

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6418768号
(P6418768)

(45) 発行日 平成30年11月7日 (2018. 11. 7)

(24) 登録日 平成30年10月19日 (2018. 10. 19)

(51) Int. Cl.

F I

G O 3 B 21/14 (2006. 01)

G O 3 B 21/14 A

G O 3 B 21/00 (2006. 01)

G O 3 B 21/00 F

G O 3 B 21/16 (2006. 01)

G O 3 B 21/00 E

H O 4 N 5/74 (2006. 01)

G O 3 B 21/16

H O 4 N 5/74 D

請求項の数 9 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2014-77917 (P2014-77917)
 (22) 出願日 平成26年4月4日 (2014. 4. 4)
 (65) 公開番号 特開2015-200705 (P2015-200705A)
 (43) 公開日 平成27年11月12日 (2015. 11. 12)
 審査請求日 平成29年3月31日 (2017. 3. 31)

(73) 特許権者 000001007
 キヤノン株式会社
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
 (74) 代理人 100110412
 弁理士 藤元 亮輔
 (74) 代理人 100104628
 弁理士 水本 敦也
 (74) 代理人 100121614
 弁理士 平山 倫也
 (72) 発明者 田中 純一
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キ
 ヤノン株式会社内

審査官 中村 直行

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像投射装置およびその制御方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

画像信号に応じて光を変調する光変調素子と、
 前記光変調素子により変調された光を投射する投射光学系と、
前記光変調素子の第1の分割照明領域と第2の分割照明領域を照明する照明光学系と、
前記第1の分割照明領域に対応する第1の光源ユニットと、
前記第2の分割照明領域に対応する第2の光源ユニットと、
前記第1の光源ユニットと前記第2の光源ユニットを制御する光源制御手段とを有し、
前記光源制御手段が前記第1および第2の光源ユニットのそれぞれの光量を制御するこ
とで前記第1および第2の分割照明領域のそれぞれの明るさを変化させることができ、
 前記投射光学系により投射されない非投射光成分を検出する光検出手段を有し、
前記第1の分割照明領域と前記第2の分割照明領域は、前記光変調素子の走査方向に垂
直な方向に配置されており、
前記光源制御手段は、前記画像信号が動画の信号である場合に、該画像信号の垂直同期信
号の1周期内で、前記第1の光源ユニットと前記第2の光源ユニットのうち点灯する光源
ユニットと消灯する光源ユニットとを順次変更するとともに、該順次変更中における前記
光検出手段による前記非投射光成分の検出結果に応じて前記第1の光源ユニットの光量と
前記第2の光源ユニットの光量を制御することを特徴とする画像投射装置。

10

【請求項 2】

前記光検出手段は、前記光変調素子から前記投射光学系に向かう光から得られる前記非

20

投射光成分を検出することを特徴とする請求項 1 に記載の画像投射装置。

【請求項 3】

前記光検出手段は、前記光変調素子において発生するフリッカを検出することを特徴とする請求項 2 に記載の画像投射装置。

【請求項 4】

前記光源制御手段は、前記第 1 の光源ユニットと前記第 2 の光源ユニットと第 3 の光源ユニットを含む複数の光源ユニットのうち点灯している光源ユニットが 1 つであり、消灯している光源ユニットが複数ある場合の前記非投射光成分の検出結果から得られる情報に応じて前記複数の光源ユニットの光量を制御することを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の画像投射装置。

10

【請求項 5】

前記光源制御手段は、前記第 1 の光源ユニットと前記第 2 の光源ユニットと第 3 の光源ユニットを含む複数の光源ユニットが全て点灯している場合の前記非投射光成分の検出結果と、前記複数の光源ユニットのうち点灯している光源ユニットが複数ある場合の前記非投射光成分の検出結果とから得られる情報に応じて前記複数の光源ユニットの光量を制御することを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の画像投射装置。

【請求項 6】

前記第 1 の光源ユニットと前記第 2 の光源ユニットは、複数の発光素子を有し、

前記光源制御手段は、前記複数の発光素子を発光させる際に、該複数の発光素子のうちの他の発光素子よりも内側に配置された発光素子に対する光量を前記他の発光素子に対する光量と異ならせることを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の画像投射装置。

20

【請求項 7】

前記第 1 の光源ユニットと前記第 2 の光源ユニットは、複数の発光素子と、冷却手段を有しており、

前記複数の発光素子のうち他の発光素子よりも内側に配置された発光素子に対する前記冷却手段の冷却作用が前記他の発光素子に対する前記冷却手段の冷却作用よりも高いことを特徴とする請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の画像投射装置。

【請求項 8】

前記照明光学系は、複数のレンズセルを有する第 1 のレンズアレイと、複数のレンズセルを有する第 2 のレンズアレイを備え、

30

前記照明光学系は、前記第 1 のレンズアレイが有する複数のレンズセルのうち、所定の 1 つのレンズセルに互いに異なる角度で入射した複数の光束が、前記第 2 のレンズアレイが有する複数のレンズセルのうち、互いに異なるレンズセルに入射するように構成されている、ことを特徴とする請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載の画像投射装置。

【請求項 9】

画像信号に応じて光を変調する光変調素子と、前記光変調素子により変調された光を投射する投射光学系と、前記光変調素子の第 1 の分割照明領域と第 2 の分割照明領域を照明する照明光学系と、前記第 1 の分割照明領域に対応する第 1 の光源ユニットと、前記第 2 の分割照明領域に対応する第 2 の光源ユニットとを有し、前記第 1 および第 2 の光源ユニットのそれぞれの光量を制御することで前記第 1 および第 2 の分割照明領域のそれぞれの明るさを変化させることができる画像投射装置の制御方法であって、

40

前記投射光学系により投射されない非投射光成分を検出可能とし、

前記第 1 の分割照明領域と前記第 2 の分割照明領域を、前記光変調素子の走査方向に垂直な方向に配置し、

前記画像信号が動画の信号である場合に、該画像信号の垂直同期信号の 1 周期内で、前記第 1 の光源ユニットと前記第 2 の光源ユニットのうち点灯する光源ユニットと消灯する光源ユニットとを順次変更するとともに、該順次変更中における前記非投射光成分の検出結果に応じて前記第 1 の光源ユニットの光量と前記第 2 の光源ユニットの光量を制御することを特徴とする画像投射装置の制御方法。

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、プロジェクタ等の画像投射装置に関し、特に半導体発光素子を光源として用いる画像投射装置に関する。

