

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5386821号
(P5386821)

(45) 発行日 平成26年1月15日 (2014. 1. 15)

(24) 登録日 平成25年10月18日 (2013. 10. 18)

(51) Int. Cl.

F I

F 2 1 S 2/00 (2006. 01)

F 2 1 S 2/00 3 5 5

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

F 2 1 S 2/00 3 3 O

F 2 1 Y 101/00 (2006. 01)

G O 3 B 21/14 A

F 2 1 Y 101:00

請求項の数 6 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2007-339462 (P2007-339462)
 (22) 出願日 平成19年12月28日 (2007. 12. 28)
 (65) 公開番号 特開2009-163901 (P2009-163901A)
 (43) 公開日 平成21年7月23日 (2009. 7. 23)
 審査請求日 平成22年12月9日 (2010. 12. 9)

(73) 特許権者 000002369
 セイコーエプソン株式会社
 東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
 (74) 代理人 100064908
 弁理士 志賀 正武
 (74) 代理人 100140774
 弁理士 大浪 一徳
 (72) 発明者 山内 泰介
 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 武田 高司
 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】 光源装置及びプロジェクタ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

被照射面を照明するための照明光を生成する光源装置と、
 前記光源装置から射出された光を画像信号に応じて変調する光変調装置と、
 前記光変調装置により形成された画像を投射する投射手段と、を備えるプロジェクタで
 あって、

前記光源装置は、

光を射出する光源と、

前記光源から射出された光の中心軸に垂直な軸を中心に回転することにより、前記光源
 から射出された光の光路を変換する光路変換部材と、

前記光路変換部材から射出され、時間的に入射位置が異なる光によって前記被照射面上
 の同一の箇所を照明する重畳照明素子と、

前記光路変換部材を回転させる回転手段と、を備え、

前記光路変換部材が、前記光源から射出された光を屈折させることにより、該光路変換
 部材から射出された光が該光路変換部材に入射した光と略平行となる状態で光路を変換し
、該光路変換部材から射出された光の前記重畳照明素子に対する入射位置を時間的に変化
させ、

前記重畳照明素子がホログラム素子であることを特徴とするプロジェクタ。

【請求項 2】

前記光源がレーザ光源であることを特徴とする請求項 1 に記載のプロジェクタ。

【請求項 3】

前記光路変換部材が角柱形状であり、

前記光路変換部材の辺の数が偶数からなることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載のプロジェクト。

【請求項 4】

前記光路変換部材が四角柱であり、前記光路変換部材の 1 辺の長さを A とし、前記光路変換部材の屈折率を n とし、前記光路変換部材の回転中心軸に向かう光を基準とすると、該基準の光から下記式 (1) を満たす距離 h の範囲に光を入射させることを特徴とする請求項 3 に記載のプロジェクト。

【数 1】

10

$$h < \frac{A}{\cos(\sin^{-1}1/(\sqrt{2} \cdot n))} \times \sin\left(\frac{\pi}{4} - \sin^{-1}1/(\sqrt{2} \cdot n)\right) \quad \dots (1)$$

【請求項 5】

前記光路変換部材が正四角柱であることを特徴とする請求項 4 に記載のプロジェクト。

【請求項 6】

20

前記ホログラム素子による再生像の結像面が前記被照射面となるように、前記ホログラム素子を配置することを特徴とする請求項 1 ないし 5 のいずれか一項に記載のプロジェクト。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光源装置及びプロジェクトに関する。

【背景技術】

【0002】

近年、プロジェクトの小型化の要求が益々高まるなか、半導体レーザの高出力化、青色半導体レーザの登場に伴い、レーザ光源を使ったプロジェクトが開発されている。この種のプロジェクトは、光源の波長域が狭いために色再現範囲を十分に広くすることが可能であり、小型化や構成部材の削減も可能であることから、次世代の表示デバイスとして大きな可能性を秘めている。

30

しかしながら、レーザ光源を用いたプロジェクトにおいて、画像光による表示を行う際、スクリーン等の散乱体で光の干渉が生じることによって明点と暗点とが縞模様あるいは斑模様に分布する、いわゆる「シンチレーション（あるいは「スペckル」とも言う）」と呼ばれる現象が発生する場合がある。

【0003】

シンチレーションは、観察者に対してぎらつき感を与え、画像鑑賞時に不快感を与えるなどの悪影響を及ぼす原因となる。特にレーザ光は干渉性が高い光であることから、シンチレーションが発生しやすい。ところが、ランプ光源の場合でも近年は短アーク化によって干渉性が高くなっており、シンチレーションを除去する技術が重要になり、スペckルノイズを低減する技術が提案されている（例えば、特許文献 1 及び特許文献 2 参照。）。

40

【0004】

特許文献 1 に記載のディスプレイ装置では、赤色レーザ光、緑色レーザ光、青色レーザ光は合成され、回転された拡散素子に通過させる。このとき、拡散素子を十分に速く回転させて、スペckルノイズを低減させることを可能とする。

また、特許文献 2 に記載の照明装置は、光を射出する光源装置及び入射した光の照度分布を均一にする回折光学素子を備えている。そして、回折光学素子により、光源装置から

50

射出された光を矩形変換し、所定の照明エリアを照明する。この照明装置を用いた投射型画像表示装置では、回折光学素子に対向してライトバルブを配置することにより、回折光学素子により生成された回折光でライトバルブを照明する。

【特許文献 1】特開平 6 - 2 0 8 0 8 9 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 7 - 3 3 5 7 6 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【 0 0 0 5 】

上記従来の技術には以下のような課題が残されている。

すなわち、上記特許文献 1 に記載のディスプレイ装置では、拡散板により光を拡散させているため、光の利用効率が低下してしまう。

10

また、特許文献 2 に記載の照明装置では、回折光学素子により所定の照明エリアを照明する照明光を生成しているが、回折光学素子により生成される照明光には高周波ノイズが発生する場合がある。この場合、回折光学素子により、均一な強度分布を有する照明光を生成するのは困難である。

【 0 0 0 6 】

本発明は、上記の課題を解決するためになされたものであって、均一な強度分布を有し、光利用効率を向上させつつ、スペックルノイズを低減させることが可能な光源装置及びプロジェクタ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】

20

【 0 0 0 7 】

上記目的を達成するために、本発明は、以下の手段を提供する。

本発明の光源装置は、被照射面を照明するための照明光を生成する光源装置であって、光を射出する光源と、該光源から射出された光の中心軸に垂直な軸を中心に回転することにより、前記光源から射出された光の光路を変換する光路変換部材と、該光路変換部材から射出され、時間的に入射位置が異なる光を前記被照射面上で重畳させる重畳照明素子と、該光路変換部材を回転させる回転手段とを備えることを特徴とする。

