

(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2004-233931
(P2004-233931A)

(43) 公開日 平成16年8月19日(2004.8.19)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
G02B 27/28	G02B 27/28	Z H099
G02B 27/18	G02B 27/18	Z K103
G03B 21/00	G03B 21/00	E

審査請求 未請求 請求項の数 1 O L (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2003-25473 (P2003-25473)	(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15年2月3日(2003.2.3)	(74) 代理人	100105289 弁理士 長尾 達也
		(72) 発明者	奥山 敦 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
		(72) 発明者	沢村 光治 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
		Fターム(参考)	2H099 AA12 BA09 BA17 CA07 CA08 DA09 2K103 AA05 AA11 AA16 AB04 BC17

(54) 【発明の名称】 色合成光学系

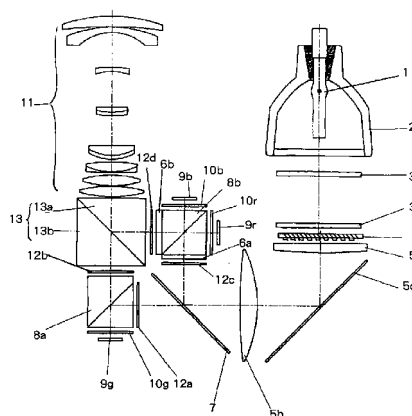
(57) 【要約】

【課題】入射角度の変動による光量の損失を低減して合成することができ、それにより明るい画像を得ることが可能となる画像投射装置等を提供する。

【解決手段】少なくとも2つの異なる色光を合成する色合成光学系であって、該色合成光学系は色偏光合成手段13、34を含み、該色偏光合成手段を、第1の色光の第1の偏光成分と、該第1の偏光成分に直交する前記第1の色光とは異なる第2の色光の第2の偏光成分を、基準入射角度(例えば45度)に対して所定の角度範囲内において入射角度による特性の変動を抑制して合成するように構成する。

【選択図】

図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも2つの異なる色光を合成する色合成光学系であって、該色合成光学系は色偏光合成手段を含み、該色偏光合成手段が、第1の色光の第1の偏光成分と、該第1の偏光成分に直交する前記第1の色光とは異なる第2の色光の第2の偏光成分を、所定の入射角度範囲において入射角度による特性の変動を抑制して合成する構成を有することを特徴とする色合成光学系。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、色合成光学系に関し、特に色合成において光量損失の低減化を図るようにした色合成光学系、およびそれらを用いた画像投射装置等に関する。

【0002】

【従来技術】

従来例における反射型液晶表示素子と偏光ビームスプリッターを組み合わせた画像投影装置は、特許文献1等に開示されている。

この特許文献1には、図11に示すように白色光源1001と反射型液晶表示素子1002R, 1002G, 1002Bと投射光学系1003からなる画像投射装置において、白色光源1001と反射型液晶表示素子1002R, 1002G, 1002Bの間にダイクロミックミラー1004が設けられている。さらに、ダイクロミックミラー1004と反射型液晶表示素子1002R, 1002G, 1002Bの間に偏光ビームスプリッター1005, 1006を設けた色分解系と、反射型液晶表示素子と投射光学系の間に第1, 第2, 第3偏光ビームスプリッター1005, 1006, 1007を設けた色合成系を有している。

【0003】

ここで色分解系は、ダイクロミックミラー1004により第1の色光(G)と第2第3の色光(RB)に分解され、第1の色光は第1の偏光ビームスプリッター1005に至る。また、第2第3の色光は、前記ダイクロミックミラー1004と第2の偏光ビームスプリッター1006の間に設けられた所定の波長領域の光の偏光方向を90度回転させることができる第1の色選択性位相差板1008により色成分(R, B)と偏光方向(P, S)を関連付けられる。そして、第1の色選択性位相差板1008によりBの色光の偏光方向が90度回転し、Bの色光がP偏光光、Rの色光がS偏光光として、第2の偏光ビームスプリッター1006に入射し、偏光ビームスプリッターにおける色分解としてそれぞれ第2の色光(R)と第3の色光(B)に分割される構成となっている。

【0004】

また、色合成系は、第1の偏光ビームスプリッター1005を反射した光は第1の反射型液晶表示素子1002Gで偏光方向を90度回転して反射し、第1の偏光ビームスプリッター1005を透過し、1/2位相板1012で偏光方向を90度回転し、第3の偏光ビームスプリッター1007を反射して投射光学系1003へ至る。また、第2の光路の光は第2の反射型液晶表示素子1002Rで偏光方向を90度回転して反射し、第2の偏光ビームスプリッター1006を透過し、第3の光路の光は第3の反射型液晶表示装置1002Bで偏光方向を90度回転して反射し、第2の偏光ビームスプリッター1006を反射し、2つの色光(R, B)は一つの光路に合成される。そして、第2の偏光ビームスプリッター1006と第3の偏光ビームスプリッター1007の間に設けられた第2の色選択性位相差板1009によりBの色光の偏光方向が90度回転し、R, Bの色光ともにP偏光光になり、第3の偏光ビームスプリッター1007を透過して投射光学系1003に至ることで、3つの色光が合成される構成となっている。

【特許文献1】特開2001-154268号公報

【0005】

【発明が解決しようとする課題】

10

20

30

40

50

しかしながら、従来例に示したような画像投射装置の色合成系において第1の色光と第2第3の色光を合成する色合成手段として偏光ビームスプリッターを使用しているため偏光ビームスプリッターに設けられた偏光分離膜の入射角度特性により、P偏光の透過率が低下し、光量の損失と色バランスがくずれるといった問題があった。

図12に、偏光分離膜のP偏光の透過率特性を示す。偏光分離膜は偏光分離膜を透過するP偏光光がブリュースター角を満足することで100%近い透過率を得ているので、入射角度が変動すると偏光分離膜における入射角度がブリュースター角からずれることになる。これにより、透過率が大幅に低下するので、図12のような角度変動が起きるといった問題が生じる。

【0006】

また、従来例では偏光ビームスプリッター1007の代わりに色合成手段としてダイクロイックプリズムを用いる例も示されているが、このときには透過、反射の波長を分離する半値波長が入射角度特性によりシフトし分光特性が変化することになる。これにより、光量の損失と色バランスがくずれるといった問題があった。

図13に、偏光分離膜のS偏光の反射率特性を示す。ダイクロ膜は屈折率の異なる交互層を繰り返して構成し、等価屈折率を同一とすることで、光を透過する透過(波長)帯と光を反射する反射(波長)帯を交互に発生させることで、特定の波長帯域を透過させ、それ以外の波長域を反射するダイクロ特性を得ている。

【0007】

このとき、反射帯の中心波長 λ_0 は図14に示すように交互層を形成する膜材の屈折率 n と膜厚 d と屈折面に対する光線角度 θ により、

$$\lambda_0 = 4 \times n_1 \times d_1 \times \cos(\theta_1) = 4 \times n_2 \times d_2 \times \cos(\theta_2)$$

の関係が成り立つ。

ここで

$$n_1 \times d_1 \times \cos(\theta_1)、n_2 \times d_2 \times \cos(\theta_2)$$

が等価膜厚である。

入射角度が変化し、屈折面に対する光線角度 θ が変化すると反射帯の中心波長が変化するため、ダイクロ特性が波長方向にシフトし、図13のような角度変動が起きてしまうこととなる。

【0008】

そこで、本発明は、入射角度の変動による光量の損失を低減して合成することができ、それにより明るい画像を得ることが可能となる画像投射装置等を提供することを目的とするものである。

