

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2019-66837

(P2019-66837A)

(43) 公開日 平成31年4月25日(2019.4.25)

(51) Int.Cl.		F I	テーマコード (参考)	
GO2B	5/30	(2006.01)	GO2B 5/30	2H042
GO2B	5/04	(2006.01)	GO2B 5/04	D 2H149
GO3B	21/14	(2006.01)	GO3B 21/14	Z 2K203

審査請求 未請求 請求項の数 16 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2018-170086 (P2018-170086)	(71) 出願人	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30年9月11日 (2018.9.11)	(74) 代理人	100126240 弁理士 阿部 琢磨
(31) 優先権主張番号	特願2017-191758 (P2017-191758)	(74) 代理人	100124442 弁理士 黒岩 創吾
(32) 優先日	平成29年9月29日 (2017.9.29)	(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
(33) 優先権主張国	日本国 (JP)	Fターム(参考)	2H042 CA09 CA10 CA14 2H149 AA17 AB02 AB13 BA04 DA02 EA02 EA19 FA42Z FB03 FB04 FD04 FD08 FD13 FD28 2K203 FA03 FA24 FA32 FA34 FA43 GB25 GB27 HA35 MA01 MA12

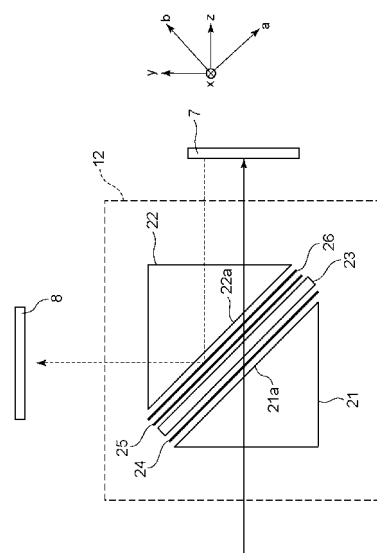
(54) 【発明の名称】 偏光分離素子及びこれを用いた画像投射装置

(57) 【要約】

【課題】 本発明は、偏光分離部の温度上昇を抑制しつつ、偏光分離素子による画質への影響を従来よりも抑制することが可能な偏光分離素子及びこれを用いた画像投射装置を提供することを目的とする。

【解決手段】 PBS 12が、第1のプリズム21と、第2のプリズム22と、第2のプリズム22と接する偏光分離膜26と、基板部23と、第1のプリズム21と基板部23との間に設けられた第1の接着剤24と、偏光分離膜26と基板部23との間に設けられた第2の接着剤25と、を備える。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 のプリズムと、
 第 2 のプリズムと、
 前記第 2 のプリズムと接する偏光分離部と、
 前記偏光分離部と前記第 1 のプリズムとの間に設けられた基板部と、
 前記第 1 のプリズムと前記基板部との間に設けられた第 1 の接着部と、
 前記偏光分離部と前記基板部との間に設けられた第 2 の接着部と、
 を備える、
 ことを特徴とする偏光分離素子。

10

【請求項 2】

第 1 の方向から前記第 1 のプリズムに入射し、前記第 1 の接着部、前記基板部、前記第 2 の接着部、前記偏光分離部、前記第 2 のプリズムの順に前記偏光分離素子を透過する光を反射型の光変調部に導くことが可能であるとともに、前記反射型の光変調部で変調された光を前記第 1 の方向とは異なる第 2 の方向に導くことが可能である、
 ことを特徴とする請求項 1 に記載の偏光分離素子。

【請求項 3】

前記基板部の熱伝導率 ($W / (m \cdot K)$) を A とするとき、
 $A \geq 4.0$

を満足することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の偏光分離素子。

20

【請求項 4】

前記偏光分離部は前記第 2 のプリズムの前記基板部の側の面に蒸着された偏光分離膜である、
 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偏光分離素子。

【請求項 5】

前記第 1 のプリズムおよび前記第 2 のプリズムの熱伝導率 ($W / (m \cdot K)$) を H 1 及び H 2 とするとき、

$0.4 \leq H 1 \leq 2.0$

あるいは、

$0.4 \leq H 2 \leq 2.0$

のうち少なくとも一方を満足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偏光分離素子。

30

【請求項 6】

前記第 1 のプリズムの光弾性定数 ($10^{-6} \text{ mm}^2 / \text{N}$) を B 1 とし、厚さ 10 mm の前記第 1 のプリズムに波長が 460 nm の光が入射した場合の内部吸収率を Q 1 とし、前記第 2 のプリズムの光弾性定数 ($10^{-6} \text{ mm}^2 / \text{N}$) を B 2 とし、厚さ 10 mm の前記第 2 のプリズムに波長が 460 nm の光が入射した場合の内部吸収率を Q 2 とするとき、

$B 1 \leq 2.0$

$B 2 \leq 2.0$

$Q 1 \leq 0.03$

$Q 2 \leq 0.03$

を満足する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偏光分離素子。

40

【請求項 7】

前記第 1 のプリズムの光弾性定数 ($10^{-6} \text{ mm}^2 / \text{N}$) を B 1 とし、厚さ 10 mm の前記第 1 のプリズムに波長が 460 nm の光が入射した場合の内部吸収率を Q 1 とし、前記第 2 のプリズムの光弾性定数 ($10^{-6} \text{ mm}^2 / \text{N}$) を B 2 とし、厚さ 10 mm の前記第 2 のプリズムに波長が 460 nm の光が入射した場合の内部吸収率を Q 2 とするとき、

$B 1 \leq 2.0$

$B 2 \leq 1.0$

$Q 1 \leq 0.03$

50

Q 2 0 . 0 2

を満足する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偏光分離素子。

【請求項 8】

前記第 1 のプリズムの光弾性定数 ($10^{-6} \text{ mm}^2 / \text{N}$) を B 1 とし、前記第 2 のプリズムの光弾性定数 ($10^{-6} \text{ mm}^2 / \text{N}$) を B 2 とするとき、

