

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:

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

circuit dynamically controls the light distribution status of at least one of the first direction and the second direction using 1/f fluctuation on the basis of the light distribution setting value which is the setting value for executing light distribution control processing.

- (57) 要約: 1 / f ゆらぎによる動的な配光制御を実現することができる照明装置、及び照明システムを提供する。光源と、光源の光軸上に設けられ、当該光源から射出される光の配光状態を第1方向と当該第1方向とは異なる第2方向の2方向で制御する光学素子と、少なくとも光学素子の配光制御処理を実行する処理回路と、を備える。処理回路は、配光制御処理を実行するための設定値である配光設定値に基づき、第1方向及び第2方向の少なくとも一方の配光状態を1 / f ゆらぎにより動的に制御する。

明 細 書

発明の名称：照明装置、及び照明システム

技術分野

[0001] 本発明は、照明装置、及び照明システムに関する。

背景技術

[0002] 従来、LED等の光源にプリズムパターンが刻まれた薄型レンズを組み合わせ、光源と薄型レンズとの距離を変化させることにより、光の広がり（以下、「配光」とも称する）を変化させる照明器具がある。例えば、透明電球の前面を液晶調光素子で覆い、液晶層の透過率を変えることで直達光と散乱光とを切り替える照明器具が開示されている（例えば、特許文献1参照）。また、例えば照明の明るさを時系列的に変化させ、ろうそくの炎のようなゆらいだ光を実現する照明制御装置が開示されている（例えば、特許文献2）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開平2-65001号公報

特許文献2：特開2009-004329号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 規則性と不規則性とが調和した $1/f$ ゆらぎは、ろうそくの炎や川のせせらぎといった自然界に普遍的に見られる現象であり、心理的な心地よさを与えることができる。例えば配光を制御可能な照明装置において、上述の如きゆらぎを演出することができることが望まれている。

[0005] 本発明は、 $1/f$ ゆらぎによる動的な配光制御を実現することができる照明装置、及び照明システム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] 本開示の一態様に係る照明装置は、光源と、前記光源の光軸上に設けられ

、当該光源から射出される光の配光状態を第1方向と当該第1方向とは異なる第2方向の2方向で制御する光学素子と、少なくとも前記光学素子の配光制御処理を実行する処理回路と、を備え、前記処理回路は、前記配光制御処理を実行するための設定値である配光設定値に基づき、前記第1方向及び前記第2方向の少なくとも一方の配光状態を $1/f$ ゆらぎによりそれぞれ独立して動的に制御する。

[0007] 本開示の一態様に係る照明システムは、光源と、該光源の光軸上に設けられ、当該光源から射出される光の配光状態を第1方向と当該第1方向とは異なる第2方向の2方向で制御する光学素子と、少なくとも前記光学素子の配光制御処理を実行する処理回路と、を備えた照明装置と、少なくとも前記照明装置の前記第1方向及び前記第2方向の2方向の配光状態を変更可能な制御装置と、を備え、前記処理回路は、前記配光制御処理を実行するための設定値である配光設定値に基づき、前記第1方向及び前記第2方向の少なくとも一方の配光状態を $1/f$ ゆらぎにより動的に制御する。

図面の簡単な説明

[0008] [図1A]図1Aは、実施形態に係る照明装置の一例を示す側面図である。

[図1B]図1Bは、実施形態に係る光学素子の一例を示す斜視図である。

[図2]図2は、第1基板をDz方向から見た概略平面図である。

[図3]図3は、第2基板をDz方向から見た概略平面図である。

[図4]図4は、第1基板と第2基板とをDz方向に重ねた液晶セルの透視図である。

[図5]図5は、図4に示すA-A'線断面図である。

[図6A]図6Aは、第1基板の配向膜の配向方向を示す図である。

[図6B]図6Bは、第2基板の配向膜の配向方向を示す図である。

[図7]図7は、実施形態に係る光学素子の積層構造図である。

[図8A]図8Aは、実施形態に係る光学素子による光の形状変化を説明するための概念図である。

[図8B]図8Bは、実施形態に係る光学素子による光の形状変化を説明するた

めの概念図である。

[図8C]図8Cは、実施形態に係る光学素子による光の形状変化を説明するための概念図である。

[図8D]図8Dは、実施形態に係る光学素子による光の形状変化を説明するための概念図である。

[図9]図9は、実施形態に係る照明装置による配光制御を概念的に説明する概念図である。

[図10]図10は、実施形態1に係る照明装置の制御ブロック構成の一例を示す図である。

[図11]図11は、設定回路のステート値と各設定値の対応関係の一例を示す図である。

[図12]図12は、実施形態1に係る照明装置における配光制御処理の一例を示すフローチャートである。

[図13]図13は、実施形態1に係る照明装置における配光ゆらぎ制御処理の一例を示すサブフローチャートである。

[図14]図14は、実施形態1の変形例に係る照明装置における配光ゆらぎ制御処理の一例を示すサブフローチャートである。

[図15]図15は、中間階調の第1算出例を示す図である。

[図16]図16は、中間階調の第2算出例を示す図である。

[図17]図17は、照明システムの構成の一例を示す概略図である。

[図18]図18は、制御装置の一例を示す外観図である。

[図19]図19は、タッチセンサにおけるタッチ検出領域の一例を示す概念図である。

[図20]図20は、制御装置の設定変更画面の表示態様の一例を説明する図である。

[図21]図21は、制御装置の制御ブロック構成の一例を示す図である。

[図22]図22は、実施形態2に係る照明装置の制御ブロック構成の一例を示す図である。

[図23]図 2 3 は、実施形態 2 に係る照明システムにおける配光制御処理の一例を示すフローチャートである。

[図24]図 2 4 は、配光設定値変更割り込み処理の一例を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0009] 発明を実施するための形態（実施形態）につき、図面を参照しつつ詳細に説明する。以下の実施形態に記載した内容により本発明が限定されるものではない。また、以下に記載した構成要素には、当業者が容易に想定できるもの、実質的に同一のものが含まれる。さらに、以下に記載した構成要素は適宜組み合わせることが可能である。なお、開示はあくまで一例にすぎず、当業者において、発明の主旨を保つての適宜変更について容易に想到し得るものについては、当然に本発明の範囲に含有されるものである。また、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、同一の符号を付して、詳細な説明を適宜省略することがある。

[0010] 図 1 A は、実施形態に係る照明装置の一例を示す側面図である。図 1 B は、実施形態に係る光学素子の一例を示す斜視図である。図 1 A に示すように、照明装置 1 は、光源 4 と、リフレクタ 4 a と、光学素子 1 0 0 と、を含む。また、図 1 B に示すように、光学素子 1 0 0 は、第 1 液晶セル 2 __ 1、第 2 液晶セル 2 __ 2、第 3 液晶セル 2 __ 3、及び第 4 液晶セル 2 __ 4 を含む。光源 4 は、例えば発光ダイオード（LED : Light Emitting Diode）で構成される。リフレクタ 4 a は、光源 4 の光を光学素子 1 0 0 に集光する構成部である。

[0011] 図 1 B において、D z 方向は、光源 4 及びリフレクタ 4 a からの光の射出方向を示している。光学素子 1 0 0 は、D z 方向に第 1 液晶セル 2 __ 1、第 2 液晶セル 2 __ 2、第 3 液晶セル 2 __ 3、及び第 4 液晶セル 2 __ 4 が積層さ

れて構成される。本開示において、光学素子 100 は、光源 4 側（図 1 B の下側）から、第 1 液晶セル 2__1、第 2 液晶セル 2__2、第 3 液晶セル 2__3、第 4 液晶セル 2__4、の順に積層されて構成されている。図 1 B では、D z 方向に直交する第 1 液晶セル 2__1、第 2 液晶セル 2__2、第 3 液晶セル 2__3、及び第 4 液晶セル 2__4 の積層面に平行な平面の一方向が D x 方向（第 1 方向）とされ、D x 方向及び D z 方向の双方に直交する方向が D y 方向（第 2 方向）とされている。

[0012] 第 1 液晶セル 2__1、第 2 液晶セル 2__2、第 3 液晶セル 2__3、及び第 4 液晶セル 2__4 は、それぞれ同様の構成である。本開示において、第 1 液晶セル 2__1 及び第 4 液晶セル 2__4 は、p 波偏光用の液晶セルとする。また、第 2 液晶セル 2__2 及び第 3 液晶セル 2__3 は、s 波偏光用の液晶セルとする。以下、第 1 液晶セル 2__1、第 2 液晶セル 2__2、第 3 液晶セル 2__3、及び第 4 液晶セル 2__4 を総称して「液晶セル 2」とも称する。

[0013] 液晶セル 2 は、第 1 基板 5 と、第 2 基板 6 と、を備える。図 2 は、第 1 基板を D z 方向から見た概略平面図である。図 3 は、第 2 基板を D z 方向から見た概略平面図である。なお、図 3 においては、駆動電極は基板越しに見えるものであるが、分かり易さを優先して駆動電極及び配線を実線にて示している。図 4 は、第 1 基板と第 2 基板とを D z 方向に重ねた液晶セルの透視図である。図 4 においても分かり易さを優先して第 2 基板側の駆動電極及び配線を実線、第 1 基板側の駆動電極及び配線を点線にて示している。図 5 は、図 4 に示す A-A' 線断面図である。なお、図 2、図 3、図 4、及び図 5 では、D x 方向に第 1 基板 5 の駆動電極 10 a, 10 b が延在し、D y 方向に第 2 基板 6 の駆動電極 13 a, 13 b が延在する第 3 液晶セル 2__3 及び第 4 液晶セル 2__4 を例示している。

[0014] 図 5 に示すように、液晶セル 2 は、第 1 基板 5 と第 2 基板 6 との間に、周囲が封止材 7 で封止された液晶層 8 を備えている。

[0015] 液晶層 8 は、電界の状態に応じて、液晶層 8 を通過する光を変調するものである。液晶分子としては、ポジ型のネマティック液晶が用いられるが、同

様の作用を有する他の液晶が用いられていてもよい。

- [0016] 図2に示すように、第1基板5の基材9の液晶層8側には、複数の駆動電極10a、10bと、これらの駆動電極10a、10bに印加する駆動電圧を供給する複数の金属配線11a、11bと、後述する第2基板6に設けられる複数の駆動電極13a、13b（図3参照）に印加する駆動電圧を供給する複数の金属配線11c、11dと、を備える。金属配線11a、11b、11c、11dは、第1基板5の配線層に設けられる。金属配線11a、11b、11c、11dは、第1基板5上の配線層において間隔を空けて設けられている。以下、複数の駆動電極10a、10bを単に「駆動電極10」と称することがある。また、複数の金属配線11a、11b、11c、11dを「第1金属配線11」と称することがある。図2に示すように、第3液晶セル2__3及び第4液晶セル2__4において、第1基板5上の駆動電極10は、Dx方向に延在する。なお、第1液晶セル2__1及び第2液晶セル2__2においては、第1基板5上の駆動電極10は、Dy方向に延在する。
- [0017] 図3に示すように、図5に示す第2基板6の基材12の液晶層8側には、複数の駆動電極13a、13bと、これらの駆動電極13に印加する駆動電圧を供給する複数の金属配線14a、14bと、を備える。金属配線14a、14bは、第2基板6の配線層に設けられる。金属配線14a、14bは、第2基板6上の配線層において間隔を空けて設けられている。以下、複数の駆動電極13a、13bを単に「駆動電極13」と称することがある。また、複数の金属配線14a、14bを「第2金属配線14」と称することがある。図3に示すように、第3液晶セル2__3及び第4液晶セル2__4において、第2基板6上の駆動電極13は、Dy方向に延在する。なお、第1液晶セル2__1及び第2液晶セル2__2においては、第2基板6上の駆動電極13は、Dx方向に延在する。
- [0018] 駆動電極10及び駆動電極13は、ITO（Indium Tin Oxide）等の透光性導電材料（透光性導電酸化物）で形成される透光性電極である。第1基板5及び第2基板6は、ガラスや樹脂などの透光性基板である。第1金属配

線 1 1 及び第 2 金属配線 1 4 は、アルミニウム (A l)、銅 (C u)、銀 (A g)、モリブデン (M o) 又はこれらの合金の少なくとも 1 つの金属材料で形成される。また、第 1 金属配線 1 1 及び第 2 金属配線 1 4 は、これらの金属材料を 1 以上用いて、複数積層した積層体としてもよい。アルミニウム (A l)、銅 (C u)、銀 (A g)、モリブデン (M o) 又はこれらの合金の少なくとも 1 つの金属材料は、ITO 等の透光性導電酸化物よりも低抵抗である。

[0019] 第 1 基板 5 の金属配線 1 1 c と第 2 基板 6 の金属配線 1 4 a とは、例えば導電ペースト等による導通部 1 5 a により接続される。また、第 1 基板 5 の金属配線 1 1 d と第 2 基板 6 の金属配線 1 4 b とは、例えば導電ペースト等による導通部 1 5 b により接続される。

[0020] また、第 1 基板 5 上の第 2 基板 6 と D z 方向に重ならない領域には、不図示のフレキシブルプリント基板 (F P C : Flexible Printed Circuits) と接続される接続 (Flex-on-Board) 端子部 1 6 a, 1 6 b が設けられている。接続端子部 1 6 a, 1 6 b は、それぞれ、金属配線 1 1 a, 1 1 b, 1 1 c, 1 1 d に対応する 4 つの接続端子を備えている。

[0021] 接続端子部 1 6 a, 1 6 b は、第 1 基板 5 の配線層に設けられる。液晶セル 2 は、接続端子部 1 6 a 又は接続端子部 1 6 b に接続された F P C から、第 1 基板 5 上の駆動電極 1 0 a, 1 0 b 及び第 2 基板 6 上の駆動電極 1 3 a, 1 3 b に印加する駆動電圧が供給される。以下、接続端子部 1 6 a, 1 6 b を単に「接続端子部 1 6」と称することがある。

[0022] 図 4 に示すように、液晶セル 2 は、第 1 基板 5 と第 2 基板 6 とが D z 方向 (光の照射方向) に重なり、D z 方向から見て、第 1 基板 5 上の複数の駆動電極 1 0 と第 2 基板 6 上の複数の駆動電極 1 3 とが交差する。このように構成された液晶セル 2 は、第 1 基板 5 上の複数の駆動電極 1 0 及び第 2 基板 6 上の複数の駆動電極 1 3 にそれぞれ駆動電圧が供給されることにより、液晶層 8 の液晶分子 1 7 の配向方向の制御が可能となる。この液晶層 8 の液晶分子 1 7 の配向方向の制御が可能となる領域を、「有効領域 A A」と称する。

この有効領域 A A において、液晶層 8 の屈折率分布が変化することにより、液晶セル 2 の有効領域 A A を透過する光の拡散度制御が可能となる。この有効領域 A A の外側の領域において、液晶層 8 が封止材 7 で封止された領域を、「周辺領域 G A」（図 5 参照）と称する。

[0023] 図 5 に示すように、第 1 基板 5 の有効領域 A A は、配向膜 1 8 によって駆動電極 1 0（図 5 では、駆動電極 1 0 a）が覆われている。また、第 2 基板 6 の有効領域 A A は、配向膜 1 9 によって駆動電極 1 3（図 5 では、駆動電極 1 3 a, 1 3 b）が覆われている。配向膜 1 8 と配向膜 1 9 とでは、液晶分子の配向方向が異なっている。

[0024] 図 6 A は、第 1 基板の配向膜の配向方向を示す図である。図 6 B は、第 2 基板の配向膜の配向方向を示す図である。

[0025] 図 6 A 及び図 6 B に示すように、第 1 基板 5 の配向膜 1 8 の配向方向と、第 2 基板 6 の配向膜 1 9 の配向方向とは、平面視で互いに交差する方向である。具体的に、図 6 A に実線矢示したように、第 1 基板 5 の配向膜 1 8 の配向方向は、図 6 A に破線矢示した駆動電極 1 0 a, 1 0 b の延在方向に直交している。また、図 6 B に実線矢示したように、第 2 基板 6 の配向膜 1 9 の配向方向は、図 6 B に破線矢示した駆動電極 1 3 a, 1 3 b の延在方向に直交している。以下では、これら各駆動電極 1 0, 1 3 の延在方向とそれを覆う配向膜 1 8, 1 9 の配向方向とが直交しているとして説明するが、これらは直交以外の角度、例えば $85^{\circ} \sim 90^{\circ}$ の角度範囲で交差していても構わない。また、第 1 基板 5 側の駆動電極 1 0 と第 2 基板 6 側の駆動電極 1 3 についても、互いに直交していることが好ましいが、例えば $85^{\circ} \sim 90^{\circ}$ の角度範囲で交差していても構わない。なお、配向膜 1 8, 1 9 の配向方向は、ラビング処理または光配向処理によって形成される。

[0026] ここで、各液晶セル 2（第 1 液晶セル 2 __ 1、第 2 液晶セル 2 __ 2、第 3 液晶セル 2 __ 3、及び第 4 液晶セル 2 __ 4）によって光の形状を変化させる仕組みを説明する。図 7 は、実施形態に係る光学素子の積層構造図である。図 8 A、図 8 B、図 8 C、図 8 D は、実施形態に係る光学素子による光の形

状変化を説明するための概念図である。図 8 A、図 8 B、図 8 C、図 8 D では、各液晶セル 2 の網掛けした基板の各駆動電極間に電位差を生じさせた例を示している。

[0027] 図 7 に示すように、光学素子 100 は、一点鎖線で示す光源 4 の光軸上に設けられ、上述したように、光源 4 側（図 7 の下側）から、第 1 液晶セル 2__1、第 2 液晶セル 2__2、第 3 液晶セル 2__3、第 4 液晶セル 2__4 の順に積層されている。第 3 液晶セル 2__3 及び第 4 液晶セル 2__4 は、第 1 液晶セル 2__1 及び第 2 液晶セル 2__2 に対して 90° 回転させた状態で積層される。

[0028] 各液晶セル 2 においては、図 6 A 及び図 6 B に示す如く配向膜の配向方向が第 1 基板 5 側と第 2 基板 6 側とで交差している。これにより、液晶層 8 の液晶分子の向きが第 1 基板 5 側から第 2 基板 6 側に向かうにつれて D x 方向から D y 方向（もしくは D y 方向から D x 方向）に徐々に変化しており、当該変化に沿って透過光の偏光成分が回転する。すなわち、液晶セル 2 において、第 1 基板 5 側で p 偏光成分だった偏光成分は、第 2 基板 6 側に向かうに伴い s 偏光成分に変化し、第 1 基板 5 側で s 偏光成分だった偏光成分は、第 2 基板 6 側に向かうに伴い p 偏光成分に変化する。かかる偏光成分の回転のことを旋光と称してよい。

[0029] 図 8 A は、各液晶セル 2 の隣り合う電極間に電位を生じさせない状態を示している。この場合、各液晶セル 2 においては旋光のみ生じ、いずれの偏光成分も拡散されない。

[0030] ここで図 8 B に示す如く、例えば、第 1 液晶セル 2__1 の第 1 基板 5 側の駆動電極 10 a, 10 b 間に電位差を生じさせることにより、当該電極間で液晶分子が円弧状に配向され、これによって D x 方向に沿って液晶層 8 に屈折率分布が形成される。この状態で光源 4 からの光が通過すると、当該 D x 方向に平行な偏光成分（図 8 B では p 偏光成分）に対して上記屈折率分布が作用し、これによって当該 p 偏光成分が D x 方向に拡散する。

[0031] さらに、第 1 液晶セル 2__1 の第 2 基板 6 側でも駆動電極 13 a, 13 b

間に電位差が生じている場合、第2基板6側ではD y方向に屈折率分布が形成されることになり、これによって第2基板6側ではs偏光成分がD y方向に拡散する。すなわち、第1液晶セル2__1の液晶層8を通過中にp偏光成分からs偏光成分に変化した偏光成分が今度はD y方向にも拡散することとなる。他方、第1液晶セル2__1入射時にs偏光成分であるものは、液晶層8の通過中に旋光するものの、いずれの屈折率分布とも交差する偏光成分となるので、拡散することなく旋光のみして第1液晶セル2__1を通過する。

[0032] 第1液晶セル2__1入射時にs偏光成分であるものは、第1液晶セル2__1通過後はp偏光成分に変化しており、当該p偏光成分については第2液晶セル2__2が作用することとなる。すなわち、図8A及び図8Bに示すように、光学素子100に入射する光のうち、p偏光成分については第1液晶セル2__1が作用し、s偏光成分については第2液晶セル2__2が作用する。第3液晶セル2__3、第4液晶セル2__4は、第1液晶セル2__1、第2液晶セル2__2に対して90°回転して設けられているので、作用する偏光成分も90°入れ替わる。すなわち、第3液晶セル2__3が光学素子100入射時にs偏光成分であるものに作用し、第4液晶セル2__4が光学素子100入射時にp偏光成分であるものに作用する。

[0033] 図8Cに示す如く、光学素子においては、各液晶セル2についてD y方向に延在する駆動電極間（第1液晶セル2__1及び第2液晶セル2__2では、第1基板5の駆動電極10a, 10b間、第3液晶セル2__3及び第4液晶セル2__4では、第2基板6の駆動電極13a, 13b間）に電位差を与えることによりp偏光成分に作用し、主としてD x方向に光の形状を大きくすることができる。かかる作用を横拡散と称して良い。

[0034] また、図8Dに示す如く、各液晶セル2についてD x方向に延在する駆動電極間（第1液晶セル2__1及び第2液晶セル2__2では、第2基板6の駆動電極13a, 13b間、第3液晶セル2__3及び第4液晶セル2__4では、第1基板5の駆動電極10a, 10b間）に電位差を与えることによりs偏光成分に作用し、D y方向に主として光の形状を大きくすることができる。

。かかる作用を縦拡散と称して良い。

[0035] 各方向への光の拡散度合いは隣り合う駆動電極 10 a, 10 b 間（又は駆動電極 13 a, 13 b 間）の電位差に依存する。駆動電極 10 a, 10 b 間（又は駆動電極 13 a, 13 b 間）の電位差をあらかじめ規定した最大の電位差（例えば 30 [V]）とすると、当該方向への光の拡がりは最大（100 [%]）となり、電位差を全く生じさせないとすると、当該方向への光の拡がりはない（0 [%]）。あるいはまた、駆動電極 10 a, 10 b 間（又は駆動電極 13 a, 13 b 間）の電位差を上記最大電位差の 50 [%]（例えば 15 [V]）とすると、当該方向の光の拡がり 50 [%] となる。なお、電圧差と光の拡がりの関係はリニアではない場合、15 [V] ではなくて、他の電位差とすることも可能である。

[0036] なお、各液晶セル 2 は、その基板間（第 1 基板 5 と第 2 基板 6 との間）の間隔（セルギャップともいう）が広く、30 μm ~ 50 μm 程度設けられており、これにより、一方の基板に形成される電界の影響が他方の基板側に及ぶことが可及的抑制されている。また、隣り合う駆動電極 10 a, 10 b 間（又は駆動電極 13 a, 13 b 間）に電位差を発生させる駆動電圧は所謂交流矩形波であって、これにより液晶分子の焼き付きが防止されていることは言うまでもない。

