

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5947479号
(P5947479)

(45) 発行日 平成28年7月6日(2016.7.6)

(24) 登録日 平成28年6月10日(2016.6.10)

(51) Int.Cl.		F I			
GO3B	21/00	(2006.01)	GO3B	21/00	E
GO2F	1/13	(2006.01)	GO3B	21/00	F
GO2F	1/1335	(2006.01)	GO2F	1/13	505
			GO2F	1/1335	

請求項の数 9 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2010-167195 (P2010-167195)	(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
(22) 出願日	平成22年7月26日(2010.7.26)	(74) 代理人	100110412 弁理士 藤元 亮輔
(65) 公開番号	特開2012-27318 (P2012-27318A)	(72) 発明者	山内 悠 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
(43) 公開日	平成24年2月9日(2012.2.9)	(72) 発明者	猪子 和宏 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
審査請求日	平成25年7月12日(2013.7.12)		
審判番号	不服2015-3643 (P2015-3643/J1)		
審判請求日	平成27年2月25日(2015.2.25)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 投射型表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

画像を投射面に投影する投射レンズを有する投射型表示装置であって、
光源からの光を重心波長が 1 となる第 1 色光と重心波長が 2 となる第 2 色光に分離する分離素子と、

前記第 1 色光を光変調する第 1 の反射型画像表示素子と、

前記第 2 色光を光変調する第 2 の反射型画像表示素子と、

前記分離素子と前記第 1 の反射型画像表示素子との間に配置される第 1 の平行平板と、
前記分離素子と前記第 2 の反射型画像表示素子との間に配置される第 2 の平行平板と、を有し、

前記第 1 の平行平板と前記第 2 の平行平板は互いに同じ厚みであるとともに、互いに同じ硝材で構成されており、

前記第 1 色光の重心波長 1 の光が、前記分離素子から前記第 1 の反射型画像表示素子に至る際の光路を前記第 1 色光の正規光路とし、前記第 1 色光の重心波長 1 の光が、前記分離素子から前記第 2 の反射型画像表示素子に至る際の光路を前記第 1 色光の非正規光路とすると、前記第 1 色光の正規光路と前記第 1 色光の非正規光路の光路長差が、前記光源の可干渉距離の半分以上かつ前記光源の可干渉距離の 5 倍以下であり、

前記第 1 色光の正規光路と前記第 1 色光の非正規光路との光路長差は、前記第 1 色光の重心波長 1 の軸上色収差から、前記第 2 色光の重心波長 2 の軸上色収差を引いた値と、前記第 2 の平行平板に前記第 2 色光が入射した際の前記第 2 の平行平板の空気換算長が

ら、前記第 2 の平行平板に前記第 1 色光が入射した際の前記第 2 の平行平板の空気換算長を引いた値との合計の絶対値である、
ことを特徴とする投射型表示装置。

【請求項 2】

前記第 2 色光の重心波長 2 の光が、前記分離素子から前記第 2 の反射型画像表示素子に至る際の光路を前記第 2 色光の正規光路とし、前記第 2 色光の重心波長 2 の光が、前記分離素子から前記第 1 の反射型画像表示素子に至る際の光路を前記第 2 色光の非正規光路とするとき、前記第 2 色光の正規光路と前記第 2 色光の非正規光路との光路長差が、前記光源の可干渉距離の半分以上かつ前記光源の可干渉距離の 5 倍以下であり、

前記第 2 色光の正規光路と前記第 2 色光の非正規光路との光路長差は、前記第 2 色光の重心波長 2 の軸上色収差から、前記第 1 色光の重心波長 1 の軸上色収差を引いた値と、前記第 1 の平行平板に前記第 1 色光が入射した際の前記第 1 の平行平板の空気換算長から、前記第 1 の平行平板に前記第 2 色光が入射した際の前記第 1 の平行平板の空気換算長を引いた値との合計の絶対値である、
ことを特徴とする請求項 1 に記載の投射型表示装置。

【請求項 3】

前記投射レンズの軸上色収差であって、前記第 1 及び第 2 色光と異なる第 3 色光の重心波長 3 を基準とした前記第 1 色光の重心波長 1 の軸上色収差である $T1 [\mu m]$ と、

前記第 3 色光の重心波長 3 を基準とした前記第 2 色光の重心波長 2 の軸上色収差である $T2 [\mu m]$ とが互いに異なっていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の投射型表示装置。

【請求項 4】

前記投射レンズの軸上色収差であって、前記第 1 及び第 2 色光と異なる第 3 色光の重心波長 3 を基準とした前記第 1 色光の重心波長 1 の軸上色収差を $T1 [\mu m]$ 、前記第 3 色光の重心波長 3 を基準とした前記第 2 色光の重心波長 2 の軸上色収差を $T2 [\mu m]$ とするとき、

$T1$ の絶対値、 $T2$ の絶対値は共に $20 \mu m$ 以下であることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか一項に記載の投射型表示装置。

【請求項 5】

前記分離素子は、前記光源から入射した前記第 1 及び第 2 色光を分離すると共に、前記第 1 及び第 2 の反射型画像表示素子で反射された前記第 1 及び第 2 色光を合成することを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか一項に記載の投射型表示装置。

