

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6512919号
(P6512919)

(45) 発行日 令和1年5月15日(2019.5.15)

(24) 登録日 平成31年4月19日(2019.4.19)

(51) Int.Cl.

F 1

G03B 21/14 (2006.01)

G03B 21/14

Z

G03B 21/00 (2006.01)

G03B 21/00

E

H04N 9/31 (2006.01)

H04N 9/31

O 2 O

請求項の数 4 (全 20 頁)

(21) 出願番号 特願2015-86264 (P2015-86264)
 (22) 出願日 平成27年4月20日 (2015.4.20)
 (65) 公開番号 特開2015-222418 (P2015-222418A)
 (43) 公開日 平成27年12月10日 (2015.12.10)
 審査請求日 平成29年9月1日 (2017.9.1)
 (31) 優先権主張番号 特願2014-93884 (P2014-93884)
 (32) 優先日 平成26年4月30日 (2014.4.30)
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(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 100126240
 弁理士 阿部 琢磨
 (74) 代理人 100124442
 弁理士 黒岩 創吾
 (72) 発明者 前田 勇樹
 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 新井 重雄

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

互いに波長が異なる第1の色光、第2の色光、第3の色光を含む光を射出する光源装置
と、前記第1の色光を変調し、第1の変調光を射出する第1の光変調素子と、
前記第2の色光を変調し、第2の変調光を射出する第2の光変調素子と、
前記第3の色光を変調し、第3の変調光を射出する第3の光変調素子と、
前記光源装置からの光束のうち、前記第1の色光及び前記第2の色光を、前記第3の色
光が導かれる方向とは異なる方向に導くダイクロイックミラーと、

前記第1の色光と前記第2の色光の偏光方向に基づいて前記第1の色光と前記第2の色光のうち一方を他方が導かれる方向とは異なる方向に導く第1の偏光素子と、前記第3の色光のうち、第1の偏光方向の光束を、前記第1の偏光方向の光束と偏光方向が異なる第2の偏光方向の光束が導かれる方向と異なる方向に導く第2の偏光素子と、

前記第1の変調光と、前記第2の変調光と、前記第3の変調光とを合成する光合成素子と、

前記第1の光変調素子と前記第1の偏光素子との間に設けられている第1の位相差付与部と、

前記第2の光変調素子と前記第1の偏光素子との間に設けられている第2の位相差付与部と、

前記第3の光変調素子と前記第2の偏光素子との間に設けられている第3の位相差付与部と、前記第1の光変調素子に前記第1の色光を導くとともに、前記第1の光変調素子に

前記第2の色光が導かれることを抑制する第1の光学部と、
を備え、

前記第1の光学部は、前記第1の偏光素子と前記第1の位相差付与部との間に設けられており、

前記第1の光変調素子の長手方向に平行な方向を第1の方向とし、

前記第1の光変調素子の短手方向に平行な方向を第2の方向とし、

前記第1の偏光素子の面のうち、前記第1の方向および前記第2の方向と平行で、前記ダイクロイックミラーからの光束が入射する面を入射面とし、

前記入射面のうち、前記第1の偏光素子に入射する光束が前記入射面を照明する領域を、第1の領域とし、

前記第1の光変調素子のうち、前記第1の偏光素子から出射する光束が前記第1の光変調素子を照明する領域を、第2の領域とし、

前記第1の領域の前記第1の方向の寸法をD1とし、

前記第1の領域の前記第2の方向の寸法をD2とし、

前記第2の領域の前記第1の方向の寸法をP1とし、

前記第2の領域の前記第2の方向の寸法をP2とするとき、

P1 > P2

1.1 < (D1 - P1) / (D2 - P2) < 2.0

を満足することを特徴とする画像表示装置。

【請求項2】

前記第1の光学部は、前記第1の色光を透過させ、前記第2の色光を反射する特性を有する、

ことを特徴とする請求項1に記載の画像表示装置。

【請求項3】

前記第2の色光の比視感度は、前記第1の色光の比視感度よりも高い、

ことを特徴とする請求項1または2に記載の画像表示装置。

【請求項4】

前記第2の光変調素子に、前記第2の色光を導くとともに、前記第2の光変調素子に前記第1の色光が導かれることを抑制する第2の光学部、を備え、前記第2の光学部は、前記第2の色光を透過させ、前記第1の色光を反射する特性を有し、

前記第2の光学部は、前記第1の偏光素子と前記第2の位相差付与部との間に設けられている、

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画像表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、色分離合成系およびこれを用いた色分離合成装置、画像表示装置に関する発明である。

【背景技術】

【0002】

液晶プロジェクターには、RGBのカラー画像を投射するために、光源からの白色の光束をRGBに分離し、液晶パネルに導き、液晶パネルで変調された光束を再び合成する色分離合成系が用いられている。

【0003】

このような色分離合成系として、特許文献1がある。

【0004】

特許文献1では、1つのPBS(偏光ビームスプリッター)に2色の反射型液晶パネルを配置することで、小型化を可能とする技術が開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2001-154268号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

前述のPBSはS偏光成分を反射し、P偏光成分を透過させる特性をもつが、全てのS偏光成分を反射し、全てのP偏光成分を透過させるわけではない。実際には、本来PBSで反射されるはずが、PBSを透過してしまうS偏光成分と、本来PBSを透過するはずが、PBSに反射されてしまうP偏光成分という2種類の不要光が存在している。

【0007】

前述の特許文献1に開示されている構成において、不要光が投射光学系へ導かれてしまい、投射される画像のコントラストが悪化するおそれがあった。

【0008】

そこで、本発明の目的は、不要光による影響を低減しつつ、より高画質な画像を投射することが可能な画像表示装置を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

上記目的を達成するために、本発明の画像表示装置は、
互いに波長が異なる第1の色光、第2の色光、第3の色光を含む光を射出する光源装置
 と、

前記第1の色光を変調し、第1の変調光を射出する第1の光変調素子と、
前記第2の色光を変調し、第2の変調光を射出する第2の光変調素子と、
前記第3の色光を変調し、第3の変調光を射出する第3の光変調素子と、
前記光源装置からの光束のうち、前記第1の色光及び前記第2の色光を、前記第3の色光が導かれる方向とは異なる方向に導くダイクロイックミラーと、

前記第1の色光と前記第2の色光の偏光方向に基づいて前記第1の色光と前記第2の色光のうち一方を他方が導かれる方向とは異なる方向に導く第1の偏光素子と、

前記第3の色光のうち、第1の偏光方向の光束を、前記第1の偏光方向の光束と偏光方向が異なる第2の偏光方向の光束が導かれる方向と異なる方向に導く第2の偏光素子と、

前記第1の変調光と、前記第2の変調光と、前記第3の変調光とを合成する光合成素子と、

前記第1の光変調素子と前記第1の偏光素子との間に設けられている第1の位相差付与部と、

前記第2の光変調素子と前記第1の偏光素子との間に設けられている第2の位相差付与部と、

前記第3の光変調素子と前記第2の偏光素子との間に設けられている第3の位相差付与部と、前記第1の光変調素子に前記第1の色光を導くとともに、前記第1の光変調素子に前記第2の色光が導かれることを抑制する第1の光学部と、を備え、

