

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6907882号
(P6907882)

(45) 発行日 令和3年7月21日(2021.7.21)

(24) 登録日 令和3年7月5日(2021.7.5)

(51) Int. Cl.		F I			
G03B 21/14	(2006.01)	G03B 21/14		A	
G03B 21/00	(2006.01)	G03B 21/00		E	
F21S 2/00	(2016.01)	F21S 2/00	340		
H04N 5/74	(2006.01)	H04N 5/74		Z	

請求項の数 5 (全 12 頁)

(21) 出願番号	特願2017-206455 (P2017-206455)	(73) 特許権者	000002369
(22) 出願日	平成29年10月25日 (2017.10.25)		セイコーエプソン株式会社
(65) 公開番号	特開2019-78906 (P2019-78906A)		東京都新宿区新宿四丁目1番6号
(43) 公開日	令和1年5月23日 (2019.5.23)	(74) 代理人	100149548
審査請求日	令和2年9月4日 (2020.9.4)		弁理士 松沼 泰史
		(74) 代理人	100140774
			弁理士 大浪 一徳
		(74) 代理人	100114937
			弁理士 松本 裕幸
		(74) 代理人	100196058
			弁理士 佐藤 彰雄
		(72) 発明者	秋山 光一
			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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 照明装置及びプロジェクター

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

赤色光を射出する赤色固体光源ユニット、緑色光を射出する緑色固体光源ユニット、及び青色光を射出する青色固体光源ユニットを含む光源装置と、

前記光源装置から射出される前記赤色光、前記緑色光及び前記青色光を合成した照明光を一方向に射出する色合成光学系と、

前記色合成光学系から射出された前記照明光が入射する集光レンズと、

前記集光レンズの射出側に配置された拡散板と、

前記緑色固体光源ユニットと前記色合成光学系との間に位置し、前記緑色光の集光位置を調整する調整レンズと、を備え、

前記集光レンズは、前記照明光を構成する前記赤色光及び前記青色光をそれぞれ異なる位置に集光させ、

前記拡散板は、前記赤色光の集光位置と前記青色光の集光位置との間であって、前記緑色光の集光位置からずれた位置に配置される

照明装置。

【請求項2】

前記調整レンズ及び前記集光レンズによる前記緑色光の集光位置は、前記赤色光または前記青色光の集光位置と一致する

請求項1に記載の照明装置。

【請求項3】

前記拡散板は、該拡散板上における前記赤色光、前記緑色光及び前記青色光の投影面積がそれぞれ等しくなる位置に配置される

請求項 2 に記載の照明装置。

【請求項 4】

前記集光レンズのアップ数は 40 以下である

請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の照明装置。

【請求項 5】

請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の照明装置と、

前記照明装置からの光を画像情報に応じて変調して画像光を生成する光変調装置と、

前記画像光を投射する投射光学系と、を備える

プロジェクター。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、照明装置及びプロジェクターに関するものである。

【背景技術】

【0002】

近年、プロジェクター用の光源としてレーザー光源が注目されている。このようなレーザー光源を用いた場合、スペックルのために表示画像の画質を著しく低下させるおそれがある。例えば、下記特許文献 1 に開示の光源装置では、拡散板に対してレーザー光をデフォーカス状態で入射させることで拡散板上に形成される光源像を大きくしている。これにより、スペックルを低減させるようにしている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】国際公開第 2015/056381 号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところで、上記光源装置において、RGB 各色のレーザー光を射出する光源ユニットに共通の集光レンズを用いることで装置構成の小型化を図ることも考えられる。

この場合、集光レンズの色収差によって RGB 各色の集光位置にずれが生じ、拡散板上に形成される光源像の大きさが色によって異なる。このように色毎に光源像の大きさが異なると、スペックルの軽減効果が色毎に異なるため、色によってスペックルが目立ってしまうので、バランス良くスペックルを低減できていなかった。

