

(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2012-145854
(P2012-145854A)

(43) 公開日 平成24年8月2日(2012.8.2)

(51) Int.Cl.			F I			テーマコード (参考)
G02F	1/13	(2006.01)	G02F	1/13	505	2H052
G03B	21/00	(2006.01)	G03B	21/00	E	2H088
G03B	21/14	(2006.01)	G03B	21/14	Z	2K103
G02B	3/00	(2006.01)	G02B	3/00	A	
G02B	19/00	(2006.01)	G02B	19/00		

審査請求 未請求 請求項の数 7 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2011-5572 (P2011-5572)
(22) 出願日 平成23年1月14日 (2011.1.14)

(71) 出願人 00002369
セイコーエプソン株式会社
東京都新宿区西新宿2丁目4番1号
(74) 代理人 100095728
弁理士 上柳 雅誉
(74) 代理人 100107261
弁理士 須澤 修
(74) 代理人 100127661
弁理士 宮坂 一彦
(72) 発明者 春山 明秀
長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイコーエプソン株式会社内
Fターム(参考) 2H052 BA02 BA03 BA09 BA14

最終頁に続く

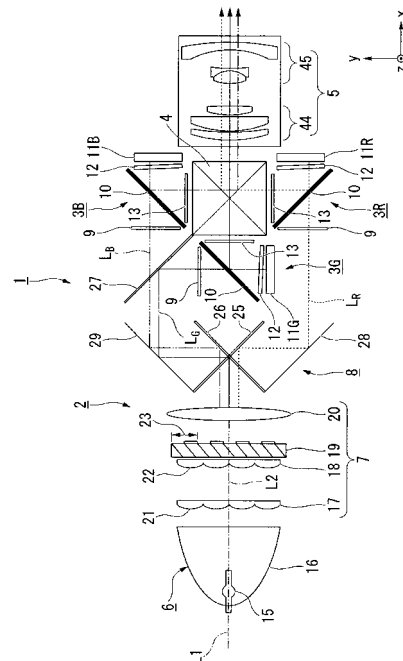
(54) 【発明の名称】 プロジェクター

(57) 【要約】

【課題】表示パターン周辺の色付きによる不快感を抑制可能なプロジェクターを提供する。

【解決手段】本発明のプロジェクター1は、異なる色の複数の色光を射出する照明装置2と、複数の色光の各々を変調する複数の液晶ライトバルブ3R, 3G, 3Bと、複数の液晶ライトバルブにより変調された色光を合成する色合成素子4と、色合成素子により合成された光を被投射面上に投射する投射光学系5と、を備え、複数の液晶ライトバルブ3R, 3G, 3Bのうち、一つの色光を変調する一つの液晶ライトバルブのセル厚が他の色光を変調する他の液晶ライトバルブのセル厚よりも薄く、最大階調電圧印加時の液晶の配向状態が一つの液晶ライトバルブと他の液晶ライトバルブとで概ね一致している。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

異なる色の複数の色光を射出する照明装置と、
 前記複数の色光の各々を変調する複数の液晶ライトバルブと、
 前記複数の液晶ライトバルブにより変調された色光を合成する色合成光学系と、
 前記色合成光学系により合成された光を被投射面上に投射する投射光学系と、を備え、
 前記複数の液晶ライトバルブのうち、一つの色光を変調する一つの液晶ライトバルブのセル厚が他の色光を変調する他の液晶ライトバルブのセル厚よりも薄く、最大階調電圧印加時の液晶の配向状態が前記一つの液晶ライトバルブと前記他の液晶ライトバルブとで概ね一致していることを特徴とするプロジェクター。

10

【請求項 2】

異なる色の複数の色光を射出する照明装置と、
 前記複数の色光の各々を変調する複数の液晶ライトバルブと、
 前記複数の液晶ライトバルブにより変調された色光を合成する色合成光学系と、
 前記色合成光学系により合成された光を被投射面上に投射する投射光学系と、を備え、
 前記複数の液晶ライトバルブのうち、一つの色光を変調する一つの液晶ライトバルブの液晶の屈折率異方性が他の色光を変調する他の液晶ライトバルブの液晶の屈折率異方性よりも小さく、最大階調電圧印加時の液晶の配向状態が前記一つの液晶ライトバルブと前記他の液晶ライトバルブとで概ね一致していることを特徴とするプロジェクター。

20

【請求項 3】

異なる色の複数の色光を射出する照明装置と、
 前記複数の色光の各々を変調する複数の液晶ライトバルブと、
 前記複数の液晶ライトバルブにより変調された色光を合成する色合成光学系と、
 前記色合成光学系により合成された光を被投射面上に投射する投射光学系と、を備え、
 前記複数の液晶ライトバルブのうち、一つの色光を変調する一つの液晶ライトバルブの液晶のプレチルト角が他の色光を変調する他の液晶ライトバルブの液晶のプレチルト角よりも小さく、最大階調電圧印加時の液晶の配向状態が前記一つの液晶ライトバルブと前記他の液晶ライトバルブとで概ね一致していることを特徴とするプロジェクター。

【請求項 4】

前記液晶ライトバルブが、液晶層と、前記液晶層を挟持する一对の基板と、前記一对の基板の各々に設けられた電極と、前記一对の基板のうちの少なくとも一方の基板における前記電極の前記液晶層側に設けられた絶縁膜と、を備え、
 前記複数の液晶ライトバルブのうち、一つの色光を変調する一つの液晶ライトバルブの前記絶縁膜の膜厚が他の色光を変調する他の液晶ライトバルブの前記絶縁膜の膜厚よりも薄いことを特徴とする請求項 1 ないし 3 のいずれか一項に記載のプロジェクター。

30

【請求項 5】

異なる色の複数の色光を射出する照明装置と、
 前記複数の色光の各々を変調する複数の液晶ライトバルブと、
 前記複数の液晶ライトバルブにより変調された色光を合成する色合成光学系と、
 前記色合成光学系により合成された光を被投射面上に投射する投射光学系と、を備え、
 前記液晶ライトバルブが、液晶層と、前記液晶層を挟持する一对の基板と、前記一对の基板の各々に設けられた電極と、前記一对の基板のうちの少なくとも一方の基板における前記電極の前記液晶層側に設けられた絶縁膜と、を備え、
 前記複数の液晶ライトバルブのうち、一つの色光を変調する一つの液晶ライトバルブの前記絶縁膜の膜厚が他の色光を変調する他の液晶ライトバルブの前記絶縁膜の膜厚よりも薄く、最大階調電圧印加時の液晶の配向状態が前記一つの液晶ライトバルブと前記他の液晶ライトバルブとで概ね一致していることを特徴とするプロジェクター。

40

【請求項 6】

前記複数の液晶ライトバルブが、赤色光変調用液晶ライトバルブ、緑色光変調用液晶ライトバルブ、および青色光変調用液晶ライトバルブであり、

50

前記一つの液晶ライトバルブが前記青色光変調用液晶ライトバルブであることを特徴とする請求項 1 ないし 5 のいずれか一項に記載のプロジェクト。

【請求項 7】

前記液晶ライトバルブが反射型液晶ライトバルブであることを特徴とする請求項 1 ないし 6 のいずれか一項に記載のプロジェクト。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、プロジェクトに関する。

【背景技術】

【0002】

プロジェクトは、光源からの光を液晶ライトバルブ等の光変調素子により変調し、変調された光を投射光学系によりスクリーン等の被投射面上に投射し、表示を行う光学機器である。近年、プロジェクトの表示品位の向上が求められており、そのための様々な手法が提案されている。