【請求項 6】

前記分離素子と前記第 1 の反射型画像表示素子との間の光路、及び前記分離素子と前記第 2 の反射型画像表示素子との間の光路には、偏光ビームスプリッタ及びダイクロイックミラーは配置されていないことを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれか一項に記載の投射型表示装置。

【請求項 7】

前記第 1 及び第 2 色光と異なる第 3 色光を変調する第 3 の反射型画像表示素子と、前記分離素子よりも前記光源側に配置されており、前記第 1 及び前記第 2 色光の光路と、前記第 3 色光の光路とを分離する副分離素子と、

前記副分離素子から出射した前記第 3 色光が入射し、偏光分離面で P 偏光光を透過し、S 偏光光を反射する偏光ビームスプリッタと、
を有することを特徴とする請求項 1 乃至 6 のいずれか一項に記載の投射型表示装置。

【請求項 8】

前記光源の可干渉距離 L が $30 \mu m$ 以下であることを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか一項に記載の投射型表示装置。

【請求項 9】

前記第 1 色光が青帯域の光であり、前記第 2 色光が赤帯域の光であることを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれか一項に記載の投射型表示装置。

10

20

30

40

50

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は反射型の画像表示素子を用いる投射型表示装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

反射型の画像表示素子を用いた投射型表示装置の問題点として、偏光分離素子の偏光分離膜を全透過するはずの光の一部が偏光分離膜で反射してしまうことにより、その若干の反射光と透過光により干渉縞が発生してしまうことが知られている。

【0003】

そこで、特許文献1および2では、2つの画像表示素子を偏光分離膜からの距離が不等距離になるように配置し、かかる干渉縞を低減している。また、これらの発明では、画像表示素子のずれ量に相当する軸上色収差を投射レンズに付与することにより、2つの画像表示素子の位置をピント方向にずらしたことによる画像（いずれか一方の色の画像）のボケを防いでいる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2006-047967号公報

【特許文献2】特開2006-343692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、特許文献1および2に記載の発明では、干渉縞を低減することは可能だが、投射レンズに軸上色収差を付与しているので2つの色帯域のうち、少なくとも1つの帯域内で色にじみが発生し同色の解像が劣化するという課題があった。

【0006】

本発明は上記課題を解決するために、干渉縞の発生を抑え、且つ、色にじみを低減する投射型表示装置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】

【0007】

本発明の一側面としての投射型表示装置は、画像を投射面に投影する投射レンズを有する投射型表示装置であって、光源からの光を重心波長が1となる第1色光と重心波長が2となる第2色光に分離する分離素子と、前記第1色光を光変調する第1の反射型画像表示素子と、前記第2色光を光変調する第2の反射型画像表示素子と、前記分離素子と前記第1の反射型画像表示素子との間に配置される第1の平行平板と、前記分離素子と前記第2の反射型画像表示素子との間に配置される第2の平行平板と、を有し、前記第1の平行平板と前記第2の平行平板は互いに同じ厚みであるとともに、互いに同じ硝材で構成されており、前記第1色光の重心波長1の光が、前記分離素子から前記第1の反射型画像表示素子に至る際の光路を前記第1色光の正規光路とし、前記第1色光の重心波長1の光が、前記分離素子から前記第2の反射型画像表示素子に至る際の光路を前記第1色光の非正規光路とするとき、前記第1色光の正規光路と前記第1色光の非正規光路の光路長差が、前記光源の可干渉距離の半分以上かつ前記光源の可干渉距離の5倍以下であり、前記第1色光の正規光路と前記第1色光の非正規光路との光路長差は、前記第1色光の重心波長1の軸上色収差から、前記第2色光の重心波長2の軸上色収差を引いた値と、前記第2の平行平板に前記第2色光が入射した際の前記第2の平行平板の空気換算長から、前記第2の平行平板に前記第1色光が入射した際の前記第2の平行平板の空気換算長を引いた値との合計の絶対値である、ことを特徴とする。

【発明の効果】

【0008】

10

20

30

40

50

本発明によれば、投射レンズに大きな軸上色収差を発生する事無く干渉縞の発生を抑えることが出来、且つ、色にじみを低減させる投射型表示装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【0009】

【図1】本発明の投射型表示装置の構成を示す図である。

【図2】本発明の投射型表示装置から出射される光束のスペクトル（スクリーンスペクトル）を示すグラフである。

【図3】RGB等色関数を示すグラフである。

【図4】図2に示すスクリーンスペクトルと図3に示す等色関数との積と重心波長を示すグラフである。

【図5】実施例1で用いる位相板の構成図である。

【図6】実施例1で用いる投射レンズの軸上色収差の特性を示す図である。

【図7】実施例1の偏光分離素子、位相板、画像表示素子の配置図である。

【図8】本発明の偏光分離素子の特性を示す図である。

【図9】マイケルソン干渉計の原理を用いた光学系を示す図である。

【図10】実施例2、参考例1で用いる投射レンズの軸上色収差の特性を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

以下、本発明の実施例について、図面を参照しながら詳細に説明する。各図において、同一の部材については同一の参照番号を付し、重複する説明は省略する。

【0011】

本発明は干渉を起こす2経路の光路長に着目し、光合成系としては収差を考慮した最適光路長でありながら、漏れ光が為す光学系では非干渉状態となるような設計をするものである。以下に本発明の実施形態を示す。