【背景技術】

【0002】

LEDや半導体レーザ等の半導体発光素子を画像投射装置の光源として用いる場合、投射画像の十分な明るさを確保するために、複数の半導体発光素子を用いる必要がある。ただし、半導体発光素子は自らの温度、使用環境の温度、発光のための駆動電流等によって発光量（輝度）と発光主波長が変動する。このため、複数の半導体発光素子を使用する場合、素子個体間で上記変動のばらつきが投影画像上で輝度ムラや色味に影響を及ぼす。

10

【0003】

特許文献1では、複数の半導体発光素子を有する光源ユニットにおいて、冷却路上の複数の位置に温度センサを設け、該センサによる検出結果に基づいて発光素子を区分し、その発光素子の光量（発光強度）を制御する方法が開示されている。また、特許文献2には、色合成光学系とロッドインテグレータとの間に配置した集光レンズに照明光の一部を有効域外に射出させる光分岐部と射出光の強度を検出する検出素子とを設け、その検出結果に基づいて発光素子の光量を制御する方法が開示されている。

20

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2012-155268号公報

【特許文献2】特開2008-003270号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、特許文献1にて開示された方法では、高輝度化で半導体発光素子の数を増やした場合、光源ユニット内の温度分布を高精度で検出する為には、温度センサの数を増やす必要がある。

30

【0006】

また、特許文献2にて開示された方法では、光分岐部を構成するための光学部品が必要となるため、装置の大型化を招く。さらに、照明光の一部を発光素子の光量の検出に用いるため、常に投射画像の明るさ低下を招く。

【0007】

本発明は、光源の発光状態の検出精度低下、又は装置の大型化や投射画像の明るさ低下を招くことなく、光源の光量のばらつきを抑制することができるようにした画像投射装置およびその制御方法を提供する。

【課題を解決するための手段】

【0008】

40

本発明の一側面としての画像投射装置は、画像信号に応じて光を変調する光変調素子と、該光変調素子により変調された光を投射する投射光学系と、光変調素子の第1の分割照明領域と第2の分割照明領域を照明する照明光学系と、第1の分割照明領域に対応する第1の光源ユニットと、第2の分割照明領域に対応する第2の光源ユニットと、第1の光源ユニットと第2の光源ユニットを制御するための光源制御手段とを有し、光源制御手段が第1および第2の光源ユニットのそれぞれの光量を制御することで第1および第2の分割照明領域のそれぞれの明るさを変化させることができる。該画像投射装置は、投射光学系により投射されない非投射光成分を検出する光検出手段を有し、第1の分割照明領域と第2の分割照明領域は、光変調素子の走査方向に垂直な方向に配置されており、光源制御手段は、画像信号が動画の信号である場合に、該画像信号の垂直同期信号の1周期内で、第

50

1の光源ユニットと第2の光源ユニットのうち点灯する光源ユニットと消灯する光源ユニットとを順次変更するとともに、該順次変更中における光検出手段による非投射光成分の検出結果に応じて第1の光源ユニットの光量と第2の光源ユニットの光量を制御することを特徴とする。

【0009】

本発明の一側面としての制御方法は、画像信号に応じて光を変調する光変調素子と、該光変調素子により変調された光を投射する投射光学系と、光変調素子の第1の分割照明領域と第2の分割照明領域を照明する照明光学系と、第1の分割照明領域に対応する第1の光源ユニットと、第2の分割照明領域に対応する第2の光源ユニットとを有し、第1および第2の光源ユニットの光量を制御することで第1および第2の分割照明領域のそれぞれの明るさを変化させることができる画像投射装置に適用される。該制御方法は、投射光学系により投射されない非投射光成分を検出可能とし、第1の分割照明領域と第2の分割照明領域を光変調素子の走査方向に垂直な方向に配置し、画像信号が動画の信号である場合に、該画像信号の垂直同期信号の1周期内で、第1の光源ユニットと第2の光源ユニットのうち点灯する光源ユニットと消灯する光源ユニットとを順次変更するとともに、該順次変更中における該非投射光成分の検出結果に応じて第1の光源ユニットの光量と第2の光源ユニットの光量を制御することを特徴とする。

10

【発明の効果】

【0010】

本発明では、各光源ユニットからの光束のうち画像投射に用いられない非投射光成分の検出結果に応じて複数の光源ユニットの光量を制御する。このため、本発明によれば、コスト上昇もしくは光源ユニットの発光状態の検出精度の低下、装置の大型化や投射画像の明るさの低下を招くことなく、光源ユニットごとの光量のばらつきを抑制することができる。

20

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明の実施例1であるプロジェクタの構成を示す図。

【図2】実施例1に用いられる照明光学系の構成を説明する図。

【図3】上記照明光学系に含まれる第1および第2のフライアイレンズにおける光源像の形成を説明する図。

30

【図4】上記第1および第2のフライアイレンズにおける光源像の形成を説明する別の図。

【図5】実施例1のプロジェクタにおける被照明面の照明状態の例を説明する図。

【図6】実施例1のプロジェクタにおける被照明面の照明状態を別の例を説明する図。

【図7】実施例1のプロジェクタにおける3つの被照明領域とこれに対応する光源ユニットの光源配置を説明する図。

【図8】実施例1における光量制御の手順を示すフローチャート。

【図9】実施例2における光量制御の手順を示すフローチャート。

【図10】本発明の実施例4であるプロジェクタにおける光源ユニットの冷却構造を説明する図。

40

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下、本発明の実施例について図面を参照しながら説明する。

【実施例1】

【0013】

図1には、本発明の実施例1である画像投射装置としてのプロジェクタの構成を示している。プロジェクタは、光源5と、照明光学系13と、色分解合成光学系14と、投射光学系15と、照度センサ12と、光源制御手段としてのコントローラ17とを有する。

【0014】

光源5から射出された光（白色光）は、照明光学系13の第1のフライアイレンズ1お

50

よび第2フライアイレンズ2を通過することで複数の光束に分割された後、偏光変換素子7によって所定の偏光方向を有する光に変換される。さらに、これら複数の分割光束は、コンデンサーレンズ3を通過して照明光学系13から射出し、次に色分解合成光学系14によって緑光(G光)、赤光(R光)および青光(B光)に色分解される。コンデンサーレンズ3は、G光、R光およびB光における分割光束をそれぞれ、G用、R用およびB用の光変調素子4R、4G、4B上の後述する複数(任意の数)の分割照明領域に集光する。

【0015】

各光変調素子は、液晶パネル(本実施例では反射型であるが透過型でもよい)やデジタルマイクロミラーデバイス等、入射した光を変調する素子であり、照明光学系13が光源ユニットからの光(照明光束)を導く被照明面に配置されている。コントローラ17は、プロジェクタの外部から入力されるR、GおよびB画像信号(入力画像)に応じてR用、G用およびB用光変調素子4R、4G、4Bを駆動し、G光、R光およびB光を変調させる。

