

(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2005-106901

(P2005-106901A)

(43) 公開日 平成17年4月21日(2005.4.21)

(51) Int.Cl.⁷

G03B 21/00

G02F 1/13

G03B 21/14

F I

G03B 21/00

G02F 1/13

G03B 21/14

G03B 21/14

テーマコード (参考)

2H088

2K103

審査請求 未請求 請求項の数 20 O L (全 13 頁)

(21) 出願番号 特願2003-336904 (P2003-336904)

(22) 出願日 平成15年9月29日 (2003.9.29)

(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

(74) 代理人 100090538

弁理士 西山 恵三

(74) 代理人 100096965

弁理士 内尾 裕一

(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 阿部 雅之

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) 2H088 EA16 HA12 HA13 HA17 HA20

HA21 HA24 HA28 MA02

最終頁に続く

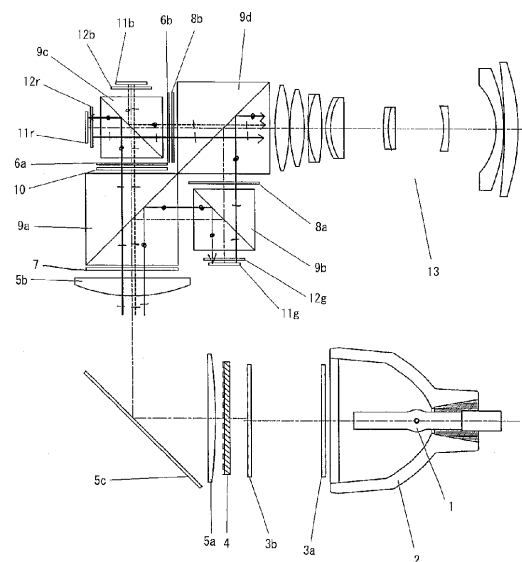
(54) 【発明の名称】 画像投射装置

(57) 【要約】

【課題】 反射型液晶表示素子が黒を表示した時の戻り光が光源に戻らないようにすることで、光源部の温度上昇を防ぐことができる。

【解決手段】 赤、緑、青用の3つの反射型液晶パネルと、光源からの光を2つの偏光ビームスプリッターを用いて3つの反射型液晶パネルを照明する照明光学系と、前記反射型液晶パネルからの光をスクリーンに投影する投影光学系とを有する画像投射装置であって、可視光領域よりも短い周期の周期構造(SWS)を有する1/4波長板を前記2つの偏光ビームスプリッターと前記3つの反射型液晶パネルとの間に配置する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

少なくとも 1 つの画像表示素子と、光源からの光を用いて前記少なくとも 1 つの液晶表示素子を照明する照明光学系と、前記少なくとも 1 つの画像表示素子からの光を被投影面に投影する投影光学系とを有する画像投射装置であって、使用波長よりも短い周期の周期構造を有する位相板を有することを特徴とする画像投射装置。

【請求項 2】

前記位相板は $1/4$ 波長板であることを特徴とする画像投射装置。

【請求項 3】

前記少なくとも 1 つの画像表示素子が、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ことを特徴とする請求項 1 又は 2 記載の画像投射装置。 10

【請求項 4】

前記照明光学系が、前記光源からの光を複数の波長領域の光に分解する色分解光学系を備えていることを特徴とする請求項 1 乃至 3 いずれかに記載の画像投射装置。

【請求項 5】

前記色分解光学系と前記少なくとも 1 つの画像表示素子との間に、前記位相板を配置することを特徴とする請求項 4 記載の画像投射装置。

【請求項 6】

前記色分解光学系が有する偏光分離部材と前記少なくとも 1 つの画像表示素子との間の光路上に、前記位相板が配置されていることを特徴とする請求項 4 又は 5 記載の画像投射装置。 20

【請求項 7】

前記少なくとも 1 つの画像表示素子が、3 つの反射型液晶表示素子であり、
前記色分解光学系が 2 つの偏光分離部材を有しており、
前記 2 つの偏光分離部材と前記 3 つの反射型液晶表示素子との間には、それぞれ前記位相板が配置されていることを特徴とする請求項 4 乃至 6 いずれかに記載の画像投射装置。