前記第1の光学部は、前記第1の偏光素子と前記第1の位相差付与部との間に設けられており、

前記第1の光変調素子の長手方向に平行な方向を第1の方向とし、

前記第1の光変調素子の短手方向に平行な方向を第2の方向とし、

前記第1の偏光素子の面のうち、前記第1の方向および前記第2の方向と平行で、前記ダイクロイックミラーからの光束が入射する面を入射面とし、

前記入射面のうち、前記第1の偏光素子に入射する光束が前記入射面を照明する領域を、第1の領域とし、

前記第1の光変調素子のうち、前記第1の偏光素子から出射する光束が前記第1の光変調素子を照明する領域を、第2の領域とし、

前記第1の領域の前記第1の方向の寸法をD1とし、

前記第1の領域の前記第2の方向の寸法をD2とし、

10

20

30

40

50

前記第2の領域の前記第1の方向の寸法をP1とし、
前記第2の領域の前記第2の方向の寸法をP2とするとき、

P1 > P2

1.1 < (D1 - P1) / (D2 - P2) < 2.0

を満足する

ことを特徴とする。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、不要光による影響を低減しつつ、より高画質な画像を投射することが可能な画像表示装置を提供することができる。

10

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】本発明の第1実施例で示す色分離合成系を搭載した画像表示装置の構成を説明する図

【図2】合成プリズム17の特性を示す図

【図3】本発明の第1実施例で示す色分離合成系におけるB光路の詳細を示す図

【図4】液晶パネル9Bに対する入射光と出射光におけるS偏光光の方向を示す図

【図5】合成プリズム17に対する入射光におけるS偏光光の方向を示す図

【図6】液晶パネル9Bに対する入射光と出射光におけるP偏光光の方向を示す図

【図7】液晶パネル9Bに対する入射光と液晶パネル9Bの関係を示す図

20

【図8】本発明の第2実施例で示す色分離合成系を搭載した画像表示装置の構成を説明する図

【図9】本発明の第3実施例で示す色分離合成系を搭載した画像表示装置の構成を説明する図

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下に図面を参照して、この発明の好適な実施の形態を例示的に説明する。ただし、この実施の形態に記載されている構成部品の形状それらの相対配置などは、この発明が適用される装置の構成や各種条件により適宜変更されるべきものである。すなわち、構成部品の形状などは、この発明の範囲を以下の実施の形態に限定する趣旨で規定されたものではない。

30

【0013】

〔第1実施例〕

図1は、本発明の第1実施例で示す色分離光学系を搭載した画像表示装置の構成を説明する図である。

【0014】

光源（ランプの発光部）1から全方向に射出した光束は、放物面リフレクタ2によって略平行光束となって射出される。もちろん、完全な平行光束である必要はなく、使用に耐える範囲で若干発散していても収束していても構わない。

【0015】

40

この平行光束は、UV-I Rカットフィルタ3に入射し、第1のレンズアレイ4aによって複数の部分光束に分割され、その各々の部分光束が集光される。各々の部分光束は第2のレンズアレイ4b近傍に集光され、各々の部分光束が各々光源像（2次光源像）を形成する。第2のレンズアレイ4bを射出した部分光束は、偏光変換素子5によって、所定の偏光方向に揃えられ、コンデンサーレンズ6によって集光され、反射型液晶パネル9を重畠的に照明する。

【0016】

なお、偏光変換素子5は、複数のPBSとミラーと1/2波長板で構成されており、本実施例において、偏光変換素子5に入射した光束はP偏光光に変換される。

【0017】

50

以上のUV - IRカットフィルタ3からコンデンサーレンズ6により、照明光学系100が構成される。

【0018】

ダイクロイックミラー7(第3の光学部)はB(青)とR(赤)の色光を反射し、G(緑)の色光を透過する特性を備える。

【0019】

PBS8(第2の偏光素子)は、Gの色光のうち、P偏光方向の光束を、P偏光方向の光束と偏光方向が異なるS偏光方向の光束と異なる方向に導く。具体的には、PBS8は、P偏光光を透過し、S偏光光を反射するPBSである。

【0020】

9(9R、9G、9B)はそれぞれ、Rの色光用の液晶パネル、Gの色光用の液晶パネル、Bの色光用の液晶パネルである。液晶パネル9は、色光を変調し、変調光を出射する光変調素子である。本実施例において、液晶パネル9は、反射型液晶素子である。

【0021】

1/4波長板10(10R、10G、10B)はそれぞれ、Rの色光用の1/4波長板(第2の位相差付与部)、Gの色光用の1/4波長板(第3の位相差付与部)、Bの色光用の1/4波長板(第1の位相差付与部)である。

【0022】

11はP偏光光を透過する入射側偏光板であり、12はRの色光の偏光方向を90度変換し、Bの色光の偏光方向は変換しない色選択性位相差板である。

【0023】

PBS13はP偏光光を透過させ、S偏光光を反射するPBS(第1の偏光素子)であり、偏光分離面13aを有する。

【0024】

14はS偏光光を透過するGの色光用の出側偏光板である。

【0025】

15は、PBS13と1/4波長板10Bとの間に設けられ、液晶パネル9Bと、液晶パネル9Rのうち、液晶パネル9BにBの色光を導くとともに、液晶パネル9BにRの色光が導かれることを抑制する色分離素子である。具体的に、色分離素子15は、Bの色光のうちP偏光光を透過させることで、Bの色光を液晶パネル9Bに導き、Rの色光のS偏光光を反射することでRの色光が液晶パネル9Bに導かれることを抑制する光学的作用を有する第1の光学部である。なお、色分離素子15を備えることによる効果については、後述の通りである。

【0026】

合成プリズム17(光合成素子)は図2に示す特性を持っており、B、Gの色光に対してはBの色光を透過し、Gの色光を反射するダイクロイックミラーとして作用する。一方、Rの色光に対しては、P偏光光を透過し、S偏光光を反射するPBSとして作用する。すなわち、合成プリズム17は、Bの変調光と、Rの変調光と、Gの変調光とを合成する。

【0027】

言い換えれば、合成プリズム17は、Bの変調光と、Rの変調光と、Gの変調光に含まれる画像光を、非画像光とは異なる方向に導く。ここで、変調光とは、液晶パネル9で変調され、液晶パネル9から出射する光である。また、画像光とは、Bの変調光、Rの変調光、Gの変調光に含まれ、スクリーン等の被投射面に投射されるべき光であり、非画像光は、スクリーン等の被投射面に投射されるべきではない光である。

【0028】

以上のダイクロイックミラー7から合成プリズム17により、色分離合成系200が構成される。

【0029】

18は投射光学系であり、上記の照明光学系100、色分解合成光学系200および投

10

20

30

40

50

射光学系により画像表示光学系が構成される。

【0030】

以上が、画像表示装置の構成である。次に、照明光学系 100 を通過した後の光学的な作用を説明する。まず、G の光路について説明する。

【0031】

ダイクロイックミラー 7 を透過した G の色光は PBS 8 に入射して偏光分離面で P 偏光光が透過し、液晶パネル 9 G へと至る。液晶パネル 9 Gにおいては、G の色光が画像変調されて反射される。画像変調された G の反射光のうち P 偏光成分は、再び PBS 8 の偏光分離面を透過し、光源側に戻され、非画像光として除去される。一方、画像変調された G の反射光のうち S 偏光成分は、PBS 8 の偏光分離面で反射され、S 偏光光を透過する出側偏光板 14 を透過し、画像光として合成プリズム 17 に向かう。10

【0032】

このとき、PBS 8 と液晶パネル 9 Gとの間に設けられた 1/4 波長板 10 G の進相軸または遅相軸は、PBS 8 への入射光の光軸と反射光の光軸を含む平面に略垂直な方向に調整されている。これにより、PBS 8 の偏光分離面への入射角が 45° ではない入射光の偏光方向を、所望の偏光方向に変換することが可能となる。なお、1/4 波長板 10 G は、PBS 8 へ入射する G の色光の偏光方向を変換する位相板である。