B 1 B 2

を満足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偏光分離素子。

【請求項 9】

厚さ 10 mm の前記第 1 のプリズムに波長が 460 nm の光が入射した場合の内部吸収率を Q 1 とし、厚さ 10 mm の前記第 2 のプリズムに波長が 460 nm の光が入射した場合の内部吸収率を Q 2 とするとき、

Q 1 Q 2

を満足す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偏光分離素子。

【請求項 10】

前記基板部は複屈折性を有し、前記基板部の d 線の通常光線に対する屈折率を N_e とし、d 線の異常光線に対する屈折率を N_o とするとき、

$|N_e - N_o| = 0.004$

を満足す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偏光分離素子。

【請求項 11】

前記偏光分離部に入射する入射光の偏光方向に対して前記基板部の遅相軸がなす角度が $0^\circ \pm 5^\circ$ または $90^\circ \pm 5^\circ$ の範囲にある、

ことを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれか一項に記載の偏光分離素子。

【請求項 12】

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可能な光源部と、

請求項 1 乃至 11 のいずれか一項に記載の偏光分離素子と、

反射型の光変調部と、

前記反射型の光変調部からの光を被投射面に導くための投射光学系を保持可能な保持部と、を備え、

前記偏光分離素子は、前記光源部からの光が前記偏光分離素子を透過して前記反射型の光変調部に入射し、前記反射型の光変調部で変調された光が前記偏光分離素子で反射されるように配置されている、

ことを特徴とする画像投射装置。

【請求項 13】

前記反射型の光変調部として、前記第 1 の色光を変調するための第 1 の反射型の光変調部と、前記第 2 の色光を変調するための第 2 の反射型の光変調部と、前記第 3 の色光を変調するための第 3 の反射型の光変調部と、

前記第 1 の色光、前記第 2 の色光、前記第 3 の色光のうち一つの色光を他の二つの色光とは異なる方向に導くための色分離部と、

前記第 1 の反射型の光変調部からの光と、前記第 2 の反射型の光変調部からの光と、前記第 3 の反射型の光変調部からの光と、を合成するための色合成部と、を備える、

ことを特徴とする請求項 12 に記載の画像投射装置。

【請求項 14】

前記偏光分離素子として、前記第 1 の色光を前記第 1 の反射型の光変調部に導くための第 1 の偏光分離素子と、前記第 2 の色光を前記第 2 の反射型の光変調部に導くための第 2 の偏光分離素子と、前記第 3 の色光を前記第 3 の反射型の光変調部に導くための第 3 の偏光分離素子と、を備え、

前記第 1 の偏光分離素子は前記第 1 の色光が前記第 1 の偏光分離素子を透過して前記第 1 の反射型の光変調部に入射するように配置されており、

前記第 2 の偏光分離素子は前記第 2 の色光が前記第 2 の偏光分離素子を透過して前記第

10

20

30

40

50

2の反射型の光変調部に入射するように配置されており、
前記第3の偏光分離素子は前記第3の色光が前記第3の偏光分離素子を透過して前記第3の反射型の光変調部に入射するように配置されている、
ことを特徴とする請求項13に記載の画像投射装置。

【請求項15】

前記偏光分離素子として、前記第2の色光を前記第2の反射型の光変調部に導くための第2の偏光分離素子と、前記第1の色光を前記第1の反射型の光変調部に導くとともに前記第3の色光を前記第3の反射型の光変調部に導くための第4の偏光分離素子と、を備える、
ことを特徴とする請求項13に記載の画像投射装置。

10

【請求項16】

前記第2の偏光分離素子は前記第2の色光が前記第2の偏光分離素子を透過して前記第2の反射型の光変調部に入射するように配置されており、
前記第4の偏光分離素子は前記第3の色光が前記第3の偏光分離素子を透過して前記第3の反射型の光変調部に入射するように配置されており、
前記第3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15に記載の画像投射装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、偏光分離素子及びこれを用いた画像投射装置に関する。

20

【背景技術】

【0002】

反射型の光変調部を用いた画像投射装置用の偏光分離素子として、特許文献1に記載の偏光分離素子が知られている。特許文献1に記載の偏光分離素子は、間に偏光分離膜が設けられた2枚の平行平板を2つのプリズムで挟み込んだ構造を有しており、この2枚の平行平板の材料は熱伝導率の高いスピネルである。

【0003】

つまり、特許文献1に記載の偏光分離素子は、熱伝導率の高い材料を用いた平行平板で偏光分離膜を挟むことで、偏光分離膜の温度上昇を抑制することができる。その結果、偏光分離膜の光吸収によって温度分布が生じることを抑制し、この温度分布によって生じる内部応力に起因する複屈折性による偏光の乱れが発生させる黒浮きや色ムラを抑制することができる。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開2015-45725号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ここで、特許文献1に記載の偏光分離素子を画像投射装置内部に、反射型の光変調部からの光が偏光分離素子で反射されて投射光学系に導かれるように配置した場合を考える。この場合、平行平板の材料とプリズムの材料の屈折率が大きいと、投射光学系に導かれる光が平行平板の材料とプリズムの材料の屈折率の差の影響を受けてしまい、収差が増大して投射画像の画質が劣化するおそれがある。

40

【0006】

そこで本発明は、偏光分離部の温度上昇を抑制しつつ、偏光分離素子による画質への影響を従来よりも抑制することが可能な偏光分離素子及びこれを用いた画像投射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】

