(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
2025年3月27日(27.03.2025)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2025/062811 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/JP2024/025916

(22) 国際出願日： 2024年7月19日(19.07.2024)

(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 2023-156509 2023年9月21日(21.09.2023) 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: 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).

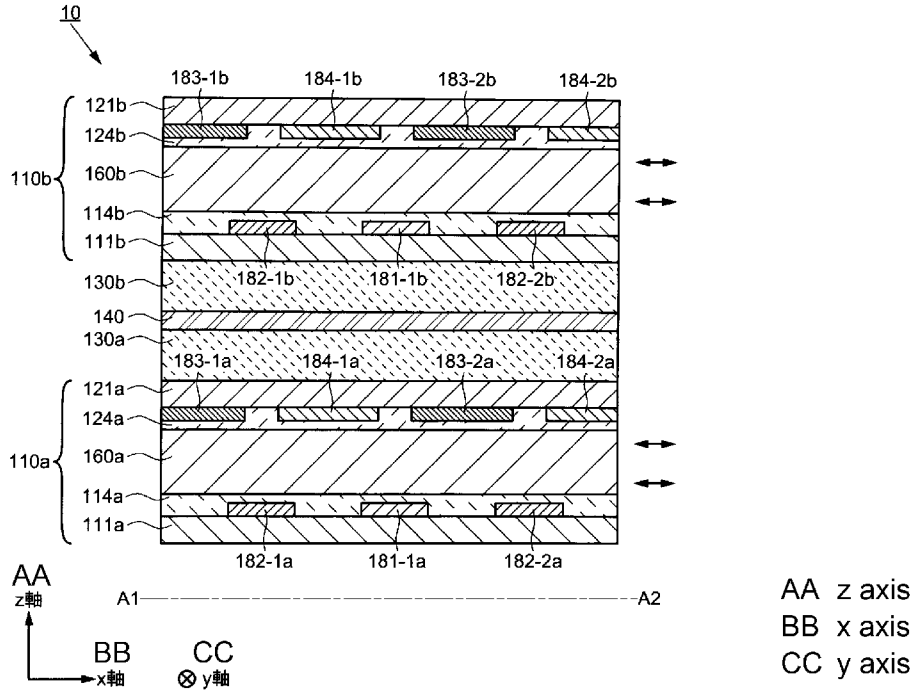
(74) 代理人: 弁理士法人高橋・林アンドパートナーズ(**TAKAHASHI, HAYASHI AND PARTNER PATENT ATTORNEYS, INC.**); 〒1440052 東京都大田区蒲田５－２４－２ 損保ジャパン蒲田ビル９階 Tokyo (JP).

(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,

(54) **Title:** LIQUID CRYSTAL OPTICAL ELEMENT AND LIGHTING DEVICE

(54) 発明の名称： 液晶光学素子及び照明装置

[図2]



(57) **Abstract:** A liquid crystal optical element (10) according to the present invention comprises a first liquid crystal cell (110a) and a second liquid crystal cell (110b) that overlaps with the first liquid crystal cell (110a). The first liquid crystal cell (110a) and the second liquid crystal cell (110b) each comprise: a first substrate (111a, 111b); first electrodes (181) and second electrodes (182) disposed on the first substrate (111a, 111b); a second substrate (121a, 121b) disposed facing the first substrate (111a, 111b); third electrodes (183) and fourth electrodes (184) disposed on the second substrate

WO 2025/062811 A1

[続葉有]

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, MG, MK, MN, MU, 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, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, 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, ME, 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:

— 国際調査報告(条約第21条(3))

(121a, 121b); and a liquid crystal layer (160a, 160b) disposed between the first substrate (111a, 111b) and the second substrate (121a, 121b). The first electrodes (181) and the second electrodes (182) are alternatingly disposed parallel to a first direction (x axis); the third electrodes (183) and the fourth electrodes (184) are alternatingly disposed parallel to the first direction (x axis); each of the first electrodes (181) overlaps with a first end of a third electrode (183), a space between said third electrode (183) and a fourth electrode (184), and a first end of said fourth electrode (184); and each of the fourth electrodes (184) overlaps with a space between a first electrode (181) and a second electrode (182) and a first end of said second electrode (182).

(57) 要約:本発明の液晶光学素子(１０)は、第１の液晶セル(１１０ａ)、及び、第１の液晶セル(１１０ａ)に重なる第２の液晶セル(１１０ｂ)を有し、第１の液晶セル(１１０ａ)及び第２の液晶セル(１１０ｂ)のそれぞれは、第１の基板(１１１ａ，１１１ｂ)、第１の基板(１１１ａ，１１１ｂ)上に配置された第１の電極(１８１)及び第２の電極(１８２)、第１の基板(１１１ａ，１１１ｂ)に対向して配置される第２の基板(１２１ａ，１２１ｂ)、第２の基板(１２１ａ，１２１ｂ)上に配置された第３の電極(１８３)及び第４の電極(１８４)、及び、第１の基板(１１１ａ，１１１ｂ)と第２の基板(１２１ａ，１２１ｂ)との間に配置される液晶層(１６０ａ，１６０ｂ)を有し、第１の電極(１８１)及び第２の電極(１８２)は第１の方向(ｘ軸)に平行に交互に配置され、第３の電極(１８３)及び第４の電極(１８４)は第１の方向(ｘ軸)に平行に交互に配置され、第１の電極(１８１)は、第３の電極(１８３)の第１の端部、第３の電極(１８３)と第４の電極(１８４)との間のスペース、及び、第４の電極(１８４)の第１の端部と重畳し、第４の電極(１８４)は、第１の電極(１８１)と第２の電極(１８２)との間のスペース、第２の電極(１８２)の第１の端部と重畳する。

明　細　書

発明の名称 ： 液晶光学素子及び照明装置

技術分野

[0001]　本発明の一実施形態は、液晶の光学特性を利用し配光を制御する素子、及び液晶の光学特性を利用し配光を制御する素子を含む照明装置に関する。

背景技術

[0002]　液晶に電圧を供給し液晶の屈折率を変化させ、焦点距離を電気的に制御する液晶を用いた光学素子（液晶光学素子）として、液晶レンズが知られている。例えば、特許文献１には、液晶レンズを用いて、光の広がりを制御可能な照明装置が記載されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開２０１０－２３１９７６号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004]　例えば、近年、光の配光する方向（配向方向）及び光の配光する角度（配向角）の制御が可能な照明装置が求められている。

[0005]　本発明の一実施形態は、上記問題に鑑み、光の配光方向及び光の配光角を制御可能な液晶光学素子及び照明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

[0006]　本発明の一実施形態に係る液晶光学素子は、第１の液晶セル、及び、前記第１の液晶セルに重なる第２の液晶セル、を有し、前記第１の液晶セル、及び前記第２の液晶セルのそれぞれは、第１の基板、前記第１の基板上に配置された第１の電極及び第２の電極、前記第１の基板に対向して配置される第２の基板、前記第２の基板上に配置された第３の電極及び第４の電極、及び、前記第１の基板と前記第２の基板との間に配置される液晶層を有し、前記第１の電極及び前記第２の電極は、第１の方向に平行に交互に配置され、前

記第１の方向に交差する第２の方向に延在し、前記第３の電極及び第４の電極は、前記第１の方向に平行に交互に配置され、前記第２の方向に延在し、前記第１の電極は、前記第１の方向及び前記第２の方向と交差する第３の方向において、前記第３の電極の第１の端部、前記第３の電極と前記第４の電極との間のスペース、及び、前記第４の電極の第１の端部と重畳し、前記第４の電極は、前記第３の方向において、前記第１の電極と前記第２の電極との間のスペース、前記第２の電極の第１の端部と重畳する。

[0007] 本発明の一実施形態に係る照明装置は、第１の液晶セル、及び、前記第１の液晶セルに重なる第２の液晶セル、を有し、前記第１の液晶セル、及び前記第２の液晶セルのそれぞれは、第１の基板、前記第１の基板上に配置された第１の電極及び第２の電極、前記第１の基板に対向して配置される第２の基板、前記第２の基板上に配置された第３の電極及び第４の電極、及び、前記第１の基板と前記第２の基板との間に配置される液晶層を有し、前記第１の電極及び前記第２の電極は、第１の方向に平行に交互に配置され、前記第１の方向に交差する第２の方向に延在し、前記第３の電極及び第４の電極は、前記第１の方向に平行に交互に配置され、前記第２の方向に延在し、前記第１の電極は、前記第１の方向及び前記第２の方向と交差する第３の方向において、前記第３の電極の第１の端部、前記第３の電極と前記第４の電極との間のスペース、及び、前記第４の電極の第１の端部と重畳し、前記第４の電極は、前記第３の方向において、前記第１の電極と前記第２の電極との間のスペース、前記第２の電極の第１の端部と重畳する液晶光学素子と、前記液晶光学素子と電気的に接続され、前記第１の電極、前記第２の電極、前記第３の電極及び前記第４の電極に制御信号を供給する制御装置含む。

[0008] 本発明の一実施形態に係る液晶光学素子は、第１の液晶セル、及び、前記第１の液晶セルに重なる第２の液晶セル、を有し、前記第１の液晶セル、及び前記第２の液晶セルのそれぞれは、第１の基板、前記第１の基板上に配置された第１の電極及び第２の電極、前記第１の基板に対向して配置される第２の基板、前記第２の基板上に配置された第３の電極及び第４の電極、及び

、前記第１の基板と前記第２の基板との間に配置される液晶層を有し、前記第１の電極及び前記第２の電極は、第１の方向に平行に交互に配置され、前記第１の方向に交差する第２の方向に延在し、前記第３の電極は、前記第１の方向に平行に配置され、前記第２の方向に延在し、前記第４の電極は、前記第３の電極を覆うように前記第２の基板上に配置され、前記第１の電極は、前記第１の方向及び前記第２の方向と交差する第３の方向において、前記第３の電極の第１の端部、及び、前記第３の電極間のスペースと重畳し、前記第３の電極は、前記第３の方向において、前記第１の電極と前記第２の電極との間のスペース、前記第２の電極の第１の端部と重畳し、前記第３の電極間のスペースは、前記第１の電極と前記第２の電極とは異なる第２の電極との間のスペースと重畳する。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]本発明の第１実施形態に係る照明装置の構成を示す斜視図である。

[図2]本発明の第１実施形態に係る液晶光学素子の一部の断面構造を示す断面図である。

[図3]本発明の第１実施形態に係る液晶光学素子の一部の断面構造を示す断面図である。

[図4]本発明の第１実施形態に係る液晶光学素子の電極の配置を示す平面図である。

[図5]本発明の第１実施形態に係る液晶光学素子の電極の配置を示す平面図である。

[図6]本発明の第１実施形態に係る液晶光学素子の一部の断面構造を示す断面図である。

[図7]本発明の第１実施形態に係る液晶光学素子を用いた光の配光を説明するための断面図である。

[図8]本発明の第１実施形態に係る液晶光学素子において、液晶層の液晶の配向を示す断面図である。

[図9]本発明の第１実施形態に係る液晶光学素子において、各領域と位相差の

関係を示す図である。

[図10]本発明の第１実施形態に係る液晶光学素子において、液晶層の液晶の配向を示す断面図である。

[図11]本発明の第１実施形態に係る液晶光学素子において、各領域と位相差の関係を示す図である。

[図12]本発明の第１実施形態に係る液晶光学素子に含まれる各端子に供給する電圧を示すタイミングチャートである。

[図13]本発明の第１実施形態に係る照明装置において、光の配光の方向を説明するための概略図である。

[図14]本発明の第１実施形態に係る光源を示す概略図である。

[図15]本発明の第１実施形態に係る光源を示す概略図である。

[図16]本発明の第２実施形態に係る照明装置の構成を示す斜視図である。

[図17]本発明の第２実施形態に係る液晶光学素子の一部の断面構造を示す断面図である。

[図18]本発明の第２実施形態に係る液晶光学素子の一部の断面構造を示す断面図である。

[図19]本発明の第２実施形態に係る液晶光学素子の電極の配置を示す平面図である。

[図20]本発明の第２実施形態に係る液晶光学素子の電極の配置を示す平面図である。

[図21]本発明の第２実施形態に係る液晶光学素子の一部の断面構造を示す断面図である。

[図22]本発明の第２実施形態に係る液晶光学素子を用いた光の配光を説明するための断面図である。

[図23]本発明の第２実施形態に係る液晶光学素子において、各領域と位相差の関係を示す図である。

[図24]本発明の第２実施形態に係る液晶光学素子に含まれる各端子に供給する電圧を示すタイミングチャートである。

[図25]本発明の第２実施形態に係る液晶光学素子に含まれる各端子に供給する電圧を示すタイミングチャートである。

[図26]本発明の第３実施形態に係る照明装置の構成を示す斜視図である。

[図27]本発明の第３実施形態に係る液晶光学素子の電極の配置を示す平面図である。

[図28]本発明の第４実施形態に係る照明装置の構成を示す斜視図である。

[図29]本発明の第４実施形態に係る液晶光学素子の一部の断面構造を示す断面図である。

発明を実施するための形態

[0010] 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、本開示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、数字の後にａ、ｂ、Ａ、Ｂなどのアルファベット、又は、数字の後にハイフンと数字を付して、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。

[0011] 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。

[0012] また、本明細書において、ある一つの膜を加工して複数の構造体を形成した場合、各々の構造体は異なる機能、役割を有する場合があり、また、各々の構造体はそれが形成される下地が異なる場合がある。しかしながら、これ

ら複数の構造体は、同一の工程で同一層として形成された膜に由来するものであり、同一の材料を有する。従って、これら複数の膜は同一層に存在しているものと定義する。

[0013] また、本明細書において「αはＡ、Ｂ又はＣを含む」、「αはＡ，Ｂ及びＣのいずれかを含む」、「αはＡ，Ｂ及びＣからなる群から選択される一つを含む」、といった表現は、特に明示が無い限り、αはＡ乃至Ｃの複数の組み合わせを含む場合を排除しない。さらに、これらの表現は、αが他の要素を含む場合も排除しない。

[0014] 本明細書において、ｘ軸方向、ｘ軸方向と交差するｙ軸方向、ｘ軸及びｙ軸と交差するｚ軸を、それぞれ、第１の方向、第２の方向、第３の方向と呼ぶ場合がある。また、ｘ軸はｙ軸と直交し、ｚ軸はｘｙ平面（ｘ軸及びｙ軸）に垂直である。

[0015] 本明細書において、直交、垂直、平行、同一及び一致という表記を用いている場合、直交、垂直、同一及び一致には、設計の範囲での誤差が含まれてもよい。

[0016] ＜第１実施形態＞

＜１－１．照明装置１００の構成＞

図１を参照し、第１実施形態に係る照明装置１００の構成の概略を説明する。図１は照明装置１００の構成を示す模式的な斜視図である。

[0017] 図１に示されるように、照明装置１００は、液晶光学素子１０、光源３０、及び制御装置４０を含む。詳細は後述するが、液晶光学素子１０は、第１の液晶セル１１０ａ、接着層１３０ａ、波長板１４０、接着層１３０ｂ、及び第２の液晶セル１１０ｂを含む。接着層１３０ａは第１の液晶セル１１０ａと波長板１４０との間に設けられ、接着層１３０ｂは波長板１４０と第２の液晶セル１１０ｂとの間に設けられる。第１の液晶セル１１０ａ、接着層１３０ａ、波長板１４０、接着層１３０ｂ、及び第２の液晶セル１１０ｂは、ｚ軸方向に沿って、光源に近い方からこの順に位置するように積層されている。

[0018] 第１の液晶セル１１０ａ及び第２の液晶セル１１０ｂの基本的な構成及び機能は同じである。よって、第１の液晶セル１１０ａ及び第２の液晶セル１１０ｂが区別されない場合には、液晶セルは液晶セル１１０として説明され、第１の液晶セル１１０ａ及び第２の液晶セル１１０ｂが区別される場合には、液晶セルは第１の液晶セル１１０ａ及び第２の液晶セル１１０ｂとして説明される。

[0019] 接着層１３０ａは、第１の液晶セル１１０ａ及び波長板１４０を接着し、固定する。接着層１３０ｂは、波長板１４０及び第２の液晶セル１１０ｂを接着し、固定する。接着層１３０ａ及び接着層１３０ｂを形成する材料は、光学弾性樹脂を用いることができる。光学弾性樹脂は、例えば、透光性を有するアクリル樹脂を含む接着材である。

[0020] 波長板１４０は、偏光を制御する機能を有する。例えば、波長板１４０は、光源から出射された光（入射光１８０）に含まれるｘ軸方向の偏光成分（Ｐ偏光成分）及びｙ軸方向の偏光成分（Ｓ偏光成分）の間に位相差を与えて出射させる機能を有する。例えば、位相差はλ／２であってよく、λ／２以外であってもよい。照明装置１００の波長板１４０は、一例として、位相差がλ／２の波長板である。

[0021] 光源３０は、液晶光学素子１０に向けて光を出射する。例えば、光源３０は、発光ダイオード（Ｌｉｇｈｔ　Ｅｍｉｔｔｉｎｇ　Ｄｉｏｄｅ：ＬＥＤ）を含んでよい。照明装置１００に用いられる光源３０はＬＥＤに限定されない。光源３０は、光を出射することができる素子又は装置であればよい。また、光源３０は、複数のＬＥＤを含んでもよい。

[0022] 制御装置４０は、液晶光学素子１０及び光源３０を制御する。具体的には、制御装置４０は、液晶光学素子１０の第１の液晶セル１１０ａ及び第２の液晶セル１１０ｂに、光の配光方向及び配向角を制御可能な制御信号（電位）を供給し、光源３０の点灯及び明るさを制御可能な制御信号（電位）を供給することができる。

[0023] 液晶光学素子１０及び光源３０は、制御装置４０と電気的に接続されてい

る。例えば、制御装置４０は、液晶光学素子１０の及び第２の液晶セル１１０ｂと電気的に接続されている。制御装置４０は、第１の液晶セル１１０ａの端子部１２ａに電気的に接続された第１のフレキシブル配線基板１１ａ及び第２の液晶セル１１０ｂの端子部１２ｂに電気的に接続された第２のフレキシブル配線基板１１ｂを介して電気的に接続される。

[0024] 光源３０から液晶光学素子１０に出射された光は、第１の液晶セル１１０ａ、接着層１３０ａ、波長板１４０、接着層１３０ｂ、及び第２の液晶セル１１０ｂを透過し、第２の液晶セル１１０ｂから出射される。詳細は後述されるが、例えば、液晶光学素子１０を透過する光は、液晶セル１１０に含まれる各電極の構成、及び、制御装置４０から各電極に供給される電圧に基づき、ｘ軸方向又はｙ軸方向に屈折する。すなわち、照明装置１００は、液晶光学素子１０を用いて光の配光方向及び光の配光角を調整することが可能であると共に、調整された様々な配光方向及び配光角を有する光を照射することができる。

[0025] ＜１－２．液晶光学素子１０の構成＞

図２及び図３を参照し、液晶光学素子１０の構成の概略を説明する。図２及び図３は、液晶光学素子１０の一部の断面構造を示す模式的な断面図である。具体的には、図２は、図１に示されるＡ１－Ａ２線に沿って切断されたｚｘ面内の模式的な断面図であり、図３は、図１に示されるＢ１－Ｂ２線に沿って切断されたｙｚ面内の模式的な断面図である。また、図１と同一、又は類似する構成は、必要に応じて説明する。

[0026] 「１－１．照明装置１００の構成」で説明したとおり、第１の液晶セル１１０ａ及び第２の液晶セル１１０ｂの基本的な構成及び機能は同じである。以降の説明では、第１の液晶セル１１０ａの構成及び機能が説明され、必要に応じて、第２の液晶セル１１０ｂの構成及び機能が説明される。

[0027] 第１の液晶セル１１０ａは、第１の基板１１１ａ、第２の基板１２１ａ、複数の第１の透明電極１８１（例えば、第１の透明電極１８１－１ａ）、複数の第２の透明電極１８２（例えば、第２の透明電極１８２－１ａ、第２の

透明電極１８２－２ａ）、複数の第３の透明電極１８３（例えば、第３の透明電極１８３－１ａ、第３の透明電極１８３－２ａ）、複数の第４の透明電極１８４（例えば、第４の透明電極１８４－１ａ、第４の透明電極１８４－２ａ）、第１の配向膜１１４ａ、第２の配向膜１２４ａ、及び液晶層１６０ａを含む。

[0028] 複数の第１の透明電極１８１及び複数の第２の透明電極１８２は第１の基板１１１ａ上に設けられ、第１の配向膜１１４ａに覆われている。第１の配向膜１１４ａの一部は、第１の基板１１１ａ、複数の第１の透明電極１８１及び複数の第２の透明電極１８２に接している。

[0029] 複数の第３の透明電極１８３及び複数の第４の透明電極１８４は第２の基板１２１ａ上に設けられ、第２の配向膜１２４ａに覆われている。第２の配向膜１２４ａの一部は、第２の基板１２１ａ、複数の第３の透明電極１８３及び複数の第４の透明電極１８４に接している。

[0030] 第１の基板１１１ａ上の第１の透明電極１８１及び第２の透明電極１８２は、第２の基板１２１ａ上の第３の透明電極１８３及び第４の透明電極１８４と対向するように配置される。

[0031] なお、シール材（図示は省略）が、第１の基板１１１ａ及び第２の基板１２１ａの周辺部に設けられ、第１の基板１１１ａと第２の基板１２１ａとを接着する。液晶を含む液晶層１６０ａが、第１の基板１１１ａ（より具体的には、第１の配向膜１１４ａ）、第２の基板１２１ａ（より具体的には、第２の配向膜１２４ａ）、及びシール材で囲まれた空間に設けられている。

[0032] 複数の第１の透明電極１８１、複数の第２の透明電極１８２、複数の第３の透明電極１８３、複数の第４の透明電極１８４のそれぞれは、ｙ軸方向に延在する。

[0033] 複数の第１の透明電極１８１及び複数の第２の透明電極１８２において、第１の透明電極１８１と第２の透明電極１８２とがｘ軸方向に沿って交互に繰り返して配置される。複数の第３の透明電極１８３及び複数の第４の透明電極１８４において、第３の透明電極１８３と第４の透明電極１８４とがｘ

軸方向に沿って交互に繰り返して配置される。

[0034] 第１の基板１１１ａ及び第２の基板１２１ａとして、例えば、ガラス基板、石英基板、またはサファイア基板などの透光性を有する剛性基板が用いられる。また、第１の基板１１１ａ及び第２の基板１２１ａとして、例えば、ポリイミド樹脂基板、アクリル樹脂基板、シロキサン樹脂基板、またはフッ素樹脂基板などの透光性を有する可撓性基板を用いてもよい。

[0035] 複数の第１の透明電極１８１、複数の第２の透明電極１８２、複数の第３の透明電極１８３、及び複数の第４の透明電極１８４は、液晶層１６０ａに電界を形成するための電極として機能する。複数の第１の透明電極１８１、複数の第２の透明電極１８２、複数の第３の透明電極１８３、及び複数の第４の透明電極１８４として、例えば、インジウム・スズ酸化物（ＩＴＯ）またはインジウム・亜鉛酸化物（ＩＺＯ）などの透明導電材料が用いられる。

[0036] 第１の配向膜１１４ａ及び第２の配向膜１２４ａは、液晶層１６０ａ内の液晶分子の長軸を所定の方向に配向させる。各透明電極に電圧が印加されていない状態では、液晶層１６０ａ内の液晶分子は、第１の配向膜１１４ａ又は第２の配向膜１２４ａの配向特性に基づいて配向する。なお、便宜上、照明装置１００の液晶分子の長軸方向を、液晶分子の配向方向とする。第１の配向膜１１４ａ及び第２の配向膜１２４ａとして、ポリイミド樹脂などが用いられる。第１の配向膜１１４ａ及び第２の配向膜１２４ａは、ラビング法または光配向法などの配向処理によって配向特性が付与されてもよい。ラビング法は、配向膜の表面を一方向に擦る方法である。光配向法は、配向膜に直線偏光の紫外線を照射する方法である。

[0037] 第１の液晶セル１１０ａの第１の基板１１１ａ側の液晶分子の配向方向は、複数の第１の透明電極１８１及び複数の第２の透明電極１８２の延在方向と直交する方向となるように、第１の配向膜１１４ａに配向特性が付与される。また、第１の液晶セル１１０ａの第２の基板１２１ａ側の液晶分子の配向方向は、複数の第３の透明電極１８３及び複数の第４の透明電極１８４の延在方向と直交する方向となるように、第２の配向膜１２４ａに配向特性が

付与される。図２及び図３には、便宜上、矢印及び丸印の中にバツを付した記号を用いて、液晶層１６０ａ内の液晶分子の配向方向が示されている。矢印は、紙面と平行方向に配向する液晶分子の配向方向を表し、丸印の中にバツを付した記号は、紙面と垂直方向に配向する液晶分子の配向方向を表す。第１の基板１１１ａ側の液晶分子の配向方向及び第２の基板１２１ａ側の液晶分子の配向方向はｘ軸方向である。

[0038] 液晶層１６０ａは、液晶を含む。液晶層１６０ａは、液晶中の液晶分子の配向方向に応じて、透過する光を屈折させ、または透過する光の偏光を変化させることができる。液晶層１６０ａの液晶として、ネマティック液晶などが用いられる。本実施形態で説明する液晶はポジ型であるが、各透明電極に電圧が印加されない状態における液晶分子の配向方向などを変更することにより、ポジ型に代えてネガ型を適用することも可能である。また、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。

[0039] 第２の液晶セル１１０ｂは、第１の基板１１１ｂ、第２の基板１２１ｂ、複数の第１の透明電極１８１（例えば、第１の透明電極１８１－１ｂ）、複数の第２の透明電極１８２（例えば、第２の透明電極１８２－１ｂ、第２の透明電極１８２－２ｂ）、複数の第３の透明電極１８３（例えば、第３の透明電極１８３－１ｂ、第３の透明電極１８３－２ｂ）、複数の第４の透明電極１８４（例えば、第４の透明電極１８４－１ｂ、第４の透明電極１８４－２ｂ）、第１の配向膜１１４ｂ、第２の配向膜１２４ｂ、及び液晶層１６０ｂを含む。第１の基板１１１ｂ、第２の基板１２１ｂ、複数の第１の透明電極１８１（例えば、第１の透明電極１８１－１ｂ）、複数の第２の透明電極１８２（例えば、第２の透明電極１８２－１ｂ、第２の透明電極１８２－２ｂ）、複数の第３の透明電極１８３（例えば、第３の透明電極１８３－１ｂ、第３の透明電極１８３－２ｂ）、複数の第４の透明電極１８４（例えば、第４の透明電極１８４－１ｂ、第４の透明電極１８４－２ｂ）、第１の配向膜１１４ｂ、第２の配向膜１２４ｂ、及び液晶層１６０ｂは、それぞれ、第１の基板１１１ａ、第２の基板１２１ａ、複数の第１の透明電極１８１（例

えば、第１の透明電極１８１－１ａ）、複数の第２の透明電極１８２（例えば、第２の透明電極１８２－１ａ、第２の透明電極１８２－２ａ）、複数の第３の透明電極１８３（例えば、第３の透明電極１８３－１ａ、第３の透明電極１８３－２ａ）、複数の第４の透明電極１８４（例えば、第４の透明電極１８４－１ａ、第４の透明電極１８４－２ａ）、第１の配向膜１１４ａ、第２の配向膜１２４ａ、及び液晶層１６０ａと同様の構成及び機能を有する。よって、ここでの第２の液晶セル１１０ｂの説明は省略される。

[0040] 平面視において、第１の液晶セル１１０ａ及び第２の液晶セル１１０ｂに設けられる第１の透明電極１８１同士の延在する方向（ｙ軸方向）は互いに一致するように重畳している。第１の液晶セル１１０ａ及び第２の液晶セル１１０ｂに設けられる同一名の透明電極も同様に、延在する方向（ｙ軸方向）は互いに一致するように重畳している。すなわち、照明装置１００は、同じ構成の液晶セル（第１の液晶セル１１０ａ及び第２の液晶セル１１０ｂ）が重畳した構成を含む。なお、図２及び図３に示されるように、第１の液晶セル１１０ａ及び第２の液晶セル１１０ｂを構成する上下一対の基板のうち、下側の基板（光源側の基板）が第１の基板１１１ａ及び第１の基板１１１ｂとなっている。

[0041] 「１－１．照明装置１００の構成」で説明したとおり、第１の液晶セル１１０ａ及び第２の液晶セル１１０ｂの基本的な構成及び機能は同じである。よって、第１の基板１１１ａ及び第１の基板１１１ｂ、第２の基板１２１ａ及び第２の基板１２１ｂ、複数の第１の透明電極１８１（例えば、第１の透明電極１８１－１ａ、第１の透明電極１８１－１ｂ）、複数の第２の透明電極１８２（例えば、第２の透明電極１８２－１ａ、第２の透明電極１８２－２ａ、第２の透明電極１８２－１ｂ、第２の透明電極１８２－２ｂ）、複数の第３の透明電極１８３（例えば、第３の透明電極１８３－１ａ、第３の透明電極１８３－２ａ、第３の透明電極１８３－１ｂ、第３の透明電極１８３－２ｂ）、複数の第４の透明電極１８４（例えば、第４の透明電極１８４－１ａ、第４の透明電極１８４－２ａ、第４の透明電極１８４－１ｂ、第４の

透明電極１８４－２ｂ）、第１の配向膜１１４ａ及び第１の配向膜１１４ｂ、第２の配向膜１２４ａ及び第２の配向膜１２４ｂ、液晶層１６０ａ及び液晶層１６０ｂのそれぞれが、区別される場合には、各名称を用いて説明される。上述の第１の液晶セル１１０ａ及び第２の液晶セル１１０ｂに含まれる各構成要素のそれぞれが区別されない場合には、第１の液晶セル１１０ａ及び第２の液晶セル１１０ｂに含まれる各構成要素のそれぞれは、第１の基板１１１、第２の基板１２１、複数の第１の透明電極１８１、複数の第２の透明電極１８２、複数の第３の透明電極１８３、複数の第４の透明電極１８４、第１の配向膜１１４、第２の配向膜１２４、液晶層１６０として説明される。