10

【0016】

色分解合成光学系14では、照明光学系13からの白色光をダイクロイックミラー8によってG光とRB光とに分離する。ダイクロイックミラー8を透過したG光は、G用偏光ビームスプリッタ10で反射されてG用光変調素子4GによりG画像信号に応じて変調され、かつ反射された後、G用偏光ビームスプリッタ10を透過して色合成プリズム9に入射する。

20

【0017】

ダイクロイックミラー8で反射されたRB光のうちR光は、RB用偏光ビームスプリッタ11で反射されてR用光変調素子4RによりR画像信号に応じて変調され、かつ反射された後、RB用偏光ビームスプリッタ11を透過して色合成プリズム9に入射する。一方、B光は、RB用偏光ビームスプリッタ11を透過した後、B用光変調素子4BによりB画像信号に応じて変調され、かつ反射された後、RB用偏光ビームスプリッタ11で反射されて色合成プリズム9に入射する。

【0018】

G光は色合成プリズム9により反射され、R光およびB光は色合成プリズム9を透過する。こうして色合成されたRGB光は、投射光学系15によって不図示のスクリーン等の被投射面に投射され、投射画像を表示する。図1には、画像投射に用いられる光(投射光)の光路16を太実線で示している。

30

【0019】

ここで、G用光変調素子4Gから投射光学系15に向かうG光のほとんどは色合成プリズム9により反射されるが、残りの一部は色合成プリズム9を透過して漏れ光となる。また、R、B用光変調素子4R、4Bから投射光学系15に向かうR光およびB光のほとんどは色合成プリズム9を透過するが、残りの一部は色合成プリズム9により反射されて漏れ光となる。図1には、漏れ光を太点線で示している。これらの漏れ光は、投射光学系15によって投射されない、つまりは画像の投射には用いられない非投射光成分に相当する。本実施例では、これらの漏れ光を照度センサ(光検出手段)12により受光する。照度センサ12は、G光、R光およびB光の漏れ光の照度(強度または光量と言い換えることもできる)を検出する。

40

【0020】

コントローラ17は、照度センサ12による漏れ光の照度の検出結果に基づいて、光源5に含まれる後述する複数の光源ユニットのそれぞれの光量に関する情報を求め、該情報に応じて各光源ユニットの光量(発光強度)を制御する。この漏れ光の照度の検出結果に基づく光量制御については、後に詳しく説明する。

【0021】

図7(A)には、各光変調素子(4R、4G、4B)上に形成される複数(本実施例では3つ)の分割照明領域4a、4b、4cを各光変調素子への光の入出射方向から見て示

50

している。各光変調素子は、図中の上下方向に短辺が延び、左右方向に長辺が延びる矩形を有する。3つの分割照明領域4a, 4b, 4cは、各光変調素子の短辺方向に相当する垂直走査方向に並んでいる。なお、図では、3つの分割照明領域4c, 4a, 4bがこの順で垂直走査方向に並んでいる。以下の説明において、垂直走査方向を、分割照明領域4a, 4b, 4cに対する領域分割方向ともいう。

【0022】

また、図7(B)には、光源5における複数の光源ユニット5a, 5b, 5cの配置を、該光源5からの光の出射方向に対向する方向から見て示している。光源5は、分割照明領域4a, 4b, 4cが並ぶ垂直走査方向に対応する方向において、複数(3つ)の光源ユニット5a, 5b, 5cを有する。なお、図では、3つの光源ユニット5b, 5a, 5cがこの順で上側から下側、つまりは光変調素子の水平走査が進行する方向に並んでいる。

10

【0023】

図7(B)に示す例では、光源ユニット5a, 5b, 5cのそれぞれが、垂直走査方向に対応する方向に2つと水平走査方向に対応する方向に7つの計14の発光素子(白丸と黒丸によって示す)を含んでいる。ただし、各光源ユニットを、1つの発光素子(例えば、面発光素子)によって構成してもよい。

【0024】

図1において、光源ユニット5aの各発光素子から発せられた光は、照明光学系13によって光変調素子上の分割照明領域4aに導かれる。また、光源ユニット5bの各発光素子から発せられた光は、照明光学系13によって光変調素子上の分割照明領域4bに導かれる。さらに、光源ユニット5cの各発光素子から発せられた光は、照明光学系13によって光変調素子上の分割照明領域4cに導かれる。図7(A)の分割照明領域4a, 4b, 4c内に記載された「1Aの像」, 「1Bの像」, 「1Cの像」は、照明光学系13の第1のフライアイレンズ1におけるレンズセル1A, 1B, 1C(図2および図3参照)を通過した光により形成される光源像を意味している。

20

【0025】

このように、本実施例の照明光学系13は、その構成は以下に詳しく説明するが、3つの光源ユニット5a, 5b, 5cから発せられた3つの照明光束によって各光変調素子上の3つの分割照明領域をそれぞれ照明する。つまり、光源ランプ等の単一の光源からの照明光束によって光変調素子の全面を均一に照明する従来の照明光学系とは異なり、本実施例の照明光学系13は、光源ユニットごとに発せられた照明光束によって分割照明領域ごとに均一な照明を行う。このため、光変調素子を画像信号に応じて駆動して光変調を行っている間(画像投射を行っている間)でも、光源ユニット(5a, 5b, 5c)ごとに発せられる照明光束の情報である漏れ光の照度を照度センサ12を通じて検出することができる。

30

【0026】

次に、本実施例の照明光学系13の特徴について説明する。プロジェクタには、画像信号に応じて光を変調する光変調素子として液晶パネル等のホールド型表示素子が用いられることが多いが、このようなホールド型表示素子を用いると、いわゆるホールドぼけ(動画ぼけ)が発生する。ホールドぼけは、動く物体の映像が表示されたときにこれを観察する人は該物体が動く方向を予測して視線を追従させるのに対して、ホールド型表示素子が1フレーム周期(1/60秒)の間、同じフレーム画像を表示し続ける結果として生ずる。つまり、人は、視線の追従位置と動画中に表示される物体の位置との差を映像のぼけとして認識する。

40

【0027】

このようなホールドぼけを低減するために、特開平11-202285号公報にて開示された方法がある。すなわち、バックライト付き液晶表示装置の表示画面を垂直走査方向に複数に分割して分割領域ごとにバックライトを順次明滅させて画像表示時間を液晶への画像書き込み時間の近傍に限定する方法である。この方法は、黒挿入法として一般に知ら

50

れている方法である。また、特開 2 0 0 6 - 3 0 8 7 2 0 号公報にて開示された方法もある。すなわち、プロジェクタにおいて、表示素子を照明光により照明する領域を垂直走査方向に細く形成し、照明光を回転プリズムによって垂直走査方向にスキャンすることで、ホールドぼけを低減する方法である。