【実施例1】

【0012】

図1は本発明の投射型表示装置の構成図である。

【0013】

まず、本実施例で用いる素子の役割および諸定義を行う。偏光分離素子（以下、PBSともいう。）はP偏光光を透過、S偏光光を反射する特性を示し、波長選択性位相板は所定の波長帯域のみ位相を回転する特性を示す。また青、緑、赤それぞれの色光をB光（第1色光、青帯域）、G光（第3色光、緑帯域）、R光（第2色光、赤帯域）とし、その重心波長をそれぞれ、B光の重心波長 $\lambda_1 = 440 \text{ nm}$ 、G光の重心波長 $\lambda_3 = 550 \text{ nm}$ 、R光の重心波長 $\lambda_2 = 620 \text{ nm}$ とする。ここで示す重心波長とは、図2に示すプロジェクタから出射される光束のスペクトルであるスクリーンスペクトルと図3に示す等色関数との積から算出された重心をとった波長である。図2に示されるスクリーンスペクトルは、プロジェクタから出射された光を拡散板を介して分光放射器で測定することにより得られる。図4は、図2で示される各色光（B光、G光、R光）と図3で示される等色関数の各色光をそれぞれ掛け合わせたものを示している。図4の点線部分が各波長帯域の重心波長を示す。この重心波長は、図4の各波長帯域の加重平均から求められる。

【0014】

図1において、1は光源であり、本実施形態では高圧水銀ランプを用いている。2は放物面リフレクタ、3は第1レンズアレイ、4は第2レンズアレイ、5は偏光変換素子、6はコンデンサレンズである。ここで、レンズアレイとは、複数の微小なレンズが配列された光学素子のことである。7は色分離素子としてのダイクロイックミラー、8は不要な偏光光をカットする偏光板、9は偏光分離面でP偏光光を透過し、S偏光光を反射する偏光分離素子である。

【0015】

偏光分離面には偏光分離膜が積層されて形成されており、10は位相板、11はG光を光変調するG用の画像表示素子である。本発明では、画像表示素子としているが、具体的

10

20

30

40

50

な素子として反射型液晶表示素子 LCOS、DMD素子(DLP)などが挙げられる。13は偏光板、14はB光のみに作用し、その偏光方向を90°回転させる波長選択性位相板である。15は偏光分離面でP偏光光を透過し、S偏光光を反射する偏光分離素子、16は位相板、17はB光を光変調するB用の画像表示素子(第1の反射型画像表示素子)である。18は位相板、19はR光を光変調するR用の画像表示素子(第2の反射型画像表示素子)である。20はR光のみに作用し、その偏光方向を90°回転させる波長選択性位相板、12は偏光分離面でP偏光光を透過し、S偏光光を反射する偏光分離素子、21は画像を投射面に投影する投射レンズ(投射光学系)である。

【0016】

ここで用いている位相板10、16、18は図5に示すように平行平板31の片面にフィルム32を貼合された構造となっている。本実施例では、位相板16に用いる平行平板31(第1の平行平板)と位相板18に用いる平行平板31(第2の平行平板)の厚みDを1.5mm、硝材をS-TIH53とした。従来、位相板16、18に用いる平行平板31の材質は、安価な白板ガラスであったが、本発明においては高分散の硝材S-TIH53を用いている。本発明では、偏光分離素子15と各画像表示素子の間の単独光路中に屈折率波長分散の大きい硝材を配置させる事を特徴とし、平行平板31に高分散の硝材を用いることで後述するように干渉縞を回避することが可能である。また、本実施例では位相板16、18に用いる平行平板31の硝材として同一のものを使用しているが、後述する実施例3のように、位相板16の平行平板31の硝材の材質と位相板18の平行平板31の硝材の材質と、を互いに異ならせても良い。つまり、硝材のR光やB光に対する透過率やコスト等を考慮し、位相板16、18のそれぞれに適切な硝材を用いることができる。具体的には、位相板16(B光路)に用いる平行平板31に使用される高分散の硝材を硝材S-TIH53とし、位相板18(R光路)に用いる平行平板31に使用される高分散の硝材を硝材S-LAH79を用いる等、異なるようにしても良い。ただし、硝材S-LAH79は屈折率波長分散は大きい、B帯域透過率が低い為に位相板16(B光路)に使用するのには不向きである。また、位相板16の平行平板の厚みと位相板18の平行平板の厚みは、互いに異なっても良い。

【0017】

本実施例にて使用される硝材S-TIH53の各波長の屈折率は440nmで1.894、620nmで1.841と表せる。また、本実施例で用いる投射レンズ21の軸上色収差の特性を図6に示す。本特性はG光の重心波長550nmの結像位置を基準に各波長における結像位置を示したグラフである。ここではB光の重心波長1(440nm)とR光の重心波長2(620nm)の軸上色収差量B1、R1はそれぞれ15μmと同値となるような設計となっている。

【0018】

以下、本発明を実施する上で重要な画像表示素子の固着位置の決定について説明を行う。

【0019】

各色光に対応する画像表示素子の固着位置は各色光の重心波長により決定する。

【0020】

図6に示すように本実施例で用いる投射レンズのG光の重心波長550nmを基準とした軸上色収差がB光の重心波長440nmとR光の重心波長620nmで同値なので、単独光路の空気換算長が等しい事を示す。つまりその位置に各色光の画像表示素子が固着されるのである。