【0033】

一方、ダイクロイックミラー 7 を反射した R と B の色光は、P 偏光光を透過する入射側偏光板 11 に入射する。そして R と B の色光は、入射側偏光板 11 から出射した後、波長選択性位相差板 12 に入射する。波長選択性位相差板 12 は、R の色光のみ偏光方向を 90 度回転させる作用を持っており、これにより R の色光は S 偏光光として、B の色光は P 偏光光として PBS 13 に入射する。20

【0034】

S 偏光光として PBS 13 に入射した R の色光は、PBS 13 の偏光分離面で反射され、液晶パネル 9 R へと至る。また、P 偏光光として PBS 13 に入射した B の色光は、PBS 13 の偏光分離面を透過して液晶パネル 9 B へと至る。

【0035】

液晶パネル 9 R に入射した R の色光は画像変調されて反射される。画像変調された R の反射光のうち S 偏光成分は、再び PBS 13 の偏光分離面で反射されて光源側に戻され、非画像光として除去される。一方、画像変調された R の反射光のうち P 偏光成分は PBS 13 の偏光分離面を透過して画像光として合成プリズム 17 に向かう。30

【0036】

すなわち、PBS 13 は、B の色光及び R の色光のうち、一方の色光を他方の色光と異なる方向に導く偏光素子である。

【0037】

また、PBS 13 を透過した B の色光は、色分離素子 15 を透過して、液晶パネル 9 B に入射し、画像変調されて反射される。画像変調された B の反射光のうち P 偏光成分は、再び PBS 13 の偏光分離面を透過して光源側に戻され、非画像光として除去される。一方、画像変調された B の反射光のうち S 偏光成分は PBS 13 の偏光分離面で反射して画像光として合成プリズム 17 に向かう。40

【0038】

このとき、PBS 13 と液晶パネル 9 R および 9 B の間に設けられた 1/4 波長板 10 R および 10 B の進相軸または遅相軸を、1/4 波長板 10 G と同様に調整する。これにより、R および B の色光それぞれの偏光方向を、所望の偏光方向に変換することができる。

【0039】

なお、1/4 波長板 10 B は、PBS 13 から出射する B の色光の偏光方向を変換し、1/4 波長板 10 R は、PBS 13 へ入射する R の色光の偏光方向を変換する位相板である。50

【0040】

こうして1つの光束に合成され、PBS13から出射したRとBの色光は、合成プリズム17に入射する、合成プリズム17に入射したRとBの色光は合成プリズム17を透過し、Gの色光と合成されて投射光学系18に至る。

【0041】

そして、合成されたR、G、Bの画像光は、投射光学系18によってスクリーンなどの被投射面に拡大投影される。

【0042】

以上説明した光路は液晶パネル9が白表示を行う場合である。以下に液晶パネル9が黒表示を行う場合での光路を説明する。

10

【0043】

ダイクロイックミラー7を透過したGの色光のP偏光光はPBS8に入射して偏光分離面を透過し、G用の反射型液晶表示素子9Gへと至る。液晶パネル9Gが黒表示を行う場合、Gの色光は画像変調されないまま反射される。したがって、液晶パネル9Gで反射された後もGの色光はP偏光光のままである為、再びPBS8の偏光分離面を透過し、光源側に戻され、非画像光として除去される。

【0044】

次に、RとBの色光の光路について説明する。

【0045】

ダイクロイックミラー7で反射されたRとBの色光は、P偏光光を透過する入射側偏光板11に入射する。そしてRとBの色光は、入射側偏光板11から出射した後、波長選択性位相差板12に入射する。波長選択性位相差板12は、Rの色光のみ偏光方向を90度回転する作用を持っており、これによりRの色光はS偏光光として、Bの色光はS偏光光としてPBS13に入射する。S偏光光としてPBS13に入射したRの色光は、PBS13の偏光分離面で反射され、液晶パネル9Rへと至る。

20

【0046】

P偏光光としてPBS13に入射したBの色光は、PBS13の偏光分離面を透過して、液晶パネル9Bへと至る。液晶パネル9Rは黒表示の為、液晶パネル9Rに入射したRの色光は画像変調されないまま反射される。したがって、液晶パネル9Rで反射された後もRの色光はS偏光光のままである為、再びPBS13の偏光分離面で反射され、波長選択性位相差板12により、P偏光光に変換される。P偏光光に変換されたRの色光は、再び入射側偏光板11を通過して光源側に戻され、非画像光として除去される為、黒表示となる。

30

【0047】

一方、液晶パネル9Bに入射したBの色光は液晶パネル9Bが黒表示の為、画像変調されないまま反射される。したがって、液晶パネル9Bで反射された後もBの色光はP偏光光のままである為、再びPBS13の偏光分離面を透過し、入射側偏光板11を透過して光源側に戻されて非画像光として除去される。

【0048】

このように、RGBの色光が非画像光として除去されるために、黒表示を行うことができる。

40

【0049】

以上が、反射型液晶パネルを搭載した画像表示装置の構成についての説明である。以上の説明においては、PBSの特性に関して、例えば、PBSが、PBSに入射する光束に含まれるS偏光光の100%を反射し、PBSに入射する光束に含まれるP偏光光の100%を透過させるという理想状態を前提としていた。しかしながら、実際はそのような理想状態ではなく、S偏光光を反射し、P偏光光を透過させるPBSを透過してしまうS偏光光や、反射されてしまうP偏光光も存在する。このような、理想状態であれば、PBSを透過あるいはPBSで反射されるはずの光束のうち、理想状態とは異なり、PBSで反射されるあるいはPBSを透過してしまう光束を不要光とする。

50

【0050】

本実施例における不要光として、黒表示時のG光路においては、PBS8でわずかに反射されてしまうP偏光光がある。B光路においては、PBS13をわずかに透過してしまうRの色光のS偏光光がある。R光路においては、PBS13でわずかに反射されてしまうBの色光のP偏光光がある。例えば黒表示状態においては、これらの不要光がスクリーン等に投影されてしまい、投影画像のコントラストが悪化するおそれがある。

【0051】

ここで、各色光の比視感度は、G : R : B = 80 : 16 : 4程度であり、Rの比視感度はBの比視感度の4倍である。したがって、RとBの不要光のうち、特にRの不要光による影響を低減することが望ましい。すなわち、第2の色光の比視感度は、第1の色光の比視感度よりも高い。10

【0052】

コントラストの悪化を抑制する手段として、PBSの特性をより理想状態に近づけ、不要光の量を低減する方法がある。しかし、理想的なPBSの特性を実現することは困難である。

【0053】

そこで、本実施例においては、PBS13と1/4波長板10Bとの間に、色分離素子15を設け、投射光学系18に入射してしまう不要光の量の低減をする。これにより、不要光による影響を低減しつつ、より高画質な画像を投射することが可能な色分離合成系を提供することができる。20

【0054】

以下に、色分離素子15を設けることで、不要光による影響、すなわちコントラストの悪化を低減しつつ、より高画質な画像を投射することが可能な色分離合成系の原理について、具体的に説明する。

【0055】

図3は、波長選択性位相差板12以降のBの色光およびRの色光の光路を図示している。図3において、光線R1はPBS13へ入射するBの色光およびRの色光を示しており、光線R2は液晶パネル9BからPBS13へ向かうBの色光およびRの色光を示している。

【0056】

なお、偏光光R1Ss、R1Pp、R2D、R2Ppは、後述する偏光方向に偏光している光束である。30

【0057】

図4は、PBS13へ入射する光線R1及び液晶パネル9BからPBS13へ向かう光線R2に含まれるRの色光の偏光方向について、図3のA視の方向から見た図である。また、図5は、PBS13から合成プリズム17へ向かう光線R3に含まれるRの色光の偏光方向について、図3のB視の方向から見た図である。

