

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2023年3月2日(02.03.2023)



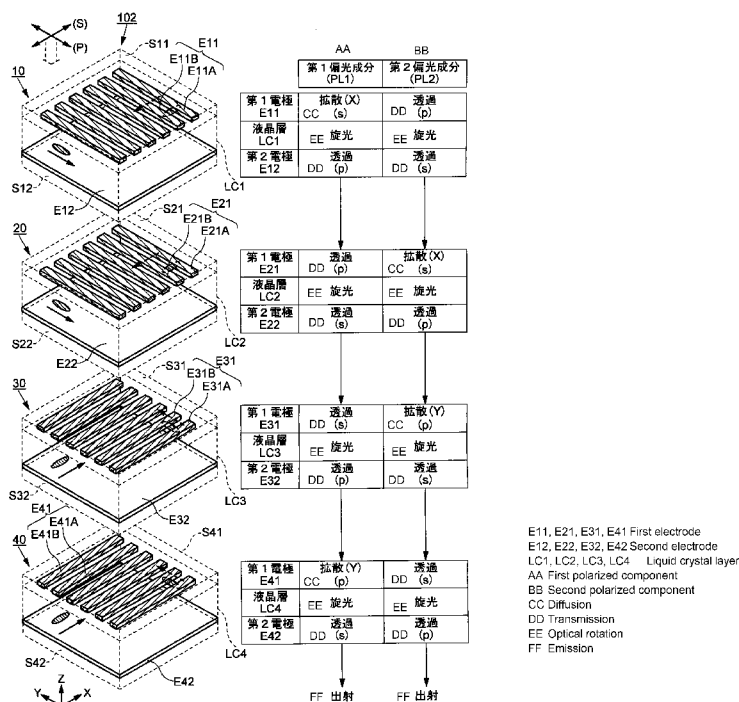
(10) 国際公開番号

WO 2023/026833 A1

- (51) 国際特許分類:
G02F 1/13 (2006.01) G02F 1/1347 (2006.01)
G02F 1/1343 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2022/030182
- (22) 国際出願日: 2022年8月5日(05.08.2022)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2021-135953 2021年8月23日(23.08.2021) JP
- (71) 出願人:株式会社ジャパンディスプレイ(JAPAN DISPLAY INC.) [JP/JP]; 〒1050003 東京都港区西新橋三丁目7番1号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者:池田 幸次郎(IKEDA Kojiro); 〒1050003 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 Tokyo (JP). 小糸 健夫(KOITO Takeo); 〒1050003 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 Tokyo (JP). 黒川 多恵(KUROKAWA Tae); 〒1050003 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 Tokyo (JP).
- (74) 代理人:弁理士法人高橋・林アンドパートナーズ(TAKAHASHI, HAYASHI AND PARTNER PATENT ATTORNEYS, INC.); 〒1440052 東京都大田区蒲田5-24-2 損保ジャパン蒲田ビル9階 Tokyo (JP).

(54) Title: LIQUID CRYSTAL LIGHT CONTROL ELEMENT AND LIGHTING DEVICE

(54) 発明の名称: 液晶光制御素子及び照明装置



(57) Abstract: This liquid crystal light control element includes a plurality of liquid crystal cells. Each of the plurality of liquid crystal cells comprises: a first substrate; a second substrate opposing the first substrate; a first electrode and a second electrode that have a belt-like pattern and that are provided on the first substrate and/or the second substrate; a first alignment film provided on the first substrate; a second alignment film provided on the second substrate; and a liquid crystal layer between the first substrate and the second substrate. The plurality of liquid crystal cells are disposed so as



WO 2023/026833 A1

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類 :

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

to overlap each other. The belt-like patterns of the first electrodes and the second electrodes are alternately disposed. A voltage is applied between the first electrodes and the second electrodes so as to form a transverse electric field. The first alignment film is disposed such that the alignment direction thereof intersects with the extension direction of the belt-like patterns. The second alignment film is disposed such that the alignment direction thereof intersects with the alignment direction of the first alignment film.

(57) 要約 : 液晶光制御素子は、複数の液晶セルを有し、複数の液晶セルのそれぞれは、第1基板と、第1基板に対向する第2基板と、第1基板及び第2基板の少なくとも一方に設けられた帯状パターンを有する第1電極及び第2電極と、第1基板に設けられた第1配向膜と、第2基板に設けられた第2配向膜と、第1基板と第2基板との間の液晶層と、を含む。複数の液晶セルが重ねて配置され、第1電極と第2電極との帯状パターンが交互に配置され、第1電極と第2電極との間に横電界が形成されるように電圧が印加され、第1配向膜の配向方向が帯状パターンの延在方向と交差するように設けられ、第2配向膜の配向方向が、第1配向膜の配向方向と交差するように設けられている。

明 細 書

発明の名称：液晶光制御素子及び照明装置

技術分野

[0001] 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素子に関する。本発明の他の一実施形態は、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素子を備えた装置に関する。

背景技術

[0002] 液晶レンズを備えた照明装置が開示されている。例えば、2つの液晶レンズを重ね合わせ、それぞれの液晶レンズに設けられる帯状の透明電極の重なり具合を調整して光の照射ムラを解消するようにした照明装置が開示されている（特許文献1参照）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2010-230887号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 液晶レンズを用いた照明装置は、水平方向及び垂直方向への光の拡散を制御することができる。しかし、極角方向の配光に関しては精密な制御ができないことが問題となる。すなわち、従来の液晶レンズを用いた照明装置は拡散光の精密な配光制御ができないことが問題となっている。

[0005] 本発明の一実施形態は、光源から放射される光の強度分布を精密に制御することのできる液晶光制御素子を提供することを目的とする。また、本発明の一実施形態は、光源から放射される光の強度分布を精密制御することのできる液晶光制御素子を備えた照明装置を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 本発明の一実施形態に係る液晶光制御素子は、複数の液晶セルを有し、複

数の液晶セルのそれぞれは、第1基板と、第1基板に対向する第2基板と、第1基板及び第2基板の少なくとも一方に設けられた帯状パターンを有する第1電極及び第2電極と、第1基板に設けられた第1配向膜と、第2基板に設けられた第2配向膜と、第1基板と第2基板との間の液晶層と、を含む。複数の液晶セルが重ねて配置され、第1電極と第2電極との帯状パターンが交互に配置され、第1電極と第2電極との間に横電界が形成されるように電圧が印加され、第1配向膜の配向方向が帯状パターンの延在方向と交差するように設けられ、第2配向膜の配向方向が、第1配向膜の配向方向と交差するように設けられている。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]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構造を斜視図で示す。

[図2A]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2B]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液晶セルの断面構造の一例を示す。

[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。

[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4C]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5A]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る。

[図5B]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を説明

する図であり、液晶セルから出射される偏光波のプロファイルの一例を示す。

[図6]本発明の第1実施形態に係る液晶光制御素子の構成（第1の構成）と拡散の状態を示す。

[図7]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に印加される制御信号の波形を示す。

[図8]本発明の第1実施形態に係る液晶光制御素子の構成（第1の構成の変形例）と拡散の状態を示す。

[図9]本発明の第1実施形態に係る液晶光制御素子の構成（第1の構成の変形例）と拡散の状態を示す。

[図10]本発明の第1実施形態に係る液晶光制御素子の構成（第2の構成）と拡散の状態を示す。

[図11]参考例に係る液晶光制御素子の構成と拡散の状態を示す。

[図12A]本発明の第1実施形態に係る液晶光制御素子の特性として、液晶光制御素子の輝度－角度特性のグラフを示す。

[図12B]本発明の第1実施形態に係る液晶光制御素子の特性として、出射光のプロファイルを示す。

[図12C]本発明の第1実施形態に係る液晶光制御素子の特性として、出射光のプロファイルを示す。

[図12D]本発明の第1実施形態に係る液晶光制御素子の特性として、出射光のプロファイルを示す。

[図12E]本発明の第1実施形態に係る液晶光制御素子の特性として、出射光のプロファイルを示す。

[図13]本発明の第2実施形態に係る液晶光制御素子の構成（第3の構成）と拡散の状態を示す。

[図14]本発明の第2実施形態に係る液晶光制御素子の構成（第4の構成）と拡散の状態を示す。

[図15]参考例に係る液晶光制御素子の構成と拡散の状態を示す。

[図16]本発明の第2実施形態に係る液晶光制御素子の輝度－角度特性のグラフを示す。

[図17]本発明の第3実施形態に係る液晶光制御素子の構成（第5の構成）と拡散の状態を示す。

[図18]本発明の第3実施形態に係る液晶光制御素子の構成（第5の構成）と拡散の状態を示す。

[図19]参考例に係る液晶光制御素子の構成と拡散の状態を示す。

[図20]本発明の第3実施形態に係る液晶光制御素子の輝度－角度特性のグラフを示す。

[図21]本発明の一実施形態に係る照明装置の斜視図を示す。

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。

[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] 本明細書において、「旋光」とは直線偏光成分が液晶層を通過する際にそ

の偏光軸を回転させる現象をいう。

[0011] 本明細書において、配向膜の「配向方向」とは、配向膜に配向規制力を付与する処理（例えば、ラビング処理）を行って配向膜上に液晶分子を配向させた場合に、液晶分子が配向する方向をいう。配向膜に行われた処理がラビング処理である場合は、配向膜の配向方向は、通常ラビング方向である。

[0012] 本明細書において、帯状パターンの「延在方向」とは、平面視で帯状パターンを見たときに、短辺（幅）と長辺（長さ）を有するパターンの長辺が延びる方向をいう。なお、帯状パターンは、平面視で矩形状のパターンを含み、さらに長辺の途中で少なくとも1回屈曲又は湾曲したパターンも含むものとする。

[0013] 本明細書において、「極角」とは、液晶パネルの主面の法線方向と出射光の進行方向とが成す角度をいう。

[0014] 図1は、第1液晶セル10の構成を示す斜視図である。第1液晶セル10は、第1基板S11及び第2基板S12と、第1基板S11と第2基板S12との間の第1液晶層LC1とを含む。第1基板S11には第1電極E11及び第1配向膜AL11が設けられ、第2基板S12には第2電極E12及び第2配向膜AL12が設けられる。第1配向膜AL11は第1電極E11を覆い、第2配向膜AL12は第2電極E12を覆う。第1電極E11及び第1配向膜AL11は第1基板S11の第1液晶層LC1側に配置され、第2電極E12及び第2配向膜AL12は第2基板S12の第1液晶層LC1側に配置される。第1電極E11及び第2電極E12は第1液晶層LC1を挟んで対向する。

[0015] 第1電極E11は、帯状パターン（又は櫛歯状のパターン）を有する第1帯状電極E11A及び第2帯状電極E11Bを含む。第2電極E12は、帯状パターン（又は櫛歯状のパターン）を有する第3帯状電極E12A及び第4帯状電極E12Bを含む。第1帯状電極E11A及び第2帯状電極E11Bは第1基板S11の絶縁表面に複数個が交互に配置され、第3帯状電極E12A及び第4帯状電極E12Bは第2基板S12の絶縁表面に複数個が交

互に配置される。

- [0016] 図1は、説明のためX、Y、Z軸方向を示す。第1液晶セル10は、第1帯状電極E11A及び複数の第2帯状電極E11Bの延在方向がX軸方向と平行な方向に配置され、第3帯状電極E12A及び複数の第4帯状電極E12Bの延在方向がY軸方向と平行な方向に配置される。第1帯状電極E11A及び第2帯状電極E11Bに対し、第3帯状電極E12A及び第4帯状電極E12Bは交差するように配置される。第1帯状電極E11A及び第2帯状電極E11Bの延在方向と、第3帯状電極E12A及び第4帯状電極E12Bの延在方向とは、例えば、 90 ± 10 度の範囲で交差し、好ましくは直交(90度)する。
- [0017] 第1配向膜AL11及び第2配向膜AL12は、それぞれの基板の主平面に略平行な配向規制力を有する。第1配向膜AL11の配向方向は第1帯状電極E11A及び第2帯状電極E11Bの延在方向と交差する方向(Y軸方向)に設けられ、第2配向膜AL12の配向方向は第3帯状電極E12A及び第4帯状電極E12Bの延在方向と交差する方向(X軸方向)に設けられる。第1配向膜AL11及び第2配向膜AL12の配向方向が帯状電極の延在方向と交差する角度は 90 ± 10 度の範囲で設定可能である。
- [0018] 第1液晶層LC1は、例えば、ねじれネマチック(TN: Twisted Nematic)液晶が用いられる。第1電極E11及び第2電極E12に電圧が印加されない状態において、第1配向膜AL11及び第2配向膜AL12の配向規制力の影響を受ける第1液晶層LC1は、液晶分子LCMの長軸方向が配向方向と平行な方向に配向する。第1配向膜AL11の配向方向と第2配向膜AL12の配向方向は交差(直交)する関係にあるので、液晶分子LCMの長軸方向は、第1基板S11から第2基板S12にかけて90度振れるように徐々に配向方向が変化する。なお、図1には図示されないが、第1基板S11と第2基板S12との間には、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。
- [0019] 図1に示すような液晶分子LCMの初期配向状態に対し、第1帯状電極E

1 1 Aと第2帯状電極E 1 1 Bとの間に電位差が生じるように電圧を印加することで、第1基板S 1 1側の液晶分子LCMの配向状態が変化する。また、第3帯状電極E 1 2 Aと第4帯状電極E 1 2 Bとの間に電位差が生じるように電圧を印加することで、第2基板S 1 2側の液晶分子LCMの配向状態が変化する。

[0020] 図2 Aは、第1基板S 1 1の平面図を示し、図2 Bは、第2基板S 1 2の平面図を示す。

[0021] 図2 Aに示すように、第1基板S 1 1に第1電極E 1 1が設けられる。第1電極E 1 1は、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とを含む。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は帯状パターンを有する。複数の第1帯状電極E 1 1 Aの帯状パターンと複数の第2帯状電極E 1 1 Bの帯状パターンとは、延在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。

[0022] 複数の第1帯状電極E 1 1 Aは、それぞれが第1給電線PE 1 1と接続され、複数の第2帯状電極E 1 1 Bは、それぞれが第2給電線PE 1 2と接続される。第1給電線PE 1 1は第1接続端子T 1 1と接続され、第2給電線PE 1 2は第2接続端子T 1 2と接続される。第1接続端子T 1 1と第2接続端子T 1 2は第1基板S 1 1の端部の一辺に沿って設けられる。第1基板S 1 1には、第1接続端子T 1 1に隣り合って第3接続端子T 1 3が設けられ、第2接続端子T 1 2に隣り合って第4接続端子T 1 4が設けられる。第3接続端子T 1 3は、第5給電線PE 1 5と接続される。第5給電線PE 1 5は、第1基板S 1 1の面内の所定の位置に設けられた第1給電端子PT 1 1と接続される。第4接続端子T 1 4は、第6給電線PE 1 6と接続される。第6給電線PE 1 6は、第1基板S 1 1の面内の所定の位置に設けられた第2給電端子PT 1 2と接続される。

[0023] 複数の第1帯状電極E 1 1 Aは第1給電線PE 1 1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E 1 1 Bは第2給電線PE 1 2と接続されることで同一の電圧が印加される。複数の第1帯状電極E 1 1 A

と複数の第2帯状電極E11Bとにそれぞれ異なる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E11Aと複数の第2帯状電極E11Bとにより横方向の電界が発生する。

[0024] 図2Bに示すように、第2基板S12には第2電極E12が設けられる。第2電極E12は、複数の第3帯状電極E12Aと複数の第4帯状電極E12Bとを含む。複数の第3帯状電極E12A及び複数の第4帯状電極E12Bとは帯状パターンを有する。複数の第3帯状電極E12Aの帯状パターンと複数の第4帯状電極E12Bの帯状パターンとは、延在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。第3帯状電極E12A及び第4帯状電極E12Bは、第1帯状電極E11A及び第2帯状電極E11Bの延在方向に対して 90 ± 10 度傾いた状態で配置される。

[0025] 複数の第3帯状電極E12Aは、それぞれが第3給電線PE13と接続され、複数の第4帯状電極E12Bは、それぞれが第4給電線PE14と接続される。第3給電線PE13は第3給電端子PT13と接続され、第4給電線PE14は第4給電端子PT14と接続される。第3給電端子PT13は、第1基板S11の第1給電端子PT11に対応する位置に設けられ、第4給電端子PT14は、第1基板S11の第2給電端子PT12に対応する位置に設けられる。

[0026] 複数の第3帯状電極E12Aは第3給電線PE13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E12Bは第4給電線PE14と接続されることで同一の電圧が印加される。複数の第3帯状電極E12Aと複数の第4帯状電極E12Bとにそれぞれ異なる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E12Aと複数の第4帯状電極E12Bとにより横方向の電界が発生する。

[0027] 第1基板S11に設けられる接続端子T11~T14は、フレキシブル配線基板と接続される。第1液晶セル10は、第1給電端子PT11と第3給電端子PT13とは導電性材料により電氣的に接続され、第2給電端子PT12と第4給電端子PT14とが導電性材料により電氣的に接続される。

- [0028] 図3は、第1液晶セル10の断面図を示す。図3に示す第1液晶セル10の断面構造は、図2Aに示す第1基板S11及び図2Bに示す第2基板S12のA1-A2線に対応する断面構造を示す。
- [0029] 第1液晶セル10は、入射光が透過する有効領域AAを有する。第1電極E11及び第2電極E12は有効領域AAの中に配置される。第1基板S11及び第2基板S12は、有効領域AAの外側に設けられたシール材SEによって接着される。第1液晶層LC1は、シール材SEによって第1基板S11と第2基板S12との間に封入される。
- [0030] 第1給電端子PT11は第5給電線PE15から連続する構造を有し、シール材SEの外側に配置される。第3給電端子PT13は第3給電線PE13から連続する構造を有し、シール材SEの外側に配置される。
- [0031] 第1給電端子PT11と第3給電端子PT13とは対向し、シール材SE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CP11は、第1給電端子PT11と第3給電端子PT13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CP11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3には示されないが、第2給電端子PT12と第4給電端子PT14とも同様に導電性部材で電氣的に接続される。
- [0032] 第1基板S11及び第2基板S12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E11及び第2電極E12は、インジウム錫酸化物(ITO)やインジウム亜鉛酸化物(IZO)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PE11、第2給電線PE12、第3給電線PE13、第4給電線PE14、第5給電線PE15、第6給電線PE16)、接続端子(第1接続端子T11、第2接続端子T12、第3接続端子T13、第4接続端子T14)、及び給電端子(第1給電端子PT11、第2給電端子PT12、第3給電端子PT13、第4給電端子PT14)は、アルミニウム、チタン、モリブデン、タング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

E 1 1、第2給電線P E 1 2、第3給電線P E 1 3、第4給電線P E 1 4、第5給電線P E 1 5、第6給電線P E 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。もちろん、第1電極E 1 1と第2電極E 1 2のいずれか一方あるいは両方を金属材料によって形成する構成も採用可能である。

[0033] 図4 Aは、第1液晶セル1 0の部分的な斜視図を示す。図4 Aは、第1帯状電極E 1 1 A及び第2帯状電極E 1 1 B、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1液晶層L C 1の配置を示す。図4 B及び図4 Cは第1液晶セル1 0の断面模式図を示す。図4 Aに示す第1液晶セル1 0を図中に示すA側及びB側からみたときの断面模式図を、図4 B及び図4 Cにそれぞれ示す。なお、図4 B及び図4 C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。

[0034] 図4 A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で配置される。この中心間距離Wは、図4 Aに示すように、第1帯状電極E 1 1 Aの幅を「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の端部までの間隔を「b」とすると、 $W = a + b$ の関係性を有する。

[0035] 図4 B及び図4 Cに示すように、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る。間隔Dは基板間距離であるが、実質的に第1液晶層L C 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A L 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A L 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、第1液晶層L C 1の厚さは間隔Dと実質的に同じである。

[0036] 第1液晶層L C 1の厚さに相当する間隔Dは、帯状電極の中心間距離Wと同じ又はそれ以上の大きさを有することが好ましい ($D \geq W$)。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、第1液晶

層LC1の厚さに相当する間隔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することが好ましい。例えば、第1帯状電極E11Aの幅が5 μ mであり、第1帯状電極E11A及び第2帯状電極E11Bの幅aが5 μ mであり、第1帯状電極E11Aの端部から第2帯状電極E11Bの端部までの間隔bが5 μ mである場合、帯状電極の中心間距離Wは10 μ mとなる。これに対し、第1液晶層LC1の厚さに相当する間隔Dは10 μ m以上の大きさを有することが好ましい。

[0037] 帯状電極の中心間距離Wと第1液晶層LC1の厚さに相当する間隔Dとがこのような関係を有することで、第1帯状電極E11Aと第2帯状電極E11Bとの間に発生する電界と第3帯状電極E12Aと第4帯状電極E12Bとの間に発生する電界の相互干渉が抑制される。

[0038] 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1に示すように、第1液晶層LC1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S11側から第2基板S12側にかけて90度振れた状態で配向する。このとき第1液晶層LC1は均一な屈折率分布を有する。第1液晶セル10へ光が入射した場合、入射光は、偏光成分が液晶分子LCMの振れによってその向きを遷移させる。以下、かかる液晶層の作用を旋光と称する。この場合、入射光は、旋光しつつも屈折(又は散乱)することなく第1液晶層LC1を透過する。

[0039] 一方、図4Cに示すように、第1帯状電極E11Aと第2帯状電極E11Bとの間に電界が発生するオン(ON)状態になると、液晶分子LCMの長軸が電界に沿うように配向する(液晶が正の誘電異方性を有する場合)。その結果、図4Cに示すように、第1液晶層LC1には、液晶分子LCMが、第1帯状電極E11A及び第2帯状電極E11Bの上方で立ち上がる領域と、第1帯状電極E11Aと第2帯状電極E11Bとの間で電界の分布に沿って斜めに配向する領域と、第1基板S11から離れた領域で初期配向状態が維持される領域と、が形成される。

- [0040] 同様に、図4Bに示すように、第3帯状電極E12Aと第4帯状電極E12Bとの間に電界が発生するオン（ON）状態になると、第1液晶層LC1には、液晶分子LCMが、第3帯状電極E12A及び第4帯状電極E12Bの上方で立ち上がる領域と、第3帯状電極E12Aと第4帯状電極E12Bとの間で電界の分布に沿って斜めに配向する領域と、第2基板S12から離れた領域で初期配向状態が維持される領域と、が形成される。
- [0041] 図4B及び図4Cに示すように、第1帯状電極E11A及び第2帯状電極E11Bの間、並びに第3帯状電極E12A及び第4帯状電極E12Bとの間に電界が発生すると、液晶分子LCMが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する領域が形成される。すなわち、図4A及び図4Bに示すように、液晶分子LCM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る場合、液晶分子LCM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。
- [0042] この際、図4B及び図4Cに示すように、第1液晶層LC1の厚さに相当する間隔Dは十分に大きいため、第1基板S11側の電界が第2基板S12側の液晶分子の配向に及ぼす影響は著しく小さい。その逆も同様である。
- [0043] 帯状電極によって横電界が形成されることにより、第1液晶層LC1には凸円弧状の誘電率分布が形成される。第1液晶層LC1に入射した光の内、液晶分子LCMの初期配向の方向と平行な偏光成分は、当該誘電率分布によって放射状に拡散する。図4B及び図4Cに示すように、液晶分子LCMは、第1基板S11側と第2基板S12側で配向方向が交差（直交）するので、第1基板S11側と第2基板S12側でそれぞれ異なる方向に光を拡散する。
- [0044] このように、第1液晶セル10を光が通過する場合、第1液晶層LC1における電界の形成状況に応じて一部の偏光成分は拡散しつつ透過し、残りの偏光成分はそのまま第1液晶LC1を透過する。
- [0045] 図5Aは、第1電極E11の帯状電極がX軸方向に延在し、第2電極E1

2の帯状電極がY軸方向に延在する第1液晶セル10を示す。第1電極E11には、第1帯状電極E11Aと第2帯状電極E11Bとの間に横電界（Y軸方向）が発生するように電圧が印加され、第2電極E12には、第3帯状電極E12Aと第4帯状電極E12Bとの間に横電界（X軸方向）が発生するように電圧が印加された状態にあるものとする。

[0046] 図5Aは、このようなバイアス状態において、第1液晶セル10にX軸方向に平行な第1偏光成分PL1及びY軸方向に平行な第2偏光成分PL2を含む光が第1基板S11から入射し、第2基板S12から出射される状態を示す。ここで、第1偏光成分PL1はS波に相当し、第2偏光成分PL2はP波に相当するものとする。

[0047] 第1液晶セル10では、第1基板S11側の液晶分子LCMの長軸がY軸方向を向いており、第2基板S12側の液晶分子LCMの長軸方向がX軸方向を向いている。第1基板S11側から入射した光のうち、第1偏光成分PL1の光は偏光方向が液晶分子LCMの長軸方向と交差するのでそのまま透過し、第2偏光成分PL2の光は偏光方向が液晶分子LCMの長軸方向と平行であるため液晶分子LCMの配向により形成される円弧状の屈折率分布の影響を受けてY軸方向に拡散する。第1偏光成分PL1の光は、第1液晶層LC1を第1基板S11側から第2基板S12側へ進むことによりそれぞれ90度旋光され、そのときの偏光方向は第2基板S12側の液晶分子の長軸の配向方向と直交する方向になるので、そのまま透過して第2基板S12から出射される。一方、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側へ進むことによりそれぞれ90度旋光され、そのときの偏光方向は第2基板S12側の液晶分子の長軸の配向方向と平行な方向になるので、X軸方向に拡散されて第2基板S12から出射される。

[0048] このように、図5Aに示す第1液晶セル10に光が入射すると、第1偏光成分PL1（S波）は拡散されず、第2偏光成分PL2（P波）がX軸方向及びY軸方向に拡散される。

