 2 帯状電極 E 4 1 B の長手方向が X 軸方向と平行な方向に配置され、複数の第 3 帯状電極 4 2 A 及び複数の第 4 帯状電極 E 4 2 B の長手方向が Y 軸方向と平行な方向に配置される。すなわち、複数の第 1 帯状電極 E 4 1 A 及び複数の第 2 帯状電極 E 4 1 B と、複数の第 3 帯状電極 E 4 2 A 及び複数の第 4 帯状電極 E 4 2 B とは、交差するように配置される。複数の第 1 帯状電極 E 4 1 A 及び複数の第 2 帯状電極 E 4 1 B の長手方向と、複数の第 3 帯状電極 E 4 2 A 及び複数の第 4 帯状電極 E 4 2 B の長手方向とは、例えば、 $90^\circ \pm 10^\circ$ の範囲で交差するように配置することができ、好ましくは直交 (90°) するように配置される。本実施形態においては、これらの長手方向は互いに直交している。

20

【 0 0 3 3 】

上記の説明から明らかなように、液晶光制御素子 1 0 2 は、第 1 液晶セル 1 0 の第 1 帯状電極 E 1 1 A 及び第 2 帯状電極 E 1 1 B と、第 2 液晶セル 2 0 の第 1 帯状電極 E 2 1 A 及び第 2 帯状電極 E 2 1 B とは、長手方向が同じ方向に配置され、第 3 液晶セル 3 0 の第 1 帯状電極 E 3 1 A 及び第 2 帯状電極 E 3 1 B と、第 4 液晶セル 4 0 の第 1 帯状電極 E 4 1 A 及び第 2 帯状電極 E 4 1 B とは、長手方向が同じ方向に配置される。そして、第 1 液晶セル 1 0 の第 1 帯状電極 E 1 1 A 及び第 2 帯状電極 E 1 1 B 並びに第 2 液晶セル 2 0 の第 1 帯状電極 E 2 1 A 及び第 2 帯状電極 E 2 1 B と、第 3 液晶セル 3 0 の第 1 帯状電極 E 3 1 A 及び第 2 帯状電極 E 3 1 B 並びに第 4 液晶セル 4 0 の第 1 帯状電極 E 4 1 A 及び第 2 帯状電極 E 4 1 B は、長手方向が交差するように配置されている。本実施形態においては、当該交差角度は 90° である。

30

40

【 0 0 3 4 】

同様に、液晶光制御素子 1 0 2 は、第 1 液晶セル 1 0 の第 3 帯状電極 E 1 2 A 及び第 4 帯状電極 E 1 2 B と、第 2 液晶セル 2 0 の第 3 帯状電極 E 2 2 A 及び第 4 帯状電極 E 2 2 B とは、長手方向が同じ方向に配置され、第 3 液晶セル 3 0 の第 3 帯状電極 E 3 2 A 及び第 4 帯状電極 E 3 2 B と、第 4 液晶セル 4 0 の第 3 帯状電極 E 4 2 A 及び第 4 帯状電極 E 4 2 B とは、長手方向が同じ方向に配置される。そして、第 1 液晶セル 1 0 の第 3 帯状電極 E 1 2 A 及び第 4 帯状電極 E 1 2 B 並びに第 2 液晶セル 2 0 の第 3 帯状電極 E 2 2 A 及び第 4 帯状電極 E 2 2 B と、第 3 液晶セル 3 0 の第 3 帯状電極 E 3 2 A 及び第 4 帯状電極 E 3 2 B 並びに第 4 液晶セル 4 0 の第 3 帯状電極 E 4 2 A 及び第 4 帯状電極 E 4 2 B は、長手方向が交差するように配置されている。このときの交差角は、 $90^\circ \pm 10^\circ$ の範囲

50

であることが好ましく、直交（90度）していることがより好ましい。本実施形態においては、当該交差角度は90度である。

【0035】

すなわち、本実施形態に係る液晶光制御素子102は、第1液晶セル10及び第2液晶セル20の第1電極E11、E21は、帯状パターンの長手方向がY軸方向と平行であり、第3液晶セル30及び第4液晶セル40の第1電極E31、E41は、帯状パターンの長手方向がX軸方向と平行である。別言すれば、第1液晶セル10及び第2液晶セル20の第1電極E11、E21の帯状パターンの長手方向と、第3液晶セル30及び第4液晶セル40の第1電極E31、E41の帯状パターンの長手方向が交差するように配置されている。このときの交差角は上記のように、90度±10度の範囲であることが好ましく、直交（90度）していることがより好ましい。本実施形態においては、当該交差角度は90度である。

10

【0036】

第1液晶セル10に設けられる第1電極E11及び第2電極E12、第2液晶セル20に設けられる第1電極E21及び第2電極E22、第3液晶セル30に設けられる第1電極E31及び第2電極E32、及び第4液晶セル40に設けられる第1電極E41及び第2電極E42は、平面視において略同一の大きさを有している。図3には図示されないが、光源部(106)は、第1液晶セル10の下方側に配置される。光源部(106)から放射され、液晶光制御素子102に入射する光は、第1液晶セル10、第2液晶セル20、第3液晶セル30、及び第4液晶セル40の全てを通過して出射される。

20

【0037】

第1液晶セル10、第2液晶セル20、第3液晶セル30、及び第4液晶セル40は、実質的に同様の構成を有しているが、以下、代表して第1液晶セル10についてより具体的に説明する。

【0038】

図4Aは、第1基板S11の平面図を示し、図4Bは、第2基板S12の平面図を示す。なお、図4Bは第2基板S12の内面側からみた平面図である。

【0039】

図4Aに示すように、第1基板S11に第1電極E11が設けられる。第1電極E11は、複数の第1帯状電極E11Aと複数の第2帯状電極E11Bとを含む。複数の第1帯状電極E11A及び複数の第2帯状電極E11Bは帯状のパターンを有している。複数の第1帯状電極E11Aの帯状のパターンと複数の第2帯状電極E11Bの帯状のパターンとは、長手方向と交差する方向に、所定の間隔で離隔して交互に配置される。

30

【0040】

複数の第1帯状電極E11Aは、それぞれが第1給電線PL11と接続され、複数の第2帯状電極E11Bは、それぞれが第2給電線PL12と接続される。第1給電線PL11は第1接続端子T11と接続され、第2給電線PL12は第2接続端子T12と接続される。第1接続端子T11と第2接続端子T12は第1基板S11の端部の一辺に沿って設けられる。第1基板S11には、第1接続端子T11に隣接して第3接続端子T13が設けられ、第2接続端子T12に隣接して第4接続端子T14が設けられる。第3接続端子T13は、第5給電線PL15と接続される。第5給電線PL15は、第1基板S11の面内の所定の位置に設けられた第1給電端子PT11と接続される。第4接続端子T14は、第6給電線PL16と接続される。第6給電線PL16は、第1基板S11の面内の所定の位置に設けられた第2給電端子PT12と接続される。

40

【0041】

複数の第1帯状電極E11Aは第1給電線PL11と接続されることで同一の電圧が印加される。複数の第2帯状電極E11Bは第2給電線PL12と接続されることで同一の電圧が印加される。図4Aに示すように、複数の第1帯状電極E11Aと複数の第2帯状電極E11Bとは交互に配置される。複数の第1帯状電極E11Aと複数の第2帯状電極E11Bとは電氣的に分離されている。複数の第1帯状電極E11Aと複数の第2帯状電

50

極 E 1 1 B とにそれぞれ異なるレベルの電圧が印加されると、電位差により両電極間に電界が発生する。すなわち、複数の第 1 帯状電極 E 1 1 A と複数の第 2 帯状電極 E 1 1 B とにより横方向の電界を発生させることができる。

【 0 0 4 2 】

図 4 B に示すように、第 2 基板 S 1 2 には第 2 電極 E 1 2 が設けられる。第 2 電極 E 1 2 は、複数の第 3 帯状電極 E 1 2 A と複数の第 4 帯状電極 E 1 2 B とを含む。複数の第 3 帯状電極 E 1 2 A 及び複数の第 4 帯状電極 E 1 2 B とは帯状のパターンを有する。複数の第 3 帯状電極 E 1 2 A の帯状のパターンと複数の第 4 帯状電極 E 1 2 B の帯状のパターンとは、長手方向と交差する方向に、所定の間隔で離隔して交互に配置されている。

【 0 0 4 3 】

複数の第 3 帯状電極 E 1 2 A は、それぞれが第 3 給電線 P L 1 3 と接続され、複数の第 4 帯状電極 E 1 2 B は、それぞれが第 4 給電線 P L 1 4 と接続される。第 3 給電線 P L 1 3 は第 3 給電端子 P T 1 3 と接続され、第 4 給電線 P L 1 4 は第 4 給電端子 P T 1 4 と接続される。第 3 給電端子 P T 1 3 は、第 1 基板 S 1 1 の第 1 給電端子 P T 1 1 に対応する位置に設けられ、第 4 給電端子 P T 1 4 は、第 1 基板 S 1 1 の第 2 給電端子 P T 1 2 に対応する位置に設けられる。

【 0 0 4 4 】

複数の第 3 帯状電極 E 1 2 A は第 3 給電線 P L 1 3 と接続されることで同一の電圧が印加される。複数の第 4 帯状電極 E 1 2 B は第 4 給電線 P L 1 4 と接続されることで同一の電圧が印加される。図 4 B に示すように、複数の第 3 帯状電極 E 1 2 A と複数の第 4 帯状電極 E 1 2 B とは交互に配置される。複数の第 3 帯状電極 E 1 2 A と複数の第 4 帯状電極 E 1 2 B とは電氣的に分離されている。複数の第 3 帯状電極 E 1 2 A と複数の第 4 帯状電極 E 1 2 B とにそれぞれ異なるレベルの電圧が印加されると、電位差により両電極間に電界が発生する。すなわち、複数の第 3 帯状電極 E 1 2 A と複数の第 4 帯状電極 E 1 2 B とにより横方向の電界を発生させることができる。

【 0 0 4 5 】

第 1 基板 S 1 1 に設けられる第 1 接続端子 T 1 1、第 2 接続端子 T 1 2、第 3 接続端子 T 1 3、及び第 4 接続端子 T 1 4 は、フレキシブル配線基板と接続される端子である。第 1 液晶セル 1 0 は、第 1 給電端子 P T 1 1 と第 3 給電端子 P T 1 3 とはが導電性材料により電氣的に接続され、第 2 給電端子 P T 1 2 と第 4 給電端子 P T 1 4 とが導電性材料に電氣的に接続される。

【 0 0 4 6 】

図 5 は、第 1 液晶セル 1 0 の断面図を示す。図 5 に示す第 1 液晶セル 1 0 の断面構造は、図 4 A に示す第 1 基板 S 1 1 及び図 4 B に示す第 2 基板 S 1 2 の A 1 - A 2 線に対応する断面構造を示す。

【 0 0 4 7 】

第 1 液晶セル 1 0 は、入射光を偏光し、散乱することが可能な有効領域 A A を有する。第 1 電極 E 1 1 及び第 2 電極 E 1 2 は有効領域 A A の中に配置される。第 1 基板 S 1 1 及び第 2 基板 S 1 2 は、有効領域 A A の外側に設けられたシール材 S E によって接着される。第 1 基板 S 1 1 と第 2 基板 S 1 2 との間には第 1 液晶層 L C 1 を封入する間隙が設けられる。第 1 液晶層 L C 1 は、シール材 S E によって第 1 基板 S 1 1 と第 2 基板 S 1 2 との間に封入される。

【 0 0 4 8 】

第 1 基板 S 1 1 は、第 1 電極 E 1 1、第 1 給電端子 P T 1 1 を有し、第 1 電極 E 1 1 の上に第 1 配向膜 A L 1 1 が設けられた構造を有する。第 1 電極 E 1 1 は、第 1 帯状電極 E 1 1 A 及び第 2 帯状電極 E 1 1 B を含む。第 1 給電端子 P T 1 1 は第 5 給電線 P L 1 5 から連続する構造を有し、シール材 S E の外側に配置される。

【 0 0 4 9 】

第 2 基板 S 1 2 は第 2 電極 E 1 2、第 3 給電端子 P T 1 3 を有し、第 2 電極 E 1 2 の上に第 2 配向膜 A L 1 2 が設けられた構造を有している。第 2 電極 E 1 2 は、第 3 帯状電極

10

20

30

40

50

E 1 2 A 及び第 4 帯状電極 E 1 2 B を含む。第 3 給電端子 P T 1 3 は第 3 給電線 P L 1 3 から連続する構造を有し、シール材 S E の外側に配置される。

【 0 0 5 0 】

第 1 電極 E 1 1 と第 2 電極 E 1 2 とは、帯状の電極パターンの長手方向が交差するように設けられる。すなわち、第 1 帯状電極 E 1 1 A 及び第 2 帯状電極 E 1 1 B の長手方向と、第 3 帯状電極 E 1 2 A 及び第 4 帯状電極 E 1 2 B の長手方向とが交差するように配置される。第 1 帯状電極 E 1 1 A 及び第 2 帯状電極 E 1 1 B と、第 3 帯状電極 E 1 2 A 及び第 4 帯状電極 E 1 2 B とは、本実施例においては 90 度の角度で交差する。なお、第 1 電極 E 1 1 と第 2 電極 E 1 2 の交差角度については、上述の如く例えば、90 度 ± 10 度で設定可能である。

10

【 0 0 5 1 】

第 1 給電端子 P T 1 1 と第 3 給電端子 P T 1 3 とは対向し、シール材 S E の外側の領域で対向するように配置される。第 1 導電性部材 C P 1 1 は、第 1 給電端子 P T 1 1 と第 3 給電端子 P T 1 3 との間に配置され、両者を電氣的に接続する。第 1 導電性部材 C P 1 1 は、導電性のペースト材で形成することができ、例えば、銀ペースト、カーボンペーストが用いられる。なお、図 5 には示されないが、第 2 給電端子 P T 1 2 と第 4 給電端子 P T 1 4 とも同様に導電性部材で電氣的に接続される。

【 0 0 5 2 】

第 1 基板 S 1 1 及び第 2 基板 S 1 2 は透光性を有する基板であり、例えば、ガラス基板、樹脂基板である。第 1 電極 E 1 1 及び第 2 電極 E 1 2 は、インジウム錫酸化物 (I T O) やインジウム亜鉛酸化物 (I Z O) などの透明導電材料によって形成された透明電極である。給電線 (第 1 給電線 P L 1 1 、第 2 給電線 P L 1 2 、第 3 給電線 P L 1 3 、第 4 給電線 P L 1 4 、第 5 給電線 P L 1 5 、第 6 給電線 P L 1 6) 、接続端子 (第 1 接続端子 T 1 1 、第 2 接続端子 T 1 2 、第 3 接続端子 T 1 3 、第 4 接続端子 T 1 4) 、及び給電端子 (第 1 給電端子 P T 1 1 、第 2 給電端子 P T 1 2 、第 3 給電端子 P T 1 3 、第 4 給電端子 P T 1 4) は、アルミニウム、チタン、モリブデン、タンゲステンなどの金属材料によって形成される。なお、給電線 (第 1 給電線 P L 1 1 、第 2 給電線 P L 1 2 、第 3 給電線 P L 1 3 、第 4 給電線 P L 1 4 、第 5 給電線 P L 1 5 、第 6 給電線 P L 1 6) は、第 1 電極 E 1 1 及び第 2 電極 E 1 2 と同じ透明導電膜で形成されてもよい。配向膜 A L 1 及び A L 2 は、基板の主平面に略平行な配向規制力を有する水平配向膜で形成される。第 1 液晶層 L C 1 は、例えば、ねじれネマチック液晶 (T N (Twisted Nematic) 液晶) が用いられる。なお、図 5 には図示されないが、第 1 基板 S 1 1 と第 2 基板 S 1 2 との間には、両基板の間隔を一定に保つためのスペーサが設けられていてもよい。