【0009】

【課題を解決するための手段】

本発明は、少なくとも2つの異なる色光を合成する色偏光合成手段を含む色合成光学系において、該色偏光合成手段が、第1の色光の第1の偏光成分と、該第1の偏光成分に直交する前記第1の色光とは異なる第2の色光の第2の偏光成分を、所定の入射角度範囲において入射角度による特性の変動を抑制して、具体的には90%以上の効率で合成するように構成したものであり、これにより色合成における光量の損失が低減し、明るい画像投射装置等を提供を可能にすることができる。

【0010】

【発明の実施の形態】

本発明の実施の形態について、以下の実施例により説明する。

【0011】

【実施例】

[実施例1]

図1に、本発明の実施例1における画像投射装置の構成例を示す。

図1において、1は連続スペクトルで白色光を発光する光源、2は光を所定の方向に集光するリフレクター、3aは矩形のレンズをマトリックス状に配置した第1のフライアイレ

10

20

30

40

50

ンズ、3 bは第1のフライアイレンズにおける個々のレンズに対応したレンズアレイからなる第2のフライアイレンズである。

また、4は無偏光光を所定の偏光光に揃える偏光変換素子、5 a, 5 bはコンデンサーレンズ、5 cは反射ミラーである。また、6 aはBの光の偏光方向を90度変換し、Rの光の偏光方向は変換しない第1の色選択性位相差板、6 bはRの光の偏光方向を90度変換し、Bの光の偏光方向は変換しない第2の色選択性位相差板である。

【0012】

7は青(B)と赤(R)の波長領域の光を反射し、緑(G)の波長領域の光を透過するダイクロミックミラー、8 aと8 bはP偏光を透過し、S偏光を反射する第1の偏光ビームスプリッターと第2の偏光ビームスプリッターであり、13はGのP偏光光を透過し、R

10

BのS偏光光を反射する色偏光合成プリズムである。
また、9 r, 9 g, 9 bは光を反射し、画像変調して画像を表示する赤用の反射型液晶表示素子、緑用の反射型液晶表示素子、青用の反射型液晶表示素子、10 r, 10 g, 10 bは赤用の1/4波長板、緑用の1/4波長板、青用の1/4波長板、11は投射レンズ、12 a, 12 b, 12 c, 12 dはそれぞれ偏光板である。

【0013】

次に光学的な作用について説明する。光源1から発した光はリフレクター2により所定の方向に集光される。ここでリフレクター2は放物面形状をなしており、放物面の焦点位置からの光は放物面の対称軸に平行な光束となる。ただし、光源1は理想的な点光源ではなく有限の大きさを有しているため、集光する光束には放物面の対称軸に平行でない光の成分も多く含まれている。

20

これらの集光光束は第1のフライアイレンズ3 aに入射する。第1のフライアイレンズ3 aは外形が矩形の正の屈折力を有するレンズをマトリックス状に組み合わせて構成されており、入射した光束はそれぞれのレンズに応じた複数の光束に分割され、かつ集光され、第2のフライアイレンズ3 bを経て、マトリックス状に複数の光源像を偏光変換素子の近傍に形成する。

偏光変換素子4は偏光分離面と反射面と1/2波長板からなり、マトリックス状に集光する複数の光束はその列に対応した偏光分離面に入射し、透過するP偏光成分の光と反射するS偏光成分の光に分割される。

【0014】

反射されたS偏光成分の光は反射面で反射し、P偏光成分と同じ方向に出射し、P偏光成分は1/2波長板を透過しS偏光成分と同じ偏光成分に変換され、偏光方向が揃った光として射出する。偏光変換された複数の光束は偏光変換素子の近傍で集光した後、発散光束として集光光学系に至る。

30

集光光学系は、コンデンサーレンズ5 a, 5 bからなる。複数の光束は集光光学系によりフライアイレンズの矩形形状の像ができる位置でそれぞれ重なり、矩形の均一な照明エリアを形成する。この照明エリアに反射型液晶表示素子9 r, 9 g, 9 bを配置する。

【0015】

照明光路中に設けられたダイクロミックミラー7は図2の実線で示すような特性を有している。ダイクロミックミラー7において色分離されたGの光は、偏光板12 aによりダイクロミックミラーなどによる偏光の乱れを整えられた後、第1の偏光ビームスプリッター8 aに対してS偏光として入射し、偏光分離面を反射し、G用の反射型液晶表示素子9 gへと至る。

40

G用の反射型液晶表示素子9 gにおいてGの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S偏光成分は再び偏光分離面を反射し、光源側に戻され投射光から除去される。画像変調されたGの反射光のP偏光成分は偏光分離面を透過し投射光となる。

【0016】

第1の偏光ビームスプリッター8 aを透過した光は、偏光板12 bでさらに不要な偏光成分を除去されて、色偏光合成プリズム13へと至る。

ダイクロミックミラー7を反射したRとBの光は、偏光板12 cによりダイクロミックミラーなどによる偏光の乱れを整えられた後、第1の色選択性位相差板6 aに入射する。第

50

1の色選択性位相差板6aの特性を図3に示す。

図3は入射する光の偏光方向に対して90度(直交する)方向に偏光方向が変換される変換率を表わしており、これによりRの光は変換されずS偏光のまま、Bの光は変換されてP偏光になる。

これによりBの光はP偏光として、Rの光はS偏光として第2の偏光ビームスプリッター8bに入射する。よって第2の偏光ビームスプリッター8bにおいてBの光は偏光分離面を透過してB用の反射型液晶表示素子9bに至り、Rの光は偏光分離面を反射してR用の反射型液晶表示素子9rに至る。

【0017】

B用の反射型液晶表示素子9bにおいてBの光が画像変調されて反射される。変調されたBの反射光のP偏光成分は再び偏光分離面を透過し、光源側に戻され投射光から除去される。変調されたBの反射光のS偏光成分は第2の偏光ビームスプリッター8bの偏光分離面で反射し色偏光合成プリズム13へと至る。同様にR用の反射型液晶表示素子9rにおいてRの光が画像変調されて反射される。変調されたRの反射光のS偏光成分は再び偏光分離面を反射し、光源側に戻され投射光から除去される。変調されたRの反射光のP偏光成分は偏光ビームスプリッター8bの偏光分離面を透過し、BとRの投射光は一つの光束に合成される。

10

【0018】

合成されたRとBの投射光は第2の色選択性位相差板6bに入射する。第2の色選択性位相差板は図4に示すような特性を有しており、Bの光はS偏光のまま、Rの光はS偏光に変換され、偏光板12dでさらに不要な偏光成分を除去されて、色偏光合成プリズム13にS偏光として入射し、色偏光合成膜を反射することで色偏光合成膜を透過したP偏光のGの投射光と合成される。

20

合成されたRGBの投射光は投射レンズ11によりスクリーンなどに投影される。

【0019】

本実施例における色偏光合成プリズム13は2つの三角プリズム13a、13bを接合する構成でできており、一方の三角プリズム13aの接合面に色偏光合成膜を設け、もう一方の三角プリズム13bと接着剤により接合している。

ここで、表1に本実施例に用いる色偏光合成膜の設計例を示す。図5a、図5bはその特性図である。図5aには偏光分離膜に入射する角度が40、45、50度のときのP偏光の透過率、図5bには偏光分離膜に入射する角度が40、45、50度のときのS偏光の透過率を示している。

30

【0020】

【表1】

膜	厚さ(nm)	屈折率
接着剤		1.51
1	97	1.46
2	82	2.30
3	158	1.46
4	93	2.30
5	156	1.46
6	85	2.30
7	98	1.46
8	141	2.30
9	107	1.46
10	61	2.30
11	88	1.46
12	45	2.30
13	86	1.46
14	172	2.30
15	84	1.46
基板		1.52

10

20

40

50

このとき緑（G）の波長範囲を500～570nm、赤（R）の波長範囲を590～650nm、青（B）の波長範囲を430～480nmとすると、基準の入射角度45度に対して所定の角度範囲（±5度）における平均透過率、平均反射率を求めると、