【0058】

最初に、色分離素子15が無い場合について、図4(a)及び図5(a)を用いて説明する。図4(a)及び図5(a)は、色分離素子15が無い場合の光線R1、R2、R3に含まれるRの色光の偏光方向を示す図である。40

【0059】

図4(a)に示すように、光線R1に含まれるRの色光は、水平方向Hと平行なX軸方向と平行な方向に振動する偏光光R1Sである。ここで、光線R1が偏光分離面13aへ入射する方向と偏光分離面13aの法線ベクトルとに平行な平面を基準面とする。このとき、反射軸13Siは、基準面と直交する平面内で光線R1と直交する方向を向いている。すなわち、反射軸13Siは、偏光光R1Sの偏光方向とは無関係に決まる偏光方向である。

【0060】

理想状態においては、偏光光R1Sのうち、反射軸13Siと平行な成分の偏光光であ50

る R 1 S s は P B S 1 3 で反射され、液晶パネル 1 0 R へ向かう。言い換えれば、P B S 1 3 は、反射軸 1 3 S i と平行な偏光光を反射し、反射軸 1 3 S i と垂直な偏光光を透過するような特性を備えている。

【 0 0 6 1 】

しかしながら、前述のように実際には、偏光光 R 1 S s の一部は、反射軸 1 3 S i と平行であっても P B S 1 3 を透過し、液晶パネル 9 B へ向かってしまい、不要光となる。

【 0 0 6 2 】

P B S 1 3 を透過した偏光光 R 1 S s は、黒表示状態においては液晶パネル 9 B で変調されないが、1 / 4 波長板 1 0 B を 2 回透過して、再び P B S 1 3 へ入射する。すなわち、偏光光 R 1 S s は、X 軸に対して反時計回りに傾いた方向に偏光しているが、液晶パネル 9 B から P B S 1 3 へ向かう偏光光 R 2 S s は、偏光光 R 1 S s とは逆に、X 軸に対して時計回りに傾いた方向に偏光している。10

【 0 0 6 3 】

反射軸 1 3 S o は、光線 R 2 が偏光分離面 1 3 a へ入射する方向と偏光分離面 1 3 a の法線ベクトルを含む平面と直交し、かつ光線 R 2 を含む平面内で振動する偏光光の方向である。すなわち、反射軸 1 3 S o は、偏光光 R 2 S s の偏光方向とは無関係に決まる偏光方向である。

【 0 0 6 4 】

偏光光 R 2 S s に対する P B S 1 3 における反射軸 1 3 S o は、偏光光 R 1 S s に対する P B S 1 3 における反射軸 1 3 S i とは逆に、X 軸に対して時計回りに傾いた方向となる。これは、光線 R 1 が偏光分離面 1 3 a へ入射する方向と、光線 R 2 が偏光分離面 1 3 a へ入射する方向は、Y 軸を中心に対称になっているためである。20

【 0 0 6 5 】

より詳細には、前述のように、反射軸 1 3 S i および反射軸 1 3 S o は、光線 R 1 あるいは R 2 が偏光分離面 1 3 a へ入射する方向と偏光分離面 1 3 a の法線ベクトルを含む平面と直交し、かつ光線 R 1 あるいは R 2 を含む平面内で振動する偏光光の方向である。光線 R 2 は液晶パネル 9 B で反射されるために、光線 R 1 が偏光分離面 1 3 a へ入射する方向と、光線 R 2 が偏光分離面 1 3 a へ入射する方向は、Y 軸を中心に対称になっている。一方、偏光分離面 1 3 a の法線ベクトルは一定であり、反射軸は光線の進行方向に対して直交する。30

【 0 0 6 6 】

このため、反射軸 1 3 S o は、反射軸 1 3 S i とは逆に、X 軸に対して時計回りに傾いた方向となる。言い換えれば、反射軸 1 3 S i 及び反射軸 1 3 S o は、Y 軸に直交する X 軸を中心に対称となる。

【 0 0 6 7 】

偏光光 R 2 S s の偏光方向は反射軸 1 3 S o と同様に、X 軸に対して時計回りに傾いた方向である。したがって、黒表示状態にもかかわらず、偏光光 R 2 S s は不要光として、P B S 1 3 によって反射され、光線 R 3 として合成プリズム 1 7 へ入射する。

【 0 0 6 8 】

P B S 1 3 から合成プリズム 1 7 へ入射する間に、偏光光 R 2 S s の偏光方向は変更されない。このため、光線 R 3 の偏光方向を示す偏光光 R 3 S s は、図 5 (a) に示すように、偏光光 R 2 S s と同様に、X 軸に対して、時計回りに傾いた方向である。40

【 0 0 6 9 】

合成プリズム 1 7 は、R の色光に対しては、P B S 1 3 と同様の特性を有する P B S として作用する。反射軸 R 3 S i は、光線 R 3 が合成プリズム 1 7 の偏光分離面 1 7 a へ入射する方向と偏光分離面 1 7 a の法線ベクトルを含む平面と直交し、かつ光線 R 3 を含む平面内で振動する偏光光の方向である。すなわち、合成プリズム 1 7 は、反射軸 1 7 S i と平行な偏光光は反射し、反射軸と垂直な偏光光を透過する。

【 0 0 7 0 】

光線 R 3 に対する合成プリズム 1 7 における反射軸 1 7 S i は、図 5 (a) に示すよう50

に、X軸に対して反時計回りに傾いた方向である。また、偏光光R3Ssは、X軸に対して時計回りに傾いた方向である。このため、偏光光R3Ssのうち、反射軸17Siと垂直な成分は、合成プリズム17を透過し、投射光学系18へ向かい、スクリーン等に投影されてしまう。

【0071】

つまり、色分離素子15が無い場合には、黒表示状態であるにも関わらず、B光路に混入したRの色光の不要光がスクリーン等に投影されてしまい、投影画像のコントラストが悪化するおそれがある。

【0072】

以上が、色分離素子15が無い場合についての説明である。次に、本実施例のように、色分離素子15が有る場合について、図4(b)および図5(b)を用いて説明する。

10

【0073】

偏光光R1Ssのうち、一部はPBS13を透過し、液晶パネル9Bへ向かってしまうのは、前述の色分離素子15が無い場合と同様である。しかし、色分離素子15が有る場合には、偏光光R1Ssは1/4波長板10Bを透過せずに色分離素子15によって反射され、PBS13に入射する。これは、Bの色光を透過し、Rの色光を反射する特性を備える色分離素子15を、PBS13と1/4波長板10Bの間に設けているためである。

【0074】

色分離素子15によって反射された偏光光R2Ssは、1/4波長板10Bを透過しないために、偏光方向は、偏光光R1Ssから変化せず、図4(b)に示すように、X軸に対して反時計回りに傾いた方向である。偏光光R2Ssのうち、反射軸13Soと垂直な成分R2Dは、PBS13を透過するため、合成プリズム17へ向かう不要光の量を低減することができる。すなわち、上述のように、黒表示状態にもかからず、色分離素子15が無いことによって生じるコントラストの悪化を抑制することができる。

20

【0075】

一方、偏光光R2Ssのうち、反射軸13Soと平行な成分R2Cは、PBS13によって反射され、合成プリズム17へ入射する。

【0076】

つまり、前述の色分離素子15が無い場合には、偏光光R2SsのほとんどがPBS13から合成プリズム17へ向かってしまう。これに対して、色分離素子15がある場合には、偏光光R2Ssのうち成分R2CのみがPBS13から合成プリズム17へ向かう。したがって、色分離素子15によって、黒表示状態において、PBS13から合成プリズム17へ向かう偏光光R2Ssの量を低減することができる。