【 0 0 2 8 】

しかしながら、特開平 1 1 - 2 0 2 2 8 5 号公報にて開示された方法は、表示素子の背面に近接してバックライトが設けられた直視型の液晶表示装置に適用される方法である。このため、該方法を、レンズその他の光学部材を含む光学系を介した光源からの光によって表示素子を照明するプロジェクタに適用することはできない。

【 0 0 2 9 】

10

また、特開 2 0 0 6 - 3 0 8 7 2 0 号公報にて開示された方法では、常に照明光がスキャンされているため、表示される画像に常にちらつきが発生する可能性がある。特にプロジェクタは動画だけでなく静止画を長時間表示する機会も多いため、表示画像のちらつきが常に発生するのは好ましくない。また、照明光をスキャンするために回転プリズムやこれに付随するミラー等の光学部材を回転させる等、動かす機構が必要である。このため、プロジェクタが大型化したり、駆動音（ノイズ）が発生したり、該機構に含まれるモータ等の部品のメンテナンスが必要になったりする。

【 0 0 3 0 】

このため、本実施例では、光学部材を動かすことなく、画像投射装置において静止画表示時のちらつきを生じさせることなく動画表示時のホールドぼけを低減することができるようにする照明光学系 1 3 を実現している。

20

【 0 0 3 1 】

図 2 には、照明光学系 1 3 の詳細な構成を示している。該照明光学系 1 3 は、光源 5 に含まれる 3 つの光源ユニット 5 a , 5 b , 5 c から発せられる 3 つの照明光束 6 a , 6 b , 6 c を各光変調素子（ 4 R , 4 G , 4 B ）に導く。照明光束 6 a , 6 b , 6 c は、平行光束として照明光学系 1 3 に入射する。

【 0 0 3 2 】

照明光学系 1 3 は、光源側から順に、第 1 のフライアイレンズ（第 1 のレンズアレイ）1 と、第 2 のフライアイレンズ（第 2 のレンズアレイ）2 と、コンデンサーレンズ 3 とを有する。第 1 および第 2 のフライアイレンズ 1 , 2 はそれぞれ、図 2 の上下方向に複数のレンズセルが並んだ構成を有する。第 1 および第 2 のフライアイレンズ 1 , 2 の各レンズセルは、光軸方向から見たときに図 7（ A ）に示した各分割照明領域と相似な形状を有する。

30

【 0 0 3 3 】

光源ユニット 5 a , 5 b , 5 c から出射された照明光束 6 a , 6 b , 6 c は、第 1 のフライアイレンズ 1 の各レンズセルに、図 2 中の上下方向において該レンズセルの光軸（つまりは照明光学系 1 3 の光軸）に対して互いに異なる角度をなして入射する。

【 0 0 3 4 】

ここで、第 1 のフライアイレンズ 1 における領域分割方向でのレンズセルのピッチを p とし、各レンズセルの焦点距離を f とする。このとき、照明光束 6 a , 6 b , 6 c は、互いに隣接する照明光束間（ 6 a , 6 b 間および 6 a , 6 c 間）において、

40

$$= \arctan(p/f)$$

なる角度をなして第 1 のフライアイレンズの同一のレンズセルに入射する。本実施例では、照明光束 6 a は各レンズセルの光軸に沿って該レンズセルに入射し、照明光束 6 b と照明光束 6 c は、該光軸に対して互いに反対側に角度 をなすように傾いて該レンズセルに入射する。

【 0 0 3 5 】

第 1 のフライアイレンズ 1 の各レンズセルに入射した 3 つの照明光束 6 a , 6 b , 6 c それぞれ、該レンズセルによって集光（収束）されて第 2 のフライアイレンズ 2 上に光源像を形成する。このときの光源像について、図 3 および図 4 を用いて説明する。

50

【 0 0 3 6 】

図 3 は、第 2 のフライアイレンズ 2 における 1 つのレンズセル 2 A に入射する照明光束 6 a , 6 b , 6 c が形成する光源像を示している。照明光束 6 a , 6 b , 6 c はそれぞれ異なる角度で第 1 のフライアイレンズ 1 に入射するので、第 2 のフライアイレンズ 2 のレンズセル 2 A に入射する照明光束 6 a , 6 b , 6 c は、第 1 のフライアイレンズ 1 では互いに異なるレンズセル 1 A , 1 B , 1 C を通過する。光軸に平行な平行光束である照明光束 6 a は、レンズセル 1 A の光軸に沿って該レンズセル 1 A に入射し、その光軸上に配置されたレンズセル 2 A に向かって集光されて該レンズセル 2 A 上に光源像を形成する。また、レンズセル 1 A の光軸に対して上記傾き角度 を持った平行光束 6 b , 6 c はそれぞれ、レンズセル 1 A に隣接するレンズセル 1 B , 1 C を通過してレンズセル 2 A に向かっ

10

【 0 0 3 7 】

一方、図 4 は、第 1 のフライアイレンズ 1 における 1 つのレンズセル 1 A を通過する照明光束 6 a , 6 b , 6 c が第 2 のフライアイレンズ 2 上に形成する光源像を示している。レンズセル 1 A を通過した照明光束 6 a は、第 2 のフライアイレンズ 2 のレンズセル 2 A に向けて集光されて該レンズセル 2 A 上に光源像を形成する。また、レンズセル 1 A の光軸に対して上記傾き角度 を通過した照明光束 6 b , 6 c はそれぞれ、第 2 のフライアイレンズ 2 においてレンズセル 2 A に隣接するレンズセル 2 C , 2 B に向けて集光されて該レンズセル 2 C , 2 B 上に光源像を形成する。このように本実施例では、第 1 のフライアイレンズ 1 の各レンズセルに対して互いに異なる角度で入射した照明光束 6 a , 6 b , 6 c が、第 2 のフライアイレンズ 2 における相互に隣接する（異なる）レンズセルに到達してそこに光源像を形成する。これは、一般的なプロジェクタにおけるフライアイレンズ系のように、第 1 フライアイレンズの 1 つのレンズセルを通過した照明光束が第 2 フライアイレンズの対応する 1 つのレンズセルにのみ入射してそこに光源像を形成するものとは大きく異なる。