また、色毎に光源像の大きさが異なると拡散板から射出される光の太さ（光束幅）が色ごとに異なってしまい、表示画像に色ムラが発生してしまう。

【0005】

本発明はこのような事情に鑑みてなされたものであって、スペックル及び色むらを良好に低減できる、照明装置を提供することを目的の一つとする。また、前記照明装置を備えるプロジェクターを提供することを目的の一つとする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明の第 1 態様に従えば、赤色光を射出する赤色固体光源ユニット、緑色光を射出する緑色固体光源ユニット、及び青色光を射出する青色固体光源ユニットを含む光源装置と、前記光源装置から射出される前記赤色光、前記緑色光及び前記青色光を合成した照明光を一方向に射出する色合成光学系と、前記色合成光学系から射出された前記照明光が入射する集光レンズと、前記集光レンズの射出側に配置された拡散板と、前記緑色固体光源ユニットと前記色合成光学系との間に位置し、前記緑色光の集光位置を調整する調整レンズと、を備え、前記集光レンズは、前記照明光を構成する前記赤色光及び前記青色光をそれ

10

20

30

40

50

ぞれ異なる位置に集光させ、前記拡散板は、前記赤色光の集光位置と前記青色光の集光位置との間であって、前記緑色光の集光位置からずれた位置に配置される照明装置が提供される。

【0007】

第1態様に係る照明装置によれば、各色光（赤色光、緑色光及び青色光）は集光位置をずらした状態（いわゆる、デフォーカス状態）で拡散板に入射するようになる。これにより、各色光が拡散板上に形成する照明領域の大きさをそれぞれ大きくできる。

例えば、プロジェクターの照明装置として組み込んだ場合、拡散板と光学的に共役関係となる投射光学系の射出瞳に形成される像の空間的な均一性が向上する。よって、投射光学系の射出瞳における照度分布の均一性が高まって、スペckルノイズが観察者に認識されにくくなるので、結果的に、スペckルによる画質の低下を低減することができる。

10

【0008】

また、調整レンズの位置を調整して各色光による照明領域の大きさを揃えることで、投射光学系の射出瞳における照度分布の均一性が色によらずほぼ一定とすることができる。すなわち、各色光によるスペckルがバランス良く低減されるので、色毎のスペckル軽減効果に差が生じ難く、色によってスペckルが目立ちにくくなる。よって、スペckルによる画質低下を良好に低減できる。

また、各色光による照明領域の大きさを揃えることで、拡散板を透過することで拡散された各色光の太さ（光束幅）が一致するので、表示画像に生じる色ムラを低減できる。

したがって、スペckル及び色むらを良好に低減する照明装置を提供できる。

20

【0009】

上記第1態様において、前記調整レンズ及び前記集光レンズによる前記緑色光の集光位置は、前記赤色光または前記青色光の集光位置と一致するのが好ましい。

【0010】

さらに、前記拡散板は、該拡散板上における前記赤色光、前記緑色光及び前記青色光の投影面積がそれぞれ等しくなる位置に配置されるのが望ましい。

【0011】

このようにすれば、上述のように各色光による照明領域の大きさを揃えることができる。よって、スペckル及び色むらを良好に低減することができる。

【0012】

上記第1態様において、前記集光レンズのアッペ数は40以下であるのが好ましい。

30

【0013】

この構成によれば、集光レンズの色収差が大きくなるので、青色光の集光位置と赤色光の集光位置とを光軸方向に大きくずらすことができる。よって、拡散板上に形成される照明領域を大きくすることができる。よって、スペckルをより低減できる。

【0014】

本発明の第2態様に従えば、上記第1態様の照明装置と、前記照明装置からの光を画像情報に応じて変調して画像光を生成する光変調装置と、前記画像光を投射する投射光学系と、を備えるプロジェクターが提供される。

【0015】

第2態様に係るプロジェクターでは、スペckル及び色むらの発生を低減した照明装置を備えるので、良質な画像を表示することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】実施形態に係るプロジェクターの概略構成を示す図である。

【図2】照明装置の概略構成を示す図である。

【図3】各色光の集光位置と拡散板との位置関係を示した図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

以下、本発明の実施の形態について、図面を参照して詳細に説明する。

50

なお、以下の説明で用いる図面は、特徴をわかりやすくするために、便宜上特徴となる部分を拡大して示している場合があり、各構成要素の寸法比率などが実際と同じであるとは限らない。

【 0 0 1 8 】

まず、本実施形態に係るプロジェクターの一例について説明する。

図 1 は、本実施形態に係るプロジェクターの概略構成を示す図である。

図 1 に示すように、本実施形態のプロジェクター 1 は、スクリーン S C R 上にカラー映像を表示する投射型画像表示装置である。プロジェクター 1 は、照明装置 2 と、色分離光学系 3 と、光変調装置 4 R , 光変調装置 4 G , 光変調装置 4 B と、合成光学系 5 と、投射光学系 6 とを備えている。