ここで所定の角度範囲の平均透過率は、入射角度45度におけるGの波長範囲に対する平均透過率を T_{pg45} とし、±5度のGの波長範囲に対する平均透過率を T_{pg40} 、 T_{pg50} とすると、

$$T_{pg} = (T_{pg40} + T_{pg45} + T_{pg50}) / 3$$

で求められる。他の波長範囲および反射率も同様にして求める。

これよりGの波長範囲におけるP偏光の平均透過率は、

$$T_{pg} = 94.7\% > 90\%$$

Rの波長範囲においてS偏光の平均反射率は、

$$R_{sr} = 97.2\% > 90\%$$

Bの波長範囲においてS偏光の平均反射率は、

$$R_{sb} = 96.7\% > 90\%$$

である。

【0021】

この膜構成において屈折率の高い材質の屈折率 n_H が2.3で屈折率が低い材質の屈折率 n_L が1.46であるので、膜に対して45度で入射する光がブリュースター角となるようにプリズムのガラスの屈折率 n_B をもとめると、

$$n_B = (2 \times n_H^2 + n_L^2 / (n_H^2 + n_L^2)) = 1.74$$

となるが、ここでは基板の屈折率として1.52のガラスを用いているので、P偏光の光に対してはブリュースター条件を満足していないが、Gの波長範囲に対してのみ低反射特性が得られるような膜構成となっている。

また、膜構成は屈折率の高い材質と屈折率が低い材質の交互層になっているが、繰り返される膜厚をそれぞれ異なる膜厚になるように構成することで、交互層の周期性を低減させ

、反射帯と透過帯が交互に発生しないようにしている。

これにより角度特性に左右されない高効率の透過率と反射率を所定の波長範囲で得ている。

【0022】

ここで可視光の波長範囲を430～650nmとすると、

可視光の波長範囲におけるP偏光の平均透過率は、

$$T_{pw} = 84.5\% > 75\%$$

可視光の波長範囲におけるS偏光の平均反射率は、

$$R_{sw} = 86.8\% > 75\%$$

となり、大部分のP偏光光を透過し、S偏光光を反射する特性であるが、通常の偏光分離膜とは異なり、入射角度45度±5度の角度範囲において各波長範囲の特性は均一ではない。

【0023】

Gの波長範囲においてP偏光の平均反射率は、

$$R_{pg} = 2.6\%$$

Rの波長範囲においてP偏光の平均反射率は、

$$R_{pr} = 25.9\%$$

Bの波長範囲においてP偏光の平均反射率は、

$$R_{pb} = 23.6\%$$

Gの波長範囲におけるS偏光の平均透過率は、

$$T_{sg} = 30.4\%$$

Rの波長範囲におけるS偏光の平均透過率は、

$$T_{sr} = 2.8\%$$

Bの波長範囲におけるS偏光の平均透過率は、

$$T_{sb} = 3.3\%$$

となる。

【0024】

R, Bの波長範囲のP偏光の平均反射率に対するGの波長範囲のP偏光の平均反射率の比は、

$$R_{pg} / R_{pr} = 0.099 < 0.5$$

$$R_{pg} / R_{pb} = 0.108 < 0.5$$

Gの波長範囲のS偏光の平均透過率に対するR, Bの波長範囲のS偏光の平均透過率の比は、

$$T_{sr} / T_{sg} = 0.091 < 0.5$$

$$T_{sb} / T_{sg} = 0.108 < 0.5$$

であり、色合成として利用する波長範囲のみを高効率になるように膜特性を設定することで、角度変動を少なくできている。

【0025】

[実施例2]

図6に、本発明の実施例2における画像投射装置の構成例を示す。

図6において、21は連続スペクトルで白色光を発光する光源、22は光を所定の方向に集光するリフレクター、23aは矩形のレンズをマトリックス状に配置した第1のフライアイレンズ、23bは第1のフライアイレンズの個々のレンズに対応したレンズアレイからなる第2のフライアイレンズであり、24は無偏光光を所定の偏光光に揃える偏光変換素子、25a, 25bはコンデンサーレンズ、25cは反射ミラーである。

また、26aはBの光の偏光方向を90度変換し、Rの光の偏光方向は変換しない第1の色選択性位相差板で、26bはRの光の偏光方向を90度変換し、Bの光の偏光方向は変換しない第2の色選択性位相差板で、27はGの光の偏光方向を90度変換し、B, Rの光の偏光方向は変換しない第3の色選択性位相差板である。

【0026】

10

20

30

40

50

28は1/2位相板であり、29a、29b、29cはP偏光を透過し、S偏光を反射する第1の偏光ビームスプリッター、第2の偏光ビームスプリッター、第3の偏光ビームスプリッターである。

また、34はGのP偏光光を透過し、RBのS偏光光を反射する色偏光合成プリズムであり、30r、30g、30bは光を反射し、画像変調して画像を表示する赤用の反射型液晶表示素子、緑用の反射型液晶表示素子、青用の反射型液晶表示素子である。

31r、31g、31bは赤用の1/4波長板、緑用の1/4波長板、青用の1/4波長板であり、32は投射レンズ、33a、33b、33c、33dはそれぞれ偏光板である。

【0027】

ここで偏光変換素子24は偏光分離面と反射面と1/2波長板からなりS偏光成分に揃った偏光光として射出する構成としている。照明光路中に設けられた第3の色選択性位相差板27は図7の実線で示すような特性を有しており、BとRの光はS偏光のまま、Gの光はP偏光に変換される。

第3の色選択性位相差板27において偏光方向を調整された光は第1の偏光ビームスプリッター29aに入射する。P偏光であるGの光は偏光分離面を透過し、S偏光であるR、Bの光は偏光面を反射することで色分離が行われる。

【0028】

色分離されたGの光は、1/2位相板28により偏光方向を変換され、偏光板33aにより変更を整えられたのち、第2の偏光ビームスプリッター29bに対してS偏光として入射し、偏光分離面を反射し、G用の反射型液晶表示素子30gへと至る。

G用の反射型液晶表示素子30gにおいてGの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S偏光成分は再び偏光分離面を反射し、光源側に戻され投射光から除去される。

画像変調されたGの反射光のP偏光成分は第2の偏光ビームスプリッターの偏光分離面を透過し、偏光板33bによりさらに不要な偏光成分を除去されて、色偏光合成プリズムに対してP偏光として入射し、色偏光合成面を透過し、投射レンズ32へと至る。

【0029】

第1の偏光ビームスプリッター28aを反射したRとBの光は、第1の色選択性位相差板26aに入射する。第1の色選択性位相差板26aは図3で示したような特性を有しており、Rの光はP偏光のまま、Bの光はS偏光に変換される。

これによりBの光はP偏光として、Rの光はS偏光として第3の偏光ビームスプリッター29cに入射する。よって第3の偏光ビームスプリッター29cにおいてBの光は偏光分離面を透過してB用の反射型液晶表示素子30bに至り、Rの光は偏光分離面を反射してR用の反射型液晶表示素子30rに至る。

【0030】

B用の反射型液晶表示素子30bにおいてBの光が画像変調されて反射される。変調されたBの反射光のP偏光成分は再び偏光分離面を透過し、光源側に戻され投射光から除去される。

変調されたBの反射光のS偏光成分は偏光分離面で反射し投射光となる。同様にR用の反射型液晶表示素子30rにおいてRの光が画像変調されて反射される。変調されたRの反射光のS偏光成分は再び偏光分離面を反射し、光源側に戻され投射光から除去される。変調されたRの反射光のP偏光成分は偏光分離面を透過し投射光となる。これによりBとRの投射光は一つの光束に合成される。