20

【 0 0 3 8 】

図 2 には、図 4 に示したように第 1 フライアイレンズ 1 の隣接レンズセル 1 A , 1 B , 1 C を通過して第 2 のフライアイレンズ 2 の 1 つのレンズセル 2 A を通過した照明光束 6 a , 6 b , 6 c がそれぞれ、分割照明領域 4 a , 4 b , 4 c に結像することを示す。第 2 のフライアイレンズ 2 のレンズセル 2 A とコンデンサーレンズ 3 は、前述したように、第 1 フライアイレンズ 1 の隣接レンズセル 1 A , 1 B , 1 C の像、つまりは光源像を、被照明面 4 における相互に隣接する分割照明領域 4 a , 4 b , 4 c 上に結像させる。このため、3 つの光源ユニット 5 a , 5 b , 5 c の光量（発光強度）を変化させることにより、分割照明領域 4 a , 4 b , 4 c のそれぞれの明るさ（照度）を独立して異ならせることができる。光量を変化させるには、光源ユニットの点灯（発光）と消灯（非発光）を切り替えることが含まれる。また、分割照明領域の明るさを異ならせるには、照明（照明 ON）と非照明（照明 OFF）を切り替えることが含まれる。

30

【 0 0 3 9 】

3 つの光源ユニット 5 a , 5 b , 5 c のうちいずれかの光源ユニットが点灯すると、その点灯光源ユニットからの照明光束が照明光学系 1 3 に入射する。これにより、光変調素子上の 3 つの分割照明領域 4 a , 4 b , 4 c のうちその点灯光源ユニットに対応する分割照明領域の照明が ON になる。逆に言えば、光源ユニットが消灯してその消灯光源ユニットからの照明光束が照明光学系 1 3 に対して非入射となると、その消灯光源ユニットに対応する分割照明領域の照明が OFF になる。さらに、光源ユニットの光量、つまりは照明光束の光量が増加すると、その点灯光源ユニットに対応する分割照明領域の明るさが変化する。

40

【 0 0 4 0 】

コントローラ 1 7 は、3 つの光源ユニット 5 a , 5 b , 5 c の状態を以下の制御方法により制御する。

【 0 0 4 1 】

50

図5(A)~(D)には、分割照明領域ごとに明るさ、つまりは照明状態(照明のON/OFF)が切り替えられるパターンを示している。図5(A)では、3つの光源ユニット5a, 5b, 5cが点灯し、これらから発せられた3つの照明光束6a, 6b, 6cによって3つの分割照明領域4a, 4b, 4cの照明がONされ、被照明面の全体が均一に照明されている。静止画を表示する場合はこの状態が好ましく、この状態では表示画像のちらつきは発生しない。

【0042】

一方、図5(B)~(D)では、一部(ここでは1つ)の光源ユニットが順次点灯して残り(2つ)の光源ユニットが消灯する。これにより、点灯光源ユニットに対応する1つの分割照明領域の照明が順次ONになり、消灯光源ユニットに対応する2つの分割照明領域の照明がOFFになっている。

10

【0043】

また、図6(A)~(D)には、分割照明領域ごとに照明状態(照明のON/OFF)が切り替えられる別のパターンを示している。図6(A)では、図5(A)と同様に3つの光源ユニット5a, 5b, 5cが点灯し、これらから発せられた3つの照明光束6a, 6b, 6cによって3つの分割照明領域4a, 4b, 4cの照明がONされ、被照明面の全体が均一に照明されている。静止画を表示する場合はこの状態が好ましく、この状態では表示画像のちらつきは発生しない。

【0044】

一方、図6(B)~(D)では、一部(ここでは1つ)の光源ユニットが順次消灯して残り(2つ)の光源ユニットが点灯した場合を示している。この場合は、消灯光源ユニットに対応する1つの分割照明領域の照明が順次OFFになり、点灯光源ユニットに対応する2つの分割照明領域の照明がONになっている。

20

【0045】

コントローラ17は、静止画の画像信号が入力されたときは、すべての光源ユニット5a, 5b, 5cを点灯して図5(A)または図6(A)に示す照明状態を生成する。また、コントローラ17は、動画の画像信号が入力されると、その画像信号の垂直同期信号の1周期内で図5(B)~(D)または図6(B)~(D)に示す照明状態が順次切り替わるように、点灯する光源ユニットと消灯する光源ユニットとを順次変更する。これにより、ホールドぼけを低減し、動画表示特性を改善する。なお、動画表示特性の改善効果は図6(B)~(D)に示した切り替え方式よりも劣るが、投射画面の全体の輝度を確保するという点では、図6に示す切り替え方式が有利である。

30

【0046】

さらに、コントローラ17は、画像信号の明るさに応じて、光源ユニットの点灯/消灯(照明のON/OFF)または光源ユニットの光量を制御することもできる。

【0047】

次に、前述した漏れ光の検出結果に基づく光源ユニット5a, 5b, 5cの光量制御について説明する。本実施例では、温度変化等に起因する光源ユニット5a, 5b, 5cの光量(輝度)のばらつきを補正し、3つの分割照明領域4a, 4b, 4cが互いにほぼ等しい明るさで照明されるようにする。コンピュータにより構成されるコントローラ17は、図8に示す光量制御をコンピュータプログラムに従って実行する。

40

【0048】

光源ユニット(5a, 5b, 5c)ごとの光量の検出は、1つの光源ユニットが点灯して他の2つが消灯した状態で、照度センサ12により該点灯光源ユニットからの照明光束(各光変調素子を経た後の光)からの漏れ光の照度を検出することで行う。

【0049】

ステップS201では、コントローラ17は、予め所定の発光条件において所定画像信号を入力したときに1つの光源ユニットを点灯させて2つの光源ユニットを消灯させた状態での色合成プリズム9に入射する光に対する漏れ光の割合を測定する。所定の発光条件は、温度や光源ユニットの駆動電流等である。そして、この結果を、漏れ光割合情報とし

50

てコントローラ 17 内のメモリに記憶しておく。

【0050】

次に、ステップ S 202 では、コントローラ 17 は、入力された画像信号から、1つの光源ユニットのみを点灯させた状態で色合成プリズム 9 に本来入射するはずの光が入射した場合に照度センサ 12 により検出されるはずの漏れ光の照度 X を算出する。この算出には、漏れ光割合情報が用いられる。以下、照度センサ 12 により検出されるはずの漏れ光の照度 X を予定検出照度という。

【0051】

次に、ステップ S 203 では、コントローラ 17 は、各光源ユニットを 1 つずつ点灯して（他の 2 つを消灯して）実際の照度センサ 12 による照度検出結果である実検出照度 Y を求める。

10

【0052】

そして、ステップ S 204 では、コントローラ 17 は、光源ユニットごとの予定検出照度 X と実検出照度 Y の差分（割合）として (X/Y) を算出する。この (X/Y) が、上述した光量に関する情報である。例えば、図 5（B）に示すように光源ユニット 5c のみが点灯した状態において、入力された画像信号に対しては予定検出照度 X が得られるはずであるとする。これに対して、実際に照度センサ 12 により得られた実検出照度が Y である場合は、本来の光源ユニット 5c の光量に対して実際の光源ユニット 5c の光量に (X/Y) の差分が生じているとみなせる。このようにして、コントローラ 17 は、光源ユニットごとの本来の光量に対する実際の光量の差分に関する情報（光量に関する情報）として (X/Y) を求める。