[0049] 図5Bは、S波（出射光P波）のプロファイルを示す。第1偏光成分PL

1 (S波)は、上記のとおり、原理上は拡散しないはずであるが、図5Bのプロファイルは第1偏光成分PL1 (S波)が少しY軸方向に拡散している状態が確認される。この原因は、第1基板S11側でY軸方向に拡散した第2偏光成分PL2 (P波)が、第1液晶層LC1で旋光しきれなかった成分が残存していることを示唆している。

[0050] このように、液晶セルで旋光されなかった偏光成分が残存すると、出射光のプロファイルに影響を与えることが判る。以下に示す実施形態に例示される液晶光制御素子102は、複数の液晶セルを重ねて配置することで、出射光のプロファイルを精密に制御することのできる構成を有する。

[0051] [第1実施形態]

本実施形態は、液晶光制御素子が4つの液晶セルで構成される例を示す。各液晶セルは、一对の基板間の液晶層が設けられ、少なくとも一方の基板に図1に示すような帯状電極が設けられている。

[0052] 1-1. 第1の構成

図6は、第1の構成に係る液晶光制御素子102の各液晶セルにおける電極配置と、液晶光制御素子102に入射した光が各液晶セルを透過するときの状態を示す。第1の構成に係る液晶光制御素子102は光の入射側から出射側にかけて、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が重ねられている。図6は、説明のため、X軸、Y軸、及びZ軸を示す。以下の説明において、X軸方向とはX軸に沿った方向を示し、Y軸方向とはY軸に沿った方向を示し、Z軸方向とはZ軸に沿った方向を指すものとする。

[0053] 第1の構成に係る液晶光制御素子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がZ軸方向に重ねて配置される。実際の液晶光制御素子102は各液晶セルが密接するように配置されるが、図6は、説明のため、各液晶セルが展開された状態を示す。

[0054] 第1液晶セル10は、第1基板S11に第1電極(第1帯状電極E11A及び第2帯状電極E11B)が設けられ、第2基板S12に第2電極E12

(面状(平板状又はベタ状ともいう。)電極)が設けられ、第1基板S11と第2基板S12との間に第1液晶層LC1が設けられた構造を有する。第1帯状電極E11A及び第2帯状電極E11Bは、延在方向がY軸方向に延在するように設けられる。なお、図6において配向膜は省略されているが、配向膜の配向方向が矢印で示されている。すなわち、第1基板S11側の第1配向膜AL11(図示されず)の配向方向がX軸方向に向けられており、第2基板S12側の第2配向膜AL12(図示されず)の配向方向がY軸方向に向けられている。第1配向膜AL11の配向方向と第2配向膜AL12の配向方向の交差角は、好ましくは 90 ± 10 度であり、より好ましくは90度(直交)である。

[0055] 第2液晶セル20は、第1基板S21及び第2基板S22、第1電極E21(第1帯状電極E21A及び第2帯状電極E21B)及び第2電極E22(面状(平板状又はベタ状ともいう。)電極)、及び第1基板S21と第2基板S22との間の第2液晶層LC2とを含む。第2液晶セル20は、第1液晶セル10と同様の構成を有する。すなわち、第2液晶セル20は、第1帯状電極E21A及び第2帯状電極E21Bの延在方向がY軸方向に延在するように配置されている。

[0056] 第3液晶セル30は、第1基板S31及び第2基板S32、第1電極E31(第1帯状電極E31A及び第2帯状電極E31B)及び第2電極E32(面状(平板状又はベタ状ともいう。)電極)、及び第1基板S31と第2基板S32との間の第3液晶層LC3とを含む。第3液晶セル30は第1液晶セル10と同様の構成を有するが、第1帯状電極E31A及び第2帯状電極E31Bの延在方向がX軸方向に延在するように配置されている。これに伴い、配向膜の配向方向が、第1基板S31側でY軸方向に向けられ、第2基板S32側でX軸方向に向けられている。

[0057] 第4液晶セル40は、第1基板S41及び第2基板S42、第1電極E41(第1帯状電極E41A及び第2帯状電極E41B)及び第2電極E42(面状(平板状又はベタ状ともいう。)電極)、及び第1基板S41と第2

基板S42との間の第4液晶層LC4とを含む。第4液晶セル40は第3液晶セル30と同様の構成を有する。すなわち、第4液晶セル40は、第1帯状電極E41A及び第2帯状電極E41Bの延在方向がX軸方向に延在するように配置されている。また、配向膜の配向方向が、第1基板S41側でY軸方向に向けられ、第2基板S42側でX軸方向に向けられている。

[0058] 上記のように、第1の構成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の液晶の配向方向が同じであり、第1電極E11、E21における帯状電極（E11A、E11B、E21A、E21B）の延在方向が同じ方向に向けられている。また、第3液晶セル30及び第4液晶セル40の液晶の配向方向が同じであり、第1電極E31、E41における帯状電極（E31A、E31B、E41A、E41B）の延在方向が同じ方向に向けられている。そして、第1液晶セル10及び第2液晶セル20における第1電極E11、E21の帯状電極（E11A、E11B、E21A、E21B）の延在方向と、第3液晶セル30及び第4液晶セル40における第1電極E31、E41の帯状電極（E31A、E31B、E41A、E41B）の延在方向とが90の角度で交差している。

[0059] 図6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における電極の配置、配向膜による配向方向（矢印）、液晶分子の初期配向を示す。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。すなわち、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の第1基板S11、S21、S31、S41側の配向膜（第1配向膜）の配向方向と、帯状パターンを有する第1電極E11、E21、E31、E41の延在方向が交差するように配置され、第2基板S12、S22、S32、S42側の配向膜（第2配向膜）の配向方向が第1基板S11、S21、S31、S41側の配向膜（第1配向膜）の配向方向が交差するように配置されている。

[0060] 図6に示す配置に従えば、第1液晶セル10及び第2液晶セル20の第1

基板S 1 1、S 2 1側の配向膜（図示されず）の配向方向がX軸方向に平行な方向に向いており、第2基板S 1 2、S 2 2側の配向膜（図示されず）の配向方向がY軸方向と平行な方向に向いている。第1液晶セル10及び第2液晶セル20の第1電極E 1 1、E 2 1の帯状パターンの延在方向がY軸方向と平行な方向に向けられており、第2電極E 1 2、E 2 2は、少なくとも有効領域（入射光が透過する領域を指し、以下においても同じ。）に広がる面状（平板状又はベタ状ともいう。）の電極となっている。また、第3液晶セル30及び第4液晶セル40の第1基板S 3 1、S 4 1側の配向膜（図示されず）の配向方向がY軸方向に平行な方向に向いており、第2基板S 3 2、S 4 2側の配向膜（図示されず）の配向方向がX軸方向と平行な方向に向いている。第3液晶セル30及び第4液晶セル40の第1電極E 3 1、E 4 1の帯状パターンの延在方向がX軸方向と平行な方向に向けられており、第2電極E 3 2、E 4 2、少なくとも有効領域に広がる面状（平板状又はベタ状ともいう。）の電極となっている。配向膜の配向方向は、X軸方向及びY軸方向の定義に従えば、各液晶セルの第1基板側と第2基板側で90度の角度で交差することになるが、交差する角度は90±10度の範囲で設定可能である。

[0061] 以下の説明において、第1偏光成分P L 1の偏光方向と同じ方向をX軸方向、第2偏光成分P L 2の偏光方向と同じ方向をY軸方向とする。例えば、第1偏光成分P L 1はS波であり、第2偏光成分P L 2はP波である。また、図6の表中に示される「拡散（X）」とは、偏光成分がX軸方向に拡散することを示し、「拡散（Y）」とは、偏光成分がY軸方向に拡散することを示す。

[0062] 図6は、制御信号が印加され横電界を形成している電極をハッチングで示す。また、図6には表が挿入されており、第1偏光成分P L 1及び第2偏光成分P L 2を含む光が各液晶セルの第1電極、液晶層、第2電極を通過するときのそれぞれの偏光成分の状態を、透過、旋光、拡散という用語によって示す。ここで「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。「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つつ透過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、以下の説明において、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。

[0063] 第1の構成に係る液晶光制御素子102は、光入射側から出射側にかけて、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る。液晶光制御素子102に入射する光は、第1偏光成分PL1及び第1偏光成分PL1に直交する第2偏光成分PL2を含む。

[0064] 図6に示すように、第1液晶セル10の第1電極E11と第2液晶セル20の第1電極E21は帯状電極の延在方向が同じ方向に配置されており、第1液晶セル10では第1偏光成分PL1をX軸方向に拡散させ、第2液晶セル20では第2偏光成分PL2をX軸方向に拡散することができる。また、第3液晶セル30の第2電極E32と第4液晶セル40の第2電極E42は延在方向が同じ方向に配置されており、第3液晶セル30では第2偏光成分PL2をY軸方向に拡散することができ、第4液晶セル40では第1偏光成分PL1をY軸方向に拡散することができる。

[0065] 液晶光制御素子102に入射する光の偏光状態及び拡散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7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7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、VL1はローレベルの電圧、VH1はハイレベルの電圧を意味する。例えば、VL1は0V又は-15Vの電圧であり、VH1は(0Vに対して)30V又は(-15Vに対して)15V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VL1のレベルにあるとき制御信号BはVH1のレベルにあり、制御信号AがVH1のレベルに変化すると制御信

号BはVL1のレベルに変化する。制御信号A、Bの周期は15~100Hz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VL1とVH1の中間電圧であり、VL1=-15V、VH1=+15Vの場合にはVE=0Vとなる。

[0066] 液晶光制御素子102には図示されない光源から光が入射する。光源から照射される光はコリメート光であることが好ましい。液晶光制御素子102は、各液晶セルに印加する制御信号の選択により、図示されない光源部から放射される光の配光パターンのプロファイル（強度分布）を制御することができる。具体的には、照明光の極角方向のプロファイルを制御することができる。

[0067] 表1は、図6に示す液晶光制御素子102の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、Eは、図7に示す制御信号に対応している。

[表1]

液晶光制御素子：102				制御信号
第1液晶セル 10	第1基板 S11	第1電極 E11	第1帯状電極：E11A	A
			第2帯状電極：E11B	B
	第2基板 S12	第2電極 E12		E
第2液晶セル 20	第1基板 S21	第1電極 E21	第1帯状電極：E21A	A
			第2帯状電極：E21B	B
	第2基板 S22	第2電極 E22		E
第3液晶セル 30	第1基板 S31	第1電極 E31	第1帯状電極：E31A	A
			第2帯状電極：E31B	B
	第2基板 S32	第2電極 E32		E
第4液晶セル 40	第1基板 S41	第1電極 E41	第1帯状電極：E41A	A
			第2帯状電極：E41B	B
	第2基板 S42	第2電極 E42		E

[0068] 表1に示すように液晶光制御素子102の各液晶セルに制御信号が入力される。第1液晶セル10の第1帯状電極E11Aに制御信号Aが入力され、第2帯状電極E11Bに制御信号Bが入力され、第2電極E12に制御信号

Eが入力され、第1電極E11側でのみ横電界が発生している。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についても同様である。すなわち、図6に示す液晶光制御素子102は、各液晶セルの第1電極に制御信号A、Bが印加され、第2電極に制御信号Eが印加され、第1基板側でのみ横電界が発生している。

[0069] 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4Cに示すように第1基板側の液晶分子が横電界の影響を受けて配向状態が変化する。

[0070] 次に、液晶光制御素子102の動作を、各液晶セルが入射光に与える作用により説明する。ここで、入射光は、第1偏光成分PL1及び第2偏光成分PL2の2つの偏光成分を含むものとする。第1偏光成分PL1及び第2偏光成分PL2は直線偏光の偏光成分であり、s偏光及びp偏光のいずれか一方の偏光状態を有する。これらの偏光状態は液晶層内で旋光されることにより、s偏光からp偏光へ、又はp偏光からs偏光へ遷移することが可能である。なお、液晶光制御素子102に入射する直前の状態において、第1偏光成分PL1はs偏光であり、第2偏光成分PL2はp偏光であるものとする。

[0071] 図6において、第1偏光成分PL1に着目する。第1偏光成分PL1は、s偏光の状態第1液晶セル10に入射する。第1偏光成分PL1（s偏光）の偏光方向はX軸方向に沿った方向であり、第1液晶層LC1の第1基板S11側の液晶分子の長軸の配向方向に対して平行な方向である。第1基板S11側では、第1電極E11によって発生する横電界の影響を受けて液晶分子が配向し、第1液晶層LC1に円弧状の屈折率分布が形成される。第1基板S11から第1液晶層LC1に入射した第1偏光成分PL1（s偏光）は、第1液晶層LC1の円弧状の屈折率分布の影響を受けてX軸方向に拡散される。第1偏光成分PL1（s偏光）は、第1液晶層LC1を第1基板S

11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1偏光成分PL1はs偏光からp偏光へ遷移する。第2電極E12は面状（平板状又はベタ状ともいう。）の電極であり全面が一定電位となるため、第1液晶層LC1の第2基板S12側の液晶分子には円弧状の屈折率分布が形成されない。このため、第1偏光成分PL1（p偏光）は拡散されず、第2基板S12からそのまま出射される。このように、第1偏光成分PL1は、s偏光の状態第1液晶セル10へ入射し、X軸方向に拡散され、90度旋光されてp偏光の状態第1液晶セル10から出射される。

[0072] 第1液晶セル10を通過した第1偏光成分PL1は、p偏光の状態第2液晶セル20に入射する。第1偏光成分PL1（p偏光）の偏光方向はY軸方向に沿った方向であり、第2液晶層LC2の第1基板S21側の液晶分子の長軸の配向方向に対して交差する方向である。第1基板S21側では、第1電極E21によって発生する横電界の影響を受けて液晶分子が配向し、第2液晶層LC2に円弧状の屈折率分布が形成されるが、第1偏光成分PL1（p偏光）は拡散されずそのまま第2基板S22へ向かう。第1偏光成分PL1（p偏光）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p偏光からs偏光へ遷移する。第2電極E22は面状（平板状又はベタ状ともいう。）の電極であり全面が一定電位となるため、第2液晶層LC2の第2基板S22側の液晶分子には円弧状の屈折率分布が形成されない。このため、第1偏光成分PL1（s偏光）は拡散されず、第2基板S22からそのまま出射される。このように、第1偏光成分PL1は、p偏光の状態第2液晶セル20へ入射し、拡散されず、90度旋光されてs偏光の状態第2液晶セル20から出射される。

[0073] 第2液晶セル20を通過した第1偏光成分PL1は、s偏光の状態第3液晶セル30に入射する。第3液晶セル30では、第1電極E31の帯状電極（E31A、E31B）の延在方向が、第1液晶セル10及び第2液晶セル

ル20の第1電極E11、E21の帯状電極（E11A、E11B、E21A、E21B）の延在方向に対して直交する方向に向けられている。第1偏光成分PL1（s偏光）の偏光方向はX軸方向に沿った方向であり、第3液晶層LC3の第1基板S31側の液晶分子の長軸の配向方向に対して交差する方向となる。第1基板S31側では、第1電極E31によって発生する横電界の影響を受けて液晶分子が配向し、第3液晶層LC3に円弧状の屈折率分布が形成されるが、第1偏光成分PL1（s偏光）は拡散されずそのまま第2基板S32へ向かう。第1偏光成分PL1（s偏光）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1偏光成分PL1はs偏光からp偏光へ遷移する。第2電極E32は面状（平板状又はベタ状ともいう。）の電極であり全面が一定電位となるため、第3液晶層LC3の第2基板S32側の液晶分子には円弧状の屈折率分布が形成されない。このため、第1偏光成分PL1（p偏光）は拡散されず、第2基板S32からそのまま出射される。このように、第1偏光成分PL1は、s偏光の状態第3液晶セル30へ入射し、拡散されず、90度旋光されてp偏光の状態第3液晶セル30から出射される。

[0074] 第3液晶セル30を通過した第1偏光成分PL1は、p偏光の状態第4液晶セル40へ入射する。第4液晶セル40の第1電極E41は、第3液晶セル30の第1電極E31と同じ方向に向けられている。したがって、第4液晶セル40の第1基板S41側の液晶分子の長軸の配向方向も第3液晶セル30と同じである。第1偏光成分PL1（p偏光）の偏光方向はY軸方向に沿った方向であり、第4液晶層LC4の第1基板S41側の液晶分子の長軸の配向方向に対して平行な方向である。第1基板S41側では、第1電極E41によって発生する横電界の影響を受けて液晶分子が配向し、第4液晶層LC4に円弧状の屈折率分布が形成される。第1基板S41から第4液晶層LC4に入射した第1偏光成分PL1（p偏光）は、第4液晶層LC4の円弧状の屈折率分布の影響を受けてY軸方向に拡散される。第1偏光成分P

L 1 (p 偏光) は、第 4 液晶層 LC 4 を第 1 基板 S 4 1 側から第 2 基板 S 4 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 PL 1 は p 偏光から s 偏光へ遷移する。第 2 電極 E 4 2 は面状 (平板状又はベタ状ともいう。) の電極であり全面が一定電位となるため、第 4 液晶層 LC 4 の第 2 基板 S 4 2 側の液晶分子には円弧状の屈折率分布が形成されない。このため、第 1 偏光成分 PL 1 (s 偏光) は拡散されず、第 2 基板 S 4 2 からそのまま出射される。このように、第 1 偏光成分 PL 1 は、p 偏光の状態第 4 液晶セル 4 0 へ入射し、Y 軸方向に拡散され、90 度旋光されて s 偏光の状態第 4 液晶セル 4 0 から出射される。

[0075] このように、液晶光制御素子 1 0 2 に入射する第 1 偏光成分 PL 1 は、第 1 液晶セル 1 0 に入射して第 4 液晶セル 4 0 から出射されるまでの間に、X 軸方向に 1 回及び Y 軸方向に 1 回拡散され、s 偏光の状態に入射して 90 度の角度で 4 回旋光されることにより s 偏光の状態出射される。

[0076] 次に、第 2 偏光成分 PL 2 に着目する。第 2 偏光成分 PL 2 は、p 偏光の状態第 1 液晶セル 1 0 に入射する。第 2 偏光成分 PL 2 (p 偏光) の偏光方向は Y 軸方向に沿った方向であり、第 1 液晶層 LC 1 の第 1 基板 S 1 1 側の液晶分子の長軸の配向方向に対して交差する方向である。第 1 基板 S 1 1 側では第 1 液晶層 LC 1 に円弧状の屈折率分布が形成されているが、第 2 偏光成分 PL 2 (p 偏光) は拡散されず、そのまま第 2 基板 S 1 2 へ向かう。第 1 偏光成分 PL 1 (p 偏光) は、第 1 液晶層 LC 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 PL 1 は p 偏光から s 偏光へ遷移する。第 2 基板 S 1 2 側では面状 (平板状又はベタ状ともいう。) の第 2 電極 E 1 2 が一定電位となっているため第 1 液晶層 LC 1 に円弧状の屈折率分布が形成されず、第 2 偏光成分 PL 2 (s 偏光) は拡散しないで第 2 基板 S 1 2 から出射される。このように、第 2 偏光成分 PL 2 は、p 偏光の状態第 1 液晶セル 1 0 へ入射し、拡散されず、90 度旋光されて s 偏光の状態第 1 液晶セル 1 0 から出射される。

[0077] 第1液晶セル10を通過した第2偏光成分PL2は、s偏光の状態第2液晶セル20へ入射する。第2偏光成分PL2（s偏光）の偏光方向はX軸方向に沿った方向であり、第2液晶層LC2の第1基板S21側の液晶分子の長軸の配向方向に対して平行な方向である。第1基板S21側では第2液晶層LC2に円弧状の屈折率分布が形成されている。第1基板S21から第2液晶層LC2に入射した第2偏光成分PL2（s偏光）は、第2液晶層LC2の円弧状の屈折率分布の影響を受けてX軸方向に拡散される。第2偏光成分PL2（s偏光）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2偏光成分PL2はs偏光からp偏光へ遷移する。第2電極E22は面状（平板状又はベタ状ともいう。）の電極であり全面が一定電位となるため、第2液晶層LC2の第2基板S22側の液晶分子には円弧状の屈折率分布が形成されない。このため、第2偏光成分PL2（p偏光）は拡散されず、第2基板S22からそのまま出射される。このように、第2偏光成分PL2は、s偏光の状態第2液晶セル20へ入射し、X軸方向に拡散され、90度旋光されてp偏光の状態第2液晶セル20から出射される。

[0078] 第2液晶セル20を通過した第2偏光成分PL2は、p偏光の状態第3液晶セル30へ入射する。第2偏光成分PL2（p偏光）の偏光方向はY軸方向に沿った方向であり、第3液晶層LC3の第1基板S31側の液晶分子の長軸の配向方向に対して平行な方向である。第1基板S31側では第3液晶層LC3に円弧状の屈折率分布が形成されている。第1基板S31から第3液晶層LC3に入射した第2偏光成分PL2（p偏光）は、第3液晶層LC3の円弧状の屈折率分布の影響を受けてY軸方向に拡散される。第2偏光成分PL2（p偏光）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p偏光からs偏光へ遷移する。第2電極E32は面状（平板状又はベタ状ともいう。）の電極であり全面が一定電

位となるため、第3液晶層LC3の第2基板S32側の液晶分子には円弧状の屈折率分布が形成されない。このため、第2偏光成分PL2（s偏光）は拡散されず、第2基板S32からそのまま出射される。このように、第2偏光成分PL2は、p偏光の状態第3液晶セル30へ入射し、Y軸方向に拡散され、90度旋光されてs偏光の状態第3液晶セル30から出射される。

[0079] 第3液晶セル30を通過した第2偏光成分PL2は、s偏光の状態第4液晶セル40へ入射する。第2偏光成分PL2（s偏光）の偏光方向はX軸方向に沿った方向であり、第3液晶層LC3の第1基板S31側の液晶分子の長軸の配向方向に対して交差する方向である。第1基板S41側では第4液晶層LC4に円弧状の屈折率分布が形成されているが、第2偏光成分PL2（s偏光）は拡散されずそのまま第2基板S42へ向かう。第2偏光成分PL2（s偏光）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s偏光からp偏光へ遷移する。第2電極E42は面状（平板状又はベタ状ともいう。）の電極であり全面が一定電位となるため、第4液晶層LC4の第2基板S42側の液晶分子には円弧状の屈折率分布が形成されない。このため、第2偏光成分PL2（p偏光）は拡散されず、第2基板S42からそのまま出射される。このように、第2偏光成分PL2は、s偏光の状態第4液晶セル40へ入射し、拡散されず、90度旋光されてp偏光の状態第4液晶セル40から出射される。

[0080] 液晶光制御素子102に入射する第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1回及びY軸方向に1回拡散され、p偏光の状態入射して90度の角度で4回旋光されることによりp偏光の状態出射される。

[0081] 第1の構成では、第1偏光成分PL1が、第1液晶セル10で旋光される前にX軸方向に拡散され、第4液晶セル40で旋光される前にY軸方向に拡散され、第2偏光成分PL2が、第2液晶セル20で旋光される前にX軸方

向に拡散され、第3液晶セル30で旋光される前にY軸方向に拡散される。ここで、各液晶セルにて偏光成分が旋光前に拡散することを先拡散、旋光後に拡散することを後拡散と称するとすると、当該第1の構成では、第1偏光成分PL1のX軸方向への先拡散が1回、Y軸方向への先拡散が1回、第2偏光成分PL2のX軸方向への先拡散が1回、Y軸方向への先拡散が1回となっている。また、いずれの偏光成分についても後拡散は生じていない。

[0082] 1-1-1. 第1の構成の変形例(1)

図6は、各液晶セルに面状(平板状又はベタ状ともいう。)の第2電極(E12、E22、E32、E42)が設けられる構成を示すが、第1の構成に係る液晶光制御素子102はこのような構成に限定されない。例えば、図8に示すように、第1乃至第4液晶セルの第2基板(S12、S22、S32、S42)において第2電極が省略され、配向膜(図示されず)のみが設けられた構成を有していてもよい。第2基板側の配向膜の配向方向は、各液晶セルにおいて第1基板側の配向膜の配向方向と直交(90度±10度)するように設けられている。各液晶セルの第2電極が省略された構成によっても、第1偏光成分PL1及び第2偏光成分PL2を図6に示す液晶光制御素子102と同様に拡散させることができる。

[0083] 1-1-2. 第1の構成の変形例(2)

図9は、第1乃至第4液晶セルの第2電極(E12、E22、E32、E42)が面状(平板状又はベタ状ともいう。)の電極に代えて、帯状電極(第3帯状電極E12A、E22A、E32A、E42A、及び第4帯状電極E12B、E22B、E32B、E42B)が設けられた構成を示す。この場合、第3帯状電極E12A、E22A、E32A、E42A、及び第4帯状電極E12B、E22B、E32B、E42Bに、例えば、図7に示す制御信号Eのような一定電圧が印加されることで、横電界を発生しないようにすることができ、図6に示す液晶光制御素子102と同様の配光特性を得ることができる。

[0084] 1-2. 第2の構成

第2の構成は、液晶光制御素子が偏光成分を、第1液晶セル10及び第4液晶セル40の第1電極E11、E41側（光入射側）で拡散させず、第2電極E12、E42側（光出射側）で拡散させるようにし、第2液晶セル20及び第3液晶セル30の第1電極E21、E31側（光入射側）で拡散させ、第2電極E22、E32側（光出射側）で拡散させないようにしている。

[0085] 図10は、第2の構成に係る液晶光制御素子102を示す。第2の構成に係る液晶光制御素子102は、第1乃至第4液晶セルを有する。第1液晶セル10には第1基板S11に第1電極E11（第1帯状電極E11A、第2帯状電極E11B）が設けられ、第2基板S12に第2電極E12（第3帯状電極E12A、第4帯状電極E12B）が設けられ、第2液晶セル20には第1基板S21に第1電極E21（第1帯状電極E21A、第2帯状電極E21B）が設けられ、第2基板S22に第2電極E22（第3帯状電極E22A、第4帯状電極E22B）が設けられ、第3液晶セル30には第1基板S31に第1電極E31（第1帯状電極E31A、第2帯状電極E31B）が設けられ、第2基板S32に第2電極E32（第3帯状電極E32A、第4帯状電極E32B）が設けられ、第4液晶セル40には第1基板S41に第1電極E41（第1帯状電極E41A、第2帯状電極E41B）が設けられ、第2基板S42に第2電極E42（第3帯状電極E42A、第4帯状電極E42B）が設けられる。