20

30

【 0 0 5 3 】

次に、図 6 A 、図 6 B 、図 6 C 、図 7 A 、図 7 B 、図 7 C 、及び図 8 を参照して、第 1 液晶セル 1 0 における電気光学作用について説明する。なお、図 6 乃至図 8 においては、説明に必要な構成のみを図示している。

【 0 0 5 4 】

図 6 A は、第 1 液晶セル 1 0 の部分的な断面模式構造を示す。図 6 B は、第 1 基板 S 1 1 に設けられた第 1 帯状電極 E 1 1 A 、第 2 帯状電極 E 1 1 B 、第 1 配向膜 A L 1 1 、第 2 基板 S 1 2 に設けられた第 2 配向膜 A L 1 2 、及び第 1 液晶層 L C 1 を示す。図 6 A において、第 3 帯状電極 E 1 2 A 及び第 4 帯状電極 E 1 2 B は、説明を簡略化するため省略されている。

40

【 0 0 5 5 】

図 6 A は、第 1 配向膜 A L 1 1 の配向処理方向と第 2 配向膜 A L 1 2 の配向処理方向とが異なることを示す。具体的には、第 1 配向膜 A L 1 1 は、図 4 A に示すように、第 1 帯状電極 E 1 1 A 及び第 2 帯状電極 E 1 1 B の長手方向 90 度の角度で交差する方向 A L D 1 に配向処理がされ、第 2 配向膜 A L 1 2 は、図 4 B に示すように、第 3 帯状電極 E 1 2 A 及び第 4 帯状電極 E 1 2 B の長手方向 90 度の角度で交差する方向 A L D 2 に配向処理がされている。このため、図 6 A に示す第 1 液晶セル 1 0 は、第 1 配向膜 A L 1 1 が紙面

50

の左右方向に配向処理され、第2配向膜AL12は紙面の法線方向に配向処理がされている。なお、配向処理としては、ラビング処理でもよいし、光配処理であってもよい。また、配向膜の配向方向は、帯状電極の延在方向に対し90度±10度の範囲で設定可能である。

【0056】

第1液晶層LC1としてTN液晶が用いられる。第1配向膜AL11の配向方向ALD1と第2配向膜AL12の配向方向ALD2とは直交するため、第1液晶層LC1の液晶分子は、外部電場の作用を受けない状態で第1配向膜AL11から第2配向膜AL12にかけて、液晶分子の長軸方向が90度捻れるように配向する。図6Aは、第1帯状電極E11A及び第2帯状電極E11Bに電圧が印加されない状態を示し、液晶分子の長軸方向が90度捻れて配向している状態を示す。

10

【0057】

なお、図6Aは、液晶層LC1がポジ型のねじれネマチック液晶(TN液晶)で形成され、液晶分子の長軸が配向膜の配向方向と同じ方向に配向する例を示すが、配向膜の配向方向を90度回転させる、すなわち、各配向膜AL11、AL12の配向方向を各基板S11、S12の帯状電極E11A、E12Aの延在方向に沿わせることにより、ネガ型の液晶を用いることができる。液晶には、液晶分子にねじれを付与するカイラル剤が含まれていることが好ましい。

【0058】

図6Bは、第1帯状電極E11Aにローレベルの電圧VLが印加され、第2帯状電極E11Bにハイレベルの電圧VHが印加された状態を示す。この状態では、第1帯状電極E11Aと第2帯状電極E11Bとの間に横方向の電界が発生する。図6Bに示すように、第1基板S11側の液晶分子は横電界の影響を受けて配向方向が変化する。例えば、第1基板S11側の液晶分子は、長軸方向が電界の方向と平行な方向に向くように配向が変化する。

20

【0059】

第1帯状電極E11A及び第2帯状電極E11Bに印加されるローレベルの電圧VL、ハイレベルの電圧VHの値は適宜設定される。例えば、ローレベルの電圧VL1として0Vが印加され、ハイレベルの電圧VH1として5~30Vの電圧が印加される。第1帯状電極E11A及び第2帯状電極E11Bには、ローレベルの電圧VLとハイレベルの電圧VHが交互に入れ替わる電圧が印加される。例えば、図6Cに示すように、ある一定期間において、第1帯状電極E11Aにローレベルの電圧VLが印加され第2帯状電極E11Bにハイレベルの電圧VHが印加され、次の一定期間では、第1帯状電極E11Aにハイレベルの電圧VHが印加され第2帯状電極E11Bにローレベルの電圧VLが印加されるように、2つの電極間で電圧のレベルが同期して、周期的に変化するように電圧を印加してもよい。

30

【0060】

第1帯状電極E11A及び第2帯状電極E11Bに交互にローレベルの電圧VLとハイレベルの電圧VHを印加することにより、交番電界を発生させ、第1液晶層LC1の劣化を抑制する。なお、第1帯状電極E11A及び第2帯状電極E11Bに印加する電圧の周波数は、液晶分子が電界の変化に追従できる周波数であればよく、例えば、15~100Hzであればよい。

40

【0061】

図7Aは、第1液晶セル10の部分的な斜視図であり、第1帯状電極E11A及び第2帯状電極E11B、第3帯状電極E12A及び第4帯状電極E12B、並びに第1液晶層LC1の配置を示す。図7B及び図7Cは第1液晶セル10の断面模式図を示す。図7Bは、図7Aに示す第1液晶セル10を図中に示すA側からみたときの断面模式図を示し、図7Cは、図中に示すB側からみたときの断面模式図を示す。なお、図7B及び図7Cは、第1配向膜AL11の配向処理方向と第2配向膜AL12の配向処理方向とが異なることを示す。

50

【 0 0 6 2 】

図 7 A 及び図 7 C に示すように、第 1 帯状電極 E 1 1 A と第 2 帯状電極 E 1 1 B とは中心間距離 W で配置され、第 3 帯状電極 E 1 2 A と第 4 帯状電極 E 1 2 B とは同様に中心間距離 W で配置されている。この中心間距離 W は、図 7 A に示す第 1 帯状電極 E 1 1 A の幅 a 、第 1 帯状電極 E 1 1 A の端部から第 2 帯状電極 E 1 1 B の端部までの間隔 b に対して、 $W = a + b$ の関係を有する。また、第 1 帯状電極 E 1 1 A 及び第 2 帯状電極 E 1 1 B と、第 3 帯状電極 E 1 2 A 及び第 4 帯状電極 E 1 2 B とは隔離し、互いに直交した状態で対向配置されている。第 1 基板 S 1 1 と第 2 基板 S 1 2 は間隔 D で対向して配置されており、間隔 D は、実質的に液晶層 LC 1 の厚さに相当する。実際には、第 1 基板 S 1 1 に第 1 帯状電極 E 1 1 A 及び第 1 配向膜 AL 1 1 が設けられ、第 2 基板 S 1 2 には第 3 帯状電極 E 1 2 A 及び第 2 配向膜 AL 1 2 等が設けられるが、これらの電極及び配向膜の厚さは、間隔 D の大きさに比べて十分に小さいので、液晶層 LC 1 の厚さは間隔 D と同視することができる。

10

【 0 0 6 3 】

第 1 液晶セル 1 0 において、帯状電極が第 1 液晶層 LC 1 を挟んで間隔 D は、帯状電極の中心間距離 W に対して同じか、それ以上の大きさを有していることが好ましい。すなわち、間隔 D は、中心間距離 W の 1 倍以上の長さを有することが好ましい。例えば、間隔 D は、帯状電極の中心間距離 W に対して 2 倍以上の大きさを有していることが好ましい。第 1 帯状電極 E 1 1 A の幅が $5 \mu\text{m}$ であり、第 1 帯状電極 E 1 1 A 及び第 2 帯状電極 E 1 1 B の幅 a が $5 \mu\text{m}$ であり、第 1 帯状電極 E 1 1 A の端部から第 2 帯状電極 E 1 1 B の端部までの間隔 b が $5 \mu\text{m}$ である場合、帯状電極の中心間距離 W は $10 \mu\text{m}$ となる。これに対し、間隔 D は $10 \mu\text{m}$ 以上の大きさを有していることが好ましい。

20

【 0 0 6 4 】

帯状電極の中心間距離 W と上記の間隔 D とがこのような関係を有することで、第 1 帯状電極 E 1 1 A と第 2 帯状電極 E 1 1 B とで生成される電界と第 3 帯状電極 E 1 2 A と第 4 帯状電極 E 1 2 B とで生成される電界とが、相互に干渉しないようにすることが可能となる。すなわち、図 7 B に示すように、第 1 帯状電極 E 1 1 A と第 2 帯状電極 E 1 1 B とによって、その近傍にある液晶分子の配向を第 3 帯状電極 E 1 2 A 及び第 4 帯状電極 E 1 2 B の影響を受けずに制御することができ、図 7 C に示すように、第 3 帯状電極 E 1 2 A と第 4 帯状電極 E 1 2 B とによって、その近傍にある液晶分子の配向を第 1 帯状電極 E 1 1 A 及び第 2 帯状電極 E 1 1 B の影響を受けずに制御することができる。

30

【 0 0 6 5 】

ところで、液晶は配向状態により屈折率が変化することが知られている。図 6 A に示すように、第 1 液晶層 LC 1 に電界が作用していないオフ (OFF) 状態では、液晶分子の長軸方向が基板の表面に水平に配向し、かつ第 1 基板 S 1 1 側から第 2 基板 S 1 2 側にかけて 90 度捻れた状態で配向している。液晶層 LC 1 は、この配向状態でほぼ均一な屈折率分布を有している。このため、第 1 液晶セル 1 0 へ入射した光の第 1 偏光成分 PL 1 及び第 1 偏光成分 PL 1 に直交する第 2 偏光成分 PL 2 (図 8 参照) は、液晶分子の初期配向の影響を受けて旋光するものの、ほとんど屈折 (あるいは散乱) されることなく第 1 液晶層 LC 1 を透過する。ここで、第 1 偏光成分 PL 1 とは、自然光のうち、例えば P 偏光に相当し、第 2 偏光成分とは、例えば S 偏光に相当するものとする。

40

【 0 0 6 6 】

一方、図 6 B に示すように、第 1 帯状電極 E 1 1 A と第 2 帯状電極 E 1 1 B に電圧が印加され電界が形成されたオン (ON) 状態では、第 1 液晶層 LC 1 が正の誘電率異方性を有している場合、液晶分子は長軸が電界に沿うように配向する。その結果、図 6 B に示すように、第 1 液晶層 LC 1 には、液晶分子が、第 1 帯状電極 E 1 1 A 及び第 2 帯状電極 E 1 1 B の上方でほぼ垂直に立ち上がる領域、第 1 帯状電極 E 1 1 A と第 2 帯状電極 E 1 1 B との間で電界の分布に沿って斜めに配向する領域、第 1 帯状電極 E 1 1 A 及び第 2 帯状電極 E 1 1 B から離れた領域で初期配向状態が比較的維持される領域等が形成される。

【 0 0 6 7 】

50

図6Bに示すように、第1帯状電極E11A及び第2帯状電極E11Bの電極間においては、液晶分子の長軸が電界の発生する方向に沿って凸円弧状に配向される。すなわち、図6A及び図6Bに示すように、液晶分子の初期配向の方向と、第1帯状電極E11Aと第2帯状電極E11Bとの間に生じる横電界の方向が同じであり、図6Bに模式的に示すように、両電極間の略中央に位置する液晶分子の配向方向はほとんど変化しないものとなるが、中央部からそれぞれの電極側に位置する液晶分子は電界の強度分布に従って第1基板S11の表面に対し法線方向に傾いて(チルトして)配向する。したがって、第1基板S11側の液晶を全体として見れば、第1帯状電極E11Aと第2帯状電極E11Bとの間で液晶分子が円弧状に配向する。

【0068】

これによって、液晶層LC1には円弧状の誘電率分布が形成され、入射した光(液晶分子の初期配向の方向と平行な偏光成分)が放射状に拡散する。また、第2基板S12側では、第1基板S11の電極と直交するように配置された第3帯状電極E12Aa及び第4帯状電極E12Bにより(図7C参照)、同様な現象が生じ、入射した光(第2基板S12側の液晶分子の初期配向の方向と平行な偏光成分)が放射状に拡散する。

【0069】

そして、図7B及び図7Cを参照して説明したように、液晶層LC1の厚さが十分に厚いため、第1基板S11側及び第2基板S12側で、それぞれ独立して異なる偏光成分の拡散を制御することができる。

【0070】

液晶分子は、屈折率異方性 n を有している。このため、オン状態の第1液晶層LC1は、液晶分子の配向状態に応じた屈折率分布、あるいは、リタデーション分布を有する。ここでのリタデーションとは、第1液晶層LC1の厚さを d としたとき、 $n \cdot d$ で表されるものである。オン状態では、第1偏光成分PL1は、第1液晶層LC1を透過する際に、第1液晶層LC1の屈折率分布の影響を受けて散乱されることとなる。

【0071】

図8は、第1偏光成分PL1及び第2偏光成分PL2が液晶層によって拡散される現象を模式的に示す。図8は、第1液晶セル10と第2液晶セル20が積層された状態を示し、簡単のためそれぞれの液晶セルの第1基板S11、S21、第2基板S12、S22、第1帯状電極E11A、E21Aと第2帯状電極E11B、E21Bと、第1液晶層LC1、第2液晶層LC2のみを示している。例えば、第1液晶セル10と第2液晶セル20との間に設けられる第1透明接着層TA1は省略されている。なお、第1液晶セル10の第1帯状電極E11A及び第2帯状電極E11Bと、第2液晶セル20の第1帯状電極E21A及び第2帯状電極E21Bとは同じ方向に配置されているものとする。また、第1液晶セル10の第1基板S11及び第2液晶セル20の第1基板S21側の配向膜(図示されず)の配向方向ALD1は紙面の左右方向にあり、第1液晶セル10の第2基板S12及び第2液晶セル20の第2基板S22側の配向膜(図示されず)の配向方向ALD2は紙面の法線方向にある。

【0072】

図8において、第1液晶セル10及び第2液晶セル20は、第1偏光成分PL1の偏光方向と、第1液晶層LC1の液晶分子の第1基板S11側の初期配向方向及び第2液晶層LC2の液晶分子の第1基板S12側の初期配向方向(無電界状態で液晶分子の長軸が配向する方向)が平行であるものとする。そして、第2偏光成分PL2の偏光方向と、第1液晶層LC1の第1基板S11側及び第2液晶層LC2の第1基板S21側の液晶分子の配向方向とは直交するものとする。

【0073】

第1液晶セル10の第1帯状電極E11A及び第2帯状電極E11Bに電圧が印加された場合、第1液晶層LC1の中で液晶分子は、垂直に立ち上がる領域、電界の分布に沿って斜めに配向する領域、初期配向状態が維持される領域等が形成される。同様に、第2液晶セル20の第1帯状電極E21A及び第2帯状電極E21Bに電圧が印加された状態で