【請求項 8】

前記 3 枚の位相板はそれぞれ、3 つの反射型液晶表示素子に対して離間されて配置されていることを特徴とする請求項 7 記載の画像投射装置。 30

【請求項 9】

前記 3 枚の位相板はそれぞれ、前記 2 つの偏光分離部材に対して離間されて配置されていることを特徴とする請求項 7 又は 8 記載の画像投射装置。

【請求項 10】

前記 3 枚の位相板は、それぞれ互いに異なる光学特性を有することを特徴とする請求項 7 乃至 9 いずれかに記載の画像投射装置。

【請求項 11】

前記 3 枚の位相板のうち 2 枚は実質的に同じ光学特性を有しており、残りの 1 枚の位相板は他の 2 枚の位相板と比べて異なる光学特性を有することを特徴とする請求項 7 乃至 9 いずれかに記載の画像投射装置。 40

【請求項 12】

前記残りの 1 枚の位相板は、赤用の反射型液晶表示素子と前記 2 つの偏光分離部材のうちの 1 つとの間に配置されていることを特徴とする請求項 11 記載の画像投射装置。

【請求項 13】

前記残りの 1 枚の位相板は、青用の反射型液晶表示素子と前記 2 つの偏光分離部材のうちの 1 つとの間に配置されていることを特徴とする請求項 11 記載の画像投射装置。

【請求項 14】

前記残りの 1 枚の位相板は、緑用の反射型液晶表示素子と前記 2 つの偏光分離部材のうちの 1 つとの間に配置されていることを特徴とする請求項 11 記載の画像投射装置。

【請求項 15】

前記 3 枚の位相板は実質的に同じ光学特性を有していることを特徴とする請求項 7 乃至 9 いずれかに記載の画像投射装置。

【請求項 16】

前記色分解光学系がダイクロイックミラーを有しており、該ダイクロイックミラーにより緑色光を、赤色光、青色光に対して分離することを特徴とする請求項 4 乃至 15 いずれかに記載の画像投射装置。

【請求項 17】

前記使用波長とは、可視光領域であることを特徴とする請求項 1 乃至 16 いずれかに記載の画像投射装置。

【請求項 18】

前記使用波長とは、実質的に 400 nm ~ 700 nm を含む波長領域のことであることを特徴とする請求項 1 乃至 17 いずれかに記載の画像投射装置。

【請求項 19】

白色光源と画像を表示する反射型液晶表示素子と投射光学系を有し、前記白色光源からの光を光束分離手段と偏光変換手段と集光手段により反射型液晶表示素子に導きかつ反射型液晶表示素子からの光を投射光学系導く偏光ビームスプリッターを有し、前記偏光ビームスプリッターと前記反射型液晶表示素子の間に位相板を設け、前記位相板を断面が段差形状を有する格子形状としたことを特徴とする画像投射装置。

【請求項 20】

前記位相板の段差における光路差を所定の波長 λ_0 の 1/4 波長に設定し、格子のピッチ p を波長 λ_0 よりも小さくすることを特徴とする請求項 19 に記載の画像投射装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は画像投射装置に関する。

【背景技術】

【0002】

反射型液晶表示装置を用いた画像投射装置において、光源からの光を偏光ビームスプリッターを介して反射型液晶表示素子に導き、反射型液晶表示素子を反射した光を再び偏光ビームスプリッターで検光し投射する構成で、前記偏光ビームスプリッターと前記反射型液晶表示素子の間に 1/4 位相板を設け、コントラスト調整を行う実施形態が特公平 07-028050 に開示されている（図 9）。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

ここで画像投射装置で投射する画像の明るさをより明るくするためには、均一な照明領域を形成するための光束分離手段と照明光の偏光方向をそろえるための偏光変換手段を有し、偏光変換手段を射出する複数の光束を集光する集光光学系が必要となり、かつこれらからなる照明系の利用効率を高くするためには集光光学系の F_{no} を小さくする必要があり、これにより反射型画像表示素子上の任意の 1 点に集光する光束の最大入射角度はより大きくする必要がある。

【0004】

しかしながら、1/4 位相板は所定の厚みを有する構造体であるので、1/4 位相板に対して大きな角度で入射する光に対しては位相板としての特性が 1/4 位相からずれてしまい、コントラスト調整を行っても十分なコントラストが得られないという問題があった。

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記課題を解決するために、本発明の画像投射装置は、少なくとも 1 つの画像表示素子と、光源からの光を用いて前記少なくとも 1 つの液晶表示素子を照明する照明光学系と、前記少なくとも 1 つの画像表示素子からの光を被投影面に投影する投影光学系とを有する