50

【 0 0 0 7 】

上記目的を達成するために本発明の偏光分離素子は、
 第 1 のプリズムと、
 第 2 のプリズムと、
 前記第 2 のプリズムと接する偏光分離部と、
 前記偏光分離部と前記第 1 のプリズムとの間に設けられた基板部と、
 前記第 1 のプリズムと前記基板部との間に設けられた第 1 の接着部と、
 前記偏光分離部と前記基板部との間に設けられた第 2 の接着部と、を備える、
 ことを特徴とする。

【 発明の効果 】

10

【 0 0 0 8 】

本発明によれば、偏光分離部の温度上昇を抑制しつつ、偏光分離素子による画質への影響を従来よりも抑制することが可能な偏光分離素子及びこれを用いた画像投射装置を提供することが可能となる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 0 9 】

【 図 1 】 第 1 実施例における画像投射装置の構成を示した図

【 図 2 】 第 1 実施例における偏光ビームスプリッタ 1 2 の構成を示した図

【 図 3 】 第 1 実施例における基板部 2 3 の遅相軸の方向を示した図

【 図 4 】 第 2 実施例における偏光ビームスプリッタ 7 2 の構成を示した図

20

【 図 5 】 第 3 実施例における画像投射装置の構成を示した図

【 図 6 】 第 4 実施例における画像投射装置の構成を示した図

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 0 】

以下、本発明の実施例について図面を参照しながら説明する。

【 0 0 1 1 】

〔 第 1 実施例 〕

（ 画像投射装置の構成 ）

図 1 を用いて本実施例におけるプロジェクタ（画像投射装置）P の構成について説明する。プロジェクタ P は、光源部 1 1、照明光学系、偏光ビームスプリッタ（偏光分離素子）1 2、画像表示素子（反射型の光変調部）7、偏光板 8、投射レンズ（投射光学系）9、保持部 9 s を備えている。

30

【 0 0 1 2 】

光源部 1 1 は、超高圧水銀ランプやキセノンランプ等の光源 1 と、光源 1 からの光を反射するリフレクタ 2 とを有する。光源部 1 1 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可能である。より具体的には、光源部 1 1 は、赤色光、緑色光、青色光を含む白色光を射出可能である。

【 0 0 1 3 】

光源部 1 1 からの光は、第 1 のフライアイレンズ 3 に入射し、複数の光束に分割されるとともに集光される。分割された複数の光束は、第 2 のフライアイレンズ 4 を通過して複数の光源像を形成する。光源像が形成される位置の近傍には、偏光変換素子 5 が設けられている。偏光変換素子 5 に入射した無偏光光としての複数の光束は、偏光変換素子 5 によって所定の偏光方向を有する偏光光（ここでは P 偏光とする）に変換されて、コンデンサーレンズ 6 に入射する。コンデンサーレンズ 6 からの光は、偏光分離手段である偏光ビームスプリッタ 1 2（P 偏光透過、S 偏光反射）を透過して、画像表示素子 7 に集光される。なお、本発明の各実施例において、第 1 のフライアイレンズ、第 2 のフライアイレンズ、偏光変換素子、コンデンサーレンズをまとめて照明光学系とする。

40

【 0 0 1 4 】

画像表示素子 7 で変調された光は、偏光ビームスプリッタ 1 2 で反射されて、偏光板 8 を透過して、投射レンズ 9 を介して、不図示のスクリーン（被投射面）に投影される。投

50

射レンズ9は保持部9sによって保持されている。つまり、保持部9sは投射レンズ9を保持可能である。投射レンズ9は保持部9sから取り外し可能であってもよいし、取り外し不可能であってもよい。

【0015】

(偏光分離素子の構成)

次に図2を用いて本実施例における偏光ビームスプリッタ(以後、PBS)12の構成について説明する。PBS12は、第1のプリズム21、基板部23、第2のプリズム22、第1の接着剤(第1の接着部)24、第2の接着剤25(第2の接着部)、そして、偏光分離膜(偏光分離部)26を備えている。

【0016】

基板部23は、第1の接着剤24によって第1のプリズムの基板部23側の面21aに接着されている。偏光分離膜26は、第2のプリズム22の第2の接着剤25側(基板部23側)の面22aに蒸着されている。基板部23は第2の接着剤25によって偏光分離膜26が蒸着された面22aに接着されている。つまり、第1の接着剤24が第1のプリズム21と接しており、基板部23は第1の接着剤24及び第2の接着剤25と接しており、偏光分離膜26は第2の接着剤25及び第2のプリズム22と接している。

【0017】

図2において実線の矢印は光源部11からPBS12に入射する光が画像表示素子7に入射するまでの光路を示しており、破線の矢印は画像表示素子7からの光の光路を示している。図2に示すように、PBS12は、第1の方向から第1のプリズム21に入射し、第1の接着剤24、基板部23、第2の接着剤25、偏光分離膜26、第2のプリズム22を透過する光を画像表示素子7に導くことが可能である。同時に、画像表示素子7からの光を第1の方向とは異なる第2の方向に導くことが可能である。あるいは、このような光学的作用を実現できるようにPBS12はプロジェクタP内部に配置されている。ここでいう第1の方向とは図2における実線の矢印で示す方向、あるいはz軸方向であり、第2の方向とは破線の矢印で示す方向あるいはy軸方向である。

【0018】

PBS12を上述のような構成にすることで、画像表示素子7からの画像光は、第2のプリズム22の面22a上の偏光分離膜26で反射されるため、第1のプリズム21および基板部23を介することなく投射レンズ9に導かれる。

【0019】

前述の特許文献1に記載の偏光分離素子においては、2つの平行平板で偏光分離膜を挟んでいる。このため、特許文献1に記載の偏光分離素子においては、画像表示素子からの画像光が偏光分離膜で反射されて投射レンズに導かれる際に、プリズムと平行平板の双方に入射する。この結果、画像光が両者の屈折率の差による影響を受けて収差が増大してしまうおそれがある。