【 0 0 0 8 】

本発明に係る光源装置では、光源から射出された光は光路変換部材の回転により光路が変換され、重畳照明素子に射出される。そして、重畳照明素子に入射した光は、重畳され被照射面を照明する。

30

このとき、回転手段により、光路変換部材が光源から射出された光の中心軸に垂直な軸を中心に回転するため、重畳照明素子に入射する光の入射位置が時間的に変化する。これにより、重畳照明素子から射出された光のスペックルパターンは時間的に変化するため、人間の眼の残像効果により時間積分され、スペックルノイズが抑えられた光となる。すなわち、本発明の光源装置は、従来のように拡散板を備えるのではなく、光路変換部材を回転させることにより、重畳照明素子から射出させる光のスペックルパターンを時間的に変化させている。これにより、光利用効率を低下させることなく、均一な強度分布を有するとともに、スペックルノイズが抑えられた光により、被照射面を照明することができる。

また、光路変換部材は回転しているため、死点（動きが一瞬止まる点）を持たないので、干渉が生じる瞬間を抑えることができる。したがって、簡易な構成で、フリッカ（スクリーンにおける画像のちらつき）的なスペックルの抑制の効果を連続的に持続することが可能となる。

40

さらに、重畳照明素子から射出された光の斑模様のパターンも時間的に変化するため、斑模様が抑えられた光により、被照射面を照明することが可能となる。

【 0 0 0 9 】

また、本発明の光源装置は、前記光路変換部材が、前記光源から射出された光を屈折させることにより、光路を変換することが好ましい。

【 0 0 1 0 】

本発明に係る光源装置では、光源から射出された光は、光路変換部材において屈折して

50

、光路が変換され光路変換部材から射出される。この場合、例えば、反射部を備えて、光を反射させて光路を変換する場合に比べて、光の損失が少ないため、光源から射出された光の利用効率を向上させることが可能となる。

【 0 0 1 1 】

また、本発明の光源装置は、前記光路変換部材が角柱形状であり、前記光路変換部材の辺の数が偶数からなることが好ましい。

【 0 0 1 2 】

本発明に係る光源装置では、光路変換部材が角柱形状であり、光路変換部材の辺の数が偶数からなるため、光路変換部材の任意の面に入射した光を任意の面と異なる面から射出させる際、入射した光と平行に射出させることができる。すなわち、光源から重畳照明素子までの光学系を直線系にすることができるため、装置全体の組み立てが容易になる。

10

【 0 0 1 3 】

また、本発明の光源装置は、前記光路変換部材が四角柱であり、前記光路変換部材の 1 辺の長さを A とし、前記光路変換部材の屈折率を n とし、前記光路変換部材の回転中心軸に向かう光を基準とすると、該基準の光から下記式 (1) を満たす距離 h の範囲に光を入射させることが好ましい。

【 0 0 1 4 】

【 数 1 】

$$h < \frac{A}{\cos(\sin^{-1} 1/(\sqrt{2} \cdot n))} \times \sin \left(\frac{\pi}{4} - \sin^{-1} 1/(\sqrt{2} \cdot n) \right)$$

20

・ ・ ・ (1)

【 0 0 1 5 】

本発明に係る光源装置では、基準の光から下記式 (1) を満たす距離 h の範囲に光を入射させることにより、光路変換部材に入射する光と光路変換部材から射出する光とを平行にすることが可能となる。

30

【 0 0 1 6 】

また、本発明の光源装置は、光路変換部材が正四角柱であることが好ましい。

本発明に係る光源装置では、光路変換部材が正四角柱であるため、上記式 (1) を満たす h の値を最も大きく取ることが可能となる。これにより、光路変換部材に対する光源の配置の自由度が増すことになり、装置全体の組み立てが容易になる。

【 0 0 1 7 】

また、本発明の光源装置は、前記重畳照明素子がホログラム素子であることが好ましい。

【 0 0 1 8 】

本発明に係る光源装置では、重畳照明素子がホログラム素子であり、ホログラム素子としては、例えば、ガラス基板に計算機で計算して人工的に作成した凹凸構造が形成された計算機合成ホログラム (C G H : Computer Generated Hologram、以下 C G H と称す。) を用いることができる。この C G H は回折現象を利用して入射光の波面を変換する波面変換素子である。特に位相変調型の C G H は入射光波のエネルギーをほとんど失うことなく波面変換が可能である。このように、C G H は均一な強度分布や単純な形状の強度分布を発生させることができるので、光源装置に好適に用いることができる。さらに、C G H は、回折格子の分割領域の自由な設定が可能であり、収差の問題が生じないので好適である。

40

また、重畳照明素子がホログラム素子である場合、ホログラム素子により生成される照

50

明光には複数の高周波成分が発生する場合がある。そこで、光路変換部材を回転させ、ホログラム素子に入射する光の入射位置を時間的に変化させることにより、高周波ノイズが発生した場合でも、均一な強度分布の光を被照射面に照射することができる。

【0019】

また、本発明の光源装置は、前記ホログラム素子による再生像の結像面が前記被照射面となるように、前記ホログラム素子を配置することが好ましい。

【0020】

本発明に係る光源装置では、ホログラム素子による再生像の結像面が被照射面となるように、ホログラム素子を配置することにより、被照射面において高周波成分を有する光が重畳されるため、効率的にスペックルノイズを低減させることが可能となる。

10

【0021】

本発明のプロジェクタは、被照射面を照明するための照明光を生成する光源装置と、前記光源装置から射出された光を画像信号に応じて変調する光変調装置と、前記光変調装置により形成された画像を投射する投射手段とを備えるプロジェクタであって、前記光源装置は、光を射出する光源と、前記光源から射出された光の中心軸に垂直な軸を中心に回転することにより、前記光源から射出された光の光路を変換する光路変換部材と、前記光路変換部材から射出され、時間的に入射位置が異なる光を前記被照射面上で重畳させる重畳照明素子と、前記光路変換部材を回転させる回転手段とを備えることを特徴とする。

本発明のプロジェクタにおいて、前記光路変換部材が、前記光源から射出された光を屈折させることにより、光路を変換することが好ましい。

20

また、本発明のプロジェクタにおいて、前記光路変換部材が角柱形状であり、前記光路変換部材の辺の数が偶数からなることが好ましい。

また、本発明のプロジェクタにおいて、前記光路変換部材が四角柱であり、前記光路変換部材の1辺の長さをAとし、前記光路変換部材の屈折率をnとし、前記光路変換部材の回転中心軸に向かう光を基準とすると、該基準の光から上記式(1)を満たす距離hの範囲に光を入射させることが好ましい。