30

【0077】

PBS13によって反射され、合成プリズム17へ入射する偏光光R3Ss、すなわち成分R2Cは、図5(b)に示すように、色分離素子15が無い場合と同様に、X軸に対して時計回りに傾いた方向に偏光している。このため、色分離素子15が無い場合と同様に、偏光光R3Ssのうち、反射軸17Siと垂直な成分は、合成プリズム17を透過し、投射光学系18へ向かい、スクリーン等に投影されてしまう。しかしながら、前述のように、色分離素子15が有る場合には、偏光光R3Ssの量を低減することができるため、スクリーン等に投影されてしまう不要光の量も低減することができる。

40

【0078】

このように、色分離素子15を、1/4波長板10BとPBS13との間に設けることで、不要光による影響を低減しつつ、より高画質な画像を投射することが可能な色分離合成系を提供することができる。

【0079】

なお、今までRの色光について説明したが、黒表示状態におけるBの色光については、以下のように1/4波長板10Bを備えることによって、投射光学系18へ導かれるこれを抑制することができる。

【0080】

50

図6は、PBS13に入射する光線R1および液晶パネル9BからPBS13へ向かう光線R2のうち、Bの色光についての偏光状態を示す図である。図6(a)は、1/4波長板10Bが無い場合の図である。

【0081】

図6(a)に示すように、光線R1に含まれるBの色光は、水平方向Hと直交するZ軸方向と平行な方向に振動する偏光光R1Pである。また、透過軸13Piは、光線R1が偏光分離面13aへ入射する方向と偏光分離面13aの法線ベクトルを含む平面内で決まる偏光光の偏光方向である。すなわち、透過軸13Piは、偏光光R1Pの偏光方向とは無関係に決まる偏光方向である。

【0082】

理想状態においては、偏光光R1Pのうち、透過軸13Piと平行な成分の偏光光であるR1PpはPBS13を透過する。言い換えれば、PBS13は、透過軸13Piと平行な偏光光を透過させ、透過軸13Piと垂直な偏光光を反射するような特性を備えている。

【0083】

PBS13を透過した偏光光R1Ppは、黒表示状態においては液晶パネル9Bで変調されないために、そのままの偏光方向で反射され、PBS13へ向かう。すなわち、この場合には、液晶パネル9BからPBS13へ向かう偏光光R2Ppは、偏光光R1Ppと同様に、Z軸に対して反時計回りに傾く方向に偏光している。

【0084】

透過軸13Poは、光線R2が偏光分離面13aへ入射する方向と偏光分離面13aの法線ベクトルを含む平面内で振動する方向である。すなわち、透過軸13Poは、偏光光R2Pの偏光方向とは無関係に決まる偏光方向である。

【0085】

偏光光R2Ppに対するPBS13における透過軸13Poは、偏光光R1Ppに対するPBS13における透過軸13Piとは逆に、Z軸に対して時計回りに傾いた方向となる。これは、前述の反射軸13Soと反射軸13Siの偏光方向の違いと同様の原理によるものである。

【0086】

偏光光R2Ppのうち、透過軸13Poと垂直な成分は、PBS13によって反射され、合成プリズム17へ向かってしまう。すなわち、黒表示状態において、色光が合成プリズム17へ向かうことは好ましくはないが、1/4波長板10Bが無い場合には、Bの色光の一部が合成プリズム17へ向かってしまう。

【0087】

合成プリズム17は、前述のように、BおよびGの色光に対しては、Bの色光を透過し、Gの色光を反射するダイクロイックミラーとして作用する。したがって、合成プリズム17へ向かってしまう偏光光R2Ppの一部は、Bの色光であるために、合成プリズム17を透過し、投影レンズ18へ向かい、スクリーン等へ投射されてしまう。その結果、コントラストが悪化するおそれがある。

【0088】

以上が、1/4波長板10Bが無い場合についての説明である。次に、本実施例のように、1/4波長板10Bが有る場合について、図6(b)を用いて説明する。

【0089】

偏光光R1PpがPBS13を透過するまでは、前述の1/4波長板10Bが無い場合と同様である。1/4波長板10Bがある場合には、Bの色光が1/4波長板10Bを2回透過するために、偏光光R2Ppは、偏光光R1Ppと異なり、Z軸に対して時計回りに傾いた方向に偏光する。また、前述のように、偏光光R2Ppに対するPBS13における透過軸13Poは、偏光光R1Ppに対する方向とは逆に、Z軸に対して時計回りに傾いた方向となる。すなわち、1/4波長板10Bが有る場合には、偏光光R2Ppの偏光方向と透過軸13Poが一致することで偏光光R2PpがPBS13を透過するためには

10

20

30

40

50

、合成プリズム 17 へ向かってしまう不要光の量を低減することができる。その結果、コントラストの悪化を抑制することができる。

【0090】

以上が、本発明の実施例で示す構成の色分離合成系によって得られる効果である。本発明の実施例では、上述の効果をより強くするため、あるいは、他の効果を得るために、次に述べる構成も備える。ただし、本発明は、次の述べる構成の全てをもつ色分離合成系に限定されるものではない。

【0091】

本実施例において更に好ましい条件について説明する。PBS13 から液晶パネル 9B までの光学系の yz 断面を図 7(a)、xy 断面を図 7(b) に示す。

10

【0092】

ここで、液晶パネル 9B の長手方向に平行な方向を x 軸方向（第 1 の方向）とし、液晶パネル 9B の短手方向に平行な方向を z 軸方向（第 2 の方向）とし、x 軸方向及び z 軸方向に直交する方向を y 軸方向（第 3 の方向）とする。

【0093】

さらに、PBS13 の面のうち、x 軸方向および z 軸方向と平行で、ダイクロイックミラー 7 からの光束が入射する面を入射面とする。本実施例において、PBS13 はプリズム型 PBS であり、プリズム型 PBS を構成するプリズムの面のうち、ダイクロイックミラー 7 からの光束が入射する面を入射面 IS としている。言い換えれば、本実施例において、プリズム型 PBS を構成するプリズムの面のうち、液晶パネル 9B から最も離れた位置にある面を入射面 IS としている。

20

【0094】

さらに、入射面 IS のうち、PBS13 に入射する光束が入射面 IS を照明する領域の一部を、PBS 有効照明領域 DA (第 1 の領域) とする。また、液晶パネル 9B のうち、PBS13 から出射する光束が液晶パネル 9B を照明する領域を、パネル有効照明領域 PA (第 2 の領域) とする。

【0095】

より具体的には、本実施例において、PBS 有効照明領域 DA は、PBS13 に入射する光束が入射面 IS を照明する領域のうち、最大輝度の 50 % で区切った領域である。

30

【0096】

同様に、本実施例において、パネル有効照明領域 PA は、PBS13 から出射する光束が液晶パネル 9B を照明する領域のうち、最大輝度の 50 % で区切った領域である。