20

【0053】

そして、ステップ S 205 では、コントローラ 17 は、 $(X - Y)$ が減少し、かつ光源ユニット 5a, 5b, 5c のそれぞれの (X/Y) の値の差が減少するように、光源ユニット 5a, 5b, 5c の光量を制御する。例えば、1つの光源ユニットについての (X/Y) の値が他の 2 つの光源ユニットについての (X/Y) の値より高い（予定検出照度に対する実検出照度がより低い）場合には、該 1 つの光源ユニットの光量を高くする発光制御を行う。また、2 つの光源ユニットについての (X/Y) の値が他の 1 つの光源ユニットについての (X/Y) の値より高い場合に、該 2 つの光源ユニットの光量を高くする発光制御を行う。このように、複数（3 つ）の光源ユニット 5a, 5b, 5c のうち実際に $(X - Y)$ および (X/Y) の値に基づいて光量を変化させる光源ユニットがその一部である場合も、「光源ユニットの光量を変化させる」という。光量制御は、光源ユニットの駆動電流、駆動電圧、発光デューティ比等を変化させることで行うことができる。

30

【0054】

このように、本実施例では、画像投射に用いられない漏れ光を利用して光源ユニットごとの光量を検出し、その検出結果に応じて複数の光源ユニットの光量を制御する。このため、本実施例によれば、コスト上昇もしくは光源ユニットの光量の検出精度の低下、装置の大型化や投射画像の明るさの低下を招くことなく、光源ユニットごとの光量のばらつきを抑制することができる。しかも、本実施例では、光源ユニットの数にかかわらず照度センサ 12 は 1 つ設ければよいので、プロジェクタの大型化やコスト増加を回避することができる。

40

【0055】

また、本実施例では、動画表示時のホールドぼけを低減させるための複数の光源ユニットの順次点灯中に光量検出（漏れ光照度検出）を行うため、検出専用の特別な画像信号を入力しなくてもよい。

【0056】

さらに、本実施例では、投射光の光路 16 のうち最終段の投射光学系 15 の一段手前の色合成プリズム 9 において照度センサ 12 により漏れ光の検出を行う。このため、プロジェクタを構成する光学部品や光変調素子に起因する投射光の強度低下分を含めて光源ユニットの光量を補正する制御が可能であり、高い補正効果を得ることができる。

50

【 0 0 5 7 】

なお、本実施例では、分割照明領域の数が3つである場合について説明したが、分割照明領域の数が2つである場合にも、図5(B)～(D)および図9を用いて説明した光量制御を適用することができる。

【 0 0 5 8 】

また、照度センサ12は、光変調素子4R, 4G, Bにおいて発生するフリッカ(液晶の反転駆動等に伴う周期的な明るさ変化)を検出するフリッカ検出手段を兼ねてもよい。これにより、各光源ユニットの光量とフリッカとを同じ照度センサ12を用いて検出することができ、プロジェクタの小型化や低コスト化に寄与する。

【実施例2】

10

【 0 0 5 9 】

次に、本発明の実施例2について、図6(A)～(D)を用いて説明する。本実施例では、漏れ光の検出結果に基づく光源ユニット5a, 5b, 5cの光量制御の方法として、実施例1とは異なる方法について説明する。本実施例でも、温度変化等に起因する光源ユニット5a, 5b, 5cの光量のばらつきを補正し、3つの分割照明領域4a, 4b, 4cが互いにほぼ等しい明るさで照明されるようにする。コンピュータにより構成されるコントローラ17は、図9に示す光量制御をコンピュータプログラムに従って実行する。

【 0 0 6 0 】

光源ユニットごとの光量の検出は、全ての光源ユニットが点灯した状態と1つの光源ユニットが消灯して他の2つが点灯した状態で、照度センサ12により点灯光源ユニットからの照明光束(各光変調素子を経た後の光)からの漏れ光の照度を検出することで行う。

20

【 0 0 6 1 】

ステップS301では、コントローラ17は、予め所定の発光条件において所定画像信号を入力したときに1つの光源ユニットを消灯させて2つの光源ユニットを点灯させた状態での色合成プリズム9に入射する光に対する漏れ光の割合を測定する。前述したように、所定の発光条件は、温度や光源ユニットの駆動電流等である。そして、この結果を、漏れ光割合情報としてコントローラ17内のメモリに記憶しておく。

【 0 0 6 2 】

次に、ステップS302では、コントローラ17は、入力された画像信号から、2つの光源ユニットのみを点灯させた状態で色合成プリズム9に本来入射するはずの光が入射した場合に照度センサ12により検出されるはずの漏れ光の照度(予定検出照度)Bを算出する。この算出には、漏れ光割合情報が用いられる。

30

【 0 0 6 3 】

次に、ステップS303では、コントローラ17は、実際の照度センサ12による照度検出結果である実検出照度を求める。具体的には、まず図6(A)に示すように全ての光源ユニット5a, 5b, 5cを点灯させた状態で照度センサ12により実検出照度A1を取得する。また、図6(B)～(D)のうちいずれか2つに示すように、光源ユニット5a, 5b, 5cのうち1つを消灯させ他の2つを点灯させた2つの状態で照度センサ12により実検出照度A2, A3を取得する。そして、これらの実検出照度A1, A2, A3を用いて、消灯しなかった1つの光源ユニットの実検出照度Aを、

40

$$A = \{ (A2) + (A3) - 1 \times (A1) \} / 2 \quad \dots (1)$$

により算出する。

【 0 0 6 4 】

ここで、分割照明領域の数Nが3である場合は、式(1)を用いて実検出照度Aを求めることができる。これに対して、N=4の場合は、4つの光源ユニットのうち全てを点灯した状態と1つを消灯させ他の3つを点灯させた3つの状態での照度センサ12により実検出照度A1, A2, A3, A4を取得する。そして、消灯しなかった1つの光源ユニットの実検出照度Aを、

$$A = \{ (A2) + (A3) + (A4) - 2 \times (A1) \} / 3 \quad \dots (2)$$

により算出する。

50

【0065】

さらに、 $N = 5$ の場合は、5つの光源ユニットのうち全てを点灯した状態と1つを消灯させ他の4つを点灯させた4つの状態での照度センサ12により実検出照度 A_1, A_2, A_3, A_4, A_5 を取得する。そして、そして、消灯しなかった1つの光源ユニットの実検出照度 A を、

$$A = \{ (A_2) + (A_3) + (A_4) + (A_5) - 3 \times (A_1) \} / 4 \quad \dots (3)$$

により算出する。 $N = 6$ の場合も同様の計算を行えばよい。

【0066】

このようにして、コントローラ17は、光源ユニット5a, 5b, 5cを全て点灯して及び1つずつ順次消灯して照度センサ12による照度検出を複数回行い、該複数回の照度検出結果を用いて、光源ユニットごとの実検出照度 A を算出する。