【0021】

図7を用いてこれを説明する。図7は、本実施例の偏光分離素子15、位相板16、18、画像表示素子17、19の配置図である。偏光分離素子15から位相板16、18までの距離は2.0mmである。偏光分離素子15から画像表示素子17、19までの距離(air)を6mmとすると、位相板16とB用の画像表示素子17までの距離が3.208となる位置で画像表示素子17が固着される。また、位相板18からR用の画

10

20

30

40

50

像表示素子 19 までの距離が 3.1853 となる位置で画像表示素子 19 が固着される。以下、表 1 にまとめた数値を示す。

【 0 0 2 2 】

【表 1】

Bパネル、Rパネルの固着位置

	Bパネル固着位置			Rパネル固着位置		
	d	n	in air	d	n	in air
PBS ~ 位相板	2	1	2	2	1	2
位相板	1.5	1.894	0.792	1.5	1.841	0.8147
位相板 ~ パネル	3.208	1	3.208	3.1853	1	3.1853
Total			6.00			6.00

※表内の単位はmm

10

【 0 0 2 3 】

ここで、本実施例では、位相板 16, 18 の硝材は同一の硝材が使用され、位相板 16, 18 の板厚は共に d で示された 1.5 mm である。位相板は、上述したように平行平板 31 とフィルム 32 から構成されているが、そのフィルム 32 は非常に薄いものから構成されている。したがって、位相板の板厚 d は、本発明では平行平板 31 の厚さを示している。なお、n は、屈折率である。位相板 16, 18 の硝材は同一であるが、B 光の重心波長に対する屈折率 (1.894) と R 光の重心波長に対する屈折率 (1.841) が異なるため、表 1 において位相板 (平行平板 31) の屈折率 n が異なって表示されている。

【 0 0 2 4 】

次に干渉縞の発生について説明する。

【 0 0 2 5 】

現在使用している光学部品、例えば波長選択性の位相板、偏光分離素子、画像表示素子の光学特性は完全なものではなく、入射偏光や入射角度により異なるが漏れ光が発生する。図 8 に偏光分離素子の光学特性の一例を示す。最も理想の特性であるすべての入射角度で P 偏光光は透過、S 偏光光は反射に対して劣化している事がわかる。

20

【 0 0 2 6 】

干渉縞は同一の波長で発生する。よってこれらの光学部品の漏れ光などで各色光が正規光路と非正規光路に分離した光が再び合流し、その間の距離 (in air) がある所定の距離 (可干渉距離 L) 以内であるときに干渉縞が発生する。例えば B 光の場合を例に図 7 を用いて説明する。PBS 15 に P 偏光光で入射した B 光は PBS 15 を透過し正規光路である B 用経路を通過する。それに対して極僅かだが PBS 15 を反射した B 光は非正規光路である R 用光路を通過する。これらの光が各画像表示素子を反射し再び PBS 15 で合流し、かつ正規光路と非正規光路の光路長差が所定の距離以内であるときに干渉縞は発生する。ではここで B 光にとっての、正規光路と非正規光路の偏光分離素子 15 から各画像表示素子までの空気換算長の差の計算をおこなう。表 2 にまとめた数値を示す。(なお、本実施例と後述の実施例 2 において、正規光路と非正規光路の空気換算長の差は、正規光路と非正規光路の光路長の差と等しくなる。)

30

【 0 0 2 7 】

B 光にとっての正規光路の空気換算長は 6.0 mm である。一方、非正規光路だが、偏光分離素子 15 から位相板 18 までの 2.0 mm までは正規光路と同じである。しかし、位相板 18 から R 用画像表示素子 19 までは上述したように 3.1853 mm、また位相板 18 の空気換算長は $1.5 / 1.894 = 0.792$ mm であり、合計で 5.9773 mm となる。

40

【 0 0 2 8 】

このために B 光の正規光路と非正規光路の空気換算長の差が $22.7 \mu\text{m}$ となる。

【 0 0 2 9 】

同様に R 光でも同様の計算を行なうと正規光路と非正規光路の空気換算長の差は $-22.8 \mu\text{m}$ となる。表 3 にまとめた数値を示す。

【 0 0 3 0 】

50

本光学系で使用している光源 1 の可干渉距離は約 30 μm であるので、偏光分離素子 15 と画像表示素子の片道で約 15 μm の光路長差があれば干渉縞は発生しない。光源 1 とは異なる光源を使用した場合でも、可干渉距離が約 30 μm 以下の光源であれば、偏光分離素子 15 と画像表示素子の片道で約 15 μm の光路長差があれば干渉縞は発生しない。