【0031】

合成されたRとBの投射光は第2の色選択性位相差板26bに入射する。第2の色選択性位相差板は図4で示したような特性を有しており、Rの偏光方向のみを90度回転し、R、BともにS偏光に変換され、色偏光合成プリズムに至り、色偏光合成面を反射することでGの投射光と合成される。

【0032】

10

20

30

40

50

本実施例における色偏光合成プリズム 3 4 は 2 つの三角プリズム 3 4 a、3 4 b を接合する構成でできており、一方の三角プリズム 3 4 a の接合面に色偏光合成膜を設け、もう一方の三角プリズム 3 4 b と接着剤により接合している。

ここで、表 2 に本実施例に用いる色偏光合成膜の設計例を示す。図 8 a、8 b はその特性図である。図 8 a には偏光分離膜に入射する角度が 40、45、50 度のときの P 偏光の透過率、図 8 b には偏光分離膜に入射する角度が 40、45、50 度のときの S 偏光の透過率を示している。

【0033】

【表 2】

膜	厚さ(nm)	屈折率
接着剤		1.51
1	100	1.46
2	84	2.30
3	167	1.46
4	91	2.30
5	175	1.46
6	85	2.30
7	100	1.46
8	147	2.30
9	110	1.46
10	61	2.30
11	93	1.46
12	47	2.30
13	96	1.46
14	164	2.30
15	44	1.46
基板		1.61

10

20

30

ここで、接着剤の屈折率が 1.51 で、基板の屈折率が 1.61 であるので接着剤と三角プリズム 3 4 b の接合面においてフレネル反射が発生し光量がわずかに損失するので、三角プリズム 3 4 b の接合面に反射防止膜を設けて色偏光合成膜と反射防止膜を接着剤で接合する構成でもよい。

【0034】

色偏光合成膜の特性は、緑 (G) の波長範囲を 500 ~ 570 nm、赤 (R) の波長範囲を 590 ~ 650 nm、青 (B) の波長範囲を 430 ~ 480 nm とするとき、

40

G の範囲における P 偏光の平均透過率は、

$$T_{pg} = 99.0\% > 90\%$$

R の波長範囲において S 偏光の平均反射率は、

$$R_{sr} = 98.2\% > 90\%$$

B の波長範囲において S 偏光の平均反射率は、

$$R_{sb} = 97.8\% > 90\%$$

である。

【0035】

ここで可視光の波長範囲を 430 ~ 650 nm とすると、

50

可視光の波長範囲における P 偏光の平均透過率は、

$$T_{pw} = 90.7\% > 75\%$$

可視光の波長範囲における S 偏光の平均反射率は、

$$R_{sw} = 90.3\% > 75\%$$

となり、大部分の P 偏光光を透過し、S 偏光光を反射する特性であるが、通常の偏光分離膜とは異なり、入射角度 $45 \text{度} \pm 5 \text{度}$ の角度範囲において各波長範囲の特性は均一ではない。

【0036】

G の波長範囲において P 偏光の平均反射率は、

$$R_{pg} = 1.0\%$$

R の波長範囲において P 偏光の平均反射率は、

$$R_{pr} = 14.4\%$$

B の波長範囲において P 偏光の平均反射率は、

$$R_{pb} = 16.4\%$$

G の波長範囲における S 偏光の平均透過率は、

$$T_{sg} = 22.6\%$$

R の波長範囲における S 偏光の平均透過率は、

$$T_{sr} = 1.8\%$$

B の波長範囲における S 偏光の平均透過率は、

$$T_{sb} = 2.2\%$$

となる。

【0037】

また、R、B の波長範囲の P 偏光の平均反射率に対する G の波長範囲の P 偏光の平均反射率の比は、

$$R_{pg} / R_{pr} = 0.073 < 0.5$$

$$R_{pg} / R_{pb} = 0.064 < 0.5$$

G の波長範囲の S 偏光の平均透過率に対する R、B の波長範囲の S 偏光の平均透過率の比は、

$$T_{sr} / T_{sg} = 0.080 < 0.5$$

$$T_{sb} / T_{sg} = 0.097 < 0.5$$

である。

【0038】

[実施例 3]

表 3 は本発明の実施例 3 における実施例 1 または実施例 2 に用いる色偏光合成プリズム 1 3 または 3 4 における色偏光合成膜の設計例で、図 9 a、9 b はその特性図である。図 9 a には偏光分離膜に入射する角度が 40 、 45 、 50 度のときの P 偏光の透過率、図 9 b には偏光分離膜に入射する角度が 40 、 45 、 50 度のときの S 偏光の透過率を示している。

【0039】

【表 3】

10

20

30

40

膜	厚さ(nm)	屈折率
接着剤		1.51
1	268	1.46
2	142	2.30
3	109	1.46
4	117	2.30
5	202	1.46
6	45	2.30
7	155	1.46
8	46	2.30
9	172	1.46
10	142	2.30
11	136	1.46
12	34	2.30
13	114	1.46
基板		1.74

10

20

緑 (G) の波長範囲を 5 0 0 ~ 5 7 0 n m 、 赤 (R) の波長範囲を 5 9 0 ~ 6 5 0 n m 、
青 (B) の波長範囲を 4 3 0 ~ 4 8 0 n m とするとき、

G の範囲における P 偏光の平均透過率は、

$$T_{pg} = 96.6\% > 90\%$$

R の波長範囲において S 偏光の平均反射率は、

$$R_{sr} = 97.8\% > 90\%$$

B の波長範囲において S 偏光の平均反射率は、

$$R_{sb} = 97.5\% > 90\%$$

である。

【 0 0 4 0 】

本実施例では色偏光合成プリズムを構成するガラスの屈折率はプリュースターをほぼ満足する屈折率となるが、あえて膜厚を狭帯域の反射防止になるように調整することにより実施例 1、実施例 2 と同様な効果が得られている。このとき、設計としては基準となる入射角度 (4 5 度) からずれた入射角度 (4 0 , 5 0 度) において狭帯域の反射防止になるように調整する。

ここで、可視光の波長範囲を 4 3 0 ~ 6 5 0 n m とすると、可視光の波長範囲における P 偏光の平均透過率は、

$$T_{pw} = 92.2\% > 75\%$$

可視光の波長範囲における S 偏光の平均反射率は、

$$R_{sw} = 94.6\% > 75\%$$

となり、大部分の P 偏光光を透過し、S 偏光光を反射する特性であるが、通常の偏光分離膜とは異なり、入射角度 4 5 度 ± 5 度の角度範囲において各波長範囲の特性は均一ではない。

【 0 0 4 1 】

G の波長範囲において P 偏光の平均反射率は、

30

40

50

$$R_{pg} = 3.4\%$$

Rの波長範囲においてP偏光の平均反射率は、

$$R_{pr} = 7.7\%$$

Bの波長範囲においてP偏光の平均反射率は、

$$R_{pb} = 14.3\%$$

Gの波長範囲におけるS偏光の平均透過率は、

$$T_{sg} = 10.5\%$$

Rの波長範囲におけるS偏光の平均透過率は、

$$T_{sr} = 2.2\%$$

Bの波長範囲におけるS偏光の平均透過率は、

$$T_{sb} = 2.5\%$$

となる。

また、R、Bの波長範囲のP偏光の平均反射率に対するGの波長範囲のP偏光の平均反射率の比は、

$$R_{pg} / R_{pr} = 0.441 < 0.5$$

$$R_{pg} / R_{pb} = 0.236 < 0.5$$

Gの波長範囲のS偏光の平均透過率に対するR、Bの波長範囲のS偏光の平均透過率の比は、

$$T_{sr} / T_{sg} = 0.204 < 0.5$$

$$T_{sb} / T_{sg} = 0.234 < 0.5$$

である。

【0042】

[実施例4]