[0042] ＜１－３．透明電極の配置＞

図１、図４～図６を参照し、液晶光学素子１０の各電極の概略を説明する。図４は、液晶光学素子１０の第１の基板１１１上の複数の第１の透明電極１８１及び複数の第２の透明電極１８２の配置を示す模式的な平面図である。図５は、液晶光学素子１０の第２の基板１２１上の複数の第３の透明電極１８３及び複数の第４の透明電極１８４の配置を示す模式的な平面図である。図６は、液晶光学素子１０の一部の断面構造を示す断面図である。なお、図６は図１に示されたＡ１－Ａ２線に沿った第１の液晶セル１１０ａの断面構造に対応するものである。図１～図３と同一、又は類似する構成は、必要に応じて説明する。

[0043] 第１の液晶セル１１０ａの断面構造は第２の液晶セル１１０ｂの断面構造と同じであり、第１の液晶セル１１０ａの断面構造がここでは説明され、第２の液晶セル１１０ｂの断面構造は必要に応じて説明される。

[0044] はじめに、図１、図４及び図５を参照し、平面視における液晶光学素子１０の各電極の概略を説明する。図４に示されるように、平面視において、複数の第１の透明電極１８１、複数の第２の透明電極１８２、第１の端子１１９－１、及び第２の端子１１９－２が第１の基板１１１上に設けられる。また、第５の配線１１６－５、第６の配線１１６－６、複数の第１の給電端子

１１８－１、複数の第２の給電端子１１８－２、第３の端子１１９－３、及び第４の端子１１９－４が第１の基板１１１上に設けられる。

[0045] 複数の第１の透明電極１８１及び複数の第２の透明電極１８２は、制御装置４０から制御信号（電位）を供給され、光源３０から出射される光を、透過する機能、透過しにくくする機能、拡散する機能、及び屈折する機能を有する。

[0046] 複数の第１の透明電極１８１は第１の透明電極１８１－１を含む。複数の第２の透明電極１８２は第２の透明電極１８２－１及び第２の透明電極１８２－２を含む。複数の第１の透明電極１８１及び複数の第２の透明電極１８２のそれぞれの長軸がｙ軸方向に延在し、第１の透明電極１８１及び第２の透明電極１８２はｘ軸方向に沿って交互に配置される。

[0047] 第１の透明電極１８１の電極の幅、及び第２の透明電極１８２の電極の幅（ｘ軸方向の幅）は、第１の幅w_1である。第１の透明電極１８１と第２の透明電極１８２とのｘ軸方向の電極間距離（電極間隔）は、第１の電極間距離p_1である。照明装置１００において、第１の幅w_1は第１の電極間距離p_1と同一であるが、第１の幅w_1は第１の電極間距離p_1と異なっていてもよい。第１の透明電極１８１の電極の幅と第２の透明電極１８２の電極の幅は、異なっていてもよい。

[0048] また、セルギャップｄは、第１の幅w_1及び第１の電極間距離p_1より小さい（狭い）。例えば、セルギャップｄは、８μｍ≦ｄ≦５０μｍ、好ましくは１０μｍ≦ｄ≦３０μｍ、さらに好ましくは１５μｍ≦ｄ≦２５μｍである。例えば、照明装置１００のセルギャップｄは３０μｍであり、第１の幅w_1及び第１の電極間距離p_1は、３５μｍである。そのため、第１の基板１１１ａ側及び第２の基板１１２ａ側で発生した横電界は、第１の基板１１１ａと第２の基板１１２ａとの間の中央近傍に位置する液晶分子に影響を及ぼし、照明装置１００は入射光１８０を屈曲させることができる。

[0049] 複数の第１の透明電極１８１は第１の配線１１６－１と電気的に接続され、第１の配線１１６－１は第１の端子１１９－１と電気的に接続される。第

１の配線１１６－１は、複数の第１の透明電極１８１の下に形成されてよく、複数の第１の透明電極１８１の上に形成されてもよい。また、第１の配線１１６－１は、複数の第１の透明電極１８１と同じ層に形成されてもよい。複数の第２の透明電極１８２は第２の配線１１６－２と電気的に接続され、第２の配線１１６－２は第２の端子１１９－２と電気的に接続される。第２の配線１１６－２は、複数の第２の透明電極１８２の下に形成されてよく、複数の第２の透明電極１８２の上に形成されてもよい。また、第２の配線１１６－２は、複数の第２の透明電極１８２と同じ層に形成されてもよい。例えば、照明装置１００の複数の第１の透明電極１８１及び複数の第２の透明電極１８２は、第１の配線１１６－１及び第２の配線１１６－２と同じ層に形成されている。

[0050] 第５の配線１１６－５は、複数の第１の給電端子１１８－１、及び第１の端子１１９－１に電気的に接続される。第６の配線１１６－６は、複数の第２の給電端子１１８－２、及び第４の端子１１９－４に電気的に接続される。

[0051] 第１の基板１１１上に配置される第１の配向膜１１４は、ｘ軸方向（図４において白抜きの矢印で示す方向）に配向処理されている。この場合、液晶層１６０を構成する液晶分子のうち、第１の基板１１１側の液晶分子の長軸は、ｘ軸方向に沿って配向する。すなわち、第１の配向膜１１４の配向方向（ｘ軸方向）と複数の第１の透明電極１８１及び複数の第２の透明電極１８２の延在する方向（ｙ軸方向）は直交している。

[0052] 図５に示されるように、平面視において、複数の第３の透明電極１８３、複数の第４の透明電極１８４、第３の配線１１６－３、第４の配線１１６－４、複数の第３の給電端子１１８－３、及び複数の第４の給電端子１１８－４が第２の基板１２１上に設けられる。

[0053] 複数の第３の透明電極１８３及び複数の第４の透明電極１８４は、複数の第１の透明電極１８１及び複数の第２の透明電極１８２と同様に、制御装置４０から制御信号（電位）を供給され、光源３０から出射される光を、透過

する機能、透過しにくくする機能、拡散する機能、及び屈折する機能を有する。

[0054] 複数の第３の透明電極１８３は第３の透明電極１８３－１及び第３の透明電極１８３－２を含む。複数の第４の透明電極１８４は第４の透明電極１８４－１及び第４の透明電極１８４－２を含む。複数の第３の透明電極１８３及び複数の第４の透明電極１８４のそれぞれの長軸が、ｙ軸方向に延在し、第３の透明電極１８３及び第４の透明電極１８４はｘ軸方向に沿って交互に配置される。第３の透明電極１８３の電極の幅、及び第４の透明電極１８４の電極の幅（ｘ軸方向の幅）は、第２の幅w_2である。第３の透明電極１８３と第４の透明電極１８４とのｘ軸方向の電極間距離（電極間隔）は、第２の電極間距離p_2である。

[0055] 照明装置１００において、第２の幅w_2は、第１の幅w_1より広く（太く）、第２の電極間距離p_2は第１の電極間距離p_1より狭い（細い）。なお、第３の透明電極１８３の電極の幅、及び第４の透明電極１８４の電極の幅は、異なっていてもよい。

[0056] 複数の第３の透明電極１８３は第３の配線１１６－３と電気的に接続され、第３の配線１１６－３は複数の第３の給電端子１１８－３と電気的に接続される。複数の第４の透明電極１８４は第４の配線１１６－４と電気的に接続され、第４の配線１１６－４は複数の第４の給電端子１１８－４と電気的に接続される。第３の配線１１６－３は、複数の第３の透明電極１８３の下に形成されてよく、複数の第３の透明電極１８３の上に形成されてもよい。また、第３の配線１１６－３は、複数の第３の透明電極１８３と同じ層に形成されてよい。第４の配線１１６－４は、複数の第４の透明電極１８４の下に形成されてよく、複数の第４の透明電極１８４の上に形成されてもよい。また、第４の配線１１６－４は、複数の第４の透明電極１８４と同じ層に形成されてよい。例えば、照明装置１００の複数の第３の透明電極１８３、複数の第４の透明電極１８４、第３の配線１１６－３及び第４の配線１１６－４は同じ層に形成されている。なお、第３の配線１１６－３、複数の第３の

給電端子１１８－３、第４の配線１１６－４、及び複数の第４の給電端子１１８－４は、複数の第３の透明電極１８３及び複数の第４の透明電極１８４と同様に、第３の配線１１６－３及び第４の配線１１６－４と同じ層に形成されてよい。

[0057] 液晶セル１１０において、複数の第１の透明電極１８１及び複数の第２の透明電極１８２と、複数の第３の透明電極１８３及び複数の第４の透明電極１８４とは、液晶層１６０ａを介して対向している。また、複数の第１の透明電極１８１、及び複数の第２の透明電極１８２の延在する方向（ｙ軸方向）は、複数の第３の透明電極１８３及び複数の第４の透明電極１８４の延在する方向（ｙ軸方向）と平行である。

[0058] 第１の基板１１１が第２の基板１２１と貼り合わされると、複数の第１の給電端子１１８－１のそれぞれは、対応する第３の給電端子１１８－３に電気的に接続され、複数の第２の給電端子１１８－２のそれぞれは、対応する第４の給電端子１１８－４に電気的に接続される。その結果、第１の配線１１６－１は第３の配線１１６－３に電気的に接続され、第２の配線１１６－２は第４の配線１１６－４に電気的に接続される。例えば、第１の給電端子１１８－１と第３の給電端子１１８－３、及び、第２の給電端子１１８－２と第４の給電端子１１８－４は、銀ペースト又は導電粒子を用いて、電気的に接続することができる。なお、導電粒子は金属を被覆した粒子を含む。

[0059] 例えば、図１、図４及び図５に示されるように、第２の基板１２１のｘ軸方向に沿った長さは、第１の基板１１１のｘ軸方向に沿った長さより短い。第１の端子１１９－１、第２の端子１１９－２、第３の端子１１９－３、及び第４の端子１１９－４は、第１の基板１１１上の端子部１２に設けられる。その結果、第１の基板１１１が第２の基板１２１と貼り合わされると、第１の端子１１９－１、第２の端子１１９－２、第３の端子１１９－３、及び第４の端子１１９－４は、第２の基板１２１に覆われずに露出される。

[0060] よって、第１の液晶セル１１０ａにおいて、端子部１２ａは第１のフレキシブル配線基板１１ａと容易に貼り合わせることができ、容易に電気的に接

続することができる。その結果、複数の第１の透明電極１８１は、第１のフレキシブル配線基板１１ａ、端子部１２ａ、第１の端子１１９－１、第１の配線１１６－１を介して、制御装置４０（図１を参照）から制御信号（電位）を供給される。複数の第２の透明電極１８２は、第１のフレキシブル配線基板１１ａ、端子部１２ａ、第２の端子１１９－２、第２の配線１１６－２を介して、制御装置４０から制御信号（電位）を供給される。複数の第３の透明電極１８３は、第１のフレキシブル配線基板１１ａ、端子部１２ａ、第３の端子１１９－３、第５の配線１１６－５、複数の第１の給電端子１１８－１、第３の配線１１６－３、複数の第３の給電端子１１８－３を介して、制御装置４０から制御信号（電位）を供給される。複数の第４の透明電極１８４は、第１のフレキシブル配線基板１１ａ、端子部１２ａ、第４の端子１１９－４、第６の配線１１６－６、複数の第２の給電端子１１８－２、第４の配線１１６－４、複数の第４の給電端子１１８－４を介して、制御装置４０から制御信号（電位）を供給される。第１の液晶セル１１０ａと同様に、第２の液晶セル１１０ｂの端子部１２ｂも、第２のフレキシブル配線基板１１ｂと容易に貼り合わせることができ、容易に電気的に接続することができる。また、第１の液晶セル１１０ａと同様に、第２の液晶セル１１０ｂ内の各電極も制御装置４０から制御信号（電位）を供給される。

[0061] なお、第１の基板１１１の第２の基板１２１に対向する側、又は、第２の基板１２１の第１の基板１１１に対向する側には、フォトスペーサ（図示は省略）が形成されてよい。フォトスペーサを含むことによって、照明装置１００は、第１の基板１１１と第２の基板１２１との間隔を一定に保つことができる。

[0062] 第１の配線１１６－１、第２の配線１１６－２、第３の配線１１６－３、第４の配線１１６－４、第５の配線１１６－５、第６の配線１１６－６、複数の第１の給電端子１１８－１、複数の第３の給電端子１１８－３、複数の第２の給電端子１１８－２、複数の第４の給電端子１１８－４、第１の端子１１９－１、第２の端子１１９－２、第３の端子１１９－３、及び第４の端

子１１９－４を形成する材料として、金属材料を用いることができる。金属材料は、例えば、アルミニウム、モリブデンである。例えば、第１の配線１１６－１、第２の配線１１６－２、第１の端子１１９－１、及び、第２の端子１１９－２を形成する材料が金属材料である場合には、複数の第１の透明電極１８１及び複数の第２の透明電極１８２を形成する材料はＩＴＯ又はＩＺＯであって、複数の第１の透明電極１８１は第１の配線１１６－１の上（第１の基板１１１と反対側）に重畳するように配置され、複数の第２の透明電極１８２は第２の配線１１６－２の上（第１の基板１１１と反対側）に重畳するように配置されるとよい。複数の第１の透明電極１８１及び複数の第２の透明電極１８２を形成する材料がＩＴＯ又はＩＺＯの場合には、複数の第１の透明電極１８１及び複数の第２の透明電極１８２は腐食に対する耐性が高い。腐食に対する耐性が高い複数の第１の透明電極１８１及び複数の第２の透明電極１８２が、金属材料で形成される第１の配線１１６－１、第２の配線１１６－２、第１の端子１１９－１、及び、第２の端子１１９－２の上（第１の基板１１１と反対側）に配置されることで、第１の配線１１６－１、第２の配線１１６－２、第１の端子１１９－１、及び、第２の端子１１９－２の腐食を抑制することができる。

[0063] 次に、図６を参照し、液晶光学素子１０の一部の断面構造を説明する。

[0064] 第１の透明電極１８１－１ａは、隣り合う２つの第２の透明電極１８２－１ａ及び１８２－２ａに挟まれる。第１の透明電極１８１－１ａは、第４の透明電極１８４－１ａにおける第３の透明電極１８３－２ａ側の端部、第４の透明電極１８４－１ａと第３の透明電極１８３－２ａと間のスペース、及び第３の透明電極１８３－２ａにおける第４の透明電極１８４－１ａ側の端部と、ｚ軸方向に沿って重畳する。

[0065] 第１の透明電極１８１－１ａと第２の透明電極１８２－１ａとの間のスペースは、第４の透明電極１８４－１ａと、ｚ軸方向に沿って重畳する。第１の透明電極１８１－１ａと第２の透明電極１８２－２ａとの間のスペースは、第３の透明電極１８３－２ａと、ｚ軸方向に沿って重畳する。

[0066] 第２の透明電極１８２－１ａは、第３の透明電極１８３－１ａにおける第４の透明電極１８４－１ａ側の端部、第３の透明電極１８３－１ａと第４の透明電極１８４－１ａとの間のスペース、及び第４の透明電極１８４－１ａにおける第３の透明電極１８３－１ａ側の端部と、ｚ軸方向に沿って重畳する。

[0067] 第２の透明電極１８２－２ａは、第２の透明電極１８２－１ａと同様に構成される。

[0068] 第３の透明電極１８３－２ａは、隣り合う２つの第４の透明電極１８４－１ａ及び１８４－２ａに挟まれる。第４の透明電極１８４－１ａは、隣り合う２つの第３の透明電極１８３－１ａ及び１８３－２ａに挟まれる。

[0069] 第１の液晶セル１１０ａは、複数の第１の領域ＺＮ１、及び、複数の第２の領域ＺＮ２を含む。複数の第１の領域ＺＮ１、及び、複数の第２の領域ＺＮ２は、ｘ軸方向に沿って、交互に配置される。

[0070] 第１の領域ＺＮ１は、第２の領域ＺＮ２と隣り合う。また、第１の領域ＺＮ１は、ｚ軸方向に沿って、第１の透明電極１８１－１ａと第２の透明電極１８２－１ａとの間のスペースが、第４の透明電極１８４－１ａと重畳する領域を含む。さらに、第１の領域ＺＮ１は、ｚ軸方向に沿って、第１の透明電極１８１－１ａと第２の透明電極１８２－２ａとの間のスペースが、第３の透明電極１８３－２ａと重畳する領域を含む。幅OV_2は、ｚ軸方向に沿って第１の透明電極１８１－１ａが第４の透明電極１８４－１ａにおける第３の透明電極１８３－２ａ側の端部と重畳する幅である。幅OV_3は、ｚ軸方向に沿って、第１の透明電極１８１－１ａが第３の透明電極１８３－２ａにおける第４の透明電極１８４－１ａ側の端部と重畳する幅である。

[0071] 第２の領域ＺＮ２は、ｚ軸方向に沿って、第１の透明電極１８１－１ａが、第４の透明電極１８４－１ａにおける第３の透明電極１８３－２ａ側の端部と重畳する領域、第４の透明電極１８４－１ａと第３の透明電極１８３－２ａとの間のスペースと重畳する領域、及び、第１の透明電極１８１－１ａが第３の透明電極１８３－２ａにおける第４の透明電極１８４－１ａ側の端

部と重畳する領域を含む。また、第２の領域ＺＮ２は、ｚ軸方向に沿って、第２の透明電極１８２－２ａが、第３の透明電極１８３－２ａにおける第４の透明電極１８４－２ａ側の端部と重畳する領域、第３の透明電極１８３－２ａと第４の透明電極１８４－２ａとの間のスペースと重畳する領域、及び、第４の透明電極１８４－２ａにおける第３の透明電極１８３－２ａ側の端部と重畳する領域を含む。幅$ＯＶ_4$は、ｚ軸方向に沿って、第２の透明電極１８２－２ａが第３の透明電極１８３－２ａにおける第４の透明電極１８４－２ａ側の端部と重畳する幅である。幅$ＯＶ_1$は、ｚ軸方向に沿って、第２の透明電極１８２－１ａが第４の透明電極１８４－１ａにおける第３の透明電極１８３－１ａ側の端部と重畳する幅であってよく、ｚ軸方向に沿って、第２の透明電極１８２－２ａが第４の透明電極１８４－２ａにおける第３の透明電極１８３－２ａ側の端部と重畳する幅であってもよい。

[0072] セルギャップｄは、液晶層１６０ａと第１の配向膜１１４ａとが接する面と、液晶層１６０ａと第１の配向膜１１４ａとが接する面との間隔であってよく、第１の基板１１１ａと第２の基板１２１ａとの間隔であってもよい。例えば、照明装置１００のセルギャップｄは、液晶層１６０ａと第１の配向膜１１４ａとが接する面と、液晶層１６０ａと第１の配向膜１１４ａとが接する面との間隔である。

[0073] ＜１－４．液晶光学素子１０による光の配光の制御＞

図７～図１３を参照し、液晶光学素子１０を用いた光の配光を説明する。図７は、図１に示されたＡ１－Ａ２線に沿った第１の液晶セル１１０ａ及び第２の液晶セル１１０ｂの断面構造に対応するものである。図８及び図１０は、液晶セルにおける液晶層の液晶の配向を示す断面図である。図９及び図１１は、液晶セルにおける各領域と位相差の関係を示す図である。図１２は、液晶光学素子１０に含まれる各端子に供給する電圧を示すタイミングチャートである。図１３は照明装置１００における光の配光の方向を説明するための概略図である。図１～図６と同一、又は類似する構成は、必要に応じて説明する。

[0074] 第１の液晶セル１１０ａにおいて、第１の配向膜１１４ａは、ｘ軸方向に、かつ、端子部１２から遠ざかる方向に配向処理されている（図４を参照）。第２の配向膜１２４ａは、ｘ軸方向に、かつ、端子部１２に近づく方向に配向処理されている（図５を参照）。よって、第１の基板１１１ａ側の液晶分子の長軸、及び、第２の基板１２１ａ側の液晶分子の長軸は、ｘ軸方向に配向する。第２の液晶セル１１０ｂの第１の配向膜１１４ｂ、第２の配向膜１２４ｂ及び液晶層１６０ｂの液晶分子は、第１の液晶セル１１０ａと同様に構成されている。

[0075] はじめに、図７を参照し、第１の液晶セル１１０ａ及び第２の液晶セル１１０ｂの各透明電極に電位が供給されていない状態の液晶光学素子１０を説明する。図７は、第１の透明電極１８１－１ａ及び１８１－１ｂ、第２の透明電極１８２－１ａ、１８２－２ａ、１８２－１ｂ及び１８２－２ｂ、第３の透明電極１８３－１ａ、１８３－２ａ、１８３－１ｂ及び１８３－２ｂ、第４の透明電極１８４－１ａ、１８４－２ａ、１８４－１ｂ及び１８４－２ｂに電位が供給されていない状態の液晶光学素子１０を示す。図７では、接着層１３０ａ及び接着層１３０ｂは省略されている。

[0076] 図７に示されるように、光源から出射された光は、ｘ軸方向の偏光成分（Ｐ偏光成分）及びｙ軸方向の偏光成分（Ｓ偏光成分）を有するが、ここでは、便宜上、光をＰ偏光成分とＳ偏光成分とに分けて説明する。光源から出射された光（図７中の（１）を参照）は、Ｐ偏光成分を有する第１の偏光６１及びＳ偏光成分を有する第２の偏光６２を含む。図７中の矢印の記号及び丸印にバツを付した記号は、それぞれ、Ｐ偏光成分及びＳ偏光成分を表している。矢印はｘ軸に平行であることを表し、丸印にバツを付した記号はｙ軸に平行であることを表す。光源から出射された光は、液晶光学素子１０に入射する光（入射光１８０）である。

[0077] 第１の偏光６１は、第１の基板１１１ａに入射した後、Ｐ偏光成分を維持し、第２の基板１２１ａ側から出射される（図７中の（２）及び（３）を参照）。また、第１の偏光６１は、波長板１４０に入射した後、第２の液晶セ

ル１１０ｂに向かうにつれて、波長板１４０の位相差であるλ／２に基づき、Ｐ偏光成分からＳ偏光成分に変化する（図７中の（５）を参照）。さらに、第１の偏光６１は、第１の基板１１１ｂに入射した後、Ｓ偏光成分を維持し、第２の基板１２１ａ側から出射される（図７中の（６）～（８）を参照）。

[0078] 第２の偏光６２は、第１の基板１１１ａに入射した後、Ｓ偏光成分を維持し、第２の基板１２１ａ側から出射される（図７中の（２）及び（３）を参照）。また、第２の偏光６２は、波長板１４０に入射した後、第２の液晶セル１１０ｂに向かうにつれて、波長板１４０の位相差であるλ／２に基づき、Ｓ偏光成分からＰ偏光成分に変化する（図７中の（５）を参照）。さらに、第２の偏光６２は、第１の基板１１１ｂに入射した後、Ｐ偏光成分を維持し、第２の基板１２１ａ側から出射される（図７中の（５）～（８）を参照）。

[0079] 液晶光学素子１０は、同一の構造を有する２つの液晶セル（第１の液晶セル１１０ａ及び第２の液晶セル１１０ｂ）を積層させた構造を有し、液晶光学素子１０に入射する光の偏光成分を１度変化させる。その結果、液晶光学素子１０は、入射前の偏光成分と入射後の偏光成分とを変えることができる（図７中の（１）～（８）参照）。すなわち、液晶光学素子１０では、入射光１８０の偏光成分と、出射光の偏光成分とを９０度回転することができる。

[0080] 次に、図８～図１３を参照し、第１の液晶セル１１０ａの各透明電極に電位が供給された状態の液晶光学素子１０を説明する。なお、第２の液晶セル１１０ｂの構成及び機能は第１の液晶セル１１０ａの構成及び機能と同様であるから、必要に応じて説明される。

[0081] 複数の第１の透明電極１８１及び複数の第２の透明電極１８２のうち、隣り合う第１の透明電極１８１と第２の透明電極１８２とに制御装置４０から異なる制御信号（電位）が供給されると、隣り合う第１の透明電極１８１と第２の透明電極１８２との間で電位差が発生する。その結果、隣り合う第１

の透明電極１８１と第２の透明電極１８２との間に電界（第１の電界）が発生する。第１の透明電極１８１及び第２の透明電極１８２と同様に、隣り合う第３の透明電極１８３と第４の透明電極１８４とに制御装置４０から異なる制御信号（電位）が供給され、隣り合う第３の透明電極１８３と第４の透明電極１８４との間で電位差が発生すると、隣り合う第３の透明電極１８３と第４の透明電極１８４との間に電界（第２の電界）が発生する。例えば、第１の電界及び第２の電界は横電界と呼ばれる。

[0082] また、対向する第１の透明電極１８１と第３の透明電極１８３との間、及び、対向する第２の透明電極１８２と第４の透明電極１８４との間で電位差が発生する。その結果、対向する第１の透明電極１８１と第３の透明電極１８３との間、及び、対向する第２の透明電極１８２と第４の透明電極１８４との間に電界（第３の電界、第４の電界）が発生する。なお、対向する第１の透明電極１８１と第４の透明電極１８４との間、及び、対向する第２の透明電極１８２と第３の透明電極１８３との間には、同一の制御信号（電位）が供給されているため、電位差が発生しない。

[0083] 例えば、図８及び図１２に示されるように、第２の透明電極１８２－１ａ、第２の透明電極１８２－２ａ、第３の透明電極１８３－１ａ及び第３の透明電極１８３－２ａにロー（Ｌｏｗ）電位ＶＬが供給され、第１の透明電極１８１－１ａ、第４の透明電極１８４－１ａ及び第４の透明電極１８４－２ａにハイ（Ｈｉｇｈ）電位ＶＨが供給される。その結果、第２の透明電極１８２－１ａと第１の透明電極１８１－１ａとの間には電位差（ＶＨ－ＶＬ）が発生し、横電界が発生する。その他の隣り合う電極間においても同様に、電位差（ＶＨ－ＶＬ）が発生し、横電界が発生する。例えば、ハイ電位ＶＨはロー電位ＶＬより大きく（高く）、ハイ電位ＶＨはロー電位ＶＬの極性を反転した電位である。また、中間（Ｍｉｄ）電位ＶＭは、基準となる電位であり、グラウンドであってよく、０Ｖであってもよい。例えば、ハイ電位ＶＨと中間電位ＶＭとの電位差の絶対値は、ロー電位ＶＬと中間電位との電位差の絶対値と同じである。

[0084] また、第２の透明電極１８２－１ａと第４の透明電極１８４－１ａとの間、第１の透明電極１８１－１ａと第３の透明電極１８３－２ａとの間、及び、第２の透明電極１８２－２ａと第４の透明電極１８４－２ａとの間に電位差（ＶＨ－ＶＬ）が発生し、電界が発生する。なお、第１の透明電極１８１－１ａと第４の透明電極１８４－１ａとの間、及び、第２の透明電極１８２－２ａと第３の透明電極１８３－２ａとの間では電位差が発生せず、電界は発生しない。

[0085] 電界が発生すると、電界の影響を受けた液晶層１６０ａ内の液晶分子の配向状態が変化する。

[0086] はじめに、第１の領域ＺＮ１の液晶分子の配向状態を説明する。第１の基板１１１ａ側の液晶分子の長軸が、第２の透明電極１８２－１ａと第１の透明電極１８１－１ａとの間の横電界に基づき、ｘ軸方向に凸円弧状に配向する。また、第１の基板１１１ａから第２の基板１２１ａに向かうにつれて、液晶分子の長軸が、第２の透明電極１８２－１ａと第４の透明電極１８４－１ａとの間の電界に基づき、ｘ軸方向からｚ軸方向に傾いて配向する。なお、液晶分子の長軸が、第４の透明電極１８４－１ａと第３の透明電極１８３－２ａとの間の横電界の影響を受けて、ｘ軸方向からｚ軸方向に傾いて配向する場合もある。

[0087] また、第１の基板１１１ａ側の液晶分子の長軸が、第２の透明電極１８２－１ａと第１の透明電極１８１－１ａとの間の横電界に基づき、ｘ軸方向に凸円弧状に配向する。さらに、第１の基板１１１ａから第２の基板１２１ａに向かうにつれて、液晶分子の長軸が、第２の透明電極１８２－１ａと第４の透明電極１８４－１ａとの間の電界に基づき、ｘ軸方向からｚ軸方向に傾いて配向する。なお、液晶分子の長軸が、第４の透明電極１８４－１ａと第３の透明電極１８３－２ａとの間の横電界の影響を受けて、ｘ軸方向からｚ軸方向に傾いて配向する場合もある。

[0088] その結果、例えば、第１の領域ＺＮ１に入射する第１の偏光６１は、第２の透明電極１８２－１ａから第４の透明電極１８４－１ａに向かって、制御

角θで屈曲する。第１の領域ＺＮ１に入射する第１の偏光６１は、第１の透明電極１８１－１ａから第３の透明電極１８３－２ａに向かって、制御角θで屈曲する。例えば、制御角θは、断面視において、液晶分子の長軸と入射面６３とがなす角である。

[0089] 次に、第２の領域ＺＮ２の液晶分子の配向状態を説明する。例えば、第１の透明電極１８１－１ａと第４の透明電極１８４－１ａとの間には電界が発生しないため、液晶分子の長軸が、ｘ軸に沿って平行に配向する。実際は、液晶分子の長軸が、第２の透明電極１８２－１ａと第１の透明電極１８１－１ａとの間の横電界、及び、第４の透明電極１８４－１ａと第３の透明電極１８３－２ａとの間の横電界の影響を受けて、ｘ軸方向からｚ軸方向に傾いて配向する場合もある。また、液晶分子の長軸は、第１の透明電極１８１－１ａと第３の透明電極１８３－２ａとの間の電界に基づき、ｚ軸方向に沿って配向する。なお、液晶分子の長軸は、第４の透明電極１８４－１ａと第３の透明電極１８３－２ａとの間の横電界の影響を受けて、ｚ軸方向からｘ軸方向に傾く場合もある。その結果、例えば、第２の領域ＺＮ２に入射する第１の偏光６１は、第２の透明電極１８２－１ａから第４の透明電極１８４－１ａに向かって、概ね直進し、ｚ軸方向からｘ軸方向に傾く場合もある。