10

20

30

40

50

画像投射装置であって、使用波長よりも短い周期の周期構造を有する位相板を有することを特徴としている。

【0006】

ここで、前記位相板は1/4波長板であることが望ましい。前記少なくとも1つの画像表示素子が、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ことが好ましい。また、前記照明光学系が、前記光源からの光を複数の波長領域の光に分解する色分解光学系を備えていると尚良い。

【0007】

また、前記色分解光学系と前記少なくとも1つの画像表示素子との間に、前記位相板を配置することが望ましい。

【0008】

また、前記色分解光学系が有する偏光分離部材と前記少なくとも1つの画像表示素子との間の光路上に、前記位相板が配置されていることが望ましい。

【0009】

また、前記少なくとも1つの画像表示素子が、3つの反射型液晶表示素子であり、前記色分解光学系が2つの偏光分離部材を有しており、前記2つの偏光分離部材と前記3つの反射型液晶表示素子との間には、それぞれ前記位相板が配置されていることが望ましい。

【0010】

ここで、前記3枚の位相板はそれぞれ、3つの反射型液晶表示素子に対して離間されて配置されていることが望ましい。また、前記3枚の位相板はそれぞれ、前記2つの偏光分離部材に対して離間されて配置されていても良い。また、前記3枚の位相板は、それぞれ互いに異なる光学特性を有するように構成しても良い。また、前記3枚の位相板のうち2枚は実質的に同じ光学特性を有しており（もしくは2枚の位相板は同じ構成を有するものとしても構わない。残りの1枚の位相板は他の2枚の位相板と比べて異なる光学特性を有するように構成しても良い。ここでは、前記残りの1枚の位相板は、赤用の反射型液晶表示素子と前記2つの偏光分離部材のうちの1つとの間に配置されていても良いし、前記残りの1枚の位相板は、青用の反射型液晶表示素子と前記2つの偏光分離部材のうちの1つとの間に配置されていても良いし、前記残りの1枚の位相板は、緑用の反射型液晶表示素子と前記2つの偏光分離部材のうちの1つとの間に配置されている。また、前記3枚の位相板は実質的に同じ光学特性を有していても良い。

【0011】

前記色分解光学系がダイクロイックミラーを有しており、該ダイクロイックミラーにより緑色光を、赤色光、青色光に対して分離するように構成すると望ましい。

【0012】

ここで、前記使用波長とは、可視光領域であり、実質的に400nm～700nmを含む波長領域のことであると尚良い。

【0013】

また、本発明によれば、位相板を断面が段差形状を有する格子形状とし、段差における光路差を所定の波長 λ_0 の1/4波長に設定し、格子のピッチ p を波長 λ_0 よりも小さくすることにより、位相板に入射する光が任意の入射角度であっても一様に1/4位相差を与えることが可能となる。これにより照明光の F_{no} を小さく（照明光の広がり角度を大きく）することができ、コントラストの高い状態で投射する明るさを明るくすることが可能となる。

【発明の効果】

【0014】

位相板の角度特性が改善し、明るい照明光束に対しても適切な調整ができ、明るくコントラストの高い投射装置が実現できる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0015】

（実施例1）

10

20

30

40

50

図 1 は本発明の第 1 の実施例を表す図である。図中、1 は連続スペクトルで白色光を発光する光源で、2 は光を所定の方向に集光するリフレクターで、3 a 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で、3 b 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、4 は無偏光光を所定の偏光光に揃える偏光変換素子で、5 a はコンデンサーレンズで、5 b はフィールドレンズで、5 c は反射ミラーで、6 a、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 1 の色選択性位相差板、第 2 の色選択性位相差板で、7 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、8 a、8 b は第 1 の 1/2 波長板、第 2 の 1/2 波長板で、9 a、9 b、9 c、9 d 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、第 4 の偏光ビームスプリッターで、10 は G と R の中間の波長領域の光をカットするカラーフィルターで、11 r、11 g、11 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で、12 r、12 g、12 b は赤用の 1/4 波長板、緑用の 1/4 波長板、青用の 1/4 波長板で、13 は投射レンズである。