【0020】

これに対して本実施例におけるPBS12において、前述のように画像表示素子7からの画像光は第1のプリズム21および基板部23を介さず、第2のプリズム22及び偏光分離膜26のみを介する。このため、第1のプリズム21あるいは第2のプリズム22と基板部23に屈折率が異なる材料を用いたとしても、特許文献1に記載の偏光分離素子と比べて収差の発生を抑制し、偏光分離素子による画質への影響を抑制することができる。

【0021】

また、基板部23によって、偏光分離膜26がPBS12に入射した光を吸収することによって生じる偏光分離膜26における温度上昇も抑制することができる。より具体的には、各接着剤や偏光分離膜26で発生した熱を、基板部23を介して効率的に拡散することができる。その結果、PBS12で生じる温度分布が低減され、第2のプリズム22で発生する光弾性起因の黒浮きや硝子の変形による解像性能の悪化を低減することができる。

【0022】

10

20

30

40

50

(更に望ましい構成)

以下、更に望ましい構成について説明する。

【0023】

(基板部の材料特性)

偏光分離膜26における温度上昇をより抑制するためには、基板部23の熱伝導率が高いことが好ましい。具体的には、基板23の熱伝導率を A ($W / (m \cdot K)$) とするとき、P B S 1 2 が、

$$A \geq 4.0 \quad (1)$$

を満足することが好ましい。P B S 1 2 が、

$$A \geq 20.0 \quad (1a)$$

を満足するとより好ましい。

10

【0024】

また、偏光分離膜26における温度上昇をより抑制するためには、基板部23があまり熱を吸収しないことが好ましい。具体的には、基板部23に使われている材料が厚さ10mmで、この材料に波長が460nmの光が入射した場合の内部吸収率を P とするとき、P B S 1 2 が、

$$P \leq 0.02 \quad (2)$$

を満足することが好ましい。

【0025】

また、第1のプリズム21および第2のプリズム22の硝材はレンズ等に使用される一般的なガラスであるのに対して、基板部23は可視光の吸収率が低く熱伝導率が高い水晶やサファイアであることが好ましい。

20

【0026】

(プリズムの材料特性)

3000lmを超えるような高輝度のプロジェクタにおいては、基板部23の材料として水晶やサファイアのような熱伝導率の高い材料を用いることに加えて、第1のプリズム21および第2のプリズム22の硝材を適切に選択することが好ましい。

【0027】

より具体的には、第1のプリズム21の熱伝導率を $H1$ ($W / (m \cdot K)$) とし、第2のプリズム22の熱伝導率を $H2$ ($W / (m \cdot K)$) とするとき、P B S 1 2 が、

30

$$0.4 \leq H1 \leq 2.0 \quad (3)$$

あるいは、

$$0.4 \leq H2 \leq 2.0 \quad (4)$$

のうち少なくとも一方を満足することが好ましい。特に画像表示素子7からの光が入射する第2のプリズム22が上記の式(4)を満足するとより好ましい。

【0028】

式(4)の下限値を逸脱するほどにプリズムの熱伝導率が低いと、光源部11からの光の輝度が高い場合に偏光分離膜6の温度上昇を十分に抑制できないおそれがある。また、(4)式の上限值を逸脱するほどに熱伝導率が高い硝材は一般的にコストが高い場合が多いため、好ましくない。

40

【0029】

P B S 1 2 が、

$$0.6 \leq H1 \leq 1.5 \quad (3a)$$

あるいは、

$$0.6 \leq H2 \leq 1.5 \quad (4a)$$

のうち少なくとも一方を満足するとより好ましい。

【0030】

第1のプリズム21のd線に対する屈折率を $N1$ とし、第2のプリズム22のd線に対する屈折率を $N2$ とするとき、P B S 1 2 が

$$|N2 - N1| \leq 0.1 \quad (5)$$

50

を満足することが好ましい。P B S 1 2 が、

$$|N 2 - N 1| = 0.03 \quad (5 a)$$

を満足するとより好ましい。式(5)を逸脱するほどに2つのプリズム間の屈折率差が大きいと、両者の屈折率差によって生じる非点収差などの収差が増大して照明効率が低下してしまうおそれがある。

【0031】

また、第1のプリズム21の光弾性定数を $B 1$ ($10^{-6} \text{ mm}^2 / \text{N}$)、内部吸収率 $Q 1$ ($= 460 \text{ nm}$ 、厚さ 10 mm)とする。そして、第2のプリズム22の光弾性定数を $B 2$ ($10^{-6} \text{ mm}^2 / \text{N}$)、内部吸収率 $Q 2$ ($= 460 \text{ nm}$ 、厚さ 10 mm)とする。このとき、P B S 1 2 が、

$$B 1 = 2.0 \quad (6)$$

$$B 2 = 1.0 \quad (7)$$

$$Q 1 = 0.03 \quad (8)$$

$$Q 2 = 0.02 \quad (9)$$

を満足することが望ましい。

【0032】

式(6)を逸脱すると、第1のプリズム21で光弾性による偏光の乱れが生じ、偏光分離膜26での透過率が低下して照明効率が低下してしまうおそれがある。なお、条件式(7)の上限値を2.0としてもよい。また、条件式(9)の上限値を0.03としてもよい。

【0033】

式(7)を逸脱すると、第2のプリズム22で光弾性による黒浮きが生じるおそれがある。式(8)を逸脱すると、第1のプリズム21で吸収による温度分布が生じ、光弾性による偏光の乱れが生じ、偏光分離膜26での透過率が低下して照明効率が低下してしまうおそれがある。式(9)を逸脱すると、第2のプリズム22で吸収による温度分布が生じ、光弾性による黒浮きやガラスの変形による解像性能の低下が生じてしまうおそれがある。