10

【 0 0 1 9 】

色分離光学系 3 は、照明光 W L を赤色照明光 R と、緑色照明光 G と、青色照明光 B とに分離する。色分離光学系 3 は、ダイクロイックミラー 7 a 及びダイクロイックミラー 7 b と、全反射ミラー 8 a、全反射ミラー 8 b 及び全反射ミラー 8 c と、第 1 のリレーレンズ 9 a 及び第 2 のリレーレンズ 9 b とを備えている。以下、赤色、緑色及び青色を総称して R G B 各色と呼ぶ場合もある。

【 0 0 2 0 】

ダイクロイックミラー 7 a は、照明装置 2 からの照明光 W L を赤色照明光 R と、その他の光（緑色照明光 G 及び青色照明光 B）とに分離する。ダイクロイックミラー 7 a は、赤色照明光 R を透過すると共に、その他の光を反射する。ダイクロイックミラー 7 b は、緑色照明光 G を反射すると共に青色照明光 B を透過させる。

20

【 0 0 2 1 】

全反射ミラー 8 a は、赤色照明光 R を光変調装置 4 R に向けて反射する。全反射ミラー 8 b 及び全反射ミラー 8 c は、青色照明光 B を光変調装置 4 B に導く。緑色照明光 G は、ダイクロイックミラー 7 b から光変調装置 4 G に向けて反射される。

【 0 0 2 2 】

第 1 のリレーレンズ 9 a 及び第 2 のリレーレンズ 9 b は、青色照明光 B の光路中におけるダイクロイックミラー 7 b の後段に配置されている。

【 0 0 2 3 】

光変調装置 4 R は、赤色照明光 R を画像情報に応じて変調し、赤色の画像光を形成する。光変調装置 4 G は、緑色照明光 G を画像情報に応じて変調し、緑色の画像光を形成する。光変調装置 4 B は、青色照明光 B を画像情報に応じて変調し、青色の画像光を形成する。

30

【 0 0 2 4 】

光変調装置 4 R , 光変調装置 4 G , 光変調装置 4 B には、例えば透過型の液晶パネルが用いられている。また、液晶パネルの入射側及び射出側各々には、偏光板（図示せず。）が配置されている。

【 0 0 2 5 】

また、光変調装置 4 R , 光変調装置 4 G , 光変調装置 4 B の入射側には、それぞれフィールドレンズ 1 0 R , フィールドレンズ 1 0 G , フィールドレンズ 1 0 B が配置されている。

40

【 0 0 2 6 】

合成光学系 5 には、光変調装置 4 R , 光変調装置 4 G , 光変調装置 4 B からの各画像光が入射する。合成光学系 5 は、各画像光を合成し、この合成された画像光を投射光学系 6 に向けて射出する。合成光学系 5 には、例えばクロスダイクロイックプリズムが用いられている。

【 0 0 2 7 】

投射光学系 6 は、投射レンズ群からなり、合成光学系 5 により合成された画像光をスクリーン S C R に向けて拡大投射する。これにより、スクリーン S C R 上には、拡大されたカラー映像が表示される。

50

【0028】

(照明装置)

続いて、本発明の一実施形態に係る照明装置2について説明する。図2は照明装置2の概略構成を示す図である。

図2に示すように、照明装置2は、光源装置20と、色合成光学系21と、集光レンズ22と、拡散板23と、調整レンズ24と、ピックアップ光学系25と、均一化照明光学系35と、を備えている。

【0029】

光源装置20は、赤色用光源部20Rと、緑色用光源部20Gと、青色用光源部20Bとを含む。

10

【0030】

本実施形態において、赤色用光源部20R、色合成光学系21及び青色用光源部20Bは、赤色用光源部20Rの光軸 $a \times 1$ 上に設けられている。緑色用光源部20G、調整レンズ24、色合成光学系21、ピックアップ光学系25及び均一化照明光学系35は、照明装置2の照明光軸 $a \times 2$ 上に設けられている。光軸 $a \times 1$ と照明光軸 $a \times 2$ とは、互いに直交している。なお、青色用光源部20Bの光軸は赤色用光源部20Rの光軸 $a \times 1$ と一致しており、緑色用光源部20Gの光軸は照明光軸 $a \times 2$ と一致する。