また、本発明のプロジェクタにおいて、前記光路変換部材が正四角柱であることが好ましい。

また、本発明のプロジェクタにおいて、前記重畳照明素子がホログラム素子であることが好ましい。

30

また、本発明のプロジェクタにおいて、前記ホログラム素子による再生像の結像面が前記被照射面となるように、前記ホログラム素子を配置することが好ましい。

【0022】

本発明に係るプロジェクタでは、光源装置より射出された光は光変調装置に入射される。そして、光変調装置により形成された画像が、投射装置によって投射される。このとき、光源装置より射出される光は、上述したように、利用効率の低下が抑えられ、強度分布が均一であり、スペックルノイズ及び斑模様が抑えられた光となっているため、明るさのムラのない画像を被投射面に投射することが可能となる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0023】

40

以下、図面を参照して、本発明に係る光源装置及びプロジェクタの実施形態について説明する。なお、以下の図面においては、各部材を認識可能な大きさとするために、各部材の縮尺を適宜変更している。

【0024】

[第1実施形態]

本発明の光源装置の第1実施形態について、図1から図5を参照して説明する。

光源装置1は、図1に示すように、照明対象物2の照射面(被照射面)3を照明するものであって、レーザ光を射出するレーザ光源(光源)11と、ロッド部材(光路変換部材)12と、ホログラム素子13と、屈折レンズ14とを備えている。

なお、レーザ光源11から射出された光の中心軸をY軸とし、後述するホログラム素子

50

13の左端13bから右端13cに向かう軸をX軸とし、ホログラム素子13の下端13eから上端13dに向かう軸をZ軸とする。

【0025】

ロッド部材12は、ガラス材からなる正四角柱である。このロッド部材12は、レーザ光源11とホログラム素子13との間の光路上に設けられている。そして、レーザ光源11から射出されたレーザ光は、ロッド部材12を通過してホログラム素子13に入射する。

また、ロッド部材12は、レーザ光源11から射出されたレーザ光L1の中心軸Oに垂直な軸（Z軸）回り、すなわち、回転軸（回転中心軸）Pを中心に回転可能となっている。具体的には、図2に示すように、ロッド部材12は、回転モータ（回転手段）20により回転可能となっており、ロッド部材12の下面12aには回転モータ20に接続された連結部材21が設けられている。この連結部材21は、ロッド部材12を回転軸Pまわりに回転可能に取り付けられており、回転モータ20の駆動により、連結部材21を介してロッド部材12は回転軸Pを中心に右回りに回転される。

【0026】

ロッド部材12は、Z軸回りに回転することにより、図3の破線で示す初期状態から時間の経過とともに、図3の実線で示す状態を経て回転する。このように、ロッド部材12を回転させることにより、側面12bに対するレーザ光L1の入射角が時間的に変化するため、レーザ光L1の屈折角が刻々と変化する。これにより、ロッド部材12から射出される射出光L2の位置が時間とともに変化する。具体的には、ロッド部材12から射出される光の中心軸Oは、レーザ光La（図3に示す破線）からレーザ光Lb（図3に示す2点鎖線）に、移動距離Tだけ平行移動する。このようにして、ロッド部材12の側面12bと反対の側面12cから射出されるレーザ光L2の位置が時間的に変化する。

【0027】

また、ロッド部材12は正四角柱であり、辺の数が4つ（偶数）からなる正多角柱であるため、ロッド部材12の側面12bに入射した入射光L1を側面12cから射出させる際、入射した光と略平行に射出光L2を射出させる。

【0028】

ホログラム素子（重畳照明素子）13は、図1に示すように、入射端面13aにレーザ光源11から射出されたレーザ光が垂直に入射するように配置されている。ホログラム素子13は、レーザ光源11から射出され、入射端面13aから入射するレーザ光を回折して回折光を生成する。すなわち、ホログラム素子13は、入射したレーザ光を矩形変換させ、照明対象物2の照射面3を照射する。

【0029】

ホログラム素子13は、例えば石英（ガラス）、透明な合成樹脂等、レーザ光を透過可能な材料で形成されている。本実施形態のホログラム素子13は、計算機合成ホログラム（Computer Generated Hologram；CGH）である。

【0030】

ホログラム素子13は、照明領域設定機能、照度均一化機能、及び拡大照明機能を有する。照明領域設定機能を有するホログラム素子13は、入射した光を回折させ、照明対象物2の照射面3を照明する再生像を生成する。また、照度均一化機能を有するホログラム素子13は、所定の領域の少なくとも一部の照度を均一化する。また、拡大照明機能を有するホログラム素子13は、ホログラム素子13の射出端面から光が射出される射出領域よりも大きい照射面3を照明する。また、ホログラム素子13は、レーザ光の入射位置に寄らず、同一の箇所を照明（重畳）するように構成されている。本実施形態では、ホログラム素子13は、時間的に入射位置が異なる光を照射面3上で重畳させる。

【0031】

図4は、ホログラム素子の一例を示す模式図であって、図4（a）は平面図、図4（b）は図4（a）のA-A線断面矢視図である。図4において、ホログラム素子13は、その表面に複数の矩形状の凹部（凹凸構造）13Mを有している。凹部13Mは、互いに異

10

20

30

40

50

なる深さを有している。

そして、凹部 13 M どうしのピッチ d 及び凹部 13 M の深さ（凸部の高さ）t を含むホログラム素子 13 の表面条件を適宜調整することにより、ホログラム素子 13 に所定の機能（照明領域設定機能、拡散光生成機能、及び拡大照明機能）を持たせることができる。その表面条件を最適化する設計手法としては、例えば反復フーリエ法など、所定の演算手法（シミュレーション手法）が挙げられる。

【0032】

なお、ホログラム素子 13 としては、矩形の凹部 13 M を有するものに限られず、互いに異なる方向を向く平面を組み合わせた表面を有するものであってもよい。例えば、ホログラム素子 13 としては、斜面を有する三角形の凹部を有する、いわゆる、ブレード型の凹部 13 M を有する領域と、三角形の凹部を有する領域とのそれぞれを有するものであってもよい。そして、その表面条件を最適化することにより、所望の機能を有するホログラム素子 13 を形成することができる。