10

【0016】

次に光学的な作用を説明する。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ので、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。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。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、1/2 波長板を透過し P 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。集光光学系は、コンデンサーレンズ 5 a とフィールドレンズ 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 11 r、11 g、11 b を配置する。

20

30

【0017】

照明光路中に設けられた第 3 の色選択性位相差板 7 は図 2 の実線で示すような特性を有しており、B と R の光は P 偏光 (|) のままで、G の光は S 偏光 (・) に変換される。ここでいう偏光方向 (・) (|) は偏光変換素子及び偏光ビームスプリッターの偏光分離面に対する偏光の方向として表している。

【0018】

第 3 の色選択性位相差板 7 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 9 a に入射する。S 偏光である G の光は偏光分離面を反射し、P 偏光である R、B の光は偏光面を透過することで色分離が行われる。

40

【0019】

色分離された G の光は第 2 の偏光ビームスプリッター 9 b 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 11 g へと至る。G 用の反射型液晶表示素子 11 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。このときすべての偏光成分を S 偏光に変換した状態 (黒を表示した状態) において第 2 の偏光ビ

50

ムスプリッター 9 b と G 用の反射型液晶表示素子 1 1 g の間に設けられた 1/4 波長板 1 2 g の遅相軸を所定の方向に調整し、第 1 の偏光ビームスプリッターと G 用の反射型液晶表示素子で発生する偏光状態の乱れの影響を小さく抑えている。

【 0 0 2 0 】

第 2 の偏光ビームスプリッターを透過した光 (|) は、偏光方向と 4 5 度の方向に遅相軸がなるように配置された第 1 の 1/2 波長板 8 a を透過し、第 4 の偏光ビームスプリッターに対して S 偏光 (·) として入射し、偏光分離面を反射し、投射レンズ 1 3 へと至る。

【 0 0 2 1 】

第 1 の偏光ビームスプリッターを透過した R と B の光 (|) は、カラーフィルターに入射する。カラーフィルターは図 3 の実線で示すような特性を有しており、G と R の中間の波長領域にあたる黄色の色光と不要な緑の色光を反射するダイクロイックフィルターとして
10

【 0 0 2 2 】

また、カラーフィルターは光を吸収する特性でもよい。

【 0 0 2 3 】

色を調整された光は、第 1 の色選択性位相差板 6 a に入射する。第 1 の色選択性位相差板 6 a は図 2 の点線で示すような特性を有しており、B の光は P 偏光 (|) のままで、R の光は S 偏光 (·) に変換される。ここで偏光状態が変化する遷移領域は G の領域に設定して
20

【 0 0 2 4 】

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 9 c に入射する。よって第 3 の偏光ビームスプリッター 9 c 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 1 1 b 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 1 1 r に至る。

【 0 0 2 5 】

B 用の反射型液晶表示素子において 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。このとき、第 3 の偏光ビームスプリッター 9 c と R 用、B 用の反射型液晶表示素子 1 1 r、1 1 b の間に設けられた 1/4 波長板 1 2 r、1 2 b の遅相軸を調整して G の場合と同じように R、B それぞれの黒の表示の調整を行う。
30

【 0 0 2 6 】

合成された R と B の投射光は第 2 の色選択性位相差板に入射する。第 2 の色選択性位相差板は第 1 の色選択性位相差板と同じもので R の偏光方向のみを 9 0 度回転し、R、B とともに S 偏光 (·) に変換される。さらに偏光方向に対して 4 5 度方向に遅相軸を配置した 1/2 位相板 8 b によりそれぞれ P 偏光 (|) に変換され第 4 の偏光ビームスプリッター 4 d に
40

【 0 0 2 7 】

合成された R G B の投射光は投射レンズによりスクリーンなどに投影される。

【 0 0 2 8 】

ここで、偏光ビームスプリッター 9 b、9 c と反射型液晶表示素子 1 1 r、1 1 g、1 1 b の間に設ける位相板 1 2 r、1 2 g、1 2 b は図 4 に示すように格子構造としている。このとき格子の媒質の屈折率 n を 2.4 とし、色光の基準波長 λ_0 を 550nm とし、格子のピッチ p を $\lambda_0/2$ の 275nm、格子の凸部のピッチを $\lambda_0/4$ の 132.5nm としたとき、格子に平行な方向の等価屈折率 n_{TE} は

$$f = P'/P = 0.5$$

$$n_{TE}^2 = f \cdot n^2 + (1 - f) = 3.38$$

$$n_{TE} = 1.838$$

となり、格子に垂直な方向の等価屈折率 n_{TM} は

$$1/n_{TM}^2 = f \cdot (1/n^2) + (1 - f) = 0.587$$

$$n_{TM} = 1.305$$

となる。これにより格子の段差は

$$h = \lambda/4/(n_{TE} - n_{TM}) = 256 \text{ nm}$$

となっている。

【0029】

図4の位相板では基板を直接格子状にしているが、図5に示すように平行平板を基板として平面状に格子構造を転写するような構成でも同様な効果が得られる。

【0030】

(実施例2)