[0090] また、例えば、第２の透明電極１８２－１ａと第３の透明電極１８３－２ａとの間には電界が発生しないため、液晶分子の長軸が、ｘ軸に沿って平行に配向する。実際は、液晶分子の長軸が、第２の透明電極１８２－２ａと第１の透明電極１８１－１ａとの間の横電界、及び、第４の透明電極１８４－２ａと第３の透明電極１８３－２ａとの間の横電界の影響を受けて、ｘ軸方向からｚ軸方向に傾いて配向する場合もある。また、液晶分子の長軸は、第２の透明電極１８２－２ａと第４の透明電極１８４－２ａとの間の電界に基づき、ｚ軸方向に沿って配向する。なお、液晶分子の長軸は、第４の透明電極１８４－１ａと第３の透明電極１８３－２ａとの間の横電界の影響を受けて、ｚ軸方向からｘ軸方向に傾く場合もある。その結果、例えば、第２の領域ＺＮ２に入射する第１の偏光６１は、第２の透明電極１８２－２ａから第

４の透明電極１８４－２ａに向かって、概ね直進し、ｚ軸方向からｘ軸方向に傾く場合もある。

[0091] 図８に示された各領域における液晶の配向は、各領域と位相差の関係として、図９のように示すことができる。本明細書及び図面において、位相差は、セルギャップｄ及び係数Δｎを用いて、セルギャップｄと係数Δｎとの積、すなわち、Δｎｄで表される。また、制御角θは、各電極に供給される電位に応じて、調整することができる。例えば、図８及び図９における制御角θは、９０度より小さい。

[0092] 図９に示されるように、第１の領域ＺＮ１に入射した光は、第１の基板１１１ａ側から第２の基板１２１ａ側に向かうにつれて、位相差が徐々に増加する。位相差が増加することは、光が第１の基板１１１ａ側から第２の基板１２１ａ側に出射されることを意味する。すなわち、第１の領域ＺＮ１に入射した光は、第１の基板１１１ａ側から第２の基板１２１ａ側に向かうにつれて屈曲し、第２の基板１２１ａから出射される。また、第２の領域ＺＮ２に入射した光は、第１の基板１１１ａ側から第２の基板１２１ａ側に向かうにつれて、位相差がわずかに上昇した後に減少する。位相差が減少することは、光が、第２の基板１２１ａ側から第１の基板１１１ａ側に向かうと共に、第２の基板１２１ａから出射されないことを意味する。すなわち、第２の領域ＺＮ２に入射した光は、第２の基板１２１ａから出射されない。

[0093] 図８及び図９に示されるように、照明装置１００の各電極にハイ電位ＶＨ又はロー電位ＶＬが供給されることによって、照明装置１００は、第１の液晶セル１１０ａの入射面６３に入射した光（例えば、入射光１８０（図１を参照））を、制御角θで屈曲させて、第１の液晶セル１１０ａから出射させることができる。また、図１３に模式的に示すように、第１の液晶セル１１０ａから出射された屈曲した光は、波長板１４０及び第２の液晶セル１１０ｂを透過し、第２の液晶セル１１０ｂから出射される。第１の液晶セル１１０ａの入射面６３に入射した第１の偏光６１は屈曲し、波長板１４０で９０度回転されたのちに、第２の液晶セル１１０ｂを透過して、液晶光学素子１

０から出射される。第２の偏光６２は、第１の偏光６１と９０度回転しているため、第１の液晶セル１１０ａ内を透過し、波長板１４０で９０度回転されたのちに、第２の液晶セル１１０ｂで第１の偏光６１と同様に屈曲されて、液晶光学素子１０から出射される。なお、図１３に示される図は、照明装置１００を模式的に示した図であり、実際は、第１の偏光６１及び第２の偏光６２は、９０度回転する。

[0094] 例えば、セルギャップｄが３０μｍ、第１の電極間距離p_1が３５μｍ、及び、Δｎが０．２の条件において、ハイ電位ＶＨ及びロー電位ＶＬを設定した場合には、制御角θが１０度となる。すなわち、当該条件の下では、照明装置１００は、第１の液晶セル１１０ａの入射面６３に入射した光を、１０度の角度で屈曲させて、第１の液晶セル１１０ａから出射させることができる。さらに、照明装置１００は、第１の液晶セル１１０ａから出射した１０度の角度で屈曲した光を、波長板１４０で９０度回転させたのちに、第２の液晶セル１１０ｂを透過させて、液晶光学素子１０（第２の液晶セル１１０ｂ）から出射させることができる。また、照明装置１００は、第１の液晶セル１１０ａの入射面６３に入射した光を第１の液晶セル１１０ａ内を透過させて第１の液晶セル１１０ａから出射させることができる。さらに、照明装置１００は、第１の液晶セル１１０ａから出射した光を、波長板１４０で９０度回転させたのちに、第２の液晶セル１１０ｂで１０度の角度で屈曲させて、液晶光学素子１０（第２の液晶セル１１０ｂ）から出射させることができる。

[0095] また、例えば、図１０及び図１２に示されるように、第２の透明電極１８２－１ａ、第２の透明電極１８２－２ａ、第４の透明電極１８４－１ａ及び第４の透明電極１８４－２ａにハイ電位ＶＨ（＋）が供給され、第１の透明電極１８１－１ａ、第３の透明電極１８３－１ａ及び第３の透明電極１８３－２ａにロー電位ＶＬ（－）が供給される。その結果、第２の透明電極１８２－１ａと第１の透明電極１８１－１ａとの間には電位差（ＶＨ－ＶＬ）が発生し、横電界が発生する。その他の隣り合う電極間においても同様に、電

位差（ＶＨ－ＶＬ）が発生し、横電界が発生する。

[0096] また、第２の透明電極１８２－１ａと第４の透明電極１８４－１ａとの間、第１の透明電極１８１－１ａと第３の透明電極１８３－２ａとの間、及び、第２の透明電極１８２－２ａと第４の透明電極１８４－２ａとの間に電位差（ＶＨ－ＶＬ）が発生し、電界が発生する。なお、第２の透明電極１８２－１ａと第３の透明電極１８３－１ａとの間、第１の透明電極１８１－１ａと第４の透明電極１８４－１ａとの間、及び、第２の透明電極１８２－２ａと第３の透明電極１８３－２ａとの間では電位差が発生せず、電界は発生しない。

[0097] 電界が発生すると、電界の影響を受けた液晶層１６０ａ内の液晶分子の配向状態が変化する。

[0098] 図１０で示された構成は、図８で示された構成と、第２の透明電極１８２－１ａ、第２の透明電極１８２－２ａ及び第１の透明電極１８１－１ａに供給される電位の極性が反転している。よって、図１０で示された構成の各領域で液晶分子が配向する方向は、図８で示された構成の各領域で液晶分子が配向する方向と、ｚ軸方向に対称な方向である。以下において、図１０で示された構成の各領域で液晶分子が配向する方向の一例を説明するが、以下で説明のない図１０で示された構成の各領域で液晶分子が配向する方向は、図８で示された構成の各領域で液晶分子が配向する方向と、ｚ軸方向に対称な方向である。

[0099] 例えば、第１の領域ＺＮ１の液晶分子の配向状態を説明する。第１の基板１１１ａ側の液晶分子の長軸が、第２の透明電極１８２－１ａと第１の透明電極１８１－１ａとの間の横電界に基づき、ｘ軸方向に凸円弧状に配向する。また、第１の基板１１１ａから第２の基板１２１ａに向かうにつれて、液晶分子の長軸が、第１の透明電極１８１－１ａと第４の透明電極１８４－１ａとの間の電界に基づき、ｘ軸方向からｚ軸方向に傾いて配向する。なお、液晶分子の長軸が、第４の透明電極１８４－１ａと第３の透明電極１８３－１ａとの間の横電界の影響を受けて、ｘ軸方向からｚ軸方向に傾いて配向す

る場合もある。

[0100] その結果、例えば、第１の領域ＺＮ１に入射する第１の偏光６１は、第１の透明電極１８１－１ａから第４の透明電極１８４－１ａに向かって、制御角θで屈曲する。また、第１の領域ＺＮ１に入射する第１の偏光６１は、第２の透明電極１８２－３ａから第３の透明電極１８３－２ａに向かって、制御角θで屈曲する。

[0101] 例えば、第２の領域ＺＮ２の液晶分子の配向状態を説明する。第１の透明電極１８１－１ａと第３の透明電極１８３－２ａとの間には電界が発生しないため、液晶分子の長軸が、ｘ軸に沿って平行に配向する。実際は、液晶分子の長軸が、第２の透明電極１８２－２ａと第１の透明電極１８１－１ａとの間の横電界、及び、第４の透明電極１８４－１ａと第３の透明電極１８３－２ａとの間の横電界の影響を受けて、ｘ軸方向からｚ軸方向に傾いて配向する場合もある。また、液晶分子の長軸は、第１の透明電極１８１－１ａと第４の透明電極１８４－１ａとの間の電界に基づき、ｚ軸方向に沿って配向する。なお、液晶分子の長軸は、第４の透明電極１８４－１ａと第３の透明電極１８３－２ａとの間の横電界の影響を受けて、ｚ軸方向からｘ軸方向に傾く場合もある。その結果、例えば、第２の領域ＺＮ２に入射する第１の偏光６１は、第１の透明電極１８１－１ａから第４の透明電極１８４－１ａに向かって、概ね直進し、ｚ軸方向からｘ軸方向に傾く場合もある。また、例えば、複数の第１の透明電極１８１及び複数の第２の透明電極１８２を形成する材料は、透明な材料でなく、不透明な材料であってよく、アルミニウム、モリブデンなどの金属材料であってよい。この場合、第２の領域ＺＮ２に入射する第１の偏光６１は、第１の透明電極１８１－１ａ側から第４の透明電極１８４－１ａ側に向かって、概ね直進するため、屈曲した光のみ出射される。

[0102] 図１０に示された各領域における液晶の配向は、各領域と位相差の関係として、図１１のように示すことができる。図１０で示された構成の各領域で液晶分子が配向する方向は、図８で示された構成の各領域で液晶分子が配向

する方向と、ｚ軸方向に対称な方向である。よって、図１１に示された各領域と位相差の関係は、図９に示された各領域と位相差の関係と、直線の傾きが反転している。すなわち、図９に示された第１の領域ＺＮ１では、第１の領域ＺＮ１から第２の領域ＺＮ２に近づくほど、位相差は増加するのに対し、図１１に示された第１の領域ＺＮ１では、第２の領域ＺＮ２から第１の領域ＺＮ１に近づくほど、位相差は増加する。図１１に示された第２の領域の位相差は、図１１に示された第１の領域ＺＮ１の位相差と同様に、図９に示された第２の領域の位相差と、直線の傾きが反転している。

[0103] すなわち、図１０及び図１１に示された構成は、図８及び図９に示された構成とｘ軸方向に反対の向きに、光を屈曲する構成である。例えば、図８で示された構成における制御角θは９０度より小さいが、図１０で示された構成における制御角θは９０度より大きい。例えば、図１０で示された構成の照明装置１００は、図８で示された構成の照明装置１００が右方向に光を屈曲させる条件を用いることによって、左方向に光を屈曲させることができる。

[0104] 以上説明したとおり、照明装置１００は、制御角θで屈曲した光を、液晶光学素子１０から出射させることができる。また、照明装置１００は、液晶光学素子１０に含まれる各電極に電位を供給することによって、供給された電位に応じた制御角θで屈曲した光を、液晶光学素子１０から出射させることができる。よって、照明装置１００は、液晶光学素子１０を用いて、光の配光方向及び光の配光角を調整することが可能であると共に、調整された様々な配光方向及び配光角を有する光を照射することができる。

[0105] ＜１－５．光源３０の構成＞

図１４及び図１５は光源３０を示す概略図である。例えば、図１４に示されるように、光源３０は、発光素子３１及び反射器３２を含んでよく、図１５に示されるように、光源３０は、発光素子３１及び凸レンズ３３を含んでもよい。なお、光源の構成及び機能は、光源３０の構成及び機能に限定されない。例えば、光源３０は、光の配光を狭角に可能な構成であってもよい。

[0106] 例えば、発光素子３１はＬＥＤである。反射器３２は、発光素子３１から出射された光を反射し、反射した光を液晶光学素子１０に向けて出射することができる。図１５に示される反射器３２の形状は、略円錐形であるが、反射器３２の形状は略円錐形に限定されない。また、反射器３２の表面は平面であってよく、曲面であってもよい。凸レンズ３３は、発光素子３１から出射された光を集光し、集光した光を液晶光学素子１０に向けて出射することができる。

[0107] ＜第２実施形態＞

図１６～図２５を参照し、第２実施形態に係る照明装置２００の構成の概略を説明する。図１６は照明装置２００の構成を示す模式的な斜視図である。照明装置２００は、照明装置１００と比較して、波長板１４０を含まず、第１の基板上の各電極の構成、第２の基板上の各電極の構成が異なる。照明装置２００のその他の構成は、照明装置１００の構成と同様である。よって、照明装置１００と同様の構成は、必要に応じて、説明する。また、図１～図１５と同一、又は類似する構成は、必要に応じて説明する。

[0108] ＜２－１．照明装置２００の構成＞

図１６を参照し、照明装置２００の構成の概略を説明する。図１６は照明装置２００の構成を示す模式的な斜視図である。

[0109] 図１６に示されるように、照明装置２００は、液晶光学素子２０、光源３０、及び制御装置４０を含む。詳細は後述するが、液晶光学素子２０は、第１の液晶セル２１０ａ、接着層２３０ａ、及び第２の液晶セル２１０ｂを含む。接着層２３０ａは第１の液晶セル２１０ａと第２の液晶セル２１０ｂとの間に設けられる。第１の液晶セル２１０ａ、接着層２３０ａ、及び第２の液晶セル２１０ｂは、ｚ軸方向に沿って、光源に近い方からこの順に位置するように積層されている。

[0110] 第１の液晶セル２１０ａ及び第２の液晶セル２１０ｂの基本的な構成及び機能は同じである。よって、第１の液晶セル２１０ａ及び第２の液晶セル２１０ｂが区別されない場合には、液晶セルは液晶セル２１０として説明され

、第１の液晶セル２１０ａ及び第２の液晶セル２１０ｂが区別される場合には、液晶セルは第１の液晶セル２１０ａ及び第２の液晶セル２１０ｂとして説明される。

[0111] 接着層２３０ａは、第１の液晶セル２１０ａ及び第２の液晶セル２１０ｂを接着し、固定する。接着層２３０ａを形成する材料は、接着層１３０ａと同様の材料を用いることができる。

[0112] 光源３０及び制御装置４０は、照明装置１００と同様の構成を有する。制御装置４０は、液晶光学素子２０及び光源３０を制御する。具体的には、制御装置４０は、液晶光学素子２０の第１の液晶セル２１０ａ及び第２の液晶セル２１０ｂに、光の配光方向及び配向角を制御可能な制御信号（電位）を供給し、光源３０の点灯及び明るさを制御可能な制御信号（電位）を供給することができる。

[0113] 液晶光学素子２０及び光源３０は、制御装置４０と電気的に接続されている。例えば、制御装置４０は、液晶光学素子２０の及び第２の液晶セル２１０ｂと電気的に接続されている。制御装置４０は、第１の液晶セル２１０ａの端子部２２ａに電気的に接続された第１のフレキシブル配線基板１１ａ及び第２の液晶セル２１０ｂの端子部２２ｂに電気的に接続された第２のフレキシブル配線基板１１ｂを介して電気的に接続される。

[0114] 光源３０から液晶光学素子２０に出射された光は、第１の液晶セル２１０ａ、接着層２３０ａ、及び第２の液晶セル２１０ｂを透過し、第２の液晶セル２１０ｂから出射される。詳細は後述されるが、例えば、液晶光学素子２０を透過する光は、液晶セル２１０に含まれる各電極の構成、及び、制御装置４０から各電極に供給される電圧に基づき、ｘ軸方向又はｙ軸方向に屈折する。すなわち、照明装置２００は、液晶光学素子２０を用いて光の配光方向及び光の配光角を調整することが可能であると共に、調整された様々な配光方向及び配光角を有する光を照射することができる。

[0115] ＜２－２．液晶光学素子２０の構成＞

図１７及び図１８を参照し、液晶光学素子２０の構成の概略を説明する。

図１７及び図１８は、液晶光学素子２０の一部の断面構造を示す模式的な断面図である。具体的には、図１７は、図１６に示されるＣ１－Ｃ２線に沿って切断されたｚｘ面内の模式的な断面図であり、図１８は、図１６に示されるＤ１－Ｄ２線に沿って切断されたｙｚ面内の模式的な断面図である。また、図１６と同一、又は類似する構成は、必要に応じて説明する。以降の説明では、第１の液晶セル２１０ａの構成及び機能が説明され、必要に応じて、第２の液晶セル２１０ｂの構成及び機能が説明される。

[0116] 第１の液晶セル２１０ａは、第１の基板２１１ａ、第２の基板２２１ａ、複数の第１の透明電極２８１（例えば、第１の透明電極２８１－１ａ、第１の透明電極２８１－２ａ）、複数の第２の透明電極２８２（例えば、第２の透明電極２８２－１ａ、第２の透明電極２８２－２ａ、第２の透明電極２８２－３ａ）、複数の第３の電極２８３（例えば、第３の電極２８３－１ａ、第３の電極２８３－２ａ、第３の電極２８３－３ａ）、第４の透明電極２８４、第１の配向膜２１４ａ、第２の配向膜２２４ａ、及び液晶層２６０ａを含む。

[0117] 第１の基板２１１ａ、第２の基板２２１ａ、複数の第１の透明電極２８１、複数の第２の透明電極２８２、第１の配向膜２１４ａ、第２の配向膜２２４ａ、及び液晶層２６０ａのそれぞれの構成は、第１の基板１１１ａ、第２の基板１２１ａ、複数の第１の透明電極１８１、複数の第２の透明電極１８２、第１の配向膜１１４ａ、第２の配向膜１２４ａ、及び液晶層１６０ａのそれぞれの構成と同様である。よって、第１の基板２１１ａ、第２の基板２２１ａ、複数の第１の透明電極２８１、複数の第２の透明電極２８２、第１の配向膜２１４ａ、第２の配向膜２２４ａ、及び液晶層２６０ａの構成は、必要に応じて説明する。

[0118] 複数の第３の電極２８３は第２の基板２２１ａの上に配置される。複数の第３の電極２８３は、光を遮る遮光膜として機能する。第４の透明電極２８４は、複数の第３の電極２８３、及び、第２の基板２２１ａを覆うように、複数の第３の電極２８３、及び、第２の基板２２１ａの上に接するように配

置される。第１の基板２１１ａの上の第１の透明電極２８１及び第２の透明電極２８２は、第２の基板２２１ａの上の第３の電極２８３及び第４の透明電極２８４と対向するように配置される。

[0119] なお、照明装置１００と同様に、照明装置２００の第１の基板２１１ａ及び第２の基板２２１ａは、シール材（図示は省略）を用いて接着され、照明装置２００の液晶を含む液晶層２６０ａは、第１の配向膜２１４ａ、第２の配向膜２２４ａ、及びシール材で囲まれた空間に設けられている。

[0120] 複数の第１の透明電極２８１、複数の第２の透明電極２８２、複数の第３の電極２８３のそれぞれは、ｙ軸方向に延在する。複数の第３の電極２８３は、ｘ軸方向に沿って、間隔を空けて配置される。

[0121] 複数の第１の透明電極２８１、複数の第２の透明電極２８２、及び、複数の第３の電極２８３と同様に、第４の透明電極２８４は、液晶層２６０ａに電界を形成するための電極として機能する。複数の第１の透明電極２８１、複数の第２の透明電極２８２、及び第４の透明電極２８４として、例えば、インジウム・スズ酸化物（ＩＴＯ）またはインジウム・亜鉛酸化物（ＩＺＯ）などの透明導電材料が用いられる。

[0122] 第１の液晶セル２１０ａの第１の基板２１１ａ側の液晶分子の配向方向は、複数の第１の透明電極２８１及び複数の第２の透明電極２８２の延在方向と直交する方向となるように、第１の配向膜２１４ａに配向特性が付与される。例えば、第１の透明電極２８１及び第２の透明電極２８２の長軸の方向が配向処理の方向ｘ軸方向と直交することによって、配向処理の方向と、第１の透明電極２８１と第２の透明電極２８２との間に電位差が発生した場合の電界の方向とが一致する。その結果、液晶光学素子１０は、光の取り出し効率が良い。

[0123] また、第１の液晶セル２１０ａの第２の基板２２１ａ側の液・BR>サ分子の配向方向は、複数の第３の電極２８３の延在方向と平行な方向となるように、第２の配向膜２２４ａに配向特性が付与される。

[0124] 図１７及び図１８には、便宜上、矢印及び丸印の中にバツを付した記号を

用いて、液晶層２６０ａ内の液晶分子の配向方向が示されている。矢印は、紙面と平行方向に配向する液晶分子の配向方向を表し、丸印の中にバツを付した記号は、紙面と垂直方向に配向する液晶分子の配向方向を表す。例えば、第１の基板２１１ａ側の液晶分子の配向方向はｘ軸方向であり、第２の基板２２１ａ側の液晶分子の配向方向はｙ軸方向である。

[0125] 図１７に示されるように、液晶光学素子２０のｘ軸方向の断面構造の液晶分子は、第１の基板２１１ａ側から第２の基板２２１ａ側に向かうにつれて、液晶分子の配向方向がｘ軸方向からｙ軸方向に変化し、９０度捩れるように配向する。

[0126] 図１８に示されるように、液晶光学素子２０のｘ軸方向の断面構造の液晶分子は、第１の基板２１１ａ側から第２の基板２２１ａ側に向かうにつれて、液晶分子の配向方向がｙ軸方向からｘ軸方向に変化し、９０度捩れるように配向する。なお、図１７及び図１８は、第１の液晶セル２１０ａ及び第２の液晶セル２１０ｂの各透明電極に電位が供給されていない状態の液晶光学素子２０の状態である。

[0127] 第２の液晶セル２１０ｂは、第１の基板２１１ｂ、第２の基板２２１ｂ、複数の第１の透明電極２８１（例えば、第１の透明電極２８１－１ｂ、第１の透明電極２８１－２ｂ）、複数の第２の透明電極２８２（例えば、第２の透明電極２８２－１ｂ、第２の透明電極２８２－２ｂ、第２の透明電極２８２－３ｂ）、複数の第３の電極２８３（例えば、第３の電極２８３－１ｂ、第３の電極２８３－２ｂ、第３の電極２８３－３ｂ）、第４の透明電極２８４、第１の配向膜２１４ｂ、第２の配向膜２２４ｂ、及び液晶層２６０ｂを含む。第１の基板２１１ｂ、第２の基板２２１ｂ、複数の第１の透明電極２８１、複数の第２の透明電極２８２、複数の第３の電極２８３、第４の透明電極２８４、第１の配向膜２１４ｂ、第２の配向膜２２４ｂ、及び液晶層２６０ｂは、それぞれ、第１の基板２１１ａ、第２の基板２２１ａ、複数の第１の透明電極２８１、複数の第２の透明電極２８２、複数の第３の電極２８３、第４の透明電極２８４、第１の配向膜２１４ａ、第２の配向膜２２４ａ

、及び液晶層２６０ａと同様の構成及び機能を有する。よって、ここでの第２の液晶セル２１０ｂの説明は省略される。

[0128] 平面視において、第１の液晶セル２１０ａ及び第２の液晶セル２１０ｂに設けられる第１の透明電極２８１同士の延在する方向（ｙ軸方向）は互いに一致するように重畳している。第１の液晶セル２１０ａ及び第２の液晶セル２１０ｂに設けられる同一名の透明電極も同様に、延在する方向（ｙ軸方向）は互いに一致するように重畳している。すなわち、照明装置２００は、同じ構成の液晶セル（第１の液晶セル２１０ａ及び第２の液晶セル２１０ｂ）が重畳した構成を含む。なお、図１７及び図１８に示されるように、第１の液晶セル２１０ａ及び第２の液晶セル２１０ｂを構成する上下一対の基板のうち、下側の基板（光源側の基板）が第１の基板２１１ａ及び第１の基板２１１ｂとなっている。

[0129] 「１－１．照明装置２００の構成」で説明したとおり、第１の液晶セル２１０ａ及び第２の液晶セル２１０ｂの基本的な構成及び機能は同じである。よって、第１の基板２１１ａ及び第１の基板２１１ｂ、第２の基板２２１ａ及び第２の基板２２１ｂ、複数の第１の透明電極２８１、複数の第２の透明電極２８２、複数の第３の電極２８３、第４の透明電極２８４、第１の配向膜２１４ａ及び第１の配向膜２１４ｂ、第２の配向膜２２４ａ及び第２の配向膜２２４ｂ、液晶層２６０ａ及び液晶層２６０ｂのそれぞれが、区別される場合には、各名称を用いて説明される。上述の第１の液晶セル２１０ａ及び第２の液晶セル２１０ｂに含まれる各構成要素のそれぞれが区別されない場合には、第１の液晶セル２１０ａ及び第２の液晶セル２１０ｂに含まれる各構成要素のそれぞれは、第１の基板２１１、第２の基板２２１、複数の第１の透明電極２８１、複数の第２の透明電極２８２、複数の第３の電極２８３、複数の第４の透明電極２８４、第１の配向膜２１４、第２の配向膜２２４、液晶層２６０として説明される。

[0130] ＜２－３．透明電極の配置＞

図１６、図１９～図２１を参照し、液晶光学素子２０の各電極の概略を説

明する。図１９は、液晶光学素子２０の第１の基板２１１上の複数の第１の透明電極２８１及び複数の第２の透明電極２８２の配置を示す模式的な平面図である。図２０は、液晶光学素子２０の第２の基板２２１上の複数の第３の電極２８３及び第４の透明電極２８４の配置を示す模式的な平面図である。図２１は、液晶光学素子２０の一部の断面構造を示す断面図である。なお、図２１は図１６に示されたＣ１－Ｃ２線に沿った第１の液晶セル２１０ａの断面構造に対応するものである。図１６～図１８と同一、又は類似する構成は、必要に応じて説明する。

[0131] 第１の液晶セル２１０ａの断面構造は第２の液晶セル２１０ｂの断面構造と同じであり、第１の液晶セル２１０ａの断面構造がここでは説明され、第２の液晶セル２１０ｂの断面構造は必要に応じて説明される。

[0132] はじめに、図１６、図１９及び図２０を参照し、平面視における液晶光学素子２０の各電極の概略を説明する。図１９に示されるように、平面視において、複数の第１の透明電極２８１、複数の第２の透明電極２８２、第１の端子２１９－１、及び第２の端子２１９－２が第１の基板２１１上に設けられる。また、第５の配線２１６－５、第６の配線２１６－６、複数の第１の給電端子２１８－１、複数の第２の給電端子２１８－２、及び第３の端子２１９－３が第１の基板２１１上に設けられる。

[0133] 複数の第１の透明電極２８１及び複数の第２の透明電極２８２は、制御装置４０から制御信号（電位）を供給され、光源３０から出射される光を、透過する機能、透過しにくくする機能、拡散する機能、及び屈折する機能を有する。

[0134] 複数の第１の透明電極２８１は第１の透明電極２８１－１を含む。複数の第２の透明電極２８２は第２の透明電極２８２－１及び第２の透明電極２８２－２を含む。複数の第１の透明電極２８１及び複数の第２の透明電極２８２のそれぞれの長軸がｙ軸方向に延在し、第１の透明電極２８１及び第２の透明電極２８２はｘ軸方向に沿って交互に配置される。

[0135] 第１の透明電極２８１の電極の幅、及び第２の透明電極２８２の電極の幅

（ｘ軸方向の幅）は、第３の幅w_3である。第１の透明電極２８１と第２の透明電極２８２とのｘ軸方向の電極間距離（電極間隔）は、第３の電極間距離p_3である。照明装置２００において、第３の幅w_3は第３の電極間距離p_3と異なる。第１の透明電極２８１の電極の幅と第２の透明電極２８２の電極の幅は異なっていてもよい。

[0136] また、セルギャップｄは、第３の電極間距離p_3より小さい（狭い）。例えば、照明装置２００のセルギャップｄは、照明装置１００のセルギャップｄと同様の構成を有する。例えば、照明装置２００のセルギャップｄは３０μｍである。セルギャップｄが第３の電極間距離p_3より（狭い）小さいことに基づき、第１の基板２１１ａ側及び第２の基板１１２ａ側で発生した横電界は、第１の基板２１１ａと第２の基板１１２ａとの間の中央近傍に位置する液晶分子に影響を及ぼし、照明装置２００は入射光１８０を屈曲させることができる。

[0137] 複数の第１の透明電極２８１は第１の配線２１６－１と電気的に接続され、第１の配線２１６－１は第１の端子２１９－１と電気的に接続される。第１の配線２１６－１は、複数の第１の透明電極２８１の下に形成されてよく、複数の第１の透明電極２８１の上に形成されてもよい。また、第１の配線２１６－１は、複数の第１の透明電極２８１と同じ層に形成されてもよい。複数の第２の透明電極２８２は第２の配線２１６－２と電気的に接続され、第２の配線２１６－２は第２の端子２１９－２と電気的に接続される。第２の配線２１６－２は、複数の第２の透明電極２８２の下に形成されてよく、複数の第２の透明電極２８２の上に形成されてもよい。また、第２の配線２１６－２は、複数の第２の透明電極２８２と同じ層に形成されてもよい。例えば、照明装置２００の複数の第１の透明電極２８１及び複数の第２の透明電極２８２は、第１の配線２１６－１及び第２の配線２１６－２と同じ層に形成されている。

