

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7223276号
(P7223276)

(45)発行日 令和5年2月16日(2023.2.16)

(24)登録日 令和5年2月8日(2023.2.8)

(51)国際特許分類

G 0 3 B	21/14 (2006.01)	F I	G 0 3 B	21/14	A
F 2 1 S	2/00 (2016.01)		F 2 1 S	2/00	3 1 1
F 2 1 V	5/04 (2006.01)		F 2 1 V	5/04	
F 2 1 V	7/30 (2018.01)		F 2 1 V	7/30	
F 2 1 V	9/14 (2006.01)		F 2 1 V	9/14	

請求項の数 7 (全18頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2019-117091(P2019-117091)
 (22)出願日 令和1年6月25日(2019.6.25)
 (65)公開番号 特開2021-4912(P2021-4912A)
 (43)公開日 令和3年1月14日(2021.1.14)
 審査請求日 令和4年3月9日(2022.3.9)

(73)特許権者 000002369
 セイコーエプソン株式会社
 東京都新宿区新宿四丁目1番6号
 (74)代理人 100179475
 弁理士 仲井 智至
 100216253
 弁理士 松岡 宏紀
 100225901
 弁理士 今村 真之
 宮 広明
 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイ
 コーエプソン株式会社内
 (72)発明者 柏木 章宏
 長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイ
 コーエプソン株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 照明装置および投射型表示装置

(57)【特許請求の範囲】**【請求項1】**

第1光源および第2光源と、

前記第1光源および前記第2光源から出射された各光が入射する第1レンズ、および、
前記第1レンズの後段に配置された第2レンズを含むアフォーカル光学系と、

前記第1レンズと前記第2レンズとの間に配置された1/2波長板と、

を備え、

前記第1レンズ、前記第2レンズ、および前記1/2波長板は、第1軸に沿って配置され、

前記第1光源および前記第2光源は、前記第1軸と直交する面に沿って配置され、

前記1/2波長板は、前記第1軸上において前記第1レンズおよび前記第2レンズとの
間に中間点よりも前記第2レンズ側に配置されることを特徴とする照明装置。**【請求項2】**

請求項1に記載の照明装置であって、

前記第1光源および前記第2光源は、第1の偏光成分を含む第1光を射出する固体光源
であることを特徴とする照明装置。**【請求項3】**

請求項2に記載の照明装置であって、

偏光調整機構を備え、

前記1/2波長板は、前記第1光を、前記第1の偏光成分と前記第1の偏光成分に直交

する第2の偏光成分とを含む第2光に変換し、

前記偏光調整機構は、前記第1光の中心軸と交差する面内において前記1/2波長板を回転させることを特徴とする照明装置。

【請求項4】

請求項3に記載の照明装置であって、

前記第1軸に沿って配置され、前記第2レンズから出射された前記第2光を、前記第1の偏光成分を含む第3光と、前記第2の偏光成分を含む第4光とに分離する偏光分離素子と、

前記偏光分離素子から出射された前記第3光が入射する波長変換素子と、

前記偏光分離素子から出射された前記第4光が入射する拡散素子と、

を備えることを特徴とする照明装置。

10

【請求項5】

請求項4に記載の照明装置であって、

前記波長変換素子は、前記第3光によって励起され、前記偏光分離素子に向けて蛍光光を射出し、

前記偏光分離素子は、前記蛍光光を透過することを特徴とする照明装置。

【請求項6】

請求項4または5に記載の照明装置であって、

前記偏光分離素子と前記拡散素子との間の光路中に配置された1/4波長板を備えることを特徴とする照明装置。

20

【請求項7】

請求項1から6のいずれか一項に記載の照明装置と、

前記照明装置から射出された光を変調する光変調装置と、

前記光変調装置によって変調された光を投射する投射光学装置と、

を備えることを特徴とする投射型表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、照明装置および投射型表示装置に関する。

【背景技術】

30

【0002】

従来、固体光源を用いた投射型表示装置が知られていた。例えば、特許文献1には、固体光源からの光束を小径化する複数のレンズ、ダイクロイックミラー、および上記光束の偏光成分の比率を制御する第2位相差板を備えた光源装置が開示されている。また、特許文献2には、光源装置が射出した第1の光の光束径を縮小するアフォーカル光学系と、該アフォーカル光学系を構成する複数のレンズの間に配置された偏光調整素子と、を備えた照明装置が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

40

【文献】特開2012-137744号公報

特開2019-28361号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

しかしながら、特許文献1に記載の光源装置では、光源装置を小型化することが難しいという課題があった。詳しくは、アフォーカル光学系である複数のレンズとダイクロイックミラーとの間に、第2位相差板が配置されている。そのため、アフォーカル光学系とダイクロイックミラーとの距離が大きくなり、光源装置が大型になりやすかった。

【0005】

50

また、特許文献2に記載の照明装置では、アフォーカル光学系の第1のレンズと第2のレンズとの間に、偏光調整素子が配置されて、照明装置を小型化しやすくなっている。その一方で、照明装置を高光束化する場合に、照明光に色ムラが発生しやすくなるという課題があった。詳しくは、照明光を高光束化するために複数の光源を配置すると、第1のレンズを経て偏光変調素子に入射する光束の入射角度が大きくなりやすかった。つまり、光源からの光束は、縮径されながら位相差板である偏光変調素子に入射する。光源を複数用いると光束も複数となる。したがって、第1のレンズから第2のレンズに向けて射出される光束は、光源が単一である場合と比べて、急激に縮径されることになる。このとき、光束の入射角度は、位相差板の位置によって大小の差が大きくなる。そのため、位相差板における偏光回転効率が上記位置によってばらつきやすくなる。偏光回転率のばらつきが大きくなると、照明光の色ムラが顕著になって、投射型表示装置が投射する画像などの画質を悪化させる要因となる。すなわち、小型化が容易で、照明光における色ムラの発生を抑えた照明装置が求められていた。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本願の照明装置は、光源ユニットと、偏光分離素子と、拡散素子と、波長変換素子と、を備え、光源ユニットは、第1光源と、第2光源と、アフォーカル光学系と、1/2波長板と、を備え、アフォーカル光学系と、1/2波長板と、偏光分離素子とは、第1軸に沿って配置され、第1光源と、第2光源とは、第1軸と直交する面に沿って並んで配置され、アフォーカル光学系は、第1レンズと、第1レンズの後段に配置された第2レンズと、を備え、1/2波長板は、第1軸上において、第1レンズと第2レンズとの間にあって、第2レンズに近い位置に配置されることを特徴とする。

【0007】

上記の照明装置において、第1光源および第2光源は、第1の偏光成分を含む第1光を射出する固体光源であることが好ましい。

【0008】

上記の照明装置において、1/2波長板は、第1光を通過させて、第1の偏光成分と第1の偏光成分に直交する第2の偏光成分とを含む第2光とし、1/2波長板を、第1光の中心軸と交差する面内において回転させる偏光調整機構を備えることが好ましい。