図6は本発明の第2の実施例を表す図である。図中、実施例1と同じ素子には同一の符号を記しており、24はS偏光に偏光方向を揃える偏光変換素子で、25aは第1のコンデンサーレンズで、25bは第2のコンデンサーレンズで、25c、25c'はフィールドレンズで、26は青(B)と緑(G)の波長領域の光を透過し、赤(R)の波長領域の光を反射するダイクロイックミラーで、27はGとRの中間の波長領域の光を一部カットするカラーフィルターで、28a、28bはG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1の色選択性位相差板、第2の色選択性位相差板で、29は所定の偏光成分を反射し、それとは直交する偏光成分を透過する偏光板で、30a、30b、30c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、31r、31g、31bは1/4位相板である。ここで、偏光板は不要な偏光方向を吸収するものでもよい。

【0031】

ダイクロイックミラー26を集光光学系を構成する第2のコンデンサーレンズ25bとフィールドレンズ25c、25c'の間に設けている。

【0032】

次に光学的な作用を説明する。

【0033】

偏光変換素子24を射出した光は、第1のコンデンサーレンズ25aと第2のコンデンサーレンズ25bにより集光され、ダイクロイックミラー26に入射する。ダイクロイックミラー26は図7の実線で示すような特性を有しており、BとGの光は透過し、Rの光は反射する。

【0034】

図6においては偏光変換素子24においてS偏光(・)であった光はダイクロイックミラー26に対してもS偏光(・)である。ただし本実施例においてはダイクロイックミラー26は第2のコンデンサーレンズ25bとフィールドレンズ25c、25c'の間に設けられているので、ダイクロイックミラー26に作用する光束はテレセントリックになっていない。そのためダイクロイックミラー26は図中AからBの方向に膜厚が徐々に厚くなるような構成とし入射角度による特性の変化を補正している。

【0035】

Rの光路において、ダイクロイックミラー26を反射した光はフィールドレンズ25cを透過し、カラーフィルター27に入射する。カラーフィルターは図7の点線で示すような特性を有しており、GとRの中間の波長領域にあたる黄色の色光を反射するダイクロイックフィルターとし、黄色の光を除去する。赤の光に黄色の色成分が多いと赤がオレンジになっていしまうので黄色の光を除去する方が色再現上望ましい。

【0036】

ここでカラーフィルター27はフィールドレンズ25cと別に設けているがフィールドレンズ25cのレンズ面に設けてもよい。

【0037】

色を調整された光は、第1の偏光ビームスプリッター30aに対してS偏光(・)として入射し、偏光分離面で反射され、R用の反射型液晶表示素子11rへと至る。R用の反射型液晶表示素子11r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(・)は再び偏光分離面で反射し、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。第1の偏光ビームスプリッター30aを透過した光は、第1の1/2波長板8aにより偏光方向を90度回転させ、第3の偏光ビームスプリッター30cに対してはS偏光(・)として入射し、偏光分離面で反射されて、投射レンズ13へと至る。

【0038】

10

このときすべての偏光成分をS偏光に変換した状態(黒を表示した状態)において第1の偏光ビームスプリッター30aとR用の反射型液晶表示素子11rの間に設けられた1/4波長板31rの遅相軸を所定方向に調整し、第1の偏光ビームスプリッターとG用の反射型液晶表示素子で発生する偏光状態の乱れの影響を小さく抑えている。

【0039】

ダイクロイックミラー26を透過したGとBの光は、フィールドレンズ25c'を透過し、偏光板29に入射する。偏光板29においてはダイクロイックミラー26に対してS偏光成分である偏光成分を透過し、P偏光成分である偏光成分を反射する特性を有する。偏光板29により偏光成分をより揃えた光(・)は第1の色選択性位相差板28aに入射する。第1の色選択性位相差板28aはGの光の偏光方向を90度回転する作用を持っており、これによりGの光はP偏光(|)として、Bの光はS偏光(・)として第2の偏光ビームスプリッター30bに入射する。