[0138] 第５の配線２１６－５は、複数の第１の給電端子２１８－１、第６の配線２１６－６、複数の第２の給電端子２１８－２、及び第３の端子２１９－３

に電気的に接続される。

[0139] 第１の基板２１１上に配置される第１の配向膜２１４は、ｘ軸方向（図１９において白抜きの矢印で示す方向）に配向処理されている。この場合、液晶層２６０を構成する液晶分子のうち、第１の基板２１１側の液晶分子の長軸は、ｘ軸方向に沿って配向する。すなわち、第１の配向膜２１４の配向方向（ｘ軸方向）と複数の第１の透明電極２８１及び複数の第２の透明電極２８２の延在する方向（ｙ軸方向）は直交している。

[0140] 図２０に示されるように、平面視において、複数の第３の電極２８３、第４の透明電極２８４、複数の第３の給電端子２１８－３、及び複数の第４の給電端子２１８－４が第２の基板２２１上に設けられる。複数の第３の電極２８３、複数の第３の給電端子２１８－３、及び複数の第４の給電端子２１８－４は、第２の基板２２１と第４の透明電極２８４との間に形成されてよく、第２の基板２２１の上に形成された第４の透明電極２８４の上に形成されてもよい。例えば、複数の第３の電極２８３、第４の透明電極２８４、複数の第３の給電端子２１８－３、及び複数の第４の給電端子２１８－４は第２の基板２２１の上に形成され、第２の基板２２１と第４の透明電極２８４との間に形成されている。また、複数の第３の電極２８３、第４の透明電極２８４、複数の第３の給電端子２１８－３、及び複数の第４の給電端子２１８－４は、第４の透明電極２８４に覆われ、第４の透明電極２８４と接している。複数の第３の電極２８３、及び複数の第３の給電端子２１８－３は、第４の透明電極２８４と電気的に接続される。

[0141] 複数の第３の電極２８３及び第４の透明電極２８４は、複数の第１の透明電極２８１及び複数の第２の透明電極２８２と同様に、制御装置４０から制御信号（電位）を供給され、光源３０から出射される光を、透過する機能、透過しにくくする機能、拡散する機能、及び屈折する機能を有する。

[0142] 複数の第３の電極２８３は第３の電極２８３－１、第３の電極２８３－２及び第３の電極２８３－３を含む。複数の第３の電極２８３のそれぞれの長軸が、ｙ軸方向に延在し、第３の電極２８３はｘ軸方向に沿って間隔を空け

て配置される。第３の電極２８３の電極の幅は、第４の幅w_4である。隣り合う第３の電極２８３のｘ軸方向の電極間距離（電極間隔）は、第４の電極間距離p_4である。照明装置２００において、第４の幅w_4は、第３の幅w_3より広く（太く）、第３の電極間距離p_3は第４の電極間距離p_4より狭い（細い）。セルギャップｄは、第４の幅w_4より狭い。

[0143] 液晶セル２１０において、複数の第１の透明電極２８１及び複数の第２の透明電極２８２と、複数の第３の電極２８３及び第４の透明電極２８４とは、液晶層２６０ａを介して対向している。また、複数の第１の透明電極２８１、及び複数の第２の透明電極２８２の延在する方向（ｙ軸方向）は、複数の第３の電極２８３の延在する方向（ｙ軸方向）と平行である。

[0144] 第１の基板２１１が第２の基板２２１と貼り合わされると、複数の第１の給電端子２１８－１のそれぞれは、対応する第３の給電端子２１８－３に電気的に接続され、複数の第２の給電端子２１８－２のそれぞれは、対応する第４の給電端子２１８－４に電気的に接続される。その結果、第１の配線２１６－１及び第６の配線２１６－６は、複数の第３の電極２８３及び第４の透明電極２８４に電気的に接続される。例えば、第１の給電端子２１８－１と第３の給電端子２１８－３、及び、第２の給電端子２１８－２と第４の給電端子２１８－４は、銀ペースト又は導電粒子を用いて、電気的に接続することができる。なお、導電粒子は金属を被覆した粒子を含む。

[0145] 例えば、図１６、図１９及び図２０に示されるように、第２の基板２２１のｘ軸方向に沿った長さは、第１の基板２１１のｘ軸方向に沿った長さより短い。第１の端子２１９－１、第２の端子２１９－２、及び第３の端子２１９－３は、第１の基板２１１上の端子部２２に設けられる。その結果、第１の基板２１１が第２の基板２２１と貼り合わされると、第１の端子２１９－１、第２の端子２１９－２及び第３の端子２１９－３は、第２の基板２２１に覆われずに露出される。

[0146] よって、第１の液晶セル２１０ａにおいて、端子部２２ａは第１のフレキシブル配線基板１１ａと容易に貼り合わせることができ、容易に電気的に接

続することができる。その結果、複数の第１の透明電極２８１は、第１のフレキシブル配線基板１１ａ、端子部２２ａ、第１の端子２１９－１、第１の配線２１６－１を介して、制御装置４０（図１６を参照）から制御信号（電位）を供給される。複数の第２の透明電極２８２は、第１のフレキシブル配線基板１１ａ、端子部２２ａ、第２の端子２１９－２、第２の配線２１６－２を介して、制御装置４０から制御信号（電位）を供給される。複数の第３の電極２８３及び第４の透明電極２８４は、第１のフレキシブル配線基板１１ａ、端子部２２ａ、第３の端子２１９－３、第５の配線２１６－５、複数の第１の給電端子２１８－１、第６の配線２１６－６、複数の第２の給電端子２１８－２、複数の第３の給電端子２１８－３、複数の第４の給電端子２１８－４を介して、制御装置４０から制御信号（電位）を供給される。第１の液晶セル２１０ａと同様に、第２の液晶セル２１０ｂの端子部２２ｂも、第２のフレキシブル配線基板１１ｂと容易に貼り合わせることができ、容易に電気的に接続することができる。また、第１の液晶セル２１０ａと同様に、第２の液晶セル２１０ｂ内の各電極も制御装置４０から制御信号（電位）を供給される。

[0147] 第１の配線２１６－１、第２の配線２１６－２、第５の配線２１６－５、第６の配線２１６－６、複数の第１の給電端子２１８－１、複数の第３の給電端子２１８－３、複数の第２の給電端子２１８－２、複数の第４の給電端子２１８－４、第１の端子２１９－１、第２の端子２１９－２、第３の端子２１９－３、及び複数の第３の電極２８３を形成する材料として、金属材料を用いることができる。金属材料は、例えば、アルミニウム、モリブデンである。

[0148] 次に、図２１を参照し、液晶光学素子２０の一部の断面構造を説明する。

[0149] 第１の透明電極２８１－１ａは、隣り合う２つの第２の透明電極２８２－１ａ及び２８２－２ａに挟まれる。第１の透明電極２８１－１ａは、第３の電極２８３－２ａにおける第３の電極２８３－１ａ側の端部、及び、第３の電極２８３－１ａと第３の電極２８３－２ａと間のスペースと、ｚ軸方向に

沿って重畳する。

[0150] 第１の透明電極２８１－１ａと第２の透明電極２８２－１ａとの間のスペースは、第３の電極２８３－１ａと第３の電極２８３－２ａと間のスペースと、ｚ軸方向に沿って重畳する。

[0151] 第２の透明電極２８２－１ａは、第３の電極２８３－１ａにおける第３の電極２８３－２ａ側の端部、及び、第３の電極２８３－１ａと第３の電極２８３－２ａとの間のスペースと、ｚ軸方向に沿って重畳する。

[0152] 第１の透明電極２８１－２ａは第１の透明電極２８１－１ａと同様に構成される。第２の透明電極２８２－２ａ及び第２の透明電極２８２－３ａは、第２の透明電極２８２－１ａと同様に構成される。

[0153] 第３の電極２８３－２ａは、隣り合う２つの第３の電極２８３－１ａ及び第３の透明電極１８３－３ａに挟まれる。第３の電極２８３－１ａと第３の電極２８３－２ａとの間、第３の電極２８３－２ａと第３の電極２８３－３ａとの間、第３の電極２８３－１ａの上面、第３の電極２８３－２ａの上面、及び第３の電極２８３－３ａの上面は、第４の透明電極２８４が配置される。

[0154] 第１の液晶セル２１０ａは、複数の第１の領域ＺＮ１、及び、複数の第２の領域ＺＮ２を含む。複数の第１の領域ＺＮ１、及び、複数の第２の領域ＺＮ２は、ｘ軸方向に沿って、交互に配置される。

[0155] 第１の領域ＺＮ１は、第２の領域ＺＮ２と隣り合う。また、第１の領域ＺＮ１は、ｚ軸方向に沿って、第１の透明電極２８１－１ａと第２の透明電極２８２－１ａとの間のスペースが第３の電極２８３－１ａと第３の電極２８３－２ａとの間のスペースと重畳する領域、第３の電極２８３－１ａと第３の電極２８３－２ａと間のスペースが第１の透明電極２８１－１ａにおける第２の透明電極２８２－１ａ側の端部と重畳する領域、第３の電極２８３－１ａと第３の電極２８３－２ａと間のスペースが第２の透明電極２８２－１ａにおける第１の透明電極２８１－１ａ側の端部と重畳する領域を含む。すなわち、第１の領域ＺＮ１は、ｚ軸方向に沿って、第１の透明電極２８１と

第２の透明電極２８２との間のスペースが、隣り合う第３の電極２８３の間のスペースと重畳する領域、隣り合う第３の電極２８３の間のスペースが第１の透明電極２８１の端部と重畳する領域、隣り合う第３の電極２８３の間のスペースが第２の透明電極２８２の端部と重畳する領域を含む。

[0156] 第２の領域ＺＮ２は、ｚ軸方向に沿って、第１の透明電極２８１－１ａと第２の透明電極２８２－２ａとの間のスペースが、対向する第３の電極２８３－２ａと重畳する領域、第１の透明電極２８１－１ａにおける第２の透明電極２８２－２ａ側の端部が、対向する第３の電極２８３－２ａにおける第３の電極２８３－１ａ側の端部と重畳する領域、及び、第２の透明電極２８２－２ａにおける第１の透明電極２８１－１ａ側の端部が、対向する第３の電極２８３－２ａにおける第３の電極２８３－１ａ側の端部と重畳する領域を含む。すなわち、第２の領域ＺＮ２は、ｚ軸方向に沿って、第１の透明電極２８１と第２の透明電極２８２との間のスペースが、対向する第３の電極２８３と重畳する領域、第１の透明電極２８１の端部が、対向する第３の電極２８３と重畳する領域、及び、第２の透明電極２８２の端部が、対向する第３の電極２８３と重畳する領域を含む。

[0157] 幅ＯＶ$_5$は、ｚ軸方向に沿って、第１の透明電極２８１－１ａにおける第２の透明電極２８２－２ａ側の端部が、第３の電極２８３－２ａにおける第３の電極２８３－１ａ側の端部と重畳する幅である。また、幅ＯＶ$_5$は、ｚ軸方向に沿って、第１の透明電極２８１－２ａにおける第２の透明電極２８２－３ａ側の端部が、第３の電極２８３－３ａにおける第３の電極２８３－２ａ側の端部と重畳する幅である。すなわち、幅ＯＶ$_5$は、ｚ軸方向に沿って、第１の透明電極２８１が第３の電極２８３の端部と重畳する幅である。

[0158] 幅ＯＶ$_6$は、ｚ軸方向に沿って、第２の透明電極２８２－２ａにおける第１の透明電極２８１－１ａ側の端部が第３の電極２８３－２ａにおける第３の電極２８３－３ａ側の端部と重畳する幅である。また、幅ＯＶ$_6$は、ｚ軸方向に沿って、第２の透明電極２８２－３ａの端部が第３の電極２８３－３ａの端部と重畳する幅である。すなわち、幅ＯＶ$_6$は、第２の透明電極２８２の端

部が第３の電極２８３の端部と重畳する幅である。

[0159] セルギャップｄは、液晶層２６０ａと第１の配向膜２１４ａとが接する面と、液晶層２６０ａと第１の配向膜２１４ａとが接する面との間隔であってよく、第１の基板２１１ａと第２の基板２２１ａとの間隔であってもよい。例えば、照明装置２００のセルギャップｄは、液晶層２６０ａと第１の配向膜２１４ａとが接する面と、液晶層２６０ａと第１の配向膜２１４ａとが接する面との間隔である。

[0160] ＜２－４．液晶光学素子２０による光の配光の制御＞

図２２～図２５を参照し、液晶光学素子２０を用いた光の配光を説明する。図２２は、液晶光学素子２０を用いた光の配光を説明するための断面図である。図２３は、第１の液晶セル２１０ａにおける各領域と位相差の関係を示す図である。図２４及び図２５は、液晶光学素子２０に含まれる各端子に供給する電圧を示すタイミングチャートである。図１～図２１と同一、又は類似する構成は、必要に応じて説明する。

[0161] 次に、図２２～図２５を参照し、第１の液晶セル２１０ａの各透明電極に電位が供給された状態の液晶光学素子２０を説明する。なお、第２の液晶セル２１０ｂの構成及び機能は第１の液晶セル２１０ａの構成及び機能と同様であるから、必要に応じて説明される。

[0162] 複数の第１の透明電極２８１及び複数の第２の透明電極２８２のうち、隣り合う第１の透明電極２８１と第２の透明電極２８２とに制御装置４０から異なる制御信号（電位）が供給されると、隣り合う第１の透明電極２８１と第２の透明電極２８２との間で電位差が発生する。その結果、隣り合う第１の透明電極２８１と第２の透明電極２８２との間に電界（第１の電界）が発生する。複数の第３の電極２８３及び第４の透明電極２８４は制御装置４０から複数の第１の透明電極２８１と複数の第２の透明電極２８２の何れか一方と同じ制御信号（電位）が供給される。例えば、第１の電界は横電界と呼ばれる。

[0163] このとき、複数の第３の電極２８３及び第４の透明電極２８４と異なる制

御信号が供給された第１の透明電極２８１と第２の透明電極２８２の何れか一方の電極と、対向する複数の第３の電極２８３及び第４の透明電極２８４との間で電位差が発生する。その結果、複数の第３の電極２８３及び第４の透明電極２８４と異なる制御信号が供給された第１の透明電極２８１と第２の透明電極２８２の何れか一方の電極と、対向する複数の第３の電極２８３及び第４の透明電極２８４との間に電界（第３の電界）が発生する。なお、複数の第３の電極２８３及び第４の透明電極２８４と同じ制御信号が供給された第１の透明電極２８１と第２の透明電極２８２の何れか一方の電極と、対向する複数の第３の電極２８３及び第４の透明電極２８４との間には、同一の制御信号（電位）が供給されているため、電位差が発生しない。

[0164] 例えば、図２２及び図２４に示されるように、複数の第２の透明電極２８２（第２の透明電極２８２－１ａ、第２の透明電極２８２－２ａ、及び第２の透明電極２８２－３ａ）にハイ電位ＶＨ（＋）が供給され、複数の第１の透明電極２８１（第１の透明電極２８１－１ａ、第１の透明電極２８１－２ａ）、複数の第３の電極２８３（第３の電極２８３－１ａ～第３の電極２８３－３ａ）、及び、第４の透明電極２８４にロー電位ＶＬ（－）が供給される。

[0165] その結果、第２の透明電極２８２と第１の透明電極２８１との間には電位差（ＶＨ－ＶＬ）が発生し、横電界が発生する。また、第２の透明電極２８２と、複数の第３の電極２８３及び第４の透明電極２８４との間との間に電位差（ＶＨ－ＶＬ）が発生し、電界が発生する。なお、複数の第１の透明電極２８１と、複数の第３の電極２８３及び第４の透明電極２８４との間との間では電位差が発生せず、電界は発生しない。電界が発生すると、電界の影響を受けた液晶層２６０ａ内の液晶分子の配向状態が変化する。

[0166] 図２２に示された断面図に応じた各領域と位相差の関係は、図２３のように示される。例えば、図２２及び図２３における制御角θは、９０度より小さい。

[0167] 図２３に示されるように、第１の領域ＺＮ１に入射した光は、第１の基板

２１１ａ側から第２の基板２２１ａ側に向かうにつれて、位相差が徐々に増加する。すなわち、第１の領域ＺＮ１に入射した光は、第１の基板２１１ａ側から第２の基板２２１ａ側に向かうにつれて、屈曲し、第３の電極２８３－１ａと第３の電極２８３－２ａとの間のスペース、第３の電極２８３－２ａと第３の電極２８３－３ａとの間のスペース、第３の電極２８３－３ａと隣り合う第３の電極との間のスペースを旋光し、第２の基板２２１ａから出射される。例えば、第２の透明電極２８２－１ａと第１の透明電極２８１－１ａとの間に入射した光は、図２３に基づき、第２の透明電極２８２－１ａから第３の電極２８３－２ａに向かうように屈曲する（例えば、右方向に屈曲する）と共に旋光する。また、第２の領域ＺＮ２に入射した光は、第１の基板２１１ａ側から第２の基板２２１ａ側に向かうにつれて、位相差が徐々に減少する。第２の領域ＺＮ２は、第２の基板２２１ａ側に第３の電極２８３を含む。第３の電極２８３は遮光の機能を有するため、第２の領域ＺＮ２に入射した光は第２の基板２２１ａから出射されない。

[0168] 図２２及び図２３に示されるように、照明装置２００の各電極にハイ電位ＶＨ又はロー電位ＶＬが供給されることによって、照明装置２００は、第１の液晶セル２１０ａの入射面６３に入射した光（例えば、入射光１８０（図１６を参照））を、９０度より小さい制御角θで屈曲させて、旋光させたのち、第１の液晶セル２１０ａから出射させることができる。第１の液晶セル２１０ａから出射された屈曲した光は、第２の液晶セル２１０ｂを透過し、第２の液晶セル２１０ｂから出射される。例えば、第１の液晶セル２１０ａの入射面６３に入射した第１の偏光６１は屈曲すると共に旋光し、第２の液晶セル２１０ｂ内をさらに旋光すると共に透過して、液晶光学素子２０から出射される。第２の偏光６２は、第１の偏光６１と９０度回転しているため、第１の液晶セル２１０ａ内を旋光すると共に透過し、第２の液晶セル２１０ｂで第１の偏光６１と同様に屈曲されると共に旋光し、液晶光学素子２０から出射される。

[0169] また、例えば、図２５に示されるように、複数の第２の透明電極２８２（

第２の透明電極２８２－１ａ、第２の透明電極２８２－２ａ、及び第２の透明電極２８２－３ａ）にロー電位ＶＬが供給され、複数の第１の透明電極２８１（第１の透明電極２８１－１ａ、第１の透明電極２８１－２ａ）、複数の第３の電極２８３（第３の電極２８３－１ａ～第３の電極２８３－３ａ）、及び、第４の透明電極２８４にハイ電位ＶＨが供給される。

[0170] すなわち、第２の透明電極２８２－１ａ、第２の透明電極２８２－２ａ、第３の電極２８３－１ａ～第３の電極２８３－３ａ、及び第４の透明電極２８４にハイ電位ＶＨが供給され、第１の透明電極２８１－１ａ及び第１の透明電極２８１－１ｂにロー電位ＶＬが供給される。

[0171] その結果、第２の透明電極２８２と第１の透明電極２８１との間には電位差（ＶＨ－ＶＬ）が発生し、横電界が発生する。また、第２の透明電極２８２と、複数の第３の電極２８３及び第４の透明電極２８４との間との間に電位差（ＶＨ－ＶＬ）が発生し、電界が発生する。なお、複数の第１の透明電極２８１と、複数の第３の電極２８３及び第４の透明電極２８４との間との間では電位差が発生せず、電界は発生しない。電界が発生すると、電界の影響を受けた液晶層２６０ａ内の液晶分子の配向状態が変化する。

[0172] 図２５に示されたタイミングチャートを用いて、照明装置２００を動作させた場合の制御角θは、９０度より大きい。すなわち、第１の領域ＺＮ１に入射した光は、図２３に示される第２の領域ＺＮ２のように位相差が変化する。すなわち、第１の領域ＺＮ１に入射した光は、第１の基板２１１ａ側から第２の基板２２１ａ側に向かうにつれて、屈曲し、第３の電極２８３－１ａと第３の電極２８３－２ａとの間のスペース、第３の電極２８３－２ａと第３の電極２８３－３ａとの間のスペース、第３の電極２８３－３ａと隣り合う第３の電極との間のスペースを旋光し、第２の基板２２１ａから出射される。例えば、第２の透明電極２８２－１ａと第１の透明電極２８１－１ａとの間に入射した光は、第１の透明電極２８１－１ａから第３の電極２８３－１ａに向かうように屈曲する（例えば、左方向に屈曲する）と共に旋光する。また、第２の領域ＺＮ２に入射した光は、第３の電極２８３によって遮

られるため、第２の領域ＺＮ２に入射した光は第２の基板２２１ａから出射されない。

[0173] 図２５に示されたタイミングチャートを用いて、照明装置２００の各電極にハイ電位ＶＨ又はロー電位ＶＬが供給されることによって、照明装置２００は、第１の液晶セル２１０ａの入射面６３に入射した光（例えば、入射光１８０（図１６を参照））を、９０度より大きな制御角θで屈曲させて、旋光させたのち、第１の液晶セル２１０ａから出射させることができる。第１の液晶セル２１０ａから出射された屈曲した光は、第２の液晶セル２１０ｂを透過し、第２の液晶セル２１０ｂから出射される。

[0174] 以上説明したとおり、照明装置２００は、照明装置１００と同様に、液晶光学素子２０に含まれる各電極に電位を供給することによって、供給された電位に応じた制御角θで屈曲した光を、液晶光学素子２０から出射させることができる。よって、照明装置２００は、液晶光学素子２０を用いて、光の配光方向及び光の配光角を調整することが可能であると共に、調整された様々な配光方向及び配光角を有する光を照射することができる。

[0175] ＜第３実施形態＞

図２６～図２７を参照し、第３実施形態に係る照明装置２００Ａの構成の概略を説明する。図２６は照明装置２００Ａの構成を示す模式的な斜視図である。照明装置２００Ａは、照明装置２００と比較して、第２の基板２２１上の第２の配向膜２２４ａの配向処理を、照明装置１００における第２の基板２２１上の第２の配向膜２２４ａの配向処理と同じにしている。また、照明装置２００Ａの第２の基板２２１上の第２の配向膜２２４の配向処理が、照明装置１００における第２の基板２２１上の第２の配向膜２２４の配向処理と同じになるため、照明装置１００と同様に、照明装置２００Ａは、第１の液晶セル２１０ｅと第２の液晶セル２１０ｆとの間に、波長板２４０を含む。照明装置２００Ａのその他の構成は、照明装置１００又は照明装置２００の構成と同様である。よって、照明装置１００又は照明装置２００の構成と同様の構成は、必要に応じて、説明する。また、図１～図２５と同一、又

は類似する構成は、必要に応じて説明する。

[0176] 図２６を参照し、照明装置２００Ａの構成の概略を説明する。図２６は照明装置２００Ａの構成を示す模式的な斜視図である。

[0177] 図２６に示されるように、照明装置２００Ａは、液晶光学素子２０Ａ、光源３０、及び制御装置４０を含む。液晶光学素子２０Ａは、第１の液晶セル２１０ｅ、接着層２３０－１ｐ、波長板２４０、接着層２３０－２ｐ、及び第２の液晶セル２１０ｆを含む。接着層２３０－１ｐは第１の液晶セル２１０ｅと波長板２４０との間に設けられ、接着層２３０－２ｐは波長板２４０と第２の液晶セル２１０ｆとの間に設けられる。第１の液晶セル２１０ｅ、接着層２３０－１ｐ、波長板２４０、接着層２３０－２ｐ、及び第２の液晶セル２１０ｆは、ｚ軸方向に沿って、光源に近い方からこの順に位置するように積層されている。

[0178] 波長板２４０の構成及び機能は、波長板１４０の構成及び機能と同様である。接着層２３０－１ｐ及び接着層２３０－２ｐの構成及び機能は、接着層１３０ａと同様である。光源３０、及び制御装置４０の構成及び機能は、照明装置１００又は照明装置２００の構成及び機能と同様である。

[0179] 第１の液晶セル２３０ｅ及び第２の液晶セル２３０ｆの構成及び機能は、第１の液晶セル２１０ａ及び第２の液晶セル２１０ｂの構成及び機能と、第２の基板２２１上の第２の配向膜２２４の配向処理の方向が異なる。第２の基板２２１上の第２の配向膜２２４の配向処理は、照明装置１００における第２の基板２２１上の第２の配向膜２２４の配向処理と同様である。具体的には、図２７に示されるように、第２の配向膜２２４は、ｘ軸方向に、かつ、端子部２２に近づく方向に配向処理されている。第１の液晶セル２３０ｅ及び第２の液晶セル２３０ｆの第２の配向膜２２４の配向処理の方向以外の構成及び機能は、第１の液晶セル２１０ａ及び第２の液晶セル２１０ｂと同様である。

[0180] よって、照明装置２００で用いた図２４及び図２５のタイミングチャートに基づき、照明装置２００Ａの各電極にハイ電位ＶＨ又はロー電位ＶＬが供

給されることによって、照明装置２００Ａは、第１の液晶セル２１０ｅの入射面６３（図２２を参照）に入射した光を、９０度より小さい制御角θで屈曲させると共に透過させ、波長板２４０で９０度回転させたのちに、第２の液晶セル１１０ｆを透過させて、液晶光学素子２０Ａ（第２の液晶セル２１０ｆ）から出射させることができる。例えば、第１の液晶セル２１０ｅの入射面６３に入射した第１の偏光６１は屈曲すると共に透過し、波長板２４０で９０度回転し、第２の液晶セル２１０ｆ内を透過して、液晶光学素子２０Ａから出射される。第２の偏光６２は、第１の偏光６１と９０度回転しているため、第１の液晶セル２１０ｅ内を透過し、波長板２４０で９０度回転し、第２の液晶セル２１０ｆで第１の偏光６１と同様に屈曲されると共に透過し、液晶光学素子２０Ａから出射される。

[0181] 以上説明したとおり、照明装置２００Ａは、照明装置１００及び照明装置２００と同様に、液晶光学素子２０Ａに含まれる各電極に電位を供給することによって、供給された電位に応じた制御角θで屈曲した光を、液晶光学素子２０Ａから出射させることができる。よって、照明装置２００Ａは、液晶光学素子２０Ａを用いて、光の配光方向及び光の配光角を調整することが可能であると共に、調整された様々な配光方向及び配光角を有する光を照射することができる。

[0182] ＜第４実施形態＞

図２８及び図２９を参照し、第４実施形態に係る照明装置２００Ｂの構成の概略を説明する。図２８は照明装置２００Ｂの構成を示す模式的な斜視図である。図２９は液晶光学素子２０Ｂの一部の断面構造を示す断面図である。照明装置２００Ｂは、照明装置２００と比較して、液晶光学素子２０と同様の構成及び機能を有する液晶光学素子をｚ軸方向に沿って９０度回転して、液晶光学素子２０に重畳させた構成を含む。照明装置２００Ｂのその他の構成は、照明装置２００の構成と同様である。よって、照明装置２００と同様の構成は、必要に応じて、説明する。また、図１～図２７と同一、又は類似する構成は、必要に応じて説明する。

[0183] はじめに、図２８を参照し、照明装置２００Ｂの構成の概略を説明する。

[0184] 図２８に示されるように、照明装置２００Ｂは、液晶光学素子２０Ｂ、光源３０、及び制御装置４０を含む。液晶光学素子２０Ｂは、第１の液晶セル２１０ａ、接着層２３０ａ、第２の液晶セル２１０ｂ、接着層２３０ｂ、第３の液晶セル２１０ｃ、接着層２３０ｃ、及び第４の液晶セル２１０ｄを含む。接着層２３０ａは第１の液晶セル２１０ａと第２の液晶セル２１０ｂとの間に設けられ、接着層２３０ｂは第２の液晶セル２１０ｂと第３の液晶セル２１０ｃとの間に設けられ、接着層２３０ｃは第３の液晶セル２１０ｃと第４の液晶セル２１０ｄとの間に設けられる。第１の液晶セル２１０ａ、接着層２３０ａ、第２の液晶セル２１０ｂ、接着層２３０ｂ、第３の液晶セル２１０ｃ、接着層２３０ｃ、及び第４の液晶セル２１０ｄは、ｚ軸方向に沿って、光源に近い方からこの順に位置するように積層されている。

[0185] 第１の液晶セル２１０ａ、第２の液晶セル２１０ｂ、第３の液晶セル２１０ｃ、及び第４の液晶セル２１０ｄの基本的な構成及び機能は同じである。第１の液晶セル２１０ａ及び第２の液晶セル２１０ｂの構成及び機能は、照明装置２００の第１の液晶セル２１０ａ及び第２の液晶セル２１０ｂの構成及び機能と同様であるから、必要に応じて説明される。

[0186] 接着層２３０ａ～接着層２３０ｃは、接着層１３０ａと同様の材料を用いることができる。

[0187] 光源３０及び制御装置４０は、照明装置１００と同様の構成を有する。制御装置４０は、液晶光学素子２０Ｂ及び光源３０を制御する。具体的には、制御装置４０は、液晶光学素子２０Ｂの第１の液晶セル２１０ａ～第４の液晶セル２１０ｄに、光の配光方向及び配向角を制御可能な制御信号（電位）を供給し、光源３０の点灯及び明るさを制御可能な制御信号（電位）を供給することができる。

[0188] 液晶光学素子２０Ｂ及び光源３０は、制御装置４０と電気的に接続されている。例えば、制御装置４０は、第１の液晶セル２１０ａの端子部２２ｃに電気的に接続された第３のフレキシブル配線基板１１ｃ、第２の液晶セル２

１０ｂの端子部２２ｂに電気的に接続された第２のフレキシブル配線基板１１ｂ、第３の液晶セル２１０ｃの端子部２２ｃに電気的に接続された第３のフレキシブル配線基板１１ｃ、及び、第４の液晶セル２１０ｄの端子部２２ｄに電気的に接続された第４のフレキシブル配線基板１１ｄを介して電気的に接続される。