[0037] また、各配向膜の配向方向や各基板の駆動電極の延在方向やこれらの間のなす角は、採用される液晶の特性や作用させたい光学特定に応じて光学素子 100 全体あるいは液晶セル 2 ごとに適宜変更可能である。

[0038] なお、本実施形態では、光学素子 100 について 4 つの第 1 液晶セル 2 __ 1、第 2 液晶セル 2 __ 2、第 3 液晶セル 2 __ 3、及び第 4 液晶セル 2 __ 4 を積層した構成について説明しているが、この構成に限るものではなく、例えば、2 つや 3 つの液晶セル 2 を積層した構成や、5 つ以上の複数の液晶セル 2 を積層した構成も採用可能である。

[0039] 本開示では、上述した構成の照明装置 1 において、各液晶セル 2 の駆動電圧制御により、光源 4 から光学素子に入射してくる光を D x 方向（横拡散の

方向)とD_y方向(縦拡散の方向)の2方向で制御する。なお、上記縦拡散と横拡散を総称して光拡散と称して良い。そして、これによって光学素子から出射される光の形状を変化させる。当該光の形状とは、光学素子の出射面に平行な面に現れる光の形状のことであって、これを配光形状と称しても良い。以下、本開示における光拡散度の制御について、図9を参照して説明する。

[0040] 図9は、実施形態に係る照明装置による光拡散度の制御を概念的に説明する概念図である。図9では、D_z方向に垂直な仮想平面x-y上における光の照射範囲を示している。なお、光源4との距離や光の回折現象等によって実際の照射範囲の輪郭は若干不明瞭となる。

[0041] 上述したように、光源4の光軸上に設けられた光学素子100の各液晶セル2の各駆動電極10、13にそれぞれ駆動電圧が供給されることにより、液晶層8の液晶分子17の配向方向が制御される。これにより、光学素子100から出射される光の配光形状が制御される。

[0042] 具体的には、例えば、上述の如く各液晶セル2にてD_y方向に延在する駆動電極10又は駆動電極13に印加される駆動電圧に応じて、D_x方向の配光形状が変化する。かかるD_x方向への光の拡散を横拡散と称してよい。また、第1液晶セル～第4液晶セルにてD_x方向に延在する駆動電極10又は駆動電極13に印加される駆動電圧に応じて、D_y方向の配光形状が変化する。かかるD_y方向への光の拡散を縦拡散と称して良い。

[0043] 本開示では、横拡散、縦拡散の最小拡散度を0[%]とし、最大拡散度を100[%]とする。より具体的には、横拡散度が0[%]の場合、D_x方向に配光状態を広げるべく機能する駆動電極(例えば、第1液晶セル2__1の第1基板5においてD_y方向に延在する駆動電極10)が液晶層8の屈折率分布に作用することはない。この場合、隣り合う駆動電極10a、10b間での電位差がないか、電極に電位が供給されていない。他方、横拡散度が100[%]の場合、D_x方向に配光状態を広げるべく機能する駆動電極(例えば、第1液晶セル2__1の第1基板5においてD_y方向に延在する駆動

電極 10) が液晶層 8 の屈折率分布に最大に作用する。この場合、隣り合う駆動電極 10a, 10b 間での電位差が当該光学素子 100 における最大電位差 (例えば 30 [V]) に設定される。また、横拡散度が 0 [%] より大きく 100 [%] より小さい場合、隣接する駆動電極 10a, 10b 間の電位差は 0 [V] より大きく最大電位差 (例えば 30 [V]) より小さくなるように調整された電位が当該電極に印加される。縦拡散についても同様である。

[0044] 図 9 に示す輪郭 a は、横拡散度、縦拡散度が共に 100 [%] である場合の照射範囲を例示している。また、図 9 に示す輪郭 b は、横拡散度が 100 [%] であり、縦拡散度が 0 [%] である場合の照射範囲を例示している。図 9 に示す輪郭 c は、横拡散度が 0 [%] であり、縦拡散度が 100 [%] である場合の照射範囲を例示している。また、図 9 に示す輪郭 d は、横拡散度、縦拡散度が共に 0 [%] である場合の照射範囲を例示している。すなわち輪郭 d は、光源 4 からの光が光学素子 100 によって何ら制御されることなく (いわば光学素子 100 をそのまま透過して) 出射された場合の配光状態を示している。

[0045] このように、上述した構成の照明装置 1 において、各液晶セル 2 の駆動電圧制御をそれぞれ行うことにより、光学素子 100 からの出射光の横拡散度及び縦拡散度を制御することができる。これにより、照明装置 1 からの出射光の配光形状を変化させることができる。以下、照明装置 1 からの出射光の配光形状を変化させる制御を、「配光制御」とも称する。

[0046] なお、本開示では、Dx 方向及び Dy 方向の 2 方向の配光制御が可能な照明装置 1 について例示するが、照明装置 1 において制御可能なパラメータは、配光 (光の広がり) に限定されない。例えば、照明装置 1 は、調光制御が可能な態様であっても良い。この場合、照明装置 1 において制御可能なパラメータとしては、調光 (明るさ) を含む態様であっても良い。

[0047] 以下、Dx 方向及び Dy 方向の 2 方向の配光制御が可能な照明装置 1 において、 $1/f$ ゆらぎにより Dx 方向及び Dy 方向の 2 方向の配光状態を動的

に制御可能な構成及び動作について説明する。

[0048] 以下の説明において、 $1/f$ ゆらぎによる動的な配光制御を、単に「ゆらぎ制御」と称する場合がある。また、本開示における「 $1/f$ ゆらぎによる動的な配光制御」とは、時間変化に伴いゆらぎの大きさ（配光形状）が変化する制御を示す。言い換えると、本開示における「 $1/f$ ゆらぎによる動的な配光制御」とは、 $1/f$ ゆらぎにより配光形状が時系列で変化する制御を示す。なお、以下の説明では、 D_x 方向をH方向（第1方向）、 D_y 方向をV方向（第2方向）として説明する。

[0049] （実施形態1）

図10は、実施形態1に係る照明装置の制御ブロック構成の一例を示す図である。図10に示すように、実施形態に係る照明装置1は、上述した光学素子100を制御するための制御ブロックとして、電極駆動回路112、記憶回路113、及び処理回路114を備える。処理回路114は、照明装置1の配光制御や調光制御を実行するためのマイコンで構成される。

[0050] 電極駆動回路112は、処理回路114における処理結果に基づき、光学素子100の各液晶セル2の各駆動電極10、13に駆動電圧を供給する。処理回路114における処理については後述する。

[0051] 記憶回路113は、例えば、処理回路114を構成するマイコンに実装される内部メモリを含む。本開示において、記憶回路113の記憶領域には、照明装置1のH方向の配光設定値 S_{0h} 及びV方向の配光設定値 S_{0v} が格納される。なお、以下では、横拡散の方向をH方向とし、横方向の拡散度（横拡散度）をH方向の配光設定値とする。同様に、縦拡散の方向をV方向とし、縦方向の拡散度（縦拡散度）をV方向の配光設定値とする。

[0052] 記憶回路113の記憶領域に格納されるH方向の配光設定値 S_{0h} 及びV方向の配光設定値 S_{0v} は、例えば、照明装置1の前回稼働時において記憶回路113の記憶領域に格納された設定値であっても良いし、不図示の制御装置から送信されて記憶回路113の記憶領域に格納される態様であっても良い。

- [0053] また、本開示において、記憶回路 1 1 3 の記憶領域には、処理回路 1 1 4 における処理の中間データが一時記憶される。
- [0054] また、記憶回路 1 1 3 は、ゆらぎ制御の有効又は無効、ゆらぎ制御による配光値の変化幅を定義するゆらぎ幅等の各設定項目を設定するための設定回路 1 1 3 __ 1 を含む。
- [0055] 本開示において、設定回路 1 1 3 __ 1 は、例えば、各設定項目を設定可能な D I P スイッチ (Dual In-line Package switch) が例示される。この場合、設定回路 1 1 3 __ 1 は、例えば「0」、「1」の 2 ステートのスイッチ回路を複数含む構成が例示される。
- [0056] 図 1 1 は、設定回路のステート値と各設定値の対応関係の一例を示す図である。図 1 1 に示す例において、設定回路 1 1 3 __ 1 は、4 つのスイッチ回路を含み、上位 2 ビットでゆらぎ制御の有効又は無効、下位 2 ビットでゆらぎ幅を設定可能な構成とされる。
- [0057] 図 1 1 では、配光（光の広がり）のゆらぎ制御（配光ゆらぎ制御）に加え、調光（明るさ）のゆらぎ制御（調光ゆらぎ制御）の有効又は無効、及びゆらぎ幅を設定値項目とした例を示している。
- [0058] 図 1 1 に示す例において、設定回路 1 1 3 __ 1 のステート値の上位 2 ビットが「0 0」であるとき、調光ゆらぎ制御及び配光ゆらぎ制御の双方を無効としている。また、設定回路 1 1 3 __ 1 のステート値の上位 2 ビットが「0 1」であるとき、調光ゆらぎ制御を有効、配光ゆらぎ制御を無効としている。また、設定回路 1 1 3 __ 1 のステート値の上位 2 ビットが「1 0」であるとき、調光ゆらぎ制御を無効、配光ゆらぎ制御を有効としている。また、設定回路 1 1 3 __ 1 のステート値の上位 2 ビットが「1 1」であるとき、調光ゆらぎ制御及び配光ゆらぎ制御の双方を有効としている。なお、図 1 1 に示す例において、調光ゆらぎ制御及び配光ゆらぎ制御の双方が無効（上位 2 ビットが「0 0」）であるときの下位 2 ビット「**」は、任意の値とする。
- [0059] また、図 1 1 に示す例において、調光ゆらぎ制御が有効（上位 2 ビットが「0 1」）であるときの調光ゆらぎ幅は、設定回路 1 1 3 __ 1 のステート値

の下位2ビットが「00」であるとき「5 [%]」としている。また、設定回路113__1のステート値の下位2ビットが「01」であるとき「10 [%]」としている。また、設定回路113__1のステート値の下位2ビットが「10」であるとき「20 [%]」としている。また、設定回路113__1のステート値の下位2ビットが「11」であるとき「30 [%]」としている。

[0060] また、図11に示す例において、配光ゆらぎ制御が有効（上位2ビットが「10」）であるときの配光ゆらぎ幅は、設定回路113__1のステート値の下位2ビットが「00」であるとき「5 [%]」としている。また、設定回路113__1のステート値の下位2ビットが「01」であるとき「10 [%]」としている。また、設定回路113__1のステート値の下位2ビットが「10」であるとき「20 [%]」としている。また、設定回路113__1のステート値の下位2ビットが「11」であるとき「30 [%]」としている。

[0061] また、図11に示す例において、調光ゆらぎ制御及び配光ゆらぎ制御の双方が有効（上位2ビットが「11」）であるときの調光ゆらぎ幅及び配光ゆらぎ幅は、設定回路113__1のステート値の下位2ビットが「00」であるとき「5 [%]」としている。また、設定回路113__1のステート値の下位2ビットが「01」であるとき「10 [%]」としている。また、設定回路113__1のステート値の下位2ビットが「10」であるとき「20 [%]」としている。また、設定回路113__1のステート値の下位2ビットが「11」であるとき「30 [%]」としている。

[0062] なお、設定回路113__1のスイッチ数は上記に限定されない。具体的には、例えば、ゆらぎ幅を設定するためのスイッチ数を3以上とすることにより、ゆらぎ幅の選択肢を増やすことができる。また、例えば、配光ゆらぎ制御におけるH方向の配光ゆらぎ幅とV方向の配光ゆらぎ幅とをそれぞれ異なる値に設定可能な態様であっても良い。この場合、例えば、配光ゆらぎ制御におけるH方向の配光ゆらぎ幅とV方向の配光ゆらぎ幅との合計値が所定値

(例えば、100 [%]) となる態様であっても良いし、さらには、配光ゆらぎ制御におけるH方向の配光ゆらぎ幅とV方向の配光ゆらぎ幅とのいずれか一方のみ設定可能な態様であっても良い。

[0063] また、本実施形態において、以下の説明では、配光ゆらぎ制御について説明し、調光ゆらぎ制御については説明を省略する。配光ゆらぎ制御のみ行う構成では、ゆらぎ制御の有効又は無効を設定するための設定回路113__1のスイッチ数を1とし、「0」でゆらぎ制御無効、「1」でゆらぎ制御有効とする態様であっても良い。

[0064] また、設定回路113__1のステート値は、記憶回路113の記憶領域に格納される態様であっても良い。この場合、ゆらぎ制御の有効又は無効、ゆらぎ制御におけるゆらぎ幅等の各設定項目は、例えば、照明装置1の前回稼働時において記憶回路113の記憶領域に格納された設定値であっても良いし、後述する実施形態2に係る制御装置(制御装置200、図17から図21参照)から送信されて記憶回路113の記憶領域に格納される態様であっても良い。

[0065] 処理回路114は、以下に説明する配光制御処理を実行する。図12は、実施形態1に係る照明装置における配光制御処理の一例を示すフローチャートである。

[0066] 処理回路114は、照明装置1の起動時において、記憶回路113の設定回路113__1からステート値を読み出し(ステップS101)、当該ステート値に基づいて、ゆらぎ制御が有効であるか否かを判定する(ステップS102)。具体的に、処理回路114は、設定回路113__1のステート値を読み出し、当該ステート値の上位2ビットが「10」である場合に、ゆらぎ制御が有効であると判定する。また、処理回路114は、ステート値の上位2ビットが「00」である場合に、ゆらぎ制御が無効であると判定する。ここでは、ステート値の上位2ビットが「01」又は「11」である場合の説明については省略する。

[0067] ゆらぎ制御が無効である場合(ステップS102; No)、具体的に、設

定回路 1 1 3 __ 1 の上位 2 ビットが「0 0」である場合、処理回路 1 1 4 は、記憶回路 1 1 3 の記憶領域に格納された H 方向の配光設定値 S 0 h 及び V 方向の配光設定値 S 0 v を読み出し（ステップ S 1 0 3）、0 [%] から 1 0 0 [%] の百分率で表される配光設定値 S 0 h 及び配光設定値 S 0 v を、それぞれ、光学素子 1 0 0 の配光階調値 D h、D v に変換し（ステップ S 1 0 4）、電極駆動回路 1 1 2 に出力する。H 方向の配光階調値 D h は、下記（1）式で示される。V 方向の配光階調値 D v は、下記（2）式で示される。

$$[0068] \quad D h = S 0 h \times \text{階調} / 1 0 0 \cdots (1)$$

$$[0069] \quad D v = S 0 v \times \text{階調} / 1 0 0 \cdots (2)$$

[0070] 光学素子 1 0 0 の配光階調は、例えば「2 5 5」とされる。この場合、配光階調値 D h、D v は 8 b i t データである。光学素子 1 0 0 の配光階調は「2 5 5」に限定されない。言い換えると、配光階調値 D h、D v は 8 b i t データに限定されない。光学素子 1 0 0 の配光階調により本開示が限定されるものではない。

[0071] 電極駆動回路 1 1 2 は、処理回路 1 1 4 から出力された配光階調値 D h、D v に応じた駆動電圧を光学素子 1 0 0 の各液晶セル 2 の各駆動電極 1 0、1 3 に供給する。これにより、H 方向の配光設定値 S 0 h 及び V 方向の配光設定値 S 0 v に応じた配光状態に制御される。

[0072] 処理回路 1 1 4 は、照明装置 1 の電源がオフ制御されたか否かを判定し（ステップ S 1 0 5）、照明装置 1 の電源がオフ制御されていなければ（ステップ S 1 0 5 ; N o）、ステップ S 1 0 5 の処理を繰り返し実行し、照明装置 1 の電源がオフ制御されると（ステップ S 1 0 5 ; Y e s）、配光制御処理を終了する。

[0073] ゆらぎ制御が有効である場合（ステップ S 1 0 2 ; Y e s）、具体的に、設定回路 1 1 3 __ 1 の上位 2 ビットが「1 0」である場合、処理回路 1 1 4 は、記憶回路 1 1 3 の記憶領域に格納された H 方向の配光設定値 S 0 h 及び V 方向の配光設定値 S 0 v を読み出し（ステップ S 1 0 6）、後述する配光

ゆらぎ制御処理における配光値の変化範囲として定義されるゆらぎ範囲を設定する。以下、記憶回路 113 の記憶領域に格納された H 方向の配光設定値 S_{0h} 及び V 方向の配光設定値 S_{0v} を、「初期設定値」とも称する。

[0074] 具体的に、処理回路 114 は、読み出した状態値の下位 2 ビットが「00」である場合に、ゆらぎ幅 α を 5 [%] として、配光値のゆらぎ範囲の下限値及び上限値を設定する。

[0075] また、処理回路 114 は、読み出した状態値の下位 2 ビットが「01」である場合に、ゆらぎ幅 α を 10 [%] として、配光値のゆらぎ範囲の下限値及び上限値を設定する。

[0076] また、処理回路 114 は、読み出した状態値の下位 2 ビットが「10」である場合に、ゆらぎ幅 α を 20 [%] として、配光値のゆらぎ範囲の下限値及び上限値を設定する。

[0077] また、処理回路 114 は、読み出した状態値の下位 2 ビットが「11」である場合に、ゆらぎ幅 α を 30 [%] として、配光値のゆらぎ範囲の下限値及び上限値を設定する。

[0078] ここでは、まず、H 方向の配光設定値 S_{0h} に対する配光値 S_h のゆらぎ範囲の上限値 S_{hmax} を設定する（ステップ S011～S013）。

[0079] 処理回路 114 は、H 方向の配光設定値 S_{0h} にゆらぎ幅 α を加算した値が 100 [%] 以下であるか否かを判定する（ステップ S011）。配光設定値 S_{0h} にゆらぎ幅 α を加算した値が 100 [%] 以下である場合（ステップ S011；Yes）、処理回路 114 は、配光設定値 S_{0h} に対する配光値 S_h のゆらぎ範囲の上限値 S_{hmax} を $S_{0h} + \alpha$ [%] として（ステップ S012）、記憶回路 113 の記憶領域に格納する。配光設定値 S_{0h} にゆらぎ幅 α を加算した値が 100 [%] を超えている場合（ステップ S011；No）、処理回路 114 は、配光設定値 S_{0h} に対する配光値 S_h のゆらぎ範囲の上限値 S_{hmax} を 100 [%] として（ステップ S013）、記憶回路 113 の記憶領域に格納する。

[0080] 続いて、H 方向の配光設定値 S_{0h} に対する配光値 S_h のゆらぎ範囲の下

限值 S_{hmin} を設定する（ステップ $S021 \sim S023$ ）。

[0081] 処理回路 114 は、H 方向の配光設定値 $S0h$ からゆらぎ幅 α を減算した値が 0 [%] 以上であるか否かを判定する（ステップ $S021$ ）。配光設定値 $S0h$ からゆらぎ幅 α を減算した値が 0 [%] 以上である場合（ステップ $S021$; Yes）、処理回路 114 は、配光設定値 $S0h$ に対する配光値 S_h のゆらぎ範囲の下限値 S_{hmin} を $S0h - \alpha$ [%] として（ステップ $S022$ ）、記憶回路 113 の記憶領域に格納する。配光設定値 $S0h$ からゆらぎ幅 α を減算した値が 0 [%] を下回っている場合（ステップ $S021$; No）、処理回路 114 は、配光設定値 $S0h$ に対する配光値 S_h のゆらぎ範囲の下限値 S_{hmin} を 0 [%] として（ステップ $S023$ ）、記憶回路 113 の記憶領域に格納する。

[0082] 続いて、V 方向の配光設定値 $S0v$ に対する配光値 S_v のゆらぎ範囲の上限値 S_{vmax} を設定する（ステップ $S031 \sim S033$ ）。

[0083] 処理回路 114 は、V 方向の配光設定値 $S0v$ にゆらぎ幅 α を加算した値が 100 [%] 以下であるか否かを判定する（ステップ $S031$ ）。配光設定値 $S0v$ にゆらぎ幅 α を加算した値が 100 [%] 以下である場合（ステップ $S031$; Yes）、処理回路 114 は、配光設定値 $S0v$ に対する配光値 S_v のゆらぎ範囲の上限値 S_{vmax} を $S0v + \alpha$ [%] として（ステップ $S032$ ）、記憶回路 113 の記憶領域に格納する。配光設定値 $S0v$ にゆらぎ幅 α を加算した値が 100 [%] を超えている場合（ステップ $S031$; No）、処理回路 114 は、配光設定値 $S0v$ に対する配光値 S_v のゆらぎ範囲の上限値 S_{vmax} を 100 [%] として（ステップ $S033$ ）、記憶回路 113 の記憶領域に格納する。

[0084] 続いて、V 方向の配光設定値 $S0v$ に対する配光値 S_v のゆらぎ範囲の下限値 S_{vmin} を設定する（ステップ $S041 \sim S043$ ）。

[0085] 処理回路 114 は、V 方向の配光設定値 $S0v$ からゆらぎ幅 α を減算した値が 0 [%] 以上であるか否かを判定する（ステップ $S041$ ）。配光設定値 $S0v$ からゆらぎ幅 α を減算した値が 0 [%] 以上である場合（ステップ

S 0 4 1 ; Y e s) 、 処理回路 1 1 4 は、配光設定値 S 0 v に対する配光値 S v のゆらぎ範囲の下限值 S v m i n を $S 0 v - \alpha$ [%] として (ステップ S 0 4 2) 、 記憶回路 1 1 3 の記憶領域に格納する。配光設定値 S 0 v からゆらぎ幅 α を減算した値が 0 [%] を下回っている場合 (ステップ S 0 4 1 ; N o) 、 処理回路 1 1 4 は、配光設定値 S 0 v に対する配光値 S v のゆらぎ範囲の下限值 S v m i n を 0 [%] として (ステップ S 0 4 3) 、 記憶回路 1 1 3 の記憶領域に格納する。

[0086] そして、処理回路 1 1 4 は、H方向の配光設定値 S 0 h を時刻 t における第 1 配光値 S h (t) とし、V方向の配光設定値 S 0 v を時刻 t における第 1 配光値 S v (t) として、記憶回路 1 1 3 の記憶領域に格納する (S h (t) = S 0 h 、 S v (t) = S 0 v 、ステップ S 1 0 7) 。

[0087] 上述した配光値 S h のゆらぎ範囲の上限値 S h m a x の設定処理 (ステップ S 0 1 1 ~ S 0 1 3) 、 配光値 S h のゆらぎ範囲の下限值 S h m i n の設定処理 (ステップ S 0 2 1 ~ S 0 2 3) 、 配光値 S v のゆらぎ範囲の上限値 S v m a x の設定処理 (ステップ S 0 3 1 ~ S 0 3 3) 、 配光値 S v のゆらぎ範囲の下限值 S v m i n の設定処理 (ステップ S 0 4 1 ~ S 0 4 3) の実行順序は、上記に限定されない。また、これらの各設定処理を並列処理する態様であっても良い。