【0097】

さらに、領域 DA の x 軸方向の寸法を D1 とし、領域 DA の z 軸方向の寸法を D2 とし、領域 PA の x 軸方向の寸法を P1 とし、領域 PA の z 軸方向の寸法を P2 とするとき、
 $P1 > P2$

$$1.1 < (D1 - P1) / (D2 - P2) < 2.0$$

を満足することが好ましい。

【0098】

さらに好ましくは、

40

$$1.2 < (D1 - P1) / (D2 - P2) < 1.8$$

を満足すると良い。

【0099】

上記条件を満たすことによる効果について説明する。なお、本発明の実施例においては、D1 は P1 よりも大きく、D2 は P2 よりも大きい。

【0100】

図 7(a) に示すように、偏光分離面 13a の法線ベクトルが存在する断面において、一般に、偏光分離面 13a へ入射する複数の光線の入射角度が、可能な限り等しくなるよう光学系を設計する。これにより、投影画像のコントラストが向上することが知られている。これは、PBS を構成するプリズムに用いられるガラスや偏光分離面に設けられた

50

膜に用いられる材料の屈折率といった膜特性によって、偏光分離面が偏光分離を行う効率が最大となる入射角度が決まるためである。すなわち、偏光分離面への入射する光束の入射角度は、可能な限り、偏光分離を行う効率が最大となる入射角度との差が小さいことが望ましい。

【0101】

このような入射角度を実現するためには、例えば絞りによって偏光分離面へ入射する光線を、所定の入射角度よりも入射角度が小さいものに限る方法が考えられる。しかし、そのままでは、光源から出射した光束のうち、液晶パネルへ入射しない光線が増え、利用効率が低下し、かつ、投影画像の明るさが低下するおそれがある。

【0102】

そこで、図7(b)に示すように、偏光分離面13aの法線ベクトルが存在せず、液晶パネル9Bの長手方向と平行な断面においては、図7(a)に示す断面における入射角度よりも、入射角度が大きい光線が液晶パネル9へ入射するようとする。すなわち、図7(b)に示す断面におけるFナンバーを、図7(a)に示すFナンバーよりも小さくする。これにより、図7(a)で示す断面において低下してしまうおそれのある投影画像の明るさを向上させる。

【0103】

このように光学系を設計することで、偏光分離面の膜特性によるコントラストの悪化を抑制しつつ、より明るい画像を投影することができる。言い換えれば、液晶パネル9の長手方向のFナンバーが、液晶パネル9の短手方向のFナンバーと比較して小さい光学系である。

【0104】

しかしながら、図7(b)に示す断面においては、前述のように、黒表示状態において、不要光が投射光学系へ導かれることによって、投影画像のコントラストが悪化するおそれがある。

【0105】

そこで、本発明の実施例において好ましくは、

$$P_1 > P_2$$

$$1.1 < (D_1 - P_1) / (D_2 - P_2) < 2.0$$

を満足すると良い。

【0106】

さらに好ましくは、

$$1.2 < (D_1 - P_1) / (D_2 - P_2) < 1.8$$

を満足すると良い。

【0107】

上記の条件を満たす光学系とは、前述のように、液晶パネル9Bの長手方向のFナンバーが、液晶パネル9Bの短手方向のFナンバーと比較して小さい光学系である。言い換えれば、図7(a)(b)に示すように、x y断面における液晶パネル9Bへの入射角度が、y z断面における液晶パネル9Bへの入射角度よりも大きい光学系である。さらに言い換えれば、液晶パネル9Bの長手方向の方が明るく、液晶パネル9Bの短手方向の方が暗い光学系である。

【0108】

すなわち、本発明の実施例において、上記の条件を満足することは、液晶パネル9Bの長手方向のFナンバーが、液晶パネル9Bの短手方向のFナンバーと比較して小さい光学系に、本発明の実施例で示す構成を適用した光学系を意味する。これにより、前述の不要光によるコントラストの悪化および偏光分離面の膜特性によるコントラストの悪化を抑制しつつ、より明るい画像を投影することができる。

【0109】

なお、本発明の実施例における数値実施例を表1に示す。

【0110】

10

20

30

40

50

(表1)

D 1	D 2	P 1	P 2	(D 1 - P 1) / (D 2 - P 2)
19.37	12.80	17.86	11.80	1.51
19.62	12.70	17.86	11.80	1.96
19.45	12.20	18.39	11.28	1.15
19.35	12.02	18.39	11.28	1.30
19.69	12.02	18.39	11.28	1.76

【0111】

〔第2実施例〕

図8は、本発明の第2実施例で示す色分離光学系を搭載した画像表示装置の構成を説明する図である。 10

【0112】

本実施例と、前述の第1実施例との違いは、色分離素子21(第2の光学部)と、波長選択性位相板23とをさらに備える点と、合成プリズム17の代わりにPBS22を設ける点である。

【0113】

色分離素子21は、PBS13と1/4波長板10R(第2の位相差付与部)との間に設けられ、Rの色光を1/4波長板10Rへ導くとともに、Bの色光が1/4波長板10Rへ導かれることを抑制する。

【0114】

前述のように、比視感度の観点からは、Rの色光の不要光の量を減少させることが望ましい。しかしながら、Bの色光の不要光の量も減少させることが、さらに望ましい。 20

【0115】

このため、本実施例においては、PBS13と1/4波長板10Rとの間に、色分離素子21を設ける。色分離素子21は、R光路に混入したBの色光の不要光が、液晶パネル9Rに導かれることを抑制するために、Rの色光を透過して、Bの色光を反射する特性を有する。

【0116】

さらに、本実施例においては、PBS13とPBS22との間に、波長選択性位相板23を設ける。波長選択性位相板23は、Bの色光についてのみ、偏光方向を90度回転する特性を有するため、Bの色光はP偏光光となってPBS22に導かれる。 30

【0117】

そして、Gの色光のS偏光光及びR光のP偏光光がPBS22に入射する。なお、PBS22はP偏光光を透過し、S偏光光を反射する特性を有する。

【0118】

Bの色光について述べる。前述の第1実施例において、Bの色光はS偏光光として合成プリズム17に入射する。しかし、本実施例において、Bの色光は波長選択性位相板23によってP偏光光に変換されてPBS22に入射する。PBS22はP偏光光を透過し、S偏光光を反射するために、Gの色光のS偏光光、Rの色光のP偏光光、そして、Bの色光のP偏光光が投射光学系18に導かれる。これにより、スクリーン等にRGBのカラー画像を投影することが可能となる。 40

【0119】

このような構成により、前述の第1実施例と比較して、不要光による影響をより低減しつつ、より高画質な画像を投射することが可能な色分離合成系を提供することが可能となる。

【0120】

なお、PBS13の液晶パネル9R側の面の反射防止膜の代わりに、色分離素子21と同様の特性を備える膜を設けても良い。

【0121】

さらに、1/4波長板10Rの液晶パネル9R側の面に1/4波長の位相差膜を設け、 50

1 / 4 波長板 10 R の P B S 13 側の面に色分離素子 21 と同様の特性を備える膜を設ける構成にしても良い。

【 0 1 2 2 】

[第 3 実施例]

図 9 は、本発明の第 3 実施例で示す色分離光学系を搭載した画像表示装置の構成を説明する図である。

【 0 1 2 3 】

本実施例と、前述の第 2 実施例との違いは、波長選択性位相差板 12 の代わりに、波長選択性位相差板 34 を備える点と、波長選択性位相板 23 の代わりに 1 / 2 波長板 33 を備える点と、合成プリズム 17 の代わりに波長選択性 P B S 32 を備える点である。 10

【 0 1 2 4 】

また、前述の各実施例と異なり、P B S 13 を透過する方向が R 光路となっている。

【 0 1 2 5 】

波長選択性位相差板 34 は、B の色光のみ P 偏光光から S 偏光光に変換して、R の色光の偏光方向は変換しない。つまり、本実施例においては、B の色光は S 偏光光として P B S 13 に入射し、R の色光は P 偏光光として P B S 13 に入射する。