表4は、本発明の実施例4における実施例1または実施例2に用いる色偏光合成プリズム13または34における色偏光合成膜の設計例である。

これまでに示した本発明による色偏光合成膜の実施例は、2種類の材質の薄膜を積層する構造であるが、さらに本実施例のように多数の種類材料を用いても本発明の効果を得ることができる。

【0043】

【表4】

10

20

30

膜	厚さ(nm)	屈折率
接着剤		1.6
1	118	2.12
2	187	1.46
3	74	2.35
4	178	1.46
5	99	2.35
6	157	1.46
7	78	2.35
8	112	1.46
9	137	2.35
10	100	1.46
11	73	2.35
12	106	1.46
13	145	2.35
14	115	1.46
15	55	2.35
16	94	1.46
17	168	2.12
基板		1.6

10

20

図10a, 図10bはその特性図である。図10aには偏光分離膜に入射する角度が40, 45, 50度のときのP偏光の透過率、図10bには偏光分離膜に入射する角度が40, 45, 50度のときのS偏光の透過率を示している。

緑(G)の波長範囲を500~570nm、赤(R)の波長範囲を590~650nm、青(B)の波長範囲を430~480nmとすると、Gの範囲におけるP偏光の平均透過率は、

$$T_{pg} = 99.6\% > 90\%$$

Rの波長範囲においてS偏光の平均反射率は、

$$R_{sr} = 98.2\% > 90\%$$

Bの波長範囲においてS偏光の平均反射率は、

$$R_{sb} = 98.0\% > 90\%$$

である。

【0044】

可視光の波長範囲におけるP偏光の平均透過率は、

$$T_{pw} = 87.7\% > 75\%$$

可視光の波長範囲におけるS偏光の平均反射率は、

$$R_{sw} = 84.5\% > 75\%$$

となり、大部分のP偏光光を透過し、S偏光光を反射する特性であるが、通常の偏光分離膜とは異なり、入射角度45度±5度の角度範囲において各波長範囲の特性は均一ではない。

【0045】

Gの波長範囲においてP偏光の平均反射率は、

$$R_{pg} = 0.4\%$$

Rの波長範囲においてP偏光の平均反射率は、

$$R_{pr} = 18.9\%$$

40

50

B の波長範囲において P 偏光の平均反射率は、

$$R_{pb} = 23.7\%$$

G の波長範囲における S 偏光の平均透過率は、

$$T_{sg} = 35.4\%$$

R の波長範囲における S 偏光の平均透過率は、

$$T_{sr} = 1.8\%$$

B の波長範囲における S 偏光の平均透過率は、

$$T_{sb} = 2.0\%$$

となる。

【0046】

また、R、B の波長範囲の P 偏光の平均反射率に対する G の波長範囲の P 偏光の平均反射率の比は、

$$R_{pg} / R_{pr} = 0.023 < 0.5$$

$$R_{pg} / R_{pb} = 0.018 < 0.5$$

G の波長範囲の S 偏光の平均透過率に対する R、B の波長範囲の S 偏光の平均透過率の比は、

$$T_{sr} / T_{sg} = 0.051 < 0.5$$

$$T_{sb} / T_{sg} = 0.057 < 0.5$$

である。

【0047】

実施例 1、実施例 2 に示した光学系と色偏光合成プリズムの膜構成は、この組合せに限られるものではなく、ここで示した光学系以外にも G の P 偏光光と R B の S 偏光光を 1 つの反射面で合成する色合成系において用いることもできる。

また、色偏光合成プリズムの膜構成も実施例 3、実施例 4 に示した膜構成も含めて組み合わせることが可能である。

また、色偏光合成膜も本発明で示した数値条件を満足する特性の色偏光合成膜を用いれば、ここに示した膜設計値に限定されるものではなく、それ以外においても同様な効果が得られる。

また、G の S 偏光光と R B の P 偏光光を 1 つの反射面で合成する色合成系では、ここまでに示した透過と反射の関係を逆にした膜特性の色偏光合成膜を用いればよい。

【0048】

[実施例 5]

表 5 は、本発明の実施例 5 の色偏光合成膜の設計例である。

これまでに示した本発明による色偏光合成膜の実施例は、G の光を透過し、マゼンダの光を反射する構成であったが、さらに本実施例のように G の光を反射し、マゼンダの光を透過する構成を用いても本発明の効果を得ることができる。

【0049】

【表 5】

10

20

30

膜	厚さ(nm)	屈折率
接着剤		1.51
1	63	1.45
2	233	2.11
3	62	1.45
4	112	2.11
5	55	1.45
6	112	2.11
7	61	1.45
8	109	2.11
9	66	1.45
10	103	2.11
11	56	1.45
12	111	2.11
13	75	1.45
14	98	2.11
15	106	1.45
16	220	2.11
17	104	1.45
18	114	2.11
19	52	1.45
20	229	2.11
21	58	1.45
基板		1.6

10

20

図15a, 図15bはその特性図である。図15aには偏光分離膜に入射する角度が40, 45, 50度のときのP偏光の透過率、図15bには偏光分離膜に入射する角度が40, 45, 50度のときのS偏光の透過率を示している。

緑(G)の波長範囲を500~570nm、赤(R)の波長範囲を590~650nm、青(B)の波長範囲を430~480nmとすると、Gの範囲におけるS偏光の平均透過率は、

$$R_{sg} = 99.7\% > 90\%$$

Rの波長範囲においてS偏光の平均反射率は、

$$T_{pr} = 99.3\% > 90\%$$

Bの波長範囲においてS偏光の平均反射率は、

$$T_{pb} = 99.1\% > 90\%$$

である。

【0050】

Gの波長範囲においてP偏光の平均反射率は、

$$R_{pg} = 30.8\%$$

Rの波長範囲においてP偏光の平均反射率は、

$$R_{pr} = 0.7\%$$

Bの波長範囲においてP偏光の平均反射率は、

$$R_{pb} = 0.9\%$$

Gの波長範囲におけるS偏光の平均透過率は、

$$T_{sg} = 0.3\%$$

Rの波長範囲におけるS偏光の平均透過率は、

$$T_{sr} = 51.9\%$$

Bの波長範囲におけるS偏光の平均透過率は、

$$T_{sb} = 61.8\%$$

40

50

となる。

【0051】

また、R、Bの波長範囲のP偏光の平均反射率に対するGの波長範囲のP偏光の平均反射率の比は、

$$R_{pr} / R_{pg} = 0.022 < 0.5$$

$$R_{pb} / R_{pg} = 0.029 < 0.5$$

Gの波長範囲のS偏光の平均透過率に対するR、Bの波長範囲のS偏光の平均透過率の比は、

$$T_{sg} / T_{sr} = 0.004 < 0.5$$

$$T_{sg} / T_{sb} = 0.005 < 0.5$$

である。

【0052】

ただし、

可視光の波長範囲におけるP偏光の平均透過率は、

$$T_{pw} = 67.2\%$$

可視光の波長範囲におけるS偏光の平均反射率は、

$$R_{sw} = 88.0$$

となり、P偏光において偏光分離の割合が低くなっている。このため若干ダイクロイック特性が残存し角度により反射、透過の範囲が変動が起きているが変動範囲が狭いので効率よい色合成が可能である。

【0053】

本願発明の実施の態様は以下のように書き表すことができる。

【実施態様1】少なくとも2つの異なる色光を合成する色合成光学系であって、該色合成光学系は色偏光合成手段を含み、該色偏光合成手段が、第1の色光の第1の偏光成分と、該第1の偏光成分に略直交する前記第1の色光とは異なる第2の色光の第2の偏光成分を、所定の入射角度範囲において入射角度による特性の変動を抑制して合成する構成を有することを特徴とする色合成光学系。

【実施態様2】前記色偏光合成手段は、前記少なくとも2つの異なる色光を90%以上の効率で合成することを特徴とする実施態様1に記載の色合成光学系。

【実施態様3】前記色偏光合成手段は、色偏光合成面を有し、前記色偏光合成面には薄膜からなる色偏光合成膜が設けられていることを特徴とする実施態様1または実施態様2に記載の色合成光学系。