[0088] 続いて、処理回路 1 1 4 は、後述する配光ゆらぎ制御処理 (ステップ S 2 0 0) を実行する前処理として、0 [%] から 1 0 0 [%] の百分率で表される H 方向の第 1 配光値 S h (t) 及び V 方向の第 1 配光値 S v (t) を、それぞれ、光学素子 1 0 0 における配光階調値 D h (t) , D v (t) に変換し、電極駆動回路 1 1 2 に出力する (ステップ S 1 0 8) 。 H 方向の配光階調値 D h (t) は、下記 (3) 式で示される。 V 方向の配光階調値 D v (t) は、下記 (4) 式で示される。

[0089] $D h (t) = S h (t) \times \text{階調} / 100 \cdots (3)$

[0090] $D v (t) = S v (t) \times \text{階調} / 100 \cdots (4)$

[0091] 電極駆動回路 1 1 2 は、処理回路 1 1 4 から出力された配光階調値 D h (

t), $D_v(t)$ に応じた駆動電圧を光学素子 100 の各液晶セル 2 の各駆動電極 10, 13 に供給する。これにより、記憶回路 113 の記憶領域に格納された初期設定値 (H 方向の配光設定値 S_{0h} 及び V 方向の配光設定値 S_{0v}) に応じた配光状態に制御される。

[0092] 記憶回路 113 の記憶領域に格納された初期設定値 (H 方向の配光設定値 S_{0h} ($=S_h(t)$) 及び V 方向の配光設定値 S_{0v} ($=S_v(t)$)) に対応する配光階調値 $D_h(t)$, $D_v(t)$ を電極駆動回路 112 に出力した後 (ステップ S108)、処理回路 114 は、配光ゆらぎ制御処理 (ステップ S200) を実行する。図 13 は、実施形態 1 に係る照明装置における配光ゆらぎ制御処理の一例を示すサブフローチャートである。図 13 に示すサブフローチャートは、図 12 に示す配光制御処理における配光ゆらぎ制御処理 (ステップ S200) に対応する。

[0093] 本開示では、 $1/f$ ゆらぎによる動的な配光制御を実現するためのアルゴリズムとして、間欠カオス法を用いる。間欠カオス法においては、時刻 $t+1$ における変数 $X(t+1)$ は、時刻 t における変数 $X(t)$ (但し $0.0 \leq X(t) \leq 1.0$) によって示される。より具体的には、時刻 $t+1$ における変数 $X(t+1)$ は、 $0.0 \leq X(t) < 0.5$ の場合には、下記 (5) 式で示され、 $0.5 \leq X(t) \leq 1.0$ の場合には、下記 (6) 式で示される。下記 (5) 式及び (6) 式において、変数 $X(t+1)$ は、時刻 t の後の時刻 $t+1$ における目標値である。本開示において、配光ゆらぎ制御処理の実行間隔 (すなわち時刻 t から時刻 $t+1$ に至るまでの時間) は、例えば 100 [ms] とされる。配光ゆらぎ制御処理の実行間隔により本開示が限定されるものではない。

[0094] $X(t+1) = X(t) + 2 \times X(t)^2 \cdots (5)$

[0095] $X(t+1) = X(t) - 2 \times (1 - X(t))^2 \cdots (6)$

[0096] 配光ゆらぎ制御処理 (ステップ S200) の実行間隔は、タイマー値 t_f によりタイミング制御される。すなわち、タイマー値 t_f のタイムアップ値 T_F は、配光ゆらぎ制御処理の実行間隔に対応する。タイマー値 t_f は、配

光ゆらぎ制御処理の開始時にリセットされる。

[0097] 処理回路 114 は、配光ゆらぎ制御処理の開始時において、配光ゆらぎ制御処理のタイマー値 t_f をリセットする ($t_f = 0$ 、ステップ S001)。

[0098] ここでは、まず、時刻 $t + 1$ における H 方向の配光目標値である第 2 配光値 $S_h(t + 1)$ を設定する。時刻 t における H 方向の第 1 配光値 $S_h(t)$ は、間欠カオス法における時刻 t の変数 $X(t)$ を H 方向の第 1 変数 $X_h(t)$ として、下記 (7) 式で定義する。

[0099] $S_h(t) = S_{hmin} + (S_{hmax} - S_{hmin}) \times X_h(t) \cdots$
 (7)

[0100] 処理回路 114 は、記憶回路 113 の記憶領域に格納された配光値 S_h のゆらぎ範囲の上限値 S_{hmax} 及び下限値 S_{hmin} を読み出し (ステップ S201)、上記 (7) 式を変形した下記 (8) 式を用いて、時刻 t における第 1 変数 $X_h(t)$ を算出する (ステップ S202)。下記 (8) 式は、例えば記憶回路 113 の記憶領域に格納されているものとする。

[0101] $X_h(t) = (S_h(t) - S_{hmin}) / (S_{hmax} - S_{hmin}) \cdots$
 (8)

[0102] 続いて、処理回路 114 は、時刻 $t + 1$ における H 方向の第 2 変数 $X_h(t + 1)$ を算出する。具体的に、処理回路 114 は、ステップ S202 において算出した H 方向の第 1 変数 $X_h(t)$ が 0.5 未満であるか否かを判定し (ステップ S203)、 $X_h(t) < 0.5$ である場合 (ステップ S203; Yes)、上記 (5) 式を変形した下記 (9) 式を用いて、時刻 $t + 1$ における H 方向の第 2 変数 $X_h(t + 1)$ を算出する (ステップ S204)。 $X_h(t) \geq 0.5$ である場合 (ステップ S203; No)、上記 (6) 式を変形した下記 (10) 式を用いて、時刻 $t + 1$ における H 方向の第 2 変数 $X_h(t + 1)$ を算出する (ステップ S205)。下記 (9) 式及び (10) 式は、例えば記憶回路 113 の記憶領域に格納されているものとする。

[0103] $X_h(t + 1) = X_h(t) + 2 \times X_h(t)^2 \cdots$ (9)

[0104] $X_h(t + 1) = X_h(t) - 2 \times (1 - X_h(t))^2 \cdots$ (10)

[0105] ここで、処理回路 114 は、ステップ S204 又はステップ S205 において算出した H 方向の第 2 変数 $X_h(t+1)$ が 0.01 以上であり、且つ、0.99 以下であるか否かを判定する（ステップ S206）。 $0.01 \leq X_h(t+1) \leq 0.99$ である場合（ステップ S206 ; Yes）、ステップ S208 の処理に進む。H 方向の第 2 変数 $X_h(t+1)$ が 0.01 未満（ $0 \leq X_h(t+1) < 0.01$ ）であるか、又は、0.99 よりも大きい（ $0.99 < X_h(t+1) \leq 1.0$ ）場合（ステップ S206 ; No）、処理回路 114 は、H 方向の第 2 変数 $X_h(t+1)$ を 0.01 以上且つ 0.99 以下の範囲内のランダム値に設定し（ステップ S207）、ステップ S208 の処理に進む。このとき、処理回路 114 は、例えば記憶回路 113 の記憶領域に格納された乱数表等を用いて、H 方向の第 2 変数 $X_h(t+1)$ を 0.01 ~ 0.99 のランダムな値に設定する。ステップ S206 及びステップ S207 の処理により、H 方向の第 2 変数 $X_h(t+1)$ が 0.0 又は 1.0 に張り付くことを防ぐことができる。

[0106] 処理回路 114 は、ステップ S203 からステップ S207 の処理により得られた H 方向の第 2 変数 $X_h(t+1)$ を、上記（7）式を変形した下記（11）式に適用して、時刻 $t+1$ における H 方向の配光目標値である第 2 配光値 $S_h(t+1)$ を算出し、記憶回路 113 の記憶領域に格納する（ステップ S208）。下記（11）式は、例えば記憶回路 113 の記憶領域に格納されているものとする。

$$[0107] \quad S_h(t+1) = S_{hmin} + (S_{hmax} - S_{hmin}) \times X_h(t+1) \cdots (11)$$

[0108] 続いて、時刻 $t+1$ における V 方向の配光目標値である第 2 配光値 $S_v(t+1)$ を設定する。時刻 t における V 方向の第 1 配光値 $S_v(t)$ は、間欠カオス法における時刻 t の変数 $X(t)$ を V 方向の第 1 変数 $X_v(t)$ として、下記（12）式で示される。

$$[0109] \quad S_v(t) = S_{vmin} + (S_{vmax} - S_{vmin}) \times X_v(t) \cdots (12)$$

[0110] 処理回路114は、記憶回路113の記憶領域に格納された配光値 S_v のゆらぎ範囲の上限値 S_{vmax} 及び下限値 S_{vmin} を読み出し（ステップS211）、上記（12）式を変形した下記（13）式を用いて、時刻 t における第1変数 $X_v(t)$ を算出する（ステップS212）。下記（13）式は、例えば記憶回路113の記憶領域に格納されているものとする。

$$[0111] \quad X_v(t) = (S_v(t) - S_{vmin}) / (S_{vmax} - S_{vmin}) \cdots (13)$$

[0112] 続いて、処理回路114は、時刻 $t+1$ における第2変数 $X_v(t+1)$ を算出する。具体的に、処理回路114は、ステップS212において算出したV方向の第1変数 $X_v(t)$ が0.5未満であるか否かを判定し（ステップS213）、 $X_v(t) < 0.5$ である場合（ステップS213; Yes）、上記（5）式を変形した下記（14）式を用いて、時刻 $t+1$ におけるV方向の第2変数 $X_v(t+1)$ を算出する（ステップS214）。 $X_v(t) \geq 0.5$ である場合（ステップS213; No）、上記（6）式を変形した下記（15）式を用いて、時刻 $t+1$ におけるV方向の第2変数 $X_v(t+1)$ を算出する（ステップS215）。下記（14）式及び（15）式は、例えば記憶回路113の記憶領域に格納されているものとする。

$$[0113] \quad X_v(t+1) = X_v(t) + 2 \times X_v(t)^2 \cdots (14)$$

$$[0114] \quad X_v(t+1) = X_v(t) - 2 \times (1 - X_v(t))^2 \cdots (15)$$

[0115] ここで、処理回路114は、ステップS214又はステップS215において算出したV方向の第2変数 $X_v(t+1)$ が0.01以上であり、且つ、0.99以下であるか否かを判定する（ステップS216）。 $0.01 \leq X_v(t+1) \leq 0.99$ である場合（ステップS216; Yes）、ステップS218の処理に進む。V方向の第2変数 $X_v(t+1)$ が0.01未満（ $0 \leq X_v(t+1) < 0.01$ ）であるか、又は、0.99よりも大きい（ $0.99 < X_v(t+1) \leq 1.0$ ）場合（ステップS216; No）、処理回路114は、V方向の第2変数 $X_v(t+1)$ を0.01以上且つ0.99以下の範囲内のランダム値に設定し（ステップS217）、ステッ

プS 2 1 8の処理に進む。このとき、処理回路1 1 4は、例えば記憶回路1 1 3の記憶領域に格納された乱数表等を用いて、V方向の第2変数 $X_v(t+1)$ を0.01~0.99のランダムな値に設定する。ステップS 2 1 6及びステップS 2 1 7の処理により、V方向の第2変数 $X_v(t+1)$ が0.0又は1.0に張り付くことを防ぐことができる。

[0116] 処理回路1 1 4は、ステップS 2 1 3からステップS 2 1 7の処理により得られた第2変数 $X_v(t+1)$ を、上記(12)式を変形した下記(16)式に適用して、時刻 $t+1$ におけるV方向の配光目標値である第2配光値 $S_v(t+1)$ を算出し、記憶回路1 1 3の記憶領域に格納する(ステップS 2 1 8)。下記(16)式は、例えば記憶回路1 1 3の記憶領域に格納されているものとする。

$$[0117] \quad S_v(t+1) = S_{vmin} + (S_{vmax} - S_{vmin}) \times X_v(t+1) \cdots (16)$$

[0118] そして、処理回路1 1 4は、0 [%] から100 [%] の百分率で表されるH方向の第1配光値 $S_h(t+1)$ 及びV方向の第1配光値 $S_v(t+1)$ を、それぞれ、光学素子100における配光階調値 $D_h(t+1)$ 、 $D_v(t+1)$ に変換し(ステップS 2 2 1)、電極駆動回路1 1 2に出力する。H方向の配光階調値 $D_h(t+1)$ は、下記(17)式で示される。V方向の配光階調値 $D_v(t+1)$ は、下記(18)式で示される。

$$[0119] \quad D_h(t+1) = S_h(t+1) \times \text{階調} / 100 \cdots (17)$$

$$[0120] \quad D_v(t+1) = S_v(t+1) \times \text{階調} / 100 \cdots (18)$$

[0121] 電極駆動回路1 1 2は、処理回路1 1 4から出力された配光階調値 $D_h(t+1)$ 、 $D_v(t+1)$ に応じた駆動電圧を光学素子100の各液晶セル2の各駆動電極10、13に供給する。これにより、H方向の第1配光値 $S_h(t+1)$ 及びV方向の第1配光値 $S_v(t+1)$ に応じた配光状態に制御される。

[0122] そして、処理回路1 1 4は、時刻 $t+1$ におけるH方向の配光目標値である第2配光値 $S_h(t+1)$ を、時刻 t における新たなH方向の第1配光値

$S_h(t)$ として更新し、時刻 $t+1$ における V 方向の配光目標値である第2配光値 $S_v(t+1)$ を、時刻 t における新たな V 方向の第1配光値 $S_v(t)$ として更新し($S_h(t)=S_h(t+1)$ 、 $S_v(t)=S_v(t+1)$)、ステップS222)、記憶回路113の記憶領域に格納する。

[0123] 処理回路114は、配光ゆらぎ制御処理のタイマー値 t_f がタイムアップ値 TF (例えば、 $TF=100[m s]$)か否かを判定する(ステップS002)。配光ゆらぎ制御処理のタイマー値 t_f がタイムアップ値 TF でなければ(ステップS002; No)、ステップS002の処理を繰り返し実行する。タイムアップ値 TF (すなわち、配光ゆらぎ制御処理の実行間隔)は、例えば記憶回路113の記憶領域に格納されているものとする。

[0124] 配光ゆらぎ制御処理のタイマー値 t_f がタイムアップ値 TF となると($t_f=TF$ 、ステップS002; Yes)、図12に示す配光制御処理に戻る。

[0125] 処理回路114は、照明装置1の電源がオフ制御されたか否かを判定し(ステップS109)、照明装置1の電源がオフ制御されていないならば(ステップS109; No)、ステップS200に戻り、図13に示す配光ゆらぎ制御処理を繰り返し実行し、照明装置1の電源がオフ制御されると(ステップS109; Yes)、配光制御処理を終了する。図13に示す配光ゆらぎ制御処理を繰り返し実行することにより、光学素子100の配光状態が動的に制御される。この結果として、照明装置1の配光形状が揺らいだように変化し、心地良い光を演出することができる。

[0126] (変形例)

図14は、実施形態1の変形例に係る照明装置における配光ゆらぎ制御処理の一例を示すサブフローチャートである。図14に示すサブフローチャートは、図12に示す配光制御処理における配光ゆらぎ制御処理(ステップS200)に対応する。なお、ここでは、図13に示すサブフローチャートとは異なる点について詳細に説明し、重複する説明は省略する。

[0127] 実施形態1の変形例の配光ゆらぎ制御処理では、時刻 $t+1$ における配光

目標値である第2配光値 ($S_h(t+1)$, $S_v(t+1)$) を算出した後 (ステップS201～ステップS218)、時刻 t から時刻 $t+1$ までの時間 (すなわち、配光ゆらぎ制御処理の実行間隔) を分割した短い時間間隔 (以下、「配光制御間隔」とも称する) で、時刻 t における配光階調値と時刻 $t+1$ における配光階調値との中間階調で段階的に配光制御を行う。以下、配光ゆらぎ制御処理の実行間隔よりも短い配光制御間隔で配光制御を実行する具体的な処理について説明する。

[0128] 例えば、配光ゆらぎ制御処理の実行間隔を 100 [ms] とし、配光ゆらぎ制御処理の実行間隔の分割数 N を 5 としたとき、 1 から分割数 N までの整数で表されるカウント値 n のカウントアップ間隔 (すなわち、中間階調での配光制御間隔) は、 20 [ms] とされる。なお、配光ゆらぎ制御処理の実行間隔の分割数や、中間階調での配光制御間隔により本開示が限定されるものではない。あるいはまた、例えば、ユーザが入力した分割数 N を制御装置 (不図示) から送信し、記憶回路 113 に記憶しておくことも可能である。

[0129] 具体的に、カウント値 n から $n+1$ までの時間は、カウント値 n のリセット時 ($n=1$ 、ステップS231)、及びカウント値 n のカウントアップ時 ($n=n+1$ 、ステップS236) にタイムアップ及びリセットされる。言い換えると、カウント値 n から $n+1$ までの時間を計測するカウントアップタイマー値 t_s がタイムアップ値 T_S となると、カウント値 n がリセット ($n=1$ 、ステップS231) 又はカウントアップ ($n=n+1$ 、ステップS236) される。

[0130] ステップS208において算出した時刻 $t+1$ におけるH方向の配光目標値である第2配光値 $S_h(t+1)$ を記憶回路 113 の記憶領域に格納し (ステップS208)、ステップS218において算出した時刻 $t+1$ におけるV方向の配光目標値である第2配光値 $S_v(t+1)$ を記憶回路 113 の記憶領域に格納した後 (ステップS218)、処理回路 114 は、時刻 t から時刻 $t+1$ までの時間を N 分割し、カウント値 n 及びカウントアップタイ

マー値 t_s をリセットする ($n=1$ 、 $t_s=0$ 、ステップ S 2 3 1)。時刻 t から時刻 $t+1$ までの時間 (配光ゆらぎ制御処理の実行間隔) の分割数 N は、例えば記憶回路 1 1 3 の記憶領域に格納されているものとする。

[0131] 処理回路 1 1 4 は、 N 分割した各時刻 ($t+n/N$) における H 方向の配光値 $S_h(t+n/N)$ 及び V 方向の配光値 $S_v(t+n/N)$ を算出する (ステップ S 2 3 2)。各時刻 ($t+n/N$) における H 方向の配光値 $S_h(t+n/N)$ は、下記 (1 9) 式で示される。各時刻 ($t+n/N$) における V 方向の配光値 $S_v(t+n/N)$ は、下記 (2 0) 式で示される。

$$\begin{aligned} [0132] \quad S_h(t+n/N) \\ = S_h(t) + [(S_h(t+1) - S_h(t)) / N] \times n \cdots (19) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} [0133] \quad S_v(t+n/N) \\ = S_v(t) + [(S_v(t+1) - S_v(t)) / N] \times n \cdots (20) \end{aligned}$$

[0134] そして、処理回路 1 1 4 は、0 [%] から 1 0 0 [%] の百分率で表される配光値 $S_h(t+n/N)$ 及び配光値 $S_v(t+n/N)$ を、それぞれ、光学素子 1 0 0 における配光階調値 $D_h(t+n/N)$ 、 $D_v(t+n/N)$ に変換し (ステップ S 2 3 3)、電極駆動回路 1 1 2 に出力する。H 方向の配光階調値 $D_h(t+n/N)$ は、下記 (2 1) 式で示される。V 方向の配光階調値 $D_v(t+n/N)$ は、下記 (2 2) 式で示される。

$$\begin{aligned} [0135] \quad D_h(t+n/N) \\ = S_h(t+n/N) \times \text{階調} / 100 \cdots (21) \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} [0136] \quad D_v(t+n/N) \\ = S_v(t+n/N) \times \text{階調} / 100 \cdots (22) \end{aligned}$$

[0137] 処理回路 1 1 4 は、カウントアップタイマー値 t_s がタイムアップ値 T_S (例えば、 $T_S=20$ [ms]) か否かを判定する (ステップ S 2 3 4)。カウントアップタイマー値 t_s がタイムアップ値 T_S でなければ (ステップ S 2 3 4 ; No)、ステップ S 2 3 4 の処理を繰り返し実行する。タイムア

ップ値 T_S （すなわち、中間階調での配光制御間隔）は、例えば記憶回路 113 の記憶領域に格納されているものとする。

[0138] カウントアップタイマー値 t_s がタイムアップ値 T_S となると（ステップ S234；Yes）、続いて、処理回路 114 は、カウント値 n が分割数 N （例えば、 $N=5$ ）であるか否かを判定する（ステップ S235）。カウント値 n が分割数 N でなければ（ステップ S235；No）、カウント値 n に 1 を加算してカウントアップタイマー値 t_s をリセットし（ $n=n+1$ 、 $t_s=0$ 、ステップ S236）、ステップ S232 の処理に戻り、カウント値 n の値が分割数 N となるまで（ステップ S235；Yes）、ステップ S232 からステップ S236 の処理を繰り返し実行する。これにより、時刻 t から時刻 $t+1$ までの各時刻（ $t+n/N$ ）において、時刻 t における H 方向の配光階調値 $D_h(t)$ と、時刻 $t+1$ における H 方向の配光階調値 $D_h(t+1)$ との中間階調で配光制御される。また、時刻 t から時刻 $t+1$ までの各時刻（ $t+n/N$ ）において、時刻 t における V 方向の配光階調値 $D_v(t)$ と、時刻 $t+1$ における V 方向の配光階調値 $D_v(t+1)$ との中間階調で配光制御される。

[0139] 図 15 は、中間階調の第 1 算出例を示す図である。図 15 に示す例では、H 方向の配光値を S_h とし、配光階調値を D_h としている。また、図 15 に示す例では、時刻 t から時刻 $t+1$ までの時間の分割数 N を 5（ $N=5$ ）としている。

[0140] 例えば、時刻 t における H 方向の第 1 配光値 $S_h(t)$ が 25.09804 [%]、配光階調値 $D_h(t)$ が 64.000002（ $\div 64$ ）、時刻 $t+1$ における H 方向の配光目標値である第 2 配光値 $S_h(t+1)$ が 27.69704 [%]、配光階調値 $D_h(t+1)$ が 70.627452（ $\div 71$ ）であるとき、各時刻（ $t+n/N$ ）における H 方向の配光値 $S_h(t+n/N)$ は、上記（19）式により下記のように算出される。なお、 $n=5$ における H 方向の配光値 $S_h(t+5/5)$ （ $=S_h(t+1)$ ）の算出は不要であり、ステップ S208 において算出した配光値 $S_h(t+1)$ を用