[0086] 表2は、図10に示す液晶光制御素子102の各液晶セルに印加される制御信号を示す。図10では、制御信号が印加され横電界を発生させている帯状電極をハッチングで示し、制御信号が印加されず横電界を発生しない帯状電極を白抜きで示す。なお、表3に示す制御信号A、Bは、図7に示す制御信号に対応している。

[表2]

液晶光制御素子：102				制御信号
第1液晶セル 10	第1基板 S11	第1電極 E11	第1帯状電極：E11A	E
			第2帯状電極：E11B	E
	第2基板 S12	第2電極 E12	第3帯状電極：E12A	A
			第4帯状電極：E12B	B
第2液晶セル 20	第1基板 S21	第1電極 E21	第1帯状電極：E21A	A
			第2帯状電極：E21B	B
	第2基板 S22	第2電極 E22	第3帯状電極：E22A	E
			第4帯状電極：E22B	E
第3液晶セル 30	第1基板 S31	第1電極 E31	第1帯状電極：E31A	A
			第2帯状電極：E31B	B
	第2基板 S32	第2電極 E32	第3帯状電極：E32A	E
			第4帯状電極：E32B	E
第4液晶セル 40	第1基板 S41	第1電極 E41	第1帯状電極：E41A	E
			第2帯状電極：E41B	E
	第2基板 S42	第2電極 E42	第3帯状電極：E42A	A
			第4帯状電極：E42B	B

[0087] 表2に示すように、第1液晶セル10の第1帯状電極E11A及び第2帯状電極E11Bに制御信号Eが入力され、第3帯状電極E12Aに制御信号Aが入力され、第4帯状電極E12Bに制御信号Bが入力される。第4液晶セル40についても同様である。第2液晶セル20では、第1帯状電極E21Aに制御信号Aが印加され、第2帯状電極E21Bに制御信号Bが入力され、第3帯状電極E22A及び第4帯状電極E22Bに制御信号Eが入力される。第3液晶セル30についても同様である。すなわち、図10に示す液晶光制御素子102は、第1液晶セル10及び第4液晶セル40においては第1基板側で横電界が発生せず、第2基板側で横電界が発生し、第2液晶セル20及び第3液晶セル30では第1基板側で横電界が発生し、第2基板側で横電界が発生しないように制御信号が入力される。

[0088] 次に、第2の構成に係る液晶光制御素子102の動作を、各液晶セルが入射光に与える作用により説明する。

[0089] 図10において、第1偏光成分PL1に着目する。第1偏光成分PL1は、s偏光の状態第1液晶セル10に入射する。第1液晶セル10の第1電極E11は横電界を発生させていない。したがって、第1偏光成分PL1は

第1電極E11で拡散されず、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度旋光されてp偏光に遷移する。第2電極E12では、第3帯状電極E12Aには制御信号Aが印加され、第4帯状電極E12Bには制御信号Bが印加されるので横電界が発生する。したがって、第1液晶層LC1の第2基板S12側には円弧状の屈折率分布が形成される。第1偏光成分PL1（p偏光）は、偏光方向が液晶分子の長軸と平行な方向にあるため、円弧状の屈折率分布の影響によりY軸方向に拡散されて第2基板S12から出射される。このように、第1偏光成分PL1は、s偏光の状態第1液晶セル10へ入射し、90度旋光されてp偏光の状態となり、Y軸方向に拡散されて第1液晶セル10から出射される。

[0090] 第1液晶セル10を通過した第1偏光成分PL1は、p偏光の状態第2液晶セル20に入射する。第2液晶セル20に入射した第1偏光成分（p偏光）は、第1実施形態と同様に、拡散されず、90度旋光されてs偏光の状態第2液晶セル20から出射される。

[0091] 第2液晶セル20を通過した第1偏光成分PL1は、s偏光の状態第3液晶セル30に入射する。第3液晶セル30に入射した第1偏光成分（s偏光）は、第1実施形態と同様に、拡散されず、90度旋光されてp偏光の状態第3液晶セル30から出射される。

[0092] 第3液晶セル30を通過した第1偏光成分PL1は、p偏光の状態第4液晶セル40に入射する。第4液晶セル40の第1電極E41は横電界を発生させていない。したがって、第1偏光成分PL1は第1電極E41で拡散されず、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度旋光されてs偏光に遷移する。第2電極E42では、第3帯状電極E42Aには制御信号Aが印加され、第4帯状電極E42Bには制御信号Bが印加されるので横電界が発生する。したがって、第4液晶層LC4の第2基板S42側には円弧状の屈折率分布が形成される。第1偏光成分PL1（s偏光）は、偏光方向が液晶分子の長

軸と平行な方向にあるため、円弧状の屈折率分布の影響によりX軸方向に拡散されて第2基板S42から出射される。このように、第1偏光成分PL1は、p偏光の状態第4液晶セル40へ入射し、90度旋光されてs偏光の状態となり、X軸方向に拡散されて第4液晶セル40から出射される。

[0093] 第2の構成に係る液晶光制御素子102に入射する第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1回及びY軸方向に1回拡散され、s偏光の状態に入射して90度の角度で4回旋光されることによりs偏光の状態に出射される。

[0094] 次に、第2偏光成分PL2に着目する。第2偏光成分PL2は、p偏光の状態第1液晶セル10に入射する。第1液晶セル10の第1電極E11は横電界を発生させていない。したがって、第2偏光成分PL2（p偏光）は第1電極E11で拡散されず、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度旋光されてs偏光に遷移する。第2偏光成分PL2（s偏光）は、第2電極E12で拡散されずs偏光の状態第1液晶セル10から出射される。

[0095] 第1液晶セル10を通過した第2偏光成分PL2は、s偏光の状態第2液晶セル20へ入射する。第2液晶セル20では、第1の構成と同様に、第2偏光成分PL2（s偏光）が第1基板S21側でX軸方向に拡散される。第2偏光成分PL2（s偏光）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2偏光成分PL2はs偏光からp偏光へ遷移する。第2液晶セル20の第2電極E22は横電界を発生させていない。したがって、第2偏光成分PL2は第2電極E22で拡散されず、p偏光の状態第2液晶セル20から出射される。

[0096] 第2液晶セル20を通過した第2偏光成分PL2は、p偏光の状態第3液晶セル30へ入射する。第3液晶セル30では、第1の構成と同様に、第2偏光成分PL2（p偏光）が第1基板S31側でY軸方向に拡散される。第2偏光成分PL2（p偏光）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p偏光からs偏光へ遷移する。第3液晶セル30の第2電極E32は横電界を発生させていない。したがって、第2偏光成分PL2は第2電極E32で拡散されず、s偏光の状態第3液晶セル30から出射される。

[0097] 第3液晶セル30を通過した第2偏光成分PL2は、s偏光の状態第4液晶セル40へ入射する。第4液晶セル40の第1電極E41は横電界を発生させていない。したがって、第2偏光成分PL2（s偏光）は第1電極E11で拡散されず、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度旋光されてp偏光に遷移する。そして、第2偏光成分PL2（p偏光）は、第2基板S42で拡散されず第4液晶セル40から出射される。

[0098] 第2の構成に係る液晶光制御素子102に入射する第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1回及びY軸方向に1回拡散され、p偏光の状態に入射して90度の角度で4回旋光されることによりp偏光の状態出射される。

[0099] 第2の構成では、第1偏光成分PL1が、第1液晶セル10で旋光された後にY軸方向に拡散され、第4液晶セル40で旋光された後にX軸方向に拡散され、第2偏光成分PL2が、第2液晶セル20で旋光される前にX軸方向に拡散され、第3液晶セル30で旋光される前にY軸方向に拡散される。すなわち、当該第2の構成では、第1偏光成分PL1のX軸方向への先拡散が0回、後拡散が1回、Y軸方向への先拡散が0回、後拡散が1回となっている。また、第2偏光成分PL2のX軸方向への先拡散が1回、後拡散が0回、Y軸方向への先拡散が1回、後拡散が0回となっている。

[0100] 1-3. 参考例1

図11は、参考例1に係る液晶光制御素子を示す。参考例1では、第1液晶セル10の第1基板S11側の第1帯状電極E11Aに制御信号Aが印加され、第2帯状電極E11Bに制御信号Bが印加され、第2基板S12側の

第3帯状電極E12Aに制御信号Aが印加され、第4帯状電極E12Bに制御信号Bが印加される。第2液晶セル20、第3液晶セル30、及び第4液晶セル40についても同様である。すなわち、いずれの液晶セルにおいても、第1基板(S11、S21、S31、S41)側及び第2基板(S12、S22、S32、S42)側の両方で横電界を発生させている。

[0101] 図11において、第1偏光成分PL1に着目すると、第1偏光成分PL1は、s偏光の状態第1液晶セル10に入射する。第1偏光成分PL1は、第1液晶セル10の第1電極E11側でX軸方向に拡散され、第1液晶層LC1で90度旋光されて、第2電極E12側でY軸方向に拡散される。第1偏光成分PL1は、第2液晶セル20及び第3液晶セル30でそれぞれ90度旋光されつつ透過し、第4液晶セル40の第1電極E41側でY軸方向に拡散され、第4液晶層LC4で90度旋光されて、第2電極E42側でX軸方向に拡散され、s偏光の状態で出射される。

[0102] 図11において、第2偏光成分PL2に着目すると、第2偏光成分PL2は、p偏光の状態第1液晶セル10に入射する。第2偏光成分PL2は、第1液晶セル10で90度旋光され、第1液晶セル10では拡散されないでs偏光の状態第2液晶セル20へ入射する。第2偏光成分PL2は、第2液晶セル20の第1電極E21側でX軸方向に拡散され、第2液晶層LC2で90度旋光されてp偏光となり、第2電極E22側でY軸方向に拡散される。そして、第2偏光成分PL2は、第3液晶セル30の第1電極E31側でY軸方向に拡散され、第3液晶層LC3で90度旋光されてs偏光となり、第2電極E22側でX軸方向に拡散される。その後、第2偏光成分PL2は、第4液晶セル40で90度旋光され、第4液晶セル40では拡散されずp偏光の状態出射される。

[0103] このように、参考例1に係る液晶光制御素子は、第1偏光成分PL1が、第1液晶セル10及び第4液晶セル40でX軸方向及びY軸方向に拡散され、第2偏光成分PL2が、第2液晶セル20及び第3液晶セル30でX軸方向及びY軸方向に拡散される。

[0104] 1-4. 角度特性

図12Aは、第1の構成及び第2の構成に係る液晶光制御素子102の輝度-角度特性のグラフを示す。また、図12Aは、参考例1の特性を同グラフ中に示す。なお、図12Aに示すグラフの横軸は極角を示す。図12Eに示すように、グラフに示す極角は、0度が液晶光制御素子102の光出射面を真正面から見たときを示し、X軸方向にプラス方向とマイナス方向に傾けたときの角度を示す。グラフの縦軸は中心（極角0度）の輝度を100%として規格化したときの輝度を示す。

[0105] 図12Aに示すグラフにおいて、液晶光制御素子102の第1の構成に係る特性は、極角+20度~+40度及び-20度~-40度の範囲の輝度が中心輝度から20%程度下がるものの、同範囲で一定の輝度分布が得られていることが判る。第1の構成では、上記に示す通り各偏光成分を液晶層で旋光される前に拡散し、旋光後には拡散しないようにする構成を採用することで、極角の一定範囲において実質的に平坦な強度分布が得られることを示す。すなわち、液晶セルで所定方向（X軸方向又はY軸方向）に拡散された偏光成分のうち、液晶層で旋光しきれなかった成分が光出射側の電極で再び拡散されないようにすることで、輝度の角度特性においてフラットな特性を得ることができる。

[0106] なお、上記「各偏光成分を液晶層で旋光される前に拡散し、旋光後には拡散しない」とは、ある偏光成分がある液晶パネル内で旋光される前に拡散し、その直後同一の液晶パネル内で旋光後にさらに拡散しないことを言うのであって、ある偏光成分が液晶光制御素子を通過する過程で異なる液晶パネルで拡散することまでは含まない。例えば上記第1の構成において、第1偏光成分は第1液晶セルと第4液晶セルとで拡散しているが、第1液晶セルにおいては旋光前に拡散し（先拡散）、旋光後は拡散せず、第4液晶セルにおいても同様に旋光前に拡散し、旋光後は拡散していない。

[0107] 液晶光制御素子102の第2の構成に係る特性は、極角+20度~+40度及び-20度~-40度の範囲の輝度が中心輝度から40%程度下がるも

の、同範囲で一定の輝度分布が得られていることが判る。第2の構成は、第1偏光成分PL1の拡散が液晶層での旋光後に行われ、第2偏光成分PL2の拡散が旋光前に行われる。第2の構成に係る特性は、極角+20度~+40度及び-20度~-40度の範囲の輝度が低下するものの第1の構成に係る特性に近いプロファイルを有する。このように、それぞれの偏光成分をX軸方向及びY軸方向に各1回拡散させることで、極角+20度~+40度及び-20度~-40度の範囲で比較的フラットな輝度特性が得られることが判る。

[0108] このように、第1の構成と第2の構成を比較すると、第1の構成は液晶光制御素子102を通過する過程で第1偏光成分と第2偏光成分がいずれもX軸方向に1回ずつ先拡散している一方、第2の構成は第1偏光成分がX軸方向に1回後拡散し、第2偏光成分がX軸方向に1回先拡散しており、先拡散の方が後拡散よりも輝度低下を抑制しつつ、一定輝度を維持する極角範囲が広いことが示されている。

[0109] これに対し、参考例1として示す液晶光制御素子の特性は、輝度の強度分布が、極角0度の位置で最も強度が大きく、極角がプラス方向及びマイナス方向（すなわち左右方向）に大きくなるに従い直線的に減少する傾向を示す。参考例1に係る液晶光制御素子は、各偏光成分を液晶層の前後で拡散することにより、輝度の極角方向の変化が第1の構成及び第2の構成における特性と異なっていることが判る。すなわち、液晶セルで偏光成分を旋光の前後で拡散させることで、極角方向に直線状に減少する輝度分布が得られていることが判る。

[0110] より具体的には、参考例1においては、第1偏光成分は、X軸方向に1回先拡散しているが、当該先拡散の直後同じ液晶セル（第1液晶セル）内でY軸方向に後拡散している。また、第2偏光成分は、X軸方向に1回先拡散しているが、当該後拡散の直前に同じ液晶セル（第2液晶セル）内でY軸方向に後拡散している。さらに参考例1においては、第1偏光成分は、Y軸方向に1回先拡散しているが、当該先拡散の直後同じ液晶セル（第4液晶セル）

内でX軸方向に後拡散している。また、第2偏光成分は、Y軸方向に1回先拡散しているが、当該先拡散の直後に同じ液晶セル（第3液晶セル）内でX軸方向に後拡散している。すなわち、参考例1においては、偏光成分ごとにX軸方向に1回の先拡散と1回の後拡散がなされていることになるが、いずれも同一液晶セル内でのY軸方向の拡散を伴うものである。図12Aによれば、このように同一液晶セル内で旋光前後で拡散を伴うと、たとえ先拡散の回数が同じであったとしても、先拡散のみで拡散させた場合（第1の構成）と比較すると、極角が大きくなるにつれて輝度が単調に低下してしまうことが示されている。

[0111] なお、図12Aによれば、第1の構成、第2の構成及び参考例1のいずれについても、極角50度辺りで輝度が極角0度に対して半分となり、それ以降は輝度が同じように低下している。この輝度が半分になるまでの領域を半値幅と称するとすると、第1の構成においては、半値幅を参考例1と同じくしつつ、当該参考例1よりも半値幅内における輝度を向上させつつ一定に保てるものとなり、第2の構成においては、半値幅を参考例1と同じくしつつ、当該参考例1よりも半値幅内における輝度を低下させつつ一定に保てるものとなっている。

[0112] 次に、各構成の出射光のプロファイルを示す。図12Bは、第1の構成における出射光のプロファイルを示す。第1の構成では、第1偏光成分PL1及び第2偏光成分PL2が、各液晶セルの光入射側の電極でX軸方向及びY軸方向に各1回拡散されることで、正方形に近い整った形のプロファイルが得られている。図12Cは、第2の構成における出射光のプロファイルを示す。第2の構成では、第1偏光成分PL1が第1液晶セル10及び第4液晶セル40の第2基板（光出射側の基板）で拡散され、第2偏光成分PL2が第2液晶セル20及び第3液晶セル30の第1基板（光入射側の基板）で拡散されることで、第1の構成と同様に正方形に近いプロファイルが得られている。

[0113] 一方、図12Dは、参考例1における出射光のプロファイルを示す。参考

例1では、第1偏光成分PL1が第1液晶セル10及び第4液晶セル40でX軸方向Y軸方向に2回拡散され、第2偏光成分PL2が第2液晶セル20及び第3液晶セル30でX軸方向及びY軸方向に2回拡散されることで、第1の構成及び第2の構成で得られたプロファイルと比較して円形に近いプロファイルが得られている。

[0114] 図12Aのグラフにおいて、第1の構成及び第2の構成と、参考例1に係る特性を比較すると、各液晶セルにおいて第1基板（光入射側の基板）側で拡散させるようにした方が配光の強度が高くなることが判る。一方、参考例1におけるように、拡散の回数を増やすことで極角0度付近の輝度の低下を小さくすることができる。

[0115] 図12B乃至図12Dに示すように、1つの液晶セルで偏光成分を、液晶層による旋光の前後で拡散させるよりも、旋光される前に拡散させ、旋光後は拡散させない方が、形状の整った（正方形の）プロファイルが得られることが判る。また、1つの液晶セルで偏光成分を、液晶層で旋光する前のみ、旋光された後のみ拡散させることによっても形状の整った（正方形の）プロファイルが得られることが判る。

[0116] 図5A及び図5Bを参照して説明したように、各偏光成分は、各液晶セルを通過する過程で旋光しきれない偏光成分が一部残存してしまうので、一つの液晶セルの中で旋光前後に異なる方向に拡散させるよりも、対応する偏光成分を別の液晶セルで拡散させるようにすることで配光特性を高めることができ、形状が整った照射プロファイルを得ることができる。

[0117] 本実施形態によれば、4段に配置された液晶セルにおいて、各偏光成分を液晶層で旋光される前に拡散し旋光後には拡散しないようにする構成を採用することで、極角の一定範囲において実質的に平坦な強度分布を得ることができ、形状が整った照射プロファイルを得ることができる。また、4段に配置された液晶セルにおいて、各偏光成分を液晶層で旋光する前、又は旋光された後に拡散し、1つの液晶セルで旋光の前後に拡散させない構成を採用することによっても極角の一定範囲において実質的に平坦な強度分布を得るこ

とができ、形状が整った照射プロファイルを得ることができる。

[0118] [第2実施形態]

本実施形態は、液晶光制御素子が5つの液晶セルで構成される例を示す。各液晶セルは、一对の基板間の液晶層が設けられ、少なくとも一方の基板に図1に示すような帯状電極が設けられている。

[0119] 2-1. 第3の構成

図13は、第3の構成に係る液晶光制御素子102の各液晶セルにおける電極配置と、液晶光制御素子102に入射した光が各液晶セルを透過するときの状態を示す。第3の構成に係る液晶光制御素子102は、第1乃至第5液晶セルを有する。各液晶セルの構成は、第1実施形態において説明したように、第1基板側の第1電極が帯状電極で構成され、第2基板側の第2電極が帯状電極で構成されている。

[0120] 図13に示すように、第3の構成に係る液晶光制御素子102は、光入射側から出射側にかけて第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、及び第5液晶セル50が重畳するように配置されている。

[0121] 第1液晶セル10は、第1基板S11側の第1帯状電極E11A及び第2帯状電極E11Bの延在方向がX軸方向に延在するように配置され、第2基板S12側の第3帯状電極E12A及び第4帯状電極E12Bの延在方向がY軸方向に延在するように配置される。第2液晶セル20及び第3液晶セル30は、第1基板S21、S31側の第1帯状電極E21A、E31A及び第2帯状電極E21B、E31Bの延在方向がY軸方向に延在するように配置され、第2基板S22、S32側の第3帯状電極E22A、E32A及び第4帯状電極E22B、E32Bの延在方向がX軸方向に延在するように配置される。第4液晶セル40及び第5液晶セル50は、第1基板S41、S51側の第1帯状電極E41A、E51A及び第2帯状電極E41B、E51Bの延在方向がX軸方向に延在するように配置され、第2基板S42、S52側の第3帯状電極E42A、E52A及び第4帯状電極E42B、E5

2 Bの延在方向がY軸方向に延在するように配置される。また、各液晶セルの配向膜の配向方向は、帯状電極の延在方向が延在する方向と交差する方向に配置されている点も第1実施形態と同様である。本実施形態はまた、図9や図10に示す第1の実施形態の変形例の構成にさらに入射側に1つの液晶セルを追加して積層した構成であるともいえる。また、当該追加した液晶セルは、当該第1の実施形態の変形例で言うところの第3乃至第4液晶セルと同じ液晶セルであってこれら液晶セルと同じ向きに配置されているともいえる。

[0122] 図13は、第1実施形態と同様に、制御信号が印加され横電界を形成している電極をハッチングで示す。また、図13には表が挿入されており、第1偏光成分PL1及び第2偏光成分PL2を含む光が各液晶セルの第1電極、液晶層、第2電極を通過するときのそれぞれの偏光成分の状態を、透過、旋光、拡散という用語によって示す。

[0123] 表3は、図13に示す第3の構成に係る液晶光制御素子102の各液晶セルに印加される制御信号を示す。

[表3]

液晶光制御素子：102				制御信号
第1液晶セル 10	第1基板 S11	第1電極 E11	第1帯状電極：E11A	A
			第2帯状電極：E11B	B
	第2基板 S12	第2電極 E12	第3帯状電極：E12A	E
			第4帯状電極：E12B	E
第2液晶セル 20	第1基板 S21	第1電極 E21	第1帯状電極：E21A	A
			第2帯状電極：E21B	B
	第2基板 S22	第2電極 E22	第3帯状電極：E22A	E
			第4帯状電極：E22B	E
第3液晶セル 30	第1基板 S31	第1電極 E31	第1帯状電極：E31A	A
			第2帯状電極：E31B	B
	第2基板 S32	第2電極 E32	第3帯状電極：E32A	E
			第4帯状電極：E32B	E
第4液晶セル 40	第1基板 S41	第1電極 E41	第1帯状電極：E41A	A
			第2帯状電極：E41B	B
	第2基板 S42	第2電極 E42	第3帯状電極：E42A	E
			第4帯状電極：E42B	E
第5液晶セル 50	第1基板 S51	第1電極 E51	第1帯状電極：E51A	A
			第2帯状電極：E51B	B
	第2基板 S52	第2電極 E52	第3帯状電極：E52A	E
			第4帯状電極：E52B	E

[0124] 表3に示すように第3の構成に係る液晶光制御素子102の各液晶セルには、第1基板側（光入射側）の第1電極（第1帯状電極、第2帯状電極）に矩形波の制御信号A、Bが印加され、第2基板側（光出射側）の第2電極（第3帯状電極、第4帯状電極）には一定電圧の制御信号Eが印加される。すなわち、図13に示す第3の構成に係る液晶光制御素子102は、各液晶セルの第1電極に制御信号A、Bが印加され、第2電極に制御信号Eが印加され、第1基板側でのみ横電界が発生している。

[0125] 次に、第3の構成に係る液晶光制御素子102に入射した光が拡散、旋光、透過する状態を説明する。第3の構成においても、第1偏光成分PL1の初期状態（液晶光制御素子102に入射する直前の状態）はs偏光であり、第2偏光成分PL2の初期状態はp偏光であるものとする。

[0126] 図13において、第1偏光成分PL1に着目する。第1偏光成分PL1は、s偏光の状態第1液晶セル10に入射する。第1液晶セル10に入射した第1偏光成分PL1（s偏光）は、第1電極E11で拡散されず、第1液晶層LC1で90度旋光されてp偏光となり、第2電極E12で拡散されず、第1液晶セル10から出射される。第2液晶セル20に入射した第1偏光成分PL1（p偏光）は、第1電極E21で拡散されず、第2液晶層LC2で90度旋光されてs偏光となり、第2電極E22で拡散されず、第2液晶セル20から出射される。第3液晶セル30に入射した第1偏光成分PL1（s偏光）は、第1電極E31でX軸方向に拡散され、第3液晶層LC3で90度旋光されてp偏光となり、第2電極E32で拡散されず、第3液晶セル30から出射される。第4液晶セル40に入射した第1偏光成分PL1（p偏光）は、第1電極E41でY軸方向に拡散され、第4液晶層LC4で90度旋光されてs偏光となり、第2電極E42で拡散されず、第4液晶セル40から出射される。第5液晶セル50に入射した第1偏光成分PL1（s偏光）は、第1電極E51で拡散されず、第5液晶層LC5で90度旋光されてp偏光となり、第2電極E52で拡散されず、第5液晶セル50から出射される。このように、第3の構成に係る液晶光制御素子102に入射した