[0189] 光源３０から液晶光学素子２０Ｂに出射された光は、第１の液晶セル２１０ａ、接着層２３０ａ、第２の液晶セル２１０ｂ、接着層２３０ｂ、第３の液晶セル２１０ｃ、接着層２３０ｃ、及び第４の液晶セル２１０ｄから出射される。例えば、液晶光学素子２０Ｂを透過する光は、液晶セル２１０に含まれる各電極の構成、及び、制御装置４０から各電極に供給される電圧に基づき、ｘ軸方向又はｙ軸方向に屈折する。すなわち、照明装置２００Ｂは、液晶光学素子２０Ｂを用いて光の配光方向及び光の配光角を調整することが可能であると共に、調整された様々な配光方向及び配光角を有する光を照射することができる。

[0190] 次に、図２９を参照し、液晶光学素子２０Ｂの構成の概略を説明する。具体的には、図２９は、図２８に示されるＥ１－Ｅ２線に沿って切断されたｚｘ面内の模式的な断面図である。

[0191] 第３の液晶セル２１０ｃは第１の液晶セル２１０ａと同様の構成及び機能を有し、第４の液晶セル２１０ｄは第２の液晶セル２１０ｂと同様の構成及び機能を有する。照明装置２００Ｂは、照明装置２００で説明された液晶光学素子１０（同一の構造を有する第１の液晶セル２１０ａ及び第２の液晶セル２１０ｂ）に、液晶光学素子１０と同一の構成を有する液晶光学素子（同一の構造を有する第３の液晶セル２１０ｃ及び第４の液晶セル２１０ｄ）を９０度回転させて、積層させた構成を有する。

[0192] 第３の液晶セル２１０ｃは、第１の基板２１１ｃ、第２の基板２２１ｃ、複数の第１の透明電極（図示は省略）、複数の第２の透明電極２８２（例えば、第２の透明電極２８２－１ｃ）、複数の第３の電極２８３（例えば、第３の電極２８３－１ｃ）、第４の透明電極２８４ｃ、第１の配向膜２１４ｃ

、第２の配向膜２２４ｃ、及び液晶層２６０ｃを含む。

[0193] 第４の液晶セル２１０ｄは、第１の基板２１１ｄ、第２の基板２２１ｄ、複数の第１の透明電極（図示は省略）、複数の第２の透明電極２８２（例えば、第２の透明電極２８２－１ｄ）、複数の第３の電極２８３（例えば、第３の電極２８３－１ｄ）、第４の透明電極２８４ｄ、第１の配向膜２１４ｄ、第２の配向膜２２４ｄ、及び液晶層２６０ｄを含む。第４の液晶セル２１０ｄの各構成要素は、第３の液晶セル２１０ｃの各構成要素と同様である。

[0194] 第１の基板２１１ｃ、第２の基板２２１ｃ、複数の第１の透明電極２８１、複数の第２の透明電極２８２、第１の配向膜２１４ｃ、第２の配向膜２２４ｃ、及び液晶層２６０ｃのそれぞれの構成は、第１の基板１１１ａ、第２の基板１２１ａ、複数の第１の透明電極１８１、複数の第２の透明電極１８２、第１の配向膜１１４ａ、第２の配向膜１２４ａ、及び液晶層１６０ａのそれぞれの構成と同様である。よって、第３の液晶セル２１０ｃ及び第４の液晶セル２１０ｄの詳細な説明は、省略される。

[0195] 第３の液晶セル２１０ｃ及び第４の液晶セル２１０ｄに含まれる複数の第１の透明電極、複数の第２の透明電極２８２、及び複数の第３の電極２８３の延在する方向は、第１の液晶セル２１０ａ及び第２の液晶セル２１０ｂに含まれる複数の第１の透明電極、複数の第２の透明電極２８２、及び複数の第３の電極２８３の延在する方向と直交する。

[0196] また、第１の液晶セル２１０ａ及び第２の液晶セル２１０ｂの第１の基板２１１の配向処理の方向（ｘ軸方向）は、第３の液晶セル２１０ｃ及び第４の液晶セル２１０ｄの第１の基板２１１の配向処理の方向（ｙ軸方向）と直交する。第１の基板２１１と同様に、第１の液晶セル２１０ａ及び第２の液晶セル２１０ｂの第２の基板２２１の配向処理の方向（ｙ軸方向）は、第３の液晶セル２１０ｃ及び第４の液晶セル２１０ｄの第２の基板２２１の配向処理の方向（ｘ軸方向）と直交する。

[0197] その結果、例えば、第１の液晶セル２１０ａは、ｙ軸方向に平行な第１の偏光６１をｘ軸方向に屈曲させると共に旋光させ、第２の液晶セル２１０ｂ

は、ｘ軸方向に平行な第２の偏光６２をｘ軸方向に屈曲させると共に旋光させ、第３の液晶セル２１０ｃは、ｙ軸方向に平行な第１の偏光６１をｙ軸方向に屈曲させると共に先行させ、第４の液晶セル２１０ｄは、ｘ軸方向に平行な第２の偏光６２をｙ軸方向に屈曲させると共に旋光させることができる。

[0198] よって、照明装置２００Ｂは、ｘ軸方向とｙ軸方向との２軸に光を屈曲させることができる。

[0199] また、照明装置２００Ｂは、照明装置２００と同様に、液晶光学素子２０Ｂに含まれる各電極に電位を供給することによって、供給された電位に応じた制御角θで屈曲した光を、液晶光学素子２０Ｂから出射させることができる。よって、照明装置２００Ｂは、液晶光学素子２０Ｂを用いて、光の配光方向及び光の配光角を調整することが可能であると共に、調整された様々な配光方向及び配光角を有する光を照射することができる。

[0200] 本発明の一実施形態として例示した液晶光学素子及び照明装置の各種構成は相互に矛盾しない限り適宜組み合わせることができる。また、本発明の一実施形態として例示した液晶光学素子及び照明装置の各種構成は、相互に矛盾しない限り適宜、入れ替えることができる。本明細書及び図面に開示された液晶光学素子及び照明装置を基にして、当業者が適宜構成要素の追加、削除もしくは設計変更を行ったもの、又は、工程の追加、省略もしくは条件変更を行ったものも、本発明の要旨を備えている限り、本発明の範囲に含まれる。

[0201] 本明細書に開示された実施形態の態様によりもたらされる作用効果とは異なる他の作用効果であっても、本明細書の記載から明らかなもの、又は、当業者において容易に予測し得るものについては、当然に本発明によりもたらされるものと解される。

符号の説明

[0202] １０：液晶光学素子、１１ａ：第１のフレキシブル配線基板、１１ｂ：第２のフレキシブル配線基板、１１ｃ：第３のフレキシブル配線基板、１１ｄ

：第４のフレキシブル配線基板、１２：端子部、１２ａ：端子部、１２ｂ：端子部、２０：液晶光学素子、２０Ａ：液晶光学素子、２０Ｂ：液晶光学素子、２２：端子部、２２ａ：端子部、２２ｂ：端子部、２２ｃ：端子部、２２ｄ：端子部、３０：光源、３１：発光素子、３２：反射器、３３：凸レンズ、４０：制御装置、６１：第１の偏光、６２：第２の偏光、６３：入射面、１００：照明装置、１１０：液晶セル、１１０ａ：第１の液晶セル、１１０ｂ：第２の液晶セル、１１０ｆ：第２の液晶セル、１１１：第１の基板、１１１ａ：第１の基板、１１１ｂ：第１の基板、１１２ａ：第２の基板、１１４：第１の配向膜、１１４ａ：第１の配向膜、１１４ｂ：第１の配向膜、１１６－１：第１の配線、１１６－２：第２の配線、１１６－３：第３の配線、１１６－４：第４の配線、１１６－５：第５の配線、１１６－６：第６の配線、１１８－１：第１の給電端子、１１８－２：第２の給電端子、１１８－３：第３の給電端子、１１８－４：第４の給電端子、１１９－１：第１の端子、１１９－２：第２の端子、１１９－３：第３の端子、１１９－４：第４の端子、１２１：第２の基板、１２１ａ：第２の基板、１２１ｂ：第２の基板、１２４：第２の配向膜、１２４ａ：第２の配向膜、１２４ｂ：第２の配向膜、１３０ａ：接着層、１３０ｂ：接着層、１４０：波長板、１６０：液晶層、１６０ａ：液晶層、１６０ｂ：液晶層、１８０：入射光、１８１：第１の透明電極、１８１－１：第１の透明電極、１８１－１ａ：第１の透明電極、１８１－１ｂ：第１の透明電極、１８２：第２の透明電極、１８２－１：第２の透明電極、１８２－１ａ：第２の透明電極、１８２－１ｂ：第２の透明電極、１８２－２：第２の透明電極、１８２－２ａ：第２の透明電極、１８２－２ｂ：第２の透明電極、１８２－３ａ：第２の透明電極、１８３：第３の透明電極、１８３－１：第３の透明電極、１８３－１ａ：第３の透明電極、１８３－１ｂ：第３の透明電極、１８３－２：第３の透明電極、１８３－２ａ：第３の透明電極、１８３－２ｂ：第３の透明電極、１８３－３ａ：第３の透明電極、１８４：第４の透明電極、１８４－１：第４の透明電極、１８４－１ａ：第４の透明電極、１８４－１ｂ：第４の透明電極、１

８４－２：第４の透明電極、１８４－２ａ：第４の透明電極、１８４－２ｂ：第４の透明電極、２００：照明装置、２００Ａ：照明装置、２００Ｂ：照明装置、２１０：液晶セル、２１０ａ：第１の液晶セル、２１０ｂ：第２の液晶セル、２１０ｃ：第３の液晶セル、２１０ｄ：第４の液晶セル、２１０ｅ：第１の液晶セル、２１０ｆ：第２の液晶セル、２１１：第１の基板、２１１ａ：第１の基板、２１１ｂ：第１の基板、２１１ｃ：第１の基板、２１１ｄ：第１の基板、２１４：第１の配向膜、２１４ａ：第１の配向膜、２１４ｂ：第１の配向膜、２１４ｃ：第１の配向膜、２１４ｄ：第１の配向膜、２１６－１：第１の配線、２１６－２：第２の配線、２１６－５：第５の配線、２１６－６：第６の配線、２１８－１：第１の給電端子、２１８－２：第２の給電端子、２１８－３：第３の給電端子、２１８－４：第４の給電端子、２１９－１：第１の端子、２１９－２：第２の端子、２１９－３：第３の端子、２２１：第２の基板、２２１ａ：第２の基板、２２１ｂ：第２の基板、２２１ｃ：第２の基板、２２１ｄ：第２の基板、２２４：第２の配向膜、２２４ａ：第２の配向膜、２２４ｂ：第２の配向膜、２２４ｃ：第２の配向膜、２２４ｄ：第２の配向膜、２３０－１ｐ：接着層、２３０－２ｐ：接着層、２３０ａ：接着層、２３０ｂ：接着層、２３０ｃ：接着層、２３０ｅ：第１の液晶セル、２３０ｆ：第２の液晶セル、２４０：波長板、２６０：液晶層、２６０ａ：液晶層、２６０ｂ：液晶層、２６０ｃ：液晶層、２６０ｄ：液晶層、２８１：第１の透明電極、２８１－１：第１の透明電極、２８１－１ａ：第１の透明電極、２８１－１ｂ：第１の透明電極、２８１－２ａ：第１の透明電極、２８１－２ｂ：第１の透明電極、２８２：第２の透明電極、２８２－１：第２の透明電極、２８２－１ａ：第２の透明電極、２８２－１ｂ：第２の透明電極、２８２－１ｃ：第２の透明電極、２８２－１ｄ：第２の透明電極、２８２－２：第２の透明電極、２８２－２ａ：第２の透明電極、２８２－２ｂ：第２の透明電極、２８２－３ａ：第２の透明電極、２８２－３ｂ：第２の透明電極、２８３：第３の電極、２８３－１：第３の電極、２８３－１ａ：第３の電極、２８３－１ｂ：第３の電極、２８３－１ｃ

：第３の電極、２８３－１ｄ：第３の電極、２８３－２：第３の電極、２８３－２ａ：第３の電極、２８３－２ｂ：第３の電極、２８３－３：第３の電極、２８３－３ａ：第３の電極、２８３－３ｂ：第３の電極、２８４：第４の透明電極、２８４ｃ：第４の透明電極、２８４ｄ：第４の透明電極

請求の範囲

[請求項1] 第１の液晶セル、及び、

前記第１の液晶セルに重なる第２の液晶セル、を有し、

前記第１の液晶セル、及び前記第２の液晶セルのそれぞれは、第１の基板、前記第１の基板上に配置された第１の電極及び第２の電極、前記第１の基板に対向して配置される第２の基板、前記第２の基板上に配置された第３の電極及び第４の電極、及び、前記第１の基板と前記第２の基板との間に配置される液晶層を有し、

前記第１の電極及び前記第２の電極は、第１の方向に平行に交互に配置され、前記第１の方向に交差する第２の方向に延在し、

前記第３の電極及び第４の電極は、前記第１の方向に平行に交互に配置され、前記第２の方向に延在し、

前記第１の電極は、前記第１の方向及び前記第２の方向と交差する第３の方向において、前記第３の電極の第１の端部、前記第３の電極と前記第４の電極との間のスペース、及び、前記第４の電極の第１の端部と重畳し、

前記第４の電極は、前記第３の方向において、前記第１の電極と前記第２の電極との間のスペース、前記第２の電極の第１の端部と重畳する、

液晶光学素子。

[請求項2] 前記第１の液晶セル、及び前記第２の液晶セルのそれぞれは、

前記第１の電極及び前記第２の電極上に配置された第１の配向膜と、

前記第３の電極及び前記第４の電極上に配置され、前記第１の配向膜に対向する第２の配向膜と、

をさらに有する、

請求項１に記載の液晶光学素子。

[請求項3] 前記第１の配向膜の配向処理の方向、及び、前記第２の配向膜の配

向処理の方向は、前記第１の方向に平行な方向である、

請求項２に記載の液晶光学素子。

[請求項4] 前記液晶光学素子は、前記第１の液晶セルと前記第２の液晶セルとの間に配置された波長板をさらに有する、

請求項１に記載の液晶光学素子。

[請求項5] 前記第１の電極の幅は、前記第２の電極の幅と同じであり、前記第３の電極の幅より狭い、

請求項１に記載の液晶光学素子。

[請求項6] 前記第１の電極と前記第２の電極との間のスペースは、前記第３の電極と前記第４の電極との間のスペースより広い、

請求項１に記載の液晶光学素子。

[請求項7] 前記第３の方向に沿った前記第１の配向膜と前記第２の配向膜との間のセルギャップは、前記第１の電極の幅より狭い、

請求項２に記載の液晶光学素子。

[請求項8] 前記第１の電極、前記第２の電極、前記第３の電極、及び前記第４の電極は、透明の材料を含む、

請求項１に記載の液晶光学素子。

[請求項9] 請求項１に記載の前記液晶光学素子と電気的に接続され、

前記第１の電極、前記第２の電極、前記第３の電極及び前記第４の電極に制御信号を供給する制御装置を含む、

照明装置。

[請求項10] 前記制御装置は、

前記第１の電極及び前記第４の電極に第１の制御信号を供給し、

前記第２の電極及び前記第３の電極に前記第１の制御信号とは異なる極性の第２の制御信号を供給する、

請求項９に記載の照明装置。

[請求項11] 第１の液晶セル、及び、

前記第１の液晶セルに重なる第２の液晶セル、を有し、

前記第１の液晶セル、及び前記第２の液晶セルのそれぞれは、第１の基板、前記第１の基板上に配置された第１の電極及び第２の電極、前記第１の基板に対向して配置される第２の基板、前記第２の基板上に配置された第３の電極及び第４の電極、及び、前記第１の基板と前記第２の基板との間に配置される液晶層を有し、

前記第１の電極及び前記第２の電極は、第１の方向に平行に交互に配置され、前記第１の方向に交差する第２の方向に延在し、

前記第３の電極は、前記第１の方向に平行に配置され、前記第２の方向に延在し、

前記第４の電極は、前記第３の電極を覆うように前記第２の基板上に配置され、

前記第１の電極は、前記第１の方向及び前記第２の方向と交差する第３の方向において、前記第３の電極の第１の端部、及び、前記第３の電極間のスペースと重畳し、

前記第３の電極は、前記第３の方向において、前記第１の電極と前記第２の電極との間のスペース、前記第２の電極の第１の端部と重畳し、

前記第３の電極間のスペースは、前記第１の電極と前記第２の電極とは異なる第２の電極との間のスペースと重畳する、

液晶光学素子。

[請求項12] 前記第１の液晶セル、及び前記第２の液晶セルのそれぞれは、

前記第１の電極及び前記第２の電極上に配置された第１の配向膜と、

前記第３の電極及び前記第４の電極上に配置され、前記第１の配向膜に対向する第２の配向膜と、

をさらに有する、

請求項１１に記載の液晶光学素子。

[請求項13] 前記第１の配向膜の配向処理の方向は前記第１の方向に平行な方向

であり、

前記第２の配向膜の配向処理の方向は前記第２の方向に平行な方向である、

請求項１２に記載の液晶光学素子。

[請求項14] 前記第３の電極間のスペースは、前記第１の電極と前記第２の電極との間のスペースより広く、

前記第３の方向に沿った前記第１の配向膜と前記第２の配向膜との間のセルギャップは、前記第３の電極の幅より狭い、

請求項１２に記載の液晶光学素子。

[請求項15] 前記第３の電極は、金属材料を含み、前記第１の基板を透過する光を遮光する、

請求項１１に記載の液晶光学素子。

[請求項16] 前記第１の配向膜の配向処理の方向、及び、前記第２の配向膜の配向処理の方向は前記第１の方向に平行な方向である、

請求項１２に記載の液晶光学素子。

[請求項17] 前記液晶光学素子は、前記第１の液晶セルと前記第２の液晶セルとの間に配置された波長板をさらに有する、

請求項１６に記載の液晶光学素子。

[請求項18] 前記液晶光学素子は、

前記第２の液晶セルに重なる第３の液晶セル、及び、

前記第３の液晶セルに重なる第４の液晶セル、

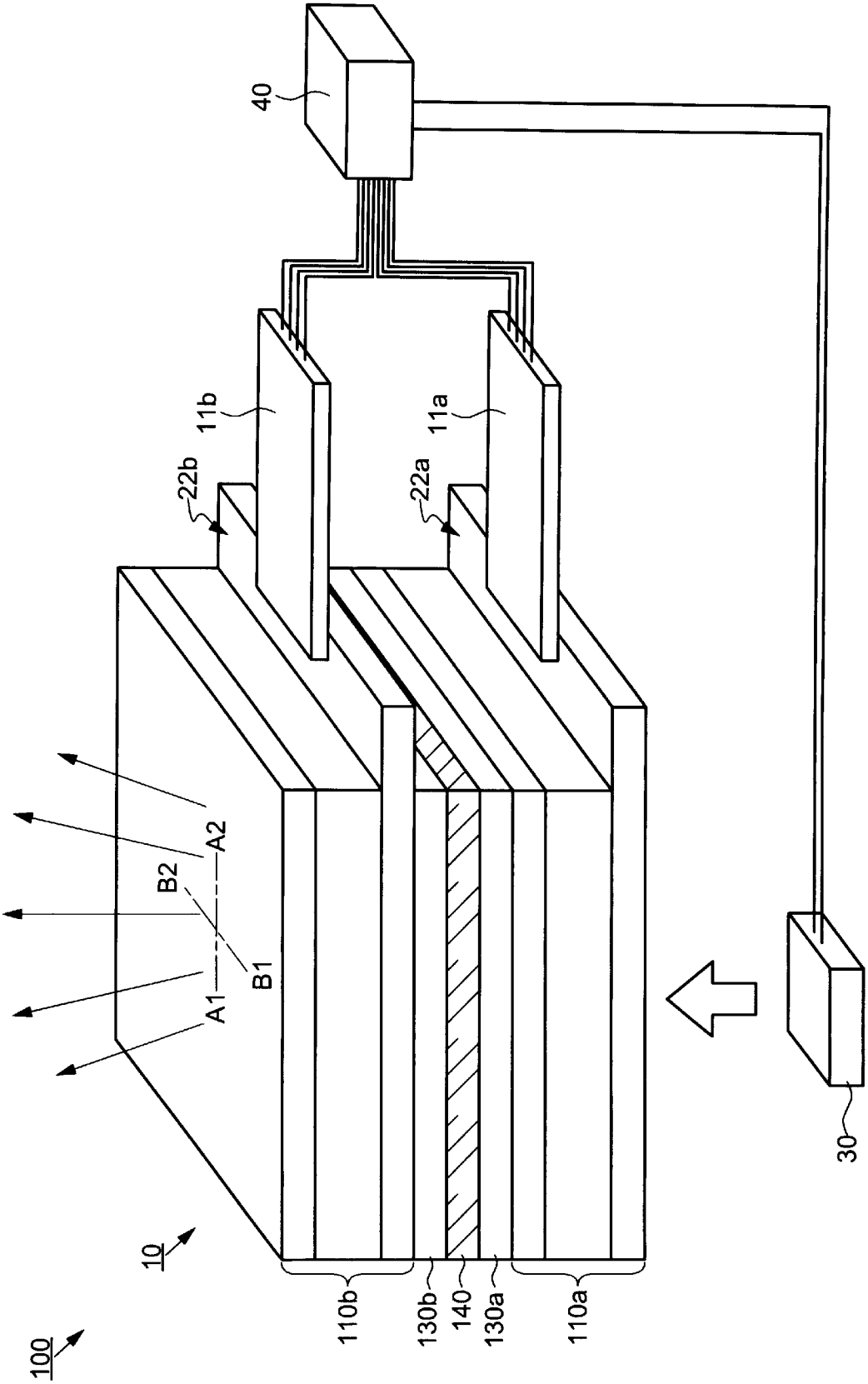
をさらに有し、

前記第３の液晶セル及び前記第４の液晶セルは、前記第３の方向に平行な軸に対して９０度回転して、前記第２の液晶セルに重なり、

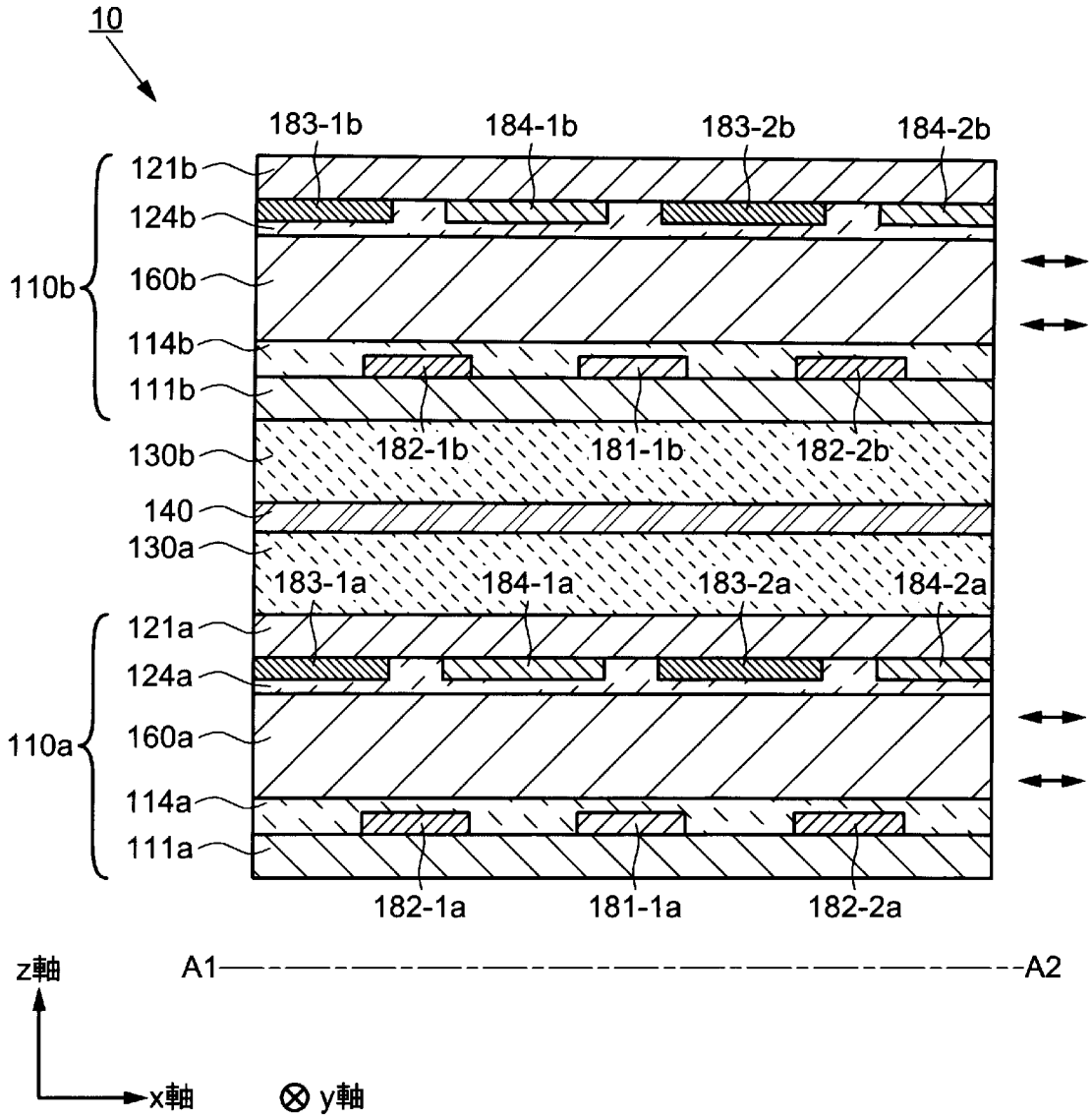
前記第３の液晶セル及び前記第４の液晶セルのそれぞれは、前記第１の基板、前記第１の電極、前記第２の電極、前記第２の基板、前記第３の電極、前記第４の電極、及び、前記液晶層を有する、

請求項１１に記載の液晶光学素子。

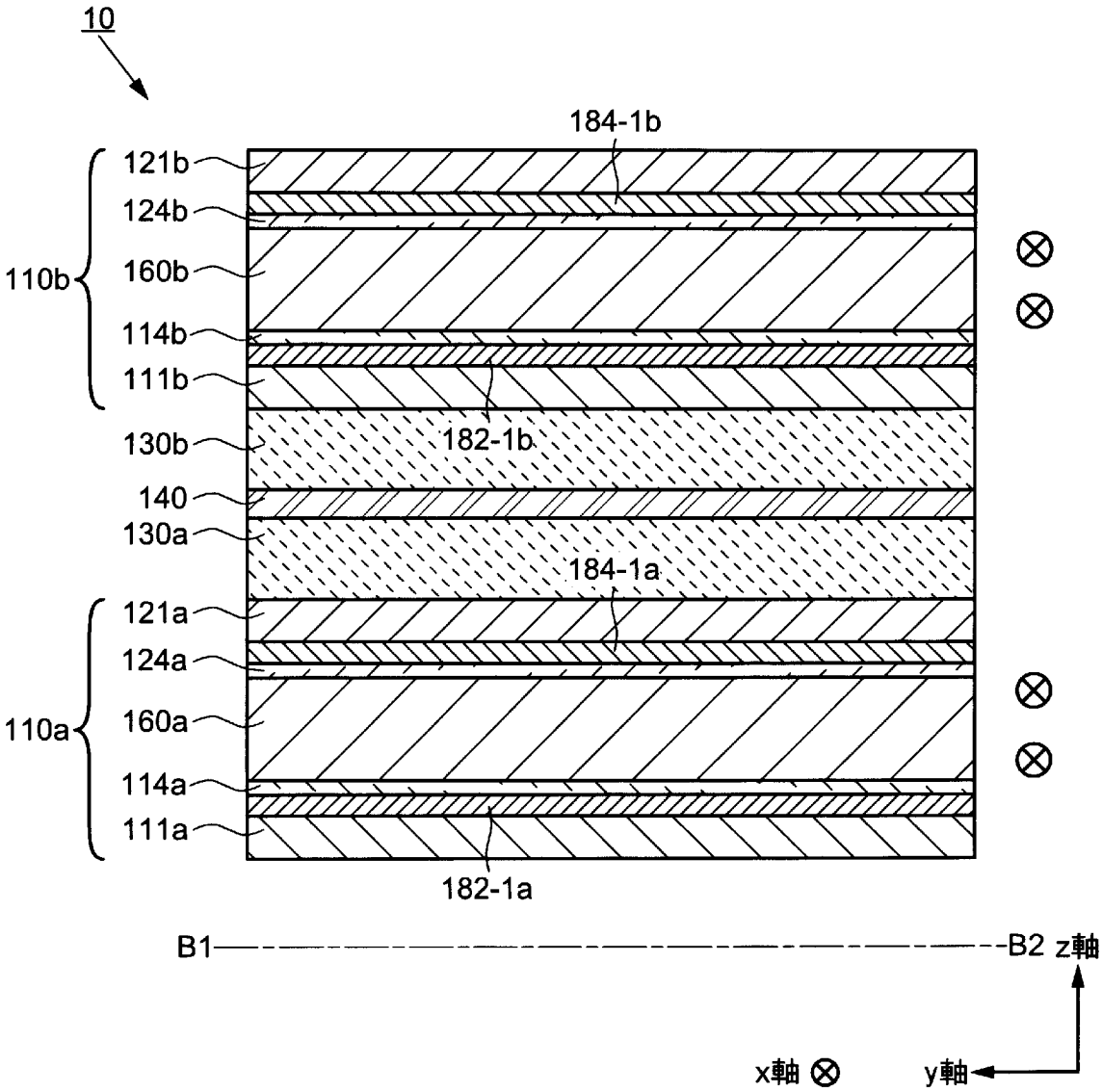
[図1]