【0031】

赤色用光源部20Rは、赤色光源アレイ26と、コリメート光学系27とを有する。赤色光源アレイ26は、固体光源としての複数の半導体レーザー26aを備える。複数の半導体レーザー26aは光軸 $a \times 1$ と直交する面内において、アレイ状に配置されている。半導体レーザー26aは、例えば赤色の光線Br(例えば585nm~720nmの波長域のレーザー光)を射出する。すなわち、赤色光源アレイ26は複数の光線Brからなる赤色光LRを射出する。本実施形態において、赤色光源アレイ26は特許請求の範囲の「赤色固体光源ユニット」に相当する。

20

【0032】

コリメート光学系27は、赤色光源アレイ26から射出された各光線Brを平行光に変換する。コリメート光学系27は、例えばアレイ状に配置された複数のコリメートレンズ27aから構成されている。複数のコリメートレンズ27aはそれぞれ、複数の半導体レーザー26aに対応して配置されている。

30

【0033】

このような構成に基づき、赤色用光源部20Rは、平行光線束からなる赤色光LRを色合成光学系21に向けて射出する。

【0034】

緑色用光源部20Gは、射出する光の色が異なる以外、赤色用光源部20Rと同様の構成を有している。具体的に、緑色用光源部20Gは、緑色光源アレイ28と、コリメート光学系27とを有する。

【0035】

緑色光源アレイ28は、複数の半導体レーザー28aを備える。複数の半導体レーザー28aは照明光軸 $a \times 2$ と直交する面内において、アレイ状に配置されている。半導体レーザー28aは、例えば緑色の光線Bg(例えば495nm~585nmの波長域のレーザー光)を射出する。本実施形態において、緑色光源アレイ28は特許請求の範囲の「緑色固体光源ユニット」に相当する。緑色用光源部20Gにおいて、緑色光源アレイ28から射出された各光線Bgはコリメート光学系27により平行光に変換される。

40

【0036】

このような構成に基づき、緑色用光源部20Gは、平行光線束からなる緑色光LGを色合成光学系21に向けて射出する。

【0037】

調整レンズ24は、緑色用光源部20Gと色合成光学系21との間に位置する。調整レンズ24は、緑色光LGの集光位置を調整するレンズである。本実施形態において、調整

50

レンズ 24 は、例えば凸レンズから構成され、緑色光 L G の集光位置を手前側（集光レンズ 22 側）に調整する。

【0038】

青色用光源部 20 B は、射出する光の色が異なる以外、赤色用光源部 20 R と同様の構成を有している。具体的に、青色用光源部 20 B は、青色光源アレイ 29 と、コリメート光学系 27 とを有する。

【0039】

青色光源アレイ 29 は、複数の半導体レーザー 29 a を備える。複数の半導体レーザー 29 a は光軸 $a \times 1$ と直交する面内において、アレイ状に配置されている。半導体レーザー 29 a は、例えば青色の光線 B b（例えば 380 nm ~ 495 nm の波長域のレーザー光）を射出する。本実施形態において、青色光源アレイ 29 は特許請求の範囲の「青色固体光源ユニット」に相当する。青色用光源部 20 B において、青色光源アレイ 29 から射出された各光線 B b はコリメート光学系 27 により平行光に変換される。

10

【0040】

このような構成に基づき、青色用光源部 20 B は、平行光線束からなる青色光 L B を色合成光学系 21 に向けて射出する。

【0041】

色合成光学系 21 は、光源装置 20 から射出される R G B 各色の光（赤色光 L R、緑色光 L G 及び青色光 L B）を合成した白色の照明光 W L を一方向に射出し、集光レンズ 22 に入射させる。集光レンズ 22 は、照明光 W L を所定の位置に集光させる。

20

【0042】

色合成光学系 21 は、クロスダイクロイックプリズムから構成されている。色合成光学系 21 は、クロスダイクロイックプリズムを構成する 4 つのプリズムの間に設けられた、第 1 のダイクロイックミラー 21 a と第 2 のダイクロイックミラー 21 b とを含む。