いることができる。

$$[0141] \quad S_h(t+1/5) = 25.61784 \text{ [\%]}$$

$$S_h(t+2/5) = 26.13764 \text{ [\%]}$$

$$S_h(t+3/5) = 26.65744 \text{ [\%]}$$

$$S_h(t+4/5) = 27.17724 \text{ [\%]}$$

$$S_h(t+5/5) = S_h(t+1) = 27.69704 \text{ [\%]}$$

[0142] このとき、各時刻 $(t+n/N)$ におけるH方向の配光値 $S_h(t+n/N)$ は、上記(21)式により下記の配光階調値 $D_h(t+n/N)$ に変換される。なお、H方向の配光階調値 $D_h(t+n/N)$ は、小数点以下が四捨五入された値となる。

$$[0143] \quad D_h(t+1/5) = 65.325492 \div 65$$

$$D_h(t+2/5) = 66.650982 \div 67$$

$$D_h(t+3/5) = 67.976472 \div 68$$

$$D_h(t+4/5) = 69.301962 \div 69$$

$$D_h(t+5/5) = D_h(t+1) = 70.627452 \div 71$$

[0144] 図16は、中間階調の第2算出例を示す図である。図16に示す例では、V方向の配光値を S_v とし、配光階調値を D_v としている。また、図16に示す例では、時刻 t から時刻 $t+1$ までの時間の分割数 N を5 ($N=5$) としている。

[0145] 例えば、時刻 t におけるV方向の第1配光値 $S_v(t)$ が74.90196 [%]、配光階調値 $D_v(t)$ が190.999998 ($\div 191$)、時刻 $t+1$ におけるV方向の配光目標値である第2配光値 $S_v(t+1)$ が72.30296 [%]、配光階調値 $D_h(t+1)$ が184.372548 ($\div 184$) であるとき、各時刻 $(t+n/N)$ におけるV方向の配光値 $S_v(t+n/N)$ は、上記(20)式により下記のように算出される。なお、 $n=5$ におけるV方向の配光値 $S_v(t+5/5)$ ($=S_v(t+1)$) の算出は不要であり、ステップS218において算出した配光値 $S_v(t+1)$ を用いることができる。

[0146] $S_v(t+1/5) = 74.38216 [\%]$

$$S_v(t+2/5) = 73.86236 [\%]$$

$$S_v(t+3/5) = 73.34256 [\%]$$

$$S_v(t+4/5) = 72.82276 [\%]$$

$$S_v(t+5/5) = S_v(t+1) = 72.30296 [\%]$$

[0147] このとき、各時刻 $(t+n/N)$ におけるV方向の配光値 $S_v(t+n/N)$ は、上記(22)式により下記の配光階調値 $D_v(t+n/N)$ に変換される。なお、V方向の配光階調値 $D_v(t+n/N)$ は、小数点以下が四捨五入された値となる。

[0148] $D_v(t+1/5) = 189.674508 \div 190$

$$D_v(t+2/5) = 188.349018 \div 188$$

$$D_v(t+3/5) = 187.023528 \div 187$$

$$D_v(t+4/5) = 185.698038 \div 186$$

$$D_v(t+5/5) = D_v(t+1) = 184.372548 \div 184$$

[0149] 図14に戻り、カウント値 $n+1$ が分割数 N となると(ステップS235; Yes)、処理回路114は、時刻 $t+1$ におけるH方向の配光目標値である第2配光値 $S_h(t+1)$ を、時刻 t における新たなH方向の第1配光値 $S_h(t)$ として更新し、時刻 $t+1$ におけるV方向の配光目標値である第2配光値 $S_v(t+1)$ を、時刻 t における新たなV方向の第1配光値 $S_v(t)$ として更新して($S_h(t) = S_h(t+1)$ 、 $S_v(t) = S_v(t+1)$ 、ステップS237)、記憶回路113の記憶領域に格納し、図12に示す配光制御処理に戻る。図14に示す配光ゆらぎ制御処理を繰り返し実行することにより、各時刻 $(t+n/N)$ において、H方向の配光値 $S_h(t+n/N)$ 及びV方向の配光値 $S_v(t+n/N)$ に応じた配光状態に制御される。

[0150] 図14に示す実施形態1の変形例の配光ゆらぎ制御処理では、上述したステップS232からステップS236の処理を N 回繰り返すことにより、時刻 t におけるH方向の第1配光値 $S_h(t)$ と、時刻 $t+1$ におけるH方向

の配光目標値である第2配光値 $S_h(t+1)$ との間の配光状態の変化を滑らかにすることができる。また、上述したステップ S 2 3 2 からステップ S 2 3 6 の処理を N 回繰り返すことにより、時刻 t における V 方向の第1配光値 $S_v(t)$ と、時刻 $t+1$ における V 方向の配光目標値である第2配光値 $S_v(t+1)$ との間の配光状態の変化を滑らかにすることができる。これにより、照明装置 1 の配光形状の揺らぎの変化を滑らかにすることができる。

[0151] 上述したように、実施形態 1 に係る照明装置 1 は、H 方向と V 方向との 2 方向の配光制御が可能な構成であり、H 方向と V 方向とでそれぞれ $1/f$ ゆらぎによる動的な配光制御を実行する。これにより、例えば、調光制御（明るさ制御）に $1/f$ ゆらぎによる動的な制御を適用する場合よりも自然で心地良い光を演出することができる。

[0152] また、実施形態 1 の変形例の配光ゆらぎ制御処理では、配光ゆらぎ制御処理の実行間隔よりも短い配光制御間隔で、時刻 t における配光階調値と時刻 $t+1$ における配光階調値との中間階調で段階的に配光制御される。これにより、配光状態の変化を滑らかにすることができる。

[0153] （実施形態 2）

図 1 7 は、照明システムの構成の一例を示す概略図である。照明システムは、照明装置 1（1__1, 1__2, ..., 1__N）と、制御装置 200 と、を含む。制御装置 200 は、例えば、スマートフォンやタブレット等の携帯可能な通信端末装置が例示される。照明装置 1（1__1, 1__2, ..., 1__N）は、制御装置 200 によって配光制御可能な制御対象デバイスとして、制御装置 200 に予め登録されている。

[0154] 照明装置 1（1__1, 1__2, ..., 1__N）と制御装置 200 との間は、通信手段 300 によりデータや各種指令信号の送受信が行われる。本開示において、通信手段 300 は、例えば、Bluetooth（登録商標）や Wi-Fi（登録商標）等の無線通信手段である。照明装置 1（1__1, 1__2, ..., 1__N）と制御装置 200 とは、例えば、移動体通信網等の

所定のネットワークを介して無線通信を行う態様であっても良い。あるいは、照明装置 1 (1__1, 1__2, . . . , 1__N) と制御装置 200 とが有線接続されて有線通信を行う態様であっても良い。

[0155] なお、図 17 では、複数の照明装置 1 (1__1, 1__2, . . . , 1__N) が登録されている例を示したが、本開示では、配光制御可能な制御対象デバイスとして、少なくとも 1 つの照明装置 1 が登録されていれば良い。

[0156] 上述した照明システムにおいて、制御装置 200 は、照明装置 1 の H 方向及び V 方向の配光状態を変更可能な構成としている。なお、ゆらぎ制御の有効又は無効やゆらぎ幅等の各設定項目は、照明装置 1 に設けられた設定回路 113__1 (例えば、DIP スイッチ) により設定する。以下、実施形態 2 に係る照明システムの制御装置 200 について説明する。

[0157] 図 18 は、制御装置の一例を示す外観図である。制御装置 200 は、表示パネル 20 とタッチセンサ 30 とが一体化された、タッチ検出機能付き表示装置 (タッチスクリーン) である。制御装置 200 は、内部構成要素として、例えば、検出用 IC や表示 IC 等の各種 IC や、制御装置 200 を構成するスマートフォンやタブレット等の CPU (Central Processing Unit)、RAM (Random Access Memory)、EEPROM (Electrically Erasable Programmable Read Only Memory)、ROM (Read Only Memory)、GPU (Graphics Processing Unit) 等が搭載される。

[0158] 表示パネル 20 は、タッチセンサ 30 を内蔵して一体化した、いわゆるインセルタイプあるいはハイブリッドタイプの装置である。表示パネル 20 にタッチセンサ 30 を内蔵して一体化するとは、例えば、表示パネル 20 として使用される基板や電極などの一部の部材と、タッチセンサ 30 として使用される基板や電極などの一部の部材とを兼用することを含む。なお、表示パネル 20 は、表示装置の上にタッチセンサ 30 を装着した、いわゆるオンセルタイプの装置であっても良い。

[0159] 表示パネル 20 としては、例えば、液晶表示素子を用いた液晶ディスプレイパネルが例示される。これに限らず、表示パネル 20 は、例えば、有機 E

Ｌディスプレイパネル（ＯＬＥＤ：Organic Light Emitting Diode）や無機ＥＬディスプレイパネル（マイクロＬＥＤ、ミニＬＥＤ）であっても良い。

[0160] タッチセンサ３０としては、例えば、静電容量方式のタッチセンサが例示される。これに限らず、タッチセンサ３０は、例えば、抵抗膜方式のタッチセンサや超音波方式あるいは光学方式のタッチセンサであっても良い。

[0161] 図１９は、タッチセンサにおけるタッチ検出領域の一例を示す概念図である。タッチセンサ３０の検出領域ＦＡには、複数の検出素子３１が設けられている。複数の検出素子３１は、タッチセンサ３０の検出領域ＦＡ内において、Ｘ方向及び当該Ｘ方向に直交するＹ方向に並び、マトリクス状に設けられている。換言すれば、タッチセンサ３０は、Ｘ方向及びＹ方向に並ぶ複数の検出素子３１に重なる検出領域ＦＡを有している。

[0162] 図２０は、制御装置の設定変更画面の表示態様の一例を説明する図である。表示パネル２０には、平面視においてタッチセンサ３０の検出領域ＦＡに重なる表示領域ＤＡが設けられ、図２０に示す設定変更画面が表示領域ＤＡに表示される。また、図２０に示す設定変更画面上の所定位置を原点Ｏ（０，０）とするＨＶ平面が定義されている。

[0163] 図２０に示す例では、設定変更画面上のＨＶ平面の原点Ｏ（０，０）を中心点とする配光形状オブジェクトＯＢＪを表示する態様とし、この配光形状オブジェクトＯＢＪの輪郭線上に、照明装置１のＨ方向の配光状態を変更するための第１スライダＳ１、及び、照明装置１のＶ方向の配光状態を変更するための第２スライダＳ２を配置している。

[0164] 配光形状オブジェクトＯＢＪは、照明装置１から出射される光の配光状態に対応した画像イメージである。

[0165] 第１スライダＳ１及び第２スライダＳ２は、例えば、表示領域ＤＡ上に表示された画像イメージであって、ユーザが指でタッチして移動（ドラッグ操作）させることができる。

[0166] 第１スライダＳ１をＨ方向に移動させることで、配光形状オブジェクトＯ

B Jの形状を変化させることができる。併せて、照明装置1のH方向の配光状態が制御される。また、第2スライダS 2をV方向に移動させることで、配光形状オブジェクトO B Jの形状を変化させることができる。併せて、照明装置1のV方向の配光状態が制御される。

[0167] 本開示において、設定変更画面上における配光形状オブジェクトO B Jの形状は、H方向の配光値S h及びV方向の配光値S vに応じて、円形又は楕円形となる。言い換えると、配光形状オブジェクトO B Jの形状は、第1スライダS 1及び第2スライダS 2に移動に伴い、円形又は楕円形に変化する。

[0168] 第1スライダS 1は、H方向の配光値S hが0 [%]であるときの配光形状オブジェクトO B Jの輪郭線上の位置から、H方向の配光値S hが100 [%]であるときの配光形状オブジェクトO B Jの輪郭線上の位置までの間で、H方向の移動が可能とされている。

[0169] 第2スライダS 2は、V方向の配光値S vが0 [%]であるときの配光形状オブジェクトO B Jの輪郭線上の位置から、V方向の配光値S vが100 [%]であるときの配光形状オブジェクトO B Jの輪郭線上の位置までの間で、V方向の移動が可能とされている。

[0170] 制御装置200の設定変更画面上において、照明装置1のH方向の配光値S hは、HV平面のH軸と配光形状オブジェクトO B Jの輪郭線との交点の位置hの移動量により設定することができる。

[0171] 本開示では、H軸と配光形状オブジェクトO B Jの輪郭線との交点の位置hを、第1スライダS 1の中心点としている。言い換えると、第1スライダS 1の表示領域D A上の位置h 0は、H軸と配光形状オブジェクトO B Jの輪郭線との交点の位置hと重なっている。これにより、第1スライダS 1をタッチし、H方向に移動させることで、照明装置1のH方向の配光値S hを変更することができる。図20中の「S h」は、照明装置1のH方向の配光値（例えば、「50」 [%]）を示している。

[0172] また、制御装置200の設定変更画面上において、照明装置1のV方向の

配光値 S_v は、 HV 平面の V 軸と配光形状オブジェクト OBJ の輪郭線との交点の位置 v の移動量により設定することができる。

[0173] 本開示では、 V 軸と配光形状オブジェクト OBJ の輪郭線との交点の位置 v を、第2スライダ S_2 の中心点としている。言い換えると、第2スライダ S_2 の表示領域 DA 上の位置 v_0 は、 V 軸と配光形状オブジェクト OBJ の輪郭線との交点の位置 v と重なっている。これにより、第2スライダ S_2 をタッチし、 V 方向に移動させることで、照明装置1の V 方向の配光値 S_v を変更することができる。図20中の「 S_v 」は、照明装置1の V 方向の配光値（例えば、「50」[%]）を示している。

[0174] 図21は、制御装置の制御ブロック構成の一例を示す図である。図21では、照明装置1の H 方向及び V 方向の配光状態を変更するための制御ブロック構成について説明する。

[0175] 図21に示すように、制御装置200は、表示パネル20、タッチセンサ30、検出回路211、変換処理回路212、記憶回路223、送受信回路225、及び表示制御回路231を備える。検出回路211は、例えば検出用ICで構成される。あるいは、検出回路211及び表示制御回路231は一つの表示ICとして表示パネル20に搭載、又は表示パネル20に接続されるFPC上に搭載されていても良い。変換処理回路212、記憶回路223は、例えば、制御装置200を構成するスマートフォンやタブレット等のCPU、RAM、EEPROM、ROM等で構成される。また、表示制御回路231は、上述の如き表示パネル20に搭載される表示ICであっても良く、さらには、例えば、制御装置200を構成するスマートフォンやタブレット等のGPU等を含む構成であっても良い。送受信回路225は、例えば、制御装置200を構成するスマートフォンやタブレット等の無線通信モジュールで構成される。

[0176] 検出回路211は、タッチセンサ30の各検出素子31から出力される検出信号に基づき、タッチセンサ30に対するタッチの有無を検出する回路である。

- [0177] 変換処理回路 212 は、検出回路 211 におけるタッチ検出位置と、照明装置 1 の各種設定値（本開示では、配光値）との変換処理を実行する回路である。また、本開示において、変換処理回路 212 は、検出回路 211 におけるタッチ検出位置、ひいてはタッチされたオブジェクト（画像イメージ）の位置と、各種画面上における操作状態との変換処理を実行する機能を有している。変換処理回路 212 は、例えば、制御装置 200 を構成するスマートフォンやタブレット等の CPU によって実現される構成部である。
- [0178] 記憶回路 223 は、例えば、制御装置 200 を構成するスマートフォンやタブレット等の RAM、EEPROM、ROM 等で構成される。本開示において、記憶回路 223 には、照明装置 1 の各種設定値（本開示では、配光値）が格納される。
- [0179] 送受信回路 225 は、照明装置 1 との間で各種設定値（本開示では、配光値）の送受信を行う。具体的に、送受信回路 225 は、制御装置 200 で設定した H 方向の配光値 S_h 及び V 方向の配光値 S_v を、それぞれ、配光設定値 S_{1h} , S_{1v} として照明装置 1 に送信する。また、送受信回路 225 は、照明装置 1 から送信された配光設定値 S_{0h} , S_{0v} を受信する。
- [0180] 表示制御回路 231 は、上述した設定変更画面を表示パネル 20 に表示するための表示制御処理を実行する。表示制御回路 231 は、記憶回路 223 に格納された各種設定値（本開示では、配光値）や画像イメージの位置情報に基づき、表示パネル 20 の表示制御を行う。
- [0181] 以下、上述した照明システムにおける照明装置について説明する。図 22 は、実施形態 2 に係る照明装置の制御ブロック構成の一例を示す図である。ここでは、実施形態 1 に係る照明装置 1 の制御ブロック構成と同じ構成部には同じ符号を付して、重複する説明を省略する場合がある。
- [0182] 図 22 に示すように、実施形態 2 に係る照明装置 1a は、上述した実施形態 1 に係る照明装置 1 の構成に加え、送受信回路 111 を備える。
- [0183] 送受信回路 111 は、制御装置 200 との間で各種設定値（本開示では、配光設定値）の送受信を行う。具体的に、送受信回路 111 は、制御装置 2

00から送信された配光設定値S1h, S1vを受信する。また、送受信回路111は、記憶回路113の記憶領域に格納された配光設定値S0h, S0vを制御装置200に送信する。

[0184] 本開示において、送受信回路111は、照明装置1の起動時に、記憶回路113の記憶領域に格納された配光設定値S0h, S0vを制御装置200に送信し、制御装置200から送信される配光設定値S1h, S1vを、新たな配光設定値S0h, S0vとして記憶回路113の記憶領域に格納する。すなわち、配光設定値S1h, S1vが制御装置200から照明装置1aに送信されることにより、記憶回路113の記憶領域内の配光設定値S0h, S0vは当該配光設定値S1h, S1vに更新される。なお、初回は照明装置1は配光設定値S0h, S0vを格納していない（配光設定値S0h, S0vともに0 [%]）。この場合、制御装置200から配光設定値S1h, S1vが送信されることによって記憶回路113の記憶領域内の配光設定値S0h, S0vを格納することとなる。なお、上記に限らず、初回の配光設定値S0h, S0vを例えば50 [%]等予め所定の値を格納しておく構成も採用可能である。

[0185] 上述した照明システムにおいて、処理回路114は、以下に説明する配光制御処理を実行する。図23は、実施形態2に係る照明システムにおける配光制御処理の一例を示すフローチャートである。なお、ここでは、実施形態1とは異なる点について詳細に説明し、重複する説明は省略する。

[0186] 処理回路114は、照明装置1aの起動時において、照明装置1aは、記憶回路113の記憶領域に格納されたH方向の配光設定値S0h及びV方向の配光設定値S0vを読み出し、制御装置200に送信する（ステップS301）。

[0187] 制御装置200の送受信回路225は、照明装置1aから送信された配光設定値S0h, S0vを記憶回路223に格納する。制御装置200において設定変更処理を実行する際に、制御装置200の表示制御回路231は、記憶回路223に格納された配光設定値S0h, S0vを読み出し、配光設

定値 $S0h$ 、 $S0v$ に応じた配光形状オブジェクト OBJ の形状、第1スライダ $S1$ の位置、 Dx 方向配光表示、第2スライダ $S2$ の位置、 Dy 方向配光表示を、設定変更画面に反映させるように表示パネル20の表示制御を実行する。これにより、制御装置200は、変更操作の待機状態に移行する。

[0188] 照明装置1aの処理回路114は、記憶回路113の設定回路113__1から状態値を読み出し（ステップS302）、当該状態値に基づいて、ゆらぎ制御が有効であるか否かを判定する（ステップS303）。

[0189] ゆらぎ制御が無効である場合（ステップS303；No）、処理回路114は、記憶回路113の記憶領域に格納されたH方向の配光設定値 $S0h$ 及びV方向の配光設定値 $S0v$ を読み出し（ステップS304）、0 [%] から100 [%] の百分率で表される配光設定値 $S0h$ 及び配光設定値 $S0v$ を、それぞれ、光学素子100の配光階調値 Dh 、 Dv に変換し（ステップS305）、電極駆動回路112に出力する。

[0190] 電極駆動回路112は、処理回路114から出力された配光階調値 Dh 、 Dv に応じた駆動電圧を光学素子100の各液晶セル2の各駆動電極10、13に供給する。これにより、H方向の配光設定値 $S0h$ 及びV方向の配光設定値 $S0v$ に応じた配光状態に制御される。

[0191] 続いて、処理回路114は、記憶回路113の記憶領域に格納されたH方向の配光設定値 $S0h$ 及びV方向の配光設定値 $S0v$ が変更されていないか否かを判定する（ステップS306）。

[0192] H方向の配光設定値 $S0h$ 及びV方向の配光設定値 $S0v$ の変更は、割り込み処理により実行される。図24は、配光設定値変更割り込み処理の一例を示すフローチャートである。

[0193] 制御装置200の設定変更画面（図20参照）において、第1スライダ $S1$ 又は第2スライダ $S2$ が操作されると、H方向の配光設定値 $S1h$ 及びV方向の配光設定値 $S1v$ が制御装置200から送信される。

[0194] 照明装置1aの送受信回路111は、制御装置200から送信される配光設定値 $S1h$ 、 $S1v$ を受信したか否かを判定し（ステップS401）、配

光設定値 $S1h$, $S1v$ を受信していなければ (ステップ $S401$; No)、ステップ $S401$ の処理を繰り返し実行し、配光設定値 $S1h$, $S1v$ を受信すると (ステップ $S401$; Yes)、制御装置 200 から送信された配光設定値 $S1h$ を、H 方向の新たな配光設定値 $S0h$ とし、制御装置 200 から送信された配光設定値 $S1v$ を、V 方向の新たな配光設定値 $S0v$ として、記憶回路 113 の記憶領域に格納し ($S0h = S1h$, $S0v = S1v$ 、ステップ $S402$)、ステップ $S401$ の処理に戻る。

[0195] 図 23 に戻り、記憶回路 113 の記憶領域に格納された H 方向の配光設定値 $S0h$ 及び V 方向の配光設定値 $S0v$ が変更されていない場合 ($S306$; Yes)、処理回路 114 は、照明装置 1a の電源がオフ制御されたか否かを判定し (ステップ $S307$)、照明装置 1a の電源がオフ制御されていない場合は (ステップ $S307$; No)、ステップ $S306$ からステップ $S307$ の処理を繰り返し実行する。

[0196] 記憶回路 113 の記憶領域に格納された H 方向の配光設定値 $S0h$ 及び V 方向の配光設定値 $S0v$ が変更されている場合 ($S306$; No)、ステップ $S304$ からステップ $S306$ の処理を繰り返し実行する。これにより、変更後の H 方向の配光設定値 $S0h$ 及び V 方向の配光設定値 $S0v$ に応じた配光状態に制御される。

[0197] 照明装置 1a の電源がオフ制御されると (ステップ $S307$; Yes)、配光制御処理を終了する。

[0198] ゆらぎ制御が有効である場合 (ステップ $S303$; Yes)、処理回路 114 は、記憶回路 113 の記憶領域に格納された H 方向の配光設定値 $S0h$ 及び V 方向の配光設定値 $S0v$ を読み出し (ステップ $S308$)、配光ゆらぎ制御処理における配光値のゆらぎ範囲を設定する。