【0034】

P B S 1 2 が、

$$B 1 = 1.6 \quad (6 a)$$

$$B 2 = 0.8 \quad (7 a)$$

$$Q 1 = 0.018 \quad (8 a)$$

$$Q 2 = 0.01 \quad (9 a)$$

を満足するとより好ましい。なお、条件式(7a)の上限値を1.6としてもよい。また、条件式(9a)の上限値を0.018としてもよい。

【0035】

また、前述のように、画像表示素子7からの画像光は第2のプリズム22を介して投射レンズ9に導かれるため、第1のプリズム21よりも第2のプリズム22の方が、光弾性定数が低く、内部吸収率も低いことが好ましい。言い換えれば、P B S 1 2 が、

$$B 1 < B 2 \quad (10)$$

および

$$Q 1 < Q 2 \quad (11)$$

のうち少なくとも一方を満足することが好ましい。

【0036】

(数値実施例)

以下に、偏光ビームスプリッタの数値実施例を示す。

【0037】

(数値実施例1)

第1のプリズム：S F 6 H T (S C H O T T)

$$H 1 = 0.673、N 1 = 1.805、B 1 = 0.65、Q 1 = 0.008$$

10

20

30

40

50

第2のプリズム：SF6HT (SCHOTT)

$H2 = 0.673$ 、 $N2 = 1.805$ 、 $B2 = 0.65$ 、 $Q2 = 0.008$

基板：サファイア

$A = 25$

【0038】

(数値実施例2)

第1のプリズム：S-FPM2 (OHARA)

$H1 = 0.624$ 、 $N1 = 1.595$ 、 $B1 = 0.51$ 、 $Q1 = 0.008$

第2のプリズム：S-FPM2 (OHARA)

$H2 = 0.624$ 、 $N2 = 1.595$ 、 $B2 = 0.51$ 、 $Q2 = 0.008$

基板：サファイア

$A = 25$

【0039】

(数値実施例3)

第1のプリズム：S-FPM2 (OHARA)

$H1 = 0.624$ 、 $N1 = 1.595$ 、 $B1 = 0.51$ 、 $Q1 = 0.008$

第2のプリズム：LBC3N (HOYA)

$H2 = 0.443$ 、 $N2 = 1.606$ 、 $B2 = 0.43$ 、 $Q2 = 0.009$

基板：サファイア

$A = 25$

【0040】

(数値実施例4)

第1のプリズム：S-LAH89 (OHARA)

$H1 = 0.861$ 、 $N1 = 1.852$ 、 $B1 = 1.27$ 、 $Q1 = 0.017$

第2のプリズム：PBH56 (OHARA)

$H2 = 0.635$ 、 $N2 = 1.841$ 、 $B2 = 0.09$ 、 $Q2 = 0.005$

基板：サファイア

$A = 25$

【0041】

(数値実施例5)

第1のプリズム：S-LAH97 (OHARA)

$H1 = 0.863$ 、 $N1 = 1.755$ 、 $B1 = 1.39$ 、 $Q1 = 0.003$

第2のプリズム：S-LAH97 (OHARA)

$H2 = 0.863$ 、 $N2 = 1.755$ 、 $B2 = 1.39$ 、 $Q2 = 0.003$

基板：サファイア

$A = 25$

【0042】

なお、各数値実施例における式(5)の計算結果は以下の表1に示す通りである。

【0043】

【表1】

表1

数値実施例	1	2	3	4	5
N2	1.805	1.595	1.606	1.841	1.755
N1	1.805	1.595	1.595	1.852	1.755
N2 - N1	0	0	0.011	0.011	0

【0044】

(基板部の遅相軸の方向)

図3に基板部23の遅相軸の方向を示す。図2及び図3において、z軸方向は画像表示素子7の法線方向と平行な方向であり、y軸方向はz軸方向と直交するとともに、PBS12からの光の進行方向である。x軸方向はz軸方向及びy軸方向と直交する方向である。b軸方向は基板部23の法線方向と平行な方向であり、a軸方向はx軸方向及びb軸方向と直交するとともに、基板部23の入射面及び基板部23の短辺方向と平行な方向である。

【0045】

複屈折性を有する基板部23の遅相軸の方向は、図3(a)及び(b)に示すように、x軸方向あるいはa軸方向に略平行であることが好ましい。ここでいう略平行とは、遅相軸のx軸あるいはa軸に対する角度が $0^\circ \pm 5^\circ$ であることを意味する。この略平行の範囲を逸脱すると、PBS12に入射する偏光光(偏光方向がx軸またはy軸に平行)に位相差を与えすぎてしまうことになり、PBS12での照明光のロスが大きくなる。

10

【0046】

基板部23の遅相軸の方向は、PBS12への入射光の偏光方向を用いて次のように表現することもできる。すなわち、偏光分離膜26に入射する入射光の偏光方向に対して、基板部23の遅相軸のなす角度が $0^\circ \pm 5^\circ$ または $90^\circ \pm 5^\circ$ の範囲にある。

【0047】

また、基板部23のd線の通常光線に対する屈折率を N_e とし、d線の異常光線に対する屈折率を N_o とすると、PBS12

20

$$|N_e - N_o| \leq 0.004 \quad (12)$$

が満足することが好ましい。

【0048】

前述のように、本実施例においては、画像表示素子7で変調されてスクリーンに導かれる光、つまり、画像光は画像表示素子7から第2のプリズム22と偏光分離膜26を介してPBS12からスクリーンあるいは投射レンズ9の方向(第2の方向)に導かれる。このように、画像光は基板部23だけではなく接着部も介することなくPBS12から出射する。このため、仮に第1の接着部24あるいは第2の接着部25が劣化したとしても、画像光がその影響を受けることはない。