第1偏光成分PL1 (s偏光)は、X軸方向に1回及びY軸方向に1回拡散され、液晶層で5回旋光されてp偏光の状態が出射される。

[0127] 図13において、第2偏光成分PL2に着目する。第2偏光成分PL2は、p偏光の状態第1液晶セル10に入射する。第1液晶セル10に入射した第2偏光成分PL2 (p偏光)は、第1電極E11でY軸方向に拡散され、第1液晶層LC1で90度旋光されてs偏光となり、第2電極E12で拡散されず、第1液晶セル10から出射される。第2液晶セル20に入射した第2偏光成分PL2 (s偏光)は、第1電極E21でX軸方向に拡散され、第2液晶層LC2で90度旋光されてp偏光となり、第2電極E22で拡散されず、第2液晶セル20から出射される。第3液晶セル30に入射した第2偏光成分PL2 (p偏光)は、第1電極E31で拡散されず、第3液晶層LC3で90度旋光されてs偏光となり、第2電極E32で拡散されず、第3液晶セル30から出射される。第4液晶セル40に入射した第2偏光成分PL2 (s偏光)は、第1電極E41で拡散されず、第4液晶層LC4で90度旋光されてp偏光となり、第2電極E42で拡散されず、第4液晶セル40から出射される。第5液晶セル50に入射した第2偏光成分PL2 (p偏光)は、第1電極E51でY軸方向に拡散され、第5液晶層LC5で90度旋光されてs偏光となり、第2電極E52で拡散されず、第5液晶セル50から出射される。このように、第3の構成に係る液晶光制御素子102に入射した第2偏光成分PL2 (p偏光)は、X軸方向に1回及びY軸方向に2回拡散され、液晶層で5回旋光されてs偏光の状態が出射される。

[0128] 第3の構成では、第1偏光成分PL1が、第3液晶セル30で旋光される前にX軸方向に拡散され、第4液晶セル40で旋光される前にY軸方向に拡散され、第2偏光成分PL2が、第2液晶セル20で旋光される前にX軸方向に拡散され、第3液晶セル30で旋光される前にY軸方向に拡散され、さらに第5液晶セル50で旋光される前にY軸方向に拡散される。なお、第3の構成において、第2電極E12、E22、E32、E42、E52を、図6に示すような面状(平板状又はベタ状ともいう。)の電極、又は図8に示

すように第2電極を設けない構成としてもよい。

[0129] 2-2. 第4の構成

第4の構成は、液晶光制御素子が偏光成分を、第1液晶セル10、第2液晶セル20、及び第5液晶セル50の第1電極E11、E41、E51側（光入射側）で拡散させず、第2電極E12、E42、E52側（光出射側）で拡散させるようにし、第3液晶セル30及び第4液晶セル40の第1電極E21、E31側（光入射側）で拡散させ、第2電極E22、E32側で拡散させないようにしている。

[0130] 図14は、第4の構成に係る液晶光制御素子102の各液晶セルにおける電極配置と、液晶光制御素子102に入射した光が各液晶セルを透過するときの状態を示す。各液晶セルの帯状電極の配置は第3の構成と同じである。

[0131] 表4は、図14に示す第4の構成に係る液晶光制御素子102の各液晶セルに印加される制御信号を示す。

[表4]

液晶光制御素子：102				制御信号
第1液晶セル 10	第1基板 S11	第1電極 E11	第1帯状電極：E11A	E
			第2帯状電極：E11B	E
	第2基板 S12	第2電極 E12	第3帯状電極：E12A	A
			第4帯状電極：E12B	B
第2液晶セル 20	第1基板 S21	第1電極 E21	第1帯状電極：E21A	E
			第2帯状電極：E21B	E
	第2基板 S22	第2電極 E22	第3帯状電極：E22A	A
			第4帯状電極：E22B	B
第3液晶セル 30	第1基板 S31	第1電極 E31	第1帯状電極：E31A	A
			第2帯状電極：E31B	B
	第2基板 S32	第2電極 E32	第3帯状電極：E32A	E
			第4帯状電極：E32B	E
第4液晶セル 40	第1基板 S41	第1電極 E41	第1帯状電極：E41A	A
			第2帯状電極：E41B	B
	第2基板 S42	第2電極 E42	第3帯状電極：E42A	E
			第4帯状電極：E42B	E
第5液晶セル 50	第1基板 S51	第1電極 E51	第1帯状電極：E51A	E
			第2帯状電極：E51B	E
	第2基板 S52	第2電極 E52	第3帯状電極：E52A	A
			第4帯状電極：E52B	B

[0132] 表4に示すように第4の構成に係る液晶光制御素子102は、第1液晶セ

ル10、第2液晶セル20、及び第5液晶セル50では、光入射側の第1電極E11、E21、E51（第1帯状電極E11A、E21A、E51A、第2帯状電極E11B、E21B、E51B）に一定電圧の制御信号Eが印加され、旋光後光出射側の第2電極E12、E22、E52（第3帯状電極E12A、E22A、E52A、第4帯状電極E12B、E22B、E52B）には制御信号A、Bが印加される。また、第3液晶セル30、及び第4液晶セル40では、光入射側の第1電極E31、E41（第1帯状電極E31A、E41A、第2帯状電極E31B、E41B）には制御信号A、Bが印加され、第2電極E32、E42（第3帯状電極E32A、E42A、第4帯状電極E32B、E42B）に一定電圧の制御信号Eが印加される。すなわち、図14に示す第4の構成に係る液晶光制御素子102は、第1液晶セル10、第2液晶セル20、及び第5液晶セル50の第1基板S11、S21、S51の側では横電界を発生させず、第2基板S12、S22、S52の側で横電界を発生させ、第3液晶セル30及び第4液晶セル40では第1基板S31、S41の側で横電界を発生させ、第2基板S32、S42の側では横電界を発生させないようにされている。

[0133] 次に、第4の構成に係る液晶光制御素子102に入射した光が拡散、旋光、透過する状態を説明する。第4の構成においても、第1偏光成分PL1の初期状態（液晶光制御素子102に入射する直前の状態）はs偏光であり、第2偏光成分PL2の初期状態はp偏光であるものとする。

[0134] 図14において、第1偏光成分PL1に着目する。第1偏光成分PL1は、s偏光の状態第1液晶セル10に入射する。第1液晶セル10に入射した第1偏光成分PL1（s偏光）は、第1電極E11で拡散されず、第1液晶層LC1で90度旋光されてp偏光となり、第2電極E12で拡散されず、第1液晶セル10から出射される。第2液晶セル20に入射した第1偏光成分PL1（p偏光）は、第1電極E21で拡散されず、第2液晶層LC2で90度旋光されてs偏光となり、第2電極E22で拡散されず、第2液晶セル20から出射される。第3液晶セル30に入射した第1偏光成分PL1

(s 偏光) は、第 1 電極 E 3 1 で X 軸方向に拡散され、第 3 液晶層 L C 3 で 90 度旋光されて p 偏光となり、第 2 電極 E 3 2 で拡散されず、第 3 液晶セル 3 0 から出射される。第 4 液晶セル 4 0 に入射した第 1 偏光成分 P L 1 (p 偏光) は、第 1 電極 E 4 1 で Y 軸方向に拡散され、第 4 液晶層 L C 4 で 90 度旋光されて s 偏光となり、第 2 電極 E 4 2 で拡散されず、第 4 液晶セル 4 0 から出射される。第 5 液晶セル 5 0 に入射した第 1 偏光成分 P L 1 (s 偏光) は、第 1 電極 E 5 1 で拡散されず、第 5 液晶層 L C 5 で 90 度旋光されて p 偏光となり、第 2 電極 E 5 2 で拡散されず、第 5 液晶セル 5 0 から出射される。このように、第 4 の構成に係る液晶光制御素子 1 0 2 に入射した第 1 偏光成分 P L 1 (s 偏光) は、X 軸方向に 1 回及び Y 軸方向に 1 回拡散され、液晶層で 5 回旋光されて p 偏光の状態が出射される。

[0135] 図 1 4 において、第 2 偏光成分 P L 2 に着目する。第 2 偏光成分 P L 2 は、p 偏光の状態第 1 液晶セル 1 0 に入射する。第 1 液晶セル 1 0 に入射した第 2 偏光成分 P L 2 (p 偏光) は、第 1 電極 E 1 1 で拡散されず、第 1 液晶層 L C 1 で 90 度旋光されて s 偏光となり、第 2 電極 E 1 2 で X 軸方向に拡散され、第 1 液晶セル 1 0 から出射される。第 2 液晶セル 2 0 に入射した第 2 偏光成分 P L 2 (s 偏光) は、第 1 電極 E 2 1 で拡散されず、第 2 液晶層 L C 2 で 90 度旋光されて p 偏光となり、第 2 電極 E 2 2 で Y 軸方向に拡散され、第 2 液晶セル 2 0 から出射される。第 3 液晶セル 3 0 に入射した第 2 偏光成分 P L 2 (p 偏光) は、第 1 電極 E 3 1 で拡散されず、第 3 液晶層 L C 3 で 90 度旋光されて s 偏光となり、第 2 電極 E 3 2 で拡散されず、第 3 液晶セル 3 0 から出射される。第 4 液晶セル 4 0 に入射した第 2 偏光成分 P L 2 (s 偏光) は、第 1 電極 E 4 1 で拡散されず、第 4 液晶層 L C 4 で 90 度旋光されて p 偏光となり、第 2 電極 E 4 2 で拡散されず、第 4 液晶セル 4 0 から出射される。第 5 液晶セル 5 0 に入射した第 2 偏光成分 P L 2 (p 偏光) は、第 1 電極 E 5 1 で拡散されず、第 5 液晶層 L C 5 で 90 度旋光されて s 偏光となり、第 2 電極 E 5 2 で X 軸方向に拡散され、第 5 液晶セル 5 0 から出射される。このように、第 4 の構成に係る液晶光制御素子 1 0 2 に

入射した第2偏光成分PL2（p偏光）は、X軸方向に2回及びY軸方向に1回拡散され、液晶層で5回旋光されてs偏光の状態に出射される。

[0136] 第4の構成では、第1偏光成分PL1が、第3液晶セル30で旋光される前にX軸方向に拡散され、第4液晶セル40で旋光される前にY軸方向に拡散され、第2偏光成分PL2が、第1液晶セル10で旋光された後にX軸方向に拡散され、第2液晶セル20で旋光された後にY軸方向に拡散され、第5液晶セル50で旋光された後にX軸方向に拡散される。

[0137] 2-3. 参考例2

図15は、参考例2に係る液晶光制御素子を示す。参考例2は、第1液晶セル10の第1基板S11側の第1帯状電極E11Aに制御信号Aが印加され、第2帯状電極E11Bに制御信号Bが印加され、第2基板S12側の第3帯状電極E12Aに制御信号Aが印加され、第4帯状電極E12Bに制御信号Bが印加される。第2液晶セル20、第3液晶セル30、第4液晶セル40、及び第5液晶セル50についても同様である。すなわち、第1乃至第5液晶セルの全てにおいて両基板側で横電界が発生している。

[0138] 図15において、第1偏光成分PL1に着目すると、第1偏光成分PL1は、s偏光の状態第1液晶セル10に入射する。第1偏光成分PL1は、第1液晶セル10で拡散されず、第1液晶層LC1で90度旋光されてp偏光の状態となる。第1偏光成分PL1は、第2液晶セル20でも拡散されず、第2液晶層LC2で90度旋光されて再びs偏光の状態となる。第1偏光成分PL1は、s偏光の状態第3液晶セル30に入射し、第1電極E31でX軸方向に拡散され、第3液晶層LC3で90度旋光されてp偏光の状態となり、第2電極E32でY軸方向に拡散される。第1偏光成分PL1は、p偏光の状態第4液晶セル40に入射し、第1電極E41でY軸方向に拡散され、第4液晶層LC4で90度旋光されてs偏光の状態となり、第2電極E42でX軸方向に拡散される。第1偏光成分PL1は、第5液晶セル50では拡散されず、第5液晶層LC5で90度旋光されてp偏光の状態に出射される。

[0139] 図15において、第2偏光成分PL2に着目すると、第2偏光成分PL2は、p偏光の状態第1液晶セル10に入射する。第2偏光成分PL2は、第1電極E11でY軸方向に拡散され、第1液晶層LC1で90度旋光されs偏光の状態となり、第2電極E12でX軸方向に拡散される。第2偏光成分PL2は、s偏光の状態第2液晶セル20に入射し、第1電極E21でX軸方向に拡散され、第2液晶層LC2で90度旋光されてp偏光の状態となり、第2電極E22でY軸方向に拡散される。第2偏光成分PL2は、第3液晶セル30では拡散されず、第3液晶層LC3で90度旋光されてs偏光の状態となる。第2偏光成分PL2は、第4液晶セルでも拡散されず、第4液晶層LC4で90度拡散されてp偏光の状態となる。第2偏光成分PL2は、p偏光の状態第5液晶セル50に入射し、第1電極E51でY軸方向に拡散され、第5液晶層LC5で90度旋光されてs偏光の状態となり、第2電極E52でX軸方向に拡散されて、s偏光の状態で出射される。

[0140] このように、参考例2に係る液晶光制御素子は、第1偏光成分PL1が、第3液晶セル30及び第4液晶セル40でX軸方向及びY軸方向に拡散され、第2偏光成分PL2が、第1液晶セル10、第2液晶セル20、及び第5液晶セル50でX軸方向及びY軸方向に拡散される。

[0141] 2-4. 角度特性

図16は、第3の構成及び第4の構成に係る液晶光制御素子102の輝度-角度特性のグラフを示す。また、図16は、参考例2の特性を同グラフ中に示す。なお、図16に示すグラフは、図12Aと同様に、の横軸は極角を示し、縦軸は中心（極角0度）の輝度を100%として規格化したときの輝度を示す。

[0142] 図16に示すグラフにおいて、液晶光制御素子102の第3の構成に係る特性は、極角+10度~+45度付近まで、及び-10度~-45度付近までの範囲の輝度が中心輝度から5%程度下がるものの、同範囲で一定の輝度分布が得られていることが判る。第3の構成では、各偏光成分を液晶層で旋光される前に拡散し、旋光後には拡散しないようにする構成を採用すること

で、極角の一定範囲において実質的に平坦な強度分布が得られることを示す。さらに、第1の構成と比べると、輝度分布が一定となる極角の範囲が広がっていることが判る。

[0143] 液晶光制御素子102の第4の構成に係る特性は、極角+20度~+45度付近まで、及び-20度~-45度付近までの範囲の輝度が中心輝度から45%程度下がるものの、同範囲で一定の輝度分布が得られていることが判る。第4の構成は、第1偏光成分PL1の拡散が液晶層での旋光前に行われ、第2偏光成分PL2の拡散が旋光後に行われる。第4の構成に係る特性は、極角+20度~+45度付近、及び-20度~-45度の範囲の輝度が低下するものの第4の構成に係る特性に近いプロファイルが得られている。

[0144] このように、第3の構成と第4の構成を比較すると、第3の構成は液晶光制御素子102を通過する過程で第1偏光成分と第2偏光成分がいずれもX軸方向に1回ずつ先拡散している一方、第4の構成は第1偏光成分がX軸方向に1回先拡散し、第2偏光成分がX軸方向に2回後拡散しており、先拡散2回の方が先拡散1回と後拡散2回よりも輝度低下を抑制しつつ、一定輝度を維持する極角範囲が広いことが示されている。

[0145] 第3の構成を第1の構成と比較すると、輝度が相対的に高くなり、輝度が一定となる極角の範囲が広がっている。第4の構成を第2の構成と比べた場合でも同様の傾向が見られる。このような特性の変化は、第2偏光成分PL2が拡散される回数が、第1の構成と比べて1回多いことも原因の一つとして考えられる。

[0146] 参考例2として示す液晶光制御素子の特性は、輝度の強度分布が、極角0度の位置で最も強度が大きく、極角がプラス方向及びマイナス方向（すなわち左右方向）に大きくなるに従い直線的に減少する傾向を示す。参考例2に係る液晶光制御素子は、参考例1の場合と同様に、各偏光成分を液晶層の前後で拡散することにより、極角方向に直線状に減少する輝度分布が得られていることが判る。

[0147] より具体的には、参考例2においては、第1偏光成分は、X軸方向に1回

先拡散しているが、当該先拡散の直後同じ液晶セル（第3液晶セル）内でY軸方向に後拡散している。また、第2偏光成分は、X軸方向に1回先拡散しているが、当該後拡散の直前に同じ液晶セル（第2液晶セル）内でY軸方向に後拡散している。さらに参考例2においては、第1偏光成分は、Y軸方向に1回先拡散しているが、当該先拡散の直後同じ液晶セル（第4液晶セル）内でX軸方向に後拡散している。また、第2偏光成分は、第1液晶セルと第5液晶セル内でY軸方向に1回先拡散し、当該先拡散の直後に同じ液晶セル内でX軸方向に1回後拡散している。すなわち、参考例2においては、第1偏光成分でX軸方向に1回の先拡散と1回の後拡散がなされていることになるが、いずれも同一液晶セル内でのY軸方向の拡散を伴うものである。また、参考例2においては、第2偏光成分でX軸方向に1回の先拡散と2回の後拡散がなされていることになるが、いずれも同一液晶セル内でのY軸方向の拡散を伴うものである。図16によれば、このように同一液晶セル内で旋光前後で拡散を伴うと、たとえ先拡散の回数と同じであったとしても、先拡散のみで拡散させた場合（第3の構成）と比較すると、極角が大きくなるにつれて輝度が単調に低下してしまうことが示されている。

[0148] なお、図16によれば、第3の構成においては、半値幅を参考例2と同じくしつつ、当該参考例2よりも半値幅内における輝度を向上させつつ一定に保てるものとなり、第4の構成においては、半値幅を参考例2と同じくしつつ、当該参考例2よりも半値幅内における輝度を低下させつつ一定に保てるものとなっている。

[0149] 本実施形態によれば、5段に配置された液晶セルにおいて、各偏光成分を液晶層で旋光される前に拡散し旋光後には拡散しないようにする構成を採用することで、極角の一定範囲において実質的に平坦な強度分布を得ることができる。また、5段に配置された液晶セルにおいて、各偏光成分を液晶層で旋光する前、又は旋光された後に拡散し、1つの液晶セルで旋光の前後に拡散させない構成を採用することによっても極角の一定範囲において実質的に平坦な強度分布を得ることができる。

[0150] [第3実施形態]

3-1. 第5の構成

図17は、第5の構成に係る液晶光制御素子102の各液晶セルにおける電極配置と、液晶光制御素子102に入射した光が各液晶セルを透過するときの状態を示す。第5の構成に係る液晶光制御素子102は、第1乃至第6の液晶セルを有する。各液晶セルの構成は、第1実施形態において説明したように、第1基板側の第1電極が帯状電極で構成され、第2基板側の第2電極が帯状電極で構成されている。

[0151] 図17に示すように、第5の構成に係る液晶光制御素子102は、光入射側から出射側にかけて第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、第5液晶セル50、及び第6液晶セル60が重畳するように配置されている。

[0152] 第1液晶セル10及び第2液晶セル20は、第1基板S11、S21側の第1帯状電極E11A、E21A、及び第2帯状電極E11B、E21Bの延在方向がX軸方向に延在するように配置され、第2基板S12、S22側の第3帯状電極E12A、E22A、及び第4帯状電極E12B、E22Bの延在方向がY軸方向に延在するように配置される。第3液晶セル30及び第4液晶セル40は、第1基板S31、S41側の第1帯状電極E31A、E41A、及び第2帯状電極E31B、E41Bの延在方向がY軸方向に延在するように配置され、第2基板S32、S42側の第3帯状電極E32A、E42A、及び第4帯状電極E32B、E42Bの延在方向がX軸方向に延在するように配置される。第5液晶セル50及び第6液晶セル60は、第1基板S51、S61側の第1帯状電極E51A、E61A、及び第2帯状電極E51B、E61Bの延在方向がX軸方向に延在するように配置され、第2基板S52、S62側の第3帯状電極E52A、E62A、及び第4帯状電極E52B、E62Bの延在方向がY軸方向に延在するように配置される。また、各液晶セルの配向膜の配向方向は、帯状電極の延在方向が延在する方向と交差する方向に配置されている点も第1実施形態と同様である。

[0153] このように、第5の構成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と、第5液晶セル50及び第6液晶セル60の帯状電極の配置が同じであり、これらの液晶セルに対して第3液晶セル30及び第4液晶セル40は帯状電極の配置が90度回転した状態で配置されている。本実施形態はまた、図9や図10に示す第1の実施形態の変形例の構成にさらに入射側に2つの液晶セルを追加して積層した構成であるともいえる。また、当該追加した液晶セルは、当該第1の実施形態の変形例で言うところの第3乃至第4液晶セルと同じ液晶セルであってこれら液晶セルと同じ向きに配置されているともいえる。

[0154] 図17は、第1実施形態と同様に、制御信号が印加され横電界を形成している電極をハッチングで示す。また、図17には表が挿入されており、第1偏光成分PL1及び第2偏光成分PL2を含む光が各液晶セルの第1電極、液晶層、第2電極を通過するときのそれぞれの偏光成分の状態を、透過、旋光、拡散という用語によって示す。

[0155] 表5は、図17に示す第5の構成に係る液晶光制御素子102の各液晶セルに印加される制御信号を示す。

[表5]

液晶光制御素子：102				制御信号
第1液晶セル 10	第1基板 S11	第1電極 E11	第1帯状電極：E11A	A
			第2帯状電極：E11B	B
	第2基板 S12	第2電極 E12	第3帯状電極：E12A	E
			第4帯状電極：E12B	E
第2液晶セル 20	第1基板 S21	第1電極 E21	第1帯状電極：E21A	A
			第2帯状電極：E21B	B
	第2基板 S22	第2電極 E22	第3帯状電極：E22A	E
			第4帯状電極：E22B	E
第3液晶セル 30	第1基板 S31	第1電極 E31	第1帯状電極：E31A	A
			第2帯状電極：E31B	B
	第2基板 S32	第2電極 E32	第3帯状電極：E32A	E
			第4帯状電極：E32B	E
第4液晶セル 40	第1基板 S41	第1電極 E41	第1帯状電極：E41A	A
			第2帯状電極：E41B	B
	第2基板 S42	第2電極 E42	第3帯状電極：E42A	E
			第4帯状電極：E42B	E
第5液晶セル 50	第1基板 S51	第1電極 E51	第1帯状電極：E51A	A
			第2帯状電極：E51B	B
	第2基板 S52	第2電極 E52	第3帯状電極：E52A	E
			第4帯状電極：E52B	E
第6液晶セル 60	第1基板 S61	第1電極 E61	第1帯状電極：E61A	A
			第2帯状電極：E61B	B
	第2基板 S62	第2電極 E62	第3帯状電極：E62A	E
			第4帯状電極：E62B	E

[0156] 表5に示すように第5の構成に係る液晶光制御素子102の各液晶セルには、第1基板側（光入射側）の第1電極（第1帯状電極、第2帯状電極）に矩形波の制御信号A、Bが印加され、第2基板側（光出射側）の第2電極（第3帯状電極、第4帯状電極）には一定電圧の制御信号Eが印加される。すなわち、図17に示す第5の構成に係る液晶光制御素子102は、各液晶セルの第1電極に制御信号A、Bが印加され、第2電極に制御信号Eが印加され、第1基板側でのみ横電界が発生している。

[0157] 次に、第5の構成に係る液晶光制御素子102に入射した光が拡散、旋光、透過する状態を説明する。第5の構成においても、第1偏光成分PL1の初期状態（液晶光制御素子102に入射する直前の状態）はs偏光であり、第2偏光成分PL2の初期状態はp偏光であるものとする。

[0158] 図17において、第1偏光成分PL1に着目する。第1偏光成分PL1は、s偏光の状態第1液晶セル10に入射する。第1液晶セル10に入射した第1偏光成分PL1（s偏光）は、第1電極E11で拡散されず、第1液晶層LC1で90度旋光されてp偏光となり、第2電極E12で拡散されず、第1液晶セル10から出射される。第2液晶セル20に入射した第1偏光成分PL1（p偏光）は、第1電極E21でY軸方向に拡散され、第2液晶層LC2で90度旋光されてs偏光となり、第2電極E22で拡散されず、第2液晶セル20から出射される。第3液晶セル30に入射した第1偏光成分PL1（s偏光）は、第1電極E31でX軸方向に拡散され、第3液晶層LC3で90度旋光されてp偏光となり、第2電極E32で拡散されず、第3液晶セル30から出射される。第4液晶セル40に入射した第1偏光成分PL1（p偏光）は、第1電極E41で拡散されず、第4液晶層LC4で90度旋光されてs偏光となり、第2電極E42で拡散されず、第4液晶セル40から出射される。第5液晶セル50に入射した第1偏光成分PL1（s偏光）は、第1電極E51で拡散されず、第5液晶層LC5で90度旋光されてp偏光となり、第2電極E52で拡散されず、第5液晶セル50から出射される。第6液晶セル60に入射した第1偏光成分PL1（p偏光）は、第1電極E61でY軸方向に拡散され、第6液晶層LC6で90度旋光されてs偏光となり、第2電極E62で拡散されず、第6液晶セル60から出射される。このように、第5の構成に係る液晶光制御素子102に入射した第1偏光成分PL1（s偏光）は、X軸方向に1回及びY軸方向に2回拡散され、液晶層で6回旋光されてs偏光の状態出射される。

[0159] 図17において、第2偏光成分PL2に着目する。第2偏光成分PL2は、p偏光の状態第1液晶セル10に入射する。第1液晶セル10に入射した第2偏光成分PL2（p偏光）は、第1電極E11でY軸方向に拡散され、第1液晶層LC1で90度旋光されてs偏光となり、第2電極E12で拡散されず、第1液晶セル10から出射される。第2液晶セル20に入射した第2偏光成分PL2（s偏光）は、第1電極E21で拡散されず、第2液晶