[0199] ステップ $S011 \sim S013$ 及びステップ $S021 \sim S023$ における H 方向の配光設定値 $S0h$ に対する配光値 Sh のゆらぎ範囲、及び、ステップ $S031 \sim S033$ 及びステップ $S041 \sim S043$ における V 方向の配光設定値 $S0v$ に対する配光値 Sv のゆらぎ範囲を設定した後、処理回路

114は、H方向の配光設定値 $S0h$ を時刻 t における第1配光値 $Sh(t)$ とし、V方向の配光設定値 $S0v$ を時刻 t における第1配光値 $Sv(t)$ として、記憶回路113の記憶領域に格納する($Sh(t) = S0h$ 、 $Sv(t) = S0v$ 、ステップS309)。また、記憶回路113の記憶領域に格納された初期設定値(H方向の配光設定値 $S0h (= Sh(t))$ 及びV方向の配光設定値 $S0v (= Sv(t))$)に対応する配光階調値 $Dh(t)$ 、 $Dv(t)$ を電極駆動回路112に出力した後(ステップS310)、処理回路114は、図13又は図14に示す配光ゆらぎ制御処理(ステップS200)を実行する。

[0200] 続いて、処理回路114は、記憶回路113の記憶領域に格納されたH方向の配光設定値 $S0h$ 及びV方向の配光設定値 $S0v$ が変更されていないかを判定する(ステップS311)。

[0201] 記憶回路113の記憶領域に格納されたH方向の配光設定値 $S0h$ 及びV方向の配光設定値 $S0v$ が変更されていない場合(ステップS311; Yes)、処理回路114は、照明装置1aの電源がオフ制御されたか否かを判定し(ステップS312)、照明装置1aの電源がオフ制御されていなければ(ステップS312; No)、ステップS200に戻り、図13又は図14に示す配光ゆらぎ制御処理を繰り返し実行する。

[0202] 記憶回路113の記憶領域に格納されたH方向の配光設定値 $S0h$ 及びV方向の配光設定値 $S0v$ が変更されている場合(ステップS311; No)、ステップS308以降の処理を繰り返し実行する。これにより、変更後のH方向の配光設定値 $S0h$ 及びV方向の配光設定値 $S0v$ に基づき、図13又は図14に示す配光ゆらぎ制御が実行され、光学素子100の配光状態が動的に制御される。

[0203] 照明装置1aの電源がオフ制御されると(ステップS312; Yes)、配光制御処理を終了する。

[0204] 実施形態2に係る照明システムの照明装置1aは、図24に示す割り込み処理により、制御装置200から送信された配光設定値 $S1h$ 、 $S1v$ を新た

な配光設定値 S_{0h} , S_{0v} として記憶回路 113 の記憶領域に格納し（ステップ S402）、ステップ S304～ステップ S307 の処理、又は、ステップ S308～ステップ S312 の処理を実行する。言い換えると、実施形態 2 に係る照明システムでは、制御装置 200 により照明装置 1a の配光設定値 S_{0h} , S_{0v} の変更が可能であり、ゆらぎ制御が無効である場合に（ステップ S303；No）、照明装置 1a の配光設定値 S_{0h} , S_{0v} が変更されると（ステップ S306；No）、変更された配光設定値 S_{0h} , S_{0v} に基づいて通常の配光制御を実行し、ゆらぎ制御が有効である場合に（ステップ S303；Yes）、照明装置 1a の配光設定値 S_{0h} , S_{0v} が変更されると（ステップ S311；No）、変更された配光設定値 S_{0h} , S_{0v} に基づいて $1/f$ ゆらぎによる動的な配光制御を実行する。

[0205] また、実施形態 1 と同様に、図 13 に示す配光ゆらぎ制御処理を繰り返し実行することにより、光学素子 100 の配光状態が動的に制御される。この結果として、照明装置 1 の配光形状が揺らいだように変化し、心地良い光を演出することができる。

[0206] また、実施形態 1 の変形例と同様に、図 14 に示す配光ゆらぎ制御処理のステップ S232 からステップ S236 の処理を N 回繰り返すことにより、時刻 t から時刻 $t+1$ までの各時刻 $(t+n/N)$ において、時刻 t における H 方向の配光階調値 $D_h(t)$ と、時刻 $t+1$ における H 方向の配光階調値 $D_h(t+1)$ との中間階調で配光制御される。また、時刻 t から時刻 $t+1$ までの各時刻 $(t+n/N)$ において、時刻 t における V 方向の配光階調値 $D_v(t)$ と、時刻 $t+1$ における V 方向の配光階調値 $D_v(t+1)$ との中間階調で配光制御される。

[0207] これにより、時刻 t における H 方向の第 1 配光値 $S_h(t)$ と、時刻 $t+1$ における H 方向の配光目標値である第 2 配光値 $S_h(t+1)$ との間の配光状態の変化を滑らかにすることができる。また、時刻 t における V 方向の第 1 配光値 $S_v(t)$ と、時刻 $t+1$ における V 方向の配光目標値である第 2 配光値 $S_v(t+1)$ との間の配光状態の変化を滑らかにすることができる。

る。

[0208] なお、上述した実施形態では、H方向（第1方向）及びV方向（第2方向）の2方向の配光状態をそれぞれ独立して動的に制御する態様を例示したが、H方向（第1方向）及びV方向（第2方向）の2方向の配光状態をそれぞれ独立して動的に制御する態様に限定されず、H方向（第1方向）及びV方向（第2方向）の少なくとも一方の配光状態を動的に制御する態様であっても良い。

[0209] 以上、本開示の好適な実施の形態を説明したが、本開示はこのような実施の形態に限定されるものではない。実施の形態で開示された内容はあくまで一例にすぎず、本開示の趣旨を逸脱しない範囲で種々の変更が可能である。本開示の趣旨を逸脱しない範囲で行われた適宜の変更についても、当然に本開示の技術的範囲に属する。

符号の説明

- [0210] 1, 1 a 照明装置
2 液晶セル
2__1 第1液晶セル
2__2 第2液晶セル
2__3 第3液晶セル
2__4 第4液晶セル
4 光源
5 第1基板
6 第2基板
7 封止材
8 液晶層
9 基材
10, 10 a, 10 b 駆動電極
11 第1金属配線
11 a, 11 b, 11 c, 11 d 金属配線

1 2 基材
1 3, 1 3 a, 1 3 b 駆動電極
1 4 第2金属配線
1 4 a, 1 4 b 金属配線
1 5 a, 1 5 b 導通部
1 6 a, 1 6 b 接続端子部
1 7 液晶分子
1 8 配向膜
1 9 配向膜
2 0 表示パネル
3 0 タッチセンサ
3 1 検出素子
1 0 0 光学素子
1 1 1 送受信回路
1 1 2 電極駆動回路
1 1 3 記憶回路
1 1 3__1 設定回路 (D I Pスイッチ)
2 0 0 制御装置
2 1 1 検出回路
2 1 2 変換処理回路
2 2 3 記憶回路
2 2 5 送受信回路
2 3 1 表示制御回路
3 0 0 通信手段
A A 有効領域
D A 表示領域
F A 検出領域
G A 周辺領域

O B J 配光形状オブジェクト

S 1 第1スライダ

S 2 第2スライダ

S h 配光値 (H方向)

S h (t) 第1配光値 (H方向)

S h (t + 1) 第2配光値 (H方向)

S v 配光値 (V方向)

S v (t) 第1配光値 (V方向)

S v (t + 1) 第2配光値 (V方向)

X h (t) 第1変数 (H方向)

X h (t + 1) 第2変数 (H方向)

X v (t) 第1変数 (V方向)

X v (t + 1) 第2変数 (V方向)

請求の範囲

- [請求項1] 光源と、
- 前記光源の光軸上に設けられ、当該光源から射出される光の配光状態を第1方向と当該第1方向とは異なる第2方向の2方向で制御する光学素子と、
- 少なくとも前記光学素子の配光制御処理を実行する処理回路と、
- を備え、
- 前記処理回路は、
- 前記配光制御処理を実行するための設定値である配光設定値に基づき、前記第1方向及び前記第2方向の少なくとも一方の配光状態を $1/f$ ゆらぎにより動的に制御する、
- 照明装置。
- [請求項2] 前記処理回路は、
- 前記第1方向及び前記第2方向の2方向の配光状態をそれぞれ独立して動的に制御する、
- 請求項1に記載の照明装置。
- [請求項3] 前記処理回路は、
- 間欠カオス法を用いて、 $1/f$ ゆらぎによる動的な配光制御を行う、
- 請求項1又は2に記載の照明装置。
- [請求項4] 前記動的な配光制御を実行する際の配光値の変化幅を定義するゆらぎ幅が設定される記憶回路を備え、
- 前記処理回路は、
- 前記動的な配光制御を実行する際に、当該制御における配光値の変化範囲として定義されるゆらぎ範囲を設定し、
- 前記配光設定値と前記ゆらぎ幅とを加算して、前記ゆらぎ範囲の上限値とし、前記配光設定値から前記ゆらぎ幅を減算して、前記ゆらぎ範囲の下限値とする、

請求項 3 に記載の照明装置。

[請求項5]

前記処理回路は、

前記動的な配光制御を実行する際に、時刻 t において前記光学素子の配光状態を実現するための配光値である第 1 配光値、及び、前記ゆらぎ範囲の上下限值に基づいて、前記時刻 t における第 1 変数を算出し、当該第 1 変数に基づき、前記時刻 t よりも後の時刻 $t + 1$ における第 2 変数を算出し、当該第 2 変数、及び、前記ゆらぎ範囲の上下限值に基づいて、前記時刻 $t + 1$ における前記光学素子の配光状態を実現するための配光目標値である第 2 配光値を算出する、

請求項 4 に記載の照明装置。

[請求項6]

前記処理回路は、

前記第 2 変数が所定範囲外であるとき、当該所定範囲内のランダム値を第 2 変数として前記第 2 配光値を算出する、

請求項 5 に記載の照明装置。

[請求項7]

前記処理回路は、

前記動的な配光制御を実行する際に、前記時刻 t における前記第 1 配光値と、前記時刻 $t + 1$ における前記第 2 配光値との中間階調で、前記時刻 t から前記時刻 $t + 1$ までの間に段階的に前記光学素子の配光状態を変化させる、

請求項 6 に記載の照明装置。

[請求項8]

光源と、該光源の光軸上に設けられ、当該光源から射出される光の配光状態を第 1 方向と当該第 1 方向とは異なる第 2 方向の 2 方向で制御する光学素子と、少なくとも前記光学素子の配光制御処理を実行する処理回路と、を備えた照明装置と、

少なくとも前記照明装置の前記第 1 方向及び前記第 2 方向の 2 方向の配光状態を変更可能な制御装置と、

を備え、

前記処理回路は、

前記配光制御処理を実行するための設定値である配光設定値に基づき、前記第 1 方向及び前記第 2 方向の少なくとも一方の配光状態を $1/f$ ゆらぎにより動的に制御する、

照明システム。

[請求項9]

前記処理回路は、

前記第 1 方向及び前記第 2 方向の 2 方向の配光状態をそれぞれ独立して動的に制御する、

請求項 8 に記載の照明システム。

[請求項10]

前記処理回路は、

間欠カオス法を用いて、 $1/f$ ゆらぎによる動的な配光制御を行う

、

請求項 8 又は 9 に記載の照明システム。

[請求項11]

前記照明装置は、

前記動的な配光制御を実行する際の配光値の変化幅を定義するゆらぎ幅が設定される記憶回路を備え、

前記処理回路は、

前記動的な配光制御を実行する際に、当該制御における配光値の変化範囲として定義されるゆらぎ範囲を設定し、

前記配光設定値と前記ゆらぎ幅とを加算して、前記ゆらぎ範囲の上限値とし、前記配光設定値から前記ゆらぎ幅を減算して、前記ゆらぎ範囲の下限値とする、

請求項 10 に記載の照明システム。

[請求項12]

前記処理回路は、

前記動的な配光制御を実行する際に、時刻 t において前記光学素子の配光状態を実現するための配光値である第 1 配光値、及び、前記ゆらぎ範囲の上下限值に基づいて、前記時刻 t における第 1 変数を算出し、当該第 1 変数に基づき、前記時刻 t よりも後の時刻 $t + 1$ における第 2 変数を算出し、当該第 2 変数、及び、前記ゆらぎ範囲の上下限

値に基づいて、前記時刻 $t + 1$ における前記光学素子の配光状態を実現するための配光目標値である第 2 配光値を算出する、

請求項 1 1 に記載の照明システム。

[請求項13]

前記処理回路は、

前記第 2 変数が所定範囲外であるとき、当該所定範囲内のランダム値を第 2 変数として前記第 2 配光値を算出する、

請求項 1 2 に記載の照明システム。

[請求項14]

前記処理回路は、

前記動的な配光制御を実行する際に、前記時刻 t における前記第 1 配光値と、前記時刻 $t + 1$ における前記第 2 配光値との中間階調で、前記時刻 t から前記時刻 $t + 1$ までの間に段階的に前記光学素子の配光状態を変化させる、

請求項 1 3 に記載の照明システム。

[請求項15]

前記制御装置は、

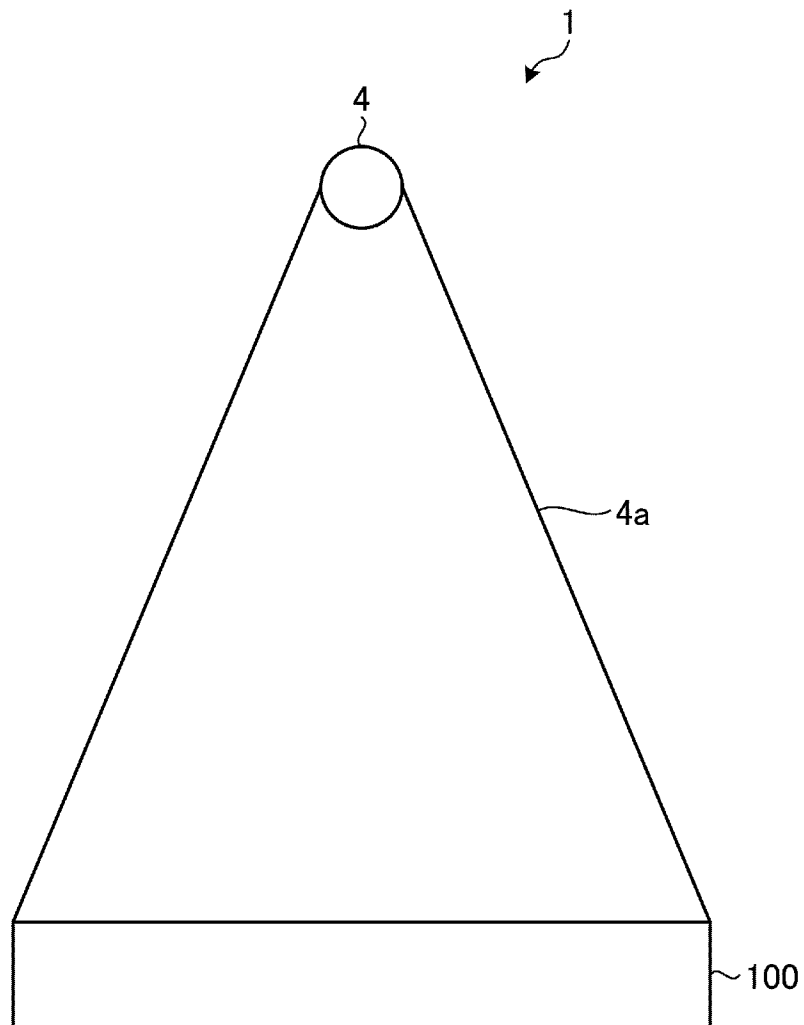
前記配光設定値を前記照明装置に送信し、

前記照明装置は、

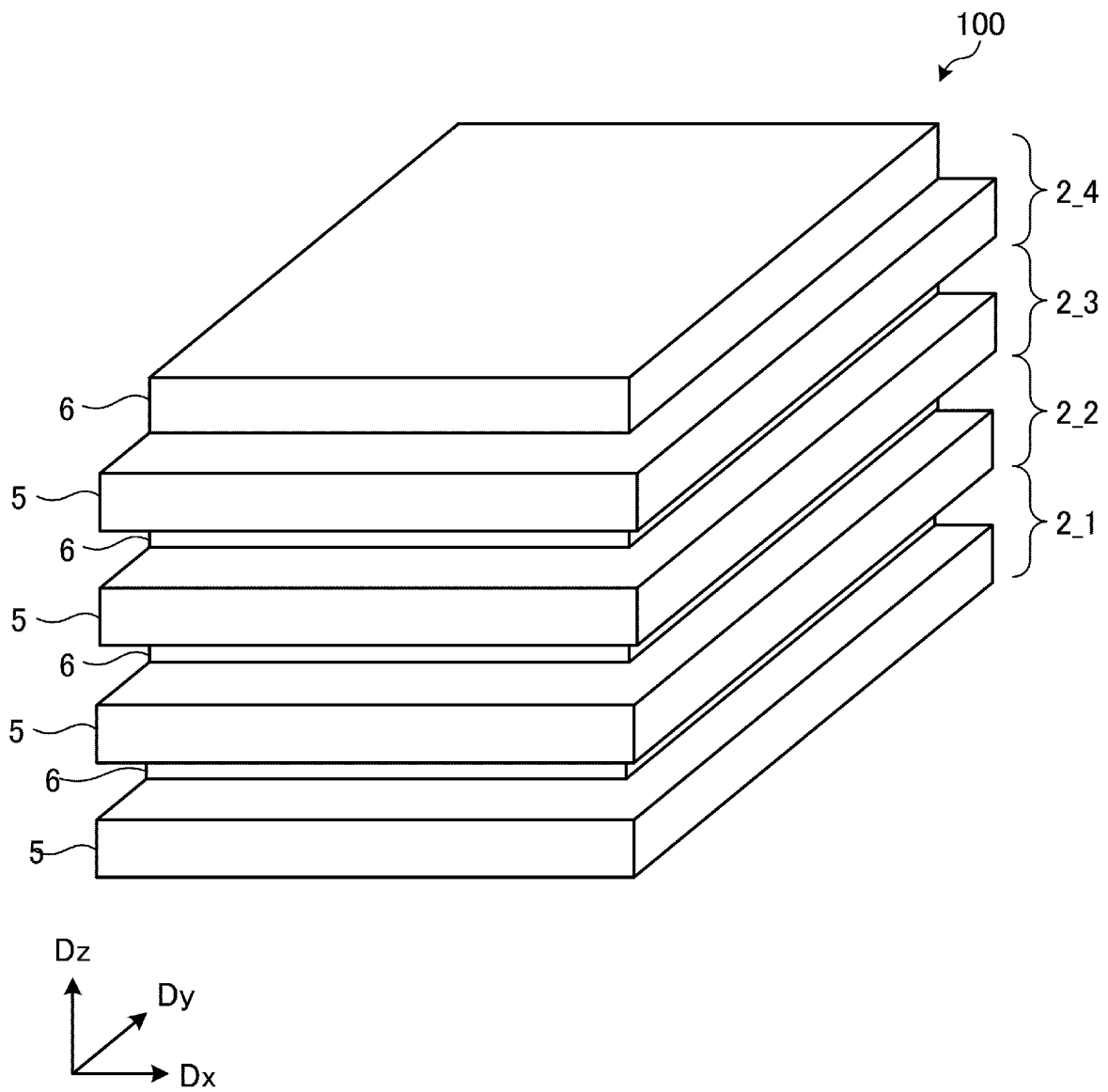
前記制御装置から送信された配光設定値を前記記憶回路の記憶領域に格納する、

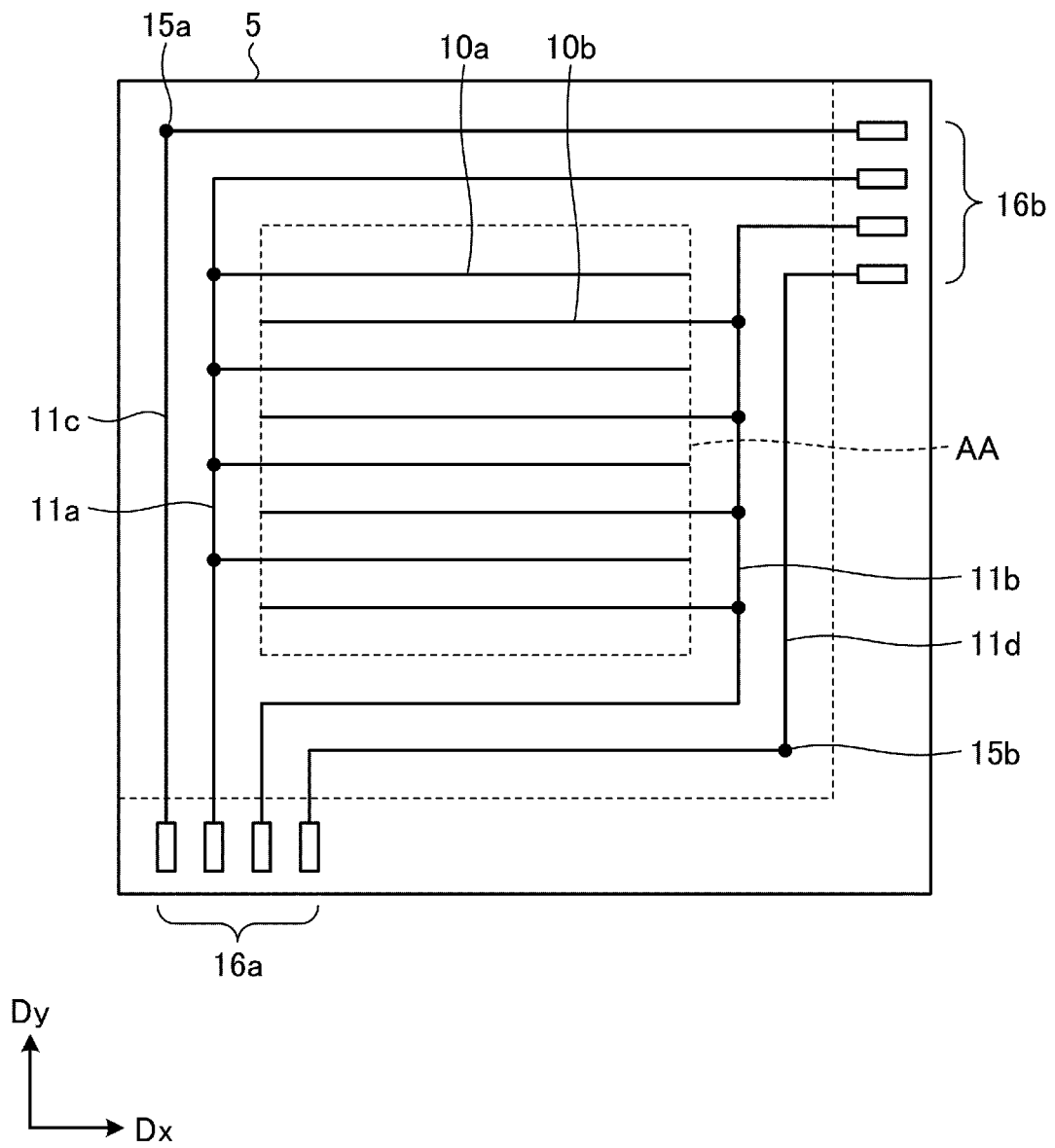
請求項 1 1 に記載の照明システム。

[図1A]