【0049】

30

また、画像光が第2のプリズム22と偏光分離膜26を介してPBS12からスクリーンあるいは投射レンズ9の方向(第2の方向)に導かれる点は、本実施例に記載のPBSと通常のPBSの共通点である。ここでいう通常のPBSとは、基板部を有せずに偏光分離膜を2つのプリズムで挟んだPBSのことをいう。前述の特許文献1に記載のPBSにおいては偏光分離膜よりも画像表示素子側の基板部とプリズムの双方の屈折率を考慮して偏光分離膜を設計する必要がある。しかしながら、本実施例に記載のPBSに搭載される偏光分離膜は、通常のPBSに搭載される偏光分離膜と同様に画像表示素子側のプリズムの屈折率を考慮したものでよい。つまり、本実施例に記載のPBSには通常のPBSに搭載された偏光分離膜を流用することが可能である。

【0050】

40

また、本実施例においては、偏光分離膜を2つの基板部で挟み込む構成を採用していないために、前述の特許文献1に記載のPBSよりも簡易な構成のPBSを実現することが可能である。

【0051】

〔第2実施例〕

図4を用いて第2実施例における偏光分離素子であるPBS72の構成について説明する。

【0052】

前述の第1実施例におけるPBS12と本実施例におけるPBS72の構成の違いは基板部である。PBS72においては基板部83が第1のプリズム21及び第2のプリズム

50

22からはみ出すほどのサイズになっている。言い換えれば、PBS72は、PBS72の対角線方向における第1のプリズム21の面21aの長さをD1とし、基板部83の長さをD2とするとき、

$$1.0 < D2 / D1 < 1.5 \quad (13)$$

を満足する構成になっている。式(13)の上限値を逸脱するほどに基板部83が長いと基板部83が他の部材と干渉するおそれがあるために好ましくない。また、このような干渉を避けるために基板部83と周辺の部材と間の距離を広げるとプロジェクタPが大型化してしまうために好ましくない。

【0053】

このような構成であれば、前述の第1実施例と比較して偏光分離膜26からの熱を、基板部83を介してPBS72の外部に放熱しやすくなる。その結果、偏光分離膜26の温度上昇をより抑制することができる。また、基板部83はPBS72から5mm以上はみ出ていることが望ましい。なお、基板部83は前述の第1実施例と同様にサファイア等の熱伝導率が高い材料である。本実施例においては、 $D1 = 28\text{ mm}$ 、 $D2 = D1 + 5\text{ mm} = 33\text{ mm}$ 、 $D2 / D1 = 1.18$ である。

10

【0054】

偏光ビームスプリッタ72からはみ出した基板部83に冷却風を当てることで、偏光ビームスプリッタ72の温度を下げることができ、更なる光学性能の改善を図ることができる。つまり、プロジェクタPが基板部83のうち少なくともPBS72からはみ出した部分を冷却するための冷却部84を備えていることが好ましい。図4中の実線の矢印は冷却部84からの冷却風の風路を示している。冷却部84は例えばシロッコファンや軸流ファンなどの冷却ファンである。

20

【0055】

〔第3実施例〕

図5を用いて第3実施例におけるプロジェクタP1の構成について説明する。光源部11、照明光学系、投射レンズ9、保持部9sの構成は前述の第1実施例と同様であるため説明を割愛する。ただし、本実施例では第1のコンデンサーレンズ39と第2のコンデンサーレンズ43がコンデンサーレンズ6と同様の機能を有している。

【0056】

図5において、40、45、47は前述の第1実施例におけるPBS12と同様の構造を持つ第1、第2、第3の偏光分離素子である。41、46、48は第1、第2、第3の反射型の光変調部、より詳細には第1、第2、第3の反射型液晶パネル部である。

30

【0057】

照明光学系からの光はクロスダイクロミックミラー52に入射する。クロスダイクロミックミラー52は、青帯域の光を反射し、緑帯域と赤帯域の光を透過する特性を有する第1のダイクロミックミラー36と、青帯域の光を透過し、緑帯域と赤帯域の光を反射する特性を有する第2のダイクロミックミラー37を有する。偏光変換素子35でP偏光に偏光変換された光は、クロスダイクロミックミラー52で、青帯域の光は、第1のミラー38の方向に反射され、緑および赤帯域の光は、第2のミラー42の方向に反射される。

40

【0058】

なお、ここでいう青帯域の光あるいは青色光とは、その光の分光分布における最大強度の光の波長あるいは半値全幅が430~480nmの帯域に含まれる光のことをいう。緑帯域の光あるいは緑色光とは、その光の分光分布における最大強度の光の波長あるいは半値全幅が500~580nmの帯域に含まれる光のことをいう。赤帯域の光あるいは赤色光とは、その光の分光分布における最大強度の光の波長あるいは半値全幅が600~750nmの帯域に含まれる光のことをいう。

【0059】

クロスダイクロミックミラー52から出射し、第1のミラー38で反射された青帯域のP偏光光は、第1のコンデンサーレンズ39および第3のPBS40を透過して、第3の画像表示素子41を照明する。第3の画像表示素子41で変調された画像光(S偏光光)

50

は、第3のPBS40で反射され、クロスダイクロイックプリズム49で反射され、投射レンズ50に導かれる。

【0060】

クロスダイクロイックミラー52から出射し、第2のミラー42で反射された緑および赤帯域のP偏光光は、第2のコンデンサーレンズ43を透過して、第3のダイクロイックミラー44に入射する。第3のダイクロイックミラー44で緑帯域の光は反射され、赤帯域の光は透過する。

【0061】

第3のダイクロイックミラーで反射された緑帯域のP偏光光は、第2のPBS45を透過して、第2の画像表示素子46を照明する。第2の画像表示素子46で変調された画像光(S偏光光)は、第2のPBS45で反射され、クロスダイクロイックプリズム49で透過され、投射レンズ50に導かれる。