層LC2で90度旋光されてp偏光となり、第2電極E22で拡散されず、第2液晶セル20から出射される。第3液晶セル30に入射した第2偏光成分PL2（p偏光）は、第1電極E31で拡散されず、第3液晶層LC3で90度旋光されてs偏光となり、第2電極E32で拡散されず、第3液晶セル30から出射される。第4液晶セル40に入射した第2偏光成分PL2（s偏光）は、第1電極E41でX軸方向に拡散され、第4液晶層LC4で90度旋光されてp偏光となり、第2電極E42で拡散されず、第4液晶セル40から出射される。第5液晶セル50に入射した第2偏光成分PL2（p偏光）は、第1電極E51でY軸方向に拡散され、第5液晶層LC5で90度旋光されてs偏光となり、第2電極E52で拡散されず、第5液晶セル50から出射される。第6液晶セル60に入射した第2偏光成分PL2（s偏光）は、第1電極E61で拡散されず、第6液晶層LC6で90度旋光されてp偏光となり、第2電極E62で拡散されず、第6液晶セル60から出射される。このように、第5の構成に係る液晶光制御素子102に入射した第2偏光成分PL2（p偏光）は、X軸方向に1回及びY軸方向に2回拡散され、液晶層で6回旋光されてs偏光の状態が出射される。

[0160] 第5の構成では、第1偏光成分PL1が、第2液晶セル20及び第6液晶セル60で旋光される前にY軸方向にそれぞれ拡散され、第3液晶セル30で旋光される前にX軸方向に拡散され、第2偏光成分PL2が、第1液晶セル10及び第5液晶セル50で旋光される前にY軸方向にそれぞれ拡散され、第3液晶セル30で旋光される前にX軸方向に拡散される。なお、第5の構成において、第2電極E12、E22、E32、E42、E52、E62を、図6に示すような面状（平板状又はベタ状ともいう。）の電極、又は図8に示すように第2電極を設けない構成としてもよい。

[0161] 3-2. 第6の構成

第6の構成は、液晶光制御素子が偏光成分を、第1液晶セル10、第4液晶セル40、及び第5液晶セル50の第1電極E11、E41、E51側（光入射側）で拡散させ、第2電極E12、E42、E52側（光出射側）で

拡散させないようにし、第2液晶セル20、第3液晶セル30、及び第6液晶セル60の第1電極E21、E31、E61側（光入射側）で拡散させないようにし、第2電極E22、E32、E62側（光出射側）で拡散させている。

[0162] 図18は、第6の構成に係る液晶光制御素子102の各液晶セルにおける電極配置と、液晶光制御素子102に入射した光が各液晶セルを透過するときの状態を示す。各液晶セルの帯状電極の配置は第5の構成と同じである。

[0163] 表6は、図18に示す第6の構成に係る液晶光制御素子102の各液晶セルに印加される制御信号を示す。

[表6]

液晶光制御素子：102				制御信号
第1液晶セル 10	第1基板 S11	第1電極 E11	第1帯状電極：E11A	A
			第2帯状電極：E11B	B
	第2基板 S12	第2電極 E12	第3帯状電極：E12A	E
			第4帯状電極：E12B	E
第2液晶セル 20	第1基板 S21	第1電極 E21	第1帯状電極：E21A	E
			第2帯状電極：E21B	E
	第2基板 S22	第2電極 E22	第3帯状電極：E22A	A
			第4帯状電極：E22B	B
第3液晶セル 30	第1基板 S31	第1電極 E31	第1帯状電極：E31A	E
			第2帯状電極：E31B	E
	第2基板 S32	第2電極 E32	第3帯状電極：E32A	A
			第4帯状電極：E32B	B
第4液晶セル 40	第1基板 S41	第1電極 E41	第1帯状電極：E41A	A
			第2帯状電極：E41B	B
	第2基板 S42	第2電極 E42	第3帯状電極：E42A	E
			第4帯状電極：E42B	E
第5液晶セル 50	第1基板 S51	第1電極 E51	第1帯状電極：E51A	A
			第2帯状電極：E51B	B
	第2基板 S52	第2電極 E52	第3帯状電極：E52A	E
			第4帯状電極：E52B	E
第6液晶セル 60	第1基板 S61	第1電極 E61	第1帯状電極：E61A	E
			第2帯状電極：E61B	E
	第2基板 S62	第2電極 E62	第3帯状電極：E62A	A
			第4帯状電極：E62B	B

[0164] 表6に示すように第6の構成に係る液晶光制御素子102は、第1液晶セル10、第4液晶セル40、及び第5液晶セル50では、光入射側の第1電

極E 1 1、E 4 1、E 5 1（第1帯状電極E 1 1 A、E 4 1 A、E 5 1 A、第2帯状電極E 1 1 B、E 4 1 B、E 5 1 B）に制御信号A、Bが印加され、旋光後光出射側の第2電極E 1 2、E 4 2、E 5 2（第3帯状電極E 1 2 A、E 4 2 A、E 5 2 A、第4帯状電極E 1 2 B、E 4 2 B、E 5 2 B）には制御信号Eが印加される。また、第2液晶セル20、第3液晶セル30、及び第6液晶セル60では、光入射側の第1電極E 2 1、E 3 1、E 6 1（第1帯状電極E 2 1 A、E 3 1 A、E 6 1 A、第2帯状電極E 2 1 B、E 3 1 B、E 6 1 B）には制御信号Eが印加され、第2電極E 2 2、E 3 2、E 4 2（第3帯状電極E 2 2 A、E 3 2 A、E 4 2 A、第4帯状電極E 2 2 B、E 3 2 B、E 4 2 B）に制御信号A、Bが印加される。すなわち、図18に示す第6の構成に係る液晶光制御素子102は、第1液晶セル10、第4液晶セル40、及び第5液晶セル50の第1基板S 1 1、S 4 1、S 5 1の側では横電界を発生させ、第2基板S 1 2、S 4 2、S 5 2の側で横電界を発生させないようにし、第2液晶セル20、第3液晶セル30、及び第6液晶セル60では第1基板S 2 1、S 3 1、S 6 1の側で横電界を発生させないようにし、第2基板S 2 2、S 3 2、S 6 2の側では横電界を発生させている。

[0165] 次に、第6の構成に係る液晶光制御素子102に入射した光が拡散、旋光、透過する状態を説明する。第6の構成においても、第1偏光成分PL1の初期状態（液晶光制御素子102に入射する直前の状態）はs偏光であり、第2偏光成分PL2の初期状態はp偏光であるものとする。

[0166] 図18において、第1偏光成分PL1に着目する。第1偏光成分PL1は、s偏光の状態第1液晶セル10に入射する。第1液晶セル10に入射した第1偏光成分PL1（s偏光）は、第1電極E11で拡散されず、第1液晶層LC1で90度旋光されてp偏光となり、第2電極E12で拡散されず、第1液晶セル10から出射される。第2液晶セル20に入射した第1偏光成分PL1（p偏光）は、第1電極E21で拡散されず、第2液晶層LC2で90度旋光されてs偏光となり、第2電極E22でX軸方向に拡散され、

第2液晶セル20から出射される。第3液晶セル30に入射した第1偏光成分PL1 (s偏光)は、第1電極E31で拡散されず、第3液晶層LC3で90度旋光されてp偏光となり、第2電極E32でY軸方向に拡散され、第3液晶セル30から出射される。第4液晶セル40に入射した第1偏光成分PL1 (p偏光)は、第1電極E41で拡散されず、第4液晶層LC4で90度旋光されてs偏光となり、第2電極E42で拡散されず、第4液晶セル40から出射される。第5液晶セル50に入射した第1偏光成分PL1 (s偏光)は、第1電極E51で拡散されず、第5液晶層LC5で90度旋光されてp偏光となり、第2電極E52で拡散されず、第5液晶セル50から出射される。第6液晶セル60に入射した第1偏光成分PL1 (p偏光)は、第1電極E61で拡散されず、第6液晶層LC6で90度旋光されてs偏光となり、第2電極E62でX軸方向に拡散され、第6液晶セル60から出射される。このように、第6の構成に係る液晶光制御素子102に入射した第1偏光成分PL1 (s偏光)は、旋光後にX軸方向に2回及びY軸方向に1回拡散され、液晶層で6回旋光されてs偏光の状態が出射される。

[0167] 図18において、第2偏光成分PL2に着目する。第2偏光成分PL2は、p偏光の状態第1液晶セル10に入射する。第1液晶セル10に入射した第2偏光成分PL2 (p偏光)は、第1電極E11でY軸方向に拡散され、第1液晶層LC1で90度旋光されてs偏光となり、第2電極E12で拡散されず、第1液晶セル10から出射される。第2液晶セル20に入射した第2偏光成分PL2 (s偏光)は、第1電極E21で拡散されず、第2液晶層LC2で90度旋光されてp偏光となり、第2電極E22で拡散されず、第2液晶セル20から出射される。第3液晶セル30に入射した第2偏光成分PL2 (p偏光)は、第1電極E31で拡散されず、第3液晶層LC3で90度旋光されてs偏光となり、第2電極E32で拡散されず、第3液晶セル30から出射される。第4液晶セル40に入射した第2偏光成分PL2 (s偏光)は、第1電極E41でX軸方向に拡散され、第4液晶層LC4で90度旋光されてp偏光となり、第2電極E42で拡散されず、第4液晶セル

40から出射される。第5液晶セル50に入射した第2偏光成分PL2（p偏光）は、第1電極E51でY軸方向に拡散され、第5液晶層LC5で90度旋光されてs偏光となり、第2電極E52で拡散されず、第5液晶セル50から出射される。第6液晶セル60に入射した第2偏光成分PL2（s偏光）は、第1電極E61で拡散されず、第2液晶層LC2で90度旋光されてp偏光となり、第2電極E62で拡散されず、第6液晶セル60から出射される。このように、第6の構成に係る液晶光制御素子102に入射した第2偏光成分PL2（p偏光）は、旋光される前にX軸方向に1回及びY軸方向に2回拡散され、液晶層で5回旋光されてp偏光の状態を出射される。

[0168] 第6の構成では、第1偏光成分PL1が、第2液晶セル20及び第5液晶セル50で旋光された後にX軸方向に拡散され、第3液晶セル30で旋光された後にY軸方向に拡散され、第2偏光成分PL2が、第1液晶セル10及び第5液晶セル50で旋光される前にY軸方向に拡散され、第3液晶セル30で旋光される前にX軸方向に拡散される。

[0169] 3-3. 参考例3

図19は、参考例3に係る液晶光制御素子を示す。参考例3は、第1液晶セル10の第1基板S11側の第1帯状電極E11Aに制御信号Aが印加され、第2帯状電極E11Bに制御信号Bが印加され、第2基板S12側の第3帯状電極E12Aに制御信号Aが印加され、第4帯状電極E12Bに制御信号Bが印加される。第2液晶セル20、第3液晶セル30、第4液晶セル40、第5液晶セル50、及び第6液晶セル60についても同様である。

[0170] 図19において、第1偏光成分PL1に着目すると、第1偏光成分PL1は、s偏光の状態第1液晶セル10に入射する。第1偏光成分PL1は、第1液晶セル10で拡散されず、第1液晶層LC1で90度旋光されてp偏光の状態となる。第1偏光成分PL1は、p偏光の状態第2液晶セル20に入射し、第1電極E21でY軸方向に拡散され、第2液晶層LC2で90度旋光されてs偏光の状態となり、第2電極E22でX軸方向に拡散される。第1偏光成分PL1は、s偏光の状態第3液晶セル30に入射し、第1

電極E 3 1でX軸方向に拡散され、第3液晶層LC 3で90度旋光されてp偏光の状態となり、第2電極E 3 2でY軸方向に拡散される。第1偏光成分PL 1は、p偏光の状態第4液晶セル4 0に入射し、拡散されず、第4液晶層LC 4で90度旋光されてs偏光の状態となり出射される。第1偏光成分PL 1は、s偏光の状態第5液晶セル5 0に入射し、拡散されず、第5液晶層LC 5で90度旋光されてp偏光の状態となり出射される。第1偏光成分PL 1は、p偏光の状態第6液晶セル6 0に入射し、第1電極E 6 1でY軸方向に拡散され、第6液晶層LC 6で90度旋光されてs偏光の状態となり、第2電極E 6 2でX軸方向に拡散される。

[0171] 図19において、第2偏光成分PL 2に着目すると、第2偏光成分PL 2は、p偏光の状態第1液晶セル1 0に入射する。第2偏光成分PL 2は、第1電極E 1 1でY軸方向に拡散され、第1液晶層LC 1で90度旋光されs偏光の状態となり、第2電極E 1 2でX軸方向に拡散される。第2偏光成分PL 2は、s偏光の状態第2液晶セル2 0に入射し、拡散されず、第2液晶層LC 2で90度旋光されてp偏光の状態となり出射される。第2偏光成分PL 2は、p偏光の状態第3液晶セル3 0に入射し、拡散されず、第3液晶層LC 3で90度旋光されてs偏光の状態となり出射される。第2偏光成分PL 2は、s偏光の状態第4液晶セル4 0に入射し、第1電極E 4 1でX軸方向に拡散され、第4液晶層LC 4で90度旋光されてp偏光の状態となり、第2電極E 4 2でY軸方向に拡散される。第2偏光成分PL 2は、p偏光の状態第5液晶セル5 0に入射し、第1電極E 5 1でY軸方向に拡散され、第5液晶層LC 5で90度旋光されてs偏光の状態となり、第2電極E 5 2でX軸方向に拡散される。第2偏光成分PL 2は、s偏光の状態第6液晶セル6 0に入射し、拡散されず、第6液晶層LC 6で90度旋光されてp偏光の状態となり出射される。

[0172] このように、参考例3に係る液晶光制御素子は、第1偏光成分PL 1が、第2液晶セル2 0、第3液晶セル3 0、及び第6液晶セル6 0でX軸方向及びY軸方向にそれぞれ拡散され、第2偏光成分PL 2が、第1液晶セル1 0

、第4液晶セル40、及び第5液晶セル50でX軸方向及びY軸方向にそれぞれ拡散される。

[0173] 3-4. 角度特性

図20は、第5の構成及び第6の構成に係る液晶光制御素子102の輝度-角度特性のグラフを示す。また、図20は、参考例3の特性を同グラフ中に示す。なお、図20に示すグラフは、図12Aと同様に、の横軸は極角を示し、縦軸は中心（極角0度）の輝度を100%として規格化したときの輝度を示す。

[0174] 図20に示すグラフにおいて、液晶光制御素子102の第5の構成に係る特性は、極角が±30度の範囲では中心輝度（極角0度）と同じ輝度（100%）が得られており、極角が±30～±45度の範囲では5%程度下がるものの、同範囲で一定の輝度分布が得られていることが判る。第5の構成では、各偏光成分を液晶層で旋光される前に拡散し、旋光後には拡散しないようにする構成を採用することで、極角の一定範囲において実質的に平坦な強度分布が得られることを示す。さらに、第1の構成及び第3の構成と比べると、輝度が高く、輝度分布が一定となる極角の範囲が広がっていることが判る。

[0175] 液晶光制御素子102の第6の構成に係る特性は、中心（極角0度）から極角がプラス方向及びマイナス方向に広がるにつれて輝度が低下する傾向が得られている。極角が+30～+45度、-30～-45度の範囲では、輝度が低下する割合が小さくなる傾向が現れている。第6の構成は、第1偏光成分PL1の拡散が液晶層での旋光後に行われ、第2偏光成分PL2の拡散が旋光前に行われる。第6の構成に係る特性は、第5の構成と比べて全体的に輝度が低下しており、輝度の角度特性において異なるプロファイルが得られている。

[0176] このように、第5の構成と第6の構成を比較すると、第5の構成は液晶光制御素子102を通過する過程で第1偏光成分と第2偏光成分がいずれもX軸方向に1回ずつ先拡散している一方、第6の構成は第1偏光成分がX軸方

向に2回後拡散し、第2偏光成分がX軸方向に1回先拡散しており、先拡散2回の方が先拡散1回と後拡散2回よりも輝度低下を抑制しつつ、一定輝度を維持する極角範囲が広いことが示されている。

[0177] 第5の構成を第1の構成及び第5の構成と比較すると、輝度が相対的に高くなり、輝度が一定となる極角の範囲が広がっている。第6の構成を第2の構成及び第4の構成と比べた場合でも同様の傾向が見られる。このような特性の変化は、第1偏光成分PL1及び第2偏光成分PL2が拡散される回数が、第1の構成及び第2の構成と比べて多いことも原因の一つとして考えられる。

[0178] 参考例3として示す液晶光制御素子の特性は、輝度の強度分布が、極角0度の位置で最も強度が大きく、極角がプラス方向及びマイナス方向（すなわち左右方向）に大きくなるに従い直線的に減少する傾向を示す。参考例3に係る液晶光制御素子は、参考例1及び参考例2の場合と同様に、各偏光成分を液晶層の前後で拡散することにより、極角方向に直線状に減少する輝度分布が得られていることが判る。

[0179] より具体的には、参考例3においては、第1偏光成分は、X軸方向に1回先拡散しているが、当該先拡散の直後同じ液晶セル（第3液晶セル）内でY軸方向に後拡散している。また、第2偏光成分は、X軸方向に1回先拡散しているが、当該後拡散の直前に同じ液晶セル（第4液晶セル）内でY軸方向に後拡散している。さらに参考例3においては、第1偏光成分は、第2液晶セル及び第6液晶セル内でY軸方向に1回先拡散しているが、当該先拡散の直後同じ液晶セル内でX軸方向に後拡散している。また、第2偏光成分は、第1液晶セルと第5液晶セル内でY軸方向に1回先拡散し、当該先拡散の直後に同じ液晶セル内でX軸方向に1回後拡散している。すなわち、参考例3においては、第1偏光成分でX軸方向に1回の先拡散と2回の後拡散がなされていることになるが、いずれも同一液晶セル内でのY軸方向の拡散を伴うものである。また、参考例2においては、第2偏光成分でX軸方向に1回の先拡散と2回の後拡散がなされていることになるが、いずれも同一液晶セル

内でのY軸方向の拡散を伴うものである。図20によれば、このように同一液晶セル内で旋光前後で拡散を伴うと、たとえ先拡散の回数が同じであったとしても、先拡散のみで拡散させた場合（第5の構成）と比較すると、極角が大きくなるにつれて輝度が単調に低下してしまうことが示されている。

[0180] なお、図20によれば、第5の構成においては、半値幅を参考例3と同じくしつつ、当該参考例3よりも半値幅内における輝度を向上させつつ一定に保てるものとなり、第6の構成においては、半値幅を参考例3と同じくしつつ、当該参考例3よりも半値幅内における輝度を低下させつつ一定に保てるものとなっている。

[0181] 本実施形態によれば、6段に配置された液晶セルにおいて、各偏光成分を液晶層で旋光される前に拡散し旋光後には拡散しないようにする構成を採用することで、極角の一定範囲において実質的に平坦な強度分布を得ることができる。また、6段に配置された液晶セルにおいて、各偏光成分を液晶層で旋光する前、又は旋光された後に拡散し、1つの液晶セルで旋光の前後に拡散させない構成を採用することによっても極角の一定範囲において実質的に平坦な強度分布を得ることができる。

[0182] [第4実施形態]

図21は、本発明の一実施形態に係る照明装置100の斜視図を示す。照明装置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、第1乃至第4実施形態に示す構成が適用される。図21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で構成される一例を示す。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。

[0183] 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。

[0184] 図1に示す照明装置100は、液晶光制御素子102の背面側に光源106が配置される。照明装置100は、光源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る。液晶光制御素子102は、光源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。

[0185] 光源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。光源106は配光範囲が狭い光源で構成されることが望ましく、例えば、LED光源にリフレクタ、レンズ等が組合わされた構成を有することが好ましい。

[0186] 本実施形態に係る照明装置100は、第1乃至第4実施形態に示すように、液晶光制御素子102によって光源106から放射される光の強度分布が制御可能とされている。すなわち、液晶光制御素子102に入力する制御信号によって、照明光の極角方向の強度分布を制御することができる。本実施形態に係る照明装置100により、照射面内で照度が調整された照明を行うことができる。

符号の説明

[0187] 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、50：第5液晶セル、60：第6液晶セル、100：照明装置、102：液晶光制御素子、104：回路基板、106：光源、AL11：第1配向膜、AL12：第2配向膜、E11：第1電極、E12：第2電極、E11A：第1帯状電極、E11B：第2帯状電極、E12A：第3帯状

電極、E 1 2 B : 第 4 帯状電極、F 1 : 第 1 フレキシブル配線基板、F 2 : 第 2 フレキシブル配線基板、F 3 : 第 3 フレキシブル配線基板、F 4 : 第 4 フレキシブル配線基板、L C 1 : 第 1 液晶層、L C 2 : 第 2 液晶層、L C 3 : 第 3 液晶層、L C 4 : 第 4 液晶層、L C 5 : 第 5 液晶層、L C 6 : 第 6 液晶層、L C M : 液晶分子、P E 1 1 : 第 1 給電線、P E 1 2 : 第 2 給電線、P E 1 3 : 第 3 給電線、P E 1 4 : 第 4 給電線、P E 1 5 : 第 5 給電線、P E 1 6 : 第 6 給電線、P T 1 1 : 第 1 給電端子、P T 1 2 : 第 2 給電端子、S E : シール材、S 1 1 : 第 1 基板、S 1 2 : 第 2 基板、T 1 1 : 第 1 接続端子、T 1 2 : 第 2 接続端子、T 1 3 : 第 3 接続端子、T 1 4 : 第 4 接続端子

請求の範囲

[請求項1]

積層して設けられる複数の液晶セルを有し、
前記複数の液晶セルのそれぞれは、
第1基板と、前記第1基板に対向する第2基板と、
前記第1基板及び前記第2基板の少なくとも一方に設けられた帯状パターンを有する第1電極及び第2電極と、
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、
前記複数の液晶セルが重ねて配置され、
前記第1電極と前記第2電極との前記帯状パターンが交互に配置され、前記第1電極と前記第2電極との間に横電界が形成されるように電圧が印加され、
前記第1配向膜の配向方向が前記帯状パターンの延在方向と交差するように設けられ、
前記第2配向膜の配向方向が、前記第1配向膜の配向方向と交差するように設けられている、ことを特徴とする液晶光制御素子。

[請求項2]

前記第1電極及び前記第2電極が前記第1基板に設けられ、
前記第2基板に平板状電極が設けられ、前記平板状電極が一定電位に保持され、
前記複数の液晶セルのそれぞれは、前記第1基板側から光が入射するように配置される、請求項1に記載の液晶光制御素子。

[請求項3]

前記第1基板に前記第1電極及び前記第2電極が設けられ、
前記第2基板に帯状パターンを有する第3電極及び第4電極が設けられ、前記第3電極と前記第4電極との前記帯状パターンが交互に配置され、
前記第1電極及び前記第2電極における前記帯状パターンの延在方向と、前記第3電極及び前記第4電極の前記帯状パターンの延在方向

と、が交差するように配置され、

前記第3電極及び前記第4電極が一定電位に保持されており、

前記複数の液晶セルのそれぞれは、前記第1基板側から光が入射するように配置される、請求項1に記載の液晶光制御素子。

[請求項4]

前記複数の液晶セルのうち、隣接する一組の液晶セルと、他の一組の液晶セルとは、前記第1電極及び前記第2電極の前記延在方向が同じ方向に配置され、

前記一組の液晶セルの前記第1電極及び前記第2電極の延在方向と、前記他の一組の液晶セルの前記第1電極及び前記第2電極の延在方向と、が交差するように配置されている、請求項2又は3に記載の液晶光制御素子。

[請求項5]

前記複数の液晶セルが、光の入射側から出射側に向けて第1液晶セル、第2液晶セル、第3液晶セル、及び第4液晶セルの順で積層され、

前記第1液晶セル及び前記第2液晶セルの前記第1電極及び前記第2電極の前記延在方向が第1方向と平行に配置され、

前記第3液晶セル及び前記第4液晶セルの前記第1電極及び前記第2電極の前記延在方向が前記第1方向と交差する第2方向と平行に配置されている、請求項3に記載の液晶光制御素子。

[請求項6]

前記第1液晶セル及び前記第4液晶セルは、前記第1電極及び前記第2電極が同電位となり、第3電極及び前記第4電極との間に横電界が形成されるように電圧が印加され、

前記第2液晶セル及び前記第3液晶セルは、前記第1電極及び前記第2電極との間に横電界が形成されるように電圧が印加され、第3電極及び前記第4電極が同電位とされる、請求項5に記載の液晶光制御素子。

[請求項7]

前記複数の液晶セルが、光の入射側から出射側に向けて第1液晶セル、第2液晶セル、第3液晶セル、第4液晶セル、及び第5液晶セル

の順で積層され、

前記第2液晶セル及び前記第3液晶セルの前記第1電極及び前記第2電極の前記延在方向が第1方向と平行に配置され、

前記第1液晶セル、前記第4液晶セル及び前記第5液晶セルの前記第1電極及び前記第2電極の前記延在方向が前記第1方向と交差する第2方向と平行に配置されている、請求項3に記載の液晶光制御素子。

[請求項8] 前記第1液晶セル、前記第2液晶セル、及び前記第5液晶セルは、前記第1電極及び前記第2電極が同電位となり、第3電極及び前記第4電極との間に横電界が形成されるように電圧が印加され、

前記第3液晶セル及び前記第4液晶セルは、前記第1電極及び前記第2電極との間に横電界が形成されるように電圧が印加され、第3電極及び前記第4電極が同電位とされる、請求項7に記載の液晶光制御素子。

[請求項9] 前記複数の液晶セルが、光の入射側から出射側に向けて第1液晶セル、第2液晶セル、第3液晶セル、第4液晶セル、第5液晶セル、及び第6液晶セルの順で積層され、