【0009】

上記の照明装置において、光源ユニットは、第2光を偏光分離素子に向けて射出し、偏光分離素子は、第2光を、第1の偏光成分である第3光と、第2の偏光成分である第4光とに分離し、拡散素子に向けて、偏光分離素子から第4光が射出され、波長変換素子には、偏光分離素子で分離された第3光が入射することが好ましい。

【0010】

上記の照明装置において、波長変換素子は、第3光によって励起され、偏光分離素子に向けて蛍光光を射出し、偏光分離素子は、蛍光光を透過することが好ましい。

【0011】

上記の照明装置において、偏光分離素子と拡散素子との間の光路中に1/4波長板が配置されることが好ましい。

【0012】

本願の投射型表示装置は、上記の照明装置と、照明装置から射出された光を変調する光変調装置と、光変調装置によって変調された光を投射する投射光学装置と、を備えることを特徴とする。

【図面の簡単な説明】

【0013】

【図1】実施形態に係るプロジェクターの外観を示す斜視図。

【図2】プロジェクターの内部構成を示す模式図。

【図3】照明装置の構成を示す模式図。

【図4A】第1光源から射出される第1光に対する、1/2波長板の偏光回転率を示す分

10

20

30

40

50

布図。

【図 4 B】第 2 光源から射出される第 1 光に対する、1 / 2 波長板の偏光回転率を示す分布図。

【図 5 A】第 1 光源から射出される第 1 光に対する、1 / 4 波長板の偏光回転率を示す分布図。

【図 5 B】第 2 光源から射出される第 1 光に対する、1 / 4 波長板の偏光回転率を示す分布図。

【図 6】1 / 2 波長板の偏光回転率における入射角度依存性を示すグラフ。

【図 7】1 / 4 波長板の偏光回転率における入射角度依存性を示すグラフ。

【発明を実施するための形態】

【0014】

以下、本発明の実施形態について、図面を参照して説明する。以下に説明する実施の形態は、本発明の一例を説明するものである。本発明は、以下の実施の形態に限定されるものではなく、本発明の要旨を変更しない範囲において実施される各種の変形例も、本発明に含まれる。なお、以下の各図においては、各部材を認識可能な程度の大きさにするため、各部材の尺度を実際とは異ならせしめている。

【0015】

1. 実施形態

1.1. プロジェクターの構成

本実施形態では、投射型表示装置として、光変調装置である液晶装置を 3 個備えたプロジェクターを例示する。まず、投射型表示装置としてのプロジェクターの構成について、図 1、図 2 を参照して説明する。図 1 は、実施形態に係るプロジェクターの外観を示す斜視図である。図 2 は、プロジェクターの内部構成を示す模式図である。

【0016】

本実施形態に係るプロジェクター 1 は、後述する照明装置から射出された光を変調して画像情報に応じた画像を形成し、形成された画像をスクリーンなどの被投射面上に拡大投射する投射型の画像表示装置である。

【0017】

図 1 に示すように、プロジェクター 1 は、外装を構成する外装筐体 2 を備えている。外装筐体 2 は、略直方体形状であって、天面部 201、底面部 222、正面部 223、背面部 224、左側面部 225 および右側面部 226 を有している。

【0018】

底面部 222 は、プロジェクター 1 が載置される設置面と接する複数の脚部 221 を有している。正面部 223 は、外装筐体 2 において画像の投射側に位置する。正面部 223 は、投射光学装置 36 の一部を露出させる開口部 231 を有している。投射光学装置 36 から開口部 231 を通過して、画像が投射される。正面部 223 には、排気口 232 が設けられている。排気口 232 から、プロジェクター 1 内部の冷却対象を冷却した冷却気体が、外装筐体 2 の外部に排出される。右側面部 226 には、導入口 261 が設けられている。導入口 261 から、外装筐体 2 外部の空気などの気体が、冷却気体として外装筐体 2 の内部に導入される。

【0019】

図 2 に示すように、プロジェクター 1 は、外装筐体 2 の内部に、本実施形態に係る照明装置 4、均一化装置 31、色分離装置 32、リレー装置 33、画像形成装置 34、光学筐体 35、および投射光学装置 36 を備えている。照明装置 4 は、照明光を射出する。照明装置 4 の構成については後述する。なお、図 2 においては、上述した排気口 232 および導入口 261 などの図示を省略している。また、図示を省略するが、プロジェクター 1 は、プロジェクター 1 の動作を制御する制御装置、プロジェクター 1 の電子部品に電力を供給する電源装置、および照明装置 4 などを冷却する冷却装置を備えている。

【0020】

照明装置 4 から射出された照明光の進行方向には、均一化装置 31 が配置されている。

10

20

30

40

50

均一化装置 3 1 には、照明装置 4 から射出された照明光が入射する。均一化装置 3 1 は、第 1 マルチレンズアレイ 3 1 1、第 2 マルチレンズアレイ 3 1 2、偏光変換素子 3 1 3、および重畳レンズ 3 1 4 を備えている。これらの構成は、照明装置 4 から射出された照明光の進行方向に向かって上記の順番に配置されている。均一化装置 3 1 は、照明装置 4 から射出された照明光を均一化する。この均一化された照明光は、均一化装置 3 1 から射出され、色分離装置 3 2 およびリレー装置 3 3 を経て画像形成装置 3 4 に入射して、後述する光変調装置 3 4 3 R, 3 4 3 G, 3 4 3 B の変調領域を照明する。

【 0 0 2 1 】

均一化装置 3 1 から射出された照明光の進行方向には、色分離装置 3 2 が配置されている。すなわち、均一化装置 3 1 から射出された照明光は、色分離装置 3 2 に入射する。色分離装置 3 2 は、第 1 色分離素子としてのダイクロイックミラー 3 2 1、第 2 色分離素子としてのダイクロイックミラー 3 2 2、ミラーとしての反射ミラー 3 2 3、およびフィールドレンズ 3 4 1 R, 3 4 1 G を備えている。

10

【 0 0 2 2 】

色分離装置 3 2 は、均一化装置 3 1 から入射した光を各色光に分離する。色分離装置 3 2 に入射した照明光は、ダイクロイックミラー 3 2 1 に到達する。ダイクロイックミラー 3 2 1 は、均一化装置 3 1 の重畳レンズ 3 1 4 と隣り合って配置されている。

【 0 0 2 3 】

ダイクロイックミラー 3 2 1 は、均一化装置 3 1 から射出された照明光に含まれる第 1 の波長帯域に属する光を反射し、第 1 の波長帯域以外の光を透過する。第 1 の波長帯域とは、例えば、赤色光領域の波長帯域であり、第 1 の波長帯域以外とは、緑色光領域および青色光領域の波長帯域である。赤色光領域の波長帯域とは、特に限定されないが、例えば概ね 610 nm から 750 nm の範囲である。青色光領域の波長帯域とは、特に限定されないが、例えば概ね 430 nm から 495 nm の範囲である。緑色光領域の波長帯域とは、特に限定されないが、例えば概ね 495 nm から 570 nm の範囲である。