【0031】

よって、本実施例では投射レンズの色消しを行っていても干渉縞を回避する事が可能である。

【0032】

ここで可干渉距離算出について図 9 を用いて説明を行う。図 9 はマイケルソン干渉計の原理を用いた光学系であり、41 は光源、42 はハーフミラー、43 は第 1 のミラー、44 は第 2 のミラー、45 は受光部を示す。光学作用を説明すると光源 41 からの光がハーフミラー 42 で分離し、ハーフミラー 42 で反射した光は第 1 のミラー 43 で反射した後、ハーフミラー 42 を透過し受光部 45 に到達する。一方ハーフミラー 42 を透過した光は第 2 のミラー 44 で反射した後、ハーフミラー 42 で反射し受光部 45 に到達する。ハーフミラー 42 で反射および透過した光が再びハーフミラーで合成され、かつ両光路の光路長差が一定距離以下である場合にふたつの光は干渉する。この一定距離を可干渉距離という。可干渉距離の算出方法として、第 1 のミラー 43 または第 2 のミラー 44 のいずれかを固定し、逆のミラーを光軸方向にシフトし干渉縞が発生し、消えるまでのシフト量が可干渉距離を表すのである。

【0033】

実施例 1 において、本発明の効果を満たす条件を数式化すると以下のように示される。

【0034】

本実施例では B 光 R 光の正規光路と非正規光路の空気換算長の差が 22.7 μm、22.8 μm である。例えば、正規光路と非正規光路の空気換算長の差をこれ以上大きくしても構わないが干渉縞に対する影響は特に無い。逆に光学系の大型化、コスト増となるなど弊害が発生する。それ故に正規光路と非正規光路の空気換算長の差を可干渉距離の 10 倍以下（即ち、5L 以下）にする事が望ましい。

【0035】

【数 1】

$$5L \geq ABS \left\{ D \times \left(\frac{1}{n_{22}} - \frac{1}{n_{21}} \right) \right\} \geq \frac{L}{2}$$

$$5L \geq ABS \left\{ D \times \left(\frac{1}{n_{11}} - \frac{1}{n_{12}} \right) \right\} \geq \frac{L}{2}$$

n_{11} …第 1 の平行平板の第 1 色光の重心波長の屈折率
 n_{12} …第 1 の平行平板の第 2 色光の重心波長の屈折率
 n_{21} …第 2 の平行平板の第 1 色光の重心波長の屈折率
 n_{22} …第 2 の平行平板の第 2 色光の重心波長の屈折率
 D …平行平板の厚み
 L …光源の可干渉距離

【0036】

【表 2】

B光の正規光路と非正規光路の空気換算長の差

	B光 正規光路			B光 非正規光路		
	d	n	in air	d	n	in air
PBS ~ 位相板	2	1	2	2	1	2
位相板	1.5	1.894	0.792	1.5	1.894	0.792
位相板 ~ パネル	3.208	1	3.208	3.1853	1	3.185
Total			6.00			5.9773

※表内の単位はmm

10

【0037】

【表 3】

R光の正規光路と非正規光路の空気換算長の差

	R光 正規光路			R光 非正規光路		
	d	n	in air	d	n	in air
PBS ~ 位相板	2	1	2	2	1	2
位相板	1.5	1.841	0.815	1.5	1.841	0.815
位相板 ~ パネル	3.1853	1	3.185	3.208	1	3.208
Total			6.00			6.0228

※表内の単位はmm

20

【実施例 2】

【0038】

本実施例では、僅かに色消し条件を崩す事で、投射レンズの解像力を劣化させることなく大幅に硝子の自由度をあげることが可能となる。以降の実施形態では、色消し条件に合わせて本発明を適用した例を説明する。

【0039】

本実施例においても図 1 に示す投射型表示装置を用いた。実施例 1 と異なる点は、投射レンズの特性と、各画像表示素子の固着位置である。

30

【0040】

本実施例で用いる投射レンズの軸上色収差の特性を図 10 に示す。

【0041】

本実施例においても B 光の重心波長を 440 nm とし、G 光の重心波長を 550 nm とし、R 光の重心波長を 620 nm とする。図 10 に示されるように、本実施例で用いる投射レンズの G 光の重心波長を基準とした B 光の重心波長の軸上色収差量 B1 は 15 μm (軸上色収差 T1) である。また、G 光の重心波長を基準とした R 光の重心波長の軸上色収差量 R1 は 5 μm (軸上色収差 T2) であり、B 光の重心波長と R 光の重心波長との間で軸上色収差を 10 μm 発生させている。

40

【0042】

また各位相板の厚み d を 1.5 mm とし、平行平板 31 に用いる硝材を S-TIM22 とする。本硝材の屈折率は 440 nm で 1.673、620 nm で 1.645 である。

【0043】

ではここで実施例 1 と同様にして各画像表示素子が固着される位置について算出する。

【0044】

実施例 1 と同様に偏光分離素子と各位相板の間隔を 2.0 mm とする。

【0045】

偏光分離素子 15 から各画像表示素子までの距離 (in air) は R 光路が 6.0 mm で B 光路が 6.01 mm とする。この違いは本実施例で用いる投射レンズの色消し条件

50

によるものである。

【0046】

固着位置について計算を行う。まとめた数値を表4に示す。

【0047】

まずB光の画像表示素子17について計算すると、位相板16からB用画像表示素子17までの距離は6.01mm - 2.0mm - 1.5 / 1.673 = 3.113mmとなる。1.673は、位相板16のB光の重心波長の屈折率n11である。

【0048】

一方R光の画像表示素子19について計算すると、位相板18からR用画像表示素子19までの距離は6.0mm - 2.0mm - 1.5 / 1.645 = 3.088mmとなる。1.645は、位相板18のR光の重心波長の屈折率n22である。