【0033】

ここで、ホログラム素子 13 の任意の位置にレーザ光を入射させると、ホログラム素子 13 による再生像の結像面が照明対象物 2 の照射面 3 となる。ホログラム素子 13 の所定の位置にレーザ光が入射した場合に、その位置から射出されるレーザ光の照明対象物 2 の照射面 3 での強度分布は図 5 に示すようになり、複数の高周波成分からなる輝度スパイクを有している。これにより、ホログラム素子 13 のみで均一な強度分布を有する再生像を形成することは難しく、レーザ光の干渉性に起因するスペックルも発生する。

【0034】

屈折レンズ 14 は、図 1 に示すように、入射端面 14 a より入射したレーザ光の射出角度を調整して、射出端面 14 b より射出する。本実施形態においては、屈折レンズ 14 は、ホログラム素子 13 と照射面 3 との間に配置されており、屈折レンズ 14 の入射端面 14 a には、ホログラム素子 13 から射出されたレーザ光が入射する。本実施形態においては、屈折レンズ 14 は、例えば球面レンズ、又は非球面レンズ等の光軸に対して回転対称な軸対称レンズを含んでいる。あるいは、屈折レンズ 14 はフレネルレンズ等を含むものでもよい。屈折レンズ 14 は、射出端面 14 b から射出されるレーザ光の射出角度、すなわち、照射面 3 に対するレーザ光（照明光）の入射角度を調整可能である。

【0035】

次に、以上の構成からなる本実施形態の光源装置 1 を用いて、照明対象物 2 の照射面 3 を照射する方法について説明する。

レーザ光源 11 から射出されたレーザ光 L1 は、ロッド部材 12 に入射してホログラム素子 13 に向かう。そして、ホログラム素子 13 に入射したレーザ光は回折し、照明対象物 2 の照射面 3 を重畳的に照明する。

このとき、ロッド部材 12 は、回転モータ 20 の駆動により、回転軸 P を中心に回転運動される。これにより、ロッド部材 12 を通過したレーザ光は、ロッド部材 12 の回転により、ホログラム素子 13 の入射端面 13 a 上の入射位置が時間的に変化する。すなわち、図 3 に示すように、ロッド部材 12 から射出され、ホログラム素子 13 に入射する光の位置は、ホログラム素子 13 の地点 a から地点 b に向かって左端 13 b 側から右端 13 c 側に連続的に移動する。そして、地点 b がホログラム素子 13 に入射するレーザ光の最終端の位置である場合、ホログラム素子 13 の地点 b に達したレーザ光は地点 a に戻り、再び地点 a から地点 b に向かって連続的に移動する。

【0036】

このように、ホログラム素子 13 に入射するレーザ光の入射位置が地点 a から地点 b まで変化すると、入射位置に応じて再生像のパターンが異なる。そして、時間的に変化する再生像のパターンごとに輝度スパイクのパターンも異なるため、この輝度スパイクのパターンの異なるレーザ光が時間的に重畳されて、照明対象物 2 の照射面 3 を照射する。

【0037】

以上より、本実施形態に係る光源装置 1 では、ロッド部材 1 2 を回転させ、ホログラム素子 1 3 に入射するレーザ光の入射位置を変化させているため、時間的に変化する再生像のパターンの輝度スパイクが重畳される。これにより、ホログラム素子 1 3 から射出されたレーザ光のスペックルパターンは時間的に変化する。そして、人間の眼の残像効果により時間積分され、スペックルノイズが抑えられた光となる。すなわち、本実施形態の光源装置 1 は、従来のように拡散板を備えるのではなく、ロッド部材 1 2 を回転させることにより、ホログラム素子 1 3 から射出させる光のスペックルパターンを時間的に変化させている。これにより、光利用効率を低下させることなく、ホログラム素子 1 3 により生成される再生像の強度分布を均一にし、スペックルノイズが抑えられた光により、照明対象物 2 の照射面 3 を照明することができる。

10

また、ロッド部材 1 2 は回転しているため、死点（動きが一瞬止まる点）を持たないで、干渉が生じる瞬間を抑えることができる。したがって、簡易な構成で、フリッカ（スクリーンにおける画像のちらつき）的なスペックルの抑制の効果を連続的に持続することが可能となる。

さらに、ホログラム素子 1 3 から射出された光の斑模様のパターンも時間的に変化するため、斑模様が抑えられた光となる。

つまり、本実施形態の光源装置 1 は、均一な強度分布を有し、光利用効率を向上させつつ、スペックルノイズを低減させることが可能である。

【 0 0 3 8 】

また、ロッド部材 1 2 は正四角柱であり、辺の数が 4 つ（偶数）からなる正多角柱であるため、ロッド部材 1 2 の側面 1 2 b に入射した光を対向する側面 1 2 c から射出させる際、入射した光と略平行に射出させることができる。すなわち、レーザ光源 1 1 からホログラム素子 1 3 までの光学系を直線系にすることができるため、装置全体の組み立てが容易になる。

20

さらに、ロッド部材 1 2 は、正四角柱であるため、上記式（ 1 ）を満たす h の値を最も大きく取ることが可能となる。これにより、ロッド部材 1 2 に対するレーザ光源 1 1 の配置の自由度が増すことになり、装置全体の組み立てが容易になる。

【 0 0 3 9 】

また、ホログラム素子 1 3 として用いられている C G H は均一な強度分布や単純な形状の強度分布を発生させることができるので、光源装置 1 に好適に用いることができる。さらに、C G H は、回折格子の分割領域の自由な設定が可能であり、収差の問題が生じないので好適である。

30

また、ホログラム素子 1 3 は、レーザ光の入射位置に寄らず、同一の箇所を照明（重畳）するように構成されているため、所望の照明領域外、すなわち、照明対象物 2 の照射面 3 以外を照射するレーザ光を減らすことが可能である。したがって、レーザ光源 1 1 から射出されたレーザ光の利用効率を向上させることが可能となる。

【 0 0 4 0 】

なお、本実施形態では、ロッド部材 1 2 として正四角柱を用いたが、四角柱であっても良い。また、四角柱である場合、対向する面同士が平行である構成の方が、射出光を入射光と平行にして射出させ易くなる。

40

また、ロッド部材 1 2 を回転軸 P を中心に回転させ、ホログラム素子 1 3 上の左端 1 3 b から右端 1 3 c までレーザ光源 1 1 から射出されたレーザ光 L 1 を移動させたが、ロッド部材 1 2 の回転は、レーザ光の中心軸 O に垂直な軸まわりに回転させれば良い。例えば、ロッド部材 1 2 を X 軸回りに回転させても良い。この構成では、ロッド部材 1 2 により、ホログラム素子 1 3 上の上端 1 3 d から下端 1 3 e までレーザ光源 1 1 から射出されたレーザ光の入射位置が移動するため、上記と同様の効果を得ることが可能となる。また、本実施形態では、ロッド部材 1 2 を右回りに回転させたが左回りであっても良い。