20

【 0 0 2 4 】

すなわち、第 1 の波長帯域に属する光とは、例えば、赤色光であり、第 1 の波長帯域以外の光とは、緑色光および青色光である。ここで、赤色光は略赤色の光であり、緑色光は略緑色の光であり、青色光は略青色の光である。なお、第 1 の波長帯域は、赤色光領域に限定されず、緑色光領域または青色光領域であってもよく、第 1 の波長帯域に属する光は、それに対応して緑色光または青色光であってもよい。

30

【 0 0 2 5 】

ダイクロイックミラー 3 2 1 で反射された赤色光の進行方向には、反射ミラー 3 2 3 が配置されている。反射ミラー 3 2 3 は、ダイクロイックミラー 3 2 1 で反射された赤色光を、フィールドレンズ 3 4 1 R へ向けて反射させる。フィールドレンズ 3 4 1 R は、入射した赤色光を集光して、光変調装置 3 4 3 R に向けて射出する。

【 0 0 2 6 】

ダイクロイックミラー 3 2 1 を透過した緑色光および青色光の進行方向には、ダイクロイックミラー 3 2 2 が配置されている。ダイクロイックミラー 3 2 2 は、上記緑色光および上記青色光のうち、第 2 の波長帯域に属する光を反射し、第 2 の波長帯域以外の波長帯域に属する光を透過する。第 2 の波長帯域とは、例えば、緑色光領域である。すなわち、第 2 の波長帯域に属する光とは、例えば、緑色光であり、第 2 の波長帯域以外の波長帯域に属する光とは、青色光である。なお、第 2 の波長帯域は、緑色光領域に限定されず、青色光領域であってもよい。すなわち、第 2 の波長帯域に属する光は青色光であってもよく、第 2 の波長帯域以外の波長帯域に属する光は緑色光であってもよい。

40

【 0 0 2 7 】

ダイクロイックミラー 3 2 2 で反射された緑色光の進行方向には、フィールドレンズ 3 4 1 G が配置されている。フィールドレンズ 3 4 1 G は、入射した緑色光を集光して、画像形成装置 3 4 の入射側偏光板 3 4 2 G に向けて射出する。

【 0 0 2 8 】

50

ダイクロイックミラー 322 を透過した青色光の進行方向には、リレー装置 33 が配置されている。上記青色光は、リレー装置 33 に入射する。リレー装置 33 は、入射側レンズ 331、第 1 反射ミラー 332、リレーレンズ 333、第 2 反射ミラー 334、フィールドレンズである射出側レンズ 341B を備えている。

【0029】

青色光は、赤色光および緑色光と比べて光路が長くなるため、光束が大きくなりやすい。そのため、リレーレンズ 333 を用いて光束の拡大を抑えている。リレー装置 33 に入射した青色光は、入射側レンズ 331 によって収束されながら、第 1 反射ミラー 332 で反射されてリレーレンズ 333 の近傍にて収束する。リレーレンズ 333 に入射した青色光は、第 2 反射ミラー 334 および射出側レンズ 341B に向かって発散する。

10

【0030】

第 2 反射ミラー 334 は、リレーレンズ 333 から射出された青色光を反射させて、射出側レンズ 341B に入射させる。射出側レンズ 341B は、入射した青色光を集光して、画像形成装置 34 の入射側偏光板 342B に向けて射出する。

【0031】

上述したダイクロイックミラー 321, 322 は、各機能に対応する誘電体多層膜を、透明ガラス板上に形成することによって作製される。

【0032】

画像形成装置 34 は、入射側偏光板 342R, 342G, 342B、光変調装置 343R, 343G, 343B、3 個の視野角補償板 344、3 個の射出側偏光板 345、および色合成装置 346 を備えている。光変調装置 343R は、赤色光を変調する。光変調装置 343G は、緑色光を変調する。光変調装置 343B は、青色光を変調する。色合成装置 346 は、色合成素子であって、光変調装置 343R, 343G, 343B で変調された、赤、緑および青の各色の変調光を合成する。

20

【0033】

光変調装置 343R, 343G, 343B は、照明装置 4 から射出された照明光を画像情報に応じて変調する。本実施形態では、光変調装置 343R, 343G, 343B に透過型の液晶パネルが採用されている。入射側偏光板 342R, 342G, 342B、光変調装置 343R, 343G, 343B および射出側偏光板 345 によって、液晶ライトバルブが形成されている。なお、光変調装置 343R, 343G, 343B は、透過型の液晶パネルに限定されず、反射型の液晶パネルや DMD (Digital Micromirror Device) などであってもよい。

30

【0034】

色合成装置 346 は、光変調装置 343R, 343G, 343B によって変調された各変調光を合成して画像を形成し、投射光学装置 36 に入射させる。本実施形態では、色合成装置 346 として、クロスダイクロイックプリズムを用いているが、これに限定されない。色合成装置 346 は、例えば、複数のダイクロイックミラーから成る構成であってもよい。

【0035】

光学筐体 35 は、均一化装置 31、色分離装置 32、リレー装置 33、および画像形成装置 34 を内部に収容する。なお、プロジェクター 1 には、均一化装置 31 の光軸である照明光軸 Ax が設定されている。光学筐体 35 は、照明光軸 Ax における所定の位置に、上記の均一化装置 31 から画像形成装置 34 を保持する。また、照明装置 4 および投射光学装置 36 も、照明光軸 Ax における所定位置に配置される。

40

【0036】

投射光学装置 36 は、画像形成装置 34 から入射される画像を、図示しない被投射面上に拡大投射する。すなわち、投射光学装置 36 は、光変調装置 343R, 343G, 343B によって変調された変調光を投射する。投射光学装置 36 は、例えば、筒状の鏡筒内に複数のレンズが収納された組レンズから成る。

【0037】

50

1.2. 照明装置の構成

次に、本実施形態に係る照明装置4の構成について、図3を参照して説明する。図3は、照明装置の構成を示す模式図である。照明装置4は、照明光WLを上述した均一化装置31に射出する。

【0038】

図3に示すように、照明装置4は、光源ユニット25、偏光分離素子50を含む光学素子25A、第1ピックアップ光学系26、蛍光発光素子である波長変換素子27、第2ピックアップ光学系29、および拡散素子30を備えている。光源ユニット25と光学素子25Aとは、第1軸である光軸Ax1に沿って配置されている。波長変換素子27と光学素子25Aとは、間に第1ピックアップ光学系26を挟んで、第2軸である光軸Ax2に沿って配置されている。光軸Ax2上において、光学素子25Aに対する第1ピックアップ光学系26の反対側には、図示しない均一化装置31が配置されている。拡散素子30と光学素子25Aとは、間に第2ピックアップ光学系29を挟んで、光軸Ax1に沿って配置されている。また、第2ピックアップ光学系29と光学素子25Aとの間には、1/4波長板28bが配置されている。光軸Ax1と光軸Ax2とは、同一面内において互いに直交する。