20

【0040】

B用の反射型液晶表示素子11b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B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。同様にG用の反射型液晶表示素子11gにおいてGの光が画像変調されて反射される。変調されたG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Gの反射光のS偏光成分(・)は偏光分離面を反射し投射光となる。これによりBとGの投射光は一つの光束に合成される。

30

【0041】

このとき、第2の偏光ビームスプリッター30bとG用、B用の反射型液晶表示素子11g、11bの間に設けられた1/4波長板31g、31bの遅相軸を調整してRの場合と同じようにG、Bそれぞれの黒の表示の調整を行う。

【0042】

合成されたGとBの投射光は第2の色選択性位相差板28bに入射する。第2の色選択性位相差板28bは第1の色選択性位相差板28aと同じものでGの偏光方向のみを90度回転し、第2の1/2波長板8bを経て、G、BともにP偏光(|)として第3の偏光ビームスプリッター10cに入射し、偏光分離面を透過することでRの投射光と合成される。

【0043】

40

ここで、偏光ビームスプリッター30a、30bと反射型液晶表示素子11r、11g、11bの間に設ける位相板31r、31g、31bは図8に示すような格子構造としている。このとき格子に入射する角度は、照明系の広がり角度で決まり、この角度 2θ を14度とし、格子の媒質の屈折率 n_1 を2.4、 n_2 を1.3とし、色光の基準波長 λ_0 を550nmとしたとき、格子のピッチ p を $\lambda_0/2$ の275nm、格子の凸部のピッチを165nmとしたとき、格子に平行な方向の等価屈折率 n_{TE} は

$$f = P'/P = 0.6$$

$$n_{TE}^2 = f \cdot n_1^2 + (1 - f) \cdot n_2^2 = 4.132$$

$$n_{TE} = 2.033$$

となり、格子に垂直な方向の等価屈折率 n_{TM} は

50

$$1 / n_{TM}^2 = f \cdot (1 / n^2) + (1 - f) = 0.422$$

$$n_{TM} = 1.540$$

となる。これにより格子の段差は

$$h = \lambda_0 / 4 / (n_{TE} - n_{TM}) = 279 \text{ nm}$$

となっている。

【0044】

図8の位相板では平行平板を基板として平面状に第1の物質(n_1)で格子構造を形成し、さらにこの格子を埋めるように第2の物質(n_2)を形成する。このとき2つの物質の屈折率の波長分散を異なるように設けることにより、1/4位相板として機能する波長範囲を拡大することができる。

【0045】

また、2つの偏光ビームスプリッターの間に設けた1/2波長板8a, 8bは、相対的に交差するように構成されている偏光分離面に対して所定の角度で入射する光線に対するS偏光を保持する作用を有しているので、上記1/4波長板と同様に格子構造としてもよい。

【0046】

本発明の画像投射装置について説明してきたが、勿論上記の限りではない。本発明の実施態様について以下に記載する。

【0047】

本実施例の画像表示装置は、少なくとも1つの画像表示素子と、光源からの光を用いて前記少なくとも1つの液晶表示素子を照明する照明光学系と、前記少なくとも1つの画像表示素子からの光を被投影面に投影する投影光学系とを有する画像投射装置であって、使用波長(可視光領域であり、実質的に400nm~700nmを含む波長領域のこと)よりも短い周期の周期構造を有する位相板を有することを特徴としている。

【0048】

ここで、前記位相板は1/4波長板であることが望ましい。前記少なくとも1つの画像表示素子が、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ことが好ましい。また、前記照明光学系が、前記光源からの光を複数の波長領域の光に分解する色分解光学系を備えていると尚良い。

【0049】

また、前記色分解光学系と前記少なくとも1つの画像表示素子との間に、前記位相板を配置することが望ましい。

【0050】

また、前記色分解光学系が有する偏光分離部材と前記少なくとも1つの画像表示素子との間の光路上に、前記位相板が配置されていることが望ましい。

【0051】

また、前記少なくとも1つの画像表示素子が、3つの反射型液晶表示素子であり、前記色分解光学系が2つの偏光分離部材を有しており、前記2つの偏光分離部材と前記3つの反射型液晶表示素子との間には、それぞれ前記位相板が配置されていることが望ましい。