前記第1液晶セル及び前記第2液晶セルの前記第1電極及び前記第2電極の前記延在方向が第2方向と平行に配置され、

前記第3液晶セル及び前記第4液晶セルの前記第1電極及び前記第2電極の前記延在方向が前記第2方向と交差する第1方向と平行に配置され、

前記第5液晶セル及び前記第6液晶セルの前記第1電極及び前記第2電極の前記延在方向が前記第2方向と平行に配置されている、請求項3に記載の液晶光制御素子。

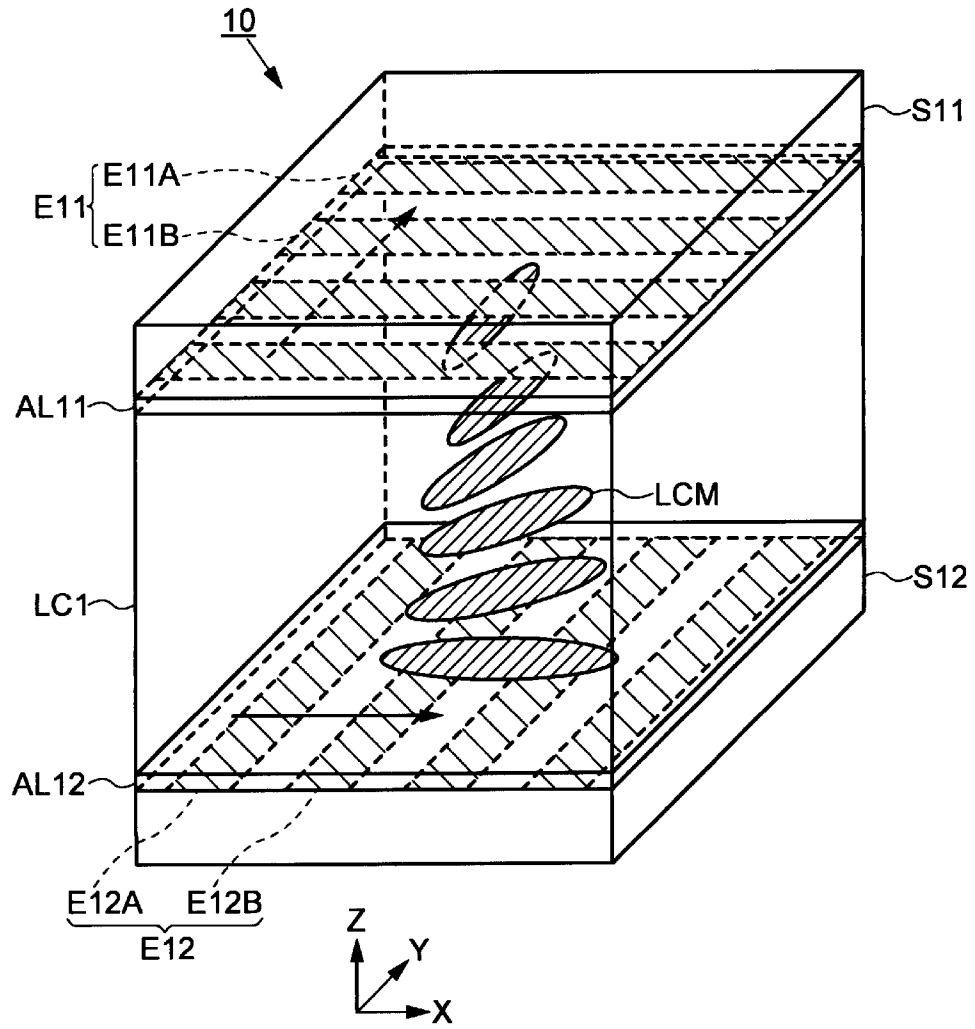
[請求項10] 前記第1液晶セル、前記第4液晶セル、及び前記第5液晶セルは、前記第3電極及び前記第4電極が同電位となり、第1電極及び前記第2電極との間に横電界が形成されるように電圧が印加され、

前記第 2 液晶セル、前記第 3 液晶セル、及び前記第 6 液晶セルは、前記第 1 電極及び前記第 2 電極との間に横電界が形成されるように電圧が印加され、第 3 電極及び前記第 4 電極が同電位とされる、請求項 9 に記載の液晶光制御素子。

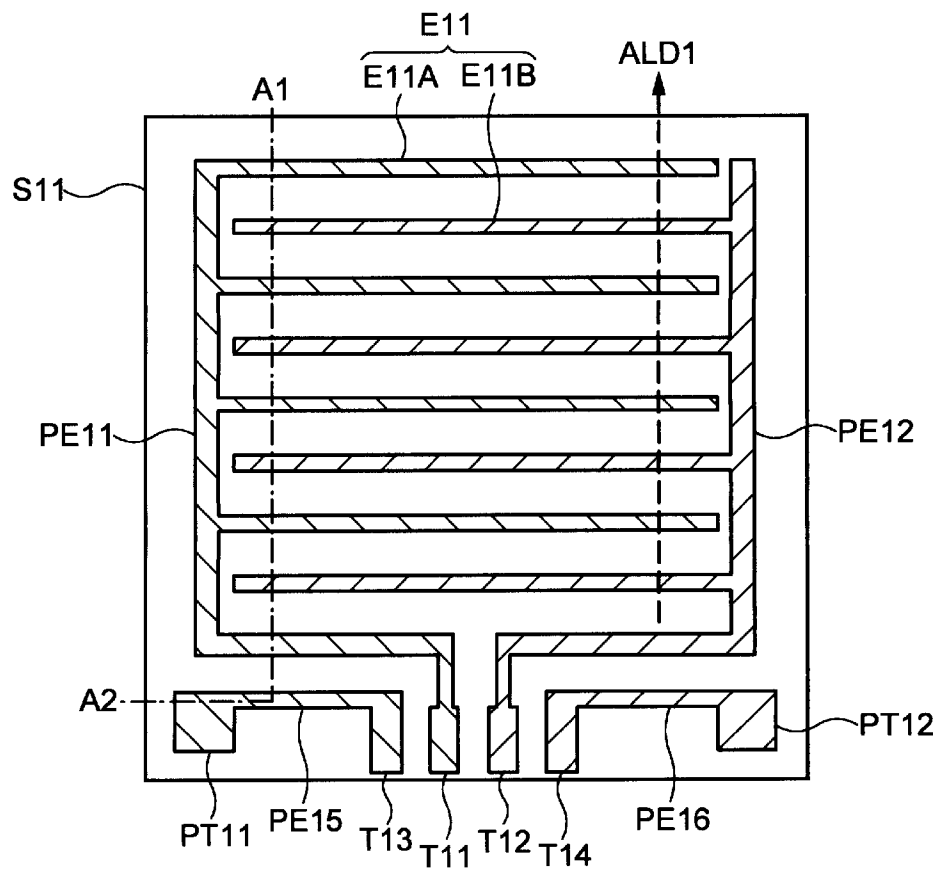
[請求項11] 前記液晶層が、TN（ねじれネマチック）液晶である、請求項 1 乃至 10 のいずれか一項に記載の液晶光制御素子。

[請求項12] 請求項 1 乃至 11 のいずれか一項に記載の液晶光制御素子と、光源と、を含み、前記液晶光制御素子は前記光源から出射される光の光路上に設けられていることを特徴とする照明装置。

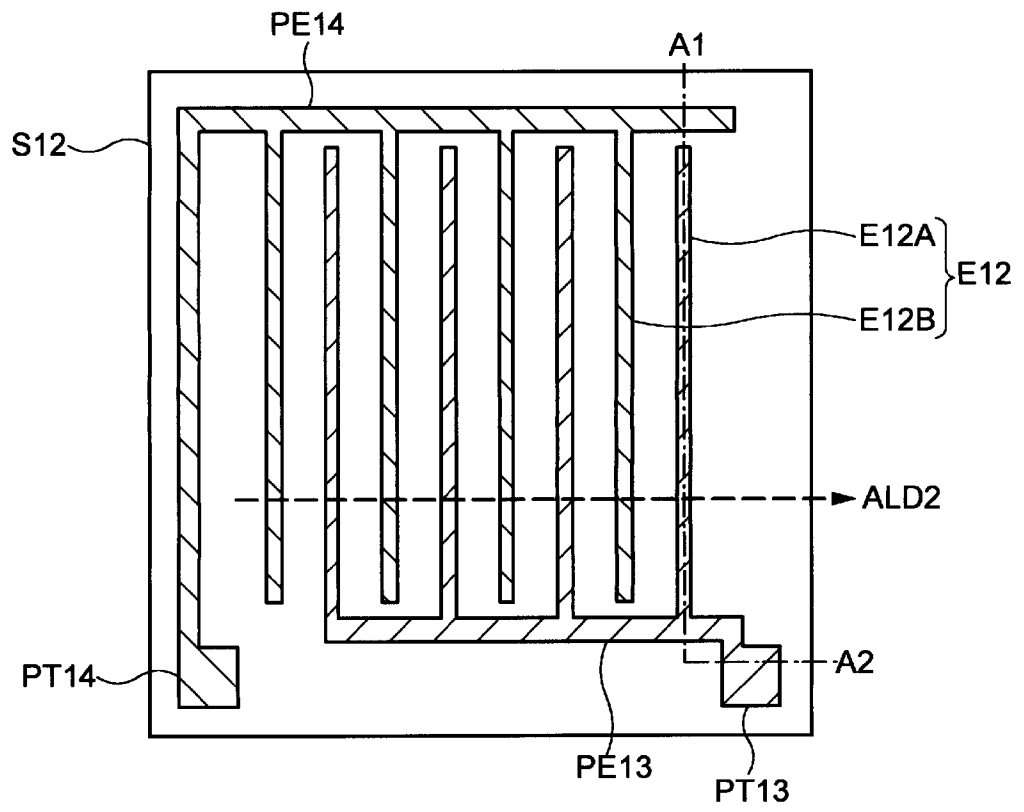
[図1]



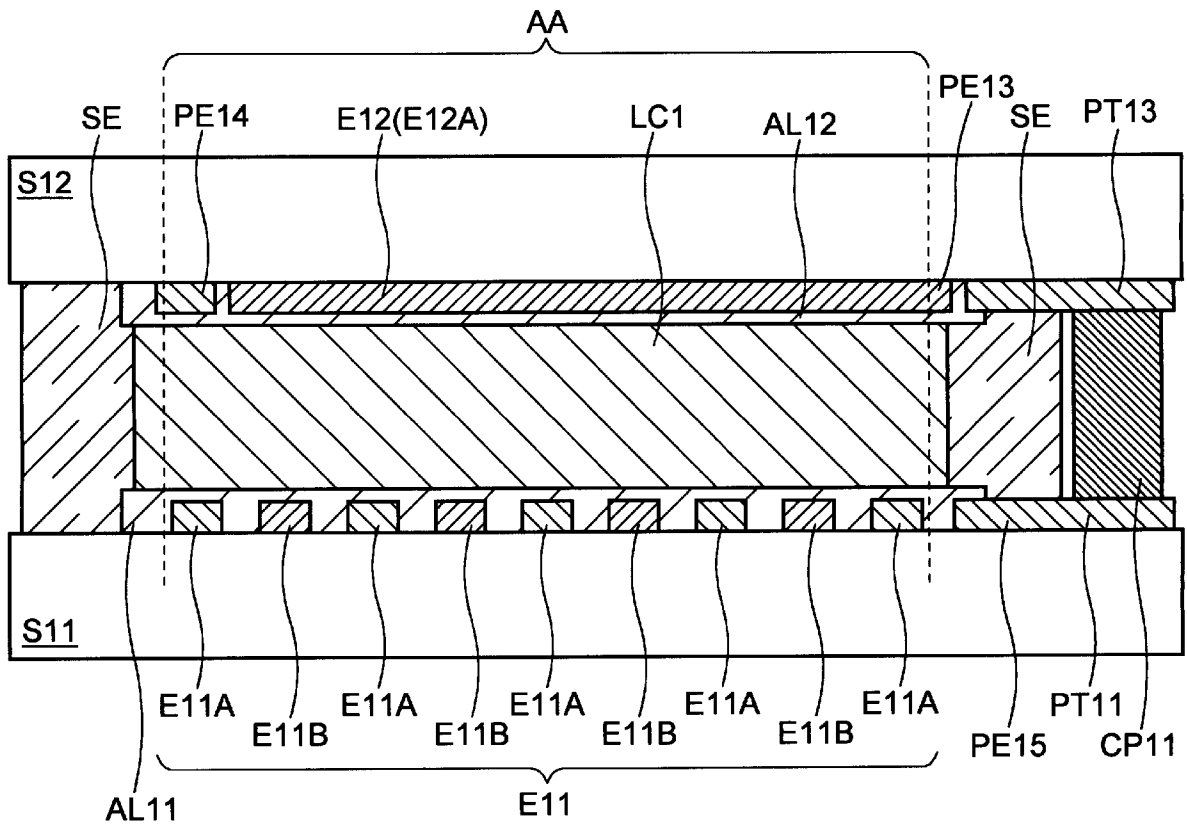
[図2A]



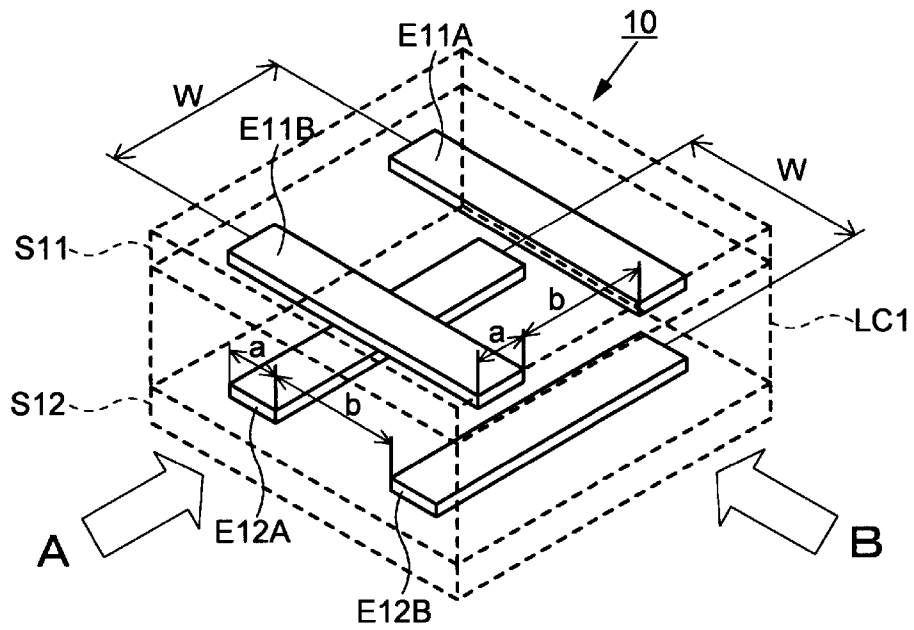
[図2B]



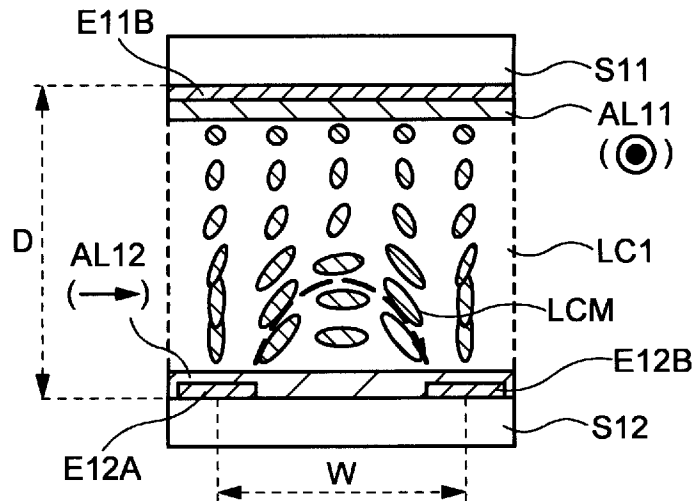
[図3]



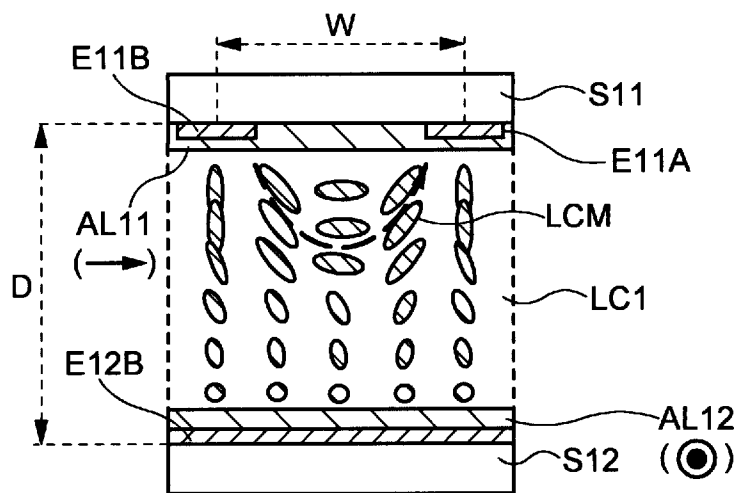
[図4A]



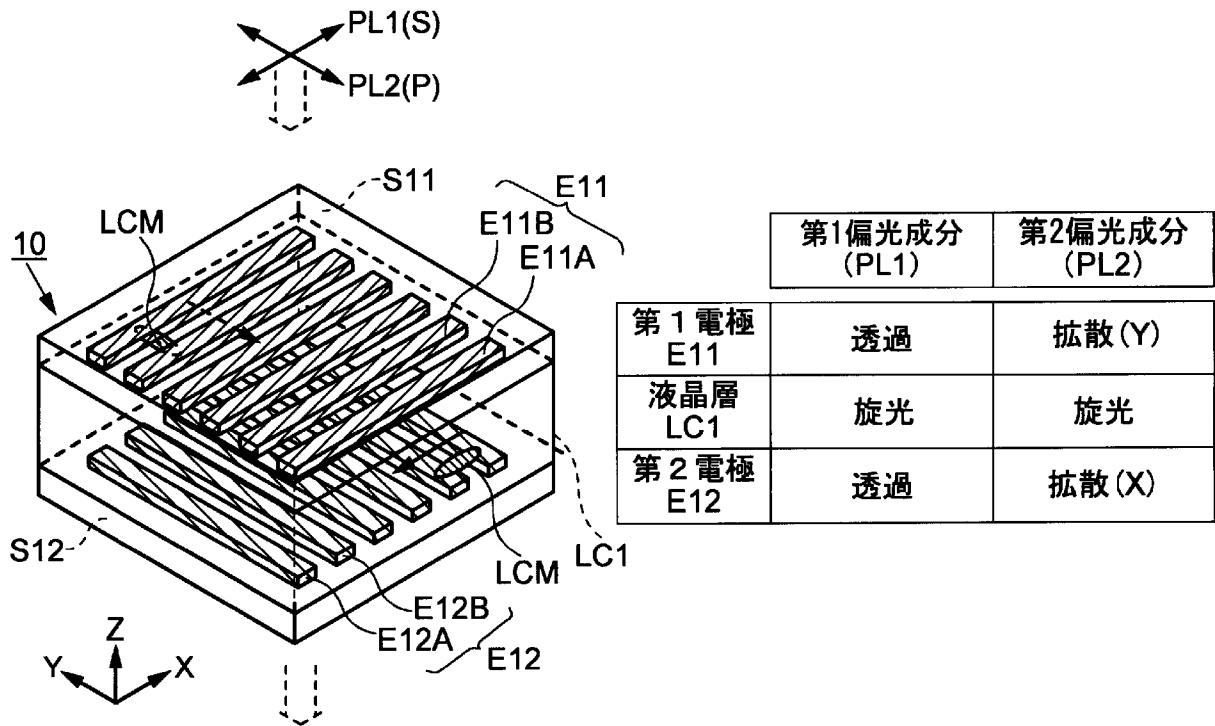
[図4B]



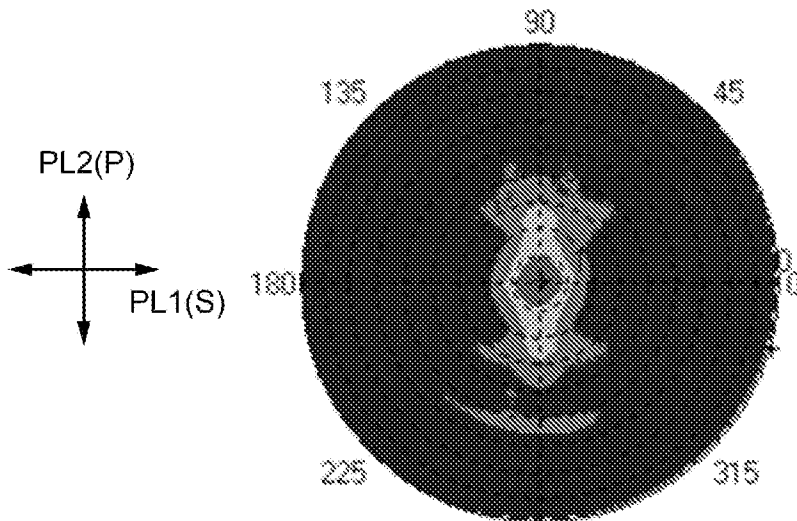
[図4C]



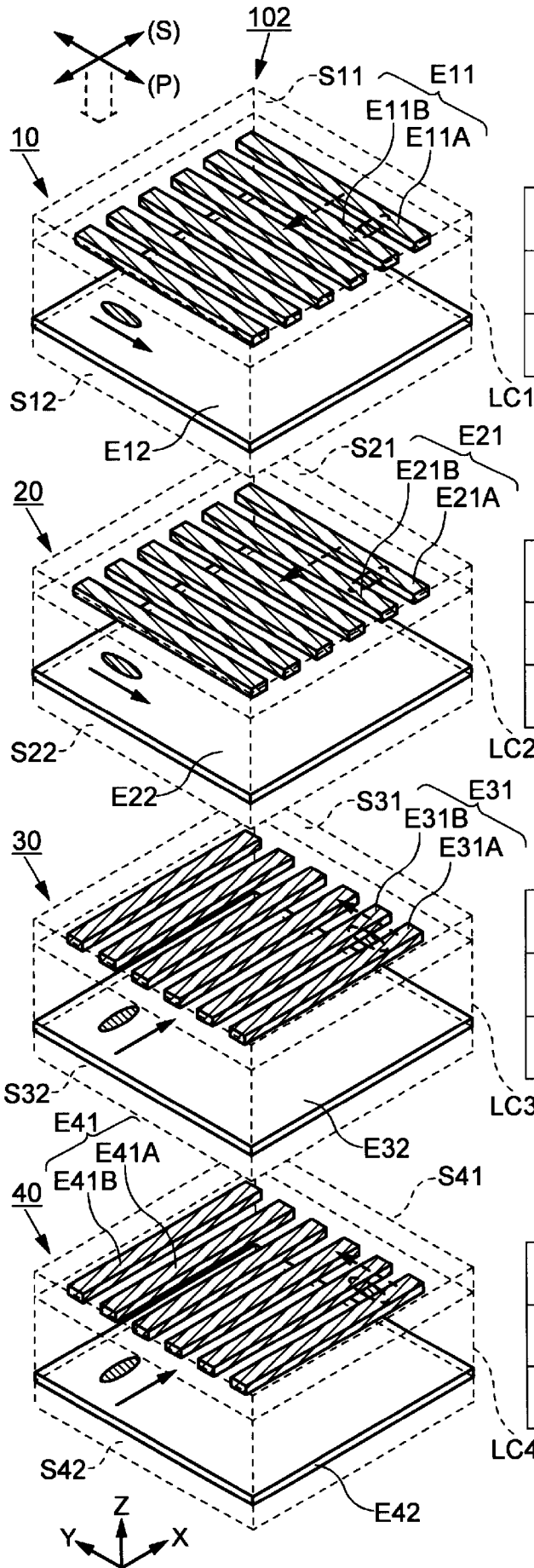
[図5A]



[図5B]

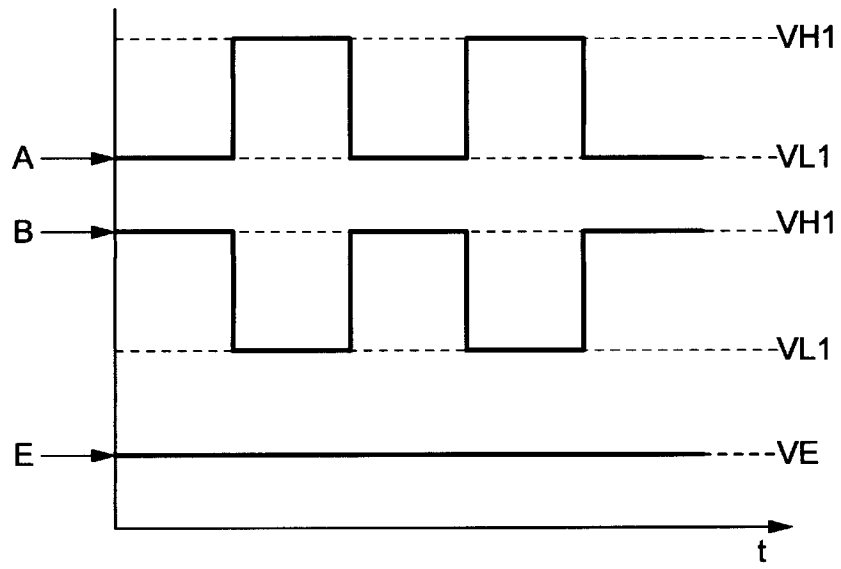


[圖6]