【0003】

例えば、下記の特許文献 1 には、赤 (R)、緑 (G)、青 (B) の各画像を形成する透過型の液晶パネルを用いた投影型液晶表示装置において、3 枚の液晶パネルでセル厚を異ならせることで、最終的に投影される各色の画像の輝度やコントラストを揃えることが開示されている。また、下記の特許文献 2 には、垂直配向モードの反射型液晶表示装置を用いたプロジェクトシステムにおいて、隣接する画素間に液晶分子のプレチルト角が画素内と異なる領域を設けることで、ディスクリネーションと呼ばれる液晶分子の配向乱れに伴う表示不良を抑制することが開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開平 9 - 160030 号公報

【特許文献 2】特開 2008 - 46337 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

例えば、ある画素で白表示、その画素の隣の画素で黒表示を行っている場合、これら 2 つの画素間には液晶パネルの基板面に略平行な方向の電界、いわゆる横電界が発生する。このように、隣接する画素間に横電界が生じるようなパターンを表示させた際、パターン周辺の画素内の一部の領域が色付く現象が生じることがある。さらに上記のパターンを移動させると、色付いた部分も移動して視認され、観察者に不快感が生じるという問題があった。上記の特許文献 1, 2 において、ディスクリネーションを完全に防止できなかった場合には、上記の不快感を解消できるものではない。

【0006】

本発明は、上記の課題を解決するためになされたものであって、表示パターン周辺の色付きによる不快感を抑制することができるプロジェクトの提供を目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記の目的を達成するために、本発明のプロジェクトは、異なる色の複数の色光を射出する照明装置と、前記色光を変調する複数の液晶ライトバルブと、前記複数の液晶ライトバルブによって変調された色光を合成する色合成光学系と、前記色合成光学系によって合成された光を被投射面上に投射する投射光学系と、を備え、前記複数の液晶ライトバルブのうち、一つの色光を変調する一つの液晶ライトバルブのセル厚が他の色光を変調する他の液晶ライトバルブのセル厚よりも薄く、最大階調電圧印加時の液晶の配向状態が前記一つの液晶ライトバルブと前記他の液晶ライトバルブとで概ね一致していることを特徴と

10

20

30

40

50

する。

【0008】

なお、本発明において、「最大階調電圧印加時の液晶の配向状態が前記一つの液晶ライトバルブと前記他の液晶ライトバルブとで概ね一致している」とは、最大階調電圧印加時の前記一つの液晶ライトバルブと前記他の液晶ライトバルブとにおける各液晶層の厚さ方向の中心に存在する液晶分子のチルト角（液晶パネルの法線と液晶分子の長軸とのなす角）を比較したとき、最大のチルト角と最小のチルト角との差が5度以下であることを意味する。

また、「最大階調電圧」とは、液晶の反射率もしくは透過率が略最大値を取るときの電圧を意味する。

また、「液晶層の厚さ方向の中心に存在する液晶分子のチルト角」のことを、以下の説明では「平均チルト角」と称する。

【0009】

本発明者は、鋭意検討した結果、表示パターン周辺の色付きの原因を以下のように推察した。

一般に、液晶の屈折率異方性は波長分散を有しているため、液晶の電圧 - 反射率特性（V - R特性）もしくは電圧 - 透過率特性（V - T特性）は光の波長によって異なる。よって、反射率もしくは透過率が最大値を取るときの電圧、すなわち最大階調電圧は光の波長によって異なる。これに伴い、異なる色の色光毎に対応した複数の液晶ライトバルブを備えたプロジェクターにおいては、最大階調電圧印加時の平均チルト角が波長（液晶ライトバルブ）によって異なり、ディスクリネーションの発生の度合いが波長（液晶ライトバルブ）によって異なる。よって、複数の液晶ライトバルブで形成される各色の画像が重畳されたとき、ディスクリネーションは完全には重なり合わないため、ディスクリネーションの発生領域が色付きとして視認される。

【0010】

これに対し、本発明のプロジェクターにおいては、一つの液晶ライトバルブのセル厚を他の液晶ライトバルブのセル厚よりも薄く設定し、最大階調電圧印加時の液晶の配向状態、すなわち平均チルト角を一つの液晶ライトバルブと他の液晶ライトバルブとで概ね一致させている。そのため、ディスクリネーションの発生の度合いが波長に係わらず全ての液晶ライトバルブで略同一となる。これにより、ディスクリネーションは発生するものの、ディスクリネーションが発生し難い色光だけが視認されるようなことがなく、表示パターン周辺の色付きによる不快感を抑制することができる。

【0011】

本発明のプロジェクターは、異なる色の複数の色光を射出する照明装置と、前記色光を変調する複数の液晶ライトバルブと、前記複数の液晶ライトバルブによって変調された色光を合成する色合成光学系と、前記色合成光学系によって合成された光を被投射面上に投射する投射光学系と、を備え、前記複数の液晶ライトバルブのうち、一つの色光を変調する一つの液晶ライトバルブの液晶の屈折率異方性が他の色光を変調する他の液晶ライトバルブの液晶の屈折率異方性よりも小さく、最大階調電圧印加時の液晶の配向状態が前記一つの液晶ライトバルブと前記他の液晶ライトバルブとで概ね一致していることを特徴とする。

【0012】

本発明のプロジェクターにおいては、一つの液晶ライトバルブの液晶の屈折率異方性を他の液晶ライトバルブの液晶の屈折率異方性よりも小さく設定し、最大階調電圧印加時の液晶の配向状態、すなわち平均チルト角を一つの液晶ライトバルブと他の液晶ライトバルブとで概ね一致させている。そのため、ディスクリネーションの発生の度合いが波長に係わらず全ての液晶ライトバルブで略同一となる。これにより、ディスクリネーションは発生するものの、ディスクリネーションが発生し難い色光だけが視認されるようなことがなく、表示パターン周辺の色付きによる不快感を抑制することができる。

【0013】

10

20

30

40

50

本発明のプロジェクターは、異なる色の複数の色光を射出する照明装置と、前記色光を変調する複数の液晶ライトバルブと、前記複数の液晶ライトバルブによって変調された色光を合成する色合成光学系と、前記色合成光学系によって合成された光を被投射面上に投射する投射光学系と、を備え、前記複数の液晶ライトバルブのうち、一つの色光を変調する一つの液晶ライトバルブの液晶のプレチルト角が他の色光を変調する他の液晶ライトバルブの液晶のプレチルト角よりも小さく、最大階調電圧印加時の液晶の配向状態が前記一つの液晶ライトバルブと前記他の液晶ライトバルブとで概ね一致していることを特徴とする。

【0014】

本発明のプロジェクターにおいては、一つの液晶ライトバルブの液晶のプレチルト角を他の液晶ライトバルブの液晶のプレチルト角よりも小さく設定し、最大階調電圧印加時の液晶の配向状態、すなわち平均チルト角を一つの液晶ライトバルブと他の液晶ライトバルブとで概ね一致させている。そのため、ディスクリネーションの発生の度合いが波長に係わらず全ての液晶ライトバルブで略同一となる。これにより、ディスクリネーションは発生するものの、ディスクリネーションが発生し難い色光だけが視認されるようなことがなく、表示パターン周辺の色付きによる不快感を抑制することができる。

【0015】

本発明のプロジェクターにおいては、前記液晶ライトバルブが、液晶層と、前記液晶層を挟持する一对の基板と、前記一对の基板の各々に設けられた電極と、前記一对の基板のうち少なくとも一方の基板における前記電極の前記液晶層側に設けられた絶縁膜と、を備え、前記複数の液晶ライトバルブのうち、一つの色光を変調する一つの液晶ライトバルブの前記絶縁膜の膜厚が他の色光を変調する他の液晶ライトバルブの前記絶縁膜の膜厚より薄い構成としても良い。