【0052】

ここで、前記3枚の位相板はそれぞれ、3つの反射型液晶表示素子に対して離間されて配置されていることが望ましい。また、前記3枚の位相板はそれぞれ、前記2つの偏光分離部材に対して離間されて配置されていても良い。また、前記3枚の位相板は、それぞれ互いに異なる光学特性を有するように構成しても良い。また、前記3枚の位相板のうち2枚は実質的に同じ光学特性を有しており(もしくは2枚の位相板は同じ構成を有するものとしても構わない。残りの1枚の位相板は他の2枚の位相板と比べて異なる光学特性を有するように構成しても良い。ここでは、前記残りの1枚の位相板は、赤用の反射型液晶表示素子と前記2つの偏光分離部材のうちの1つとの間に配置されていても良いし、前記残りの1枚の位相板は、青用の反射型液晶表示素子と前記2つの偏光分離部材のうちの1つとの間に配置されていても良いし、前記残りの1枚の位相板は、緑用の反射型液晶表示素子と前記2つの偏光分離部材のうちの1つとの間に配置されている。また、前記3枚の位

10

20

30

40

50

相板は実質的に同じ光学特性を有していても良い。

【 0 0 5 3 】

前記色分解光学系がダイクロミックミラーを有しており、該ダイクロミックミラーにより緑色光を、赤色光、青色光に対して分離するように構成すると望ましい。この分離された赤色光、青色光を後段の偏光分離部材（偏光分離面を有するプリズムやミラー等）を用いてさらに色分離した後各色の液晶パネルに導くように構成するのが好ましい。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 5 4 】

【図 1】第 1 の実施例を説明する図

【図 2】波長選択性位相差板の特性を説明する図

10

【図 3】ダイクロフィルターの特性を説明する図

【図 4】第 1 の実施例に使用する位相板の構造を説明する図

【図 5】第 1 の実施例に使用する位相板の構造を説明する図

【図 6】第 2 の実施例を説明する図

【図 7】ダイクロミラー、ダイクロフィルターの特性を説明する図

【図 8】第 2 の実施例に使用する位相板の構造を説明する図

【図 9】従来例を説明する図

【符号の説明】

【 0 0 5 5 】

1 光源

20

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

5 a コンデンサーレンズ

5 b フィールドレンズ

5 c 反射ミラー

6 a、6 b 第 1 の色選択性位相差板、第 2 の色選択性位相差板

7 第 3 の色選択性位相差板

8 a、8 b 第 1 の 1/2 波長板、第 2 の 1/2 波長板

30

9 a、9 b、9 c、9 d 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、第 4 の偏光ビームスプリッター

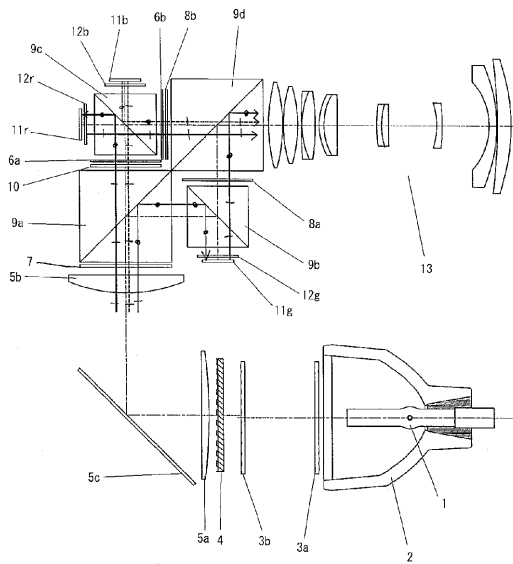
10 カラーフィルター

11 r、11 g、11 b 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

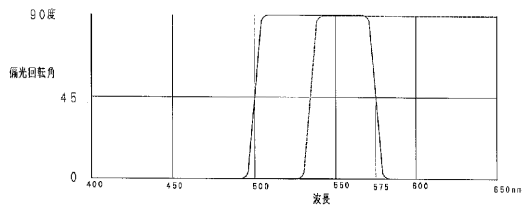
12 r、12 g、12 b 赤用の 1/4 波長板、緑用の 1/4 波長板、青用の 1/4 波長板