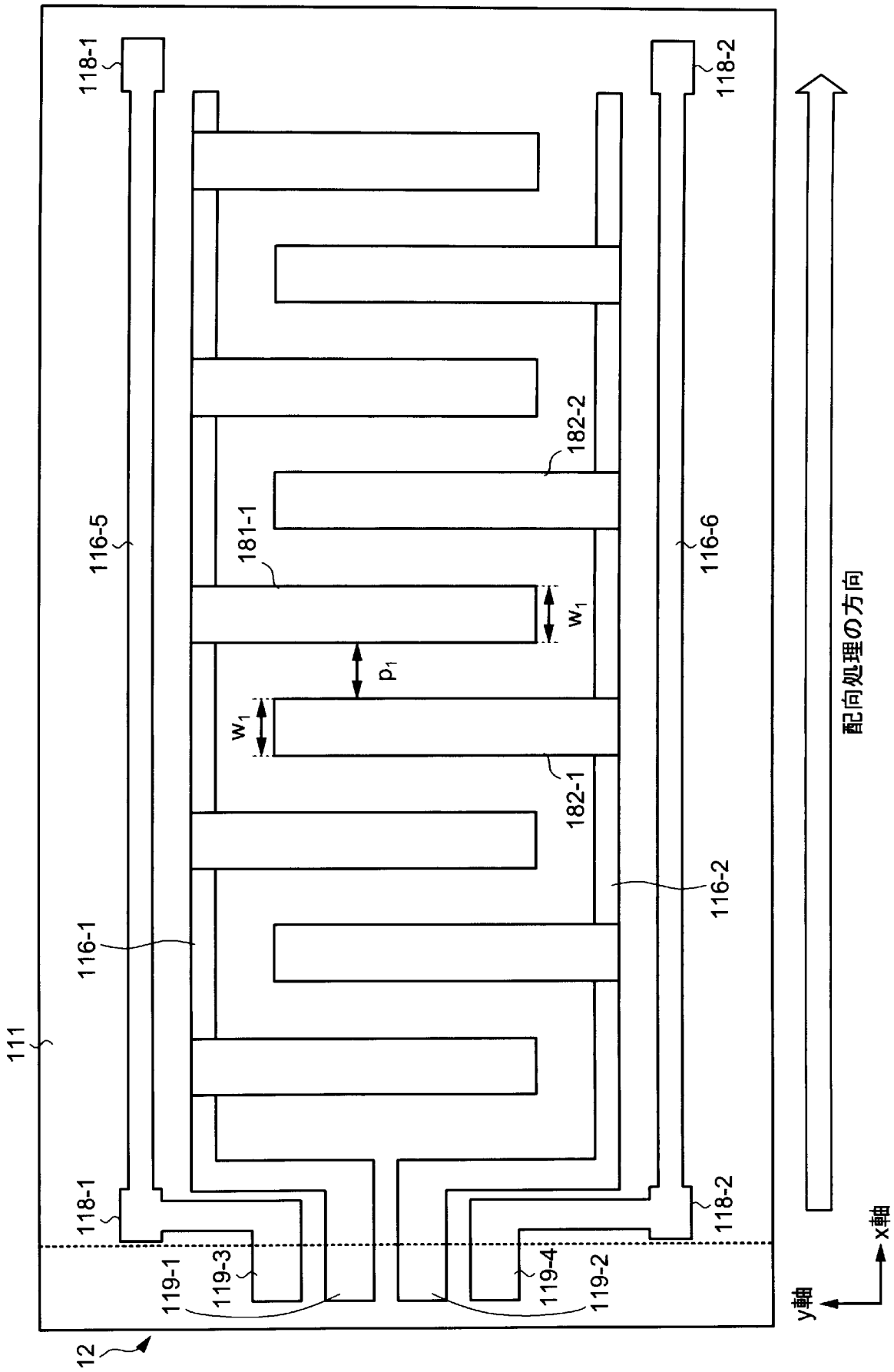
[図2]


10
183-1b
184-1b
183-2b
184-2b
121b
124b
110b
160b
114b
111b
182-1b
181-1b
182-2b
130b
140
130a
183-1a
184-1a
183-2a
184-2a
121a
124a
110a
160a
114a
111a
182-1a
181-1a
182-2a
A1
A2
z軸
x軸
y軸

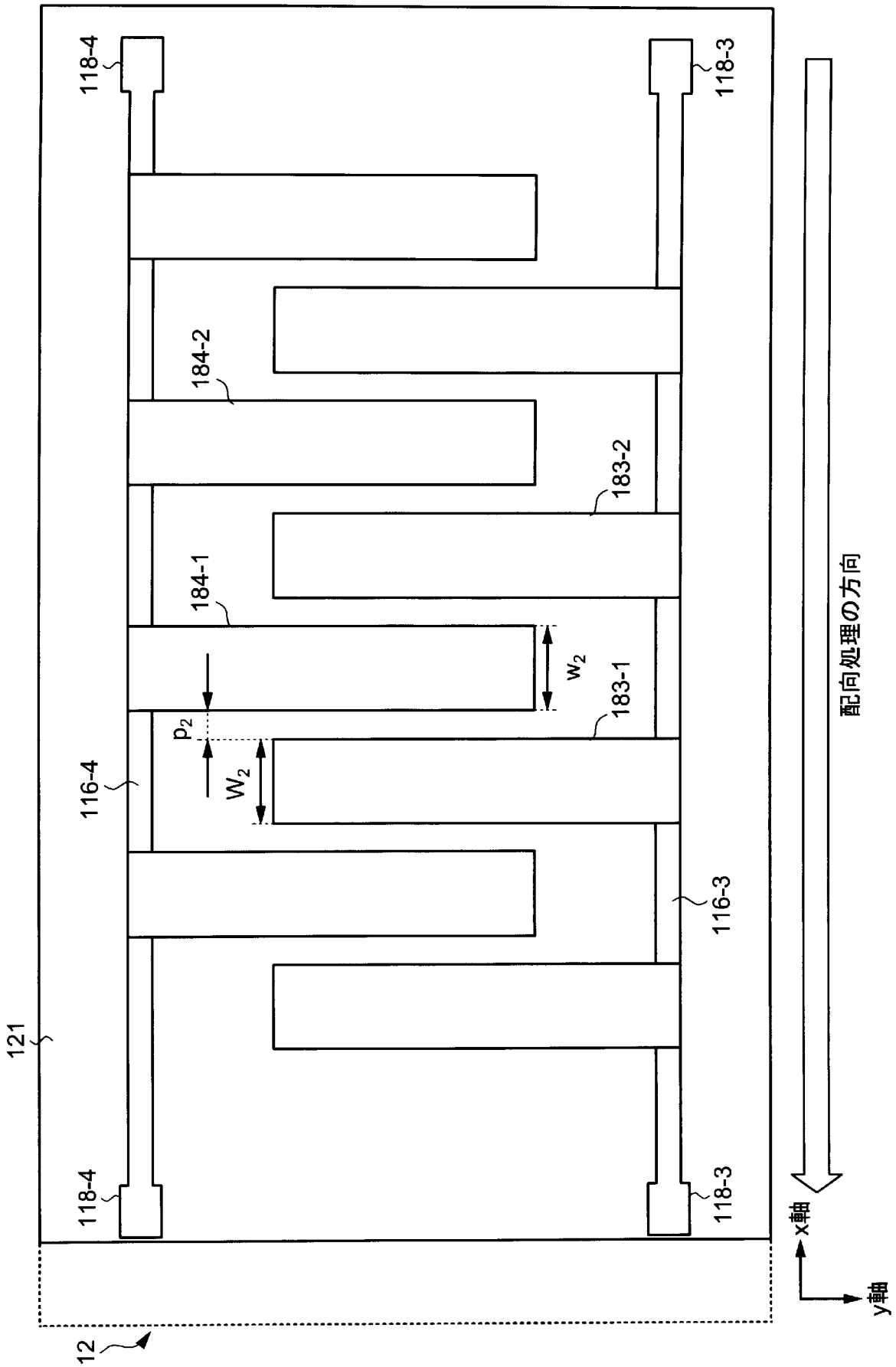
[図3]


10
184-1b
121b
124b
110b
160b
114b
111b
182-1b
130b
140
130a
184-1a
121a
124a
110a
160a
114a
111a
182-1a
B1
B2
z軸
x軸
y軸

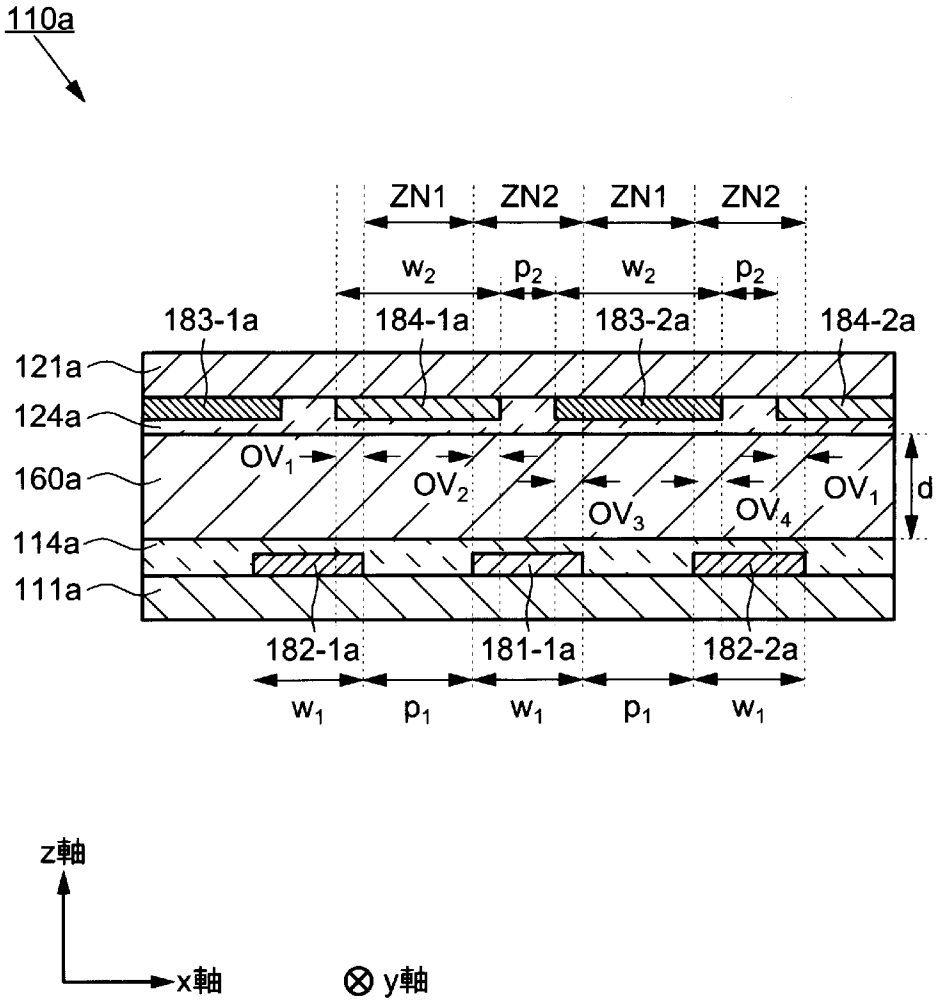
[図4]


118-1
118-2
116-5
116-6
181-1
182-2
182-1
116-1
116-2
111
118-1
118-2
119-1
119-3
119-4
119-2
12
配向処理の方向
x軸
y軸
w_1
p_1
w_1

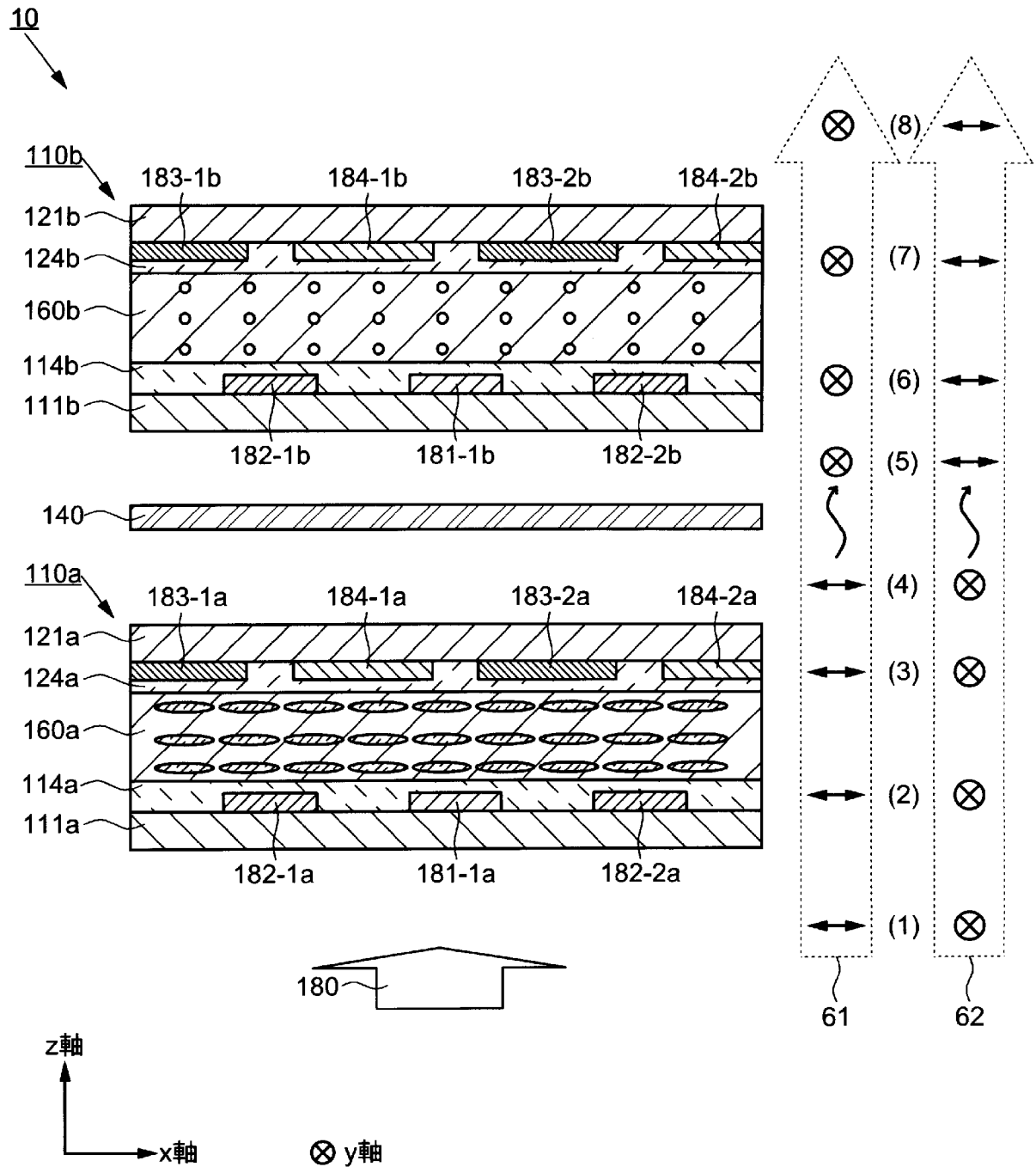
[図5]


118-4
118-3
184-2
183-2
184-1
183-1
116-4
116-3
121
118-4
118-3
12
W_2
p_2
W_2
配向処理の方向
x軸
y軸

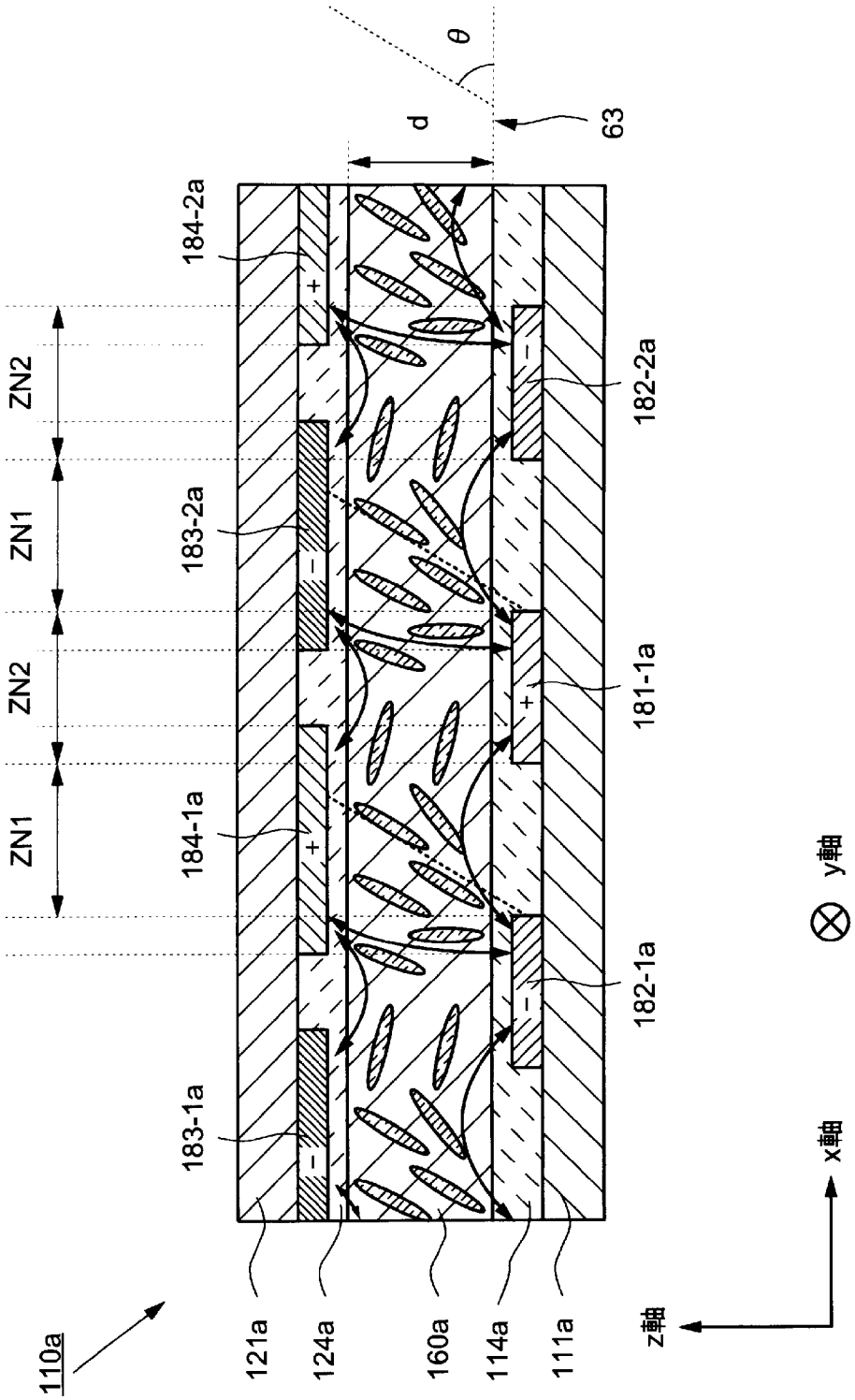
[図6]


110a
ZN1
ZN2
ZN1
ZN2
w2
p2
w2
p2
183-1a
184-1a
183-2a
184-2a
121a
124a
160a
114a
111a
OV1
OV2
OV3
OV4
OV1
d
182-1a
181-1a
182-2a
w1
p1
w1
p1
w1
z軸
x軸
y軸

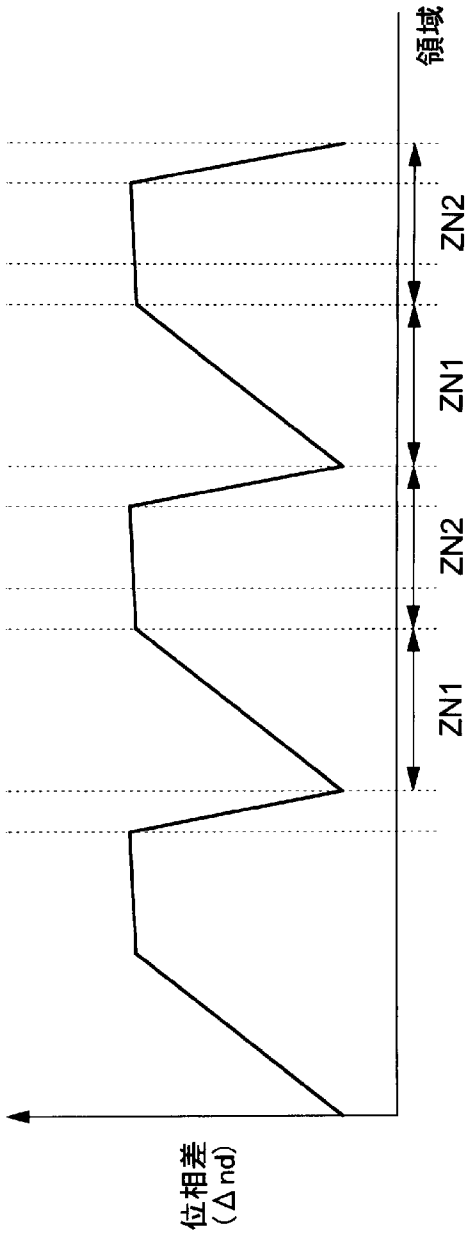
[図7]


10
110b
183-1b
184-1b
183-2b
184-2b
121b
124b
160b
114b
111b
182-1b
181-1b
182-2b
140
110a
183-1a
184-1a
183-2a
184-2a
121a
124a
160a
114a
111a
182-1a
181-1a
182-2a
180
(8)
(7)
(6)
(5)
(4)
(3)
(2)
(1)
61
62
z軸
x軸
y軸

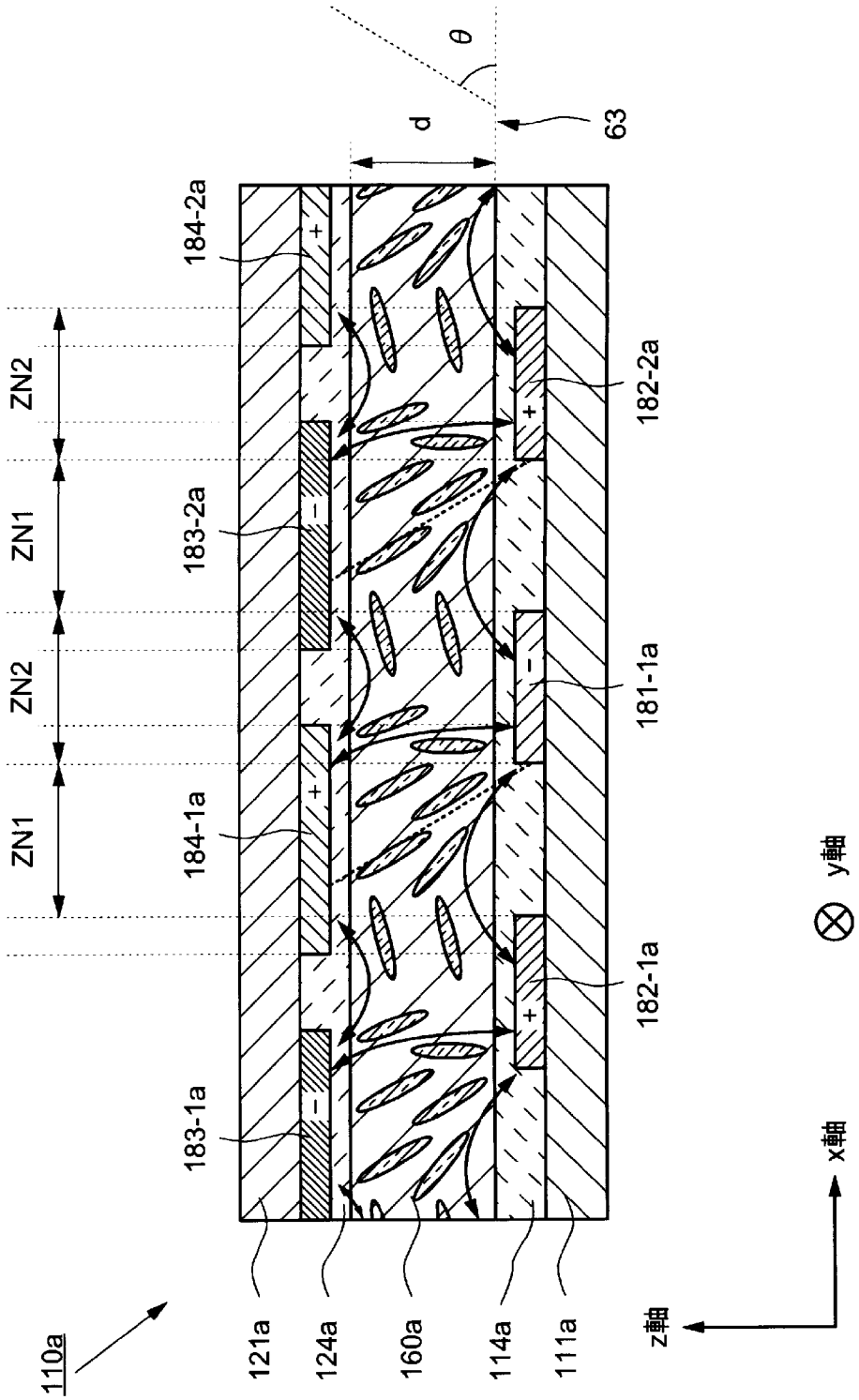
[図8]


θ
d
63
184-2a
183-2a
184-1a
183-1a
182-2a
181-1a
182-1a
ZN2
ZN1
ZN2
ZN1
+
−
+
−
+
−
110a
121a
124a
160a
114a
111a
z軸
x軸
y軸

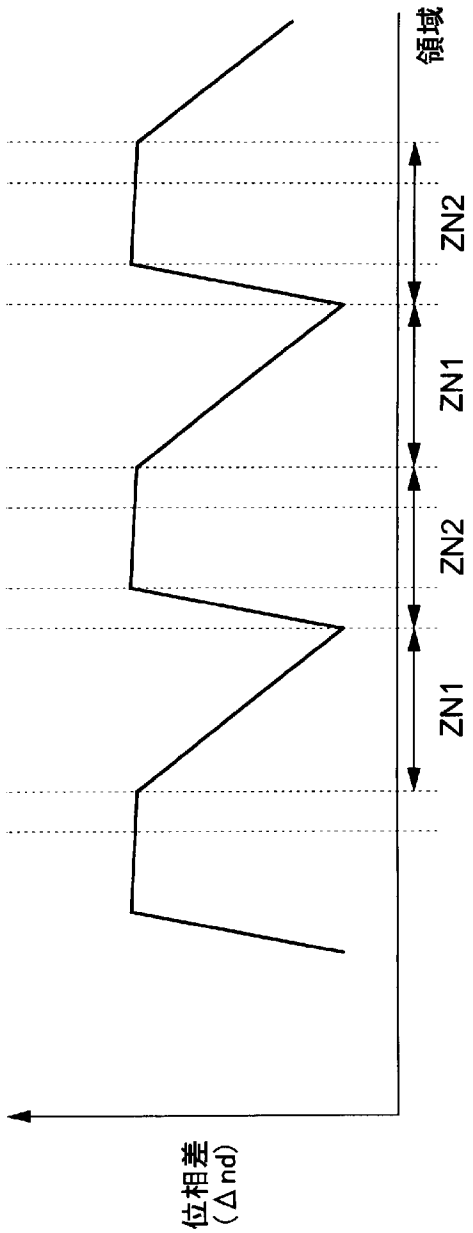
[図9]



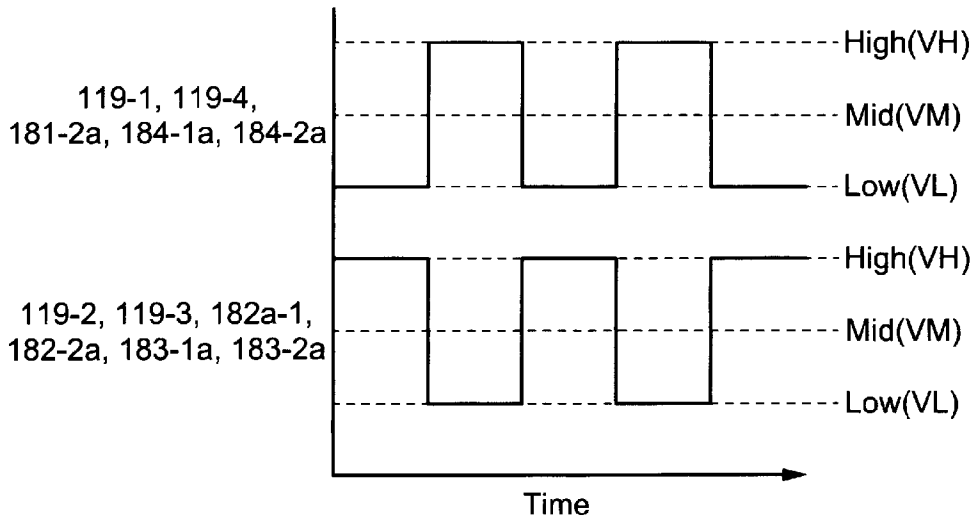
[図10]


θ
d
63
184-2a
183-2a
184-1a
183-1a
182-2a
181-1a
182-1a
ZN2
ZN1
ZN2
ZN1
110a
121a
124a
160a
114a
111a
y軸
x軸
z軸