【0016】

この構成によれば、一つの液晶ライトバルブの絶縁膜の膜厚が他の液晶ライトバルブの絶縁膜の膜厚より薄いため、一つの液晶ライトバルブにおいては他の液晶ライトバルブよりも横電界の影響が大きくなる。これにより、一つの液晶ライトバルブにおけるディスクリネーションを発生させやすくすることで、他の液晶ライトバルブにおけるディスクリネーションの発生の度合いに合わせることができる。

【0017】

本発明のプロジェクターは、異なる色の複数の色光を射出する照明装置と、前記色光を変調する複数の液晶ライトバルブと、前記複数の液晶ライトバルブによって変調された色光を合成する色合成光学系と、前記色合成光学系によって合成された光を被投射面上に投射する投射光学系と、を備え、前記液晶ライトバルブが、液晶層と、前記液晶層を挟持する一对の基板と、前記一对の基板の各々に設けられた電極と、前記一对の基板のうち少なくとも一方の基板における前記電極の前記液晶層側に設けられた絶縁膜と、を備え、前記複数の液晶ライトバルブのうち、一つの色光を変調する一つの液晶ライトバルブの前記絶縁膜の膜厚が他の色光を変調する他の液晶ライトバルブの前記絶縁膜の膜厚よりも小さく、最大階調電圧印加時の液晶の配向状態が前記一つの液晶ライトバルブと前記他の液晶ライトバルブとで概ね一致していることを特徴とする。

【0018】

本発明のプロジェクターにおいては、一つの液晶ライトバルブの絶縁膜の膜厚を他の液晶ライトバルブの絶縁膜の膜厚よりも小さく設定し、最大階調電圧印加時の液晶の配向状態、すなわち平均チルト角を一つの液晶ライトバルブと他の液晶ライトバルブとで概ね一致させている。そのため、ディスクリネーションの発生の度合いが波長に係わらず全ての液晶ライトバルブで略同一となる。これにより、ディスクリネーションは発生するものの、ディスクリネーションが発生し難い色光だけが視認されるようなことがなく、表示パターン周辺の色付きによる不快感を抑制することができる。

【0019】

本発明のプロジェクターにおいては、前記複数の液晶ライトバルブが、赤色光変調用液

10

20

30

40

50

晶ライトバルブ、緑色光変調用液晶ライトバルブ、および青色光変調用液晶ライトバルブであり、前記一つの液晶ライトバルブが前記青色光変調用液晶ライトバルブであることが望ましい。

【0020】

一般に、青色光に対する最大階調電圧は他の色光に対する最大階調電圧に比べて低く、青色光に対する最大階調電圧印加時の平均チルト角は他の色光に対する最大階調電圧印加時の平均チルト角に比べて大きい。すなわち、基板水平方向と液晶の平均チルト方向とのなす角度が、他の色光の前記角度に比べて大きい。したがって、青色光変調用ライトバルブでは、赤色光変調用液晶ライトバルブや緑色光変調用液晶ライトバルブに比べてディスクリネーションが発生し難い。そこで、青色光変調用ライトバルブのセル厚、屈折率異方性、プレチルト角、絶縁膜厚等を調整し、青色光変調用ライトバルブにおける最大階調電圧印加時の平均チルト角を他の色光変調用ライトバルブにおける最大階調電圧印加時の平均チルト角に合わせることで、ディスクリネーション発生領域が青く色付く現象を抑えることができる。

10

【0021】

本発明のプロジェクターにおいては、前記液晶ライトバルブが反射型液晶ライトバルブであることが望ましい。

反射型液晶ライトバルブを用いた場合、液晶層を光が2回通るため、液晶の屈折率異方性やセル厚が同じであったとしても、液晶層でのリタデーション（屈折率異方性（ n ）とセル厚（ d ）との積（ $n \cdot d$ ））が透過型液晶ライトバルブの2倍となる。したがって、反射型液晶ライトバルブと透過型液晶ライトバルブとで屈折率異方性やセル厚を同じ量だけ変化させたとしても、最大階調電圧印加時の平均チルト角の変化は反射型液晶ライトバルブの方が大きくなる。よって、本発明は透過型液晶ライトバルブにも適用可能であるが、反射型液晶ライトバルブに特に好適である。

20

【図面の簡単な説明】

【0022】

【図1】本発明の第1実施形態のプロジェクターを示す概略構成図である。

【図2】プロジェクターの液晶ライトバルブ周辺の構成を示す断面図である。

【図3】本プロジェクターにおいて、赤色光、緑色光、青色光に対するV-R特性および最大階調電圧印加時の平均チルト角を示すグラフである。

30

【図4】第2実施形態のプロジェクターにおける液晶ライトバルブ周辺の構成を示す断面図である。

【図5】本プロジェクターにおいて、赤色光、緑色光、青色光に対するV-R特性および最大階調電圧印加時の平均チルト角を示すグラフである。

【図6】第3実施形態のプロジェクターにおける液晶ライトバルブ周辺の構成を示す断面図である。

【図7】第4実施形態のプロジェクターにおける液晶ライトバルブ周辺の構成を示す断面図である。

【図8】表示パターン周辺での色付き現象の発生原因を説明するための図である。

40

【発明を実施するための形態】

【0023】

[第1実施形態]

以下、本発明の第1実施形態について、図1～図3を用いて説明する。

本実施形態では、3枚の反射型液晶ライトバルブを備えたプロジェクター、いわゆる3板式の液晶プロジェクターを例に挙げて説明する。

図1は、本実施形態のプロジェクターを示す概略構成図である。図2は、液晶ライトバルブ周辺の構成を示す断面図である。図3は、本実施形態のプロジェクターにおいて、赤色光用液晶ライトバルブ、緑色光用液晶ライトバルブ、青色光用液晶ライトバルブの各々に対するV-R特性および最大階調電圧印加時の平均チルト角を示すグラフである。

なお、以下の各図面においては各構成要素を見やすくするため、構成要素によって寸法

50

の縮尺を異ならせて示すことがある。

【0024】

本実施形態のプロジェクター1は、図1に示すように、赤色光(R光)、緑色光(G光)、青色光(B光)からなる3色の色光を射出する照明装置2と、各色光による画像を形成する3組の液晶ライトバルブ3R, 3G, 3Bと、3色の色光を合成する色合成素子4(色合成光学系)と、合成された光をスクリーン等の被投射面(図示せず)に投射する投射光学系5と、を備えている。照明装置2は、光源6と、インテグレーター光学系7と、色分離光学系8と、を備えている。液晶ライトバルブ3R, 3G, 3Bは、入射側偏光板9と、偏光ビームスプリッター10(Polarized Beam Splitter, 以下、PBSと略記する)と、反射型の液晶セル11R, 11G, 11Bと、光学補償板12と、射出側偏光板13と、を備えている。

10

【0025】

プロジェクター1は、概略すると以下のように動作する。

光源2から射出された白色光は、インテグレーター光学系7に入射する。インテグレーター光学系7に入射した白色光は、照度が均一化されるとともに偏光状態が所定の直線偏光に揃えられて射出される。インテグレーター光学系7から射出された白色光は、色分離光学系8によりR, G, Bの各色光に分離され、色光毎に異なる組の液晶ライトバルブ3R, 3G, 3Bに入射する。各液晶ライトバルブ3R, 3G, 3Bに入射した色光は、表示すべき画像の画像信号に基づいて変調された変調光となる。3組の液晶ライトバルブ3R, 3G, 3Bから射出された3色の変調光は、色合成素子4により合成されて多色光となり、投射光学系5に入射する。投射光学系5に入射した多色光は、スクリーン等の被投射面に投射される。このようにして、被投射面にフルカラーの画像が表示される。