【0043】

第 1 のダイクロイックミラー 21 a 及び第 2 のダイクロイックミラー 21 b は、それぞれ光軸 $a \times 1$ 及び照明光軸 $a \times 2$ に対して 45° で交差するように配置されている。また、第 1 のダイクロイックミラー 21 a 及び第 2 のダイクロイックミラー 21 b は、互いに 45° の角度をなすように交差する。

【0044】

第 1 のダイクロイックミラー 21 a は、青色光 L B を反射するとともに、緑色光 L G 及び赤色光 L R を透過させる光学特性を有している。第 2 のダイクロイックミラー 21 b は、赤色光 L R を反射するとともに、青色光 L B 及び緑色光 L G を透過させる光学特性を有している。

30

【0045】

本実施形態において、集光レンズ 22 は、照明光 W L を集光させつつ拡散板 23 に入射させる。拡散板 23 は、集光レンズ 22 の射出側に配置される。拡散板 23 は、照明光 W L を拡散させることにより、表示品位を低下させるスペckル の発生を抑制する。

【0046】

なお、拡散板 23 としては、公知の拡散板、例えば、磨りガラスや、ホログラフィックディフューザー、透明基板の表面にブラスト処理を施したもの、透明基板の内部にビーズのような散乱材を分散させ、散乱材によって光を散乱させるものなどを用いることができる。

40

【0047】

本実施形態において、集光レンズ 22 は、照明光 W L を構成する各色光（赤色光 L R、緑色光 L G 及び青色光 L B）をそれぞれ異なる位置に集光させる。赤色光 L R、緑色光 L G 及び青色光 L B の各集光位置のずれは、集光レンズ 22 の色収差によるものである。すなわち、本実施形態の集光レンズ 22 は色収差を生じさせるレンズから構成されていると言える。

【0048】

50

一般的な光学材料において、短波長側の屈折率が高くなる。したがって、単レンズからなる集光レンズ 22 では、短波長の光がレンズに近い側に集光し、長波長の光がレンズから遠い側に集光するようになる。

【0049】

図3は各色光の集光位置と拡散板 23 との位置関係を示した図である。図3では、図を見やすくするため、各色光を三本の光線で示し、拡散板 23 の厚みを無視して線で示している。具体的に、三本の光線は、中心を通る主光線と、光束幅の上側を規定する上側線と、色光の光束幅の下側を規定する下側線とから構成される。三本の光線の主光線は照明光軸 $a \times 2$ と一致している。

【0050】

赤色光 LR 及び青色光 LB について考えると、図3に示すように、波長の短い青色光 LB は集光レンズ 22 の近くに集光し、波長の長い赤色光 LR は集光レンズ 22 からより離れた位置に集光する。

すなわち、青色光 LB の集光位置 P_b は、赤色光 LR の集光位置 P_r よりも集光レンズ 22 の近くに位置する。

【0051】

緑色光 LG は赤色光 LR 及び青色光 LB 間の波長帯を有する。そのため、通常、緑色光 LG の集光位置は赤色光 LR の集光位置 P_r と青色光 LB の集光位置 P_b との間に位置することとなる。

【0052】

本実施形態では、凸レンズからなる調整レンズ 24 によって集光レンズ 22 のみで集光された場合の集光位置よりも光軸方向手前側（集光レンズ 22 に近い側）に緑色光 LG の集光位置 P_g を調整している。具体的に本実施形態では、図3に示すように、調整レンズ 24 及び集光レンズ 22 による緑色光 LG の集光位置 P_g が青色光 LB の集光位置 P_b と一致している。

【0053】

拡散板 23 は、赤色光 LR の集光位置 P_r と青色光 LB の集光位置 P_b （緑色光 LG の集光位置 P_g ）との間に配置される。すなわち、赤色光 LR、緑色光 LG 及び青色光 LB はピント位置（集光位置）をずらした状態（いわゆる、デフォーカス状態）で拡散板 23 に入射している。

【0054】

本実施形態において、拡散板 23 は該拡散板 23 上における赤色光 LR、緑色光 LG 及び青色光 LB の投影面積がそれぞれ等しくなる位置に配置される。赤色光 LR、緑色光 LG 及び青色光 LB の投影面積とは、これら赤色光 LR、緑色光 LG 及び青色光 LB が拡散板 23 を照明する照明領域に相当する。