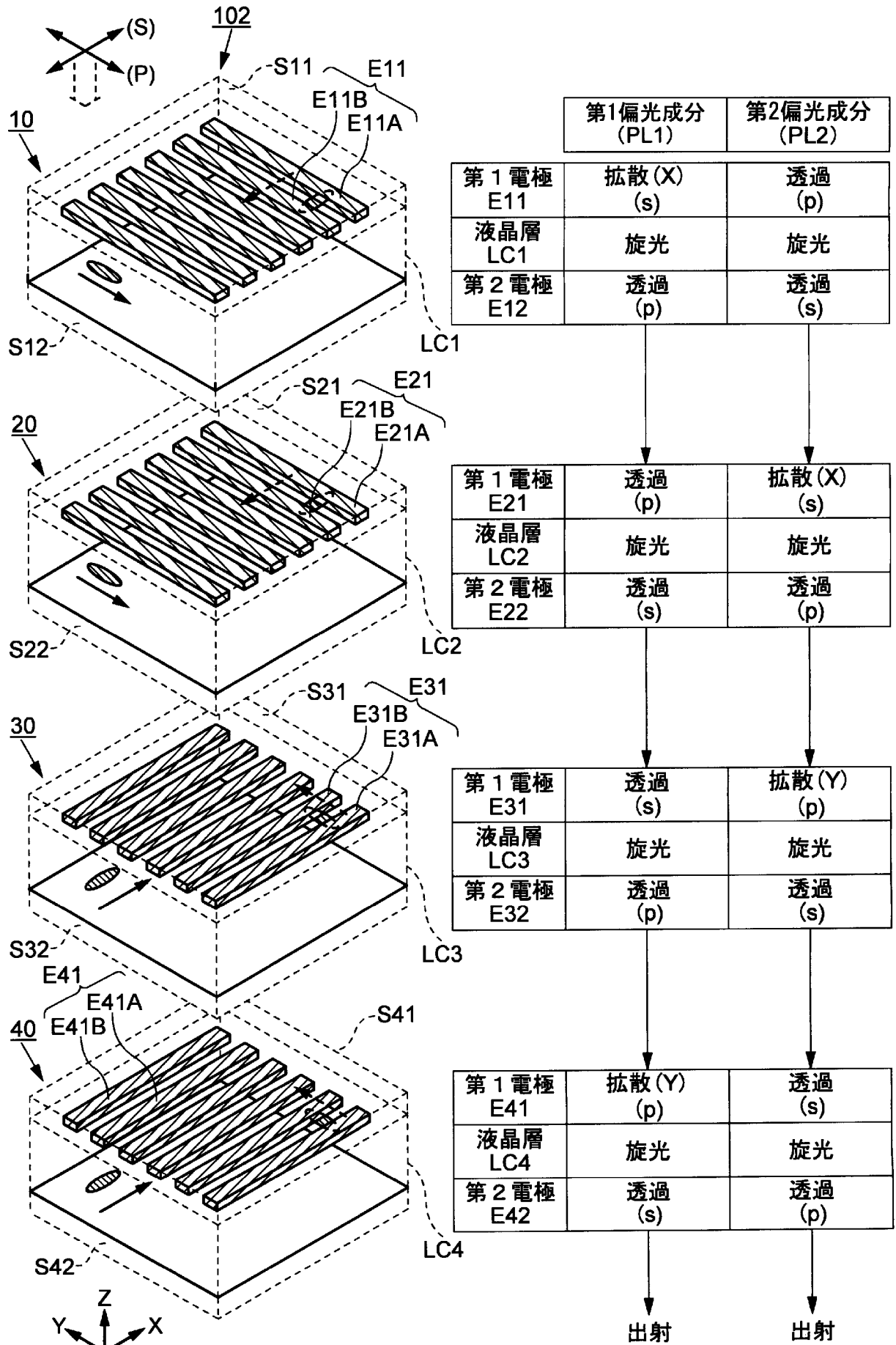


	第1偏光成分 (PL1)	第2偏光成分 (PL2)
第1電極 E11	拡散(X) (s)	透過 (p)
液晶層 LC1	旋光	旋光
第2電極 E12	透過 (p)	透過 (s)
第1電極 E21	透過 (p)	拡散(X) (s)
液晶層 LC2	旋光	旋光
第2電極 E22	透過 (s)	透過 (p)
第1電極 E31	透過 (s)	拡散(Y) (p)
液晶層 LC3	旋光	旋光
第2電極 E32	透過 (p)	透過 (s)
第1電極 E41	拡散(Y) (p)	透過 (s)
液晶層 LC4	旋光	旋光
第2電極 E42	透過 (s)	透過 (p)
	出射	出射

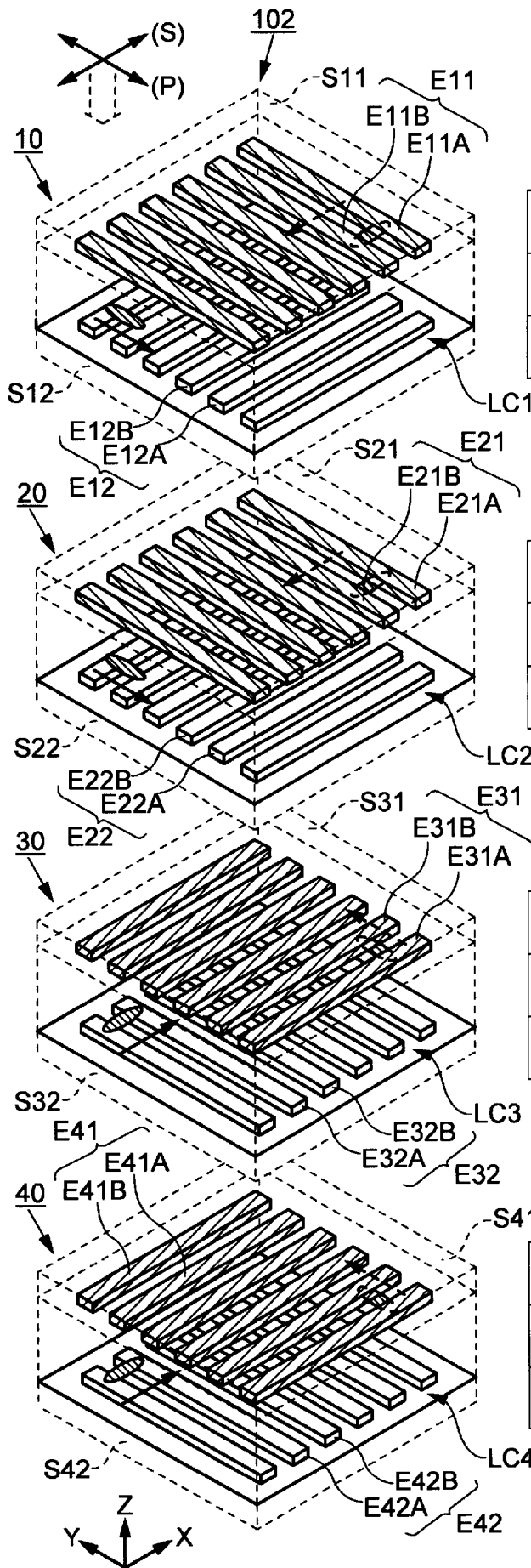
[図7]



[圖8]

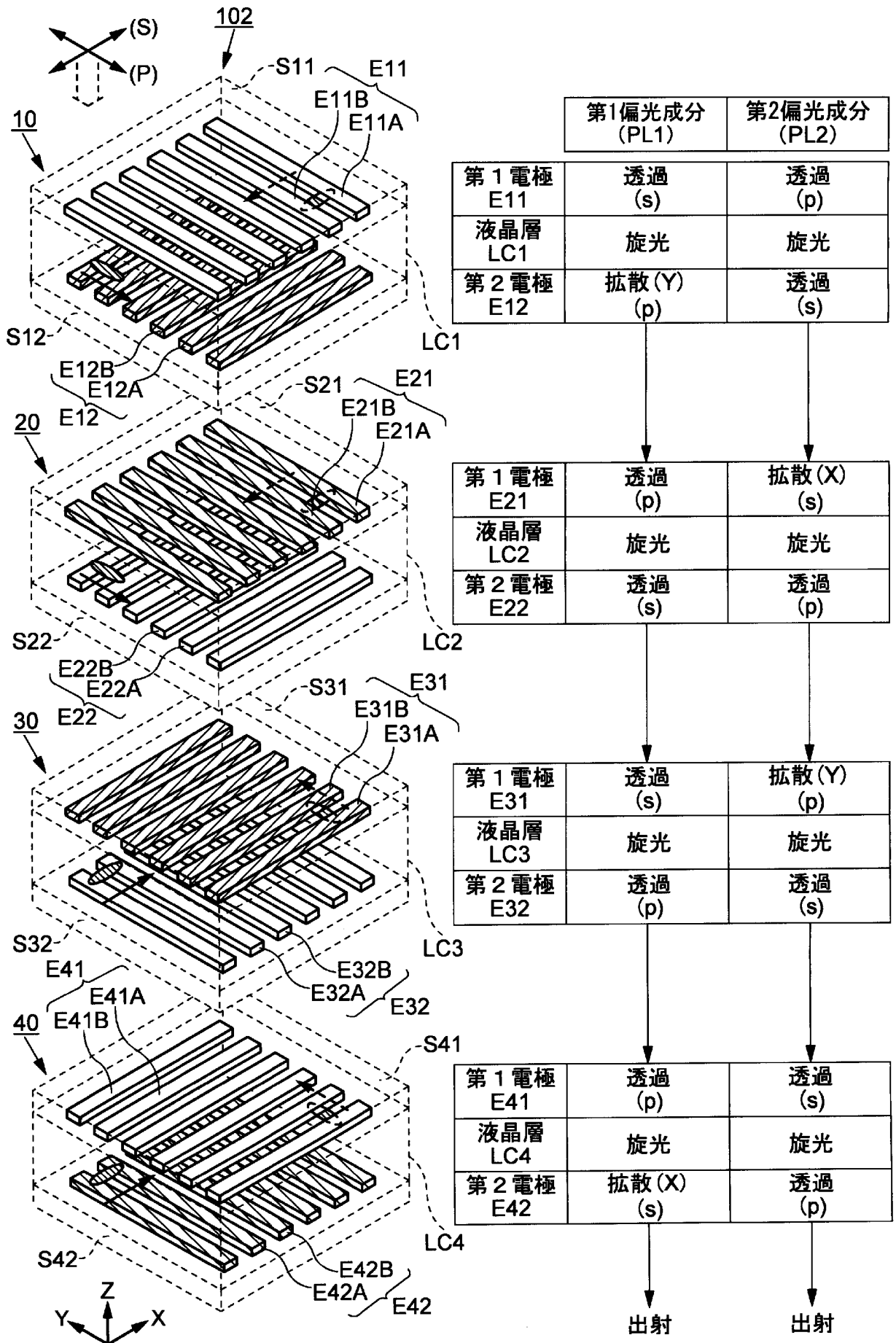


[圖9]

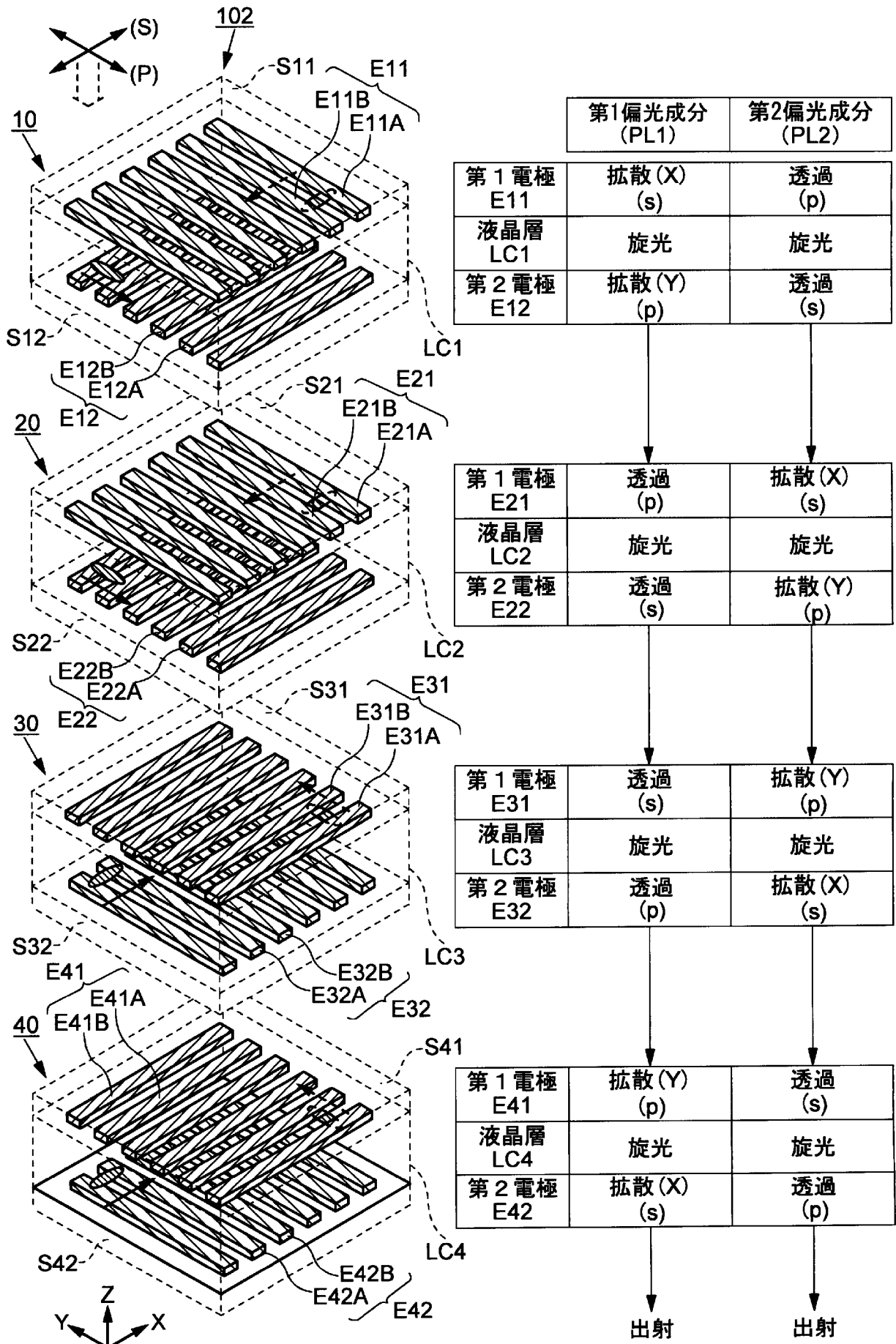


	第1偏光成分 (PL1)	第2偏光成分 (PL2)
第1電極 E11	拡散 (X) (s)	透過 (p)
液晶層 LC1	旋光	旋光
第2電極 E12	透過 (p)	透過 (s)
第1電極 E21	透過 (p)	拡散 (X) (s)
液晶層 LC2	旋光	旋光
第2電極 E22	透過 (s)	透過 (p)
第1電極 E31	透過 (s)	拡散 (Y) (p)
液晶層 LC3	旋光	旋光
第2電極 E32	透過 (p)	透過 (s)
第1電極 E41	拡散 (Y) (p)	透過 (s)
液晶層 LC4	旋光	旋光
第2電極 E42	透過 (s)	透過 (p)
	出射	出射

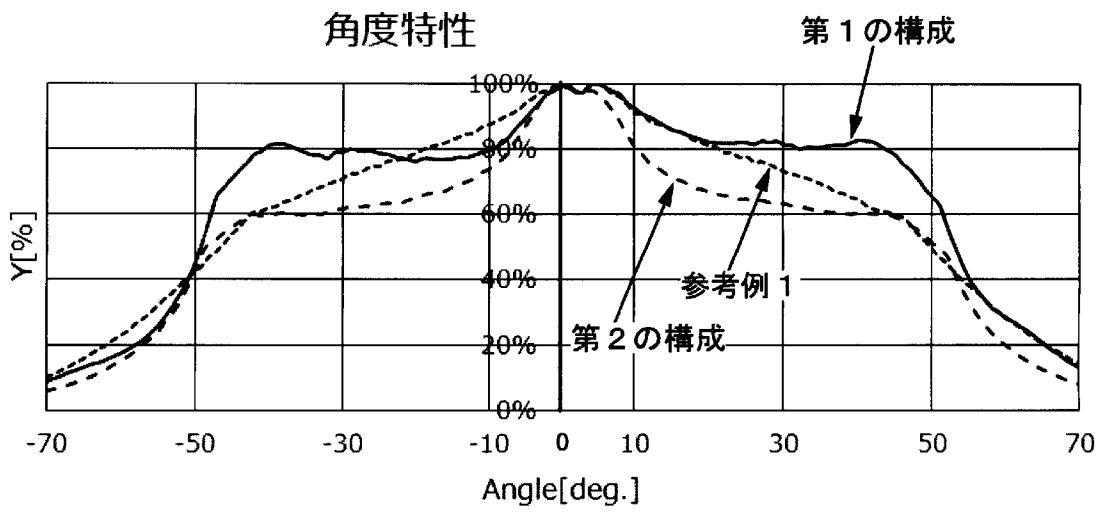
[圖10]



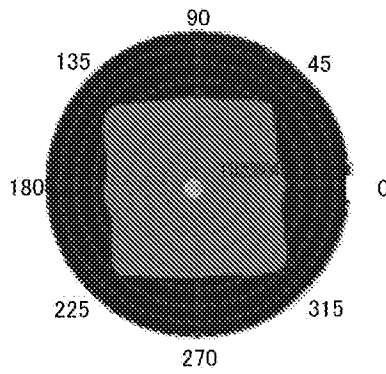
[圖11]



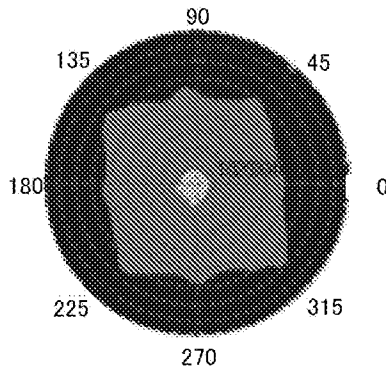
[図12A]



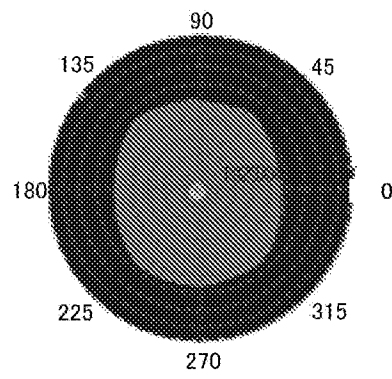
[図12B]



[図12C]

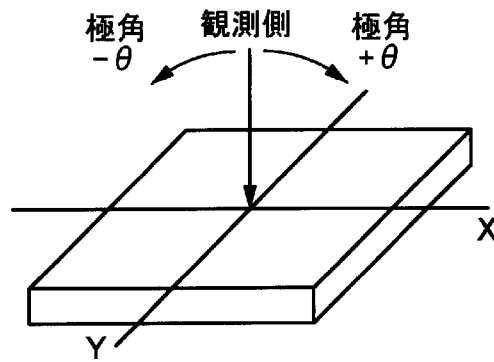


[図12D]

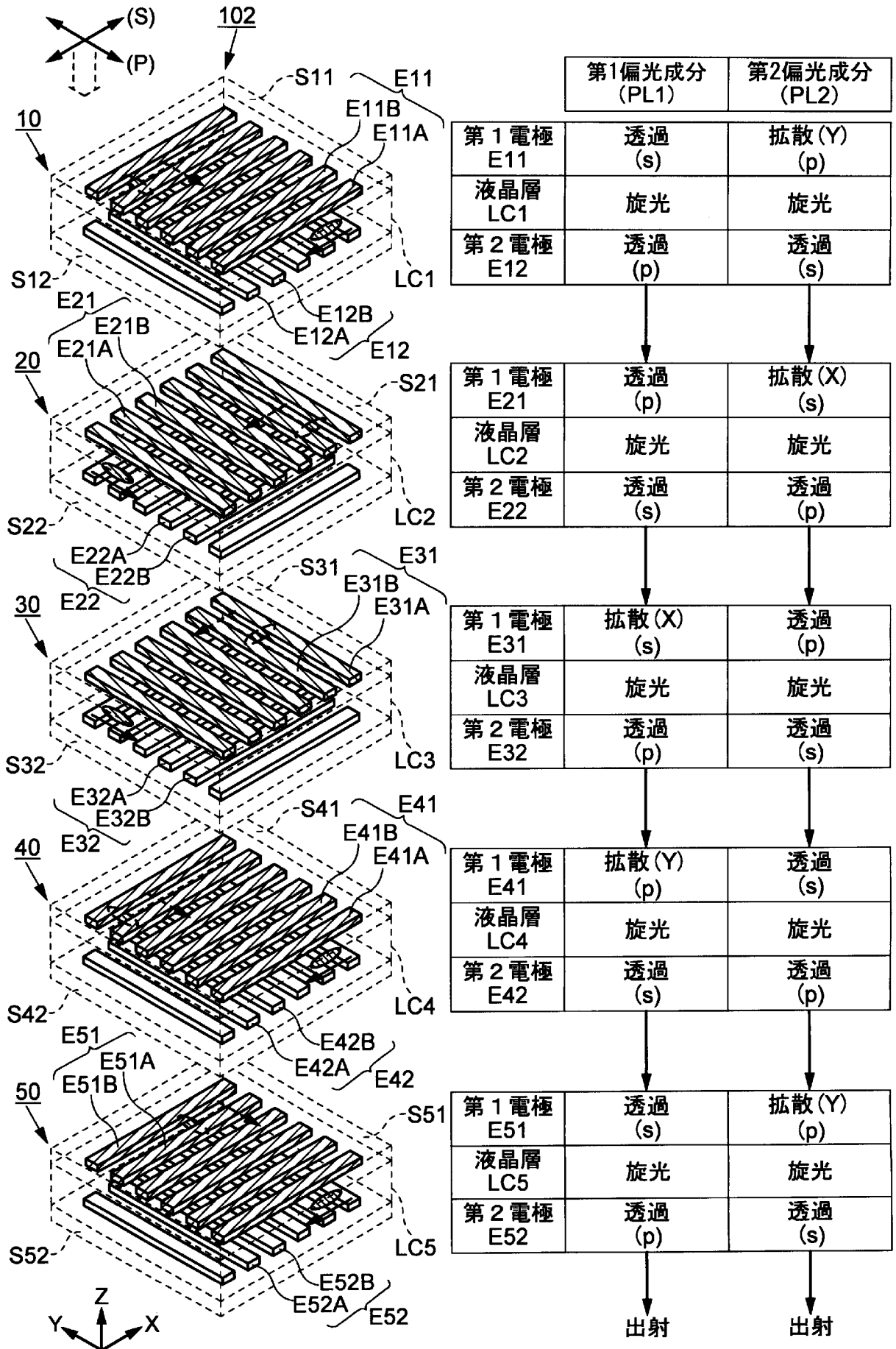


参考例

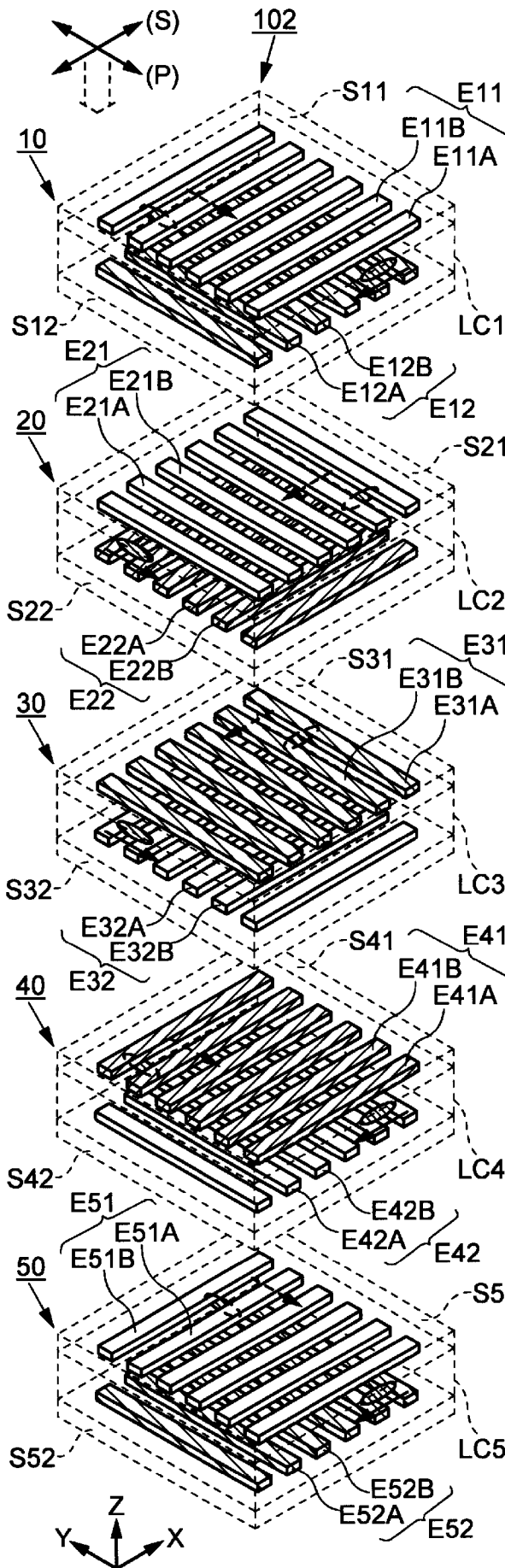
[図12E]



[圖13]