10

【0049】

次にB光にとっての正規光路と非正規光路の空気換算長の差の計算を行う。表5に数値をまとめる。

【0050】

正規光路は6.01mm。非正規光路は2.0 + 1.5 / 1.673 + 3.088 = 5.985mmとなり、正規光路と非正規光路の空気換算長の差は0.025mm = 25μmとなる。1.673は、位相板18のB光の重心波長の屈折率n21である。

【0051】

同様にしてR光にとっての正規光路と非正規光路の空気換算長の差の計算を行う。表6に数値をまとめる。

20

【0052】

正規光路は6.0mm。非正規光路は2.0 + 1.5 / 1.645 + 3.113 = 6.025mmとなり、正規光路と非正規光路の空気換算長の差は0.025mm = 25μmとなる。1.645は、位相板16のR光の重心波長の屈折率n12である。

【0053】

よって本実施例では僅かに色消し条件を崩す事で、投射レンズの解像力を劣化させることなく干渉縞を回避する事が可能となり、これにより大幅に硝子の自由度をあげることができる。

【0054】

30

【表4】

Bパネル、Rパネルの固着位置

	Bパネル固着位置			Rパネル固着位置		
	d	n	in air	d	n	in air
PBS~位相板	2	1	2	2	1	2
位相板	1.5	1.673	0.897	1.5	1.645	0.912
位相板~パネル	3.113	1	3.113	3.0881	1	3.088
Total			6.01			6.00

※表内の単位はmm

【0055】

【表5】

B光の正規光路と非正規光路の空気換算長の差

40

	B光 正規光路			B光 非正規光路		
	d	n	in air	d	n	in air
PBS~位相板	2	1	2	2	1	2
位相板	1.5	1.673	0.8966	1.5	1.673	0.8966
位相板~パネル	3.113	1	3.113	3.0881	1	3.088
Total			6.01			5.985

※表内の単位はmm

【0056】

50

【表 6】

R光の正規光路と非正規光路の空気換算長の差

	R光 正規光路			R光 非正規光路		
	d	n	in air	d	n	in air
PBS～位相板	2	1	2	2	1	2
位相板	1.5	1.645	0.912	1.5	1.645	0.912
位相板～パネル	3.0881	1	3.088	3.113	1	3.113
Total			6.00			6.025

※表内の単位はmm

10

[参考例 1]

【実施例 3】

【0057】

実施例 2 と同様に、本実施例も図 1 に示す投射型表示装置を用い、図 10 に示す軸上色収差特性の投射レンズを用いた。実施例 2 と異なる点は、平行平板 31 に使用する硝材が位相板 16 と位相板 18 とで異なる点である。また、位相板 16、18 の厚みも互いに異なっている。

【0058】

20

本実施例においても B 光の重心波長を 440 nm とし、G 光の重心波長を 550 nm とし、R 光の重心波長を 620 nm とする。図 10 に示されるように、本実施例で用いる投射レンズの G 光の重心波長を基準とした B 光の重心波長の軸上色収差量 B1 は 15 μm (軸上色収差 T1) である。また、G 光の重心波長を基準とした R 光の重心波長の軸上色収差量 R1 は 5 μm (軸上色収差 T2) であり、B 光の重心波長と R 光の重心波長との間で軸上色収差を 10 μm 発生させている。

【0059】

また B 用位相板 16 の厚み D1 を 2.0 mm とし、R 用位相板 18 の厚み D2 を 1.5 mm とし、使用する硝材をそれぞれ S-TIM22、S-LAH79 とする。S-TIM22 の屈折率は 440 nm で 1.673、620 nm で 1.645 である。一方 S-LAH79 の屈折率は 440 nm で 2.05、620 nm で 1.998 である。

30

【0060】

ではここで実施例 1、2 と同様にして各画像表示素子が固着される位置について算出する。

【0061】

実施例 1、2 と同様に偏光分離素子と各位相板の間隔を 2.0 mm とする。

【0062】

偏光分離素子 15 から各画像表示素子までの距離 (in air) は R 光路が 6.0 mm で B 光路が 6.01 mm とする。この違いは本実施例で用いる投射レンズの色消し条件によるものである。

40

【0063】

固着位置について計算を行う。まとめた数値を表 7 に示す。

【0064】

まず B 光の画像表示素子 17 について計算すると、位相板 16 から B 用画像表示素子 17 までの距離は $6.01 \text{ mm} - 2.0 \text{ mm} - 2.0 / 1.673 = 2.815 \text{ mm}$ となる。1.673 は、位相板 16 の B 光の重心波長の屈折率 n_{11} である。

【0065】

一方 R 光の画像表示素子 19 について計算すると、位相板 18 から R 用画像表示素子 19 までの距離は $6.0 \text{ mm} - 2.0 \text{ mm} - 1.5 / 1.998 = 3.249 \text{ mm}$ となる。1.998 は、位相板 18 の R 光の重心波長の屈折率 n_{22} である。

50

【 0 0 6 6 】

次にB光にとっての正規光路と非正規光路の差の計算を行う。まとめた数値を表8に示す。

【 0 0 6 7 】

正規光路は6.01mm。非正規光路は2.0 + 1.5 / 2.05 + 3.249 = 5.981mmとなり、正規光路と非正規光路の差は0.029mm = 29μmとなる。2.05は、位相板18のB光の重心波長の屈折率n21である。