【実施態様4】前記第1の色光と第2の色光が入射する所定の角度範囲は、前記色偏光合成面に対して±5度であることを特徴とする実施態様1～3のいずれか1項に記載の色合成光学系。

【実施態様5】前記色合成手段は、少なくとも2つの画像表示素子と、該画像表示素子からの光を検光する検光手段と、色合成手段により色合成した光を拡大投射する画像投射手段とを有し、これらを前記画像表示素子から、検光手段、色偏光合成手段、画像投射手段の順に配して構成されていることを特徴とする実施態様1～4のいずれか1項に記載の色合成光学系。

【実施態様6】前記検光手段は、第1の検光手段と第2の検光手段を有し、画像表示素子から、第1の検光手段、第2の検光手段の順に配して構成されていることを特徴とする実施態様5に記載の色合成光学系。

【実施態様7】前記色偏光合成手段は、プリズムで構成され、該プリズム内に設けられた1つの面で色合成することを特徴とする実施態様1～6のいずれか1項に記載の色合成光学系。

【実施態様8】前記第1の色光は緑で、第2の色光はマゼンタであることを特徴とする実施態様1～7のいずれか1項に記載の色合成光学系。

【実施態様9】前記第1の偏光成分は色偏光合成面に対してP偏光であり、前記第2の偏光成分は色偏光合成面に対してS偏光であることを特徴とする実施態様1～8のいずれか

10

20

30

40

50

1 項に記載の色合成光学系。

【実施態様 10】前記第 1 の偏光成分は色偏光合成面に対して S 偏光であり、前記第 2 の偏光成分は色偏光合成面に対して P 偏光であることを特徴とする実施態様 1 ~ 8 のいずれか 1 項に記載の色合成光学系。

【実施態様 11】前記色合成手段は、第 1、第 2 及び第 3 の画像表示素子を有し、前記第 1 の画像表示素子からの光は、第 1 の検光手段、色偏光合成プリズム、画像投射手段を経て投射され、前記第 2 及び第 3 の画像表示素子からの光は色合成プリズム、第 2 の検光手段、色偏光合成プリズム、画像投射手段を経て投射されることを特徴とする実施態様 1 ~ 10 のいずれか 1 項に記載の色合成光学系。

【実施態様 12】前記色合成プリズムと前記第 2 の検光手段は、一つの偏光ビームスプリッターからなり、偏光ビームスプリッターと色偏光合成プリズムの間に色選択性位相差板を設けることを特徴とする実施態様 11 に記載の色合成光学系。 10

【実施態様 13】前記第 1 の検光手段は第 1 の偏光ビームスプリッターと第 1 の偏光板からなり、前記色合成プリズムと前記第 2 の検光手段は第 2 の偏光ビームスプリッターからなり、前記第 2 の偏光ビームスプリッターと前記色偏光合成プリズムの間には色選択性位相差板を設け、色選択性位相差板と色偏光合成プリズムの間には第 2 の偏光板を設けることを特徴とする実施態様 11 に記載の色合成光学系。

【実施態様 14】第 1 の偏光ビームスプリッターと第 2 の偏光ビームスプリッターには、同じ偏光分離膜が設けられていることを特徴とする実施態様 13 に記載の色合成光学系。

【実施態様 15】前記第 1 の色光は 500 ~ 570 nm の第 1 の波長範囲からなり、前記第 2 の色光は 430 ~ 480 nm の第 2 の波長範囲と 590 ~ 650 nm の第 3 の波長範囲からなることを特徴とする実施態様 11 ~ 14 のいずれか 1 項に記載の色合成光学系。 20

【実施態様 16】前記色偏光合成膜に入射する光の入射角度を 45 度 ± 5 度としたとき、該色偏光合成膜における前記第 1 の波長範囲の透過率が 90 % 以上であり、前記第 2 及び前記第 3 の波長範囲の反射率が 90 % 以上であることを特徴とする実施態様 15 に記載の色合成光学系。

【実施態様 17】前記色偏光合成膜が、前記所定の入射角度で入射する可視の波長範囲の光の P 偏光を 65 % 以上透過し、S 偏光を 65 % 以上反射する特性で、かつ、前記第 1 の波長範囲における P 偏光の平均反射率を R_{p1} 、前記第 2 の波長範囲における P 偏光の平均反射率を R_{p2} 、前記第 3 の波長範囲における P 偏光の平均反射率を R_{p3} とするとき 30

$$R_{p1} / R_{p2} < 0.5$$

$$R_{p1} / R_{p3} < 0.5$$

とし、

前記第 1 の波長範囲における S 偏光の平均透過率を T_{s1} 、前記第 2 の波長範囲における S 偏光の平均透過率を T_{sr} 、前記第 3 の波長範囲における S 偏光の平均透過率を T_{sb} とするとき、R、B の波長範囲の P 偏光の平均反射率に対する G の波長範囲の P 偏光の平均反射率の比が、

$$T_{s2} / T_{s1} < 0.5$$

$$T_{s3} / T_{s1} < 0.5$$

とする条件を満足することを特徴とする実施態様 16 に記載の色合成光学系。 40

【実施態様 18】前記色偏光合成膜が、前記所定の入射角度で入射する可視の波長範囲の光の P 偏光を 75 % 以上透過する特性を有することを特徴とする実施態様 17 に記載の色合成光学系。

【実施態様 19】前記色偏光合成膜が、前記所定の入射角度で入射する可視の波長範囲の光の S 偏光を 75 % 以上反射する特性を有することを特徴とする実施態様 17 または実施態様 18 に記載の色合成光学系。

【実施態様 20】前記色偏光合成膜に入射する光の入射角度を 45 度 ± 5 度としたとき該色偏光合成膜における前記第 1 の波長範囲の反射率が 90 % 以上であり、前記第 2 及び前記第 3 の波長範囲の透過率が 90 % 以上であることを特徴とする実施態様 15 に記載の色 50

合成光学系。

【実施態様 2 1】前記色偏光合成膜が、前記所定の入射角度で入射する光の P 偏光を 6 5 % 以上透過し、S 偏光を 6 5 % 以上反射する特性で、かつ、前記第 1 の波長範囲における P 偏光の平均反射率を R_{p1} 、前記第 2 の波長範囲における P 偏光の平均反射率を R_{p2} 、前記第 3 の波長範囲における P 偏光の平均反射率を R_{p3} とするとき、

$$R_{p2} / R_{p1} < 0.5$$

$$R_{p3} / R_{p1} < 0.5$$

とし、

前記第 1 の波長範囲における S 偏光の平均透過率を T_{s1} 、前記第 2 の波長範囲における S 偏光の平均透過率を T_{s2} 、前記第 3 の波長範囲における S 偏光の平均透過率を T_{s3} とするとき、R、B の波長範囲の P 偏光の平均反射率に対する G の波長範囲の P 偏光の平均反射率の比が、

$$T_{s1} / T_{s2} < 0.5$$

$$T_{s1} / T_{s3} < 0.5$$

とする条件を満足することを特徴とする実施態様 2 0 に記載の色合成光学系。

【実施態様 2 2】前記色偏光合成膜が、前記所定の入射角度で入射する可視の波長範囲の光の P 偏光を 7 5 % 以上透過する特性を有することを特徴とする実施態様 2 1 に記載の色合成光学系。

【実施態様 2 3】前記色偏光合成膜が、前記所定の入射角度で入射する可視の波長範囲の光の S 偏光を 7 5 % 以上反射する特性を有することを特徴とする実施態様 2 1 または実施態様 2 2 に記載の色合成光学系。