10

20

30

40

50

は、第2液晶層LC2の中で液晶分子は、垂直に立ち上がる領域、電界の分布に沿って斜めに配向する領域、初期配向状態が維持される領域等が形成される。

【0074】

第1偏光成分PL1は、第1液晶層LC1で拡散され、また90度旋光され、第2液晶層LC2では拡散されず、90度旋光される。第2偏光成分PL2は、第1液晶層LC1で拡散されず、90度旋光され、第2液晶層LC2で拡散され、90度旋光される。すなわち、第1基板S11に入射する第1偏光成分PL1は、第1液晶層LC1で拡散され、第1液晶層LC1及び第2液晶層LC2でそれぞれ旋光される。第1基板S11に入射する第2偏光成分PL2は、第2液晶層LC2で拡散され、第1液晶層LC1及び第2液晶層LC2でそれぞれ旋光される。ここで、旋光とは、直線偏光成分（例えば上記第1偏光成分PL1や第2偏光成分PL2）が液晶層を通過する過程で、液晶分子のねじれ配向に沿ってその偏光軸を回転させる現象をいう。

10

【0075】

図8をさらに詳細に説明する。第1液晶セル10の第1電極E11と第2電極E12は互いに直交し、第2液晶セル20の第1電極E21と第2電極E22は互いに直交している。また、第1液晶セル10の第1電極E11の延在方向と第2液晶セル20の第1電極E21の延在方向は一致する。また、第1偏光成分PL1（X軸方向の偏光成分）及び第2偏光成分PL2（Y軸方向の偏光成分）を含む光は、第1液晶セル10の第1基板S11に対して垂直な方向から入射し、第2液晶セル20の第2基板S22から出射する。

【0076】

第1液晶セル10の第1基板S11側における液晶層LC1の液晶分子は、長軸がX軸方向に沿って配向されているため、第1帯状電極E11Aと第2帯状電極E11Bとの間に横電界が発生すると、図7Bを参照して説明したように、液晶分子は電界の作用を受けてX軸方向に凸円弧状に配向する。また、第1液晶セル10の第2基板S12側における第1液晶層LC1の液晶分子は、長軸がY軸方向に沿って配向されているため、第3帯状電極E12A及び第4帯状電極E12B（図示されず）との間に横電界が発生すると、図7Cを参照して説明したように、液晶分子はY軸方向に凸円弧状に配向する。このような液晶分子の配向により、第1基板S11側及び第2基板S12側には、液晶分子の配向に依存した屈折率分布が形成される。

20

【0077】

第1液晶セル10に入射したX軸に平行な第1偏光成分PL1は、第1液晶層LC1を通過するとき旋光され、第2基板S12側でY軸に平行な偏光成分となる。すなわち、第1偏光成分PL1は、第1基板S11側でX軸方向に偏光軸を有しているが、第1液晶層LC1を厚さ方向に通過する過程で偏光軸が徐々に変化して、第2基板S12側ではY軸方向に偏光軸を有するものとなり、第2基板S12側から出射される。

30

【0078】

ここで、第1液晶セル10に第1基板S11側から入射する第1偏光成分PL1は、第1基板S11側において偏光軸が第1基板S11側における第1液晶層LC1の液晶分子の配向方向に平行であるため、液晶分子の屈折率分布の変化に応じてX軸方向に拡散する。また、第1偏光成分PL1は、第1液晶層LC1を通過することにより偏光軸をX軸方向からY軸方向に変化することによって、第2基板S12側の液晶分子の配向方向と平行になり、当該液晶分子の屈折率分布の変化に応じてY軸方向に拡散する。すなわち、第1液晶セル10に入射する前はX軸に平行な第1偏光成分PL1は、第1液晶セル10を通過する過程で偏光軸をX軸方向からY軸方向に変化させると共に、X軸方向とY軸方向に拡散することとなる。

40

【0079】

これに対し、第1液晶セル10に第1基板S11側から入射する第2偏光成分PL2は、第1基板S11に入射し、第2基板S12から出射される迄の間に、第1液晶層LC1の作用を受けて偏光軸がY軸方向からX軸方向に変化する。ここで、第2偏光成分PL2は、第1基板S11側においては、偏光軸が第1液晶層LC1の第1基板S11側におけ

50

る液晶分子の配向方向に直交しているため、液晶分子による屈折率分布の影響を受けず、拡散せずに通過する。また、第2偏光成分PL2は、第1液晶層LC1で偏光軸がY軸方向からX軸方向に変化することにより、第2基板S12側においてはその偏光軸が第1液晶層LC1の第2基板S12側における液晶分子の配向方向とも直交するため、液晶分子による屈折率分布の影響を受けず、拡散せずに通過する。すなわち、第1液晶セル10に入射するY軸方向に偏光軸を有する第2偏光成分PL2は、第1液晶セル10を通過する過程で偏光軸をY軸方向からX軸方向に変化するものの第1液晶層LC1によっては拡散されないで第2基板S12から出射される。

【0080】

第2液晶セル20の第2液晶層LC2も、第1液晶セル10の第1液晶層LC1と同様の屈折率分布を有している。このため、第2液晶セル20においても、基本的に第1液晶セル10と同様の現象が生じる。一方、第1液晶セル10を通過することで初期の第1偏光成分PL1と第2偏光成分PL2の偏光軸が入れ替わっているため、第2液晶層LC2で屈折率分布の影響を受ける偏光成分も入れ替わる。すなわち、第2液晶セル20を通過する過程においては、当初の第1偏光成分PL1はその偏光軸をY軸から再びX軸方向に変化させるものの、拡散は生じない。一方、当初の第2偏光成分PL2はその偏光軸をX軸から再びY軸方向に変化させ、且つ、第2液晶層LC2の屈折率分布の影響を受けて拡散する。

10

【0081】

以上から明らかなように、同じ構造を有する2つの液晶セルを積層させることにより、この2つの液晶セルを通過する光の偏光方向を2度にわたって変化させ、その結果、入射前と出射後での偏光方向が変わらない状態とすることができる。一方、2つの液晶セルは、横電界により液晶層の上側及び下側に凸円弧状の屈折率分布を形成することにより、透過する光を拡散することができる。具体的には、第1液晶セル10により、第1偏光成分PL1の光をX軸方向、Y軸方向、又はX軸とY軸の両方向に拡散させ、第2液晶セル20により、第2偏光成分PL2の光をX軸方向、Y軸方向、又はX軸とY軸の両方向に拡散させることができる。すなわち、第1液晶セル10及び第2液晶セル20を積層させ、各液晶セルの液晶層に屈折率分布を形成することにより、光の偏光状態を変えことなく光を拡散することができる。

20

【0082】

以上のように、同一構造を有する2つの液晶セルを積層させることにより、入射光の偏光方向を2回変化させ、2つの液晶セルを通過する前後で偏光方向が変わらないようにすることができる。一方、液晶層に横電界を作用させ屈折率分布を形成することで、通過する光を特定の方向に屈折させることができる。より具体的には、第1液晶セル10が第1偏光成分PL1の光をX軸方向、Y軸方向、又はX軸とY軸の両方向に拡散させ、第2液晶セル20が第2偏光成分PL2の光をX軸方向、Y軸方向、又はX軸とY軸の両方向に拡散させることができる。

30

【0083】

このように、第1液晶層LC1及び第2液晶層LC2を通過する入射光は、第1偏光成分PL1が第1液晶層LC1で拡散され、第2偏光成分PL2が第2液晶層LC2で拡散される。また、第1液晶層LC1及び第2液晶層LC2を通過する入射光は、第1液晶層LC1及び第2液晶層LC2でそれぞれ90度旋光される。別言すれば、第1偏光成分PL1及び第2偏光成分PL2を含む入射光は、第1液晶セル10で第1偏光成分PL1が拡散され、第2液晶セル20で第2偏光成分PL2が拡散される。すなわち、第1液晶セル10と第2液晶セル20を重ねることで、特定の偏光成分の散乱を個別に制御することができ、光源から放射される光の配光を制御することができる。

40

【0084】

ところで、光は異なる媒質の境界面で屈折するが、屈折角は光の波長により変わることが知られている。屈折率分布が形成された液晶層に光が入射する場合、波長毎に屈折角が異なるため、光源の種類や照射する対象物との距離によっては、液晶光制御素子102に

50

光を透過させることによって形成される配光パターンの周辺部分に色割れが視認されることがある。

【 0 0 8 5 】

これに対し、本実施形態に係る液晶光制御素子 1 0 2 は、図 3 に示したように、4 つの液晶セルを光源の光路上で重ね合わせ、4 つの液晶セルの内、少なくとも 2 つの液晶セルを他の液晶セルに対して 9 0 度回転させて配置することにより色割れを抑制している。具体的には、液晶光制御素子 1 0 2 は、隣接して重なり合う少なくとも一組の液晶セルにおいて、帯状のパターンを有する電極の長手方向が異なる方向を向くように配置することで色割れを抑制する。以下に、その構成を各液晶セルの電極構成と動作に基づいて詳細に説明する。

10

【 0 0 8 6 】

図 9 は、液晶光制御素子 1 0 2 の各液晶セルにおける帯状電極の配置と、入射光の偏光状態及び散乱が各液晶セルによって制御される態様を示す。第 1 液晶セル 1 0、第 2 液晶セル 2 0、第 3 液晶セル 3 0、及び第 4 液晶セル 4 0 における各電極の配置は、図 3 に示す構造と同様である。具体的に図 9 に示す液晶光制御素子 1 0 2 は、第 1 液晶セル 1 0 及び第 2 液晶セル 2 0 の各基板 (S 1 1、S 1 2、S 2 1、S 2 2) における液晶分子に対する配向方向が同じであり、第 1 電極 E 1 1、E 2 1 における帯状電極 (E 1 1 A、E 1 1 B、E 2 1 A、E 2 1 B) の長手方向が同じであり、これらの電極に交差する第 2 電極 E 1 2、E 2 2 における帯状電極 (E 1 2 A、E 1 2 B、E 2 2 A、E 2 2 B) の長手方向が同じである。また、第 3 液晶セル 3 0 及び第 4 液晶セル 4 0 の各基板 (S 3 1、S 3 2、S 4 1、S 4 2) における液晶分子に対する配向方向が同じであり、第 1 電極 E 3 1、E 4 1 における帯状電極 (E 3 1 A、E 3 1 B、E 4 1 A、E 4 1 B) の長手方向が同じであり、これらの電極に交差する第 2 電極 E 3 2、E 4 2 における帯状電極 (E 3 2 A、E 3 2 B、E 4 2 A、E 4 2 B) の長手方向が同じである。そして、第 1 液晶セル 1 0 及び第 2 液晶セル 2 0 における帯状電極 (E 1 1 A、E 1 1 B、E 2 1 A、E 2 1 B) の長手方向と、第 3 液晶セル 3 0 及び第 4 液晶セル 4 0 における第 1 電極 E 3 1、E 4 1 における帯状電極 (E 3 1 A、E 3 1 B、E 4 1 A、E 4 1 B) の長手方向とは 9 0 の角度で交差している。

20

【 0 0 8 7 】

なお、図 9 に示す実施形態においては、これら第 1 液晶セル 1 0 と第 2 液晶セル 2 0 は、互いの第 1 電極 E 1 1、E 2 1 を同じ方向に向けた状態で積層されており、第 3 液晶セル 3 0 と第 4 液晶セル 4 0 が互いの第 1 電極 E 3 1、E 4 1 を同じ方向に向けた状態で積層されているが、第 3 液晶セル 3 0 と第 4 液晶セル 4 0 の第 1 電極 E 3 1、E 4 1 の向きは、第 1 液晶セル 1 0 及び第 2 液晶セル 2 0 の第 1 電極 E 1 1、E 2 1 の向きに対して 9 0 度回転している。また、各液晶セルの第 1 電極 (E 1 1、E 2 1、E 3 1、E 4 1) と第 2 電極 (E 1 2、E 2 2、E 3 2、E 4 2) とは互いの延在方向を直交させている。後述する図 1 2 から図 1 4 に示す実施形態についても同様である。なお、第 1 液晶セル 1 0 及び第 2 液晶セル 2 0 に対して、第 3 液晶セル 3 0 及び第 4 液晶セル 4 0 を 9 0 度 ± 1 0 度の範囲で回転させた状態で積層する構成も採用可能である。また、各液晶セルの第 1 電極 (E 1 1、E 2 1、E 3 1、E 4 1) と第 2 電極 (E 1 2、E 2 2、E 3 2、E 4 2) の延在方向を 9 0 度 ± 1 0 度の範囲で設定する構成も採用可能である。

30

40

【 0 0 8 8 】

図 9 に示すように、第 1 液晶セル 1 0 の第 2 電極 E 1 2 と第 4 液晶セル 4 0 の第 1 電極 E 4 1 は同じ向きに配置されており、第 2 偏光成分 P L 2 を Y 軸方向に拡散させることができる。また、第 1 液晶セル 1 0 の第 1 電極 E 1 1 と第 4 液晶セル 4 0 の第 2 電極 E 4 2 は同じ向きに配置されており、第 2 偏光成分 P L 2 を X 軸方向に拡散させることができる。第 1 偏光成分 P L 1 の拡散に対しても同様であり、第 2 液晶セル 2 0 の第 2 電極 E 2 2 と第 3 液晶セル 3 0 の第 1 電極 E 3 1 は同じ向きに配置されており第 1 偏光成分 P L 1 を Y 軸方向に拡散させることができ、第 2 液晶セル 2 0 の第 1 電極 E 2 1 と第 3 液晶セル 3 0 の第 2 電極 E 3 2 は同じ方向に配置されており第 1 偏光成分 P L 1 を X 軸方向に拡散さ

50

せることができる。

【 0 0 8 9 】

液晶光制御素子 1 0 2 は、光入射側から、第 1 液晶セル 1 0、第 2 液晶セル 2 0、第 3 液晶セル 3 0、第 4 液晶セル 4 0 がこの順番に配置されている。液晶光制御素子 1 0 2 に入射する光は、第 1 偏光成分 P L 1 及び第 1 偏光成分 P L 1 に直交する第 2 偏光成分 P L 2 を含む。

【 0 0 9 0 】

液晶光制御素子 1 0 2 が入射光の偏光状態及び散乱状態を制御するために、各液晶セルに制御信号が入力される。図 1 0 A は各液晶セルの電極に印加される制御信号の波形の一例を示す。各液晶セルには、図 1 0 A に示す制御信号 A、制御信号 B、制御信号 E のいずれかの信号が入力される。制御信号 A、B において、V L 1 はローレベルの電圧、V H 1 はハイレベルの電圧を意味しており、例えば、V L 1 は 0 V 又は - 1 5 V の電圧であり、V H 1 は (0 V に対して) 3 0 V 又は (- 1 5 V に対して) 1 5 V である。制御信号 A と制御信号 B は同期しており、制御信号 A が V L 1 のレベルにあるとき制御信号 B は V H 1 のレベルにあり、制御信号 A が V H 1 のレベルに変化すると制御信号 B は V L 1 のレベルに変化する。制御信号 A、B の周期は 1 5 ~ 1 0 0 H z 程度である。一方、制御信号 E は一定電圧の信号であり、例えば、制御信号 E は V L 1 と V H 1 の中間電圧であり、V L 1 = - 1 5 V、V H 1 = + 1 5 V の場合には V E = 0 V となる。