10

【0039】

光源ユニット25は、光源装置21、コリメーター光学系22、アフォーカル光学系23、偏光調整素子である1/2波長板28a、およびホモジナイザー光学系24を備えている。アフォーカル光学系23は、第1レンズ23aと、第2レンズ23bと、を備えている。第2レンズ23bは、第1レンズ23aの後段、換言すれば第1レンズ23aに対して、後述する第1光BL1の進行方向側に配置されている。光源装置21、コリメーター光学系22、第1レンズ23a、1/2波長板28a、第2レンズ23b、およびホモジナイザー光学系24は、光源装置21から偏光分離素子50に向かって、上記順番にて光軸Ax1に沿って配置されている。

20

【0040】

光源装置21は、第1光源21aおよび第2光源21bを有している。第1光源21aと第2光源21bとは、光軸Ax1と直交する面21cに沿うと共に、光軸Ax1を間に挟んで配置されている。第1光源21aおよび第2光源21bは、第1光BL1を射出する固体光源である。第1光源21aでは、複数の半導体レーザー211aが、面21cに沿ってマトリクス状に配置されている。第2光源21bでは、複数の半導体レーザー211bが、面21cに沿ってマトリクス状に配置されている。光源装置21が第1光源21aおよび第2光源21bを有しているため、照明装置4から射出される照明光WLは、光源が1個である場合と比べて高光束化される。

30

【0041】

第1光BL1は、直線偏光の青色光であり、第1の偏光成分を含む。第1光BL1は、例えば、ピーク波長が455nmである。第1光BL1のピーク波長は455nmに限定されず、440nmや446nmであってもよい。また、第1光源21aと第2光源21bとから射出される第1光BL1は、互いに異なるピーク波長を有していてもよい。また、第1光BL1は、第1の偏光成分に加えて、第1の偏光成分と直交する第2の偏光成分を含んでいてもよい。

40

【0042】

詳細は後述するが、第1光BL1の一部は、偏光分離素子50によって分離されて、蛍光体層27cの励起光となる。また、第1光BL1の他の一部は、偏光分離素子50によって分離されて、拡散素子30を介して画像表示用の青色光となる。

【0043】

光源装置21から射出された第1光BL1は、コリメーター光学系22に入射する。コリメーター光学系22は、第1光BL1を平行光束に変換する。コリメーター光学系22は、アレイ状に並んで配置された複数のコリメーターレンズ22aから成る。コリメーターレンズ22aは、複数の半導体レーザー211a, 211bの各々と対応して、同数配

50

置されている。

【0044】

第1光BL1は、コリメーター光学系22を通過することによって、平行光束に変換されてアフォーカル光学系23に入射する。アフォーカル光学系23は、第1光BL1の光束径を縮小する。

【0045】

アフォーカル光学系23において、第1レンズ23aと第2レンズ23bとは、光軸方向が一致するように配置されている。第1レンズ23aは、第2レンズ23bに対して、コリメーター光学系22側に、換言すれば第1光BL1の入射側に位置している。第1レンズ23aは凸レンズである。第1レンズ23aは、コリメーター光学系22から射出された平行光束を集光して、第2レンズ23bに向けて射出する。第2レンズ23bは凹レンズである。詳しくは、第2レンズ23bは、第1光BL1の入射側、換言すれば第1レンズ23a側が凹面であって、該凹面と反対側を向く面が平面である。第2レンズ23bは、第1レンズ23aから射出された、後述する第2光BL2を平行光束とする。なお、第2レンズ23bの凹面および平面が向く方向は、上記に限定されず、上記の構成と逆であってもよい。

10

【0046】

ここで、第1レンズ23aおよび第2レンズ23bは、上記の構成に限定されない。第1レンズ23aおよび第2レンズ23bは、例えば、共に凸レンズであってもよい。この場合には、第1レンズ23aと第2レンズ23bとの間で光線が交差する。

20

【0047】

アフォーカル光学系23の第1レンズ23aと第2レンズ23bとの間には、1/2波長板28aが配置されている。詳しくは、1/2波長板28aは、光軸A×1上において、第1レンズ23aと第2レンズ23bとの間にあって、第2レンズ23bに近い位置に配置されている。つまり、1/2波長板28aは、光軸A×1上における、第1レンズ23aと第2レンズ23bとの間の中間点よりも第2レンズ23b側に位置している。

【0048】

1/2波長板28aは、直線偏光の第1光BL1を通過させて、第1の偏光成分および第2の偏光成分のそれぞれの直線偏光を含む第2光BL2とする。第1の偏光成分と第2の偏光成分とは直交する。ここで、第1の偏光成分とは偏光分離素子50に対するs偏光成分であり、第2の偏光成分とは偏光分離素子50に対するp偏光成分である。

30

【0049】

1/2波長板28aには、第1光BL1の中心軸と交差する面内において、1/2波長板28aを回転させる偏光調整機構28cが接続されている。偏光調整機構28cは、1/2波長板28aの遅相軸角度を変化させる。1/2波長板28aの遅相軸角度を変化させることによって、第2光BL2における第1の偏光成分と第2の偏光成分との比率が調整される。ここで、本実施形態において、第1光BL1の中心軸とは光軸A×1を指す。

【0050】

第2光BL2は、アフォーカル光学系23から射出されて、ホモジナイザー光学系24に入射する。ホモジナイザー光学系24は、第2光BL2の光強度分布を均一な状態、所謂トップハット分布に変換する。ホモジナイザー光学系24は、光軸A×1に沿って並んだ、第1マルチレンズアレイ24aと第2マルチレンズアレイ24bとを有している。ホモジナイザー光学系24を経た第2光BL2は、光源ユニット25から偏光分離素子50に向けて射出されて光学素子25Aへ入射する。

40

【0051】

光学素子25Aは、ダイクロイックプリズムにて構成されている。ダイクロイックプリズムは、光軸A×1に対して45°の角度を成す傾斜面Kを有している。傾斜面Kは、光軸A×2に対しても45°の角度を成している。光学素子25Aは、互いに直交する光軸A×1および光軸A×2の交点と、傾斜面Kの光学中心とが一致するように配置されている。なお、光学素子25Aは、ダイクロイックプリズムのようなプリズム形状のものに限