10

【0067】

次に、コントローラ17は、ステップS304において、光源ユニットごとの予定検出照度 B と実検出照度 A の差分として $(B - A)$ を算出する。この $(B - A)$ が、光量に関する情報である。例えば、光源ユニット5cについての予定検出照度 B に対して実検出照度が A である場合は、光源ユニット5cの本来の光量に対して実際の光量に $(B - A)$ を漏れ光割合情報(%)で除した値の差分が生じているとみなせる。このようにして、コントローラ17は、光源ユニットごとの本来の光量に対する実際の光量の差分に関する情報(光量に関する情報)として $(B - A)$ を求める。

20

【0068】

そして、ステップS305では、コントローラ17は、 $(B - A)$ が減少し、かつ光源ユニット5a, 5b, 5cのそれぞれの (B / A) の値の差が減少するように、光源ユニット5a, 5b, 5cの光量の制御を行う。例えば、1つの光源ユニットについての (B / A) の値が他の2つの光源ユニットについての (B / A) の値より高い(予定検出照度に対する実検出照度がより低い)場合には、該1つの光源ユニットの光量を高くする発光制御を行う。また、2つの光源ユニットについての (B / A) の値が他の1つの光源ユニットについての (B / A) の値より高い場合に、該2つの光源ユニットの光量を高くする発光制御を行う。このように、複数(3つ)の光源ユニット5a, 5b, 5cのうち実際に $(B - A)$ および (B / A) の値に基づいて光量を変化させる光源ユニットがその一部である場合も、「複数の光源ユニットの光量を変化させる」という。光量制御は、光源ユニットの駆動電流、駆動電圧、発光デューティ比等を変化させることで行うことができる。

30

【0069】

このように、本実施例でも、実施例1と同様に、画像投射に用いられない漏れ光を利用して光源ユニットごとの光量を検出し、その検出結果に応じて複数の光源ユニットの光量制御を行う。このため、本実施例によれば、コスト上昇もしくは光源ユニットの光量の検出精度の低下、装置の大型化や投射画像の明るさの低下を招くことなく、光源ユニットごとの光量のばらつきを抑制することができる。しかも、本実施例では、光源ユニットの数にかかわらず照度センサ12は1つ設ければよいので、プロジェクタの大型化やコスト増加を回避することができる。

40

【0070】

また、本実施例でも、動画表示時のホールドぼけを低減させるための複数の光源ユニットの順次点灯中に光量検出(漏れ光照度検出)を行うため、検出専用の特別な画像信号を入力しなくてもよい。

【0071】

さらに、本実施例でも、投射光の光路16のうち最終段の投射光学系15の一段手前の色合成プリズム9において照度センサ12により漏れ光の検出を行う。このため、プロジェクタを構成する光学部品や光変調素子に起因する投射光の強度低下分を含めて光源ユニットの光量を補正する制御が可能であり、高い補正効果を得ることができる。

【実施例3】

50

【 0 0 7 2 】

次に、本発明の実施例 3 について説明する。図 7 (B) に示した光源ユニット 5 a ~ 5 c を含む光源において、黒丸で示された発光素子は、白丸で示された発光素子よりも内側（中央側）に配置された発光素子である。以下の説明では、黒丸で示された発光素子を「内側の発光素子」といい、これら内側の発光素子よりも外側（周辺側）に配置された白丸で示された発光素子を「外側の発光素子」という。

【 0 0 7 3 】

このように光源に内側の発光素子と外側の発光素子とが存在する場合、各発光素子を同一条件で発光させた場合でも、内側の発光素子の温度上昇量が外側の発光素子中の温度上昇量よりも大きい。これは内側の発光素子が、自身が発生する熱に加えて外側の発光素子から発生される熱の影響を受けるためである。

10

【 0 0 7 4 】

レーザダイオードや L E D 等の半導体発光素子は、同一条件で駆動しても、温度上昇によって光量が低下する。また、温度が高い状態で長時間駆動されると、寿命が低下する。

【 0 0 7 5 】

ここで、各光源ユニット（例えば、光源ユニット 5 a ）内の発光素子で光量に差が生じても、実施例 1 で説明した構成では、第 1 のフライアイレンズ 1 および第 2 のフライアイレンズ 2 で強度が均一化される。このため、該光源ユニットに対応する分割照明領域（分割照明領域 4 a ）の明るさに大きな影響はない。しかし、その光源ユニット内の 1 つまたは 2 つ以上の発光素子が寿命により点灯不可となった場合、該光源ユニット全体からの光量（照明光束の光量）が低下するため、該光源ユニットに対応する分割照明領域の明るさが低下する。この場合、他の被照射領域（分割照明領域 4 b , 4 c ）との間で明るさの差が生じないように他の光源ユニット（光源ユニット 5 b , 5 c ）の光量を低下させることになり、この結果、光変調素子の全体の明るさが低下し、投射画像の明るさが低下する。

20

【 0 0 7 6 】

このため、本実施例では、光源内の複数の発光素子のうち他の発光素子（外側の発光素子）よりも内側に配置された発光素子（内側の発光素子）に対する光量を該他の発光素子に対する光量と異ならせる。具体的には、コントローラ 1 7 は、複数の光源ユニットの温度上昇量を均一化するために、光源における内側の発光素子の光量を外側の発光素子の光量よりも低くする。光量制御は、発光素子の駆動電流、駆動電圧、発光デューティ比等を変化されることで行うことができる。

30

【 0 0 7 7 】

本実施例によれば、光源（または光源ユニット）内での温度分布に起因した各光源ユニットの光量の差（一部の光源ユニットの光量の低下）の発生を抑え、投射画像の輝度の低下を軽減することができる。

【 実施例 4 】

【 0 0 7 8 】

実施例 3 にて説明した内側の発光素子の温度上昇量が外側の発光素子中の温度上昇量よりも大きいという問題に対する対策としての実施例 4 を、図 1 0 を用いて説明する。