【0055】

以下、赤色光 LR が拡散板 23 上に形成する照明光を赤色光照明領域 S_r 、緑色光 LG が拡散板 23 上に形成する照明光を緑色光照明領域 S_g 、青色光 LB が拡散板 23 上に形成する照明光を青色光照明領域 S_b と称す。

【0056】

図3に示すように、赤色光 LR（緑色光 LG）の光線と青色光 LB の光線とが交差する位置（図3の符号 P で示す位置）において、赤色光照明領域 S_r 、緑色光照明領域 S_g 及び青色光照明領域 S_b の大きさが等しくなる。

【0057】

すなわち、拡散板 23 は、赤色光 LR の光線と青色光 LB（緑色光 LG）の光線とが交差する位置に配置されている。

なお、赤色光照明領域 S_r 、緑色光照明領域 S_g 及び青色光照明領域 S_b の大きさは、赤色光 LR 及び青色光 LB（緑色光 LG）の集光位置のずれ量に応じて変化する。

【0058】

ここで、赤色光 LR 及び青色光 LB の集光位置のずれ量は、集光レンズ 22 の色収差が

10

20

30

40

50

大きくなるほど大きくなる。集光レンズ 2 2 の色収差はアッペ数に依存する。具体的にアッペ数が小さくなるほど色収差は大きくなる。そのため、集光レンズ 2 2 としてアッペ数の小さいレンズを採用することで、赤色光 L R 及び青色光 L B の集光位置のずれ量、すなわち、赤色光照明領域 S r、緑色光照明領域 S g 及び青色光照明領域 S b を大きくすることができる。

【 0 0 5 9 】

本実施形態において、集光レンズ 2 2 のアッペ数は 4 0 以下とした。

これにより、赤色光 L R 及び青色光 L B の集光位置のずれ量を大きくすることで、赤色光照明領域 S r、緑色光照明領域 S g 及び青色光照明領域 S b の面積を拡げることができる。

10

【 0 0 6 0 】

一般的に、アッペ数の小さいレンズは価格も高くなることから、集光レンズ 2 2 のコストアップの要因となる。そのため、集光レンズ 2 2 のコスト面を抑えつつ、赤色光照明領域 S r、緑色光照明領域 S g 及び青色光照明領域 S b をできるだけ大きくするには、アッペ数を 2 0 以上 3 0 以下の範囲に設定するのが好ましい。

【 0 0 6 1 】

照明光 W L は均一化照明光学系 3 5 に入射する。均一化照明光学系 3 5 は、第 1 のレンズアレイ 3 0 と、第 2 のレンズアレイ 3 1 と、重畳レンズ 3 2 とを含む。

【 0 0 6 2 】

第 1 のレンズアレイ 3 0 は、拡散板 2 3 から射出された照明光 W L を複数の部分光線束に分割するための複数の第 1 小レンズ 3 0 a を有する。複数の第 1 小レンズ 3 0 a は、照明装置 2 の照明光軸 a x 2 と直交する面内にアレイ状に配列されている。

20

【 0 0 6 3 】

第 2 のレンズアレイ 3 1 は、複数の第 2 小レンズ 3 1 a を有する。複数の第 2 小レンズ 3 1 a の各々は複数の第 1 小レンズ 3 0 a に対応している。第 2 のレンズアレイ 3 1 のレンズ面（第 2 小レンズ 3 1 a の表面）と拡散板 2 3 とは光学的に共役関係となっている。

そのため、第 2 のレンズアレイ 3 1 のレンズ面（第 2 小レンズ 3 1 a の表面）には、上記の赤色光照明領域 S r、緑色光照明領域 S g 及び青色光照明領域 S b の各像が形成される。

【 0 0 6 4 】

第 2 のレンズアレイ 3 1 は、重畳レンズ 3 2 とともに、第 1 のレンズアレイ 3 0 の各第 1 小レンズ 3 0 a の像を各光変調装置 4 R、4 G、4 B の画像形成領域の近傍に重畳させる。

30

【 0 0 6 5 】

ところで、投射光学系 6 の射出瞳は第 2 のレンズアレイ 3 1 の光射出面（第 2 小レンズ 3 1 a のレンズ面）と光学的に共役関係となっている。そのため、投射光学系 6 の射出瞳には、赤色光照明領域 S r、緑色光照明領域 S g 及び青色光照明領域 S b の各像が形成される。