20

【0026】

以下、プロジェクター1の各構成要素について詳しく説明する。

光源6は、光源ランプ15と放物面リフレクター16とを有している。光源ランプ15から放射された光は、放物面リフレクター16によって一方向に反射されて略平行な光束となり、光源光としてインテグレーター光学系7に入射する。光源ランプ15は、例えばメタルハライドランプ、キセノンランプ、高圧水銀ランプ、ハロゲンランプ等により構成される。放物面リフレクター16に代えて、楕円リフレクター、球面リフレクター等によりリフレクターを構成しても良い。リフレクターの形状に応じて、リフレクターから射出された光を平行化する平行化レンズを用いても良い。

30

【0027】

インテグレーター光学系7は、第1レンズアレイ17と、第2レンズアレイ18と、偏光変換素子19と、重畳レンズ20と、を有している。第1レンズアレイ17は、光源6の光軸L1に略直交する面に配列された複数のマイクロレンズ21を有している。第2レンズアレイ18は、第1レンズアレイ17と同様、複数のマイクロレンズ22を有している。各マイクロレンズ21, 22はマトリクス状に配列されており、光軸L1に直交する平面における平面形状が、液晶セル11R, 11G, 11Bの被照明領域と相似形状(略矩形)になっている。被照明領域とは、液晶セル11R, 11G, 11Bにおいて複数の画素がマトリクス状に配列されて表示に実質的に寄与する領域のことである。

40

【0028】

偏光変換素子19は、複数の偏光変換ユニット23を有している。各偏光変換ユニット23は、その詳細な構造を図示しないが、偏光分離膜(以下、PBS膜という)、1/2位相板、および反射ミラーを有している。第1レンズアレイ17の各マイクロレンズ21は、第2レンズアレイ18の各マイクロレンズ22と1対1で対応している。第2レンズアレイ18の各マイクロレンズ22は、偏光変換素子19の各偏光変換ユニット23と1対1で対応している。

【0029】

インテグレーター光学系7に入射した光源光は、第1レンズアレイ17の複数のマイクロレンズ21に空間的に分かれて入射し、マイクロレンズ21に入射した光束毎に集光さ

50

れる。各マイクロレンズ 2 1 により集光された光源光は、マイクロレンズ 2 1 と対応する第 2 レンズアレイ 1 8 のマイクロレンズ 2 2 に結像する。すなわち、第 2 レンズアレイ 1 8 の複数のマイクロレンズ 2 2 の各々に二次光源像が形成される。マイクロレンズ 2 2 に形成された二次光源像からの光は、このマイクロレンズ 2 2 に対応する偏光変換ユニット 2 3 に入射する。

【 0 0 3 0 】

偏光変換ユニット 2 3 に入射した光は、P B S 膜に対する P 偏光と S 偏光とに分離される。分離された一方の偏光（例えば S 偏光）は、反射ミラーで反射した後に 1 / 2 位相板を通ることで偏光状態が変換され、他方の偏光（例えば P 偏光）に揃えられる。ここでは、偏光変換ユニット 2 3 を通った光の偏光状態が、後述する入射側偏光板 9 を透過する偏光状態に揃えられるようになっている。複数の偏光変換ユニット 2 3 から射出された光は、重畳レンズ 2 0 によって液晶セル 1 1 R , 1 1 G , 1 1 B の被照明領域上に重畳される。第 1 レンズアレイ 1 7 により空間的に分割された各光束が被照明領域の略全域を照明することにより照度分布が平均化され、被照明領域上の照度が均一化される。

10

【 0 0 3 1 】

色分離光学系 8 は、波長選択面を有する第 1 ダイクロイックミラー 2 5、第 2 ダイクロイックミラー 2 6、第 3 ダイクロイックミラー 2 7、および第 1 反射ミラー 2 8、第 2 反射ミラー 2 9 を有している。第 1 ダイクロイックミラー 2 5 は、赤色光 L R を反射させるとともに、緑色光 L G および青色光 L B を透過させる分光特性を有している。第 2 ダイクロイックミラー 2 6 は、赤色光 L R を透過させるとともに、緑色光 L G および青色光 L B を反射させる分光特性を有している。第 3 ダイクロイックミラー 2 7 は、緑色光 L G を反射させるとともに、青色光 L B を透過させる分光特性を有している。第 1 ダイクロイックミラー 2 5 と第 2 ダイクロイックミラー 2 6 とは、各々の波長選択面が互いに略直交するように、かつ各々の波長選択面がインテグレーター光学系 7 の光軸 L 2 と略 4 5 ° の角度をなすように配置されている。

20

【 0 0 3 2 】

色分離光学系 8 に入射した光源光に含まれる赤色光 L R、緑色光 L G、青色光 L B は、以下のようにして分離され、分離された色光毎に対応する液晶ライトバルブ 3 R , 3 G , 3 B に入射する。すなわち、赤色光 L R は、第 2 ダイクロイックミラー 2 6 を透過するとともに第 1 ダイクロイックミラー 2 5 で反射した後、第 1 反射ミラー 2 8 で反射し、赤色光用液晶ライトバルブ 3 R に入射する。緑色光 L G は、第 1 ダイクロイックミラー 2 5 を透過するとともに第 2 ダイクロイックミラー 2 6 で反射した後、第 2 反射ミラー 2 9 で反射し、第 3 ダイクロイックミラー 2 7 で反射して、緑色光用液晶ライトバルブ 3 G に入射する。青色光 L B は、第 1 ダイクロイックミラー 2 5 を透過するとともに第 2 ダイクロイックミラー 2 6 で反射した後、第 2 反射ミラー 2 9 で反射し、第 3 ダイクロイックミラー 2 7 を透過して、青色光用液晶ライトバルブ 3 B に入射する。

30

【 0 0 3 3 】

赤色光用液晶ライトバルブ 3 R、緑色光用液晶ライトバルブ 3 G、青色光用液晶ライトバルブ 3 B はいずれも同様の構成になっている。ここでは、液晶ライトバルブを代表して、緑色光用液晶ライトバルブ 3 G の構成について説明する。

40

緑色光用液晶ライトバルブ 3 G は、入射側偏光板 9、P B S 1 0、緑色光用液晶セル 1 1 G、光学補償板 1 2、射出側偏光板 1 3 を有している。光源光の一部である緑色光 L G は入射側偏光板 9 に入射する。入射側偏光板 9 は直線偏光を通すものであり、次に説明する P B S 1 0 の偏光分離面に対する P 偏光を通すように透過軸が設定されている。以下、P B S 1 0 の偏光分離面に対する P 偏光を単に P 偏光と称し、P B S 1 0 の偏光分離面に対する S 偏光を単に S 偏光と称する。上述したように、インテグレーター光学系 7 を通った光源光は、偏光状態が P 偏光に揃えられており、光 L G の略全てが入射側偏光板 9 を通り、P B S 1 0 に入射する。

【 0 0 3 4 】

本実施形態の P B S 1 0 はワイヤーグリッド型 P B S であり、例えばガラス基板とその

50

上に形成された複数の金属線とにより構成されている（図示略）。複数の金属線は、全てが一方向（Z方向）に延在しており、互いに略平行に離間してガラス基板上に形成されている。複数の金属線が形成されたガラス基板の主面が偏光分離面となり、複数の金属線の延在方向が反射軸方向であり、複数の金属線の配列方向が透過軸方向である。偏光分離面は、偏光分離面に入射する緑色光LGの中心軸に対して略45°の角度をなしている。偏光分離面に入射した緑色光LGのうちで、偏光方向が反射軸方向と一致するS偏光は偏光分離面で反射し、偏光方向が透過軸方向と一致するP偏光は偏光分離面を透過する。インテグレーター光学系7の偏光変換素子19によって緑色光LGは概ねP偏光になっているため、緑色光LGはPBS10の偏光分離面を透過して緑色光用液晶セル11Gに入射する。入射側偏光板9、射出側偏光板13はワイヤグリッド型偏光板で構成されている。