50

定されず、平行平板状のダイクロイックミラーであってもよい。

【0052】

傾斜面Kには、波長選択性を有する偏光分離素子50が設けられている。偏光分離素子50は、第2光BL2を、第1の偏光成分であるs偏光成分と、第2の偏光成分であるp偏光成分とに分離する偏光分離機能を有している。詳しくは、偏光分離素子50は、第2光BL2のs偏光成分を反射させ、第2光BL2のp偏光成分を透過させる。また、偏光分離素子50は、青色光である第2光BL2とは波長帯が異なる蛍光光YLに対して、蛍光光YLの偏光状態に係わらず透過させる色分離機能も有している。すなわち、偏光分離素子50は、青色光領域の波長の光についてはs偏光成分とp偏光成分とを分離するのに対して、緑色光領域および赤色光領域の波長の光についてはs偏光成分およびp偏光成分のそれぞれを通過させる、波長選択性の偏光分離特性を有している。

10

【0053】

具体的には、偏光分離素子50は、直線偏光の第2光BL2を、偏光分離素子50に対する、s偏光成分である第3光BMs e3と、p偏光成分である第4光BMs p4とに分離する。第3光BMs e3は、偏光分離素子50にて反射されて光軸Ax2に沿って進み、第1ピックアップ光学系26に入射する。第4光BMs p4は、偏光分離素子50を透過して光軸Ax1に沿って、1/4波長板28bに向かって進む。

【0054】

第1ピックアップ光学系26は、第3光BMs e3を波長変換素子27に向けて集光させる。第1ピックアップ光学系26は、第1ピックアップレンズ26a, 26bを有している。第1ピックアップレンズ26a, 26bのうち、第1ピックアップレンズ26aが光学素子25Aに近い側に配置されている。

20

【0055】

第3光BMs e3は、第1ピックアップ光学系26を介して、波長変換素子27の蛍光体層27cに入射する。蛍光体層27cは、例えば、波長455nmの励起光である第3光BMs e3によって励起される蛍光体を含んでいる。該蛍光体は、第3光BMs e3が入射すると、例えば500nmから700nmの波長域にピーク波長を有する黄色光である蛍光光YLを生成する。これによって、波長変換素子27は、第3光BMs e3によって励起され、偏光分離素子50に向けて蛍光光YLを射出する。

【0056】

30

蛍光光YLは、蛍光体層27cから射出されて、第1ピックアップ光学系26を経て光学素子25Aに入射する。蛍光光YLは、偏光方向が揃っていない非偏光光である。偏光分離素子50は、蛍光光YLの偏光成分によらず、蛍光光YLを透過する特性を有している。そのため、蛍光光YLは、光軸Ax2に沿って進み、偏光分離素子50を透過して、図示しない均一化装置31に入射する。なお、波長変換素子27には、第3光BMs e3の入射によって生じた熱を冷却するための冷却装置が付設されていてもよい。

【0057】

偏光分離素子50と拡散素子30との間の光路中には、1/4波長板28bと第2ピックアップ光学系29とが配置されている。第4光BMs p4は、偏光分離素子50から拡散素子30に向けて射出されて、1/4波長板28bに入射する。p偏光成分の第4光BMs p4は、1/4波長板28bによって円偏光の第5光BMc5に変換される。本実施形態においては、第5光BMc5は右円偏光である。1/4波長板28bから射出された第5光BMc5は、第2ピックアップ光学系29に入射する。なお、本明細書において、円偏光とは、2つの偏光成分の強度が等しい正円の偏光に加えて、2つの偏光成分の強度が異なる橢円偏光も含むものとする。

40

【0058】

第2ピックアップ光学系29は、第5光BMc5を拡散素子30に向けて集光させる。第2ピックアップ光学系29は、第2ピックアップレンズ29a, 29bを有している。第2ピックアップレンズ29a, 29bのうち、第2ピックアップレンズ29aが1/4波長板28bに近い側に配置されている。

50

【 0 0 5 9 】

第5光B M c 5は、光軸A × 1に沿って進み、第2ピックアップ光学系2 9を経て拡散素子3 0に到達する。拡散素子3 0は、第5光B M c 5を光学素子2 5 Aに向けて拡散反射させる。拡散素子3 0は、右円偏光の第5光B M c 5を、左円偏光の第6光B M c 6に変換して反射する。

【 0 0 6 0 】

拡散素子3 0は、平板状であって、図示を省略するが、基材に反射膜が設けられている。基材は、例えば、ガラスなどの透光性の材料で形成されている。反射膜は、第2ピックアップ光学系2 9と対向する面に設けられている。反射膜は、例えば、銀、アルミニウムなどの光反射性の高い金属で形成された金属反射膜である。

10

【 0 0 6 1 】

第6光B M c 6は、拡散素子3 0から射出されて第2ピックアップ光学系2 9を介して、1 / 4波長板2 8 bに入射する。第6光B M c 6は、1 / 4波長板2 8 bによって、s偏光の第7光B M s d 7に変換される。第7光B M s d 7は、1 / 4波長板2 8 bから射出されて光軸A × 1に沿って進み、光学素子2 5 Aに入射する。第7光B M s d 7は、偏光分離素子5 0にて反射されて光軸A × 2に沿って進み、図示しない均一化装置3 1に入射する。

【 0 0 6 2 】

光学素子2 5 Aから均一化装置3 1に向けて、青色光である第7光B M s d 7と黄色光である蛍光光Y Lとが、光軸A × 2に沿う同一方向に射出される。すなわち、第7光B M s d 7と蛍光光Y Lとが合成された白色光である照明光W Lとなって、照明装置4から射出されて均一化装置3 1に入射する。

20

【 0 0 6 3 】**1 . 3 . 1 / 2 波長板の偏光回転率**

1 / 2波長板2 8 aの偏光回転率について、1 / 4波長板の偏光回転率と比較して説明する。図4 Aは、第1光源から射出される第1光に対する、1 / 2波長板の偏光回転率を示す分布図である。図4 Bは、第2光源から射出される第1光に対する、1 / 2波長板の偏光回転率を示す分布図である。図5 Aは、第1光源から射出される第1光に対する、1 / 4波長板の偏光回転率を示す分布図である。図5 Bは、第2光源から射出される第1光に対する、1 / 4波長板の偏光回転率を示す分布図である。図4 A、図4 Bは、本実施形態の1 / 2波長板2 8 aのシミュレーションデータを示すものである。図5 A、図5 Bは、1 / 2波長板2 8 aに代えて、1 / 4波長板を用いた場合の比較例としてのシミュレーションデータを示すものである。

30

【 0 0 6 4 】

上述したように、アフォーカル光学系2 3において、第1光B L 1は、第1レンズ2 3 aから第2レンズ2 3 bへ向けて光束径が縮小される。1 / 2波長板2 8 aは、第1レンズ2 3 aと第2レンズ2 3 bとの間に、換言すれば、上記光束径が縮小される途中に配置されている。そのため、1 / 2波長板2 8 aの入射面における第1光B L 1の入射する位置によって、個々の光線の入射角度に差が生じる。図4 Aおよび図4 Bでは、該入射角度の差に起因する偏光回転率のばらつきを分布図として示している。