【 0 0 6 8 】

同様にしてR光にとっての正規光路と非正規光路の差の計算を行う。まとめた数値を表9に示す。

10

【 0 0 6 9 】

正規光路は6.0mm。非正規光路は2.0 + 2.0 / 1.645 + 2.815 = 6.03mmとなり、正規光路と非正規光路の差は0.03mm = 30μmとなる。1.645は、位相板16のR光の重心波長の屈折率n12である。

【 0 0 7 0 】

よって本実施例においても干渉縞を回避する事ができる。

【 0 0 7 1 】

以上、本発明によれば、投射レンズに大きな軸上色収差を発生する事無く干渉縞の発生を抑えることが出来、且つ、色にじみを低減させる投射型表示装置を提供することができる。また、投射レンズ設計において従来あった所定の軸上色収差を発生させるという制約から解放され干渉縞の発生を気にすることなく結像性能向上を目指す事が可能となった。

20

【 0 0 7 2 】

【表7】

Bパネル、Rパネルの固着位置

	Bパネル固着位置			Rパネル固着位置		
	d	n	in air	d	n	in air
PBS～位相板	2	1	2	2	1	2
位相板	2	1.673	1.195	1.5	1.998	0.751
位相板～パネル	2.815	1	2.815	3.249	1	3.249
Total			6.01			6.00

※表内dの単位はmm

30

【 0 0 7 3 】

【表8】

B光の正規光路と非正規光路の光路長

	B光 正規光路			B光 非正規光路		
	d	n	in air	d	n	in air
PBS～位相板	2	1	2	2	1	2
位相板	2	1.673	1.195	1.5	2.06	0.7317
位相板～パネル	2.815	1	2.815	3.249	1	3.249
Total			6.01			5.981

※表内dの単位はmm

【 0 0 7 4 】

【表9】

R光の正規光路と非正規光路の光路長

	R光 正規光路			R光 非正規光路		
	d	n	in air	d	n	in air
PBS～位相板	2	1	2	2	1	2
位相板	1.5	1.998	0.751	2	1.645	1.216
位相板～パネル	3.249	1	3.249	2.815	1	2.8145
Total			6.00			6.030

※表内dの単位はmm

40

【 0 0 7 5 】

実施例2, 参考例1において、本発明の効果を満たす条件を数式化すると以下のように

50

示される。

【 0 0 7 6 】

【 数 2 】

$$5L \geq \text{ABS} \left\{ \left(T_1 - T_2 \right) + D_2 \times \left(\frac{1}{n_{22}} - \frac{1}{n_{21}} \right) \right\} \geq \frac{L}{2}$$

$$5L \geq \text{ABS} \left\{ \left(T_2 - T_1 \right) + D_1 \times \left(\frac{1}{n_{11}} - \frac{1}{n_{12}} \right) \right\} \geq \frac{L}{2}$$

$$\left(T_2, T_1 \right) \leq 20 \mu \text{m}$$

10

n11…第1の位相差板基板の第1の波長帯域の重心波長の屈折率

n12…第1の位相差板基板の第2の波長帯域の重心波長の屈折率

n21…第2の位相差板基板の第1の波長帯域の重心波長の屈折率

n22…第2の位相差板基板の第2の波長帯域の重心波長の屈折率

T1…第1の波長帯域の重心波長の投射レンズの軸上色収差量

T2…第2の波長帯域の重心波長の投射レンズの軸上色収差量

D1…第1の位相差板基板の厚み

D2…第2の位相差板基板の厚み

L…光源の可干渉距離

20

【 0 0 7 7 】

なお、上記数式2において、軸上色収差T1、軸上色収差T2、屈折率n11、屈折率n12、屈折率n21、屈折率n22の関係が以下の(1)式または(2)式を満たせば、容易に干渉縞を回避することができる。