10

【0035】

本実施形態の緑色光用液晶セル11Gは反射型液晶セルであり、液晶モードは垂直配向（Vertical Alien）モードである。緑色光用液晶セル11Gは、図2（B）に示すように、互いに対向配置されたTFTアレ基板31および対向基板32と、これら2枚の基板間に挟持された液晶層33と、を有している。液晶層33は誘電率異方性が負の液晶材料で構成されており、屈折率異方性 n が0.12、誘電率異方性 が-5.5、である。

【0036】

また、PBS10と緑色光用液晶セル11Gとの間に光学補償板12が設けられている。PBS10を透過した緑色光LGは、光学補償板12、対向基板32を順次透過し、液晶層33に入射した後にTFTアレ基板31上で反射して折り返される。緑色光LGは、液晶層33を透過する間に変調されて変調光となり、対向基板32、光学補償板12を順次透過する。

20

【0037】

TFTアレ基板31を構成する基板本体35上には、互いに平行に配置された複数のゲート線と互いに平行に配置された複数のソース線とが直交するように配置され、ゲート線とソース線との交点近傍に設けられたTFTを介して画素電極36が設けられている。なお、図2（A）、（B）においては、ゲート線、ソース線、TFT等の画素電極36よりも下層側の構成要素の図示は省略する。画素電極36は例えばアルミニウム、銀、これらの合金等の光反射率の高い金属等から構成され、反射電極として機能する。一方、対向基板32を構成する基板本体38上には、インジウム錫酸化物（Indium Tin Oxide、以下、ITOと略記する）等の透明導電材料からなる共通電極39が設けられている。

30

【0038】

TFTアレ基板31の画素電極36上には配向膜37が形成されている。同様に、対向基板32の共通電極39上には配向膜40が形成されている。これらの配向膜37、40は、シリコン酸化物（ SiO_2 ）を真空蒸着することにより形成されている。真空蒸着時の真空度は 5×10^3 Pa、基板温度は100とする。また、配向膜37、40に異方性を付与するため、基板面から45度傾いた方向から蒸着を行う。このようにすると、蒸着方位と等しい方位において基板面から70度傾いた方向にシリコン酸化物のカラム（柱状構造体）が成長する。TFTアレ基板31上の配向膜37と対向基板32上の配向膜40とは、各々の配向方向が反平行となるように配置されている。以上の配向膜37、40により、液晶層33の液晶分子33Bはその長軸方向がシリコン酸化物のカラムの向く方位において基板面から86.5度の角度をなすように配向する。すなわち、液晶層33のプレチルト角（各基板31、32の法線と液晶分子33Bの長軸方向とのなす角度）は3.5度に設定されている。なお、画素電極36の材料と共通電極39の材料との仕事関数差がフリッカーや焼き付きの原因となる場合には、画素電極36と配向膜37との間に絶縁膜を設けても良い。

40

【0039】

光学補償板12は、負の屈折率異方性を有するとともに厚さ方向に沿う光軸を有するCプレートにより構成されている。光学補償板12の屈折率は、 $n_x = n_y > n_z$ であり、

50

厚さ方向のリタレーションの値が $220 \text{ nm} \left(\frac{n_x + n_y}{2} - n_z \right) \cdot d_c$ である。なお、 d_c は光学補償板 12 の厚さ、 n_x および n_y は、それぞれ光学補償板 12 の面方向の主屈折率を示し、 n_z は光軸方向の主屈折率を示している。光学補償板 12 を緑色光用液晶セル 11G に対して角度 だけ傾斜した姿勢で設置することで表示のコントラストを高めることができる。そのため、光学補償板 12 を傾斜させて配置するための傾斜機構を備えることが望ましい。

【0040】

上述したように、赤色光用液晶ライトバルブ 3R、緑色光用液晶ライトバルブ 3G、青色光用液晶ライトバルブ 3B は、基本構成は共通であるが、以下の部分で異なっている。

すなわち、本実施形態においては、一つの液晶ライトバルブにおける液晶セルのセル厚が他の液晶ライトバルブにおける液晶セルのセル厚と異なっている。具体的には、図 2 (A) に示す青色光用液晶ライトバルブ 3B の液晶セル 11B のセル厚 d_B が、図 2 (B) に示す赤色光用液晶ライトバルブ 3R の液晶セル 11R のセル厚 d_R および緑色光用液晶ライトバルブ 3G の液晶セル 11G のセル厚 d_G よりも小さく設定されている。例えば青色光用液晶セル 11B のセル厚 d_B が $1.7 \mu\text{m}$ 、赤色光用液晶セル 11R のセル厚 d_R が $2.1 \mu\text{m}$ 、緑色光用液晶セル 11G のセル厚 d_G が $2.1 \mu\text{m}$ に設定されている。各液晶ライトバルブ 3R, 3G, 3B のセル厚をこのように規制するために、青色光用液晶セル 11B には直径が $1.7 \mu\text{m}$ の球状のギャップ材 41 が用いられ、赤色光用液晶セル 11R および緑色光用液晶セル 11G には直径が $2.1 \mu\text{m}$ の球状のギャップ材 42 が用いられている。

【0041】

図 1 に示すように、色合成素子 4 は、ダイクロイックプリズムにより構成されている。ダイクロイックプリズムは、4 つの三角柱プリズムが互いに貼り合わされた構造になっている。三角柱プリズムにおいて貼り合わされる面は、ダイクロイックプリズムの内面になる。ダイクロイックプリズムの内面に、赤色光 LR が反射して緑色光 LG が透過するミラー面と、青色光 LB が反射して緑色光 LG が透過するミラー面とが互いに直交して形成されている。ダイクロイックプリズムに入射した緑色光 LG は、ミラー面をそのまま直進して射出される。ダイクロイックプリズムに入射した赤色光 LR、青色光 LB は、ミラー面で選択的に反射あるいは透過して、緑色光 LG の射出方向と同じ方向に射出される。このようにして 3 つの色光 (画像) が重ね合わされて合成され、合成された色光が投射光学系 5 によってスクリーン 7 に拡大投写される。投射光学系 5 は、第 1 レンズ群 44 および第 2 レンズ群 45 を有している。

【0042】

プロジェクターの液晶ライトバルブにおいて、隣接する画素間に横電界が生じるようなパターン (白黒パターン) が表示される場合がある。例えば図 8 (A)、(B) に示すように、ノーマリーブラックモードの液晶ライトバルブにおいて、0V を印加した黒表示の画素 PX1 と 5V を印加した白表示の画素 PX2 とが隣接する場合がそうである。このとき、黒表示の画素 PX1 と白表示の画素 PX2 との境界でディスクリネーション D (液晶の配向不良) が発生する。これは、隣接する画素 PX1, PX2 の電位が異なるために横電界が発生し、横電界の影響で液晶分子 33B が意図しない方向に回転してしまい、液晶分子 33B が偏光板の光軸に平行もしくは垂直な方向に配向することでその部分の表示が暗くなる現象である。ディスクリネーションは、隣接する画素間の横電界が大きいほど悪化する傾向にある。その他、垂直配向モードの液晶の場合、プレチルト角を小さくする (液晶分子の配向を基板面に垂直な方向に近付ける) ことでも横電界の影響を受けやすくなり、ディスクリネーションが悪化する傾向にある。