また、屈折レンズ 1 4 は必ずしも備えていなくても良い。また、回転手段として回転モータ 2 0 を用いたが、これに限らず、ロッド部材 1 2 を回転可能な手段であれば良い。

【 0 0 4 1 】

50

〔第２実施形態〕

次に、本発明に係る第２実施形態について、図６を参照して説明する。なお、以下に説明する各実施形態の図面において、上述した第１実施形態に係る光源装置１と構成を共通とする箇所には同一符号を付けて、説明を省略することにする。

本実施形態に係る光源装置では、ロッド部材１２の側面１２ｂから入射するレーザ光の入射範囲を規定する点において、第１実施形態と異なる。その他の構成においては第１実施形態と同様である。

【００４２】

レーザ光源１１から射出されたレーザ光は、ロッド部材１２の入射する位置により、入射光Ｌ１と射出光Ｌ２とが平行にならない場合が生じる。

10

まず、図６（ａ）に示すように、ロッド部材１２が初期状態の位置である場合、ロッド部材１２は、入射するレーザ光Ｌ１の中心軸Ｏと側面１２ｂとが略垂直になるように配置されているため、入射するレーザ光Ｌ１は、側面１２ｂのどの位置から入射させても、ロッド部材１２の内部を透過して射出される射出光Ｌ２は、入射光Ｌ１と平行である。

【００４３】

次に、図６（ｂ）に示すように、ロッド部材１２を回転軸Ｐを中心に回転させた状態では、入射するレーザ光Ｌ１は、ロッド部材１２に入射する位置によって、射出光Ｌ２と平行になる場合と、平行にならない場合とが生じる。ここで、ロッド部材１２の回転軸Ｐに向かうレーザ光Ｌ１ｓを基準とする。

まず、ロッド部材１２に基準となるレーザ光Ｌ１ｓを入射させると、側面１２ｂと反対の側面１２ｃからレーザ光Ｌ１ｓと略平行なレーザ光Ｌ２ｓが射出される。

20

そして、基準となるレーザ光Ｌ１ｓに対して右側に離れた位置からレーザ光Ｌ１ａを入射させる。すなわち、図６（ｂ）に示す状態では、ロッド部材１２の側面１２ｄからレーザ光を入射させると、側面１２ｄと反対の側面１２ｅからレーザ光Ｌ１ａと略平行なレーザ光Ｌ２ａが射出される。同様に、基準となるレーザ光Ｌ１ｓに対して左側に離れた位置からレーザ光Ｌ１ｂを入射させる。すなわち、ロッド部材１２の側面１２ｂからレーザ光を入射させると、側面１２ｂと反対の側面１２ｃからレーザ光Ｌ１ｂと略平行なレーザ光Ｌ２ｂが射出される。

一方、レーザ光Ｌ１ｂよりさらに左側に離れた位置からレーザ光Ｌ１ｃを入射させる。すなわち、ロッド部材１２の側面１２ｂからレーザ光を入射させると、側面１２ｂと垂直な側面１２ｅからレーザ光Ｌ１ｃと平行ではないレーザ光Ｌ２ｃが射出される。

30

【００４４】

そこで、図６（ａ）に示すように、ロッド部材１２の上面１２ｆの１辺の長さをＡとし、ロッド部材１２の屈折率をｎとすると、ロッド部材１２に入射するレーザ光Ｌ１と射出されるレーザ光Ｌ２とを平行にするには、基準となるレーザ光Ｌ１ｓからの距離ｈが、下記式（１）を満たす範囲にレーザ光を入射させる必要がある。

【００４５】

【数２】

$$h < \frac{A}{\cos(\sin^{-1} 1/(\sqrt{2} \cdot n))} \times \sin \left(\frac{\pi}{4} - \sin^{-1} 1/(\sqrt{2} \cdot n) \right)$$

40

・・・（１）

【００４６】

具体的には、Ａ＝２０ｍｍ、ｎ＝１．４６のとき、ｈは６．３ｍｍとなり、ロッド部材１２に入射するレーザ光Ｌ１と射出されるレーザ光Ｌ２とを平行にするには、基準となる

50

レーザ光 L_1 から左右側に $\pm 6.3 \text{ mm}$ 以内にレーザ光源 11 から射出された光をロッド部材 12 に入射させる。

【0047】

本実施形態に係る光源装置では、第1実施形態の光源装置1と同様の効果を得ることができる。さらに、本実施形態の光源装置では、上記式(1)を満たす位置にレーザ光源11を配置して、ロッド部材12にレーザ光を入射させることにより、ロッド部材12に入射するレーザ光 L_1 と射出されるレーザ光 L_2 とを確実に平行にすることが可能となる。すなわち、ロッド部材12に入射するレーザ光 L_1 と射出されるレーザ光 L_2 とが平行でない場合、ホログラム素子13に入射されないレーザ光や、入射端面13aに対して垂直ではない角度をなして入射するレーザ光が発生するため、光の利用効率が低下してしまう。しかしながら、本実施形態では、ロッド部材12に入射するレーザ光 L_1 と射出されるレーザ光 L_2 とを略平行にすることができるため、レーザ光源11から射出された略すべてのレーザ光をホログラム素子13の入射端面13aに対して垂直に入射させることができる。したがって、レーザ光源11から射出されたレーザ光の利用効率を向上させることが可能となる。

【0048】

さらに、上記式(1)を満たす範囲外にレーザ光を入射させると、第1実施形態で示したホログラム素子13に入射するレーザ光の連続的に移動する入射位置の範囲が、狭くなってしまう。これにより、ホログラム素子13による再生像のパターンが多く得られないため、スペックルノイズを低減する効果が小さい。

そこで、上記式(1)を満たす範囲内にレーザ光を入射させると、ロッド部材12から射出されホログラム素子13に入射するレーザ光の連続的に移動する入射位置の範囲が広くなる。これにより、ホログラム素子13に入射する光の入射位置に応じて、より多くの再生像のパターンの輝度スパイクが発生する。したがって、ホログラム素子13により生成される再生像の強度分布を均一にし、スペックルノイズが抑えられた光により、照明対象物2の照射面3を照明することができる。

また、ロッド部材12は、四角柱に限らず六角柱であっても良いが、辺の数は少ない方が望ましく、入射光 L_1 と射出光 L_2 とが平行であることが望ましい。この条件を満たすには、ロッド部材12が正四角柱であることが最も望ましく、ロッド部材12の側面12b~12eに入射させるレーザ光の入射位置の範囲 $\pm h$ を最も大きく取ることが可能となる。