10

【0062】

第3のダイクロイックミラーを透過した赤帯域のP偏光光は、第3のPBS47を透過して、第3の画像表示素子48を照明する。第3の画像表示素子48で変調された画像光(S偏光光)は、第3のPBS47で反射され、クロスダイクロイックプリズム49で反射され、投射レンズ50に導かれる。投射レンズ50に導かれた画像光は、不図示のスクリーンに投影される。

【0063】

なお、図5には図示していないが、漏れ光を低減するためには、第1、2、第3のPBSとクロスダイクロイックプリズムの間の光路に不要な偏光方向の光を吸収する吸収型の偏光板を配置することが望ましい。

20

【0064】

本実施例においては、PBS12と同様の構成を持つ各色光用のPBSの全てが、入射光が各PBSを透過した方向に各色光用の画像表示素子が位置するように配置されている。このため、前述の第1実施例と同様に、本実施例においても、偏光分離部の温度上昇を抑制しつつ、偏光分離素子による画質への影響を従来よりも抑制することが可能となる。

【0065】

なお、本実施例においてはクロスダイクロイックミラー52が色分離部であり、クロスダイクロイックプリズム49が色合成部である。

30

【0066】

〔第4実施例〕

図6を用いて第4実施例におけるプロジェクタP2の構成について説明する。光源部1、照明光学系の構成は前述の第1実施例と同様であるため説明を割愛する。

【0067】

照明光学系からの光はダイクロイックミラー91に入射する。ダイクロイックミラー91は緑色帯域の光を透過させて赤色及び青色帯域の光を反射する特性を有する。

【0068】

ダイクロイックミラー91を透過した緑色帯域の光は第2のPBS45を透過して第2の画像表示素子46に入射する。第2の画像表示素子46で変調された緑色帯域のS偏光光は第2のPBS45で反射されて合成プリズム95で反射されて投射レンズ9に導かれる。合成プリズム95は緑色帯域の光を偏光方向に依らずに反射、青色帯域の光を偏光方向に依らずに透過させ、赤色帯域の光については偏光分離を行う特性を有する。

40

【0069】

ダイクロイックミラー91で反射された赤色及び青色帯域の光は波長選択性位相差板92によって青色帯域の光のみP偏光光からS偏光光となって第4のPBS93に入射する。第4のPBS93は赤色帯域のP偏光光を第3の画像表示素子48に導きつつ、青色帯域のS偏光光を第1の画像表示素子41に導く機能を有する。

【0070】

第1の画像表示素子41で変調された青色帯域のP偏光光は第4のPBS93を透過し

50

、 / 2 板 9 4 で青色帯域の S 偏光光となって合成プリズム 9 5 を透過して投射レンズ 9 に導かれる。第 4 の P B S 9 3 を透過して第 3 の画像表示素子 4 8 に入射した赤色帯域の光のうち、第 3 の画像表示素子 4 8 によって変調された赤色帯域の S 偏光光は / 2 板 9 4 を介して赤色帯域の P 偏光光となり、合成プリズム 9 5 を介して投射レンズ 9 に導かれる。なお、第 4 の P B S 9 3 は前述の第 1 実施例における P B S 1 2 と同様の構成である。

【 0 0 7 1 】

第 4 の P B S 9 3 において、第 3 の画像表示素子 4 8 からの赤色帯域の光は基板部 2 3 を介さず投射レンズ 9 に導かれるが、第 1 の画像表示素子 4 1 からの青色帯域の光は 2 つのプリズムと基板部 2 3 を介して投射レンズ 9 に導かれる。1 つの P B S に対して 2 つの画像表示素子を配置する場合、このように一方の色光については前述の第 1 実施例で説明した効果を得ることができない。そこで、本実施例においては、より比視感度の高い赤色光用の第 3 の画像表示素子 4 8 を第 4 の P B S 9 3 を透過する方向に配置した。これによってより比視感度の高い赤色光が受ける収差の影響を低減することが可能となる。

【 0 0 7 2 】

〔変形例〕

以上、本発明の好ましい実施形態について説明したが、本発明はこれらの実施形態に限定されず、その要旨の範囲内で種々の変形及び変更が可能である。

【 0 0 7 3 】

例えば、前述の各実施例において光源部がランプである構成を例示したが、本発明はこのような構成に限定されるものではない。白色光を射出することが可能な光源部であれば、例えば、赤色光を射出するレーザーダイオード (L D) あるいは L E D 、緑色光を射出する L D あるいは L E D 、青色光を射出する L D あるいは L E D を用いた構成などであってもよい。さらに、青色光を射出する L D あるいは L E D と黄色蛍光体を用いて白色光を射出する構成などであってもよい。

【 0 0 7 4 】

また、前述の各実施例においては偏光分離部が偏光分離膜、より詳細には誘電体多層膜である構成を例示したが、本発明はこのような構成に限定されるものではない。入射した光の偏光方向に基づいて光を分離する偏光分離部であれば、例えば、誘電体多層膜ではなく構造型の偏光分離部などであってもよい。

【 0 0 7 5 】

また、前述の第 2 実施例において、基板部 8 3 が y z 断面において P B S 7 2 から P B S 7 2 の対角線方向にはみ出る構成を例示したが、本発明はこのような構成に限定されるものではない。基板部 8 3 が x 方向にはみ出る構成、さらに y z 断面においてもはみ出て、かつ x 方向にもはみ出る構成などであってもよい。また、基板部 8 3 が P B S 7 2 に対して両側にはみ出る構成などであってもよい。