【0043】

ここで、赤色光用液晶ライトバルブ、緑色光用液晶ライトバルブ、青色光用液晶ライトバルブで構成 (セル厚、液晶材料等) が同じである場合、液晶が、長波長側の屈折率よりも短波長側の屈折率が大きくなるという屈折率の波長分散を持っていることから、短波長側の光は長波長側の光に比べて低い電圧で $n \cdot d = \lambda / 2$ という光学条件を満たし、長

波長側の光は短波長側の光に比べて高い電圧で飽和電圧を迎える。そのため、上記のような白黒パターンが表示されたときに発生する横電界の強度は短波長用（青色光用）液晶ライトバルブで小さく、長波長用（緑色光用、赤色光用）液晶ライトバルブで大きくなる。そのため、短波長用（青色光用）液晶ライトバルブでは、長波長用（緑色光用、赤色光用）液晶ライトバルブよりもディスクリネーションが発生しにくい。

【0044】

上記の理由から、隣接する画素間に横電界が生じるようなパターンを移動させた場合（図8（A） 図8（B））、隣接する画素で生じたディスクリネーションDが青色光用液晶ライトバルブでは見えず、緑色光用液晶ライトバルブおよび赤色光用液晶ライトバルブでは見えやすくなる。そのため、緑色光用液晶ライトバルブおよび赤色光用液晶ライトバルブで生じたディスクリネーションの位置に対応した領域が青く色付き、その色付いた部分が移動するため、観察者にとって不快感を生じるという問題が発生していた。

10

【0045】

図3は、液晶に対する電圧と反射率との関係（V-R特性）、および電圧と平均チルト角との関係（V-特性）を示すグラフであり、横軸が電圧[V]、左の縦軸が反射率[%]、右の縦軸が平均チルト角[度]を示している。符号Aの特性曲線はセル厚 $d_B = 1.7 \mu\text{m}$ の青色光用液晶ライトバルブのV-R特性、符号Bの特性曲線はセル厚 $d_B = 2.1 \mu\text{m}$ の青色光用液晶ライトバルブのV-R特性、符号Cの特性曲線はセル厚 $d_G = 2.1 \mu\text{m}$ の緑色光用液晶ライトバルブのV-R特性、符号Dの特性曲線はセル厚 $d_R = 2.1 \mu\text{m}$ の赤色光用液晶ライトバルブのV-R特性、符号Eの特性曲線はセル厚 $d_B = 1.7 \mu\text{m}$ の青色光用液晶ライトバルブのV-特性、符号Fの特性曲線はセル厚 $d_G = d_R = 2.1 \mu\text{m}$ の緑色光用液晶ライトバルブおよび赤色光用液晶ライトバルブのV-特性、をそれぞれ示している。

20

【0046】

全ての液晶ライトバルブのセル厚を一致させた場合、すなわち、セル厚 d_R 、 d_G 、 d_B を $2.1 \mu\text{m}$ とした場合のV-R特性（曲線B、C、D）を比較すると、緑色光用液晶ライトバルブおよび赤色光用液晶ライトバルブのV-R特性に比べて青色光用液晶ライトバルブのV-R特性が大きくかけ離れている。反射率が略最大値を取るときの最大階調電圧は、青色光用液晶ライトバルブの最大階調電圧 $V_{B\text{max}}$ が 3.8V 、緑色光用液晶ライトバルブの最大階調電圧 $V_{G\text{max}}$ および赤色光用液晶ライトバルブの最大階調電圧 $V_{R\text{max}}$ が 4.8V 、である。なお、赤色光用液晶ライトバルブの反射率は実際には 4.8V よりも高い電圧で最大値を取るが、 4.8V 付近の領域では反射率が略飽和していると思われるため、緑色光用液晶ライトバルブの最大階調電圧 $V_{G\text{max}}$ と一致させることにする。

30

【0047】

ここで、青色光用液晶ライトバルブのセル厚 d_B を $2.1 \mu\text{m}$ から $1.7 \mu\text{m}$ に変更すると、青色光用液晶ライトバルブのV-R特性（曲線A）はセル厚 $d_B = 2.1 \mu\text{m}$ の場合（曲線B）と比較して高電圧側にシフトする。その結果、セル厚 $d_B = 1.7 \mu\text{m}$ の青色光用液晶ライトバルブのV-R特性（曲線A）はセル厚 $d_G = 2.1 \mu\text{m}$ の緑色光用液晶ライトバルブのV-R特性（曲線C）と略一致する。よって、青色光用液晶ライトバルブの最大階調電圧 $V_{B\text{max}}$ を、 3.8V から他の液晶ライトバルブと同様の 4.8V に変更できる。

40

【0048】

このとき、各液晶ライトバルブのV-特性に着目すると、セル厚 $d_B = 1.7 \mu\text{m}$ の青色光用液晶ライトバルブのV-特性（曲線E）から、最大階調電圧（ 4.8V ）印加時の平均チルト角は略 20 度となる。一方、セル厚 $d_G = d_R = 2.1 \mu\text{m}$ の緑色光用液晶ライトバルブおよび赤色光用液晶ライトバルブのV-特性（曲線F）から、最大階調電圧（ 4.8V ）印加時の平均チルト角は略 17 度となる。平均チルト角の大きさはディスクリネーションの発生し易さと対応しており、平均チルト角が小さくなる程、液晶分子が横電界の影響を受け易くなり、ディスクリネーションが発生し易くなる。

【0049】

50

このように、全ての液晶ライトバルブにおいて最大階調電圧印加時の液晶の平均チルト角、すなわち液晶の配向状態が略一致したことにより、ディスクリネーションの発生もし易さも略一致する。すなわち、本実施形態においては、青色光用液晶ライトバルブ3Bの液晶セル11Bのセル厚 d_B を、他の液晶ライトバルブ3G, 3Rの液晶セル11G, 11Rのセル厚 d_G , d_R よりも小さく設定したことにより、最大階調電圧印加時の平均チルト角、すなわち液晶の配向状態を全ての液晶ライトバルブにおいて略一致させることができる。これにより、ディスクリネーションの発生し易さが全ての液晶ライトバルブ3R, 3G, 3Bにおいて略一致するため、例えば白黒パターン等を表示した際にディスクリネーションが生じたとしても、青い色付きに起因する不快感を解消することができる。

【0050】

10

[第2実施形態]

以下、本発明の第2実施形態について、図4～図5を用いて説明する。

本実施形態のプロジェクターの基本構成は第1実施形態と同様であり、最大階調電圧印加時の液晶配向状態を全ての液晶ライトバルブにおいて一致させるための手段が第1実施形態と異なる。

図4は、液晶ライトバルブ周辺の構成を示す断面図である。図5は、本実施形態のプロジェクターにおいて、赤色光用液晶ライトバルブ、緑色光用液晶ライトバルブ、青色光用液晶ライトバルブの各々に対するV-R特性および最大階調電圧印加時の平均チルト角を示すグラフである。

図4において、第1実施形態で用いた図2と共通の構成要素には同一の符号を付し、その詳細な説明は省略する。

20

【0051】

本実施形態においては、一つの画像形成光学系における液晶ライトバルブの液晶の屈折率異方性 n が他の画像形成光学系における液晶ライトバルブの液晶の屈折率異方性 n と異なっている。具体的には、図4(A)に示す青色光用液晶ライトバルブ3Bの液晶セル11Rの液晶層33の屈折率異方性 n_B が、図4(B)に示す赤色光用液晶ライトバルブ3Rの液晶セル11Rの液晶層33の屈折率異方性 n_R および緑色光用液晶ライトバルブ3Gの液晶セル11Gの液晶層33の屈折率異方性 n_G よりも小さく設定されている。例えば青色光用液晶セル11Bの液晶層33の屈折率異方性 n_B が0.10、赤色光用液晶セル11Rの液晶層33の屈折率異方性 n_R が0.12、緑色光用液晶セル11Gの液晶層33の屈折率異方性 n_G が0.12に設定されている。