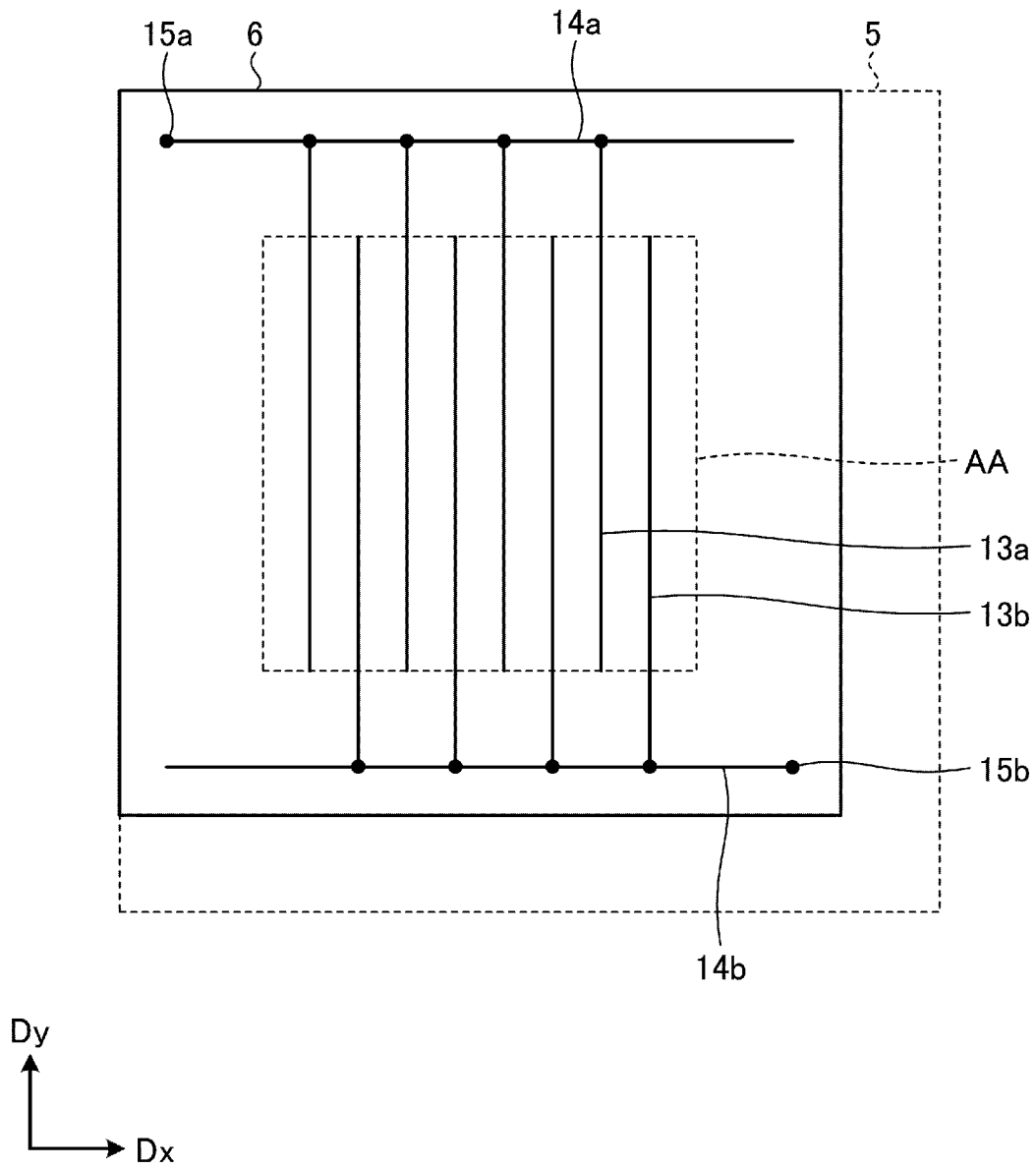


[図1B]

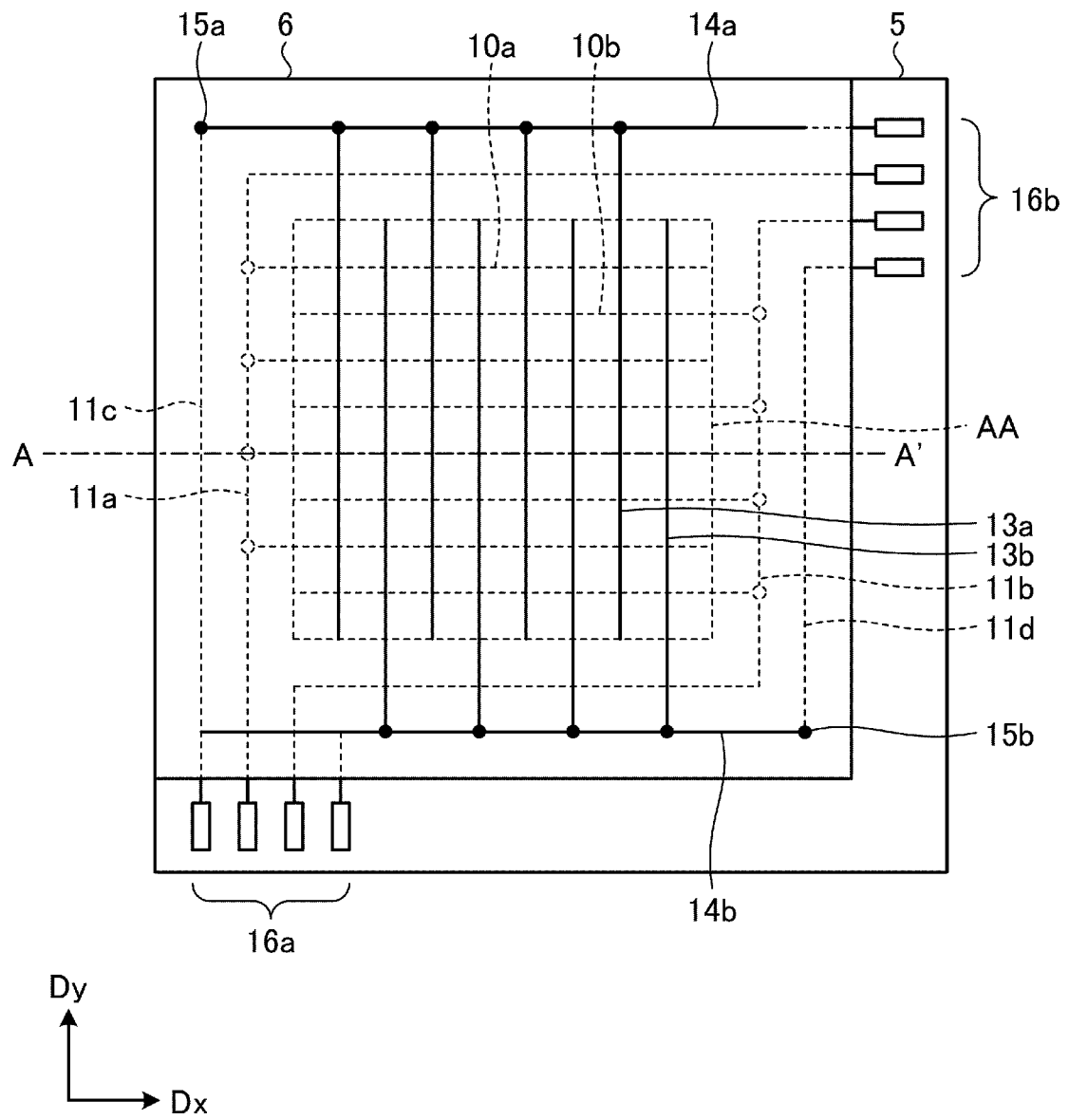




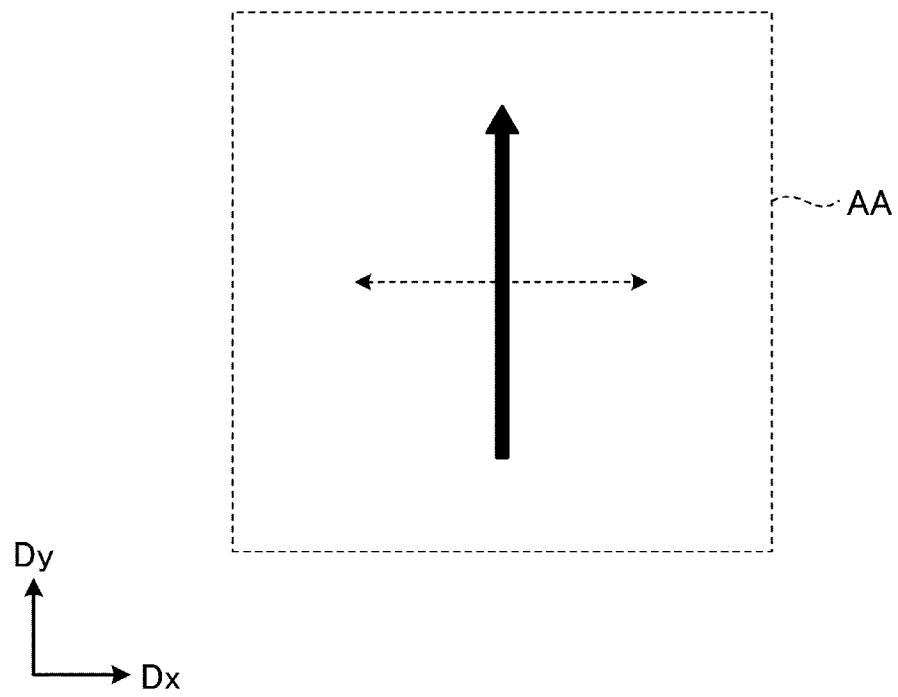
[図3]



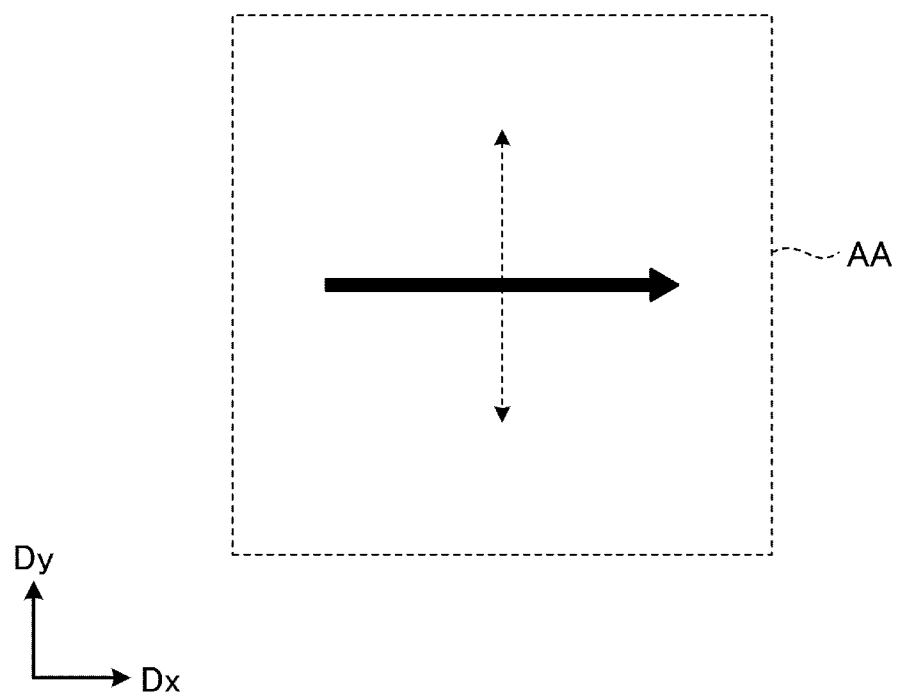
[図4]



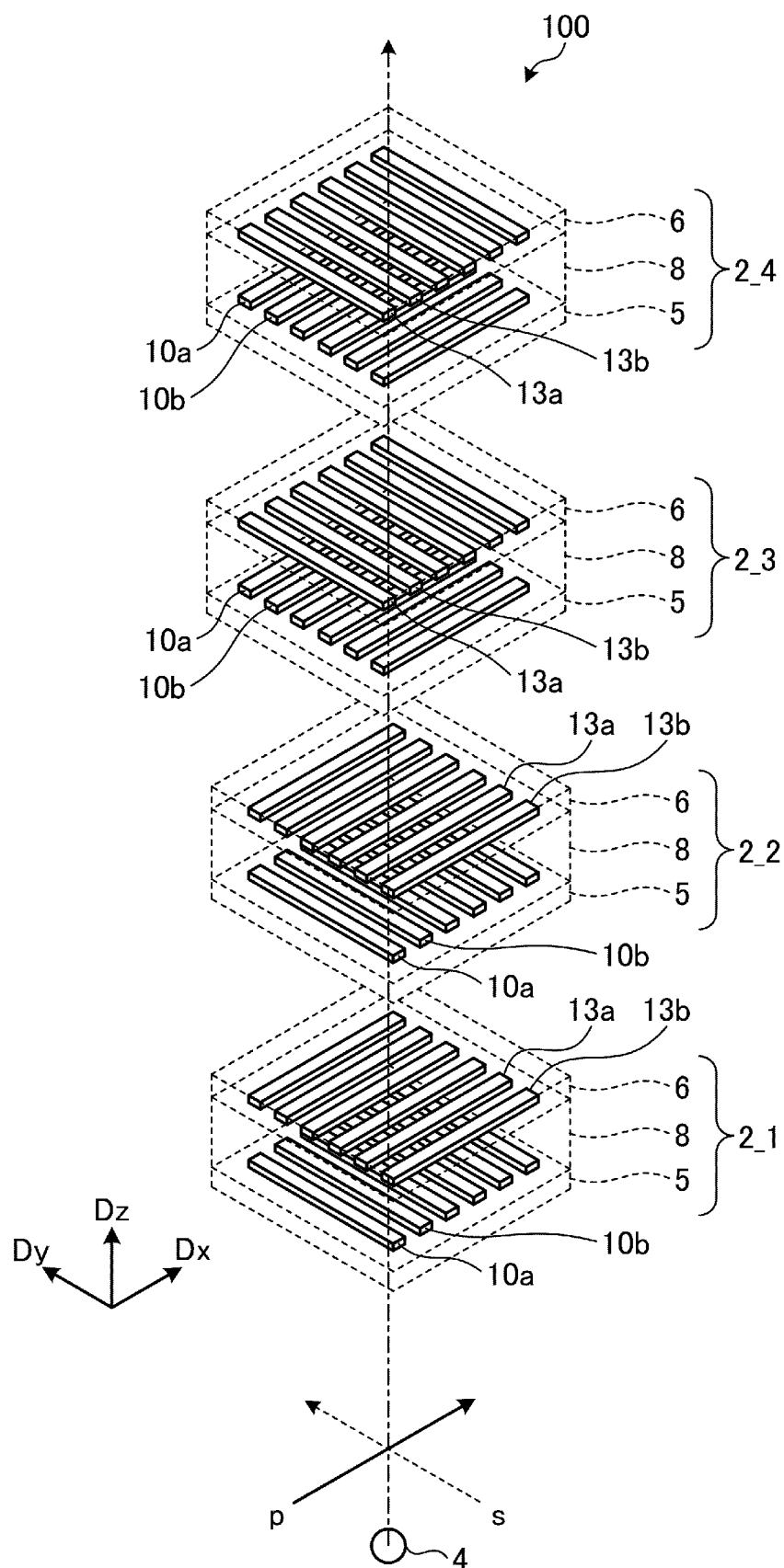
[図6A]



[図6B]



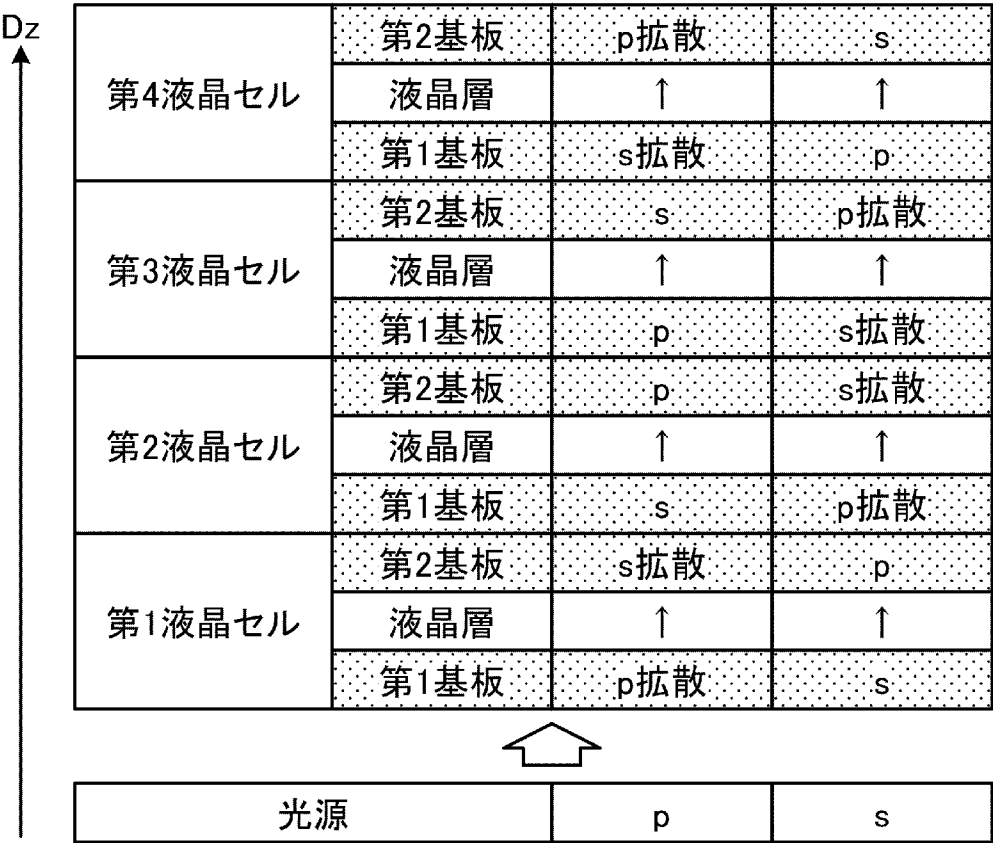
[図7]



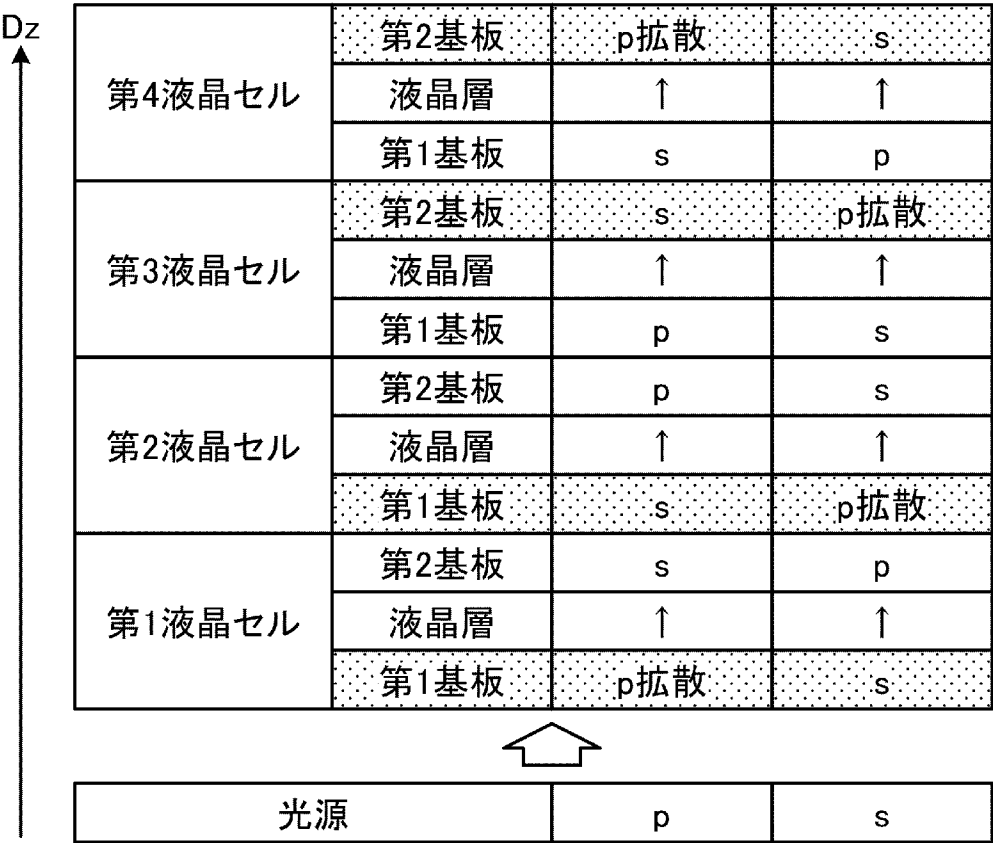
[図8A]



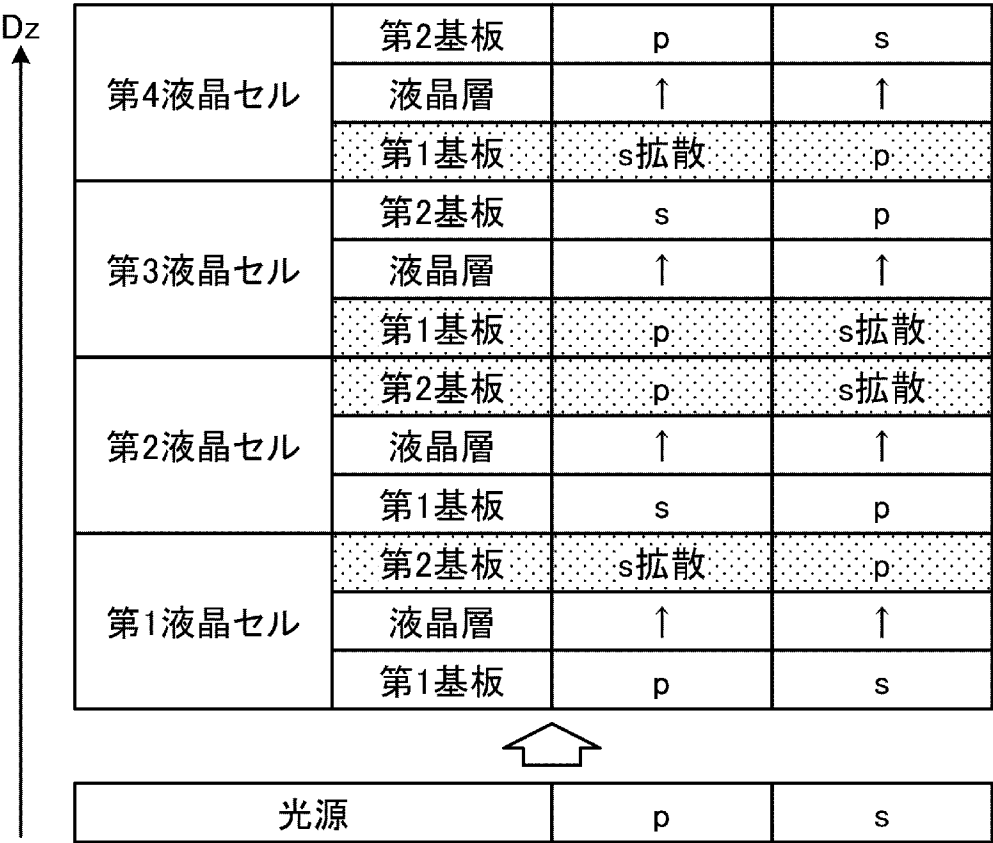
[図8B]