10

【 0 0 9 1 】

以下に、このような制御信号によって、液晶光制御素子 1 0 2 によって、四角配光パターン、十字配光パターン、ライン配光パターンを形成する例を示す。

20

【 0 0 9 2 】

(1) 四角配光パターン

液晶光制御装置 1 0 0 は、液晶光制御素子 1 0 2 の各液晶セルに印加する制御信号の選択により、光源部 (1 0 6) から放射される光の配光パターンを様々に制御することができる。図 9 は、一例として、光源部 (1 0 6) から放射される光を四角形状の配光パターンに制御する場合を示す。

【 0 0 9 3 】

表 1 は、図 9 に示す液晶光制御素子 1 0 2 において、各液晶セルに印加される制御信号を示す。なお、表 1 に示す制御信号 A、B は、図 1 0 A に示す制御信号に対応するものである。

30

40

50

【表 1】

液晶光制御素子：102				制御信号
第4液晶セル 40	第2基板	第8電極 E42	第4帯状電極：E42B	B
			第3帯状電極：E42A	A
	第1基板	第7電極 E41	第2帯状電極：E41B	B
			第1帯状電極：E41A	A
第3液晶セル 30	第2基板	第6電極 E32	第4帯状電極：E32B	B
			第3帯状電極：E32A	A
	第1基板	第5電極 E31	第2帯状電極：E31B	B
			第1帯状電極：E31A	A
第2液晶セル 20	第2基板	第4電極 E22	第4帯状電極：E22B	B
			第3帯状電極：E22A	A
	第1基板	第3電極 E21	第2帯状電極：E21B	B
			第1帯状電極：E21A	A
第1液晶セル 10	第2基板	第2電極 E22	第4帯状電極：E22B	B
			第3帯状電極：E22A	A
	第1基板	第1電極 E21	第2帯状電極：E21B	B
			第1帯状電極：E21A	A

10

20

【0094】

図9に示す例において、第1液晶セル10の第1帯状電極E11Aには制御信号Aが入力され、第2帯状電極E11Bには制御信号Bが入力され、第3帯状電極E12Aには制御信号Aが入力され、第4帯状電極E12Bには制御信号Bが入力される。表1に示すように、第2液晶セル20、第3液晶セル30、及び第4液晶セル40についても、第1液晶セル10と同様に制御信号A、Bが入力される。すなわち、図9に示す例においては、各基板上にて交互に配置されるすべての電極に制御信号AとBとが交互に印可され、いずれの電極間においても電界が発生している。

【0095】

図9において、各基板に形成される配向膜によって規定される配向方向は、図中に矢印で示すように、帯状電極の長手方向と直交する方向となっている。液晶層はポジ型の液晶で形成されており、各液晶セルに制御信号が入力されない初期状態では液晶の長軸方向が帯状電極と交差する方向（直交する方向）に配向している。なお、配向膜の配向方向は、本実施形態においては、帯状電極の延在方向に対し90度の方向で設定されるが、90度±10度の方向についても設定可能である。

30

【0096】

液晶光制御素子102の動作時には、各液晶セルの各帯状電極に表1に示す制御信号が入力される。第1液晶セル10、第2液晶セル20、第3液晶セル30、及び第4液晶セル40に対し、表1に示す制御信号が入力されると、各液晶セルは図7A及び図7Bに示すように液晶分子が横電界の影響を受けて配向状態が変化する。図9に挿入された表は、各液晶セルに第1偏光成分PL1及び第2偏光成分PL2を含む光が通過するとき、それぞれの偏光成分がどのように変化するかを示す。なお、以下の説明において、第1偏光方向と同じ方向をY軸方向、第2偏光方向と同じ方向をX軸方向とする。

40

【0097】

図9において第1偏光成分PL1に着目すると、第1液晶セル10に入射する第1偏光成分PL1の偏光方向は、第1液晶層LC1の第1基板S11側の液晶分子の長軸方向に対し交差する方向（直交する方向）にある。このため、第1基板S11側の液晶分子が第1電極E11によって生じる電界によって屈折率分布を変化させているものの、第1偏光成分PL1は拡散されずそのまま第2基板S12側に向かう。また、当該第1偏光成分P

50

L 1 は、第 1 液晶層 L C 1 を第 1 基板 S 1 1 側から第 2 基板 S 1 2 側に向かう過程で液晶分子のねじれ配向に従って 90 度旋光される。これにより、第 1 偏光成分 P L 1 は第 2 偏光成分 P L 2 に遷移する。また、第 2 偏光成分 P L 2 の偏光方向は第 2 基板 S 1 2 側の液晶分子の長軸方向と交差する方向にある。このため、第 2 基板 S 1 2 側の液晶分子が第 2 電極 E 1 2 によって生じる電界によって屈折率分布を変化させているものの、第 2 偏光成分 P L 2 はその影響を受けず、そのまま透過する。すなわち、第 1 偏光成分 P L 1 は、第 1 液晶セル 1 0 を通過する過程で第 2 偏光成分 P L 2 に遷移する一方、拡散等はされないで第 2 基板 S 1 2 側から出射される。

【 0 0 9 8 】

そして、当該第 2 偏光成分 P L 2 が第 2 液晶セル 2 0 に入射する。当該第 2 偏光成分 P L 2 は、その偏光方向が第 2 液晶層 L C 2 の第 1 基板 S 2 1 側の液晶分子の長軸方向と平行な方向にある。ここで、第 1 基板 S 2 1 側の液晶分子は第 1 電極 E 2 1 によって生じる電界によって屈折率分布を変化させているため、当該第 2 偏光成分 P L 2 は X 軸方向に拡散される。また、この拡散された第 2 偏光成分 P L 2 は第 2 液晶層 L C 2 を第 1 基板 S 2 1 側から第 2 基板 S 2 2 側に向かう過程で液晶分子のねじれ配向に従って 90 度旋光される。これにより、第 2 偏光成分 P L 2 は再び第 1 偏光成分 P L 1 に遷移する。また、当該第 1 偏光成分 P L 1 の偏光方向は第 2 基板 S 2 2 側の液晶分子の長軸方向と平行である。ここで、第 2 基板 S 2 2 側の液晶分子は第 2 電極 E 2 2 によって生じる電界によって屈折率分布を変化させているため、第 1 偏光成分はさらに当該液晶分子の屈折率分布の影響を受けて Y 軸方向に拡散され、その後出射される。すなわち、第 2 液晶セル 2 0 に入射した第 2 偏光成分 P L 2 は、当該第 2 液晶セル 2 0 を通過する過程で第 1 偏光成分 P L 1 に遷移しつつ、X 軸方向及び Y 軸方向に拡散する。

【 0 0 9 9 】

このように、入射光の内、第 1 偏光成分 P L 1 は第 1 液晶セル 1 0 に入射し第 2 液晶セル 2 0 から出射されるまでに、第 2 偏光成分 P L 2 に一度遷移してから再び第 1 偏光成分 P L 1 に遷移し、且つ、第 2 液晶セル 2 0 にて X 軸方向及び Y 軸方向にそれぞれ 1 回ずつ拡散される。

【 0 1 0 0 】

第 3 液晶セル 3 0 は、第 1 電極 E 3 1 の長手方向が、第 1 液晶セル 1 0 の第 1 電極 E 1 1 及び第 2 液晶セル 2 0 の第 1 電極 E 2 1 と 90 度の角度で交差し、第 2 電極 E 3 2 の長手方向が、第 1 液晶セル 1 0 の第 2 電極 E 1 2 及び第 2 液晶セル 2 0 の第 2 電極 E 2 2 と 90 度の角度で交差している。また、第 4 液晶セル 4 0 も同様に、第 1 電極 E 4 1 の長手方向が、第 1 液晶セル 1 0 の第 1 電極 E 1 1 及び第 2 液晶セル 2 0 の第 1 電極 E 2 1 と 90 度の角度で交差し、第 2 電極 E 4 2 の長手方向が、第 1 液晶セル 1 0 の第 2 電極 E 1 2 及び第 2 液晶セル 2 0 の第 2 電極 E 2 2 と 90 度の角度で交差している。したがって、これら第 3 液晶セルと第 4 液晶セルにおいては、各偏光成分に対して、第 1 液晶セル 1 0 及び第 2 液晶セル 2 0 で生じた現象が逆転する。なお、当該交差角度は上述の通り 90 ± 10 度の範囲で設定可能である。

【 0 1 0 1 】

すなわち、第 2 液晶セル 2 0 を通過し X 軸方向及び Y 軸方向にそれぞれ 1 回拡散された第 1 偏光成分 P L 1 が第 3 液晶セル 3 0 に入射すると、当該第 1 偏光成分 P L 1 は、その偏光方向が第 3 液晶層 L C 3 の第 1 基板 S 3 1 側の液晶分子の長軸方向と平行な方向となる。ここで、第 1 基板 S 3 1 側の液晶分子は第 1 電極 E 3 1 によって生じる電界によって屈折率分布を変化させているため、当該第 1 偏光成分 P L 1 は X 軸方向に拡散される。また、この拡散された第 1 偏光成分 P L 1 は第 3 液晶層 L C 3 を第 1 基板 S 3 1 側から第 2 基板 S 3 2 側に向かう過程で液晶分子のねじれ配向に従って 90 度旋光される。これにより、第 1 偏光成分 P L 1 は再び第 2 偏光成分 P L 2 に遷移する。また、当該第 2 偏光成分 P L 2 の偏光方向は第 2 基板 S 3 2 側の液晶分子の長軸方向と平行である。ここで、第 2 基板 S 3 2 側の液晶分子は第 2 電極 E 3 2 によって生じる電界によって屈折率分布を変化させているため、第 2 偏光成分 P L 2 はさらに当該液晶分子の屈折率分布の影響を受けて

10

20

30

40

50

Y軸方向に拡散され、その後出射される。すなわち、第3液晶セル30に入射した第1偏光成分PL1は、当該第3液晶セル30を通過する過程で第2偏光成分PL2に遷移しつつ、再びX軸方向及びY軸方向に拡散する。

【0102】

第3液晶セル30から出射され、第4液晶セル40に入射した第2偏光成分PL2の偏光方向は、第4液晶層LC4の第1基板S41側の液晶分子の長軸方向に対し交差する方向にある。このため、第1基板S41側の液晶分子が第1電極E41によって生じる電界によって屈折率分布を変化させているものの、第2偏光成分PL2は拡散されずそのまま第2基板S42側に向かう。また、当該第2偏光成分PL2は、第4液晶層LC4を第1基板S41側から第2基板S42側に向かう過程で液晶分子のねじれ配向に従って90度旋光される。これにより、第2偏光成分PL2は第1偏光成分PL1に遷移する。また、第1偏光成分PL1の偏光方向は第2基板S42側の液晶分子の長軸方向と交差する方向にある。このため、第2基板S42側の液晶分子が第2電極E12によって生じる電界によって屈折率分布を変化させているものの、第1偏光成分PL1はその影響を受けず、そのまま透過する。すなわち、第2偏光成分PL2は、第4液晶セル40を通過する過程で第1偏光成分PL1に遷移する一方、拡散等はされないで第4液晶セル40を透過する。

10

【0103】

このように、第3液晶セル30に入射する第1偏光成分PL1は、第4液晶セル40から出射されるまでに、第2偏光成分PL2に一度遷移してから再び第1偏光成分PL1に遷移し、且つ、第3液晶セル30にてX軸方向及びY軸方向にそれぞれ1回ずつ拡散される。

20

【0104】

したがって、光源から出射される第1偏光成分PL1は、第1液晶セル10に入射して第4液晶セル40から出射されるまでの間に、X軸方向に2回及びY軸方向に2回拡散される。

【0105】

なお、図9中、「透過」とは、偏光成分が拡散や旋光等されることなくそのまま通過することを示す。また、「旋光」とは、偏光成分がその偏光方向を90度遷移させたことを示す。また、「拡散」とは、当該偏光成分が液晶分子の屈折率分布の影響を受けて拡散していることを示す。したがって、図表中、例えば第1電極にて「透過」とあるのは、液晶層の第1電極近傍にて上記「透過」の現象が生じていることを示す。また、液晶層にて「旋光」とあるのは、偏光成分が液晶層を第1基板側から第2基板側に向かう過程で偏光方向を90度遷移させていることを示す。図12～図14についても同様である。

30

【0106】

一方、第2偏光成分PL2は、その偏光方向が第1液晶層LC1の第1基板S11側の液晶分子の長軸方向に対し平行な方向である。このため、第1電極E11によって生じる電界によって第1基板S11側の液晶分子が屈折率分布を有し、この作用を受けて第2偏光成分PL2は拡散される。そして、第2偏光成分PL2は、第1液晶層LC1を第1基板S11側から第2基板S12側に向かう過程で液晶分子のねじれ配向に従って90度旋光される。これにより、第2偏光成分PL2は第1偏光成分PL1に遷移する。また、第1偏光成分PL1の偏光方向は第2基板S12側の液晶分子の長軸方向と平行な方向にある。第2基板S12側の液晶分子が第2電極E12によって生じる電界によって屈折率分布を変化させているので、第1液晶層LC1によって遷移された第1偏光成分PL1は、第2基板S12側の液晶分子により形成される屈折率分布によりY軸方向に拡散される。すなわち、第1液晶セル10に入射した第2偏光成分PL2は、第1液晶セル10を通過する過程で第1偏光成分PL1に遷移しつつ、X軸方向及びY軸方向に拡散する。

40

【0107】

そして、第1液晶セル10の第2基板S12側から出射された第1偏光成分PL1は、第2液晶セル20に入射する。第2液晶セル20に入射する第1偏光成分PL1の偏光方向は、第2液晶層LC2の第1基板S21側の液晶分子の長軸方向に対し交差する方向（

50

直交する方向)にある。このため、第1基板S21側の液晶分子が第1電極E21によって生じる電界によって屈折率分布を変化させているものの、第1偏光成分PL1は拡散されずそのまま第2基板S22側に向かう。また、当該第1偏光成分PL1は、第2液晶層LC2を第1基板S21側から第2基板S22側に向かう過程で液晶分子のねじれ配向に従って90度旋光される。これにより、第1偏光成分PL1は第2偏光成分PL2に遷移する。また、第2偏光成分PL2の偏光方向は第2基板S22側の液晶分子の長軸方向と交差する方向にある。このため、第2基板S22側の液晶分子が第2電極E22によって生じる電界によって屈折率分布を変化させているものの、第2偏光成分PL2はその影響を受けず、そのまま透過する。すなわち、第2液晶セル20に入射した第1偏光成分PL1は、第2液晶セル20を通過する過程で第2偏光成分PL2に遷移するものの、拡散されずに透過する。