【 0 1 2 6 】

P B S 13 から出射する B の色光の不要光及び R の色光の不要光は 1 / 2 波長板 33 に入射し、それぞれ偏光方向が変換される。具体的には、黒表示状態において B の色光の不要光は S 偏光光から P 偏光光に変換され、R の色光の不要光は P 偏光光から S 偏光光へ変換される。 20

【 0 1 2 7 】

つまり、1 / 2 波長板 33 は波長選択性位相差板 23 と異なり、波長に依らずに偏光方向を変換する。

【 0 1 2 8 】

1 / 2 波長板 33 からの光束は波長選択性 P B S 32 に入射する。波長選択性 P B S 32 は偏光分離面 32 a を有し、B の色光に対しては偏光方向に依らずに透過させて、R の色光の場合には P 偏光光を透過させて、S 偏光光を反射する。また、G の色光の場合には、偏光方向に依らずに反射させる。 30

【 0 1 2 9 】

つまり、黒表示状態においては、B の色光の不要光は波長選択性 P B S 32 を透過し、R の色光の不要光は偏光分離面 32 a で反射される。

【 0 1 3 0 】

このように、本実施例においては B の色光の不要光の一部はスクリーンへ導かれてしまうが、R の色光の不要光がスクリーンに導かれることは抑制することが可能である。

【 0 1 3 1 】

前述のように、R の色光の比視感度は B の色光の比視感度よりも高い。このため、R 光路に混入した B の色光の不要光と、B 光路に混入した R の色光の不要光のうち、少なくとも B 光路に混入した R の色光の不要光はスクリーンに導かれないことが好ましい。 40

【 0 1 3 2 】

このため、前述の各実施例においては、第 2 の色光の比視感度が第 1 の色光の比視感度よりも高い場合、第 1 の色光の正規光路に、第 1 の色光を透過させ、第 2 の色光を反射する特性を有する第 1 の光学部を設けている。具体的には、第 1 の色光が B の色光であり、第 2 の色光が R の色光である。

【 0 1 3 3 】

[他の実施形態]

前述した実施例では、色分離素子 15 は B の色光の P 偏光光を透過させ、R の色光の S 偏光光を反射する特性を備える第 1 の光学部であると例示した。しかし、本発明はこれに限定されるものではない。色分離素子 15 は偏光方向によらず、B の色光を透過させ、R の色光を反射する第 1 の光学部であってもよい。 50

【 0 1 3 4 】

さらに、色分離素子15は、Bの色光のP偏光光を透過し、Rの色光のS偏光光を吸収する第1の光学部であっても、Bの色光を透過させ、Rの色光を吸収する第1の光学部であっても良い。

【 0 1 3 5 】

同様に、色分離素子21はRの色光を透過し、Bの色光を反射する特性を備える第2の光学部であることを例示したが、色分離素子21はRの色光を透過し、Bの色光を吸収する第2の光学部であっても良い。

【 0 1 3 6 】

また、前述した実施例では、色分離素子15をPBS13と1/4波長板10Bの間に設ける構成を例示したが、本発明はこれに限定されるものではない。色分離素子15をPBS13と1/4波長板10Bの間に設けるのではなく、PBS13の液晶パネル9B側の面に塗布された反射防止膜の代わりに、色分離素子15と同様の特性を備える膜を塗布した構成などであっても良い。さらに、色分離素子15と1/4波長板10Bの代わりに、以下のように構成されているガラス基板を設けても良い。すなわち、ガラス基板の液晶パネル9B側の面に1/4波長板9Bと同様の特性を備える膜を設け、ガラス基板のPBS13側の面に色分離素子15と同様の特性を備える膜を塗布したガラス基板を設ける構成などであっても良い。

【 0 1 3 7 】

さらに、色分離素子15がBの色光のP偏光光を透過し、Rの色光のS偏光光を吸収する第1の光学部の場合には、色分離素子15を、1/4波長板10Bと液晶パネル9Bとの間に設けても良い。言い換えれば、1/4波長板10Bおよび色分離素子15は、Bの色光の光路上に設けられれば良い。

【 0 1 3 8 】

さらに、色分離素子21がRの色光を透過し、Bの色光を吸収する第2の光学部の場合には、色分離素子21を1/4波長板10Rと液晶パネル9Rとの間に設けても良い。言い換えれば、1/4波長板10Rおよび色分離素子21は、Rの色光の光路上に設けられれば良い。

【 0 1 3 9 】

また、前述した実施例では、本発明の実施例で示す色分離光学系を搭載可能な画像表示装置の構成として、投射光学系を備える構成を例示した。しかし、本発明はこれに限定されるものではない。画像表示装置であれば、例えば、着脱可能な投射光学系を用いる構成などでも良い。

【 0 1 4 0 】

また、前述した実施例の一部では、高圧水銀ランプを用いた照明装置の構成を例示したが、本発明はこれに限定されるものではない。白色の光を発するような光源であれば、例えば、青色LEDや青色LD（半導体レーザー）と蛍光体を組み合わせた構成などであっても良い。さらに、本発明は、光源の数が1つの場合のみに限定されるものではない。例えば、複数のLEDあるいはLDをアレイ状に並べたような構成などであっても良い。

【 0 1 4 1 】

また、前述した実施例では、S偏光光を反射し、P偏光光を透過するPBSを用いた色分離合成系の構成を例示したが、本発明はこれに限定されるものではない。PBSの特性は、画像表示装置の構成や、光源の発光特性などに合わせて適宜変更しても良い。例えば、PBSの特性はP偏光光を反射し、S偏光光を透過するような特性などであっても良い。

【 0 1 4 2 】

また、前述した実施例では、液晶パネルが偏光変換しない状態である黒表示状態における、本発明の実施例の効果を例示したが、本発明は黒表示状態に限定されるものではない。

【 0 1 4 3 】

10

20

30

40

50

カラー画像を表示する状態においても、前述のように、Rの色光の不要光がB光路に混入することで、所望の明るさの赤色を表示できなくなり、投影画像の画質が損なわれるおそれがある。したがって、カラー画像を表示する状態においても、本発明の実施例で示す構成により、不要光による影響を低減しつつ、より高画質な画像を投射することが可能な色分離合成系を提供することができる。特に、低階調の画像を投影する際に、本発明の実施例で示す構成を適用することにより、コントラストの悪化をより抑制することができる。

【0144】

また、前述の実施例において、色分離素子15及び21はガラス基板のPBS13側の面にダイクロイック膜を塗布した構成であり、1/4波長板10B及び10Rは、ガラス基板の液晶パネル側の面に位相差フィルムを設けた構成である。つまり、前述の実施例において、色分離素子と1/4波長板は互いに別体である。

【0145】

しかし、本発明はこれに限定されるものではなく、PBS13側の面にダイクロイック膜を塗布し、液晶パネル側の面に位相差フィルムを設けたガラス基板を用いても良い。つまり、色分離素子と1/4波長板が一体であってもよい。

【0146】

また、1/4波長板10B及び10Rは、ガラス基板の液晶パネル側の面に位相差フィルムを設けた構成ではなく、複屈折性を持つ結晶であってもよい。

【符号の説明】

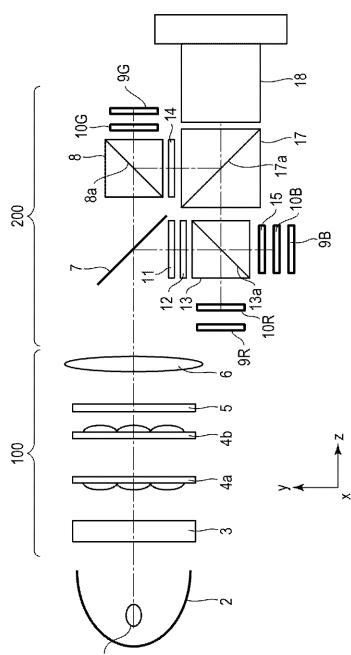
【0147】

10B 1/4波長板(第1の位相差付与部)