【0049】

[第3実施形態]

次に、本発明に係る第3実施形態について、図7及び図8を参照して説明する。

本実施形態では、第1実施形態で示したように、ホログラム素子13による再生像の結像面が照明対象物2の照射面3となるように、ホログラム素子13が配置されている場合について説明する。

照明対象物2の照射面3における強度分布の断面図は、図7(a)に示すように、非常に多くの高周波成分からなる輝度スパイクを有している。

一方、ホログラム素子13による再生像の結像面が照明対象物2の照射面3と一致しない場合、すなわち、図8に示すように、ホログラム素子13と照明対象物2との距離 K_2 が、図1に示すホログラム素子13と照明対象物2との距離 K_1 と異なっている場合、照明対象物2の照射面3における強度分布の断面図は、図7(b)に示すように、高周波成分からなる輝度スパイクがほとんどなく、図7(a)に示すような高周波成分からなる輝度スパイクを発生させることが困難である。したがって、ホログラム素子13による再生像の結像面が、照明対象物2の照射面3から外れると、ホログラム素子13により照明されるレーザ光は、図7(b)に示すように、高周波成分があまり含まれないため、輝度スパイクの間隔が広くなり、スペックルノイズを低減することが難しい。したがって、ホログラム素子13による再生像の結像面が照明対象物2の照射面3となるように、ホログラム素子13を配置することにより、照射面3において高周波成分からなる輝度スパイクを

有するレーザ光が重畳されるため、効率的にスペックルノイズを低減させることが可能となる。

【 0 0 5 0 】

本実施形態に係る光源装置では、ホログラム素子 1 3 による再生像は、照明対象物 2 の照射面 3 を結像面としているため、時間的に変化する再生像のパターンの非常に多くの高周波成分からなる輝度スパイクが重畳されたレーザ光により、照明対象物 2 の照射面 3 を照射する。したがって、人間の眼が知覚できない状態まで、スペックルノイズを低減させることが可能となる。すなわち、ホログラム素子 1 3 による再生像の結像面が、照明対象物 2 の照射面 3 となるように、ホログラム素子 1 3 と照明対象物 2 の照射面 3 との距離を調節する。これにより、スペックルノイズを効果的に低減させることが可能となる。

10

以上より、上記各実施形態において、ホログラム素子 1 3 による再生像の結像面が照明対象物 2 の照射面 3 となるように、ホログラム素子 1 3 を配置することが好ましい。

【 0 0 5 1 】

[第 4 実施形態]

次に、第 4 実施形態について説明する。本実施形態では、上述の各実施形態で説明した光源装置 1 を応用したプロジェクタの一例について説明する。

【 0 0 5 2 】

図 9 は、上述の第 1 実施形態で説明した光源装置 1 (1 R、1 G、1 B) を備えたプロジェクタを示す概略構成図である。本実施形態においては、プロジェクタとして、空間光変調装置で生成された画像情報を含む色光を投射系を介してスクリーン上に投射する投射型のプロジェクタ P J 1 を例にして説明する。

20

【 0 0 5 3 】

投射型のプロジェクタ P J 1 は、図 9 に示すように、スクリーン 1 0 0 (表示面) 上に画像情報を含む光を投射する投射ユニット U を備えている。投射ユニット U からスクリーン 1 0 0 に対して光が投射されることにより、スクリーン 1 0 0 上に画像が形成される。本実施形態の投射型のプロジェクタ P J 1 は、スクリーン 1 0 0 を反射型のスクリーンとし、スクリーン 1 0 0 の正面側からスクリーン 1 0 0 上に画像情報を含む光を投射する。

【 0 0 5 4 】

投射ユニット U は、第 1 の基本色光 (赤色光) で照射面 3 を照明可能な第 1 光源装置 1 R と、第 2 の基本色光 (緑色光) で照射面 3 を照明可能な第 2 光源装置 1 G と、第 3 の基本色光 (青色光) で照射面 3 を照明可能な第 3 光源装置 1 B とを備えている。

30

【 0 0 5 5 】

第 1 , 第 2 , 第 3 光源装置 1 (1 R、1 G、1 B) は、図 9 に示すように、赤色光を射出する赤色レーザ光源 (光源) 1 1 R と、緑色光を射出する緑色レーザ光源 (光源) 1 1 G と、青色光を射出する青色レーザ光源 (光源) 1 1 B と、第 1 実施形態と同様のロッド部材 1 2 と、ホログラム素子 1 3 と、屈折レンズ 1 4 とを備えている。

また、第 3 光源装置 1 B のホログラム素子 1 3 から射出された青色光は、ミラー 5 1 により光路が 9 0 ° 変換されて屈折レンズ 1 4 に入射する。同様に第 1 光源装置 1 R のホログラム素子 1 3 から射出された赤色光は、ミラー 5 2 により光路が 9 0 ° 変換されて屈折レンズ 1 4 に入射する。

40

【 0 0 5 6 】

さらに、投射ユニット U は、第 1 光源装置 1 R で照明される入射面 (被照射面) 3 を有し、照明された光を画像情報に応じて光変調する第 1 空間光変調装置 (光変調装置) 5 0 R と、第 2 光源装置 1 G で照明される入射面 (被照射面) 3 を有し、照明された光を画像情報に応じて光変調する第 2 空間光変調装置 (光変調装置) 5 0 G と、第 3 光源装置 1 B で照明される入射面 (被照射面) 3 を有し、照明された光を画像情報に応じて光変調する第 3 空間光変調装置 (光変調装置) 5 0 B と、空間光変調装置 5 0 R、5 0 G、5 0 B により変調された各基本色光を合成するダイクロイックプリズム (色光合成手段) 5 5 と、ダイクロイックプリズム 5 5 で生成された光をスクリーン 1 0 0 上に投射する投射系 (投射手段) 6 0 とを備えている。空間光変調装置 5 0 R、5 0 G、5 0 B のそれぞれは液晶

50

装置を含んで構成されている。以下の説明においては、空間光変調装置を適宜、ライトバルブ、と称する。

【 0 0 5 7 】

また、第 1 , 第 2 , 第 3 光源装置 1 R , 1 G , 1 B に設けられたロッド部材 1 2 は、回転モータ (図示略) により回転軸 P を中心に回転されている。そして、ロッド部材 1 2 の回転により、各レーザ光源 1 1 R , 1 1 G , 1 1 B から射出されたレーザ光のホログラム素子 1 3 における入射位置が移動する。