【 0 0 7 9 】

40

図 8 には、光源 5 における発光素子側（図中に矢印で示す光出射側）とは反対側（以下、裏側という）に設けられる冷却手段としてのヒートシンク 1 8 を示している。このヒートシンク 1 8 の複数箇所にはフィン 1 8 a , 1 8 b が設けられている。そして、内側の発光素子の裏側に設けられたフィン 1 8 a の高さ（または面積）は、外側の発光素子の裏側に設けられたフィン 1 8 b の高さよりも大きい。つまり、ヒートシンク 1 8 の冷却作用として、内側の発光素子に対する冷却作用を外側の発光素子に対する冷却作用よりも高くしている。これにより、光源 5 内の温度上昇量を均一化することができる。

【 0 0 8 0 】

なお、ヒートシンク 1 8 以外の冷却構造を用いて、内側の発光素子に対する冷却作用を外側の発光素子に対する冷却作用よりも高くしてもよい。

50

【 0 0 8 1 】

以上説明した各実施例は代表的な例にすぎず、本発明の実施に際しては、各実施例に対して種々の変形や変更が可能である。

【産業上の利用可能性】

【 0 0 8 2 】

動画表示特性に優れ、高画質の画像を表示できる画像投射装置を提供できる。

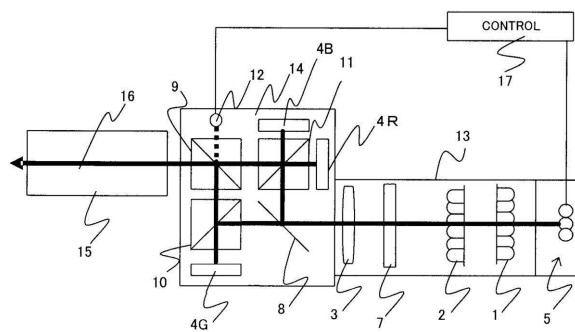
【符号の説明】

【 0 0 8 3 】

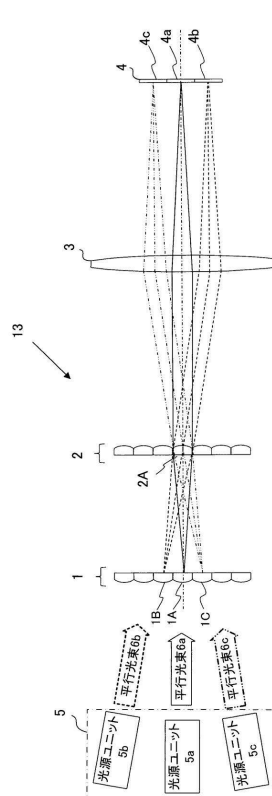
- 4 R , 4 G , 4 B 光変調素子
 5 a , 5 b , 5 c 光源ユニット
 1 3 照明光学系
 1 5 投射光学系
 1 7 コントローラ

10

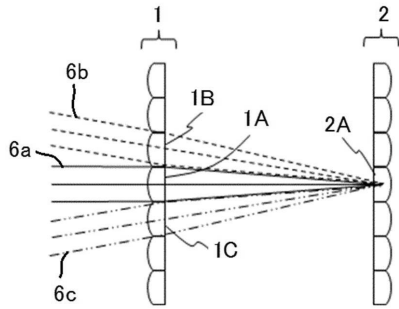
【 図 1 】



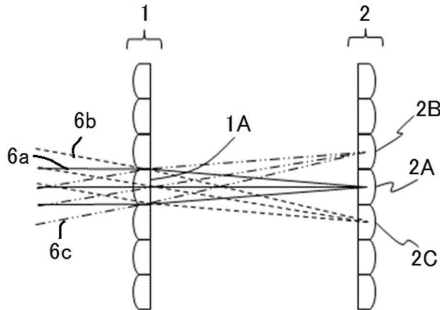
【 図 2 】



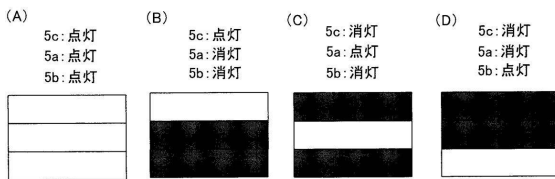
【図 3】



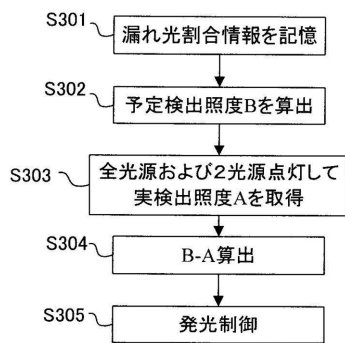
【図 4】



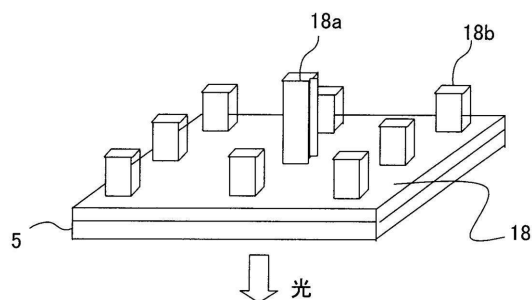
【図 5】



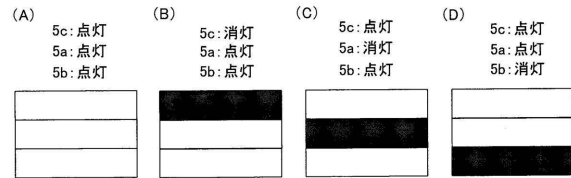
【図 9】



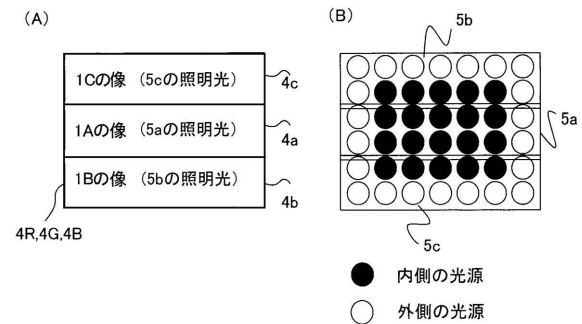
【図 10】



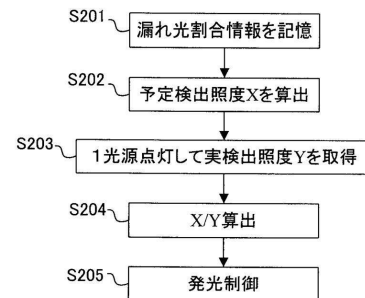
【図 6】



【図 7】



【図 8】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2008-257119(JP,A)
特開2005-221569(JP,A)
特開2006-113229(JP,A)
特開2012-043700(JP,A)
特開2006-201792(JP,A)
特開2005-316441(JP,A)
国際公開第2012/053167(WO,A1)
米国特許出願公開第2011/0080534(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G03B 21/00 - 21/64
H04N 5/74