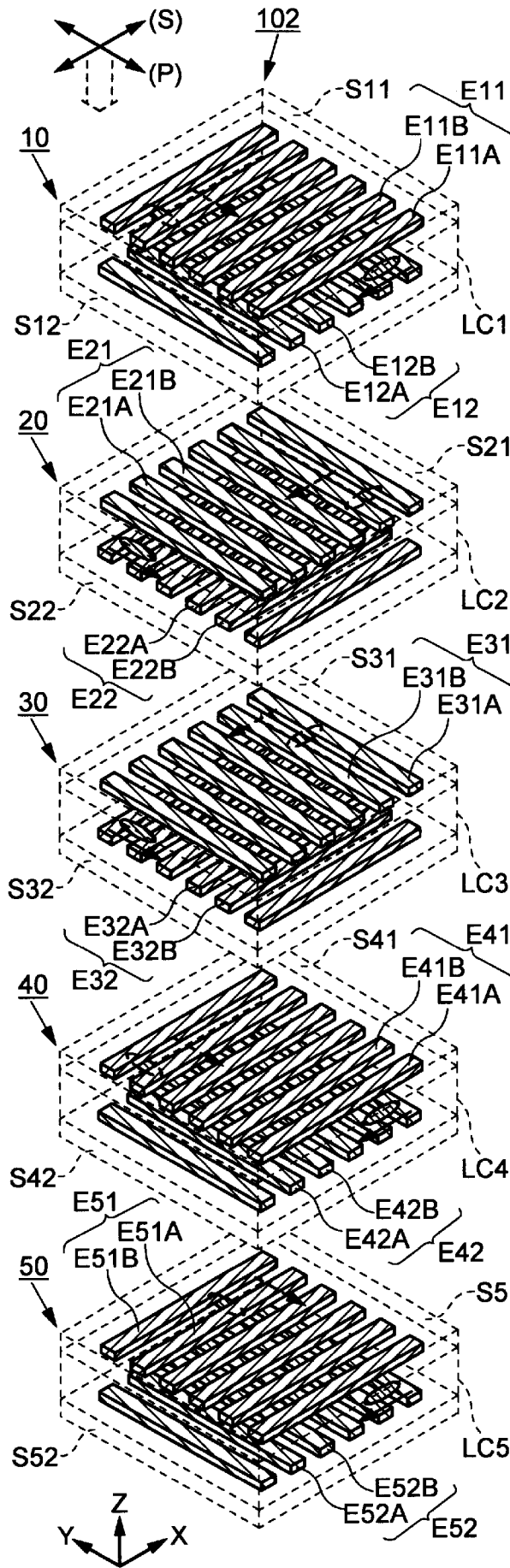


[圖14]



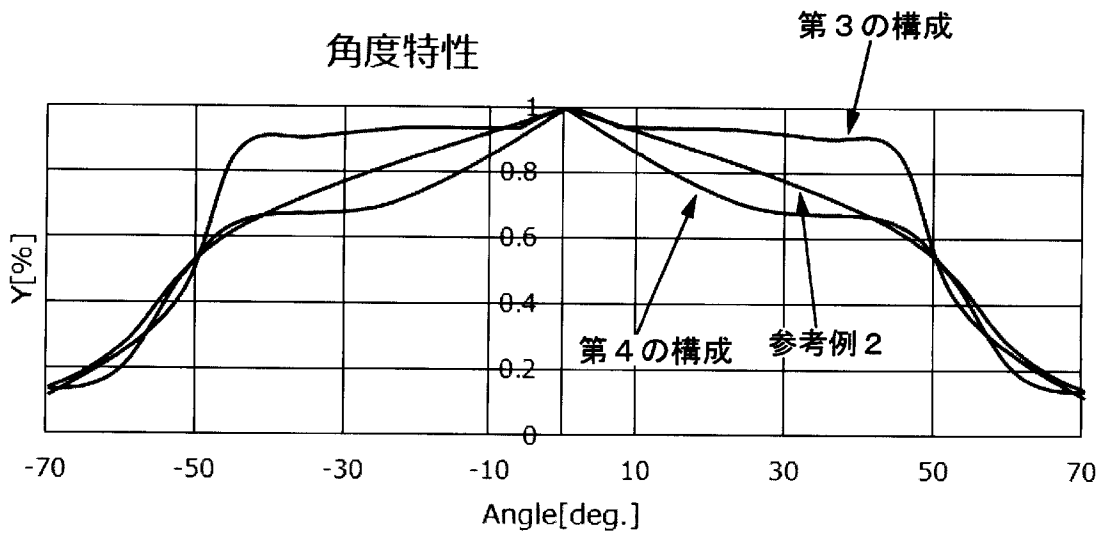
	第1偏光成分 (PL1)	第2偏光成分 (PL2)
第1電極 E11	透過 (s)	透過 (p)
液晶層 LC1	旋光	旋光
第2電極 E12	透過 (p)	拡散 (X) (s)
第1電極 E21	透過 (p)	透過 (s)
液晶層 LC2	旋光	旋光
第2電極 E22	透過 (s)	拡散 (Y) (p)
第1電極 E31	拡散 (X) (s)	透過 (p)
液晶層 LC3	旋光	旋光
第2電極 E32	透過 (p)	透過 (s)
第1電極 E41	拡散 (Y) (p)	透過 (s)
液晶層 LC4	旋光	旋光
第2電極 E42	透過 (s)	透過 (p)
第1電極 E51	透過 (s)	透過 (p)
液晶層 LC5	旋光	旋光
第2電極 E52	透過 (p)	拡散 (X) (s)
	出射	出射

[圖15]

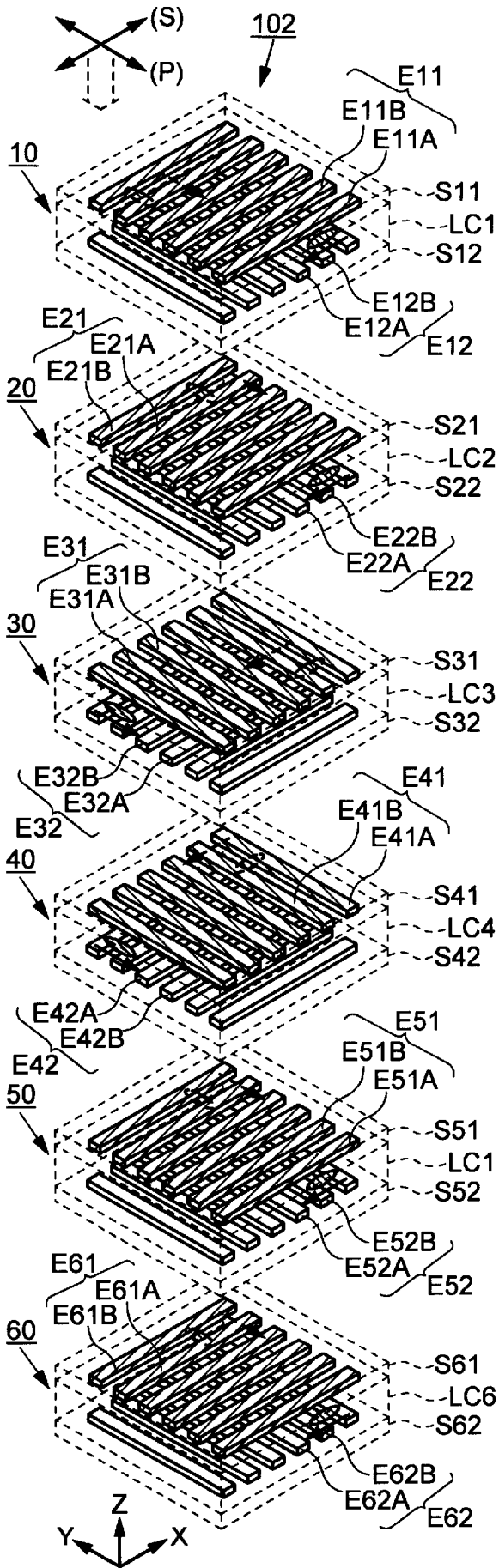


	第1偏光成分 (PL1)	第2偏光成分 (PL2)
第1電極 E11	透過 (s)	拡散 (Y) (p)
液晶層 LC1	旋光	旋光
第2電極 E12	透過 (p)	拡散 (X) (s)
第1電極 E21	透過 (p)	拡散 (X) (s)
液晶層 LC2	旋光	旋光
第2電極 E22	透過 (s)	拡散 (Y) (p)
第1電極 E31	拡散 (X) (s)	透過 (p)
液晶層 LC3	旋光	旋光
第2電極 E32	拡散 (Y) (p)	透過 (s)
第1電極 E41	拡散 (Y) (p)	透過 (s)
液晶層 LC4	旋光	旋光
第2電極 E42	拡散 (X) (s)	透過 (p)
第1電極 E51	透過 (s)	拡散 (Y) (p)
液晶層 LC5	旋光	旋光
第2電極 E52	透過 (p)	拡散 (X) (s)
	出射	出射

[図16]

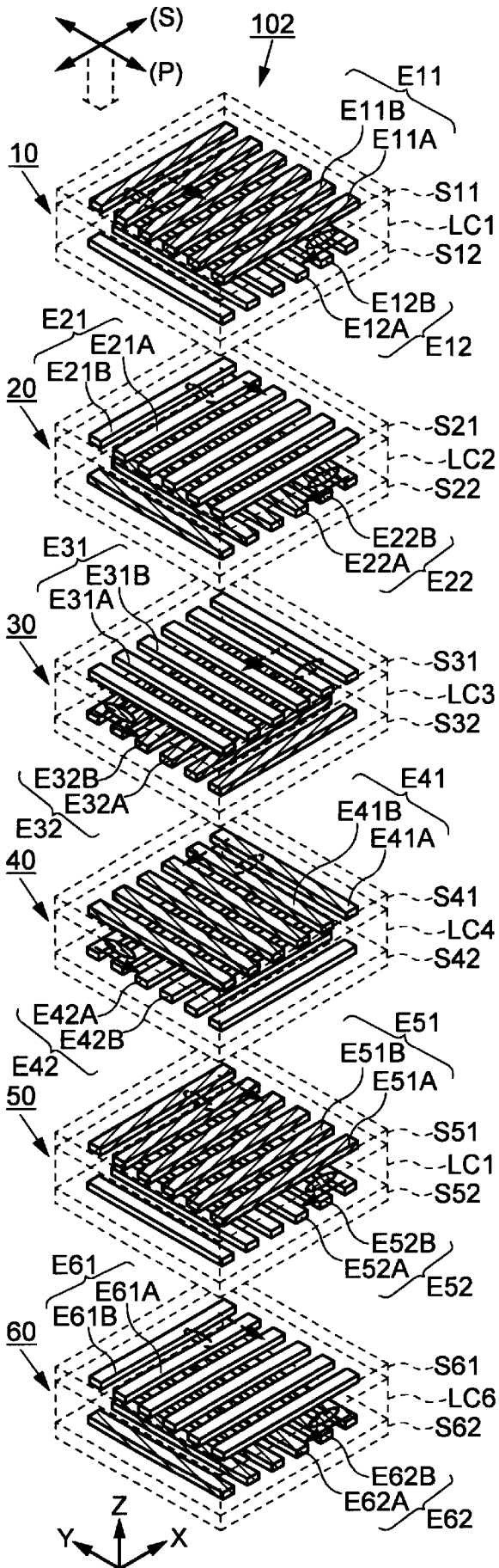


[圖17]



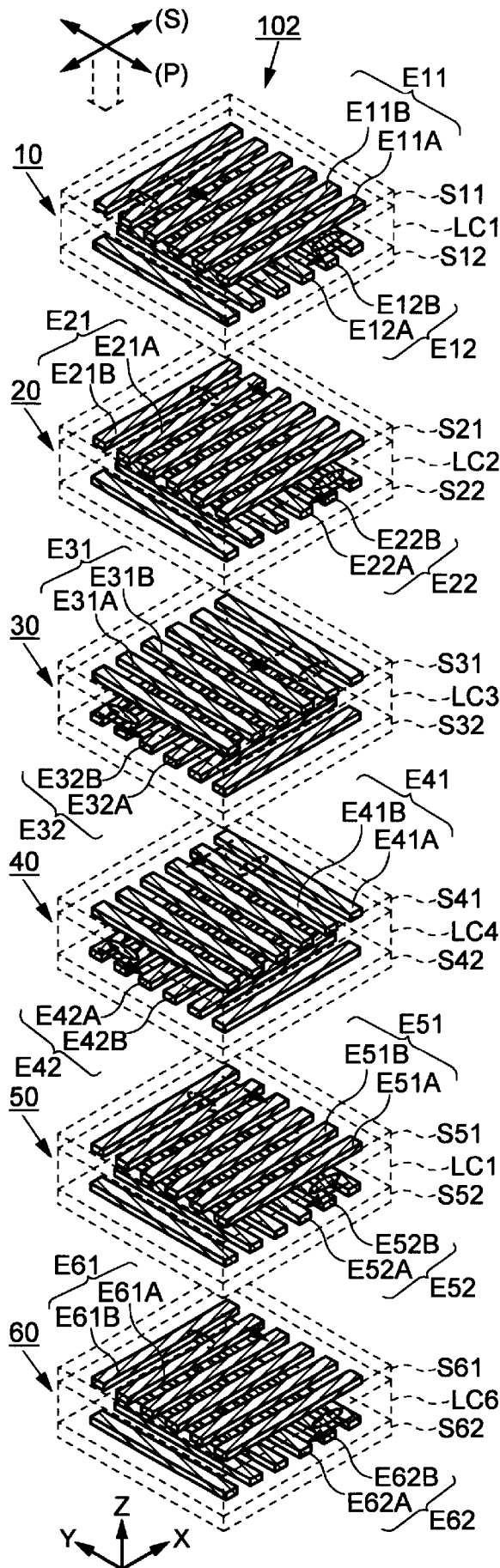
	第1偏光成分 (PL1)	第2偏光成分 (PL2)
第1電極 E11	透過 (s)	拡散 (Y) (p)
液晶層 LC1	旋光	旋光
第2電極 E12	透過 (p)	透過 (s)
第1電極 E21	拡散 (Y) (p)	透過 (s)
液晶層 LC2	旋光	旋光
第2電極 E22	透過 (s)	透過 (p)
第1電極 E31	拡散 (X) (s)	透過 (p)
液晶層 LC3	旋光	旋光
第2電極 E32	透過 (p)	透過 (s)
第1電極 E41	透過 (p)	拡散 (X) (s)
液晶層 LC4	旋光	旋光
第2電極 E42	透過 (s)	透過 (p)
第1電極 E51	透過 (s)	拡散 (Y) (p)
液晶層 LC5	旋光	旋光
第2電極 E52	透過 (p)	透過 (s)
第1電極 E61	拡散 (Y) (p)	透過 (s)
液晶層 LC6	旋光	旋光
第2電極 E62	透過 (s)	透過 (p)
	出射	出射

[圖18]



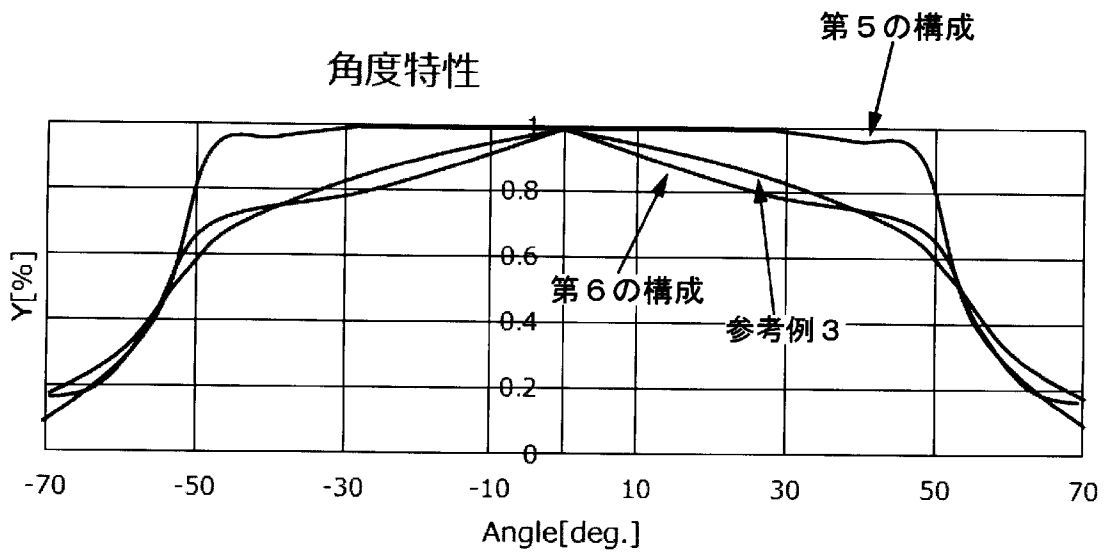
	第1偏光成分 (PL1)	第2偏光成分 (PL2)
第1電極 E11	透過 (s)	拡散 (Y) (p)
液晶層 LC1	旋光	旋光
第2電極 E12	透過 (p)	透過 (s)
第1電極 E21	透過 (p)	透過 (s)
液晶層 LC2	旋光	旋光
第2電極 E22	拡散 (X) (s)	透過 (p)
第1電極 E31	透過 (s)	透過 (p)
液晶層 LC3	旋光	旋光
第2電極 E32	拡散 (Y) (p)	透過 (s)
第1電極 E41	透過 (p)	拡散 (X) (s)
液晶層 LC4	旋光	旋光
第2電極 E42	透過 (s)	透過 (p)
第1電極 E51	透過 (s)	拡散 (Y) (p)
液晶層 LC5	旋光	旋光
第2電極 E52	透過 (p)	透過 (s)
第1電極 E61	透過 (p)	透過 (s)
液晶層 LC6	旋光	旋光
第2電極 E62	拡散 (X) (s)	透過 (p)
	出射	出射

[圖19]

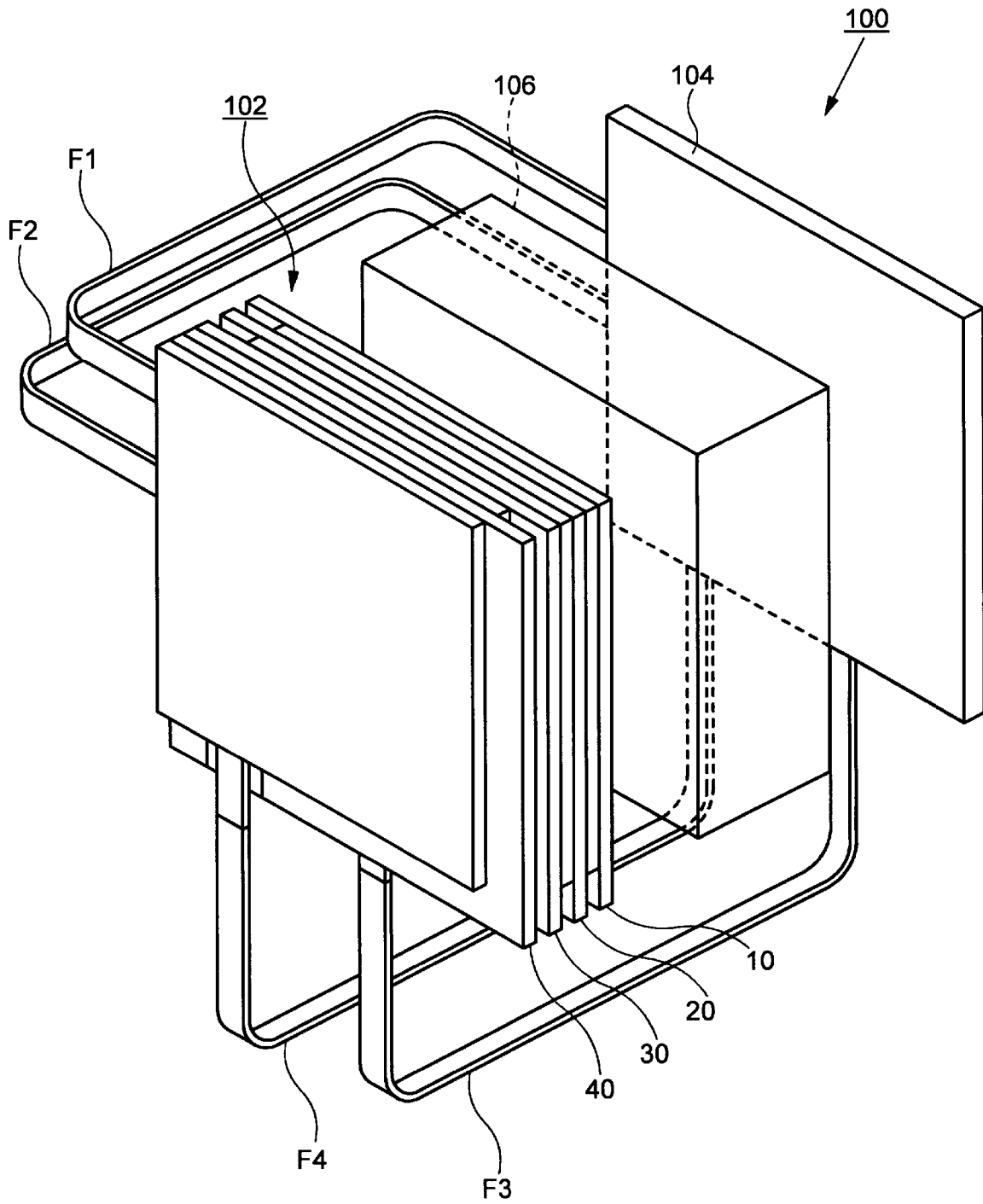


	第1偏光成分 (PL1)	第2偏光成分 (PL2)
第1電極 E11	透過 (s)	拡散 (Y) (p)
液晶層 LC1	旋光	旋光
第2電極 E12	透過 (p)	拡散 (X) (s)
第1電極 E21	拡散 (Y) (p)	透過 (s)
液晶層 LC2	旋光	旋光
第2電極 E22	拡散 (X) (s)	透過 (p)
第1電極 E31	拡散 (X) (s)	透過 (p)
液晶層 LC3	旋光	旋光
第2電極 E32	拡散 (Y) (p)	透過 (s)
第1電極 E41	透過 (p)	拡散 (X) (s)
液晶層 LC4	旋光	旋光
第2電極 E42	透過 (s)	拡散 (Y) (p)
第1電極 E51	透過 (s)	拡散 (Y) (p)
液晶層 LC5	旋光	旋光
第2電極 E52	透過 (p)	拡散 (X) (s)
第1電極 E61	拡散 (Y) (p)	透過 (s)
液晶層 LC6	旋光	旋光
第2電極 E62	拡散 (X) (s)	透過 (p)
	↓ 出射	↓ 出射

[図20]



[図21]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2022/030182

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
<i>G02F 1/13</i> (2006.01)i; <i>G02F 1/1343</i> (2006.01)i; <i>G02F 1/1347</i> (2006.01)i FI: G02F1/13 505; G02F1/1343; G02F1/1347		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G02F1/13; G02F1/1343; G02F1/1347		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Published examined utility model applications of Japan 1922-1996 Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2022 Registered utility model specifications of Japan 1996-2022 Published registered utility model applications of Japan 1994-2022		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2021/157225 A1 (JAPAN DISPLAY INC) 12 August 2021 (2021-08-12) paragraphs [0027]-[0045], [0059], [0064]-[0066], fig. 18, 22-23	1-3, 11-12
Y		4-5
A		6-10
Y	US 2018/0196318 A1 (LENSVECTOR INC.) 12 July 2018 (2018-07-12) paragraphs [0004]-[0005], [0073], fig. 14-16	4-5
X	JP 2010-525388 A (KONINKLIJKE PHILIPS ELECTRONICS N.V.) 22 July 2010 (2010-07-22) paragraphs [0002], [0016], [0039], [0047], [0064], [0068]-[0080], fig. 2	1, 11-12
A		2-10
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 31 August 2022		Date of mailing of the international search report 13 September 2022
Name and mailing address of the ISA/JP Japan Patent Office (ISA/JP) 3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915 Japan		Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2022/030182

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO	2021/157225	A1	12 August 2021	JP 2021-124665	A
US	2018/0196318	A1	12 July 2018	WO 2018/191823	A1
				EP 3347759	A1
				CN 108139590	A
				TW 201723590	A
JP	2010-525388	A	22 July 2010	US 2010/0149444	A1
				paragraphs [0002], [0016], [0039], [0047], [0088], [0092]-[0104], fig. 2	
				WO 2008/126049	A1
				EP 2140304	A1
				CN 101675379	A
				KR 10-2010-0016569	A
				TW 200900827	A

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） G02F 1/13(2006.01)i; G02F 1/1343(2006.01)i; G02F 1/1347(2006.01)i FI: G02F1/13 505; G02F1/1343; G02F1/1347		
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC）） G02F1/13; G02F1/1343; G02F1/1347 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2022年 日本国実用新案登録公報 1996-2022年 日本国登録実用新案公報 1994-2022年		
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）		
C. 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y A	WO 2021/157225 A1 (株式会社ジャパンディスプレイ) 12.08.2021 (2021-08-12) 段落0027-0045, 0059, 0064-0066, 図18, 22-23	1-3, 11-12 4-5 6-10
Y	US 2018/0196318 A1 (LENSVECTOR INC.) 12.07.2018 (2018-07-12) 段落0004-0005, 0073, 図14-16	4-5
X A	JP 2010-525388 A (コーニンクレッカ フィリップス エレクトロニクス エヌ ヴィ) 22.07.2010 (2010-07-22) 段落0002, 0016, 0039, 0047, 0064, 0068-0080, 図2	1, 11-12 2-10
<input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。		
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの “E” 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの “L” 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） “O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 “P” 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献 “T” 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの “X” 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの “Y” 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの “&” 同一パテントファミリー文献		
国際調査を完了した日 31.08.2022	国際調査報告の発送日 13.09.2022	
名称及びあて先 日本国特許庁(ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	権限のある職員（特許庁審査官） 鈴木 俊光 2L 1949 電話番号 03-3581-1101 内線 3255	

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
 PCT/JP2022/030182

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO 2021/157225 A1	12.08.2021	JP 2021-124665 A	
US 2018/0196318 A1	12.07.2018	WO 2018/191823 A1	
		EP 3347759 A1	
		CN 108139590 A	
		TW 201723590 A	
JP 2010-525388 A	22.07.2010	US 2010/0149444 A1	
		段落 0002, 0016, 0039, 0047, 0088, 0092-0104, 図2	
		WO 2008/126049 A1	
		EP 2140304 A1	
		CN 101675379 A	
		KR 10-2010-0016569 A	
		TW 200900827 A	