また、回転モータ (図示略) によるロッド部材 1 2 の回転制御としては、すべてのロッド部材 1 2 が回転していても良く、少なくとも 1 つのロッド部材 1 2 が常時回転するように制御することが好ましい。これにより、必ず 1 つのロッド部材 1 2 が回転しているため、3 つのロッド部材 1 2 が同時に静止していることはないので、スペックルノイズ及び斑模様の発生をより効果的に抑えることが可能となる。

【 0 0 5 8 】

ライトバルブ 5 0 R , 5 0 G , 5 0 B は、入射側偏光板と、一対のガラス基板どうしの間に封入された液晶を有するパネルと、射出側偏光板とを備えている。ガラス基板には画素電極や配向膜が設けられている。空間光変調装置を構成するライトバルブは、定められた振動方向の光のみを透過させるようになっており、ライトバルブに入射した基本色光は、ライトバルブを通過することによって光変調される。

【 0 0 5 9 】

各ライトバルブ 5 0 R , 5 0 G , 5 0 B を通過することで変調された各基本色光 (変調光) は、ダイクロイックプリズム 5 5 で合成される。ダイクロイックプリズム 5 5 は 4 つのダイクロイックプリズムによって構成されており、赤色光 (R) 、緑色光 (G) 、及び青色光 (B) はダイクロイックプリズム 5 5 で合成されてフルカラー合成光となる。ダイクロイックプリズム 5 5 から射出されたフルカラー合成光は投射系 6 0 に射出される。投射系 6 0 はフルカラー合成光をスクリーン 1 0 0 上に投射する。投射系 6 0 は、入射側の画像を拡大してスクリーン 1 0 0 上に投射する所謂拡大系である。

【 0 0 6 0 】

投射ユニット U は、第 1 , 第 2 , 第 3 光源装置 1 R , 1 G , 1 B のそれぞれで照明された各ライトバルブ 5 0 R , 5 0 G , 5 0 B を介した画像情報を含むフルカラー合成光を投射系 6 0 を用いてスクリーン 1 0 0 上に投射することによって、スクリーン 1 0 0 上にフルカラーの画像を形成する。鑑賞者は、投射ユニット U によりスクリーン 1 0 0 に対して投射された画像を鑑賞する。

【 0 0 6 1 】

本実施形態のプロジェクタ P J 1 の各ライトバルブ 5 0 R , 5 0 G , 5 0 B は、第 1 , 第 2 , 第 3 光源装置 1 R , 1 B , 1 G により、高い照度を有するとともに、スペックルノイズ及び斑模様の発生が抑えられた均一な照度分布を有する照明光で各ライトバルブ 5 0 R , 5 0 G , 5 0 B が照明される。また、スペックルノイズ及び斑模様の発生を抑えるために拡散板を用いる場合、ライトバルブへの光線入射角が発散してしまうのに比べ、本実施形態のプロジェクタ P J 1 では、ライトバルブ 5 0 R , 5 0 G , 5 0 B に入射する光線の角度を、ホログラム素子 1 3 および屈折レンズ 1 4 により設計された角度の光のみを入射させることが可能であるため、プロジェクタ P J 1 は、コントラストが高い良好な画像を表示できる。

【 0 0 6 2 】

なお、本発明の技術範囲は上記実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において種々の変更を加えることが可能である。

例えば、色光合成手段として、ダイクロイックプリズムを用いたが、これに限るものではない。色光合成手段としては、例えば、ダイクロイックミラーをクロス配置とし色光を合成するもの、ダイクロイックミラーを平行に配置し色光を合成するものを用いることができる。

また、重畳照明素子として、ホログラム素子を例に挙げて説明したが、フライアイレン

10

20

30

40

50

ズや、ロッドインテグレータ等の入射した光を重畳する素子であれば良い。

また、液晶ライトバルブを備えずに、例えば、画像情報を含むスライド（ポジフィルム）の面を照明装置で照明し、スクリーン上に画像情報を含む光を投射する、所謂スライドプロジェクタに、上述の実施形態の照明装置を適用することも可能である。

【図面の簡単な説明】

【0063】

【図1】本発明の第1実施形態に係る光源装置を示す平面図である。

【図2】図1のロッド部材の回転状態を示す斜視図である。

【図3】図1のロッド部材の回転状態を示す平面図である。

【図4】図1のホログラム素子を示す要部断面図である。

【図5】図1のホログラム素子から射出される光の強度分布である。

【図6】本発明の第2実施形態に係る光源装置を示す説明図である。

【図7】本発明の第3実施形態に係る光源装置のホログラム素子から射出される光の強度分布を示す説明図である。

【図8】図7（b）の強度分布を有する光源装置を示す平面図である。

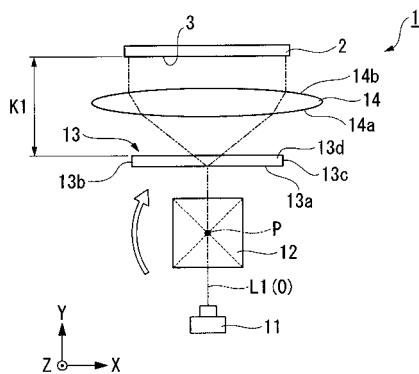
【図9】本発明の第1実施形態に係るプロジェクタを示す概略構成図である。

【符号の説明】

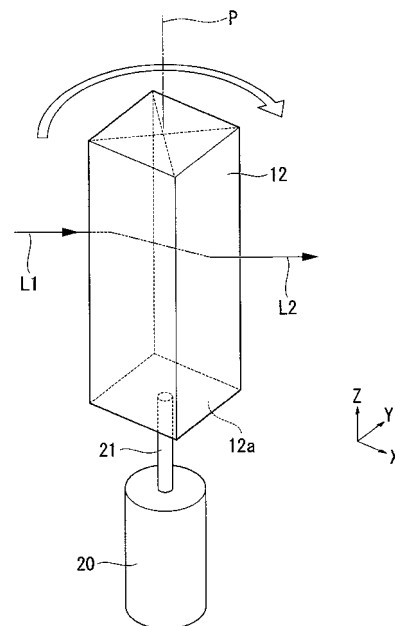
【0064】

P ... 回転軸（回転中心軸）、PJ1 ... プロジェクタ、1, 30 ... 光源装置、3 ... 照射面（被照射面）、11 ... レーザ光源（光源）、12 ... ロッド部材（光路変換部材）、13 ... ホログラム素子（重畳照明素子）、20 ... 回転モータ（回転手段）、50R, 50G, 50B ... ライトバルブ（光変調装置）