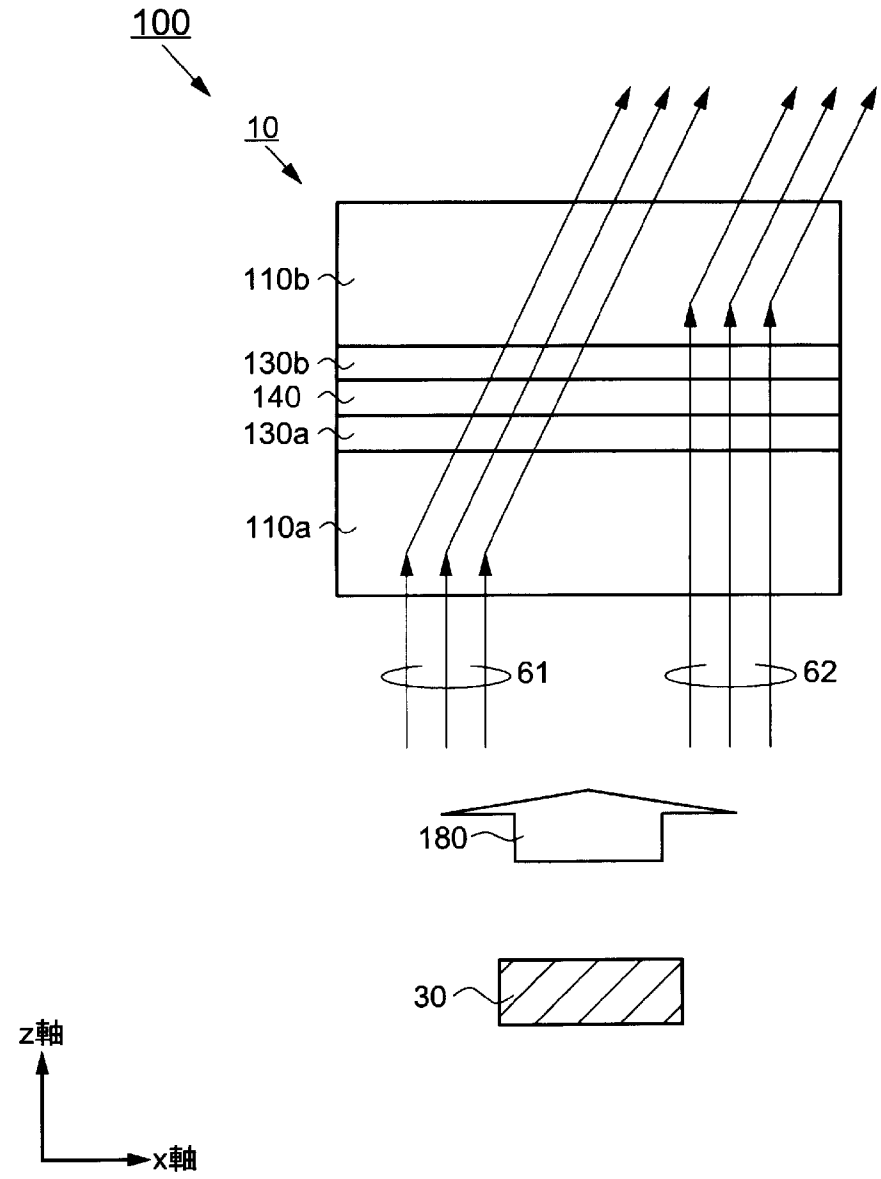
[図11]


領域
ZN2
ZN1
ZN2
ZN1
位相差
(Δnd)

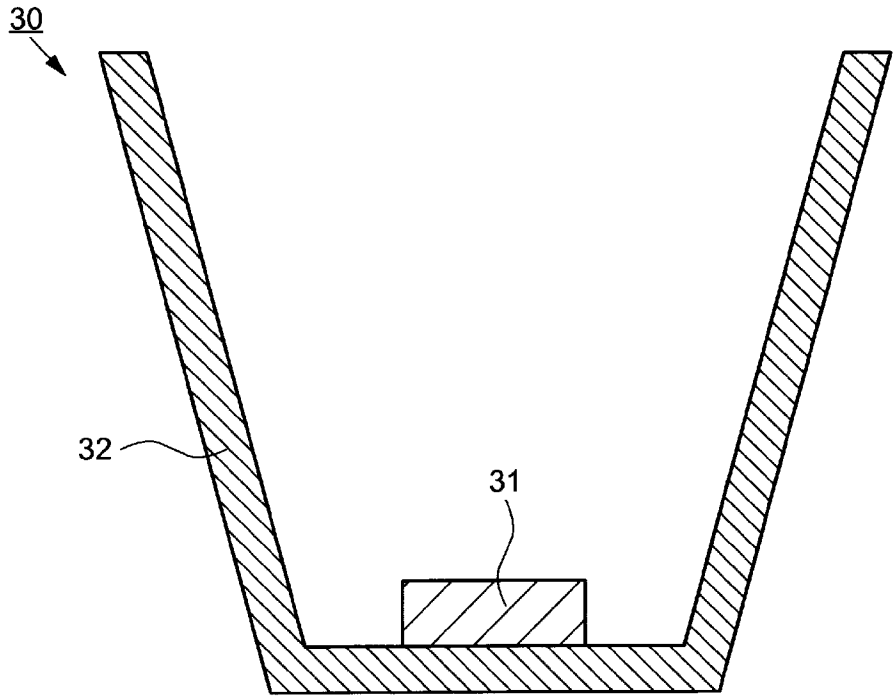
[図12]


119-1, 119-4,
181-2a, 184-1a, 184-2a
High(VH)
Mid(VM)
Low(VL)
119-2, 119-3, 182a-1,
182-2a, 183-1a, 183-2a
High(VH)
Mid(VM)
Low(VL)
Time

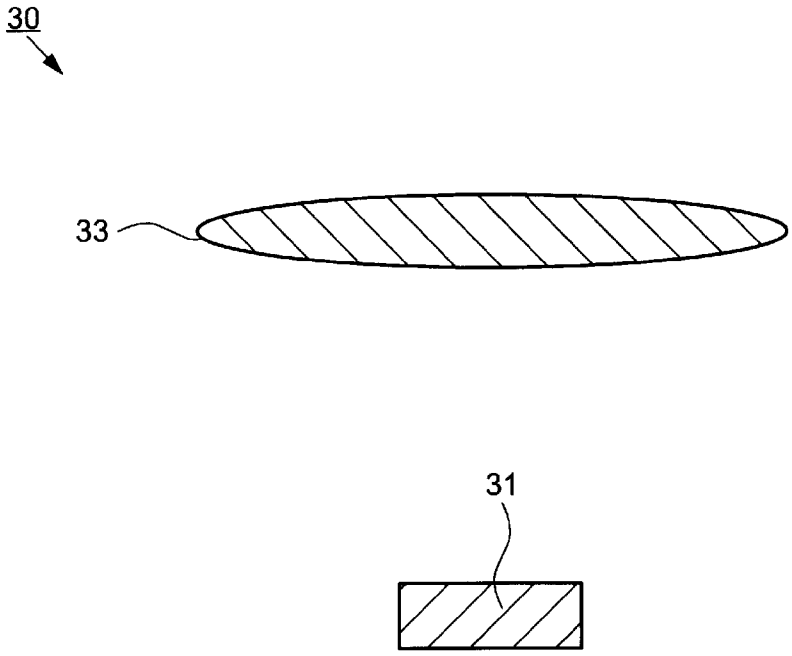
[図13]



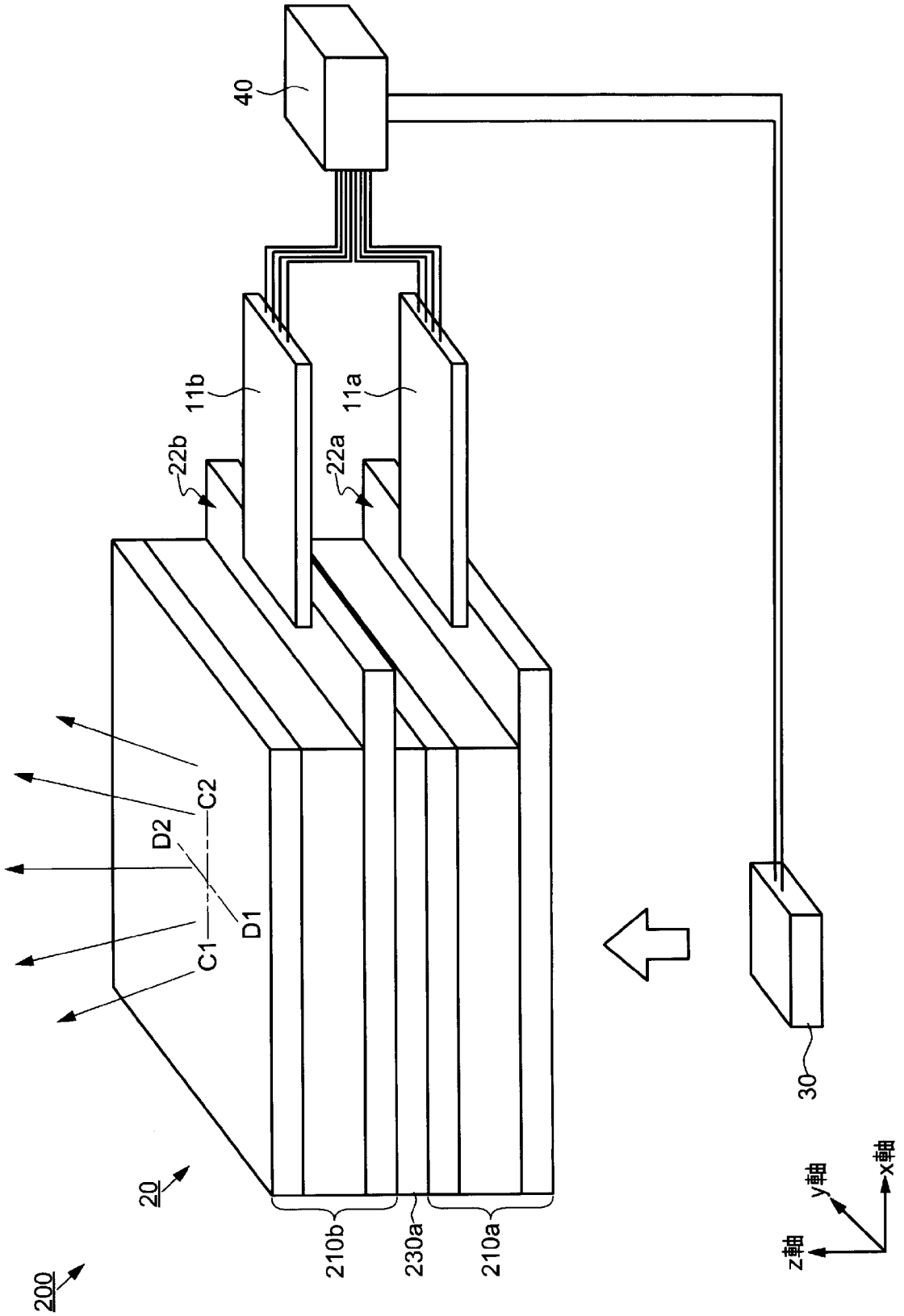
[図14]



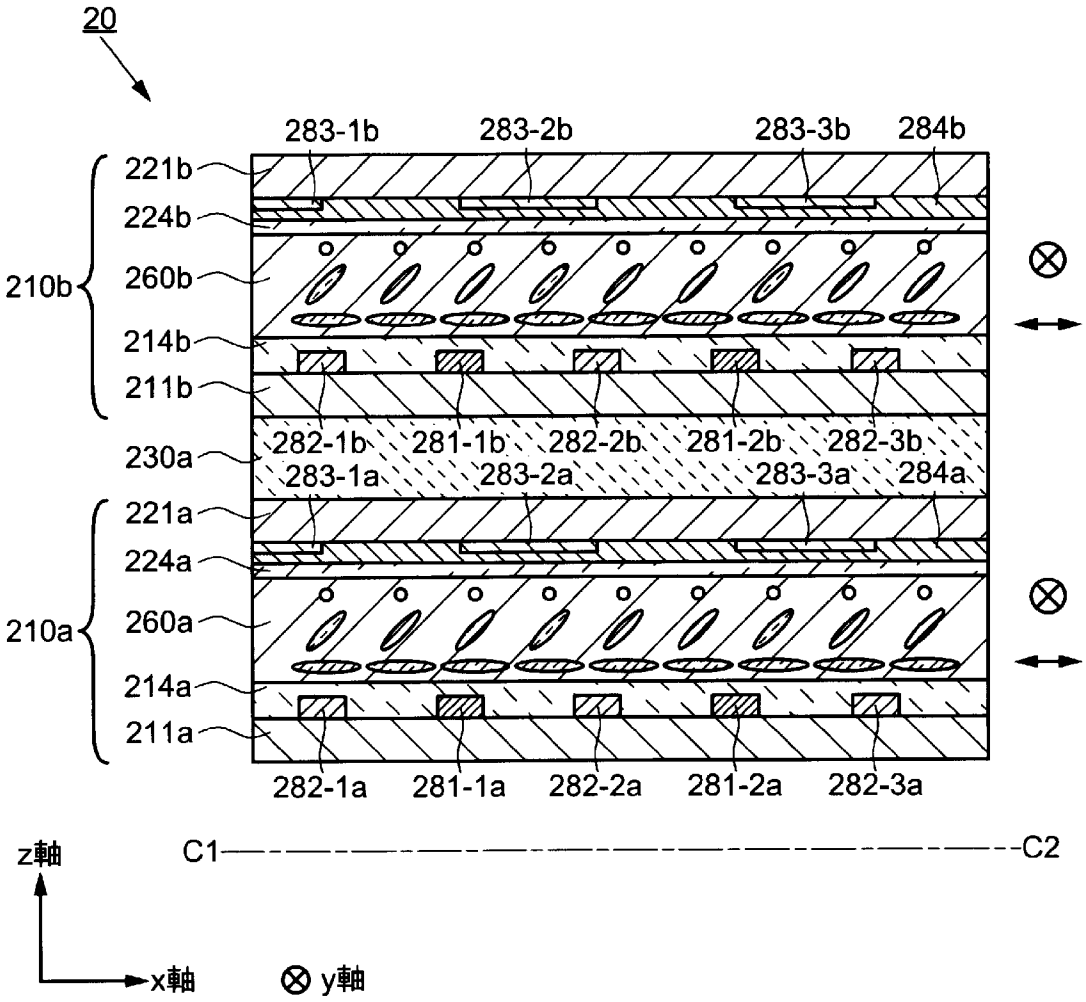
[図15]



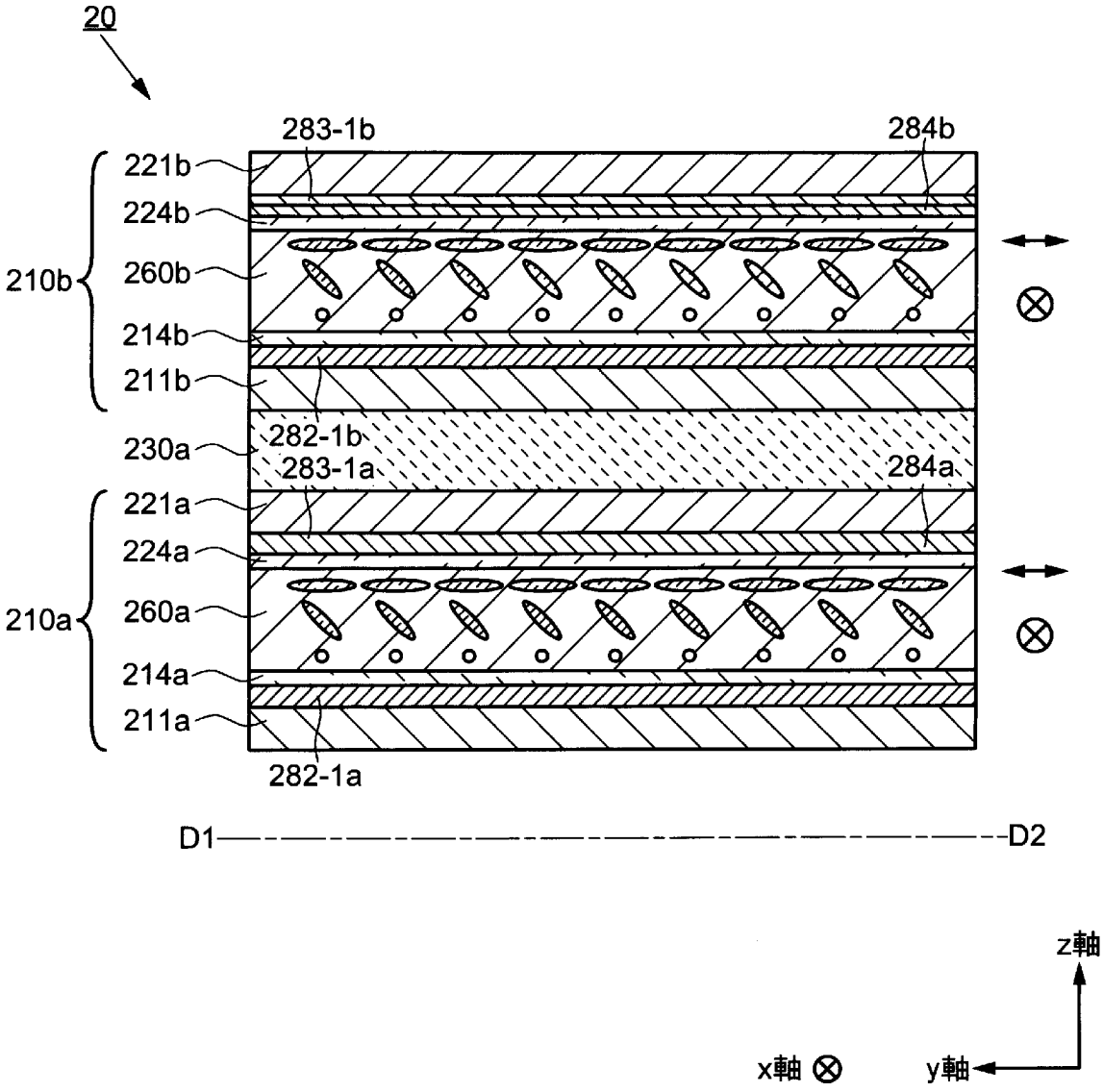
[図16]



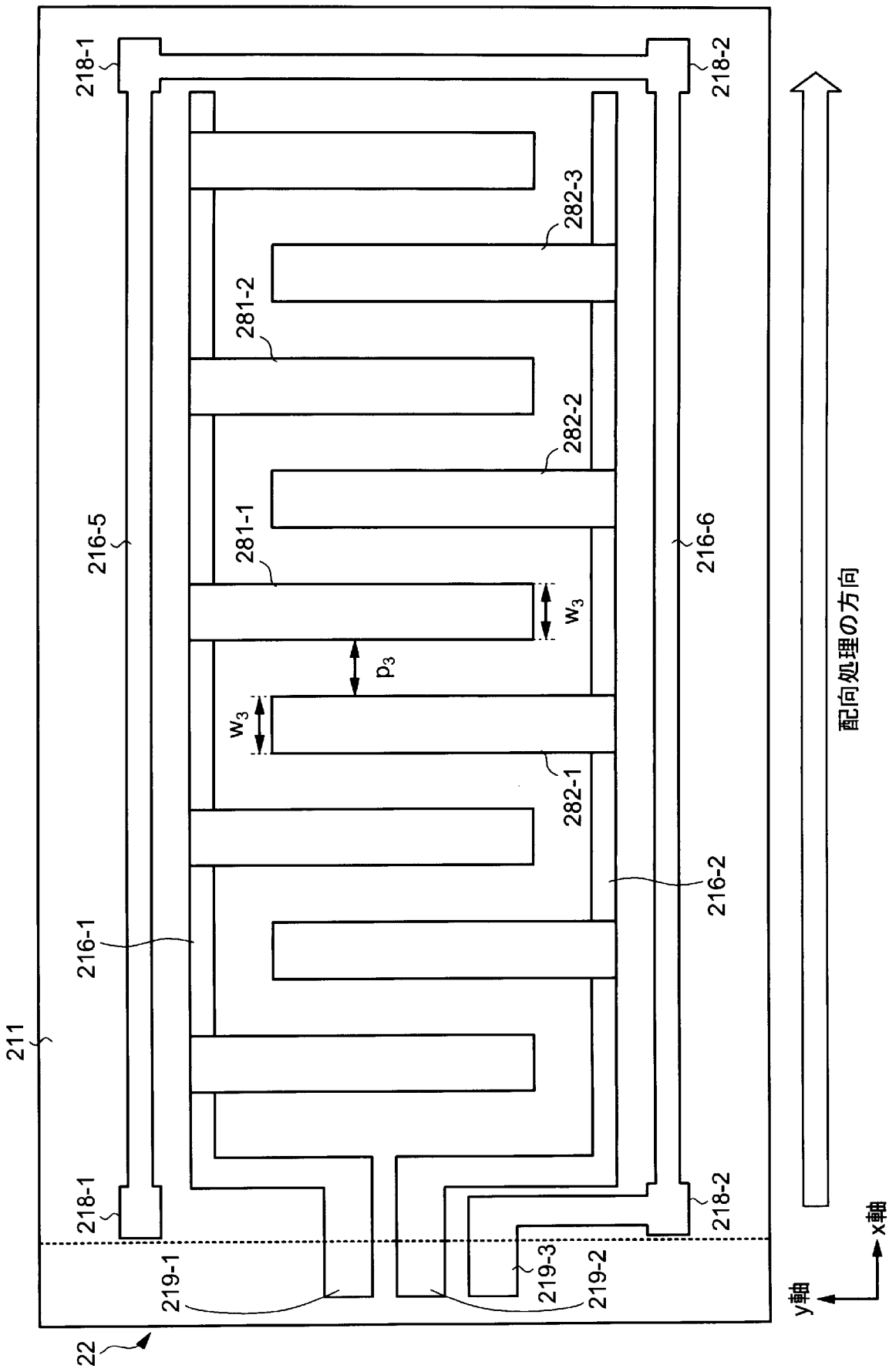
[図17]


20
283-1b
283-2b
283-3b
284b
221b
224b
210b
260b
214b
211b
230a
282-1b
281-1b
282-2b
281-2b
282-3b
283-1a
283-2a
283-3a
284a
221a
224a
210a
260a
214a
211a
282-1a
281-1a
282-2a
281-2a
282-3a
C1
C2
z軸
x軸
y軸

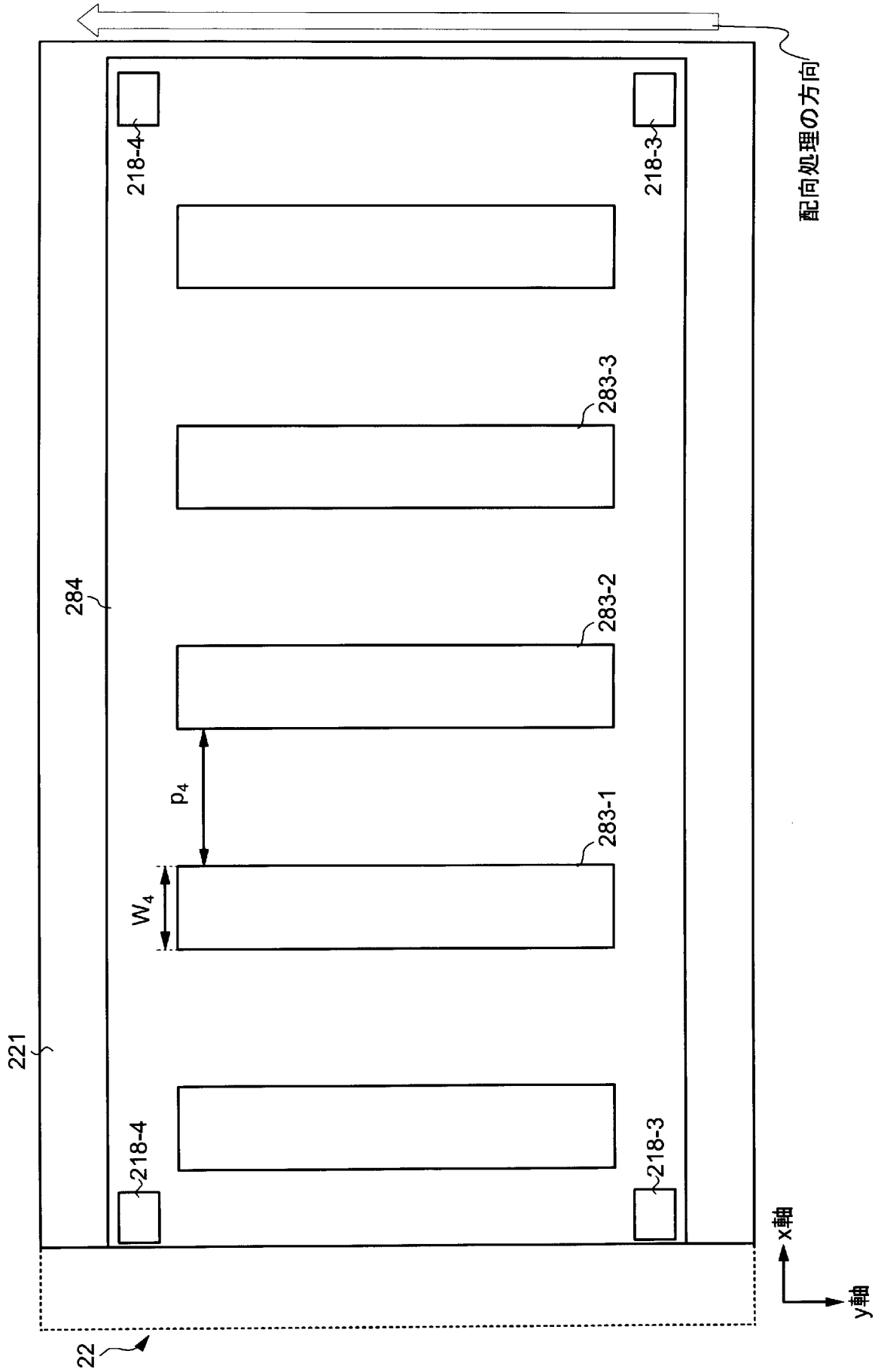
[図18]


20
283-1b
284b
221b
224b
210b
260b
214b
211b
282-1b
230a
283-1a
284a
221a
224a
210a
260a
214a
211a
282-1a
D1
D2
z軸
x軸
y軸

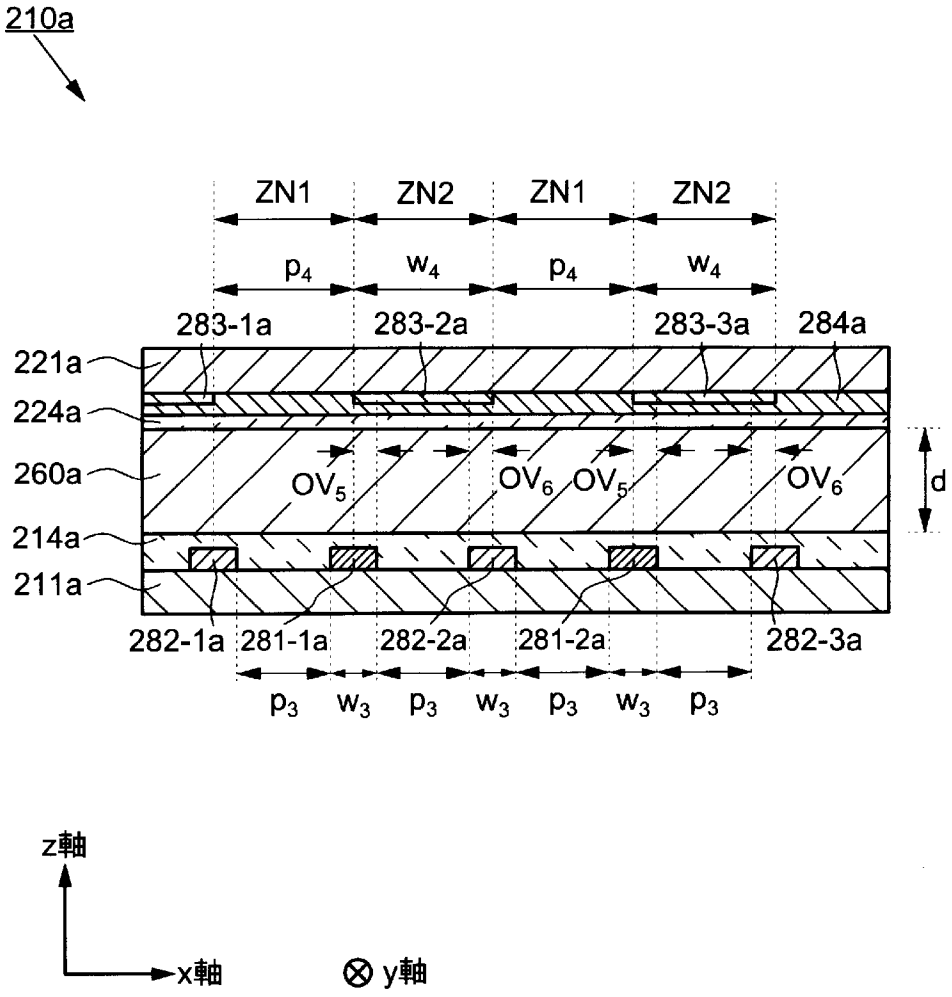
[図19]


218-1
218-2
282-3
281-2
282-2
216-5
281-1
216-6
w_3
p_3
w_3
282-1
216-2
216-1
211
218-1
218-2
219-1
219-3
219-2
22
配向処理の方向
x軸
y軸