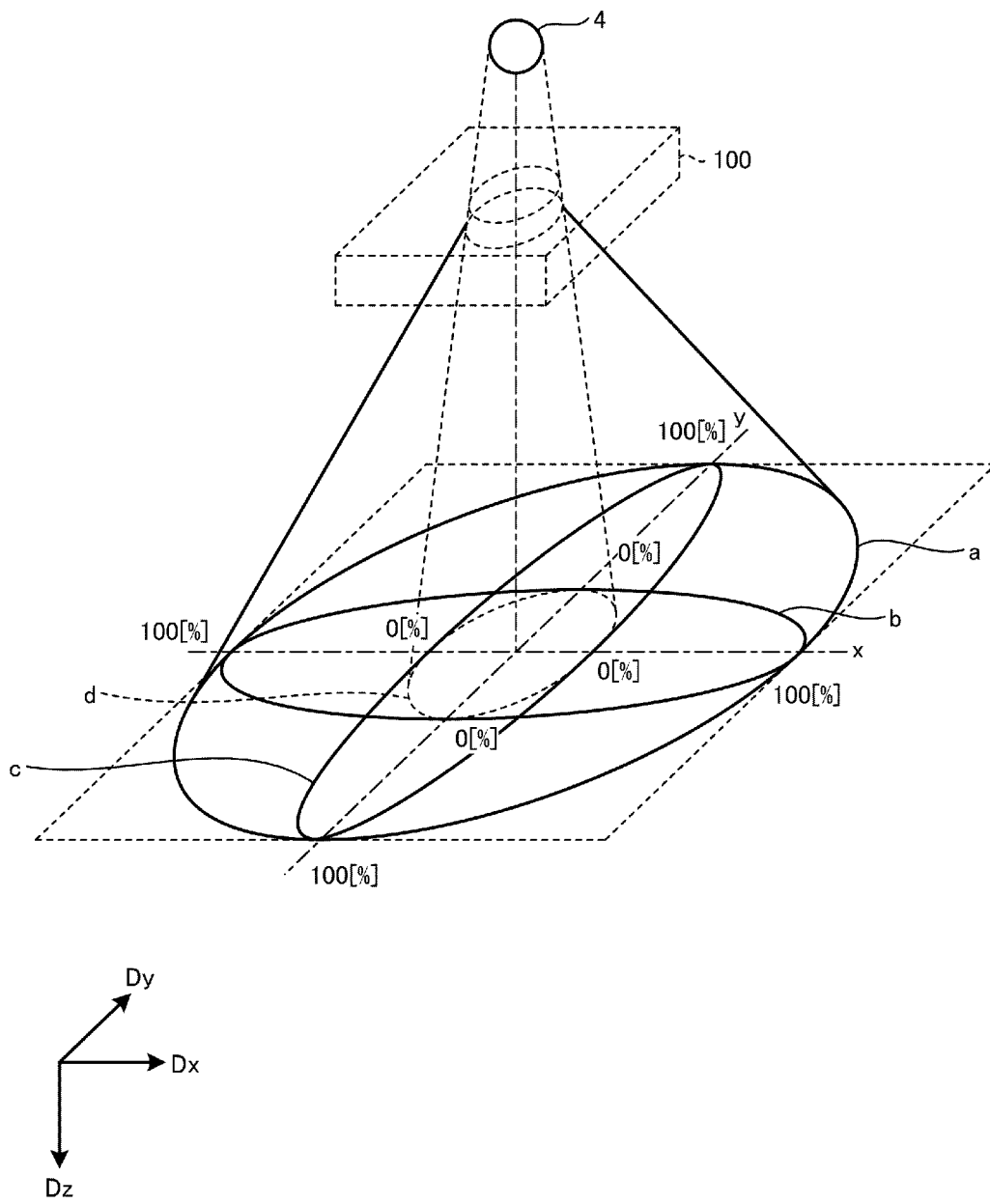
[図8C]



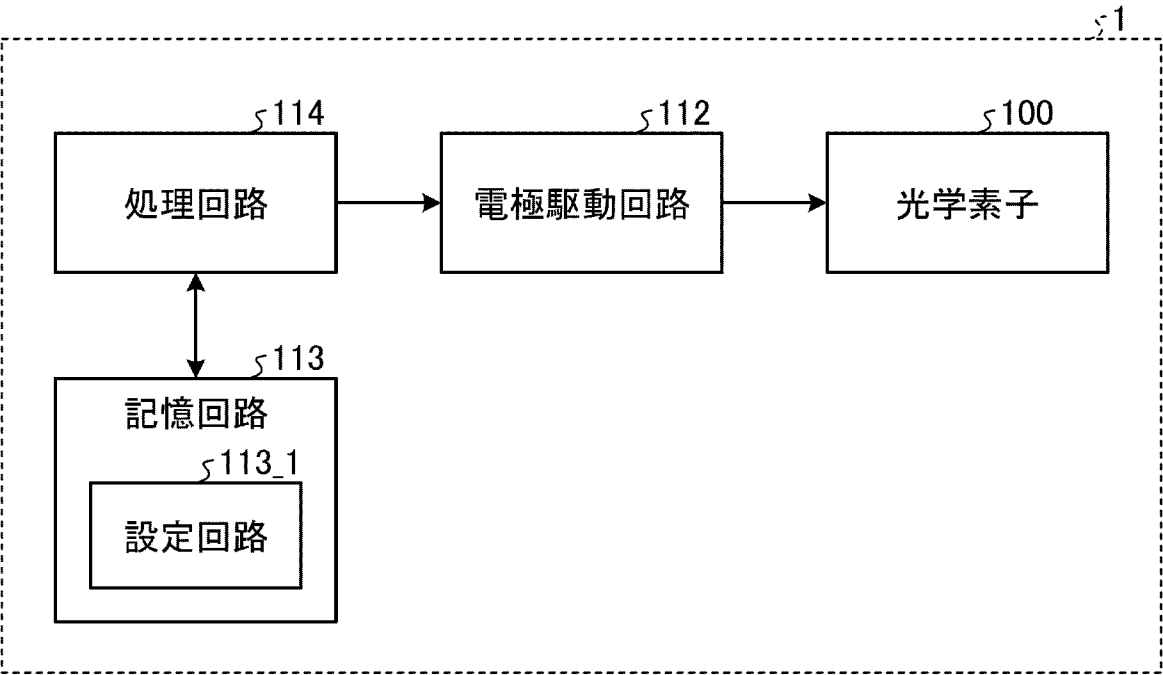
[図8D]



[図9]



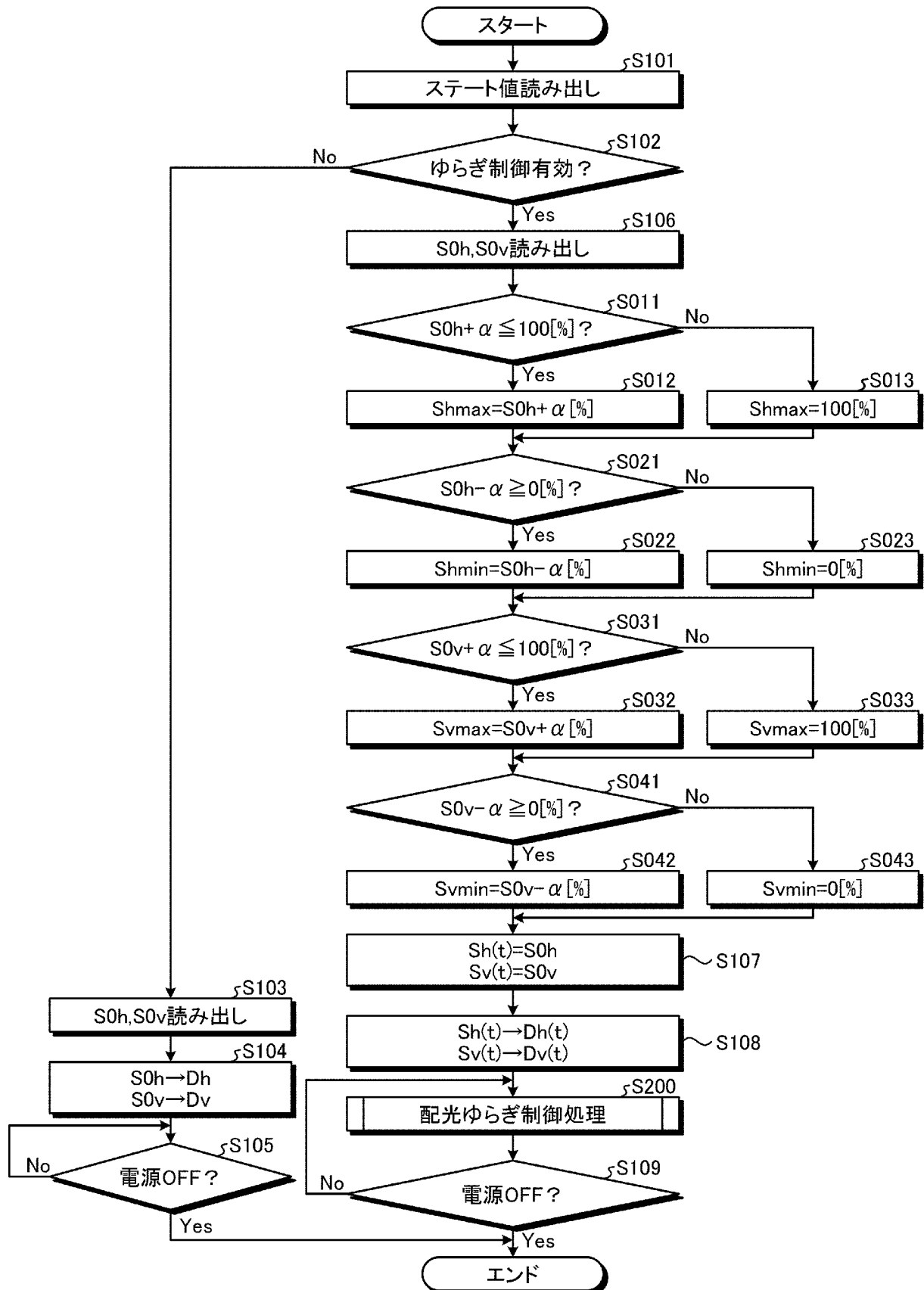
[図10]



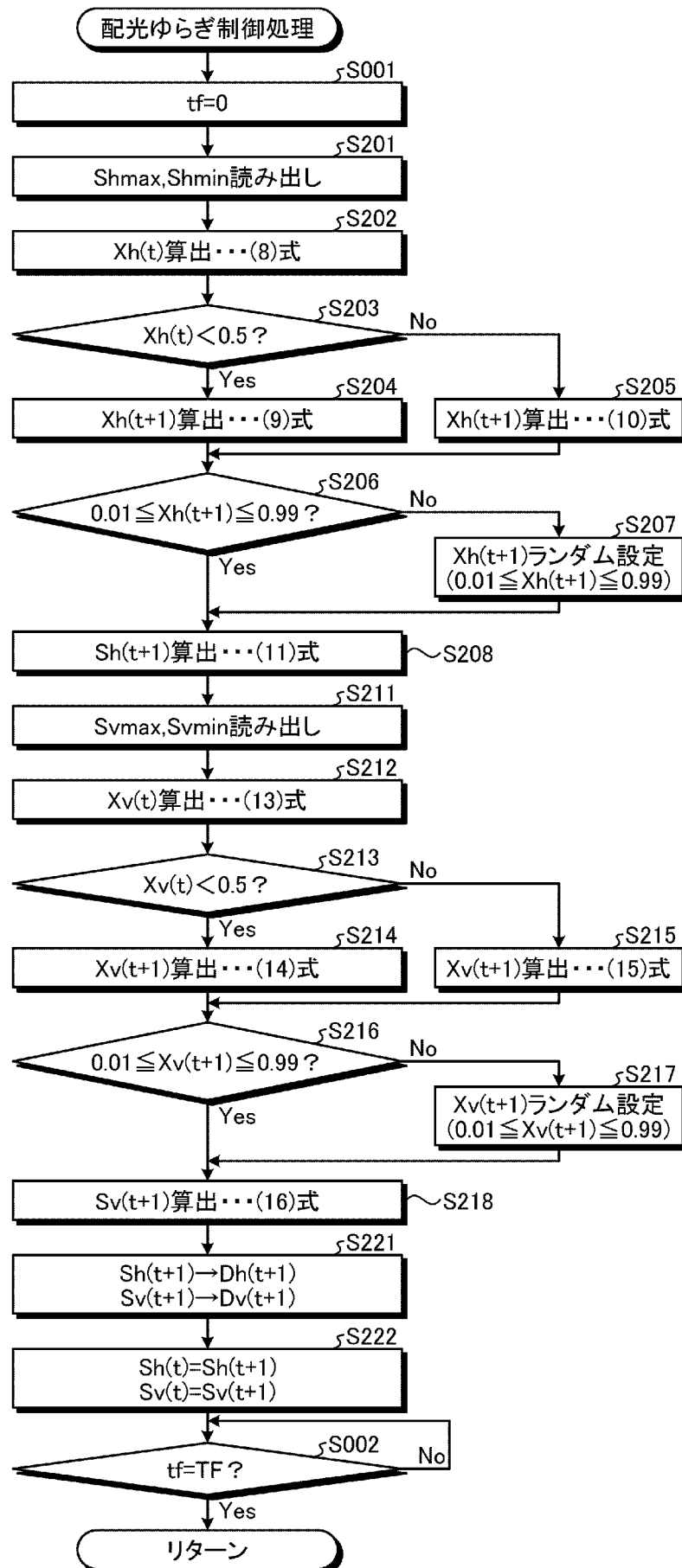
[図11]

上位ビット		下位ビット		ゆらぎ制御	ゆらぎ幅
3	2	1	0		
0	0	*	*	無効	無効
0	1	0	0	調光ゆらぎ	5[%]
		0	1		10[%]
		1	0		20[%]
		1	1		30[%]
1	0	0	0	配光ゆらぎ	5[%]
		0	1		10[%]
		1	0		20[%]
		1	1		30[%]
1	1	0	0	調光ゆらぎ 配光ゆらぎ	5[%]
		0	1		10[%]
		1	0		20[%]
		1	1		30[%]

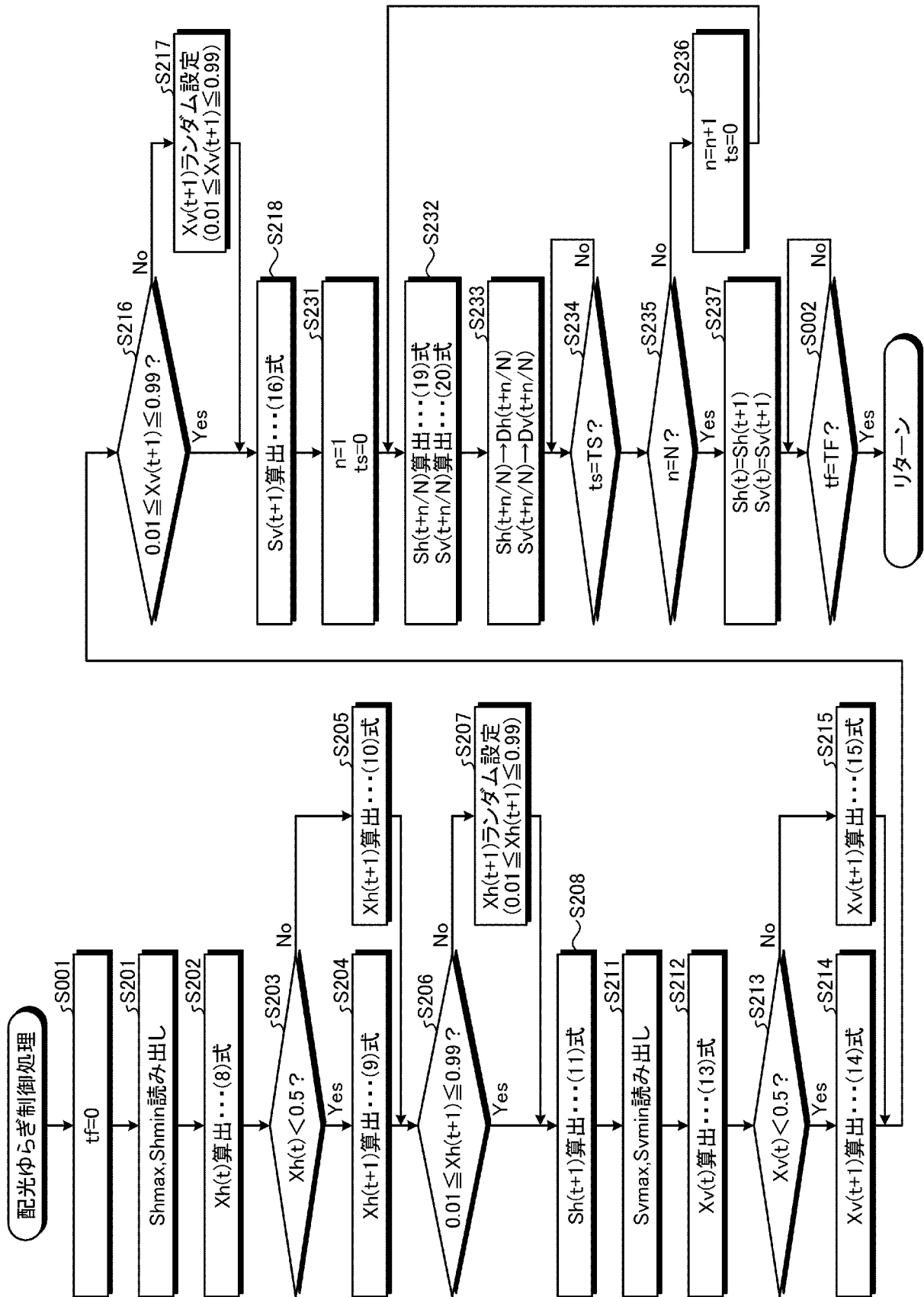
[図12]



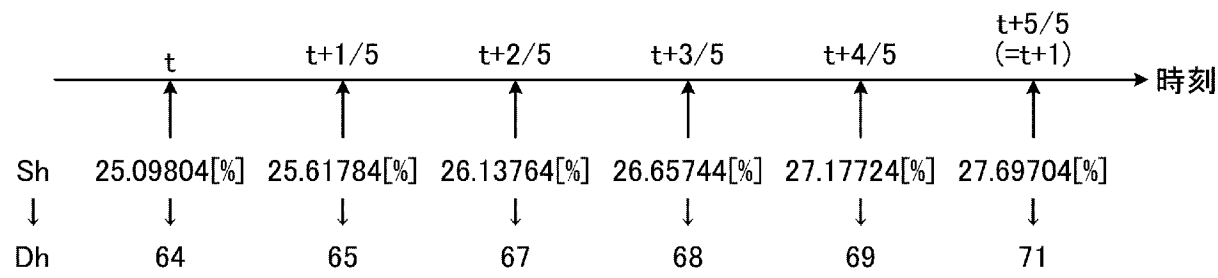
[図13]



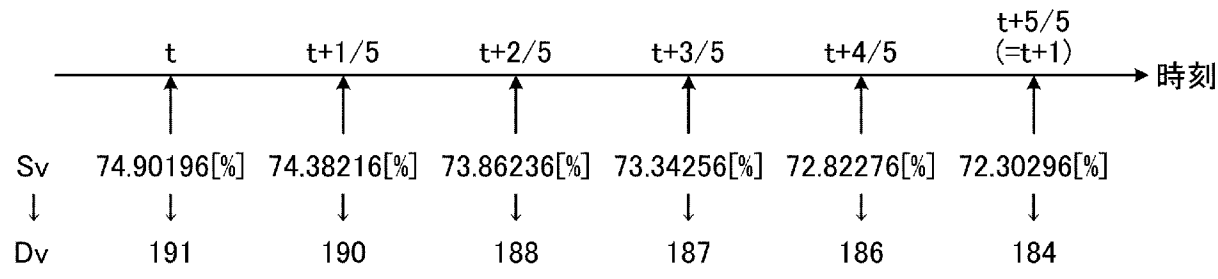
[図14]



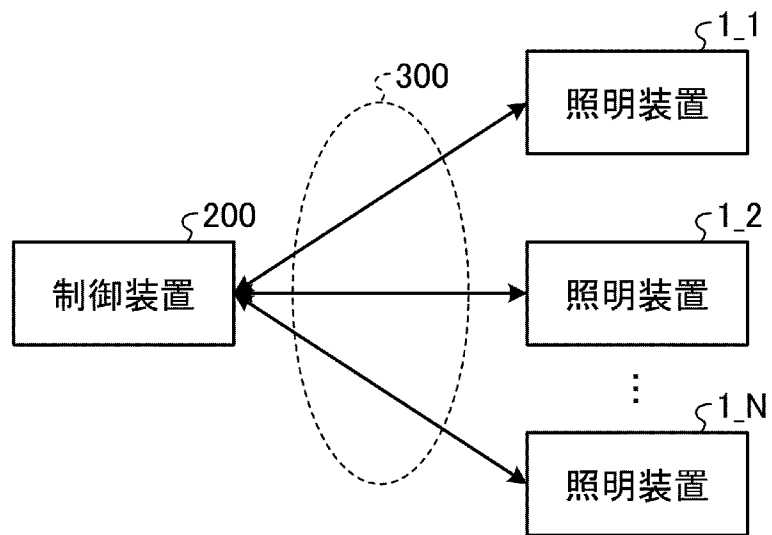
[図15]