40

【 0 0 6 5 】

ここで、本明細書における偏光回転率とは、入射光の偏光面を回転させ得る程度を百分率で表している。換言すれば、偏光回転率とは、第1光B L 1における、第1の偏光成分であるs偏光成分の一部を、第2の偏光成分であるp偏光成分に変換する際の変換効率である。偏光回転率のばらつきが大きくなると、照明光W Lにおける色ムラが顕著になる。なお、図4 A、図4 B、図5 A、図5 Bで例示するシミュレーションデータは、基準とする偏光回転率を2 2 %とし、上述した光源ユニット2 5の配置に対応するものであり、上記入射角度が8 °から2 1 °の範囲に分布している。

【 0 0 6 6 】

第1光源2 1 aでは、複数の半導体レーザー2 1 1 aが面2 1 cに沿ってマトリクス状

50

に配置されている。第2光源21bでは、複数の半導体レーザー211bが面21cに沿ってマトリクス状に配置されている。図4A、図4B、図5A、図5Bでは、複数の半導体レーザー211a, 211bから射出される光線に対して、個々の偏光回転率を示すのではなく、偏光回転率の分布として模式的に示している。したがって、実際の偏光回転率は、半導体レーザー211a, 211bから射出される個々の光線に対応するものである。

【0067】

なお、図4A、図4B、図5A、図5Bにおいて、X軸は第1光源21aと第2光源21bとが、光軸A×1を挟んで隣り合う方向に対応し、Y軸は、面21cに沿う面にあって、X軸と直交する方向に対応している。また、複数の半導体レーザー211a, 211bは、X方向およびY方向にマトリクス状に配置されている。

10

【0068】

図4A、図4B、図5A、図5Bにおけるハッチング種の凡例は、偏光回転率の範囲を示している。具体的には、ハッチング種Aが0%以上10%未満、ハッチング種Bが10%以上20%未満、ハッチング種Cが20%以上30%未満、ハッチング種Dが30%以上40%未満、ハッチング種Eが40%以上50%未満の偏光回転率を各々表している。

【0069】

図4Aおよび図4Bに示すように、1/2波長板28aでは、偏光回転率が30%未満となり、偏光回転率におけるばらつきの発生が抑えられていることが分かる。これに対して、図5Aおよび図5Bに示すように、1/4波長板を用いると、偏光回転率が10%から50%の範囲までばらつきが大きくなることが分かる。これによって、1/2波長板28aを用いると、偏光回転率におけるばらつきの発生を抑制できることが示された。特に、本実施形態のプロジェクター1のように、第1光源21aおよび第2光源21bの2個の光源を用いると、第1レンズ23aから第2レンズ23bへの光束径の縮小率が大きくなり、入射角度の差が大きくなる。このような場合に、1/2波長板であれば、照明光WLにおける色ムラの発生を低減することができる。

20

【0070】

1.4. 偏光回転率の入射角度依存性

1/2波長板28aにおける偏光回転率の入射角度依存性について、1/4波長板と比較して説明する。図6は、1/2波長板の偏光回転率における入射角度依存性を示すグラフである。図7は、1/4波長板の偏光回転率における入射角度依存性を示すグラフである。

30

【0071】

図6は、本実施形態の1/2波長板28aのシミュレーションデータを示すものである。図7は、比較例である1/4波長板のシミュレーションデータを示すものである。ここで、図6および図7では、横軸を入射光の波長とし、縦軸を偏光回転効率としている。線種の凡例に示した2つの数字は、前方が方位角度であり、後方が波長板への入射角度である。方位角度0°、入射角度0°以外の線種は、全て入射角度10°の斜め入射を想定したデータである。ここで、図6、図7で例示するシミュレーションデータは、基準とする偏光回転率を22%としている。

【0072】

なお、図6において、方位角度0°で入射角度10°のデータは、方位角度180°で入射角度10°のデータと一致するため、図示を省略している。同様にして、図7において、方位角度0°で入射角度10°は方位角度180°で入射角度10°と、方位角度45°で入射角度10°は方位角度225°で入射角度10°と、方位角度90°で入射角度10°は方位角度270°で入射角度10°と、方位角度135°で入射角度10°は方位角度315°で入射角度10°と、それぞれデータが一致している。そのため、入射角度10°における、方位角度が0°、45°、90°、および135°のデータは、図示を省略している。

40

【0073】

図6に示すように、1/2波長板28aでは、方位角度が0°から180°までの間で

50

偏光回転率のばらつきの発生が抑えられていることが分かる。偏光回転率は、入射光の波長が400 nmから640 nmの範囲でばらつきが約10%の範囲に収まり、入射角度依存性が小さいことが示された。特に、本実施形態で用いる、第1光B L 1のピーク波長である455 nmの入射光に対しては、入射角度に対する依存性がより小さくなっている。これに対して、図7に示すように、1/4波長板では、方位角度が0°から315°までの間で偏光回転率のばらつきが大きくなることが分かる。偏光回転率は、入射光の波長が400 nmから640 nmの範囲において、ばらつきが概ね10%から15%となり、1/2波長板28aよりも入射光の角度依存性が大きくなっている。

【0074】

以上に述べたように、実施形態に係る照明装置4およびプロジェクター1によれば、以下の効果を得ることができる。

10

【0075】

照明装置4を容易に小型化することができる。詳しくは、アフォーカル光学系23の第1レンズ23aと第2レンズ23bとの間に、1/2波長板28aが配置されている。これに加えて、1/2波長板28aは、第1レンズ23aよりも第2レンズ23bに近付けて配置されている。そのため、1/2波長板28aが第1レンズ23aに近い場合と比べて、1/2波長板28aには、より縮径された光束が入射する。したがって、1/2波長板28aを小さくすることが可能であり、照明装置4をより小型化しやすくなる。

【0076】

また、位相差板として1/2波長板28aを用いることから、照明光における色ムラの発生を抑えることができる。詳しくは、1/2波長板28aは、例えば1/4波長板と比べて、偏光回転率における入射角度の依存性が小さい。換言すれば、1/2波長板28aでは、光束の入射角が大きくなても、1/4波長板よりも偏光回転率のばらつきが小さくなる。すなわち、1/2波長板28aによって偏光回転率のばらつきが低減され、照明光における色ムラの発生を抑えることができる。以上により、小型化が容易で、照明光における色ムラの発生を抑えた照明装置4を提供することができる。

20

【0077】

第1光源21aおよび第2光源21bが固体光源であることから、放電型の光源を用いる場合と比べて、照明光を容易に高光束化することができる。

【0078】

1/2波長板28aを用いることから、1/4波長板と比べて、偏光回転率において、入射光の入射する位置および入射角度によるばらつきの発生が抑えられる。また、光源ユニット25から射出される第2光B L 2において、s偏光成分とp偏光成分との比率を調整することが可能となる。これにより、第7光B M s d 7と蛍光光Y Lとの割合を変化させることで、白色光である照明光W Lにおけるホワイトバランスを調整することができる。