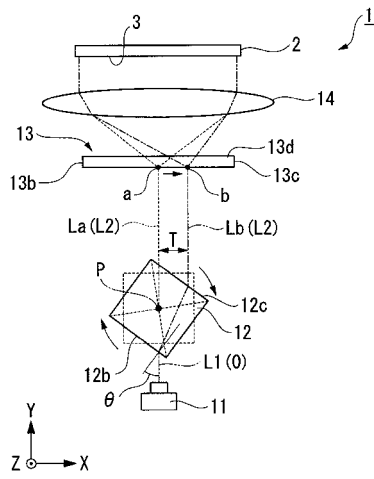
【図1】



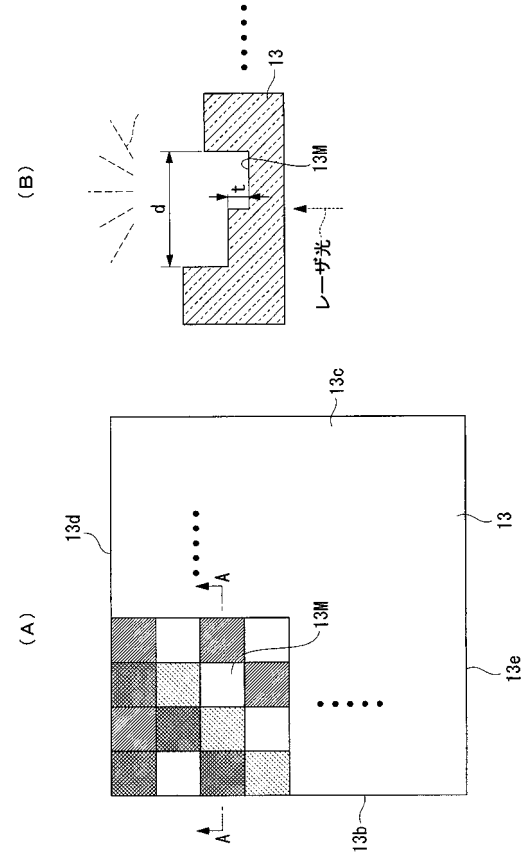
【図2】



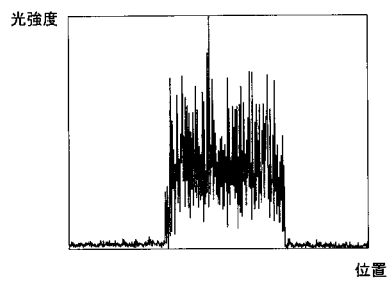
【図 3】



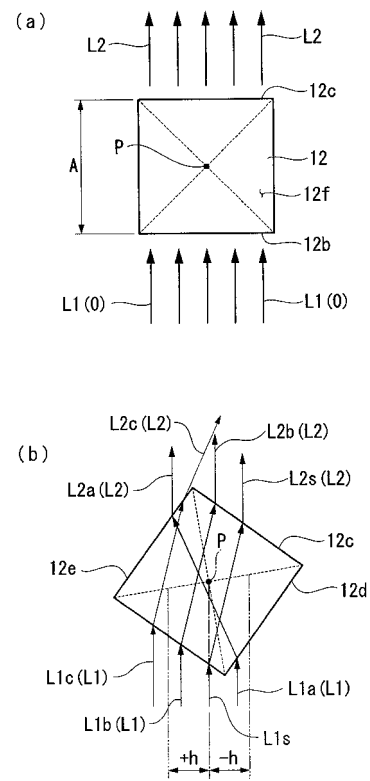
【図 4】



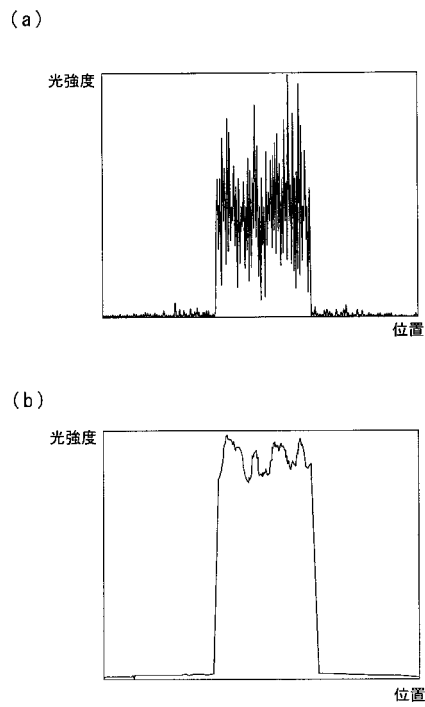
【図 5】



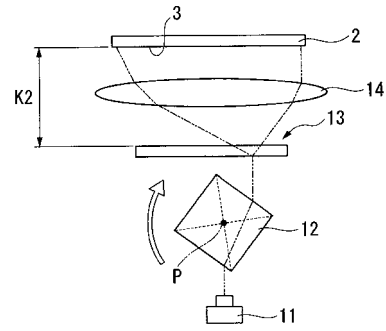
【図 6】



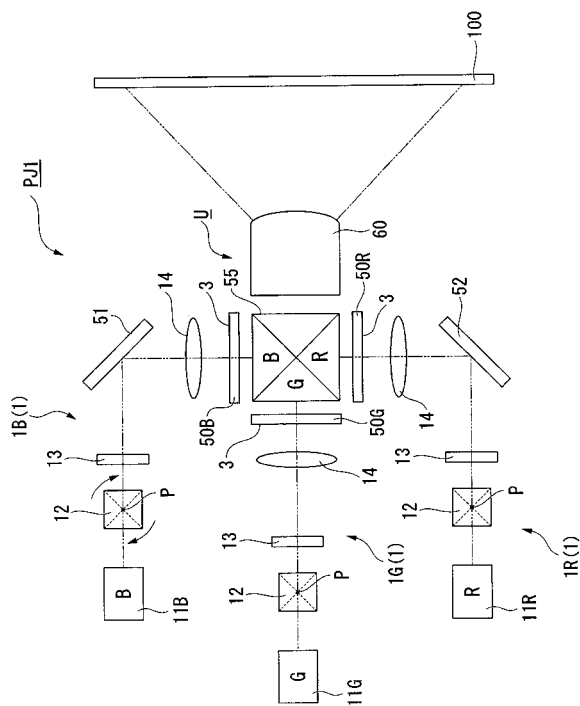
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

(72)発明者 高 木 将行

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 栗山 卓也

(56)参考文献 国際公開第2006/098281(WO, A1)

特開2005-331667(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

F21S 2/00

F21V 9/10