10

【0108】

第1液晶セル10及び第2液晶セル20でそれぞれ90度旋光され、かつ第1液晶セル10でX軸方向及びY軸方向にそれぞれ1回拡散された第2偏光成分PL2が第3液晶セル30に入射する。第3液晶セル30に入射する第2偏光成分PL2の偏光方向は、第3液晶層LC3の第1基板S31側の液晶分子の長軸方向に対し交差する方向(直交する方向)にある。このため、第1基板S31側の液晶分子が第1電極E31によって生じる電界によって屈折率分布を変化させているものの、第2偏光成分PL2は拡散されずそのまま第2基板S32側に向かう。また、当該第2偏光成分PL2は、第3液晶層LC3を第1基板S31側から第2基板S32側に向かう過程で液晶分子のねじれ配向に従って90度旋光される。これにより、第2偏光成分PL2は第1偏光成分PL1に遷移する。また、第1偏光成分PL1の偏光方向は第2基板S32側の液晶分子の長軸方向と交差する方向にある。このため、第2基板S32側の液晶分子が第2電極E32によって生じる電界によって屈折率分布を変化させているものの、第1偏光成分PL1はその影響を受けず、そのまま透過する。すなわち、第3液晶セル30に入射した第2偏光成分PL2は、第3液晶セル30を通過する過程で第1偏光成分PL1に遷移するものの、拡散されずに透過する。

20

【0109】

第3液晶セル30を通過し、X軸方向及びY軸方向にそれぞれ1回拡散され、第1液晶セル10、第2液晶セル20、第3液晶セル30でそれぞれ90度旋光された第1偏光成分PL1が第4液晶セル40に入射すると、当該第1偏光成分PL1は、その偏光方向が第4液晶層LC4の第1基板S41側の液晶分子の長軸方向と平行な方向となっている。第4液晶セル40の第1基板S41側の液晶分子は第1電極E41によって生じる電界によって屈折率分布を変化させているため、当該第1偏光成分PL1はX軸方向に拡散される。また、この拡散された第1偏光成分PL1は第4液晶層LC4を第1基板S41側から第2基板S42側に向かう過程で液晶分子のねじれ配向に従って90度旋光される。これにより、第1偏光成分PL1は再び第2偏光成分PL2に遷移する。この第2偏光成分PL2の偏光方向は第2基板S42側の液晶分子の長軸方向と平行である。ここで、第2基板S42側の液晶分子は第2電極E42によって生じる電界によって屈折率分布を変化させているため、この第2偏光成分PL2はさらに当該液晶分子の屈折率分布の影響を受けてY軸方向に拡散されて第2基板S42側から出射される。

30

40

【0110】

このように、第3液晶セル30に入射する第2偏光成分PL2は、第4液晶セル40から出射されるまでに、第1偏光成分PL1に一度遷移してから再び第2偏光成分PL2に遷移し、且つ、第4液晶セル40にてX軸方向及びY軸方向にそれぞれ1回ずつ拡散される。

【0111】

したがって、光源から出射される第2偏光成分PL2は、第1液晶セル10に入射して第4液晶セル40から出射されるまでの間に、X軸方向に2回及びY軸方向に2回拡散される。

50

【 0 1 1 2 】

なお、図 9 の表中に示される（拡散光 1 X）とは、当該位置に至るまでに偏光成分が X 軸方向に 1 度拡散したことを示し、（拡散光 1 X 1 Y）とは、当該位置に至るまでに偏光成分が X 軸方向に 1 度拡散し、且つ、Y 軸方向にも 1 度拡散したことを示す。他も同様である。

【 0 1 1 3 】

図 1 1 A 及び図 1 1 B は、液晶光制御素子の色度の角度依存性を示すグラフである。図 1 1 A は、色度座標の内、x 座標の値の角度依存性を示し、図 1 1 B は、y 座標の角度依存性を示す。図 1 1 A 及び図 1 1 B は、本実施形態に係る液晶光制御素子 1 0 2 のように、4 枚の液晶セルを用い、3 枚目と 4 枚目の液晶セルを 9 0 度回転させた素子（A）の色度の角度依存性を示す。また、各グラフには、参考例として、2 つの液晶セルで構成された素子（B）の特性を示す。

10

【 0 1 1 4 】

図 1 1 A 及び図 1 1 B に示すように、参考例において、液晶セルが 2 枚構成の素子（B）の特性、x 座標及び y 座標の値が角度の変化と共に大きく変化しており、色度の角度依存性が大きく現れていることが判る。これに対し液晶セルを 4 枚構成とし、本実施形態における液晶光制御素子 1 0 2 のように、3 枚目と 4 枚目の液晶セルを 9 0 度回転させた素子（A）は、色度の角度依存性がさらに改善されていることが示されている。すなわち、本実施形態に係る液晶光制御素子 1 0 2 の構成によれば、色割れを抑制することができる。

【 0 1 1 5 】

このように、異なる液晶セルに設けられ、かつ液晶層を挟んで光入射側に配置される電極と、光入射側とは反対側に配置される電極とによって、一つの偏光成分を少なくとも 2 回同じ方向に拡散させることで、色割れを防止することができる。

20

【 0 1 1 6 】

このような観点に基づけば、四角形状の配光パターンを形成する際に、全ての液晶セルの電極に同じ電圧レベルの制御信号を入力しなくてもよく、第 2 偏光成分 P L 2 を Y 軸方向に拡散させる第 1 液晶セル 1 0 の第 2 電極 E 1 2 と第 4 液晶セル 4 0 の第 1 電極 E 4 1 の組、第 2 偏光成分 P L 2 を X 軸方向に拡散させる第 1 液晶セル 1 0 の第 1 電極 E 1 1 と第 4 液晶セル 4 0 の第 2 電極 E 4 2 の組、第 1 偏光成分 P L 1 を Y 軸方向に拡散させる第 2 液晶セル 2 0 の第 2 電極 E 2 2 と第 3 液晶セル 3 0 の第 1 電極 E 3 1 の組、第 1 偏光成分 P L 1 を X 軸方向に拡散させる第 2 液晶セル 2 0 の第 1 電極 E 2 1 と第 3 液晶セル 3 0 の第 2 電極 E 3 2 の組、の各組単位で制御信号を異ならせることも可能である。

30

【 0 1 1 7 】

表 2 は、上記の各組単位で制御信号の電圧レベルを同じとし、一つの液晶セルの第 1 電極と第 2 電極に対して異なる電圧レベルの制御信号を入力する場合の一例を示す。なお、表 2 の制御信号 A、B、C、D、E は、図 1 0 B に示す制御信号に対応している。なお、図 1 0 B において、制御信号 A、B、C、D、E の電圧レベルは、 $V H 1 > V H 2 > V E > V L 2 > V L 1$ の関係を有する。例えば、 $V L 1 = - 1.5 V$ 及び $V H 1 = 1.5 V$ である場合、 $V L 2 = - 1.2 V$ 及び $V H 2 = 1.2 V$ の電圧を設定することができる。

40

【表 2】

液晶光制御素子：102				制御信号
第4液晶セル 40	第2基板	第2電極 E42	第4帯状電極：E42B	D
			第3帯状電極：E42A	C
	第1基板	第1電極 E41	第2帯状電極：E41B	B
			第1帯状電極：E41A	A
第3液晶セル 30	第2基板	第2電極 E32	第4帯状電極：E32B	B
			第3帯状電極：E32A	A
	第1基板	第1電極 E31	第2帯状電極：E31B	D
			第1帯状電極：E31A	C
第2液晶セル 20	第2基板	第2電極 E22	第4帯状電極：E22B	D
			第3帯状電極：E22A	C
	第1基板	第1電極 E21	第2帯状電極：E21B	B
			第1帯状電極：E21A	A
第1液晶セル 10	第2基板	第2電極 E22	第4帯状電極：E22B	B
			第3帯状電極：E22A	A
	第1基板	第1電極 E21	第2帯状電極：E21B	D
			第1帯状電極：E21A	C

10

20

【0118】

表2に示す制御信号の組み合わせによれば、各偏光成分のY軸方向及びX軸方向へ拡散される大きさを異ならせることができるので、四角形状の配光パターンにバリエーションを持たせることができる。例えば、制御信号A、B、C、Dの電圧レベルを調節することにより、正方形形状の配光パターン、長方形形状の配光パターンを形成することができる。

【0119】

このような液晶セルの配置を有する液晶光制御素子102の各液晶セルに、表1に示すように同じパターンの制御信号を印加すると、上記のように、第1偏光成分PL1及び第2偏光成分PL2が、X軸方向及びY軸方向に均等に拡散されるので、四角形状の配光パターンを形成することができる。また、後述されるように、配光パターンにおいて色割れを防止することができる。

30

【0120】

(2) 十字配光パターン

図12は、光源部106から放射される光を十字状の配光パターンに制御する一例を示す。図12に示す液晶光制御素子102の各液晶セルの配置は、図9と同じである。

【0121】

表3は、図12に示す液晶光制御素子102において、各液晶セルに印加される制御信号を示す。なお、表3に示す制御信号A、B、Cは、図10Aに示す制御信号に対応するものである。

40

50

【表 3】

液晶光制御素子：102				制御信号
第4液晶セル 40	第2基板	第2電極 E42	第4帯状電極：E42B	B
			第3帯状電極：E42A	A
	第1基板	第1電極 E41	第2帯状電極：E41B	E
			第1帯状電極：E41A	E
第3液晶セル 30	第2基板	第2電極 E32	第4帯状電極：E32B	E
			第3帯状電極：E32A	E
	第1基板	第1電極 E31	第2帯状電極：E31B	B
			第1帯状電極：E31A	A
第2液晶セル 20	第2基板	第2電極 E22	第4帯状電極：E22B	B
			第3帯状電極：E22A	A
	第1基板	第1電極 E21	第2帯状電極：E21B	E
			第1帯状電極：E21A	E
第1液晶セル 10	第2基板	第2電極 E22	第4帯状電極：E22B	E
			第3帯状電極：E22A	E
	第1基板	第1電極 E21	第2帯状電極：E21B	B
			第1帯状電極：E21A	A

10

20

【0122】

表3に示すように、十字形状の配光パターンを形成する場合には、第1液晶セル10の第1電極E11、第2液晶セル20の第2電極E22、第3液晶セル30の第1電極E31、第4液晶セル40の第2電極E42に、横電界を発生させる制御信号を入力し、第1液晶セル10の第2電極E12、第2液晶セル20の第1電極E21、第3液晶セル30の第2電極E32、第4液晶セル40の第1電極E41には一定電圧の制御信号Eを入力して横電界が発生しない状態に制御している。なお、図表中「透過」「拡散」「旋光」とあるのは、基本的には図9の説明で言及されている「透過」「拡散」「旋光」に対応する。また、図12の駆動においては、同じ基板上に位置する電極に同電位を与える構成が存在するが、当該同電位を与えている状態では電極間に電位が生じず、液晶層に電界が生じない。したがって、当該基板側に位置する液晶分子は配向状態を初期配向から変更させない。このため、このような無電解状態で液晶層を通過する偏光成分は拡散することなく通過することとなる。この場合も「透過」に含まれる。

30

【0123】

図12において、まず、第1偏光成分PL1に着目する。第1液晶セル10に入射する第1偏光成分PL1の偏光方向は、第1液晶層LC1の第1基板S11側の液晶分子の長軸方向に対し交差する方向にあり、且つ、第1基板S11側の第1電極E11は電界を形成している（図12において、電界を形成している電極をハッチングで示す。以下、図13及び図14においても同じ。）。かかる条件下では、第1偏光成分PL1は拡散することなく第1基板S11側の第1液晶層LC1を透過する。また、第1偏光成分PL1は、第1液晶層LC1を通過する過程で90度旋光され、第2偏光成分PL2へ遷移する。また、第2偏光成分PL2の偏光方向は、第2基板S12側の液晶分子の長軸方向に対し交差する方向にあり、且つ、第2基板S12側の第2電極E12は電界を形成していない（図12において、電界を形成していない電極を白ヌキで示す。以下、図13及び図14においても同じ。）。かかる条件下では、第2偏光成分PL2は拡散することなく第2基板S12側の第1液晶層LC1を透過し、第2液晶セル20に出射される。

40

【0124】

第2液晶セル20に入射する第2偏光成分PL2の偏光方向は、第2液晶層LC2の第1基板S21側の液晶分子の長軸方向に平行な方向にあり、且つ、第1基板S21側の第

50

1 電極 E 2 1 は電界を形成していない。かかる条件下では、第 2 偏光成分 P L 2 は拡散することなく第 1 基板 S 2 1 側の第 2 液晶層 L C 2 を透過する。また、第 2 偏光成分 P L 2 は、第 2 液晶層 L C 2 を通過する過程で 90 度旋光され、再び第 1 偏光成分 P L 1 へ遷移する。また、第 1 偏光成分 P L 1 の偏光方向は、第 2 基板 S 2 2 側の液晶分子の長軸方向に平行な方向にあり、且つ、第 2 基板 S 2 2 側の第 2 電極 E 2 2 は電界を形成している。かかる条件下では、第 1 偏光成分 P L 1 は Y 軸方向に拡散し、その後、第 3 液晶セル 3 0 に出射される。

【 0 1 2 5 】

第 3 液晶セル 3 0 に入射する第 1 偏光成分 P L 1 の偏光方向は、第 3 液晶層 L C 3 の第 1 基板 S 3 1 側の液晶分子の長軸方向に平行な方向にあり、且つ、第 1 基板 S 3 1 側の第 1 電極 E 3 1 は電界を形成している。かかる条件下では、第 1 偏光成分 P L 1 は Y 軸方向に拡散しつつ、第 2 基板 S 3 2 側に向かう。また、第 1 偏光成分 P L 1 は、第 3 液晶層 L C 3 を通過する過程で 90 度旋光され、再び第 2 偏光成分 P L 2 へ遷移する。また、第 2 偏光成分 P L 2 の偏光方向は、第 2 基板 S 3 2 側の液晶分子の長軸方向に平行な方向にあり、且つ、第 2 基板 S 3 2 側の第 2 電極 E 3 2 は電界を形成していない。かかる条件下では、第 2 偏光成分 P L 2 は拡散することなく第 2 基板 S 3 2 側の第 3 液晶層 L C 3 を透過し、第 4 液晶セル 4 0 に出射される。

【 0 1 2 6 】

第 4 液晶セル 4 0 に入射する第 2 偏光成分 P L 2 の偏光方向は、第 4 液晶層 L C 4 の第 1 基板 S 4 1 側の液晶分子の長軸方向に交差する方向にあり、且つ、第 1 基板 S 4 1 側の第 1 電極 E 4 1 は電界を形成していない。かかる条件下では、第 2 偏光成分 P L 2 は拡散することなく第 1 基板 S 4 1 側の第 4 液晶層 L C 4 を透過する。また、第 2 偏光成分 P L 2 は、第 4 液晶層 L C 4 を通過する過程で 90 度旋光され、再び第 1 偏光成分 P L 1 へ遷移する。また、第 1 偏光成分 P L 1 の偏光方向は、第 2 基板 S 4 2 側の液晶分子の長軸方向に交差する方向にあり、且つ、第 2 基板 S 4 2 側の第 2 電極 E 4 2 は電界を形成している。かかる条件下では、第 1 偏光成分 P L 1 は拡散することなく、第 4 液晶セル 4 0 から出射される。

【 0 1 2 7 】

このように、図 1 2 に示す液晶光制御素子 1 0 2 を表 3 に示す電位で駆動すると、光源から放射される光の第 1 偏光成分 P L 1 は、第 1 液晶セル 1 0 から第 4 液晶セル 4 0 を通過する過程で 4 回に亘って旋光し、Y 軸方向に 2 度拡散される。