30

【0052】

各液晶セル11R, 11G, 11Bの液晶層33の屈折率異方性 n_R , n_G , n_B をこのように規制するために、青色光用液晶セル11Bと赤色光用液晶セル11Rおよび緑色光用液晶セル11Gとは異なる液晶材料が用いられている。なお、全ての液晶ライトバルブにおいてセル厚は $2.1\mu\text{m}$ で同一とし、液晶の誘電率異方性は-5.5で同一とする。また、各液晶セル11R, 11G, 11B間のプレチルト角の差は5度以内に制御することが好ましい。

【0053】

図5は、液晶に対する電圧と反射率との関係(V-R特性)、および電圧と平均チルト角との関係(V-特性)を示すグラフであり、横軸が電圧[V]、左の縦軸が反射率[%]、右の縦軸が平均チルト角[度]を示している。符号Aの特性曲線は屈折率異方性 $n_B = 0.10$ の青色光用液晶ライトバルブのV-R特性、符号Bの特性曲線は屈折率異方性 $n_B = 0.12$ の青色光用液晶ライトバルブのV-R特性、符号Cの特性曲線は屈折率異方性 $n_G = 0.12$ の緑色光用液晶ライトバルブのV-R特性、符号Dの特性曲線は屈折率異方性 $n_R = 0.12$ の赤色光用液晶ライトバルブのV-R特性、符号Eの特性曲線は屈折率異方性 $n_B = n_G = n_R = 0.12$ の各液晶ライトバルブのV-R特性、をそれぞれ示している。

40

【0054】

全ての液晶ライトバルブの屈折率異方性 n を一致させた場合、すなわち、屈折率異方

50

性 n を 0.12 とした場合の $V - R$ 特性 (曲線 B , C , D) を比較すると、緑色光用液晶ライトバルブおよび赤色光用液晶ライトバルブの $V - R$ 特性に比べて青色光用液晶ライトバルブの $V - R$ 特性が大きくかけ離れている。反射率が略最大値を取るときの最大階調電圧は、青色光用液晶ライトバルブの最大階調電圧 V_{Bmax} が 3.8 V、緑色光用液晶ライトバルブの最大階調電圧 V_{Gmax} および赤色光用液晶ライトバルブの最大階調電圧 V_{Rmax} が 4.8 V、である。なお、赤色光用液晶ライトバルブの反射率は実際には 4.8 V よりも高い電圧で最大値を取るが、4.8 V 付近の領域では反射率が略飽和していると思われるため、緑色光用液晶ライトバルブの最大階調電圧 V_{Gmax} と一致させることにする。

【 0 0 5 5 】

ここで、青色光用液晶ライトバルブの屈折率異方性 n_B を 0.12 から 0.10 に変更すると、青色光用液晶ライトバルブの $V - R$ 特性 (曲線 A) は屈折率異方性 $n_B = 0.12$ の場合 (曲線 B) と比較して高電圧側にシフトする。その結果、屈折率異方性 $n_B = 0.10$ の青色光用液晶ライトバルブの $V - R$ 特性 (曲線 A) は屈折率異方性 $n_G = 0.12 \mu m$ の緑色光用液晶ライトバルブの $V - R$ 特性 (曲線 C) と略一致する。よって、青色光用液晶ライトバルブの最大階調電圧 V_{Bmax} を、3.8 V から他の液晶ライトバルブと同様の 4.8 V に変更できる。

【 0 0 5 6 】

このとき、各液晶ライトバルブの $V - R$ 特性に着目すると、曲線 E で示される $V - R$ 特性 (曲線 E) から、最大階調電圧が 3.8 V であるときの青色光用液晶ライトバルブの平均チルト角が略 30 度であるのに対し、最大階調電圧を 4.8 V で一致させたときの各液晶ライトバルブの平均チルト角は略 17 度で一致する。このように、全ての液晶ライトバルブにおいて液晶の平均チルト角が略一致したことにより、ディスクリネーションの発生もし易さも略一致する。すなわち、本実施形態においては、青色光用液晶ライトバルブの液晶セルの屈折率異方性 n_B を、他の液晶ライトバルブの屈折率異方性 n_G 、 n_R よりも小さく設定したことにより、最大階調電圧印加時の平均チルト角、すなわち液晶の配向状態を全ての液晶ライトバルブにおいて略一致させることができる。これにより、ディスクリネーションの発生し易さが全ての液晶ライトバルブにおいて略一致するため、例えば白黒パターン等を表示した際にディスクリネーションが生じたとしても、青い色付きに起因する不快感を解消することができる。

【 0 0 5 7 】

また、本実施形態の場合、青色光用液晶セル 11B の液晶の屈折率異方性 n_B を小さくしたことにより、青色光用液晶セル 11B の耐光性を向上させることができる。

【 0 0 5 8 】

[第 3 実施形態]

以下、本発明の第 3 実施形態について、図 6 を用いて説明する。

本実施形態のプロジェクターの基本構成は第 1、第 2 実施形態と同様であり、最大階調電圧印加時の液晶配向状態を全ての液晶ライトバルブにおいて一致させるための手段が第 1、第 2 実施形態と異なる。

図 6 は、液晶ライトバルブ周辺の構成を示す断面図である。

図 6 において、第 1 実施形態で用いた図 2 と共通の構成要素には同一の符号を付し、その詳細な説明は省略する。

【 0 0 5 9 】

本実施形態においては、一つの液晶ライトバルブにおける液晶セルの液晶のプレチルト角 p が他の液晶ライトバルブにおける液晶セルの液晶のプレチルト角 p と異なっている。具体的には、図 6 (A) に示す青色光用液晶ライトバルブ 3B の液晶セル 11B の液晶層 33 のプレチルト角 p_B が、図 6 (B) に示す赤色光用液晶ライトバルブ 3R の液晶セル 11R の液晶層 33 のプレチルト角 p_R および緑色光用液晶ライトバルブ 3G の液晶セル 11G の液晶層 33 のプレチルト角 p_G よりも小さく設定されている。例えば青色光用液晶セル 11B のプレチルト角 p_B が 2 度、赤色光用液晶セル 11R のプレチルト角 p_R が 3.5 度、緑色光用液晶セル 11G のプレチルト角 p_G が 3.5 度に設

10

20

30

40

50

定されている。

【0060】

各液晶ライトバルブ3R, 3G, 3Bの液晶層33のプレチルト角をこのように規制するために、青色光用液晶セル11Bと赤色光用液晶セル11Rおよび緑色光用液晶セル11Gとでは、配向膜37, 40を形成する際の斜方蒸着条件が異なっている。なお、全ての液晶ライトバルブ3R, 3G, 3Bにおいてセル厚は2.1 μ mで同一とし、液晶の屈折率異方性 n は0.12、誘電率異方性 ϵ は-5.5で同一とする。

【0061】

本実施形態においては、青色光用液晶ライトバルブ3Bの液晶セル11Bのプレチルト角 p_B を、他の液晶ライトバルブ3G, 3Rのプレチルト角 p_G 、 p_R よりも小さく設定したことにより、青色光用液晶ライトバルブ3Bでの液晶配向が横電界の影響を受けやすくなり、最大階調電圧印加時の平均チルト角、すなわち液晶の配向状態を全ての液晶ライトバルブ3R, 3G, 3Bにおいて略一致させることができる。これにより、ディスクリネーションの発生のし易さが全ての液晶ライトバルブ3R, 3G, 3Bにおいて略一致するため、例えば白黒パターン等を表示した際にディスクリネーションが生じたとしても、青い色付きに起因する不快感を解消することができる。