T1 > T2 の場合、n21 > n22 かつ n11 > n12 (1)式

T2 > T1 の場合、n22 > n21 かつ n12 > n11 (2)式

【 産業上の利用可能性 】

【 0 0 7 8 】

色分離光学系は投射型表示装置に適用することができ、投射型表示装置は画像を投射する用途に適用することができる。

30

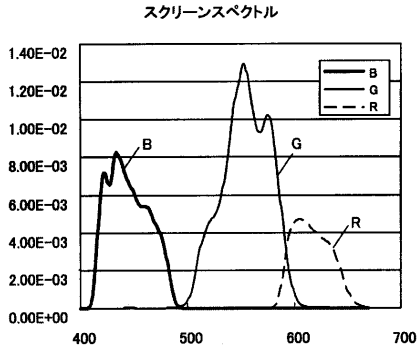
【 符号の説明 】

【 0 0 7 9 】

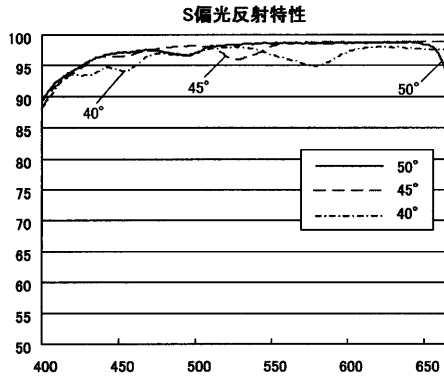
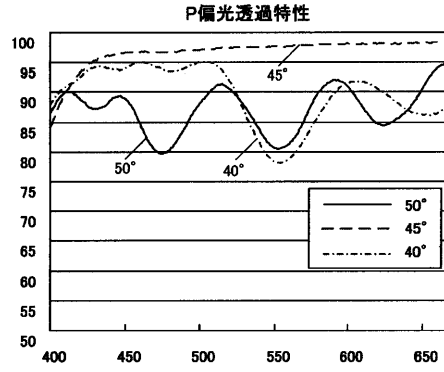
1	光源
2	放物面リフレクタ
3	第1のレンズアレイ
4	第2のレンズアレイ
5	偏光変換素子
6	コンデンサレンズ
7	ダイクロイックミラー
8	偏光板
9、12、15	偏光分離素子
10、16、18	位相板
11、17、19	画像表示素子
14、20	波長選択性位相板
21	投射レンズ

40

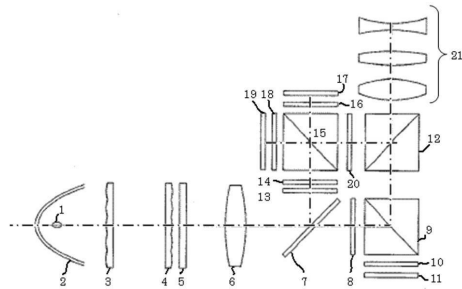
【 図 2 】



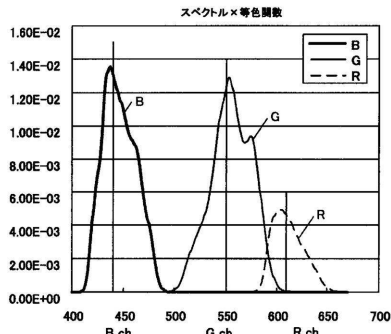
【 図 8 】



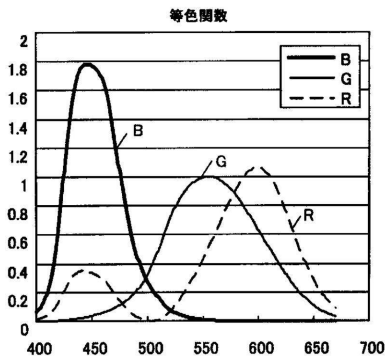
【 図 1 】



【 図 4 】



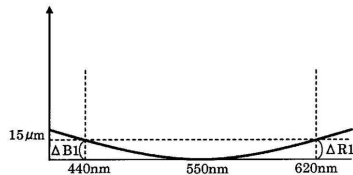
【 図 3 】



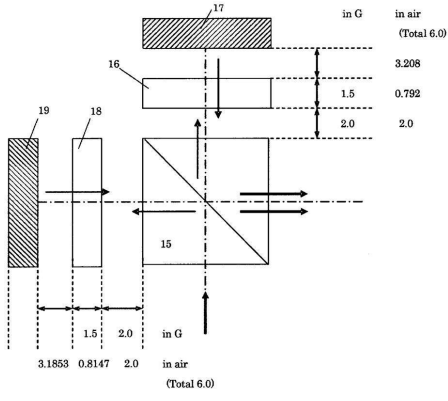
【 図 5 】



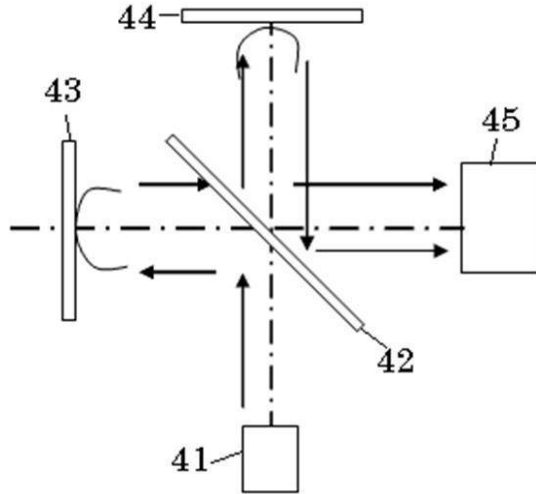
【 図 6 】



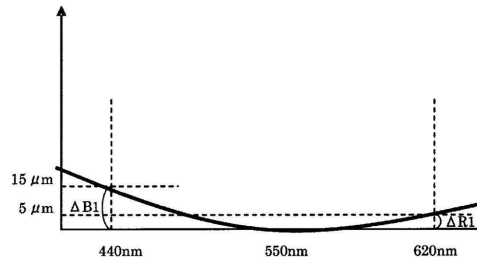
【 7 】



【 9 】



【 10 】



フロントページの続き

合議体

審判長 川端 修

審判官 伊藤 昌哉

審判官 井口 猶二

- (56)参考文献 特開2005-283663(JP,A)
特開2006-145943(JP,A)
特開2008-122949(JP,A)
特開平11-38364(JP,A)
特開2006-285185(JP,A)
特開2010-8545(JP,A)
特開2010-34486(JP,A)
特開2009-123286(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G03B21/00-21/10,21/134-21/30