13 投射レンズ

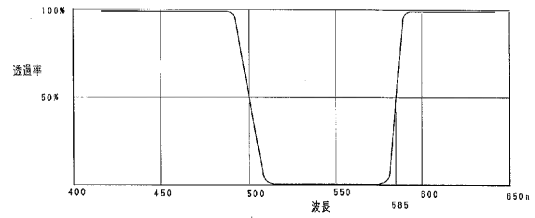
【図 1】



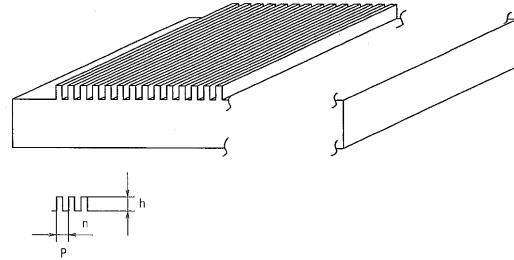
【図 2】



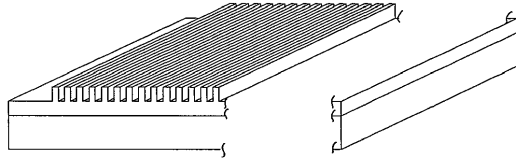
【図 3】



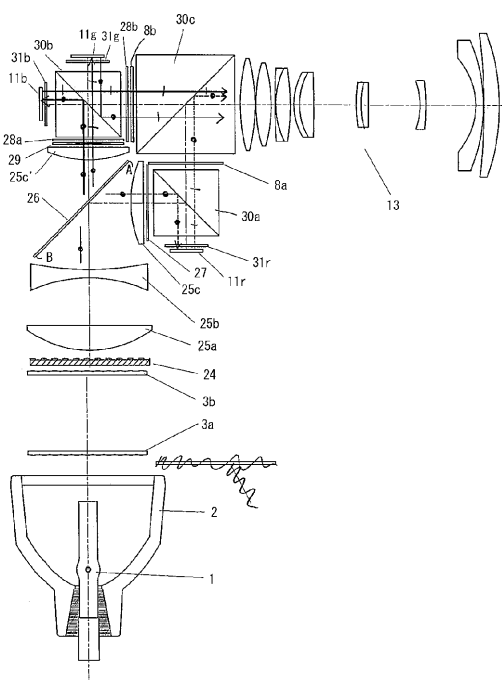
【図 4】



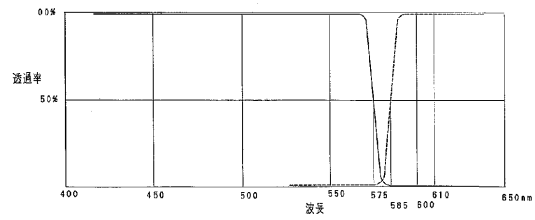
【図 5】



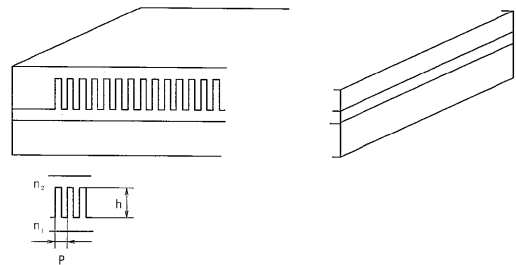
【図 6】



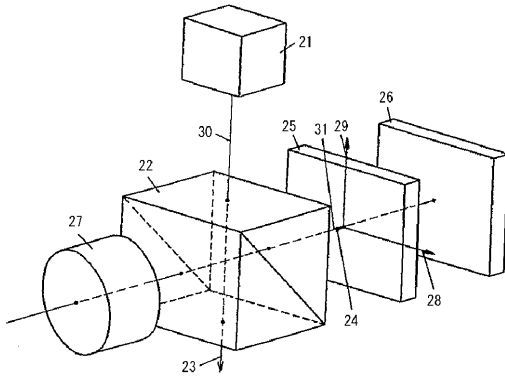
【図 7】



【図 8】



【 図 9 】



- 21…光源
22…偏光ビームスプリッタ
25…1/4波長板
26…液晶パネル
27…投影レンズ
30…入射光軸
31…反射光軸

フロントページの続き

F ターム(参考) 2K103 AA01 AA05 AA14 AB10 BC09 BC12 BC15 CA18