【 0 1 2 8 】

次に、図 1 2 において、第 2 偏光成分 P L 2 に着目する。第 1 液晶セル 1 0 に入射する第 2 偏光成分 P L 2 の偏光方向は、第 1 液晶層 L C 1 の第 1 基板 S 1 1 側の液晶分子の長軸方向に対し平行な方向にあり、且つ、第 1 基板 S 1 1 側の第 1 電極 E 1 1 は電界を形成している。かかる条件下では、第 2 偏光成分 P L 2 は X 軸方向に拡散し、第 1 基板側の第 1 液晶層 L C 1 を通過する。また、第 2 偏光成分 P L 2 は、第 1 液晶層 L C 1 を通過する過程で 90 度旋光され、第 1 偏光成分 P L 1 へ遷移する。また、第 1 偏光成分 P L 1 の偏光方向は、第 2 基板 S 1 2 側の液晶分子の長軸方向に対し平行な方向にあり、且つ、第 2 基板 S 1 2 側の第 2 電極 E 1 2 は電界を形成していない。かかる条件下では、第 1 偏光成分 P L 1 は拡散することなく第 2 基板 S 1 2 側の第 1 液晶層 P C 1 を透過し、第 2 液晶セル 2 0 に出射される。

【 0 1 2 9 】

第 2 液晶セル 2 0 に入射する第 1 偏光成分 P L 1 の偏光方向は、第 2 液晶層 L C 2 の第 1 基板 S 2 1 側の液晶分子の長軸方向に交差する方向にあり、且つ、第 1 基板 S 2 1 側の第 1 電極 E 2 1 は電界を形成していない。かかる条件下では、第 1 偏光成分 P L 1 は拡散することなく第 1 基板 S 2 1 側の第 2 液晶層 L C 2 を透過する。また、第 1 偏光成分 P L 1 は、第 2 液晶層 L C 2 を通過する過程で 90 度旋光され、再び第 2 偏光成分 P L 2 となる。また、第 2 偏光成分 P L 2 の偏光方向は、第 2 液晶層 L C 2 の第 2 基板 S 2 2 側の液晶分子の長軸方向に平行な方向にあり、且つ、第 2 基板 S 2 2 側の第 2 電極 E 2 2 は電界

10

20

30

40

50

を形成している。かかる条件下では、第2偏光成分はX軸方向に拡散し、その後、第3液晶セル30に出射される

【0130】

第3液晶セル30に入射する第2偏光成分PL2の偏光方向は、第3液晶層LC3の第1基板S31側の液晶分子の長軸方向に交差する方向にあり、且つ、第1基板S31側の第1電極E31は電界を形成している。かかる条件下では、第2偏光成分PL2は拡散することなく第1基板側の第3液晶層LC3を透過する。また、第2偏光成分PL2は、第3液晶層LC3を通過する過程で90度旋光され、再び第1偏光成分PL1となる。また、第1偏光成分PL1の偏光方向は、第2基板S32側の液晶分子の長軸方向に交差する方向にあり、且つ、第2基板S32側の第2電極E32は電界を形成していない。かかる条件下では、第1偏光成分PL1は拡散することなく第2基板S32側の第3液晶層LC3を透過し、第4液晶セル40に出射される。

10

【0131】

第4液晶セル40に入射する第1偏光成分PL1の偏光方向は、第4液晶層LC4の第1基板S41側の液晶分子の長軸方向に平行な方向にあり、且つ、第1基板S41側の第1電極E41は電界を形成していない。かかる条件下では、第1偏光成分PL1は拡散することなく第1基板S41側の第4液晶層LC4を透過する。また、第1偏光成分PL1は、第4液晶層LC4を通過する過程で90度旋光され、再び第2偏光成分PL2となる。また、第2偏光成分PL2の偏光方向は、第2基板S42側の液晶分子の長軸方向に平行な方向にあり、且つ、第2基板S42側の第2電極E42は電界を形成している。かかる条件下では、第2偏光成分PL2はX軸方向に拡散し、その後、第4液晶セル40から出射される。

20

【0132】

このように、図12に示す液晶光制御素子102を表3に示す電位で駆動すると、光源から放射される光の第2偏光成分PL2は、第1液晶セル10から第4液晶セル40を通過する過程で4回に亘って旋光し、X軸方向に2度拡散される。

【0133】

このように、図12及び表3に示す動作モードによれば、光源部106から放射される光が液晶光制御素子102を通過することにより、第1偏光成分PL1がY軸方向に2回拡散され、第2偏光成分PL2がX軸方向に2回拡散される。それにより、光源部106から放射される光を十字形状の配光パターンに成形することができる。また、後述されるように、この配光パターンにおいても、色割れを防止することができる。

30

【0134】

また、四角配光の例と同様に、第2偏光成分PL2をY軸方向に拡散させる第1液晶セル10の第2電極E12と第4液晶セル40の第1電極E41の組、第2偏光成分PL2をX軸方向に拡散させる第1液晶セル10の第1電極E11と第4液晶セル40の第2電極E42の組、第1偏光成分PL1をY軸方向に拡散させる第2液晶セル20の第2電極E22と第3液晶セル30の第1電極E31の組、第1偏光成分PL1をX軸方向に拡散させる第2液晶セル20の第1電極E21と第3液晶セル30の第2電極E32の組、に対応して、表4に示す制御信号を印加しても十字形状の配光パターンを形成することができる。なお、表4に示す制御信号は、図10Bに対応している。

40

【表 4】

液晶光制御素子：102				制御信号
第2液晶セル 40	第2基板	第2電極 E42	第4帯状電極：E42B	B
			第3帯状電極：E42A	A
	第1基板	第1電極 E41	第2帯状電極：E41B	E
			第1帯状電極：E41A	E
第3液晶セル 30	第2基板	第2電極 E32	第4帯状電極：E32B	E
			第3帯状電極：E32A	E
	第1基板	第1電極 E31	第2帯状電極：E31B	D
			第1帯状電極：E31A	C
第2液晶セル 20	第2基板	第2電極 E22	第4帯状電極：E22B	D
			第3帯状電極：E22A	C
	第1基板	第1電極 E21	第2帯状電極：E21B	E
			第1帯状電極：E21A	E
第1液晶セル 10	第2基板	第2電極 E22	第4帯状電極：E22B	E
			第3帯状電極：E22A	E
	第1基板	第1電極 E21	第2帯状電極：E21B	B
			第1帯状電極：E21A	A

10

20

【0135】

(3) ライン配光パターン(X軸方向)

図13は、光源部106から放射される光をライン状(X軸方向)の配光パターンに制御する一例を示す。図13に示す液晶光制御素子102の各液晶セルの配置は、図9と同じである。

【0136】

表5は、図13に示す液晶光制御素子102において、各液晶セルに印加される制御信号を示す。なお、表5に示す制御信号A、B、Cは、図10Aに示す制御信号に対応するものである。

30

40

50

【表 5】

液晶光制御素子：102				制御信号
第4液晶セル 40	第2基板	第2電極 E42	第4帯状電極：E42B	B
			第3帯状電極：E42A	A
	第1基板	第1電極 E41	第2帯状電極：E41B	E
			第1帯状電極：E41A	E
第3液晶セル 30	第2基板	第2電極 E32	第4帯状電極：E32B	B
			第3帯状電極：E32A	A
	第1基板	第1電極 E31	第2帯状電極：E31B	E
			第1帯状電極：E31A	E
第2液晶セル 20	第2基板	第2電極 E22	第4帯状電極：E22B	E
			第3帯状電極：E22A	E
	第1基板	第1電極 E21	第2帯状電極：E21B	B
			第1帯状電極：E21A	A
第1液晶セル 10	第2基板	第2電極 E22	第4帯状電極：E22B	E
			第3帯状電極：E22A	E
	第1基板	第1電極 E21	第2帯状電極：E21B	B
			第1帯状電極：E21A	A

10

20

【0137】

表5に示すように、X軸方向に伸びるライン状の配光パターンを形成する場合には、第1液晶セル10の第1電極E11、第2液晶セル20の第1電極E21、第3液晶セル30の第2電極E32、第4液晶セル40の第2電極E42に横電界を発生させる制御信号を入力し、第1液晶セル10の第2電極E12、第2液晶セル20の第1電極E21、第3液晶セル30の第1電極E31、第4液晶セル40の第1電極E41には一定電圧の制御信号Eを入力して横電界が発生しない状態に制御している。

【0138】

図13において第1偏光成分PL1に着目すると、第1液晶セル10に入射する第1偏光成分PL1の偏光方向は、第1液晶層LC1の液晶分子の長軸方向に対し交差する方向（直交する方向）にあるので、散乱されずそのまま進入し、第1液晶層LC1で90度旋光され、第2偏光成分PL2となる。

30

【0139】

第2液晶セル20に入射した第2偏光成分PL2は、第1電極E21の電界の作用を受けた液晶分子によりX軸方向に拡散され、第2液晶層LC2で旋光されて第1偏光成分PL1(1X)となり第2液晶セル20を通過する。第3液晶セル30に入射した第1偏光成分PL1(1X)は、第3液晶層LC3で旋光され、第2偏光成分PL2(1X)となり、さらに第2電極E32の電界の作用を受けた液晶分子によりX軸方向に拡散され、第3液晶セル30を通過した後は第2偏光成分PL2(2X)となる。第4液晶セル40に入射した第2偏光成分PL2(2X)は、第4液晶層LC4で旋光され、第1偏光成分PL1(2X)となり、第4液晶セル40から出射される。

40

【0140】

一方、第2偏光成分PL2は、第1液晶セル10の第1電極E11の電界の作用を受けた液晶分子によりX軸方向に拡散され、第1液晶層LC1で旋光されて第1偏光成分PL1(1X)となり、第2液晶セル20に入射する。X軸方向に1回拡散された第1偏光成分PL1(1X)は、第2液晶セル20の第2液晶層LC2で旋光され、第2偏光成分PL2(1X)となり第3液晶セル30に入射する。この第2偏光成分PL2(1X)は、第3液晶セル30の第3液晶層LC3で旋光され、第1偏光成分PL1(1X)として第4液晶セル40に入射する。第1偏光成分PL1(1X)は、第4液晶層LC4で旋光さ

50

れ、さらに第2電極E42の電界の作用を受けた液晶分子によりX軸方向に再び拡散され、第2偏光成分PL2(2X)として第4液晶セル40から出射される。

【0141】

また、四角配光の例と同様に、第2偏光成分PL2をX軸方向に拡散させる第1液晶セル10の第1電極E11と第4液晶セル40の第2電極E42の組、第1偏光成分PL1をX軸方向に拡散させる第2液晶セル20の第1電極E21と第3液晶セル30の第2電極E32の組、に対応して、表6に示す制御信号を印加してもX軸方向に伸びるライン状の配光パターンを形成することができる。なお、表6に示す制御信号は、図10Bに対応している。

【表6】

10

液晶光制御素子：102				制御信号
第4液晶セル 40	第2基板	第2電極 E42	第4帯状電極：E42B	B
			第3帯状電極：E42A	A
	第1基板	第1電極 E41	第2帯状電極：E41B	E
			第1帯状電極：E41A	E
第3液晶セル 30	第2基板	第2電極 E32	第4帯状電極：E32B	D
			第3帯状電極：E32A	C
	第1基板	第1電極 E31	第2帯状電極：E31B	E
			第1帯状電極：E31A	E
第2液晶セル 20	第2基板	第2電極 E22	第4帯状電極：E22B	E
			第3帯状電極：E22A	E
	第1基板	第1電極 E21	第2帯状電極：E21B	D
			第1帯状電極：E21A	C
第1液晶セル 10	第2基板	第2電極 E22	第4帯状電極：E22B	E
			第3帯状電極：E22A	E
	第1基板	第1電極 E21	第2帯状電極：E21B	B
			第1帯状電極：E21A	A

20

【0142】

このように、図13及び表5、表6に示す動作モードによれば、光源部106から放射される光が液晶光制御素子102を通過することにより、第1偏光成分PL1がX軸方向に2回拡散され、第2偏光成分PL2がX軸方向に2回拡散される。それにより、光源部106から放射される光をX軸方向に伸びるライン状の配光パターンに成形することができる。また、後述されるように、この配光パターンにおいても、色割れを防止することができる。

【0143】

(4) ライン配光パターン(Y軸方向)

図14は、光源部106から放射される光をライン状(Y軸方向)の配光パターンに制御する一例を示す。図14に示す液晶光制御素子102の各液晶セルの配置は、図9と同じである。

40

【0144】

表7は、図14に示す液晶光制御素子102において、各液晶セルに印加される制御信号を示す。なお、表7に示す制御信号A、B、Eは、図10Aに示す制御信号に対応するものである。

50

【表 7】

液晶光制御素子：102				制御信号
第4液晶セル 40	第2基板	第2電極 E42	第4帯状電極：E42B	E
			第3帯状電極：E42A	E
	第1基板	第1電極 E41	第2帯状電極：E41B	B
			第1帯状電極：E41A	A
第3液晶セル 30	第2基板	第2電極 E32	第4帯状電極：E32B	E
			第3帯状電極：E32A	E
	第1基板	第1電極 E31	第2帯状電極：E31B	B
			第1帯状電極：E31A	A
第2液晶セル 20	第2基板	第2電極 E22	第4帯状電極：E22B	B
			第3帯状電極：E22A	A
	第1基板	第1電極 E21	第2帯状電極：E21B	E
			第1帯状電極：E21A	E
第1液晶セル 10	第2基板	第2電極 E22	第4帯状電極：E22B	B
			第3帯状電極：E22A	A
	第1基板	第1電極 E21	第2帯状電極：E21B	E
			第1帯状電極：E21A	E

10

20

【0145】

表7に示すように、Y軸方向に伸びるライン状の配光パターンを形成する場合には、第1液晶セル10の第1電極E11、第2液晶セル20の第1電極E21、第3液晶セル30の第2電極E32、第4液晶セル40の第2電極E42に一定電圧の制御信号Eを入力して横電界が発生しないように制御し、第1液晶セル10の第2電極E12、第2液晶セル20の第1電極E22、第3液晶セル30の第1電極E31、第4液晶セル40の第1電極E41に横電界を発生させる制御信号A、Bを入力する。

【0146】

図14において第1偏光成分PL1に着目すると、第1液晶セル10に入射する第1偏光成分PL1の偏光方向は、第1液晶層LC1の液晶分子の長軸方向に対し交差する方向（直交する方向）にあるので、散乱されずそのまま進入し、第1液晶層LC1で90度旋光され、第2偏光成分PL2となる。

30

【0147】

第2液晶セル20に入射した第2偏光成分PL2は、第2液晶層LC2で旋光され、第2電極E22の電界の作用を受けた液晶分子によりY軸方向に拡散され、第1偏光成分PL1(1Y)となる。第3液晶セル30に入射した第1偏光成分PL1(1Y)は、第1電極E31の電界の作用を受けた液晶分子によりY軸方向に拡散され、第3液晶層LC3で旋光されて第2偏光成分PL2(2Y)となる。第4液晶セル40に入射した第2偏光成分PL2(2Y)は、第4液晶層LC4で旋光され、第1偏光成分PL1(2Y)となって、第4液晶セル40から出射される。