30

【0079】

第2光B L 2のうちの、第3光B M s e 3を波長変換素子27に入射させて活用し、第4光B M p 4を拡散素子30にて活用することができる。また、波長変換素子27から射出された蛍光光を、偏光分離素子50からさらに射出させることができる。

【0080】

偏光分離素子50と拡散素子30との間の光路中に1/4波長板28bが配置されることから、偏光分離素子50から拡散素子30に入射するp偏光成分を円偏光の光とし、拡散素子30から入射する円偏光の光をs偏光成分に変換することができる。

40

【0081】

従来よりも小型で、投射される画像などの画質が向上した投射型表示装置としてのプロジェクター1を提供することができる。

【0082】

以下に、実施形態から導き出される内容を記載する。

【0083】

照明装置は、光源ユニットと、偏光分離素子と、拡散素子と、波長変換素子と、を備え

50

、光源ユニットは、第1光源と、第2光源と、アフォーカル光学系と、1/2波長板と、を備え、アフォーカル光学系と、1/2波長板と、偏光分離素子とは、第1軸に沿って配置され、第1光源と、第2光源とは、第1軸と直交する面に沿って並んで配置され、アフォーカル光学系は、第1レンズと、第1レンズの後段に配置された第2レンズと、を備え、1/2波長板は、第1軸上において、第1レンズと第2レンズとの間にあって、第2レンズに近い位置に配置されることを特徴とする。

【0084】

この構成によれば、照明装置を容易に小型化することができる。詳しくは、アフォーカル光学系の第1レンズと第2レンズとの間に、1/2波長板が配置されている。これに加えて、1/2波長板は、第1レンズよりも第2レンズに近付けて配置されている。そのため、1/2波長板が第1レンズに近い場合と比べて、1/2波長板には、より縮径された光束が入射する。したがって、1/2波長板を小さくすることが可能であり、照明装置をより小型化しやすくなる。10

【0085】

また、位相差板として1/2波長板を用いることから、照明光における色ムラの発生を抑えることができる。詳しくは、1/2波長板は、例えば1/4波長板と比べて、偏光回転率における入射角度の依存性が小さい。換言すれば、1/2波長板では、光束の入射角が大きくなってしまっても、1/4波長板よりも偏光回転率のばらつきが小さくなる。すなわち、1/2波長板によって偏光回転率のばらつきが低減され、照明光における色ムラの発生を抑えることができる。以上により、小型化が容易で、照明光における色ムラの発生を抑えた照明装置を提供することができる。20

【0086】

上記の照明装置において、第1光源および第2光源は、第1の偏光成分を含む第1光を射出する固体光源であることが好ましい。

【0087】

この構成によれば、固体光源を用いることに加えて、複数の光源として第1光源および第2光源を備えることから、照明光を容易に高光束化することができる。

【0088】

上記の照明装置において、1/2波長板は、第1光を通過させて、第1の偏光成分と第1の偏光成分に直交する第2の偏光成分とを含む第2光とし、1/2波長板を、第1光の中心軸と交差する面内において回転させる偏光調整機構を備えることが好ましい。30

【0089】

この構成によれば、1/4波長板と比べて、偏光回転率において、入射光の入射する位置および入射角度によるばらつきの発生が抑えられる。また、光源ユニットから射出される第2光において、第1の偏光成分と第2の偏光成分との比率を調整することが可能となる。

【0090】

上記の照明装置において、光源ユニットは、第2光を偏光分離素子に向けて射出し、偏光分離素子は、第2光を、第1の偏光成分である第3光と、第2の偏光成分である第4光とに分離し、拡散素子に向けて、偏光分離素子から第4光が射出され、波長変換素子には、偏光分離素子で分離された第3光が入射することが好ましい。40

【0091】

この構成によれば、第2光のうちの、第3光を波長変換素子に入射させて活用し、第4光を拡散素子にて活用することができる。

【0092】

上記の照明装置において、波長変換素子は、第3光によって励起され、偏光分離素子に向けて蛍光光を射出し、偏光分離素子は、蛍光光を透過することが好ましい。

【0093】

この構成によれば、波長変換素子から射出された蛍光光を、偏光分離素子からさらに射出させることができる。50

【 0 0 9 4 】

上記の照明装置において、偏光分離素子と拡散素子との間の光路中に 1 / 4 波長板が配置されることが好ましい。

【 0 0 9 5 】

この構成によれば、偏光分離素子から拡散素子に入射する第 2 の偏光成分を円偏光の光とし、拡散素子から入射する円偏光の光を第 1 の偏光成分に変換することができる。

【 0 0 9 6 】

投射型表示装置は、上記の照明装置と、照明装置から射出された光を変調する光変調装置と、光変調装置によって変調された光を投射する投射光学装置と、を備えることを特徴とする。

10

【 0 0 9 7 】

この構成によれば、従来よりも小型で、投射される画像などの画質が向上した投射型表示装置を提供することができる。

【 符号の説明 】**【 0 0 9 8 】**

1 ... 投射型表示装置としてのプロジェクター、4 ... 照明装置、2 1 a ... 第 1 光源、2 1 b ... 第 2 光源、2 1 c ... 面、2 3 ... アフォーカル光学系、2 3 a ... 第 1 レンズ、2 3 b ... 第 2 レンズ、2 5 ... 光源ユニット、2 7 ... 波長変換素子、2 8 a ... 1 / 2 波長板、2 8 b ... 1 / 4 波長板、2 8 c ... 偏光調整機構、3 0 ... 拡散素子、3 6 ... 投射光学装置、5 0 ... 偏光分離素子、3 4 3 B , 3 4 3 G , 3 4 3 R ... 光変調装置、A × 1 ... 第 1 軸としての光軸、B L 1 ... 第 1 光、B L 2 ... 第 2 光、B M s e 3 ... 第 3 光、B M p 4 ... 第 4 光、Y L ... 蛍光光。