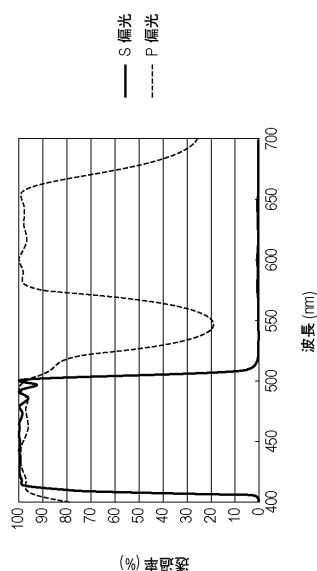
13 PBS(第1の偏光素子)

15 色分離素子(第1の光学部)

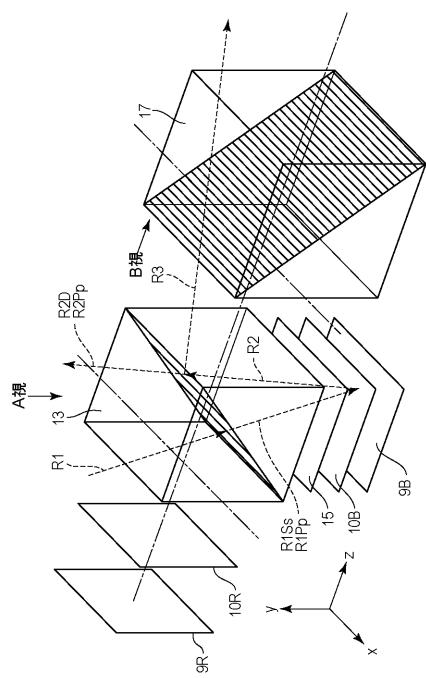
【図1】



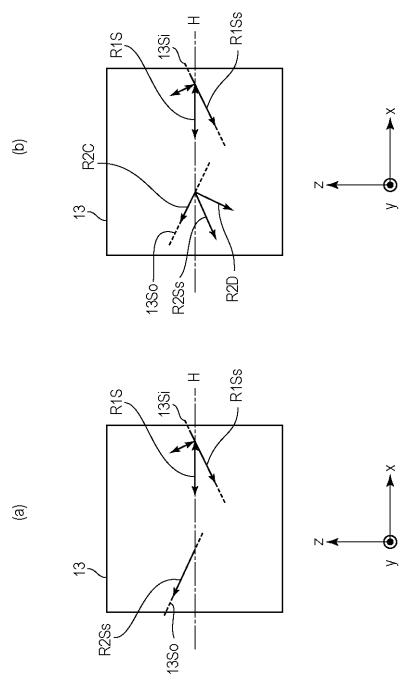
【図2】



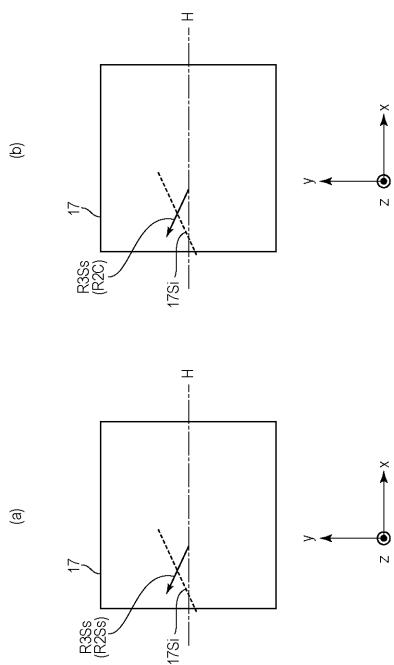
【図3】



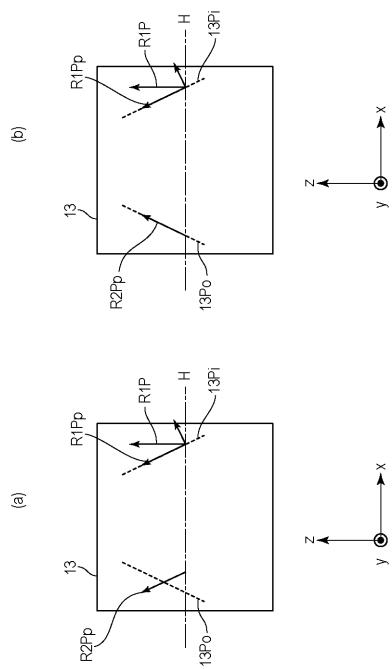
【図4】



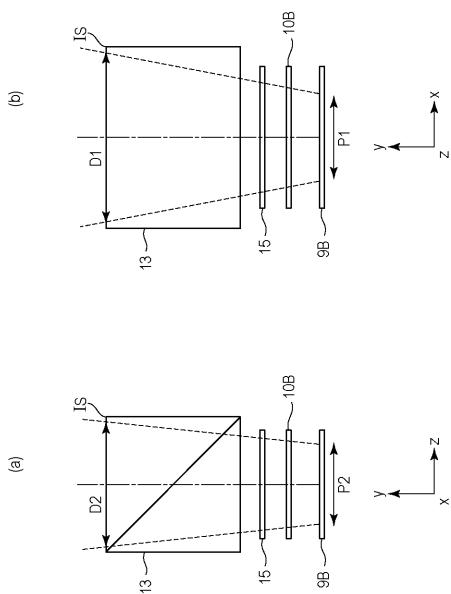
【図5】



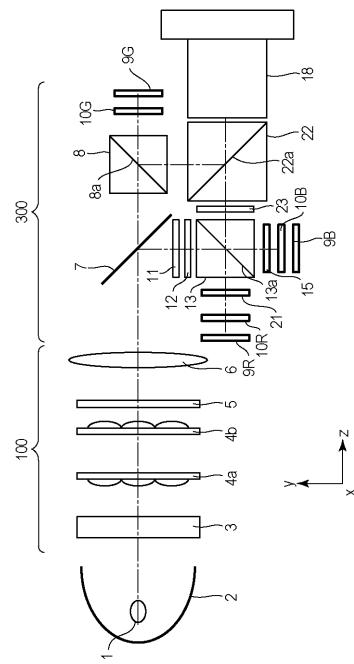
【図6】



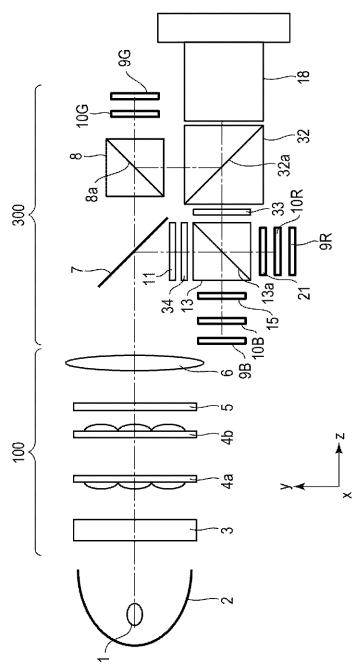
【図7】



【図8】



【図9】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開2002-107819(JP,A)
特開2003-089980(JP,A)
特開平10-339918(JP,A)
特開2002-258422(JP,A)
特開2002-233124(JP,A)
米国特許出願公開第2008/0180638(US,A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 03 B 21 / 14
G 03 B 21 / 00
H 04 N 9 / 31