【実施態様 2 4】光源と、該光源からの光を少なくとも 2 つの色光に分解する色分解手段と、少なくとも 2 つの画像表示素子、該画像表示素子からの異なる色光を合成する色偏光合成手段、該色偏光合成手段によって色合成した光を拡大投射する画像投射手段を有する色合成光学系と、を備えた画像投射装置において、

前記色合成光学系を実施態様 1 ~ 2 3 のいずれか 1 項に記載の色合成光学系によって構成したことを特徴とする画像投射装置。

【実施態様 2 5】光源と、光源からの光を少なくとも 2 つの色光に分解する色分解手段と、少なくとも 2 つの反射型の画像表示素子、該画像表示素子からの異なる色光を合成する色偏光合成手段、該色偏光合成手段によって色合成した光を拡大投射する画像投射手段を有する色合成光学系と、を備えた画像投射装置において、

前記色合成光学系を実施態様 1 ~ 2 3 のいずれか 1 項に記載の色合成光学系によって構成したことを特徴とする画像投射装置。

【0 0 5 4】

【発明の効果】

本発明によれば、色合成光学系において光量損失の低減化を図ることができ、また、それにより明るい画像投射装置を実現することが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の実施例 1 における画像投射装置の構成例を示す図。

【図 2】本発明の実施例 1 のダイクロイックミラーを説明する図。

【図 3】本発明の実施例 1 の色選択性位相差板を説明する図。

【図 4】本発明の実施例 1 の色選択性位相差板を説明する図。

【図 5】(a)、(b) は本発明の実施例 1 の色偏光合成プリズムを説明する図。

【図 6】本発明の実施例 2 における画像投射装置の構成例を示す図。

【図 7】本発明の実施例 2 における色選択性位相差板を説明する図。

【図 8】(a)、(b) は本発明の実施例 2 の色偏光合成プリズムを説明する図。

【図 9】(a)、(b) は本発明の実施例 3 の色偏光合成プリズムを説明する図。

【図 1 0】(a)、(b) は本発明の実施例 4 の色偏光合成プリズムを説明する図。

【図 1 1】従来例における画像投射装置の構成を説明する図。

【図 1 2】従来例における偏光分離膜の P 偏光の透過率特性を示す図。

10

20

30

40

50

【図 1 3】従来例における偏光分離膜の S 偏光の反射率特性を示す図。

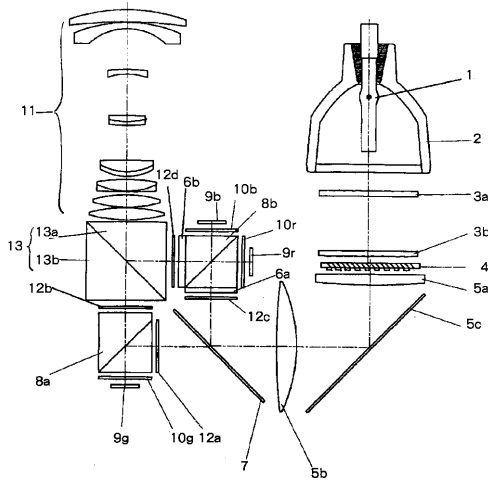
【図 1 4】従来例におけるダイクロ特性が波長方向にシフトして角度変動が起きてしまう状態を説明する図。

【図 1 5】(a)、(b) は本発明の実施例 5 の色偏光合成プリズムを説明する図。

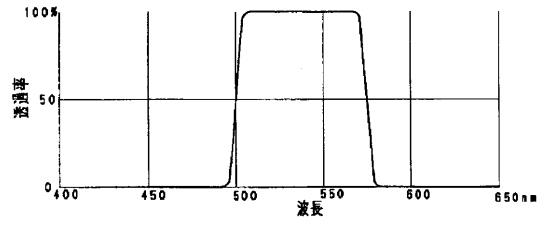
【符号の説明】

1 : 光源	
2 : リフレクター	
3 a : 第 1 のフライアイレンズ	
3 b : 第 2 のフライアイレンズ	
4 : 偏光変換素子	10
5 a , 5 b : コンデンサーレンズ	
5 c : 反射ミラー	
6 a : 第 1 の色選択性位相差板	
6 b : 第 2 の色選択性位相差板	
7 : ダイクロミックミラー	
8 a : 第 1 の偏光ビームスプリッター	
8 b : 第 2 の偏光ビームスプリッター	
1 3 : 色偏光合成プリズム	
9 r、9 g、9 b : 反射型液晶表示素子	
1 0 r、1 0 g、1 0 b : 1 / 4 波長板	20
1 1 : 投射レンズ	
1 2 a、1 2 b、1 2 c、1 2 d : 偏光板	
2 1 : 光源	
2 2 : リフレクター	
2 3 a : 第 1 のフライアイレンズ	
2 3 b : 第 2 のフライアイレンズ	
2 4 : 偏光変換素子	
2 5 a , 5 b : コンデンサーレンズ	
2 5 c : 反射ミラー	
2 6 a : 第 1 の色選択性位相差板	30
2 6 b : 第 2 の色選択性位相差板	
2 7 : 第 3 の色選択性位相差板	
2 8 : 1 / 2 位相板	
2 9 a : 第 1 の偏光ビームスプリッター	
2 9 b : 第 1 の偏光ビームスプリッター	
2 9 c : 第 1 の偏光ビームスプリッター	
3 0 r、3 0 g、3 0 b : 反射型液晶表示素子	
3 1 r、3 1 g、3 1 b : 1 / 4 波長板	
3 2 : 投射レンズ	
3 3 a、3 3 b、3 3 c : 偏光板	40
3 4 : 色偏光合成プリズム	