20

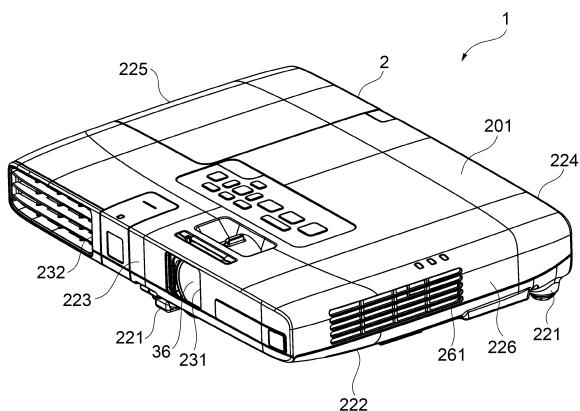
30

40

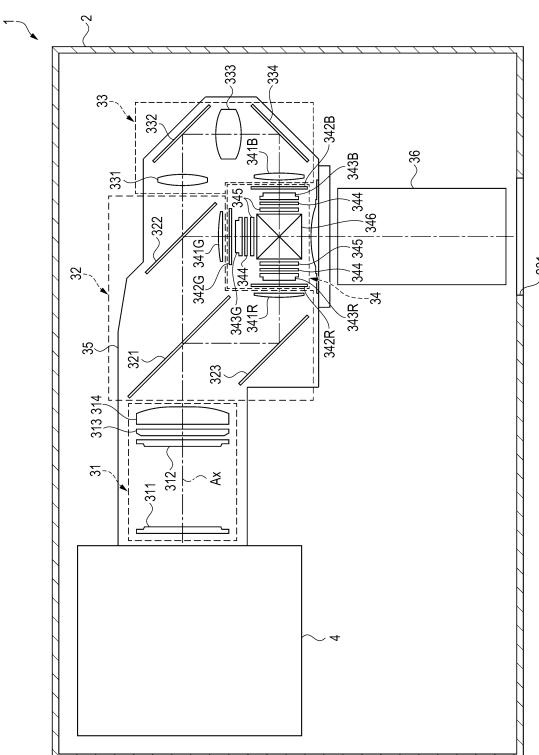
50

【四面】

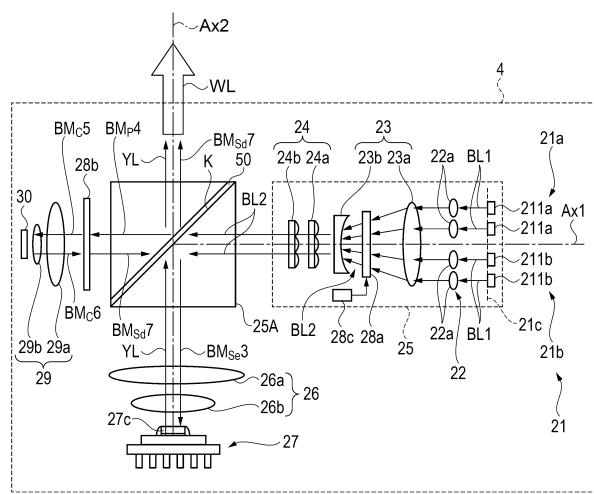
【 句 1 】



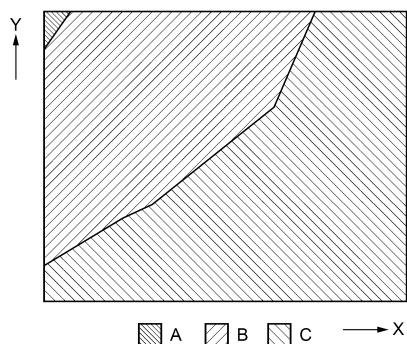
【図2】



(3)



【図 4 A】



10

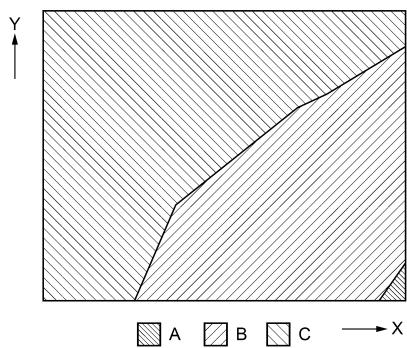
20

30

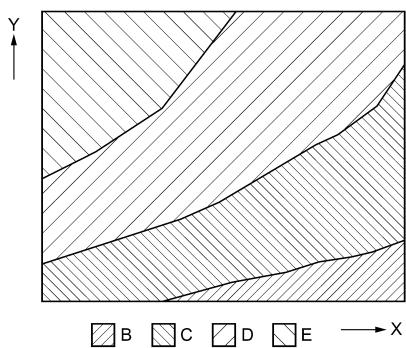
40

50

【図 4 B】

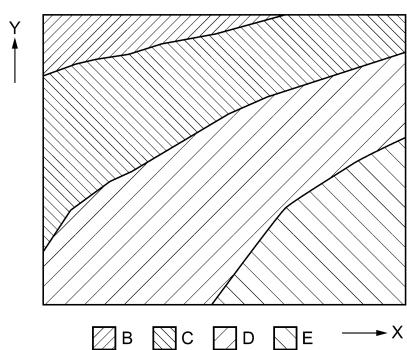


【図 5 A】

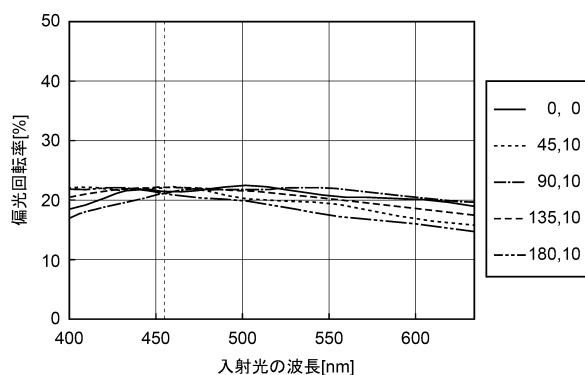


10

【図 5 B】



【図 6】



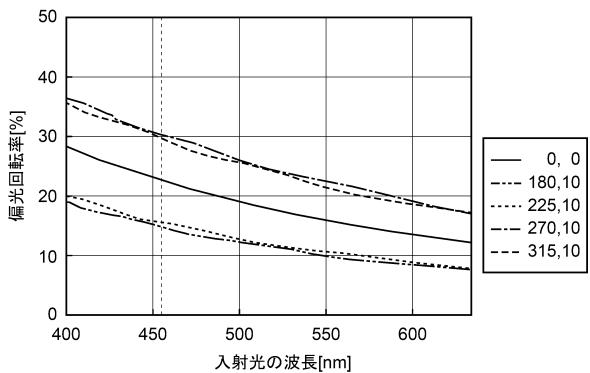
20

30

40

50

【図 7】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類

	F I		
G 0 2 B	3/00 (2006.01)	G 0 2 B	3/00 A
G 0 2 F	1/13 (2006.01)	G 0 2 F	1/13 5 0 5
G 0 2 F	1/13357(2006.01)	G 0 2 F	1/13357
G 0 3 B	21/00 (2006.01)	G 0 3 B	21/00 E
H 0 4 N	9/31 (2006.01)	H 0 4 N	9/31 5 0 0

(72)発明者 高木智広

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

(72)発明者 中込陽一

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内

審査官 石本 努

(56)参考文献
特開2019-028361 (JP, A)
特開2017-097258 (JP, A)
特開2018-124538 (JP, A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

F 21S2 / 00
F 21V1 / 00 - 15 / 04
G 02B1 / 00 - 1 / 08
3 / 00 - 5 / 136
G 02F1 / 13
1 / 13357
1 / 137 - 1 / 141
G 03B21 / 00 - 21 / 10
21 / 12 - 21 / 13
21 / 134 - 21 / 30
33 / 00 - 33 / 16
H 04N5 / 66 - 5 / 74
9 / 12 - 9 / 31