【 0 0 6 6 】

本実施形態によれば、小さい（4 0 以下）アッペ数の集光レンズ 2 2 を用いることで赤色光 L R 及び青色光 L B の集光位置を色収差によって光軸方向にずらすので、拡散板 2 3 上に形成される赤色光照明領域 S r、緑色光照明領域 S g 及び青色光照明領域 S b を大きくすることができる。

40

【 0 0 6 7 】

これにより、拡散板 2 3 と光学的に共役関係となる投射光学系 6 の射出瞳に形成される像の空間的な均一性を向上させることで、投射光学系 6 の射出瞳における照度分布の均一性が高まって、スペckルノイズが観察者に認識されにくくなるので、結果的に、スペckルによる画質の低下を低減することができる。

【 0 0 6 8 】

本実施形態において、赤色光照明領域 S r、緑色光照明領域 S g 及び青色光照明領域 S

50

bの大きさが一致しているため、投射光学系6の射出瞳における照度分布の均一性が色によらずほぼ一定となる。

すなわち、レーザー光である青色光LB、緑色光LG及び赤色光LRそれぞれに対してスペックルによる画質低下をバランス良く低減することができる。よって、色毎のスペックル軽減効果に差が生じ難いため、色によってスペックルが目立つことがない。

【0069】

したがって、本実施形態の照明装置2によれば、レーザー光である青色光LB、緑色光LG及び赤色光LRそれぞれに対してスペックルによる画質低下を良好に低減できる。

【0070】

また、本実施形態の照明装置2によれば、赤色光照明領域Sr、緑色光照明領域Sg及び青色光照明領域Sbの大きさ(光束径)が一致する。そのため、拡散板23を透過することで拡散された赤色光LR、緑色光LG及び青色光LBの太さ(光束幅)も一致するようになる。よって、同じ太さの赤色光LR、緑色光LG及び青色光LBからなる白色の照明光WLは表示画像に生じる色ムラを低減することができる。

【0071】

本実施形態のプロジェクター1によれば、上記照明装置2を備えるので、スペックル及び色むらによる画質の低下が少ない、良質な画像を表示できる。

【0072】

なお、本発明は上記実施形態の内容に限定されることはなく、発明の主旨を逸脱しない範囲において適宜変更可能である。

【0073】

例えば、上記実施形態において、調整レンズ24を用いて緑色光LGの集光位置Pgを青色光LBの集光位置Pbに一致させる場合を例に挙げたが、緑色光LGの集光位置Pgを赤色光LRの集光位置Prに一致させる構成を採用してもよい。

この場合、凹レンズからなる調整レンズ24を用いることで、集光レンズ22のみで集光された場合の集光位置よりも光軸方向奥側(集光レンズ22から遠い側)に緑色光LGの集光位置Pgを調整することができる。

【0074】

また、本発明において、緑色光LGの集光位置Pgを青色光LBの集光位置Pbあるいは赤色光LRの集光位置Prに完全に一致していなくてもよい。すなわち、緑色光LGの集光位置Pgは、集光位置Pbまたは集光位置Prに重なっていなくてもよい。

【0075】

また、上記実施形態では、光源装置20から射出した赤色光LR、緑色光LG及び青色光LBを合成する色合成光学系21として、第1のダイクロイックミラー21a及び第2のダイクロイックミラー21bを含むクロスダイクロイックプリズムを例に挙げたが、色合成光学系21の構成はこれに限定されない。

【0076】

例えば、赤色光LRと青色光LBとをダイクロイックミラーで合成して黄色光を生成した後、該黄色光に緑色光LGをダイクロイックミラーで合成することで白色の照明光WLを生成してもよい。

【0077】

また、上記実施形態では、光源装置20から射出したRGB各色の光を合成した白色の照明光WLが集光レンズ22に入射する構成を例に挙げたが、本発明はこれに限定されない。

【0078】

例えば、集光レンズ22に対して、光束全体として白色とみなせる照明光を入射させてもよい。ここで、光束全体として白色とみなせるとは、RGB各色の複数の光線が混じり合うことで白色となることはないが、複数の光線を含む光束全体が白色となる光をいう。このような光束全体として白色となる光は、例えば、同一基板上にRGB各色を射出する半導体レーザー26a, 28a, 29aを実装した光源装置により生成される。