【 0 0 7 6 】

また、前述の各実施例においては第 1 の接着部及び第 2 の接着部を用いた構成を例示したが、本発明はこのような構成に限定されるものではない。例えば、第 1 のプリズム及び第 2 のプリズムのうち一方を他方に付勢する構造を用いて第 1 のプリズム、基板部、偏光分離部、第 2 のプリズムの配置を固定する構成などであってもよい。

【 0 0 7 7 】

また、前述の第 1 、第 2 、第 3 実施例においては、P B S への入射光が偏光分離部を透過した方向に画像表示素子が位置する構成が採用されている。しかしながら、本発明はこのような構成に限定されるものではない。例えば、前述の第 1 、第 2 、第 3 実施例において、P B S への入射光が偏光分離部で反射される方向に画像表示素子が位置する構成を採用してもよい。この際には偏光変換素子で整える偏光方向を前述の第 1 、第 2 、第 3 実施例とは 9 0 度異なる偏光方向とすればよい。

【 0 0 7 8 】

また、前述の第 4 実施例において、第 2 の P B S 4 5 へ入射した緑色光が偏光分離部で

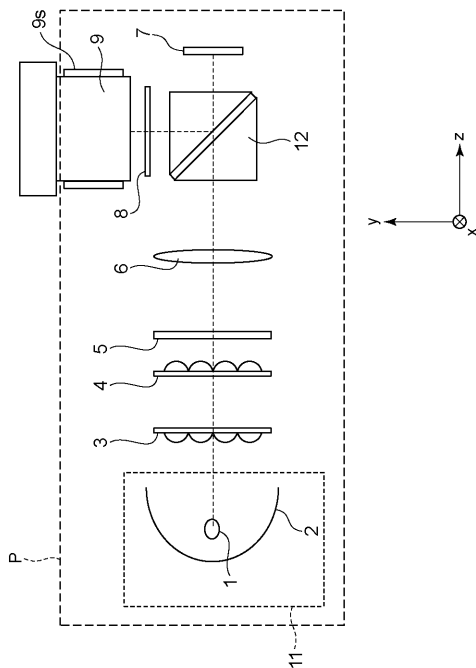
反射される方向に第 2 の画像表示素子 4 6 が位置する構成を採用してもよい。

【符号の説明】

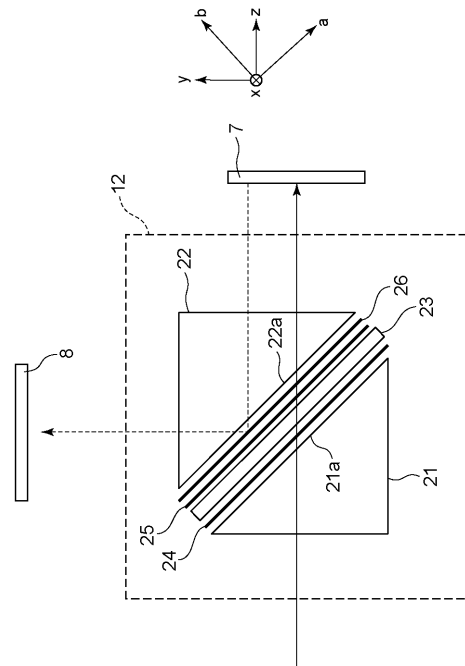
【 0 0 7 9 】

- 1 2 偏光ビームスプリッタ (偏光分離素子)
- 2 1 第 1 のプリズム
- 2 2 第 2 のプリズム
- 2 3 基板部
- 2 6 偏光分離膜 (偏光分離部)

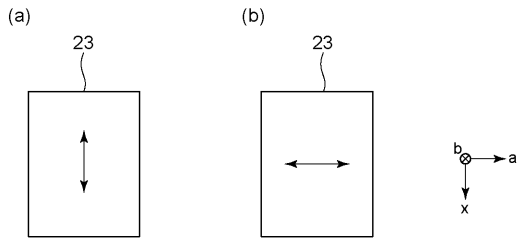
【 図 1 】



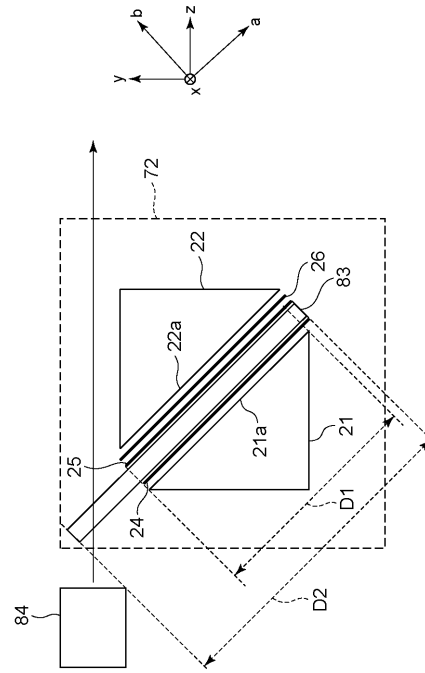
【 図 2 】



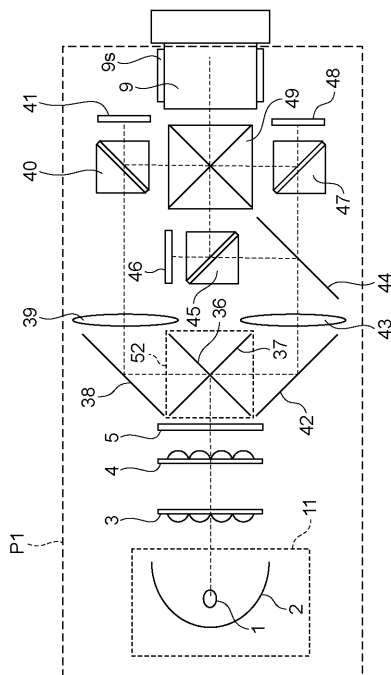
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】