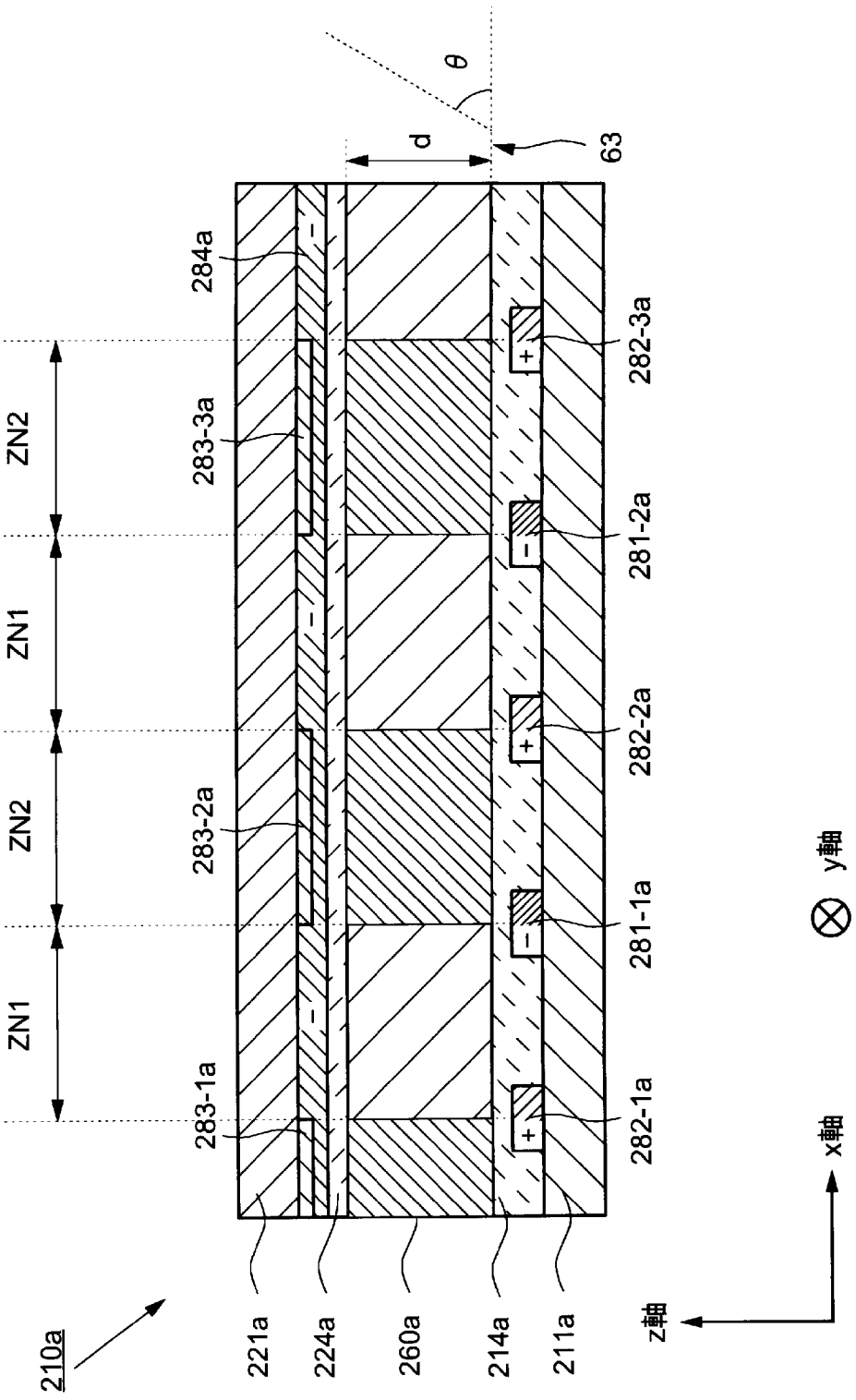
[図20]


配向処理の方向
218-4
218-3
283-3
284
283-2
p_4
283-1
W_4
221
218-4
218-3
x軸
y軸
22

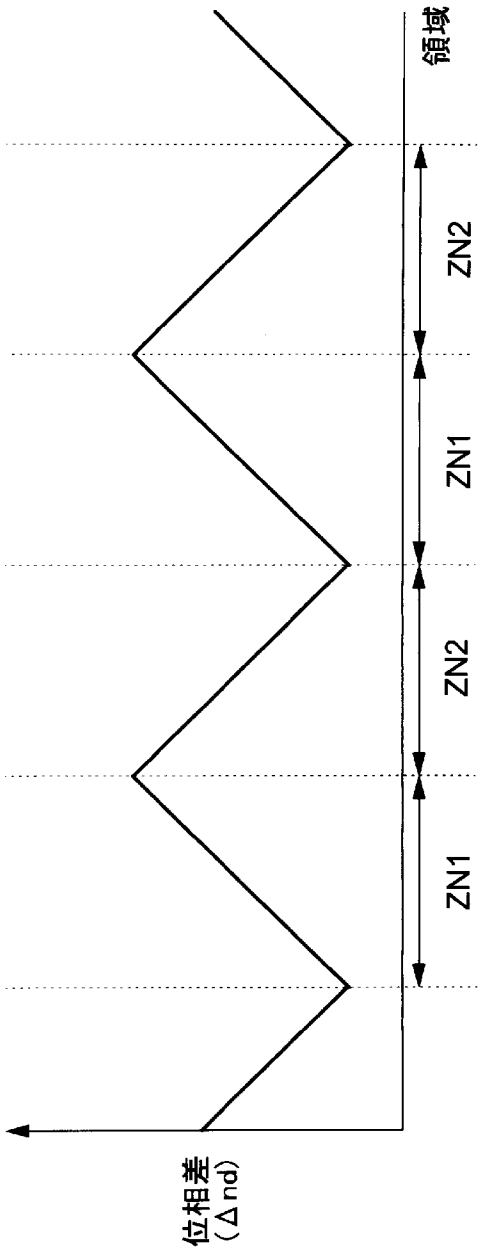
[図21]


210a
ZN1
ZN2
ZN1
ZN2
p_4
w_4
p_4
w_4
283-1a
283-2a
283-3a
284a
221a
224a
260a
214a
211a
OV_5
OV_6
OV_5
OV_6
d
282-1a
281-1a
282-2a
281-2a
282-3a
p_3
w_3
p_3
w_3
p_3
w_3
p_3
z軸
x軸
y軸

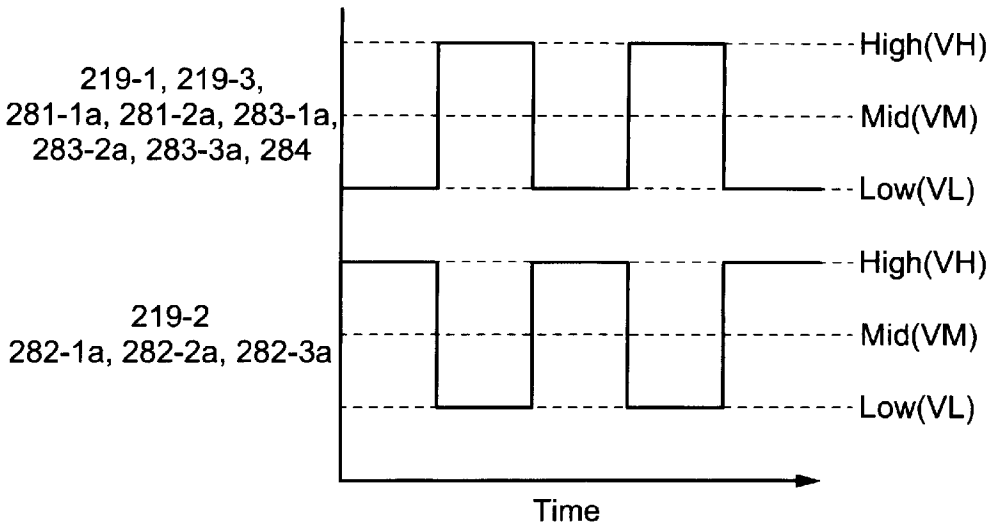
[図22]


θ
d
63
284a
283-3a
283-2a
283-1a
282-3a
281-2a
282-2a
281-1a
282-1a
ZN2
ZN1
ZN2
ZN1
210a
221a
224a
260a
214a
211a
y軸
x軸
z軸

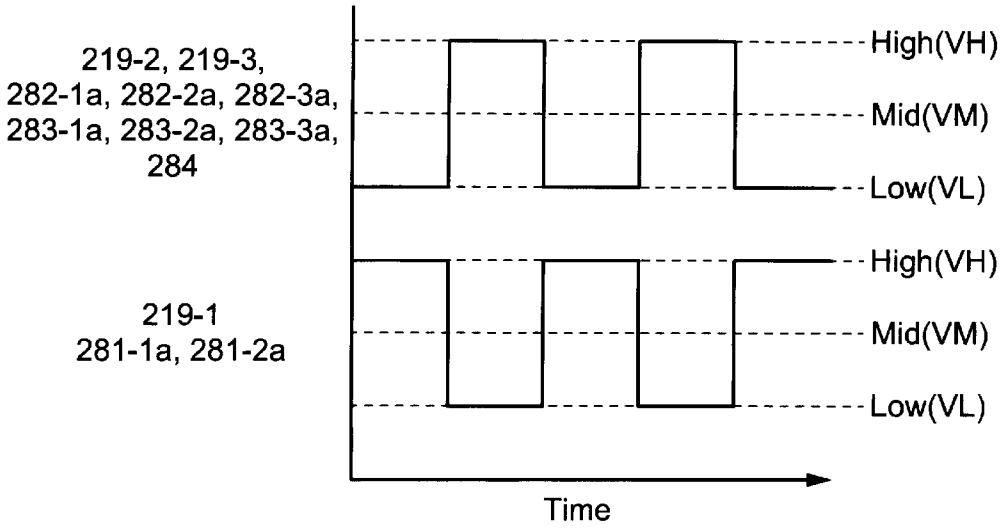
[図23]



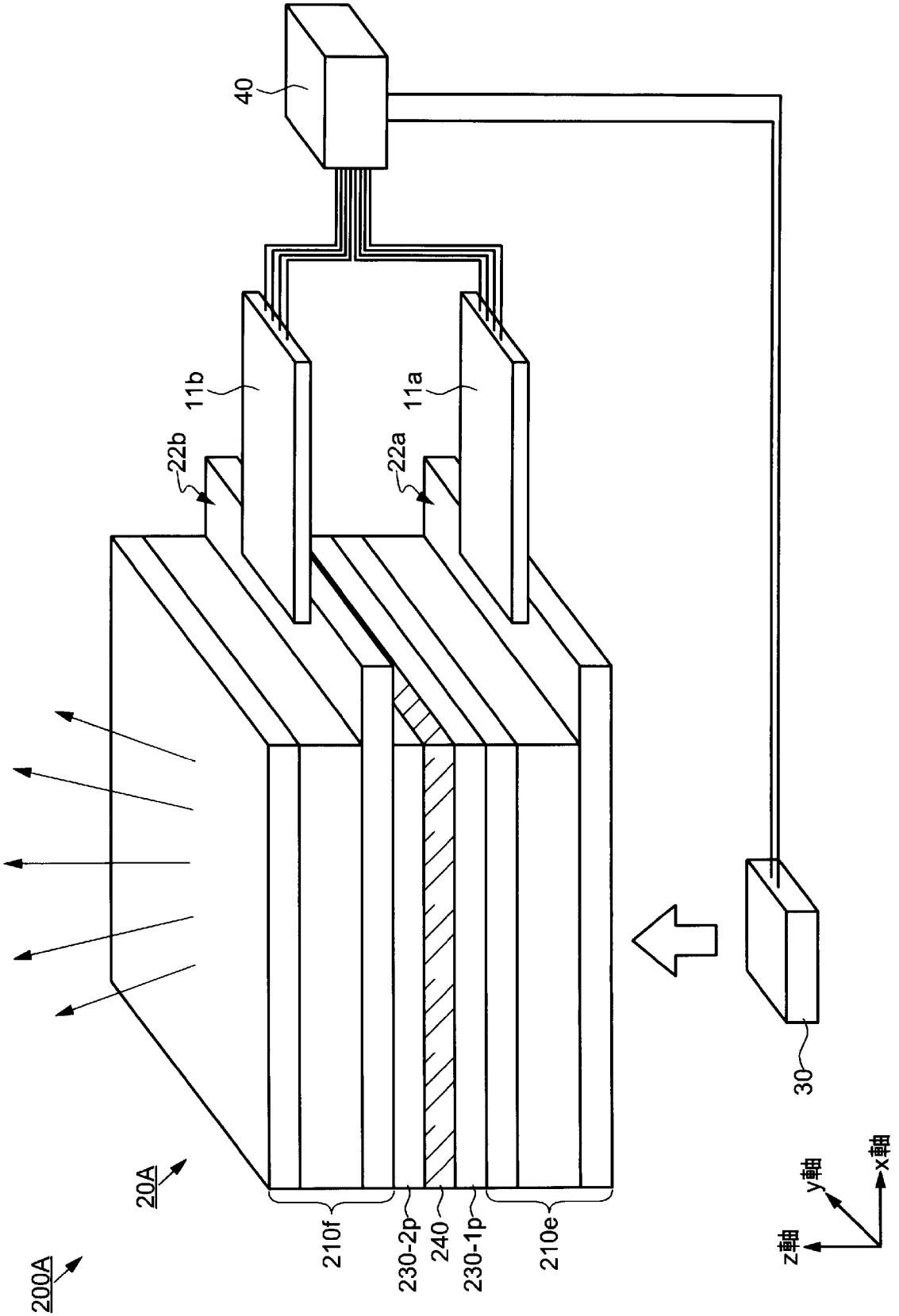
[図24]


219-1, 219-3,
281-1a, 281-2a, 283-1a,
283-2a, 283-3a, 284
High(VH)
Mid(VM)
Low(VL)
219-2
282-1a, 282-2a, 282-3a
High(VH)
Mid(VM)
Low(VL)
Time

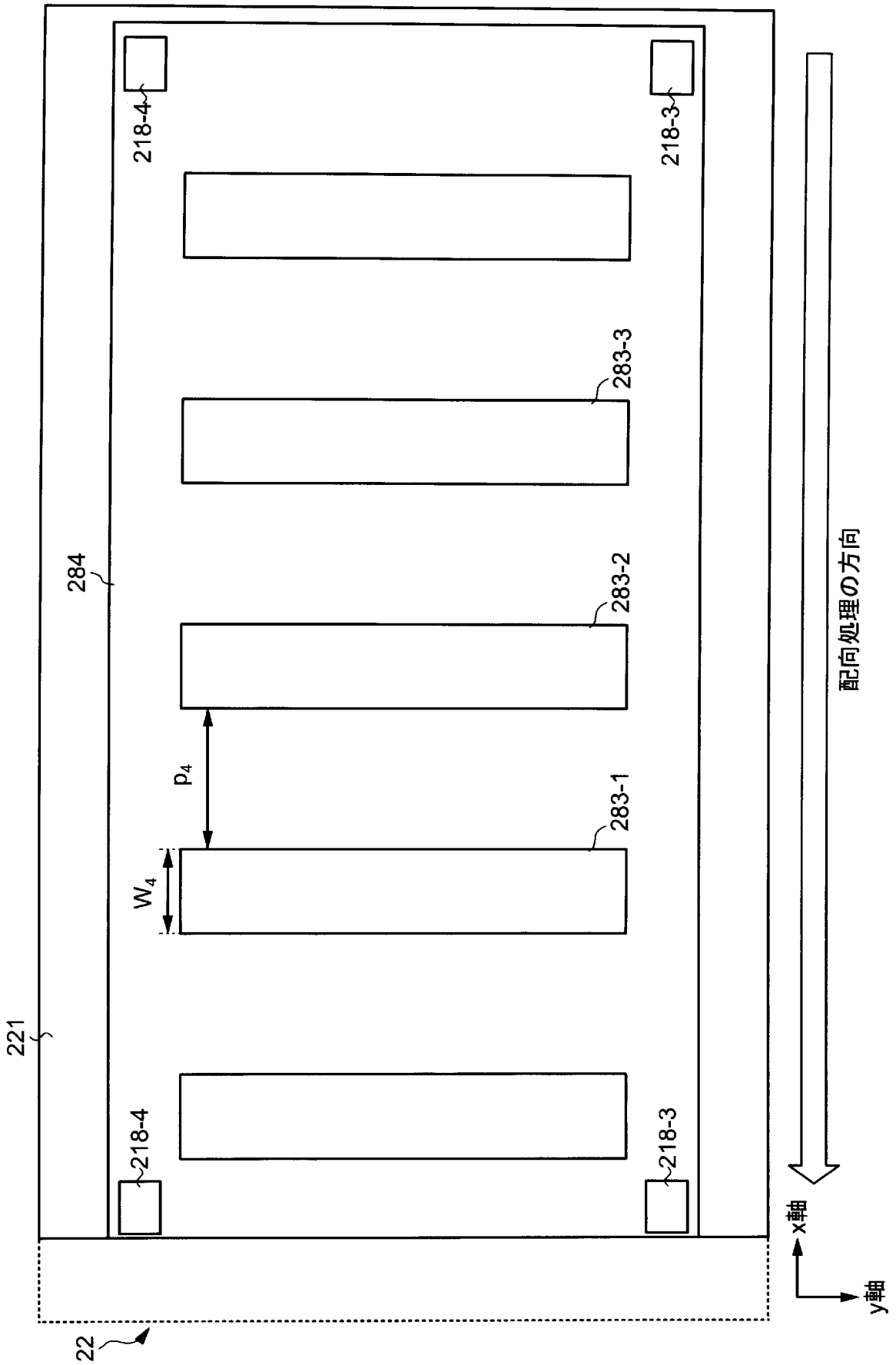
[図25]


219-2, 219-3,
282-1a, 282-2a, 282-3a,
283-1a, 283-2a, 283-3a,
284
High(VH)
Mid(VM)
Low(VL)
219-1
281-1a, 281-2a
High(VH)
Mid(VM)
Low(VL)
Time

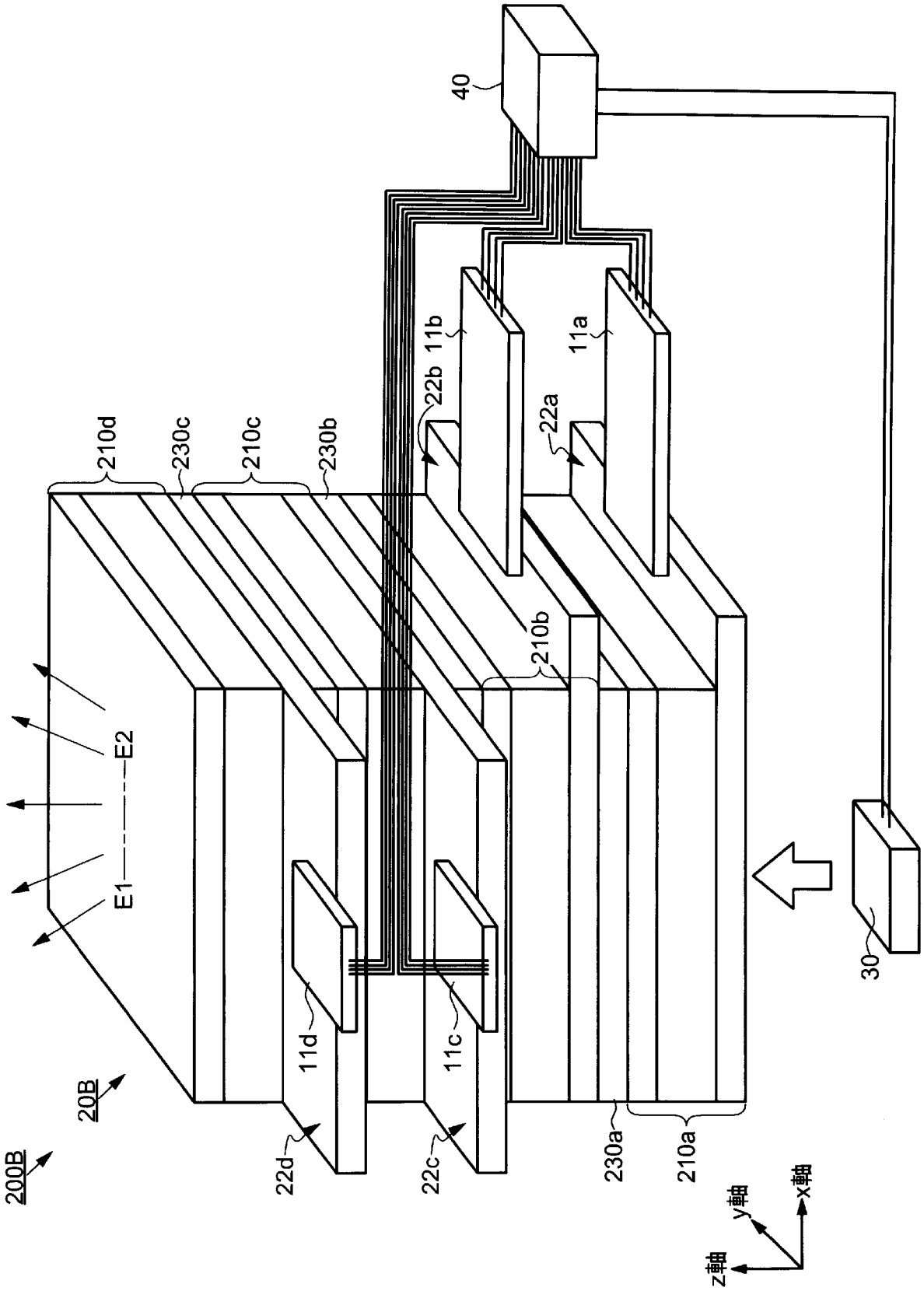
[図26]


40
11b
11a
22b
22a
30
200A
20A
210f
230-2p
240
230-1p
210e
z軸
y軸
x軸

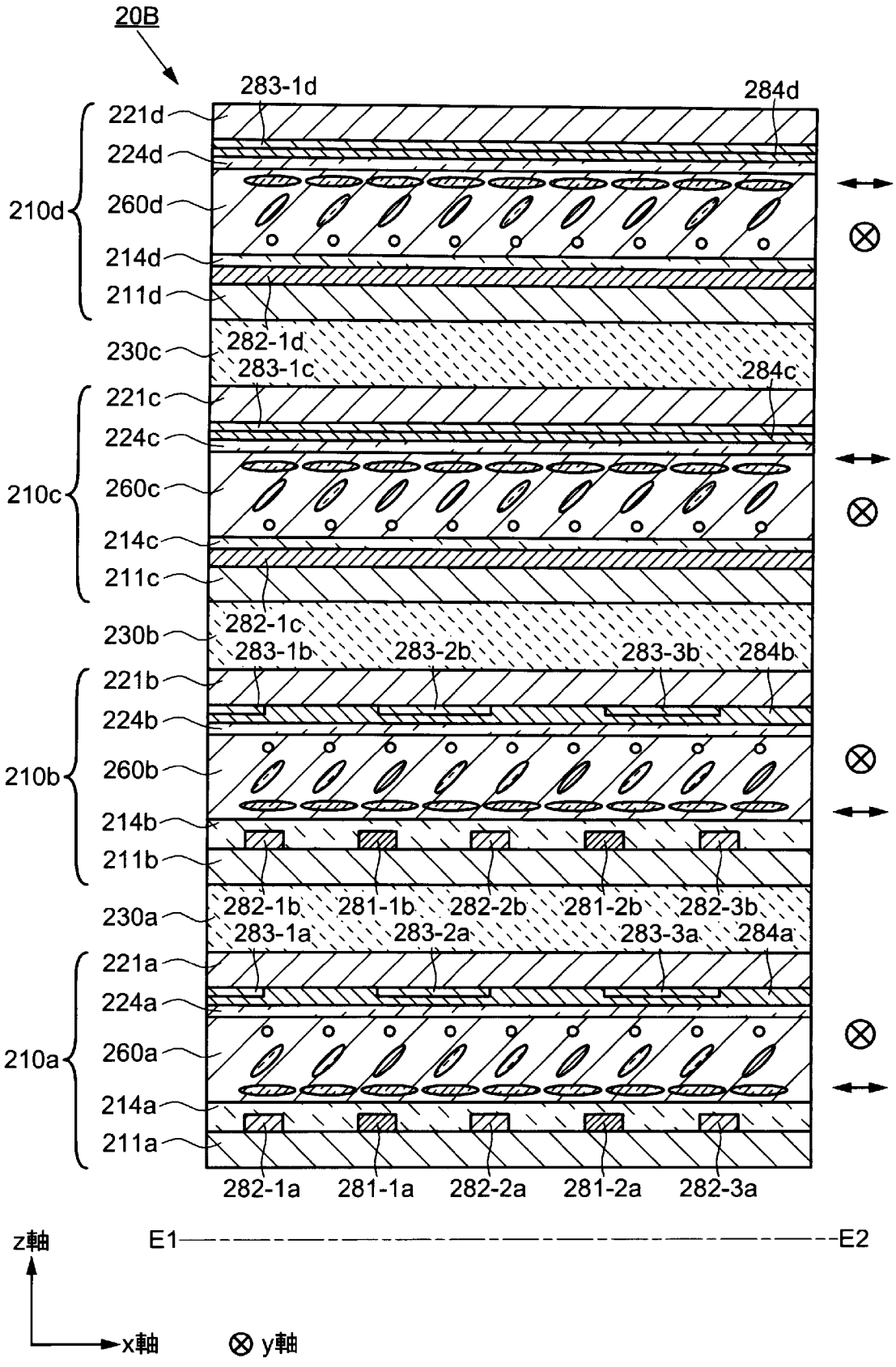
[図27]


218-4
218-3
283-3
284
283-2
p_4
283-1
W_4
221
218-4
218-3
配向処理の方向
x軸
y軸
22

[図28]


40
11b
22b
11a
22a
210d
230c
210c
230b
210b
E2
E1
30
11d
11c
20B
200B
22d
22c
230a
210a
y軸
x軸
z軸

[図29]


20B
283-1d
284d
221d
224d
210d
260d
214d
211d
230c
282-1d
283-1c
284c
221c
224c
210c
260c
214c
211c
230b
282-1c
283-1b
283-2b
283-3b
284b
221b
224b
210b
260b
214b
211b
230a
282-1b
281-1b
282-2b
281-2b
282-3b
283-1a
283-2a
283-3a
284a
221a
224a
210a
260a
214a
211a
282-1a
281-1a
282-2a
281-2a
282-3a
E1
E2
z軸
x軸
y軸

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2024/025916

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

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

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 1971-2024
Registered utility model specifications of Japan 1996-2024
Published registered utility model applications of Japan 1994-2024

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.
A	WO 2022/176360 A1 (JAPAN DISPLAY INC.) 25 August 2022 (2022-08-25) entire text, all drawings	1-18
A	WO 2022/176684 A1 (JAPAN DISPLAY INC.) 25 August 2022 (2022-08-25) entire text, all drawings	1-18
A	WO 2023/095459 A1 (JAPAN DISPLAY INC.) 01 June 2023 (2023-06-01) entire text, all drawings	1-18
A	JP 2016-527531 A (MASTERIMAGE 3D ASIA, LLC) 08 September 2016 (2016-09-08) entire text, all drawings	1-18
A	US 2013/0229407 A1 (CHUNGHWA PICTURE TUBES, LTD.) 05 September 2013 (2013-09-05) paragraphs [0060]-[0061], fig. 5-6	1-18

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☑ 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
"D" document cited by the applicant in the international application
"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	Date of mailing of the international search report
25 September 2024	**08 October 2024**

Name and mailing address of the ISA/JP	Authorized officer
Japan Patent Office (ISA/JP) **3-4-3 Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915** **Japan**	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2024/025916

Patent document cited in search report	Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
WO 2022/176360 A1	25 August 2022	US 2023/0375159 A1	
		entire text, all drawings	
		EP 4296767 A1	
		KR 10-2023-0130716 A	
		CN 116868115 A	
		CA 3207788 A1	
WO 2022/176684 A1	25 August 2022	US 2023/0375883 A1	
		EP 4296769 A1	
		CN 116830030 A	
		KR 10-2023-0125321 A	
		CA 3207954 A1	
WO 2023/095459 A1	01 June 2023	US 2024/0310679 A1	
		entire text, all drawings	
		CN 118301715 A	
		KR 10-2024-0090767 A	
		CA 3237857 A1	
JP 2016-527531 A	08 September 2016	US 2016/0105664 A1	
		entire text, all drawings	
		EP 3006990 A1	
		KR 10-2015-0006746 A	
		KR 10-2015-0051785 A	
		CN 105264424 A	
		WO 2014/193150 A1	
US 2013/0229407 A1	05 September 2013	TW 201337332 A	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2024/025916

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	１９７１－２０２４年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２４年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２４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
A	WO 2022/176360 A1 (株式会社ジャパンディスプレイ) 25.08.2022 (2022-08-25) 全文，全図	1-18
A	WO 2022/176684 A1 (株式会社ジャパンディスプレイ) 25.08.2022 (2022-08-25) 全文，全図	1-18
A	WO 2023/095459 A1 (株式会社ジャパンディスプレイ) 01.06.2023 (2023-06-01) 全文，全図	1-18
A	JP 2016-527531 A (マスターイメージ　３ディー　アジア　リミテッド　ライアビリティ　カンパニー) 08.09.2016 (2016-09-08) 全文，全図	1-18
A	US 2013/0229407 A1 (CHUNGHWA PICTURE TUBES, LTD.) 05.09.2013 (2013-09-05) 段落[0060]-[0061]，図5-6	1-18

☐ Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。

☑ 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
“D” 国際出願で出願人が先行技術文献として記載した文献
“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	国際調査報告の発送日
25.09.2024	08.10.2024

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 9115
電話番号 03-3581-1101 内線 3295

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/JP2024/025916

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO 2022/176360 A1	25.08.2022	US 2023/0375159 A1 全文，全図 EP 4296767 A1 KR 10-2023-0130716 A CN 116868115 A CA 3207788 A1	
WO 2022/176684 A1	25.08.2022	US 2023/0375883 A1 EP 4296769 A1 CN 116830030 A KR 10-2023-0125321 A CA 3207954 A1	
WO 2023/095459 A1	01.06.2023	US 2024/0310679 A1 全文，全図 CN 118301715 A KR 10-2024-0090767 A CA 3237857 A1	
JP 2016-527531 A	08.09.2016	US 2016/0105664 A1 全文，全図 EP 3006990 A1 KR 10-2015-0006746 A KR 10-2015-0051785 A CN 105264424 A WO 2014/193150 A1	
US 2013/0229407 A1	05.09.2013	TW 201337332 A	