10

20

30

40

50

【 0 0 7 9 】

また、上記実施形態では、3つの光変調装置4R, 4G, 4Bを備えるプロジェクター1を例示したが、1つの光変調装置でカラー映像を表示するプロジェクターに適用することも可能である。また、光変調装置として、デジタルミラーデバイスを用いてもよい。

【 0 0 8 0 】

また、上記実施形態では本発明による照明装置をプロジェクターに搭載した例を示したが、これに限られない。本発明による照明装置は、照明器具や自動車のヘッドライト等にも適用することができる。

【 符号の説明 】

【 0 0 8 1 】

1...プロジェクター、2...照明装置、4B, 4G, 4R...光変調装置、5...合成光学系、6...投射光学系、20...光源装置、21...色合成光学系、22...集光レンズ、23...拡散板、24...調整レンズ、26...赤色光源アレイ(赤色固体光源ユニット)、28...緑色光源アレイ(緑色固体光源ユニット)、29...青色光源アレイ(青色固体光源ユニット)、35...均一化照明光学系、Pr...集光位置(赤色光の集光位置)、Pg...集光位置(緑色光の集光位置)、Pb...集光位置(青色光の集光位置)、WL...照明光、LR...赤色光、LG...緑色光、LB...青色光。

【 図 1 】

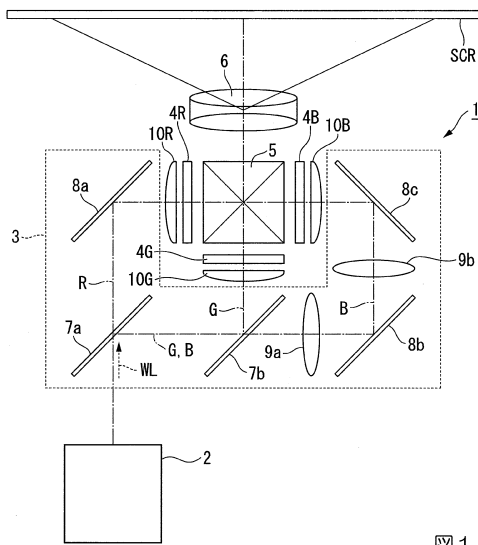


図 1

【 図 2 】

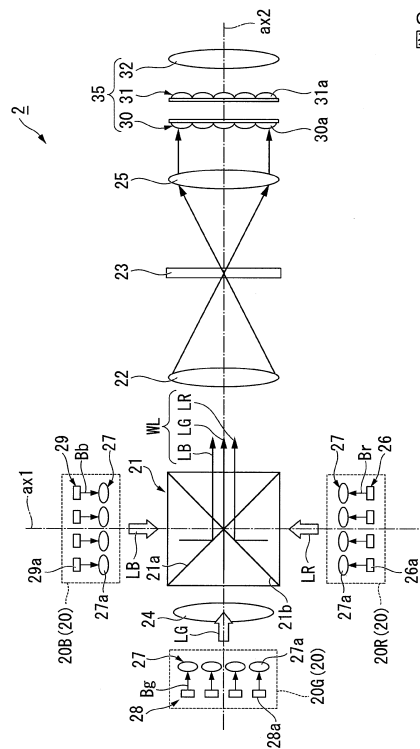


図 2

【 図 3 】

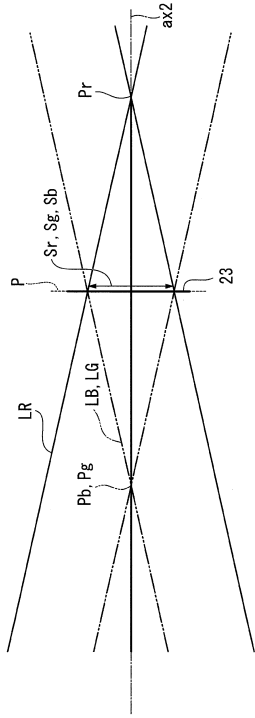


図 3

フロントページの続き

審査官 小野 博之

- (56)参考文献 国際公開第2015/056381(WO, A1)
特開2014-163974(JP, A)
国際公開第2017/154371(WO, A1)
特開2015-082025(JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G03B 21/00 - 21/10
21/12 - 21/30
21/56 - 21/64
33/00 - 33/16
H04N 5/66 - 5/74
F21S 2/00 - 45/70