40

【0148】

一方、第2偏光成分PL2は、第1液晶層LC1で旋光され、第2電極E12の電界の作用を受けた液晶分子によりY軸方向に拡散され、第1偏光成分PL1(1Y)となる。第2液晶セル20に入射した第1偏光成分PL1(1Y)は、第2液晶層LC2で旋光され、第2偏光成分PL2(1Y)となる。第2偏光成分PL2(1Y)は、第3液晶セル30に入射して第3液晶層LC3で旋光され、第1偏光成分PL1(1Y)となって第4液晶セル40に入射する。第1偏光成分PL1(1Y)は、第1電極E41の電界の作用を受けた液晶分子によりY軸方向に拡散され、第4液晶層LC4で旋光されて、第2偏光成分PL2(2Y)として出射される。

【0149】

50

また、四角配光の例と同様に、第2偏光成分PL2をY軸方向に拡散させる第1液晶セル10の第2電極E12と第4液晶セル40の第1電極E41の組、第1偏光成分PL1をY軸方向に拡散させる第2液晶セル20の第2電極E22と第3液晶セル30の第1電極E31の組、に対応して、表8に示す制御信号を印加してもY軸方向に伸びるライン状の配光パターンを形成することができる。なお、表8に示す制御信号は、図10Bに対応している。

【表8】

液晶光制御素子：102				制御信号
第4液晶セル 40	第2基板	第2電極 E42	第4帯状電極：E42B	E
			第3帯状電極：E42A	E
	第1基板	第1電極 E41	第2帯状電極：E41B	B
			第1帯状電極：E41A	A
第3液晶セル 30	第2基板	第2電極 E32	第4帯状電極：E32B	E
			第3帯状電極：E32A	E
	第1基板	第1電極 E31	第2帯状電極：E31B	D
			第1帯状電極：E31A	C
第2液晶セル 20	第2基板	第2電極 E22	第4帯状電極：E22B	D
			第3帯状電極：E22A	C
	第1基板	第1電極 E21	第2帯状電極：E21B	E
			第1帯状電極：E21A	E
第1液晶セル 10	第2基板	第2電極 E22	第4帯状電極：E22B	B
			第3帯状電極：E22A	A
	第1基板	第1電極 E21	第2帯状電極：E21B	E
			第1帯状電極：E21A	E

10

20

【0150】

このように、図14及び表7、表8に示す動作モードによれば、光源部106から放射される光が液晶光制御素子102を通過することにより、第1偏光成分PL1がY軸方向に2回拡散され、第2偏光成分PL2がY軸方向に2回拡散される。それにより、光源部106から放射される光をY軸方向に伸びるライン状の配光パターンに成形することができる。また、後述されるように、この配光パターンにおいても、色割れを防止することができる。

30

【0151】

本実施形態に係る液晶光制御素子102は複数の液晶セルを含み、少なくとも1つの液晶セルと、その少なくとも1つの液晶セルに隣接する(重なり合う)他の1つの液晶セルが90度回転した状態で重ねられた構造を有することで、配光パターンに色割れが生じることを防止している。このように液晶セルを90度回転させることの効果は、プレチルトの方向等の液晶の非対称性が起因していると考えられる。したがって、液晶の非対称性を崩すように各液晶セルを配置すればよい。より具体的には、図14に示す如く、第1液晶セル10の第1基板S11側の配向方向が+x方向を向いている一方、第4液晶セル40の第2基板S42側の配向方向が-x方向を向いている。また、他の組合せ、例えば第1液晶セル10の第2基板S12側の配向方向と第4液晶セル40の第1基板S41側の配向方向をy方向としつつ互いに向かい合わせる構造も採用可能である。同様に、第2液晶セル20の第1基板S21側と第3液晶セル30の第2基板S32側の配向方向をx方向としつつ互いに向い合わせ、また、第2液晶セル20の第2基板S22側と第3液晶セル30の第1基板S31側の配向方向をy方向としつつ互いに向い合わせる構成も採用可能である。

40

【0152】

図15A及び図15B、図16A及び図16Bは、液晶光制御素子102の液晶セルの

50

配置の例を示す。図 1 5 A は、第 1 液晶セル 1 0 及び第 2 液晶セル 2 0 を一つの組とし、第 3 液晶セル 3 0 及び第 4 液晶セル 4 0 を一つの組とした場合、一方の組を基準とした場合、他方の組が 9 0 度回転して配置された例を示す。この配置は、図 2 及び図 3 の配置に対応する。

【 0 1 5 3 】

図 1 5 B は、4 つの液晶セルの内、偶数番目の液晶セルに対し奇数番目の液晶セルが 9 0 度回転して配置された構造を示す。別言すれば、図 1 5 B は、奇数番目の液晶セルに対し偶数番目の液晶セルが 9 0 度回転して配置された構造を示す。

【 0 1 5 4 】

また、図 1 6 A は、第 1 液晶セル 1 0、第 2 液晶セル 2 0、第 3 液晶セル 3 0、第 4 液晶セル 4 0 をそれぞれ 9 0 度回転させた組み合わせを示す。図 1 6 B は、第 1 液晶セル 1 0 及び第 3 液晶セル 3 0 を表裏反転させた組み合わせを示す。

【 0 1 5 5 】

なお、図 1 5 A 及び図 1 5 B 並びに図 1 6 A 及び図 1 6 B において、第 1 電極 E 1 1、E 2 1、E 3 1、E 4 1 は第 1 基板 S 1 1 (下側) に形成された電極であり、第 2 電極 E 1 2、E 2 2、E 3 2、E 4 2 は第 2 基板 S 1 2 (上側) に形成された電極であるものとする。図 3 を参照して説明したように、第 1 電極 E 1 1 は、第 1 帯状電極 (E 1 1 A)、第 2 帯状電極 (E 1 1 B) を含み、第 2 電極 E 1 2 は、第 3 帯状電極 (E 1 2 A)、第 4 帯状電極 (E 1 2 B) を含む。第 1 電極 E 2 1、E 3 1、E 4 1 及び第 2 電極 E 2 2、E 3 2、E 4 2 についても同様である。なお、図 1 5 A 及び図 1 5 B 並びに図 1 6 A 及び図 1 6 B において、矢印の方向は、帯状電極の長手方向を示している。

【 0 1 5 6 】

図 1 5 A に示す液晶光制御素子 1 0 2 は、第 1 液晶セル 1 0 の第 1 電極 E 1 1 及び第 2 液晶セル 2 0 の第 1 電極 E 2 1 の帯状パターンの長手方向が図中に示す Y 軸方向と平行な方向に配置され、第 1 液晶セル 1 0 の第 2 電極 E 1 2 及び第 2 液晶セル 2 0 の第 2 電極 E 2 2 の帯状パターンの長手方向が X 軸方向と平行な方向に配置され、第 3 液晶セル 3 0 の第 1 電極 E 3 1 及び第 4 液晶セル 4 0 の第 1 電極 E 4 1 の帯状パターンの長手方向が X 軸方向と平行な方向に配置され、第 3 液晶セル 3 0 の第 2 電極 E 3 2 及び第 4 液晶セル 4 0 の第 2 電極 E 4 2 の帯状パターンの長手方向が Y 軸方向と平行な方向に配置されている。このような各液晶セルの電極配置の組み合わせによれば、異なる液晶セルで少なくとも 2 回、偏光成分の拡散方向を制御することができ、配光された照明光の色割れを防止することができる。

【 0 1 5 7 】

図 1 5 B、図 1 6 A 及び図 1 6 B に示す液晶光制御素子 1 0 2 は、第 1 液晶セル 1 0 の第 1 電極 E 1 1 及び第 3 液晶セル 3 0 の第 1 電極 E 3 1 の帯状パターンの長手方向が Y 軸方向と平行な方向に配置され、第 1 液晶セル 1 0 の第 2 電極 E 1 2 及び第 3 液晶セル 3 0 の第 2 電極 E 3 2 の帯状パターンの長手方向が X 軸方向と平行な方向に配置され、第 2 液晶セル 2 0 の第 1 電極 E 2 1 及び第 4 液晶セル 4 0 の第 1 電極 E 4 1 の帯状パターンの長手方向が X 軸方向と平行な方向に配置され、第 2 液晶セル 2 0 の第 2 電極 E 2 2 及び第 4 液晶セル 4 0 の第 2 電極 E 4 2 の帯状パターンの長手方向が Y 軸方向と平行な方向に配置されている。このような各液晶セルの電極配置の組み合わせによれば、異なる液晶セルで少なくとも 2 回、偏光成分の拡散方向を制御することができ、配光された照明光の色割れを防止することができる。

【 0 1 5 8 】

本実施形態で説明したように、複数の液晶セルが積層された液晶光制御素子 1 0 2 において、異なる液晶セルの異なる位置の電極 (例えば、第 1 液晶セル 1 0 の第 2 電極 E 1 2 と第 4 液晶セル 4 0 の第 1 電極 E 1 1) によって、入射光の偏光成分の内、同じ偏光成分の拡散を制御することで、配光パターンに色割れが生じるのを防止することができる。

【 0 1 5 9 】

以上説明したように、本実施形態によれば、液晶の電気光学効果を利用して照明光の配

10

20

30

40

50

光を制御する液晶光制御装置において、所定の形状に成形された配光パターンの中で色割れが生じることを抑制することができる。

【0160】

なお、本発明は、本明細書で開示される実施形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を逸脱しない範囲で構成要素を変形して具体化することができる。また、本明細書の実施形態に開示されている複数の構成要素の適宜な組み合わせにより種々の発明を形成できる。例えば、実施形態に示される全構成要素から幾つかの構成要素を削除してもよい。更に、異なる実施形態に亘る構成要素を適宜組み合わせてもよい。

【符号の説明】

【0161】

10 : 第1液晶セル、20 : 第2液晶セル、30 : 第3液晶セル、40 : 第4液晶セル、
 100 : 液晶光制御装置、102 : 液晶光制御素子、104 : 回路基板、106 : 光源部、
 S11、S21、S31、S41 : 第1基板、S12、S22、S32、S42 : 第2
 基板、F1 : 第1フレキシブル配線基板、F2 : 第2フレキシブル配線基板、F3 : 第3
 フレキシブル配線基板、F4 : 第4フレキシブル配線基板、TA1 : 第1透明接着層、T
 A2 : 第2透明接着層、TA3 : 第3透明接着層、LC1 : 第1液晶層、LC2 : 第2液
 晶層、LC3 : 第3液晶層、LC4 : 第4液晶層、E11、E21、E31、E41 : 第
 1電極、E11A、E21A、E31A、E41A : 第1帯状電極、E11B、E21B
 、E31B、E41B : 第2帯状電極、E12、E22、E32、E42 : 第2電極、E
 12A、E22A、E32A、E42A : 第3帯状電極、E12B、E22B、E32B
 、E42B : 第4帯状電極、PL11 : 第1給電線、PL12 : 第2給電線、PL13 :
 第3給電線、PL14 : 第4給電線、PL15 : 第5給電線、PL16 : 第6給電線、T
 11 : 第1接続端子、T12 : 第2接続端子、T13 : 第3接続端子、T14 : 第4接続
 端子、PT11 : 第1給電端子、PT12 : 第2給電端子、PT13 : 第3給電端子、P
 T14 : 第4給電端子、AL11 : 第1配向膜、AL12 : 第2配向膜、SE : シール材
 、CP11 : 第1導電性部材