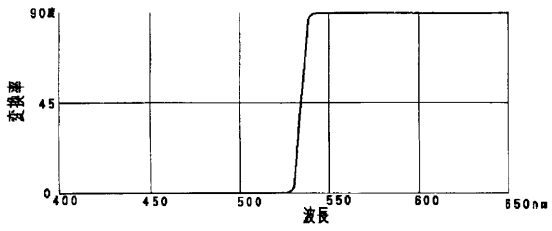
【 図 1 】



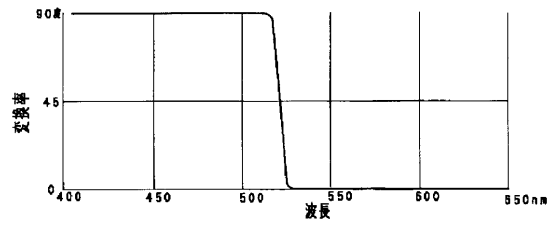
【 図 2 】



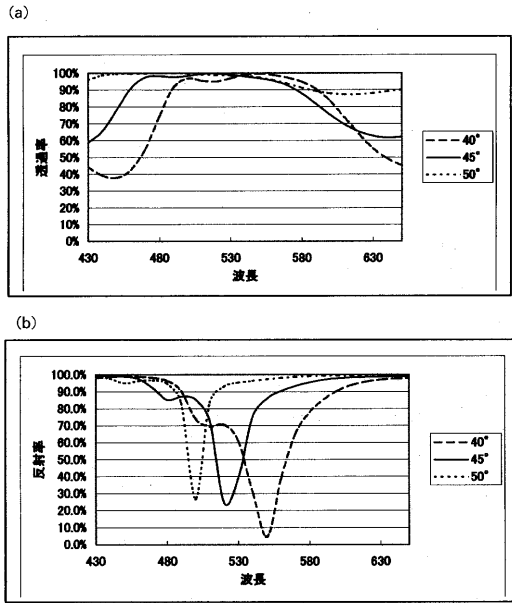
【 図 3 】



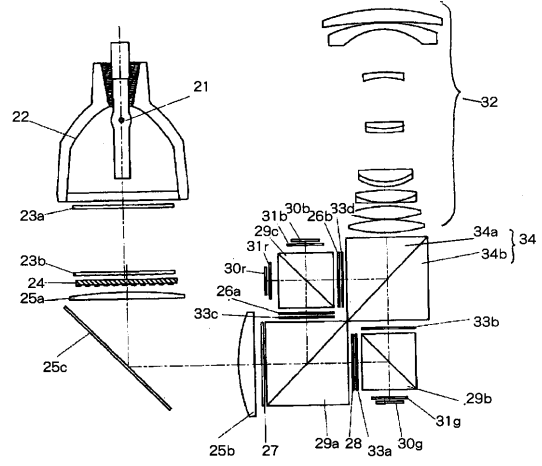
【 図 4 】



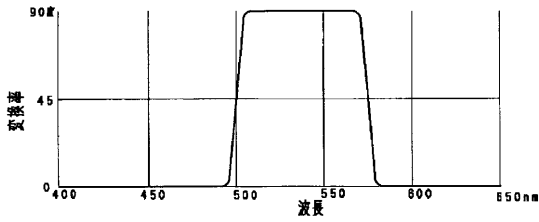
【 図 5 】



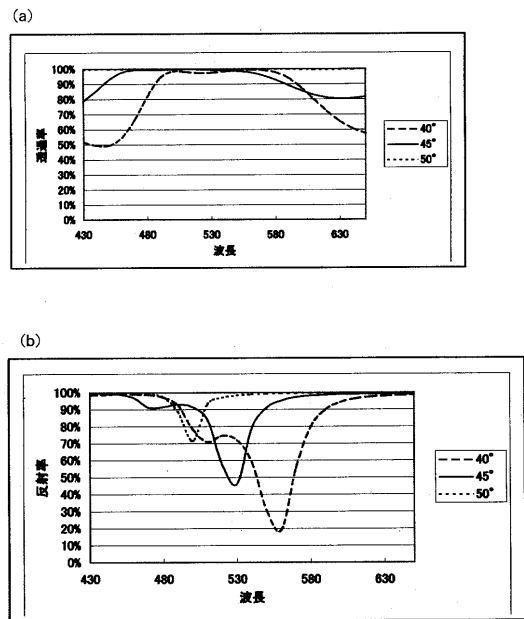
【 図 6 】



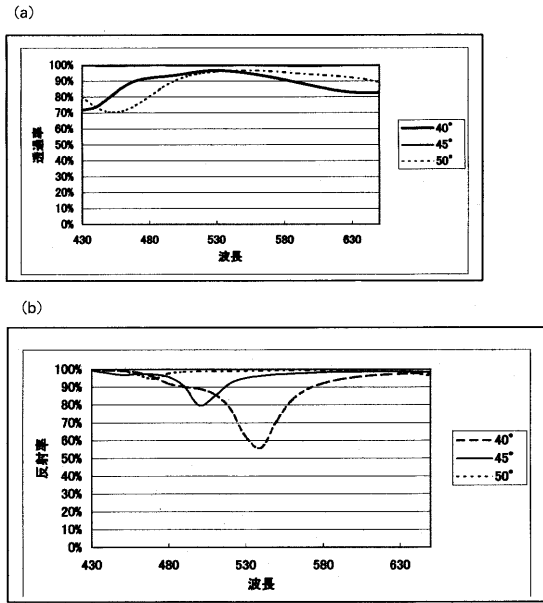
【 図 7 】



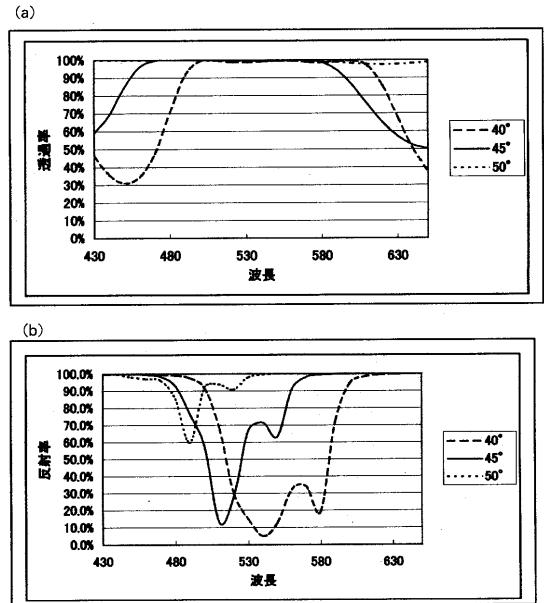
【 図 8 】



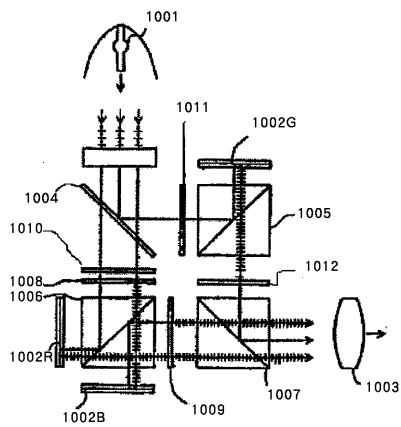
【 図 9 】



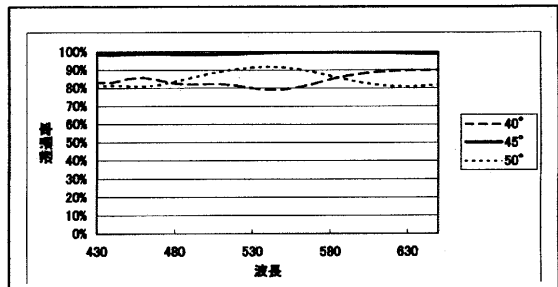
【 図 10 】



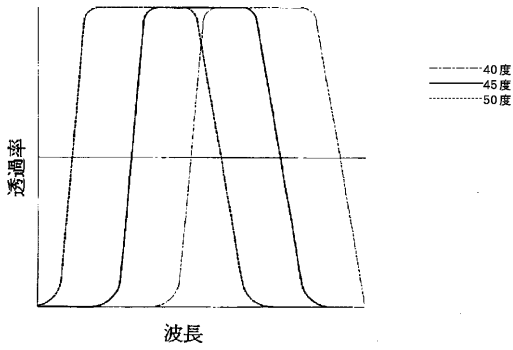
【 図 11 】



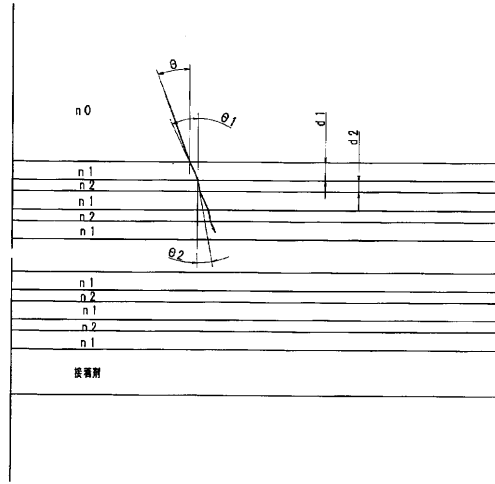
【 図 12 】



【 図 1 3 】

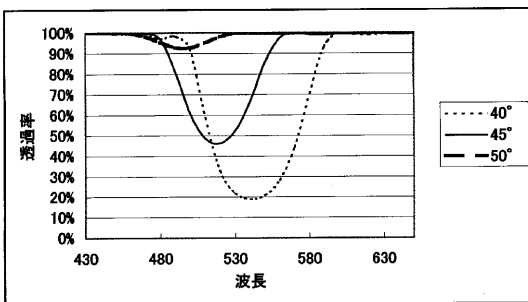


【 図 1 4 】



【 図 1 5 】

(a) P 偏光



(b) S 偏光