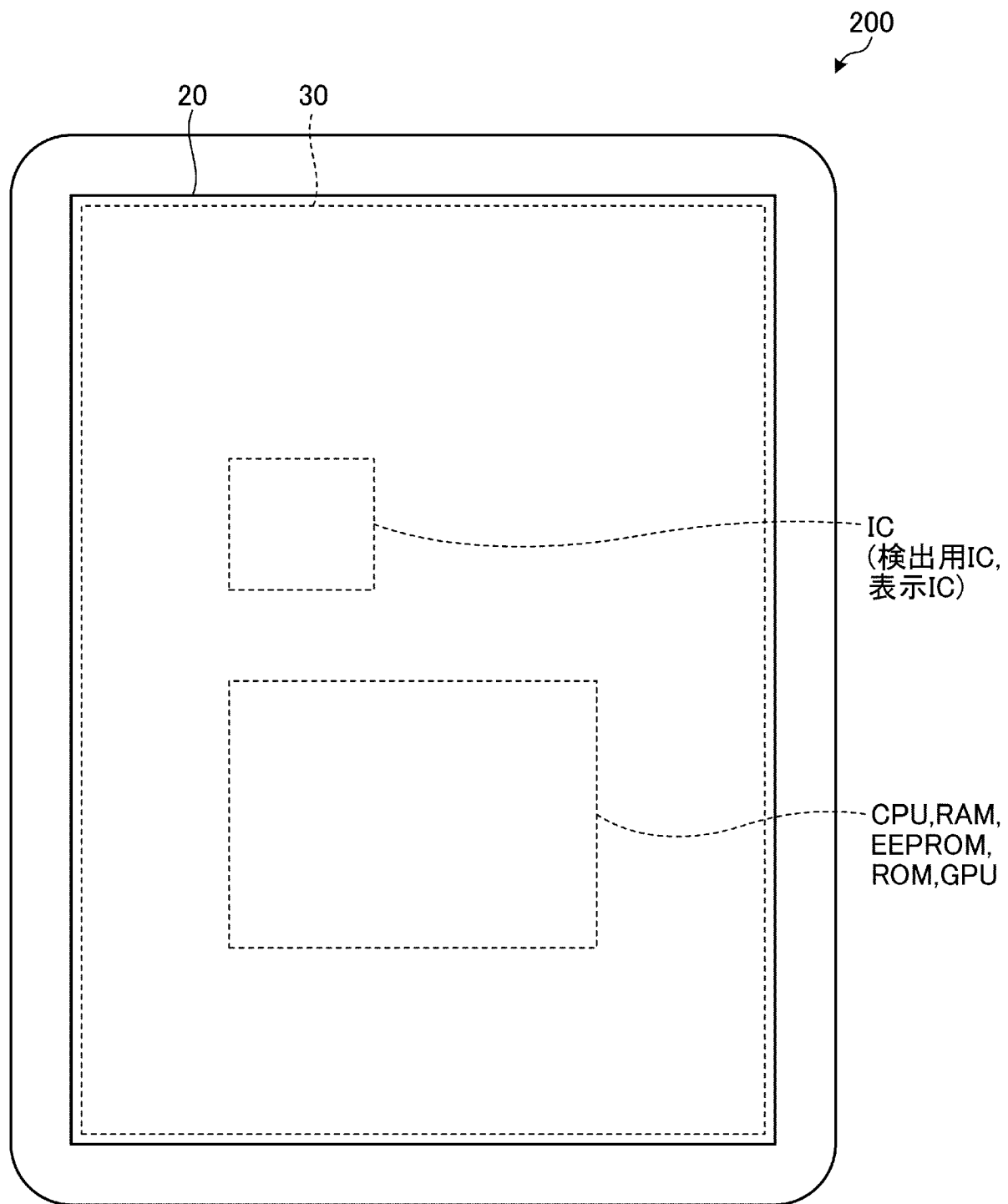
[図16]



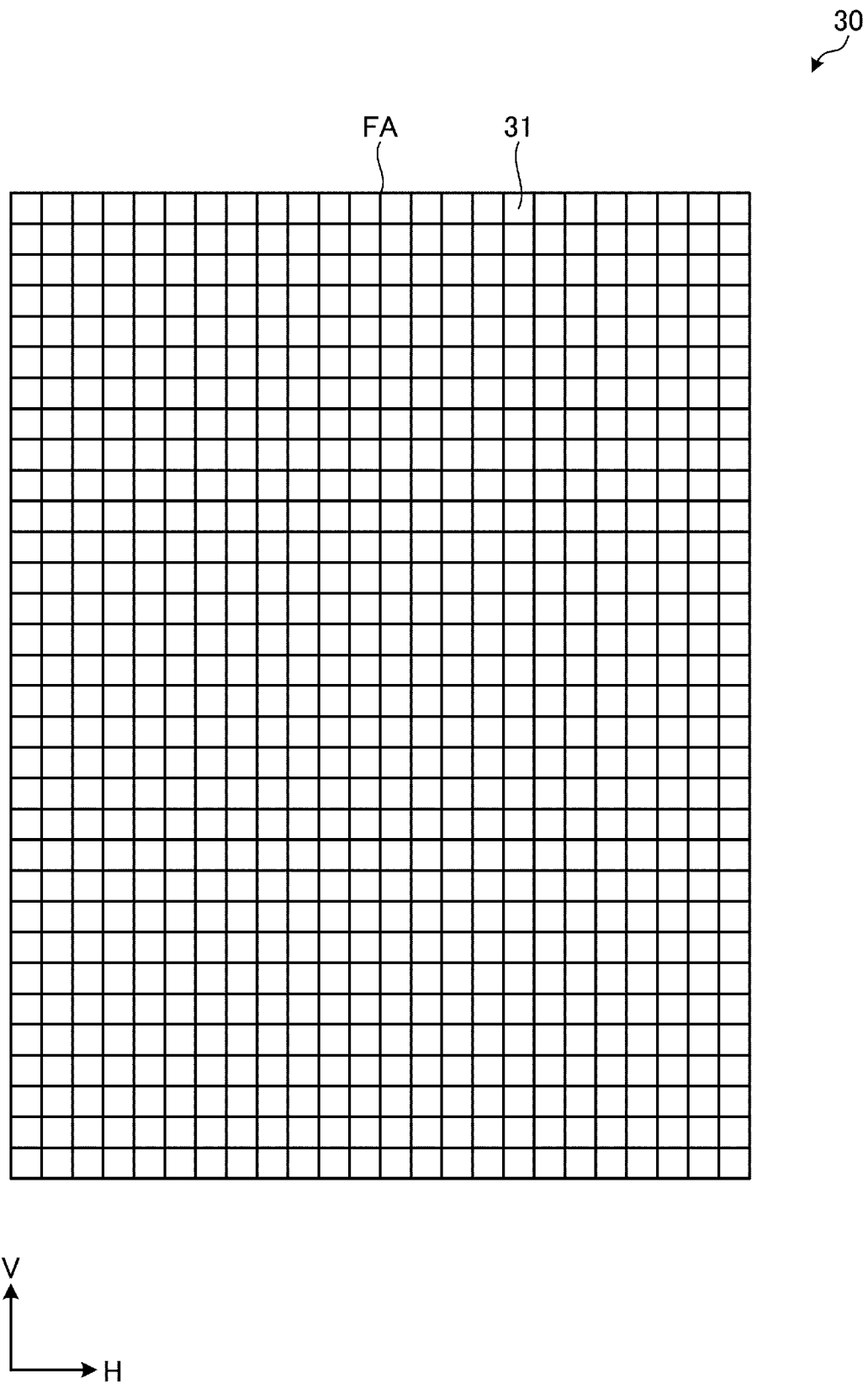
[図17]



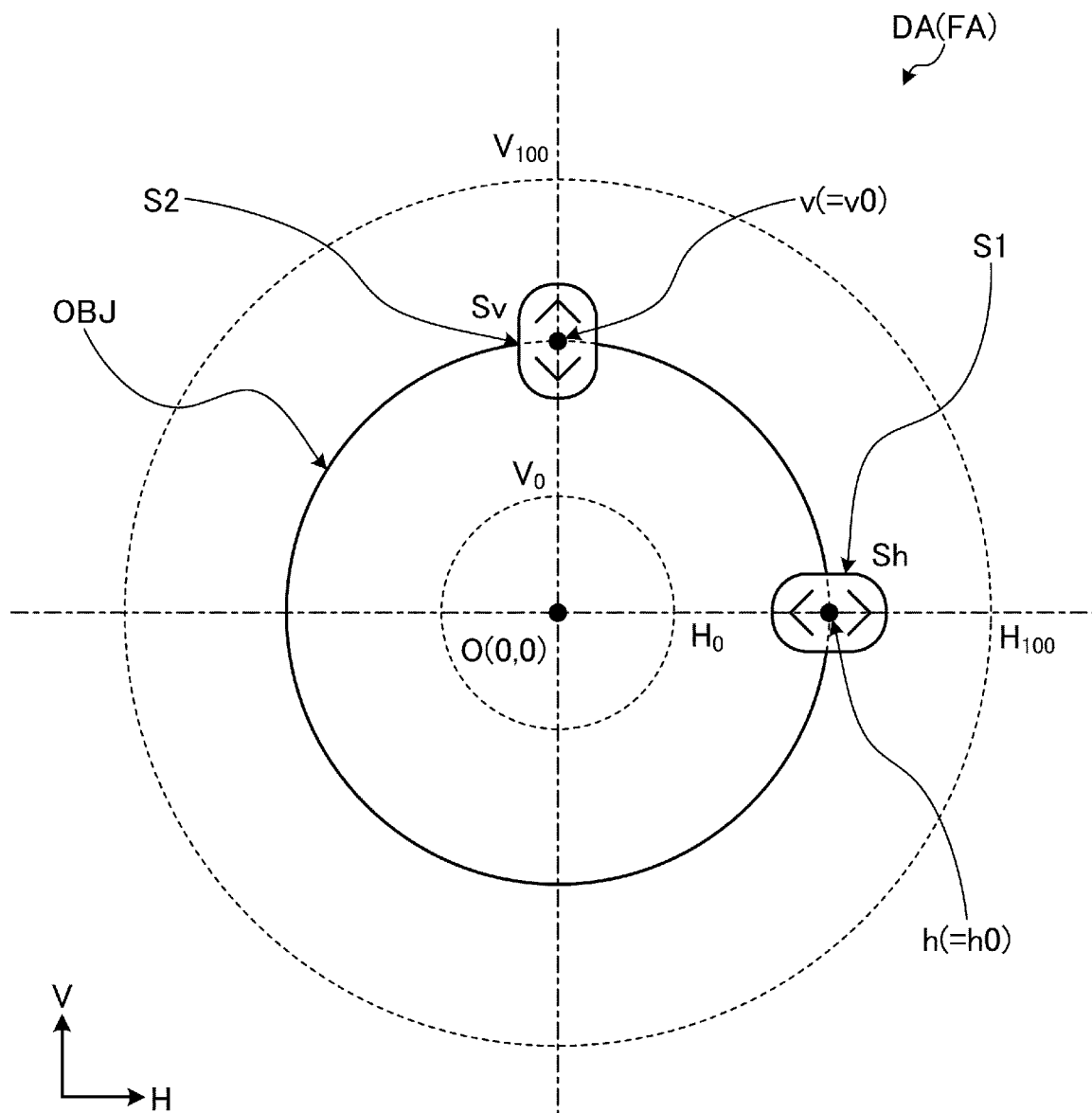
[図18]



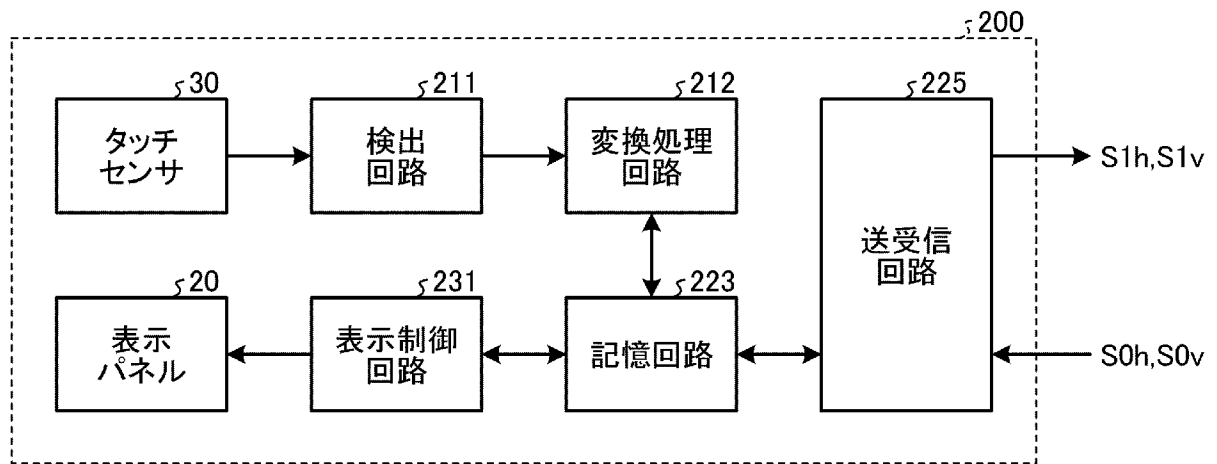
[図19]



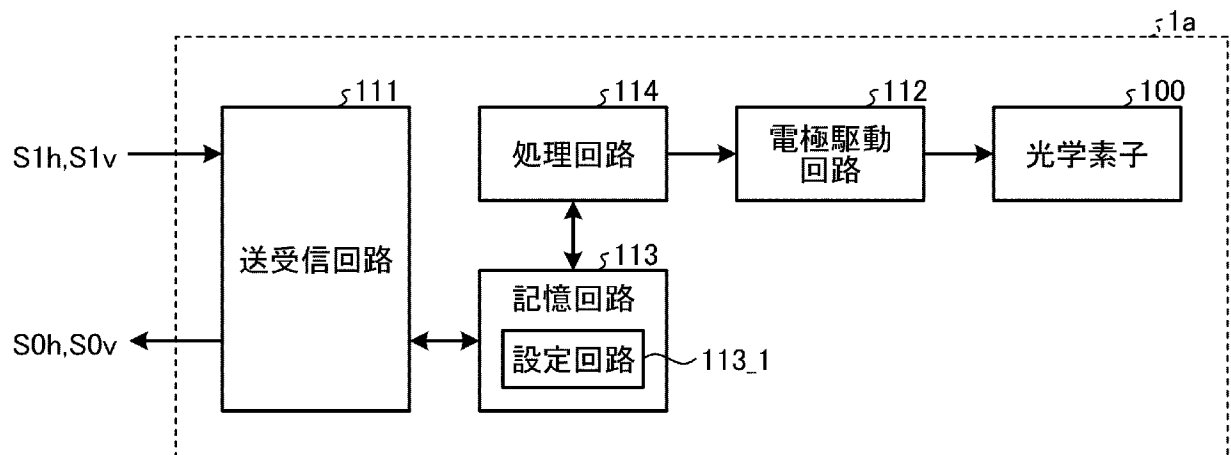
[図20]



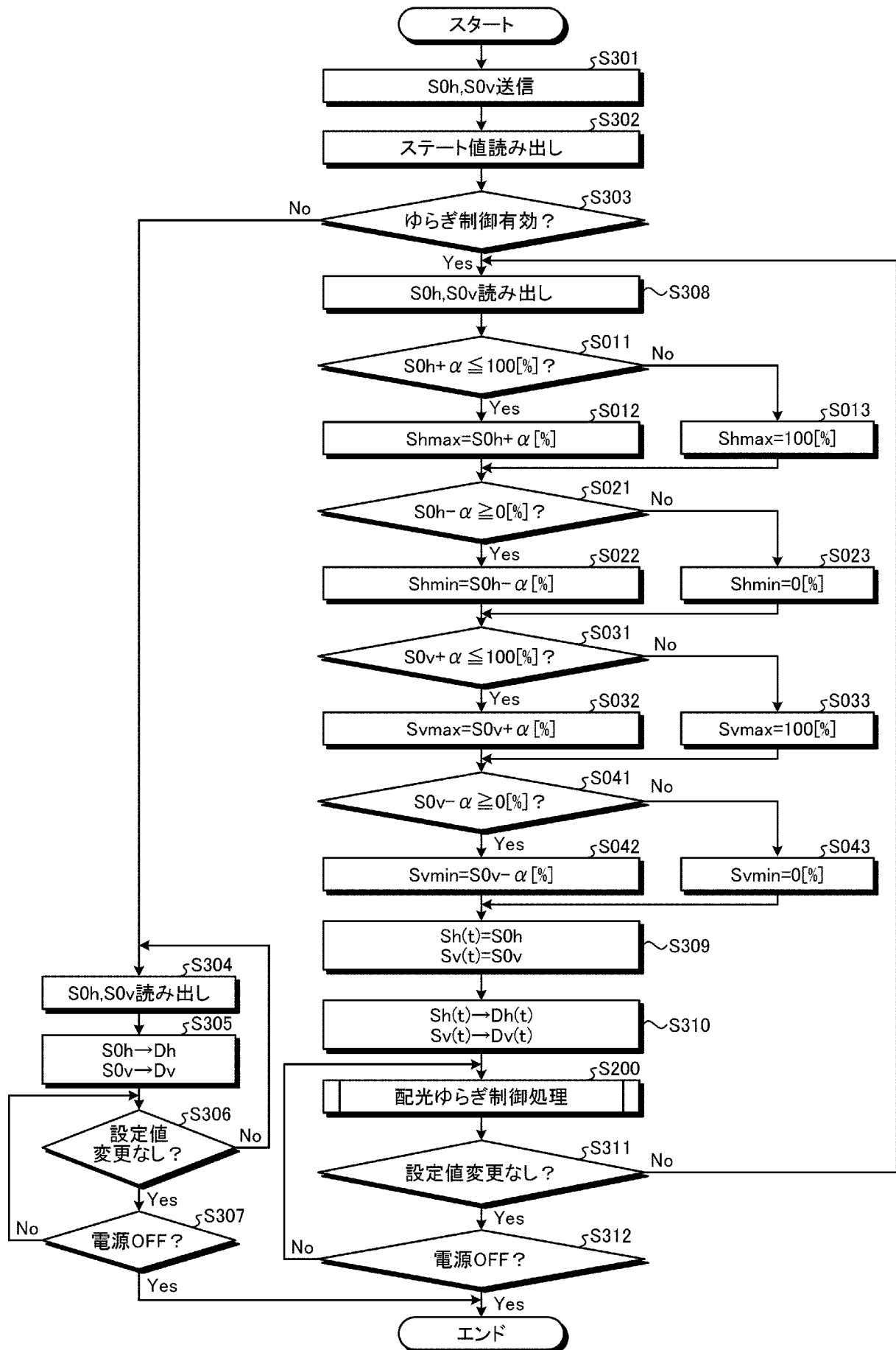
[図21]



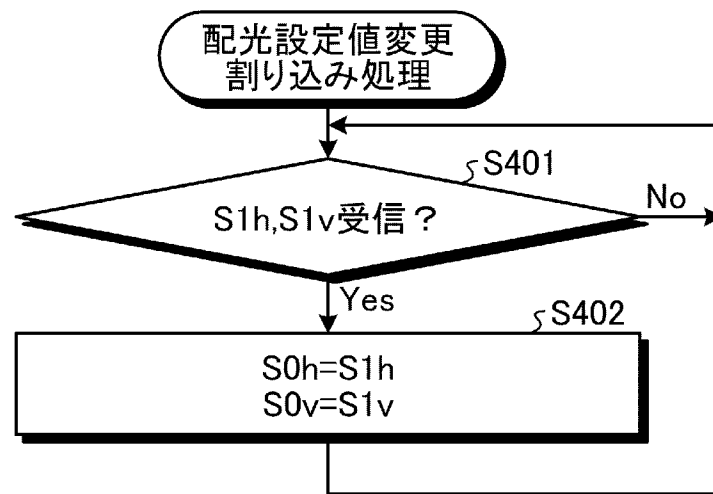
[図22]



[図23]



[図24]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2023/024995

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

H05B 47/105(2020.01)i; **F21S 2/00**(2016.01)i; **F21V 9/40**(2018.01)i; **H05B 47/16**(2020.01)i; **H05B 47/165**(2020.01)i;
F21Y 115/10(2016.01)n

FI: H05B47/105; H05B47/16; H05B47/165; F21S2/00 350; F21V9/40 400; F21Y115:10

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)

H05B47/105; F21S2/00; F21V9/40; H05B47/16; H05B47/165; F21Y115/10

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 1971-2023
 Registered utility model specifications of Japan 1996-2023
 Published registered utility model applications of Japan 1994-2023

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	JP 2021-096957 A (MITSUBISHI ELECTRIC CORP.) 24 June 2021 (2021-06-24) paragraphs [0011]-[0052], fig. 1-5	1-15
A	JP 2021-077609 A (KOMOREBI ENG LLC) 20 May 2021 (2021-05-20) paragraphs [0011]-[0051], fig. 1-8	1-15



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
 “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

24 July 2023

Date of mailing of the international search report

15 August 2023

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/JP2023/024995

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)	Publication date (day/month/year)
JP	2021-096957	A	24 June 2021	(Family: none)	
JP	2021-077609	A	20 May 2021	(Family: none)	

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC）） H05B 47/105(2020.01)i; F21S 2/00(2016.01)i; F21V 9/40(2018.01)i; H05B 47/16(2020.01)i; H05B 47/165(2020.01)i; F21Y 115/10(2016.01)n FI: H05B47/105; H05B47/16; H05B47/165; F21S2/00 350; F21V9/40 400; F21Y115:10										
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）） H05B47/105; F21S2/00; F21V9/40; H05B47/16; H05B47/165; F21Y115/10										
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 <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2023年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2023年</td> </tr> </table>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2023年
日本国実用新案公報	1922 - 1996年									
日本国公開実用新案公報	1971 - 2023年									
日本国実用新案登録公報	1996 - 2023年									
日本国登録実用新案公報	1994 - 2023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	JP 2021-096957 A（三菱電機株式会社）24.06.2021（2021 - 06 - 24） 段落[0011]-[0052], 図1-5	1-15								
A	JP 2021-077609 A（こもればいエンジニアリング合同会社）20.05.2021（2021 - 05 - 20） 段落[0011]-[0051], 図1-8	1-15								
☐ 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。										
<table border="0"> <tr> <td> * 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの “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 </td> <td> “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 </td> </tr> </table>			* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの “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						
* 引用文献のカテゴリー “A” 特に関連のある文献ではなく、一般的技术水準を示すもの “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 24.07.2023		国際調査報告の発送日 15.08.2023								
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） 安食 泰秀 3X 3740 電話番号 03-3581-1101 内線 3371								

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/JP2023/024995

引用文献			公表日	パテントファミリー文献	公表日
JP	2021-096957	A	24.06.2021	(ファミリーなし)	
JP	2021-077609	A	20.05.2021	(ファミリーなし)	