10

20

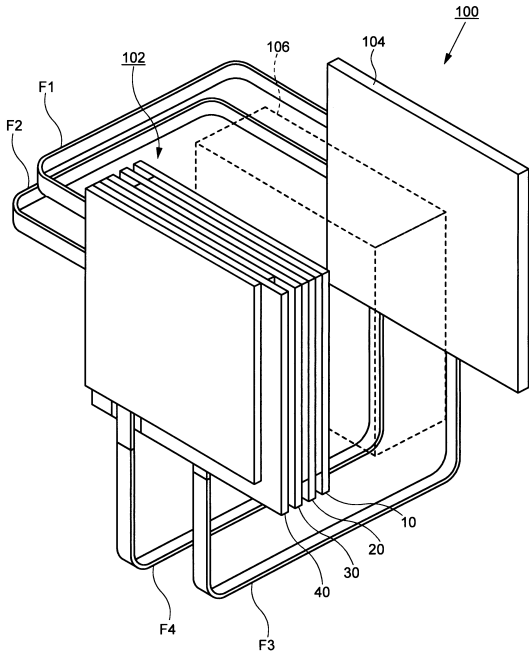
30

40

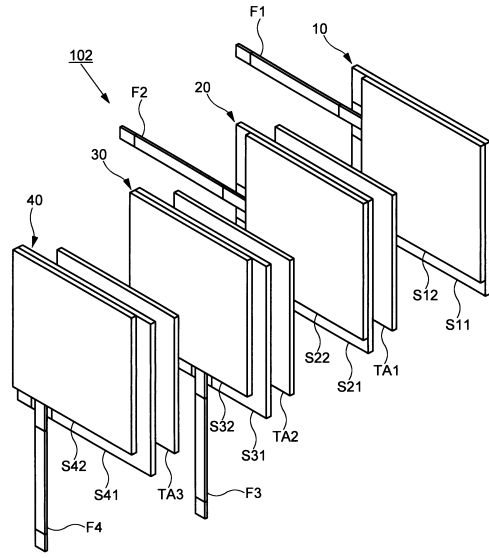
50

【図面】

【図 1】



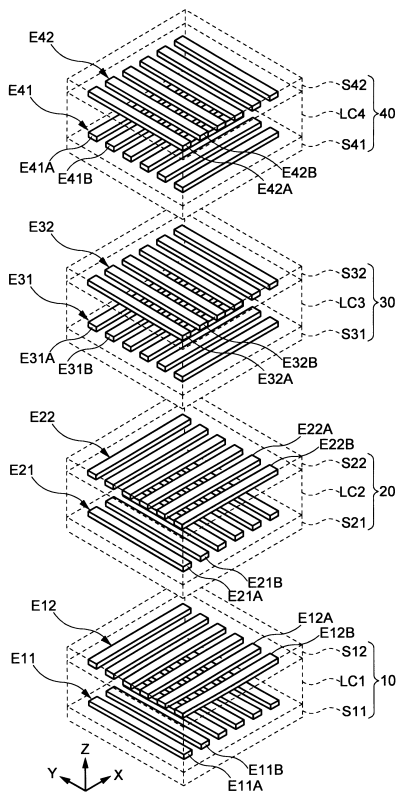
【図 2】



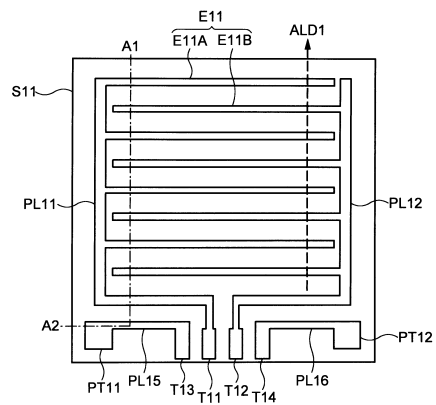
10

20

【図 3】



【図 4 A】

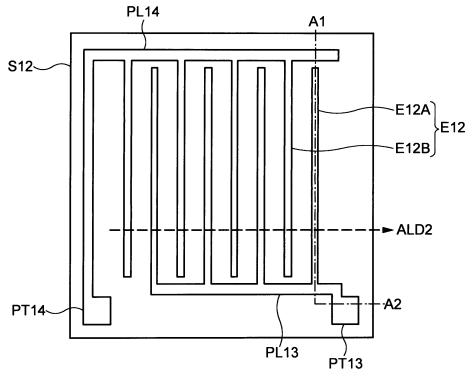


30

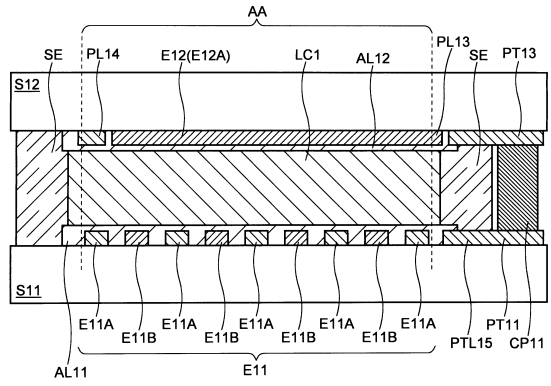
40

50

【 図 4 B 】



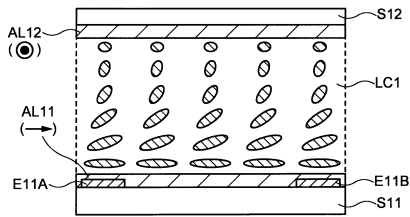
【 図 5 】



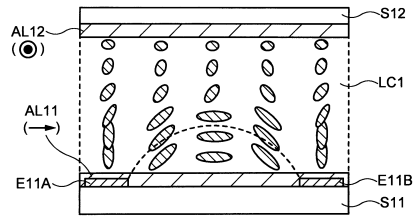
10

20

【 図 6 A 】



【 図 6 B 】

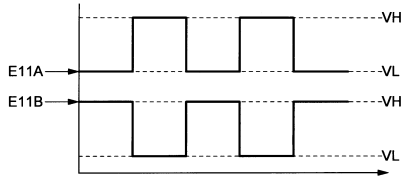


30

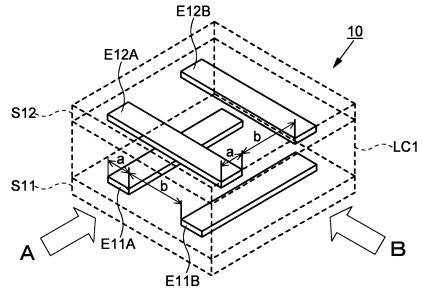
40

50

【図 6 C】



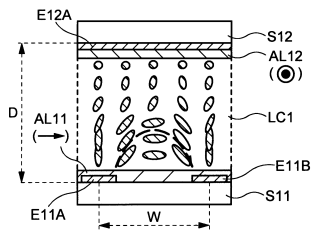
【図 7 A】



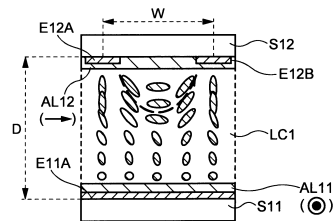
10

20

【図 7 B】



【図 7 C】

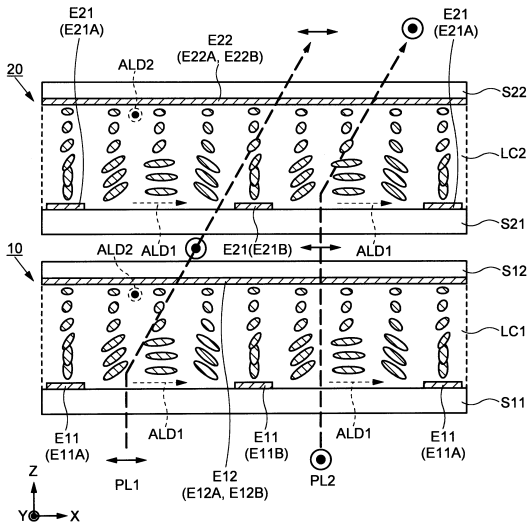


30

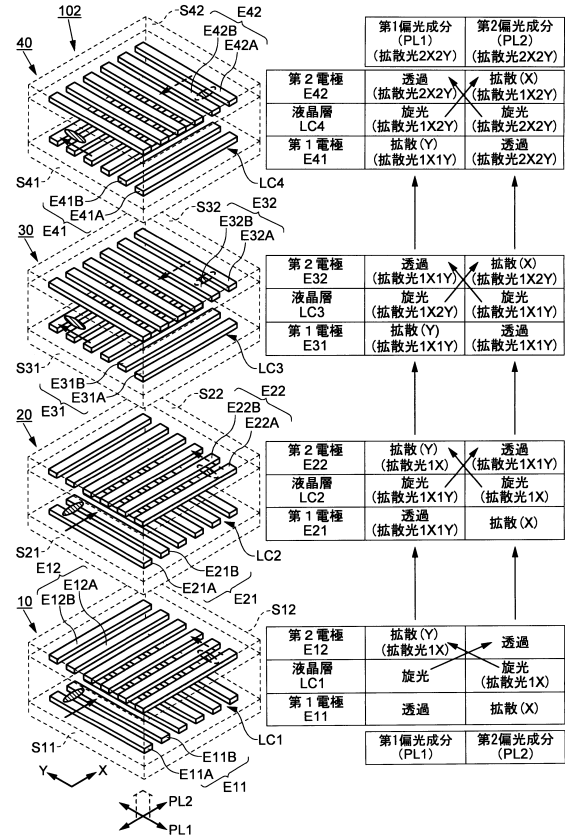
40

50

【 図 8 】



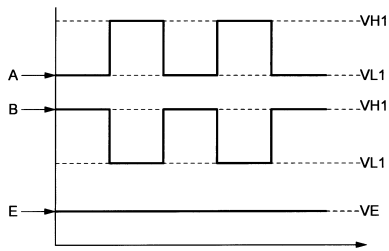
【 図 9 】



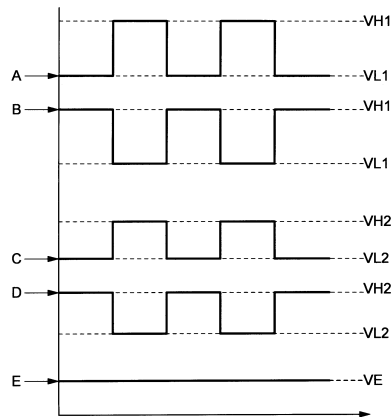
10

20

【 図 10 A 】



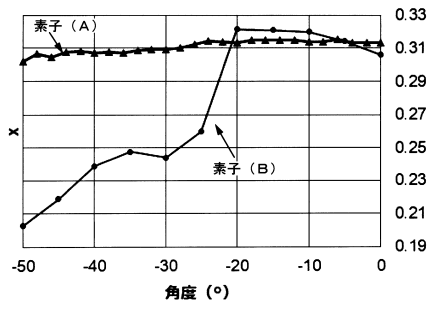
【 図 10 B 】



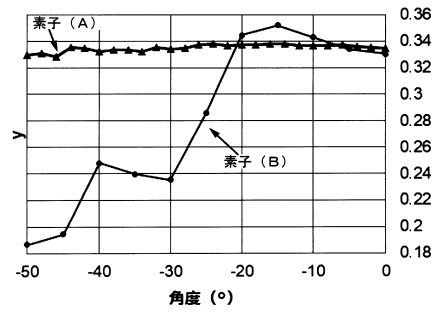
30

40

【図 1 1 A】



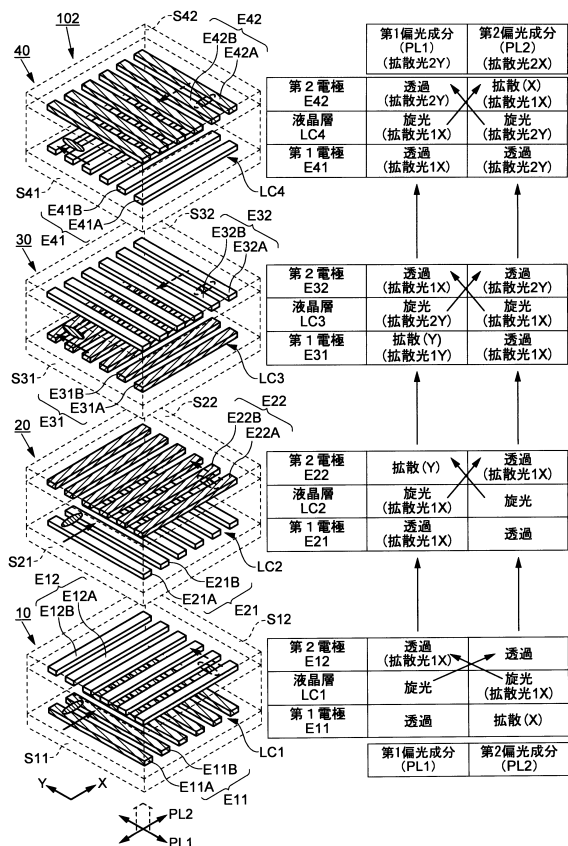
【図 1 1 B】



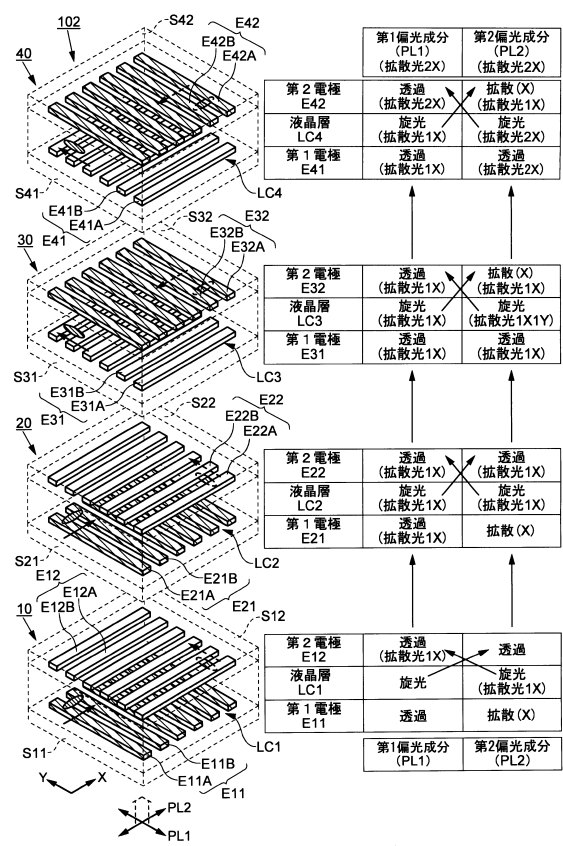
10

20

【図 1 2】



【図 1 3】

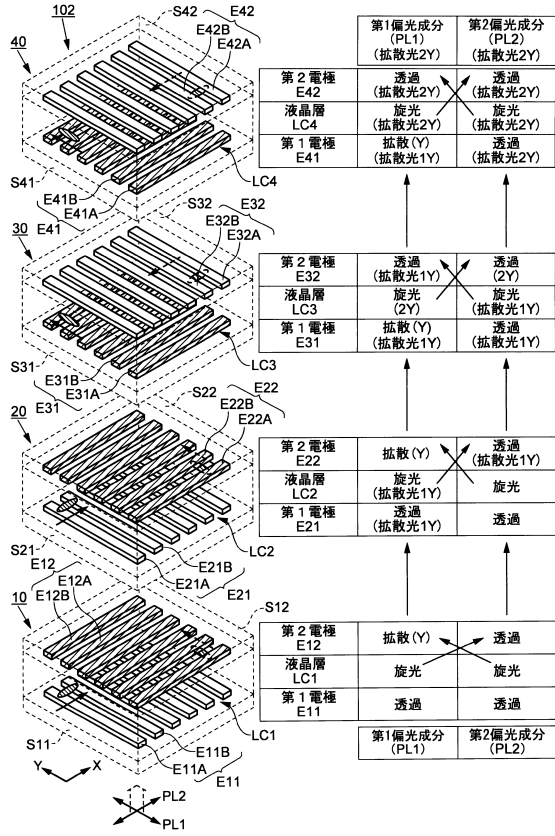


30

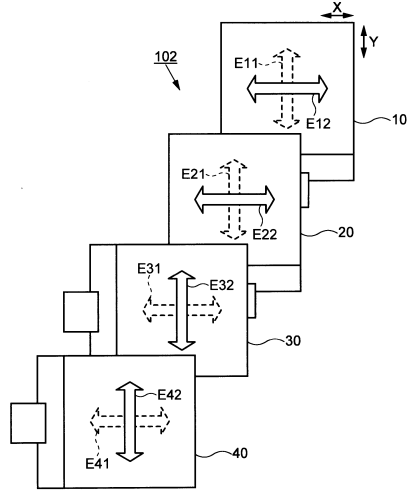
40

50

【 図 1 4 】



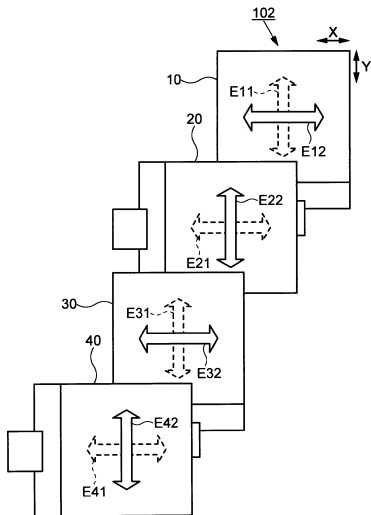
【 図 1 5 A 】



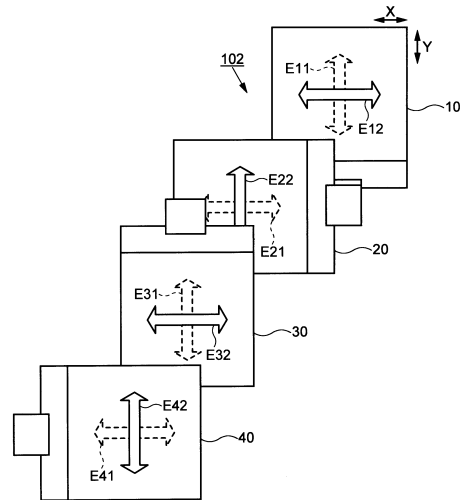
10

20

【 図 1 5 B 】



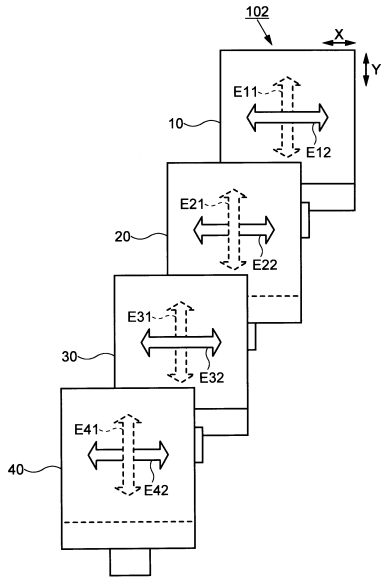
【 図 1 6 A 】



30

40

【 図 1 6 B 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(56)参考文献 米国特許出願公開第2019/0025657 (US, A1)

特開平07-064081 (JP, A)

特表2016-506541 (JP, A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

G02F 1/13

G02F 1/1343

G02F 1/1347