10

【0062】

[第4実施形態]

以下、本発明の第4実施形態について、図7を用いて説明する。

本実施形態のプロジェクターの基本構成は第1、第2実施形態と同様であり、最大階調電圧印加時の液晶配向状態を全ての液晶ライトバルブにおいて一致させるための手段が第1、第2実施形態と異なる。

20

図7は、液晶ライトバルブ周辺の構成を示す断面図である。

図7において、第1実施形態で用いた図2と共通の構成要素には同一の符号を付し、その詳細な説明は省略する。

【0063】

本実施形態においては、図7(A)~(C)に示すように、TFTアレイ基板31上の画素電極36と配向膜37との間に例えばシリコン酸化膜、シリコン窒化膜等からなる絶縁膜47が設けられている。そして、各液晶ライトバルブ3R, 3G, 3Bにおける液晶セル11R, 11G, 11Bの絶縁膜47の膜厚がそれぞれ異なっている。具体的には、図7(A)に示す青色光用液晶セル11Bの絶縁膜47の膜厚 t_B が100nm、図7(B)に示す緑色光用液晶セル11Gの絶縁膜47の膜厚 t_G が350nm、図7(C)に示す赤色光用液晶セル11Rの絶縁膜47の膜厚 t_R が375nmに設定されている。

30

【0064】

ここでは、緑色光用液晶セル11Gと赤色光用液晶セル11Rとの間でも最大階調電圧印加時の平均チルト角を合わせ込むために、緑色光用液晶セル11Gの絶縁膜厚 t_G と赤色光用液晶セル11Rの絶縁膜厚 t_R とを変えている。最大階調電圧印加時の平均チルト角がそれ程変わらないようであれば、緑色光用液晶セル11Gの絶縁膜厚 t_G と赤色光用液晶セル11Rの絶縁膜厚 t_R とは必ずしも変えなくても良い。

【0065】

さらに、図7(A)に示す青色光用液晶セル11Bの液晶層33のプレチルト角 p_B が2.5度に設定され、図7(B)に示す緑色光用液晶セル11Gの液晶層33のプレチルト角 p_G が3.5度、図7(C)に示す赤色光用液晶セル11Rの液晶層33のプレチルト角 p_R が3.5度に設定されている。

40

なお、全ての液晶セル11R, 11G, 11Bにおいてセル厚は2.2 μ mで同一とし、液晶の屈折率異方性 n は0.12、誘電率異方性 ϵ は-5.4で同一とする。

【0066】

また、対向基板32上の共通電極39と配向膜40との間に例えばシリコン酸化膜、シリコン窒化膜等からなる絶縁膜48が設けられている。上記の例では、TFTアレイ基板31上の絶縁膜47の膜厚を各液晶セル11R, 11G, 11Bによって変えたが、その

50

構成に代えて、もしくはその構成に加えて、対向基板 3 2 上の絶縁膜 4 8 の膜厚を各液晶セル 1 1 R , 1 1 G , 1 1 B によって変えても良い。

【 0 0 6 7 】

本実施形態においては、青色光用液晶セル 1 1 B のプレチルト角 p_B を他の液晶セル 1 1 G , 1 1 R のプレチルト角 p_G 、 p_R よりも小さく設定し、かつ、青色光用液晶セル 1 1 B の絶縁膜 4 7 の膜厚 t_B を他の液晶セル 1 1 G , 1 1 R の絶縁膜 4 7 の膜厚 t_G 、 t_R よりも小さくしたことにより、青色光用液晶セル 1 1 B での液晶の配向が横電界の影響を受けやすくなる。よって、最大階調電圧印加時の平均チルト角、すなわち液晶の配向状態を全ての液晶セル 1 1 R , 1 1 G , 1 1 B において略一致させることができる。これにより、ディスクリネーションの発生のし易さが全ての液晶ライトバルブ 3 R , 3 G , 3 B において略一致するため、例えば白黒パターン等を表示した際にディスクリネーションが生じたとしても、青い色付きに起因する不快感を解消することができる。

10

【 0 0 6 8 】

本実施形態では、青色光用液晶ライトバルブ 3 B のプレチルト角 p_B を他の液晶ライトバルブ 3 R , 3 G のプレチルト角 p_G 、 p_R よりも小さくすること、および、青色光用液晶ライトバルブ 3 B の絶縁膜厚 t_B を他の液晶ライトバルブ 3 R , 3 G の絶縁膜厚よりも小さくすることの 2 つの手段を組み合わせることで、液晶の配向状態を全ての液晶ライトバルブ 3 R , 3 G , 3 B で略一致させるようにした。この構成に代えて、青色光用液晶ライトバルブ 3 B の絶縁膜厚 t_b を他の液晶ライトバルブ 3 R , 3 G の絶縁膜厚 t_R 、 t_G よりも小さくするのみで、液晶の配向状態を全ての液晶ライトバルブ 3 R , 3 G , 3 B で略一致させるようにしても良い。ただし、絶縁膜厚をあまりに薄くし過ぎるとフリッカーや焼き付きの問題が生じるため、本実施形態のように、絶縁膜厚を変えることと他の手段とを組み合わせることが好ましい。

20

【 0 0 6 9 】

なお、本発明の技術範囲は上記実施形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲において種々の変更を加えることが可能である。例えば上記実施形態では、液晶ライトバルブのセル厚、屈折率異方性、プレチルト角、絶縁膜厚のいずれかを変えることにより液晶の配向状態を全ての液晶ライトバルブにおいて略一致させることとしたが、これら 4 つのパラメータのうち、任意の 2 つ以上のパラメータを変化させても良い。複数個のパラメータを変化させた場合、個々のパラメータの変化量が小さくて済む。また、上記実施形態では、本発明を反射型液晶ライトバルブに適用した例を示したが、透過型液晶ライトバルブに適用しても良い。その他、プロジェクターの各種構成部材の材料、形状、数、配置等に関しては、上記実施形態に限らず、適宜変更が可能である。

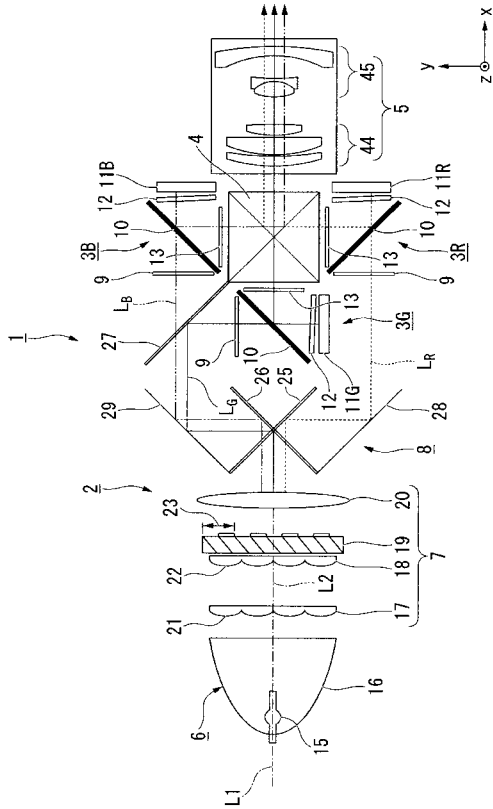
30

【符号の説明】

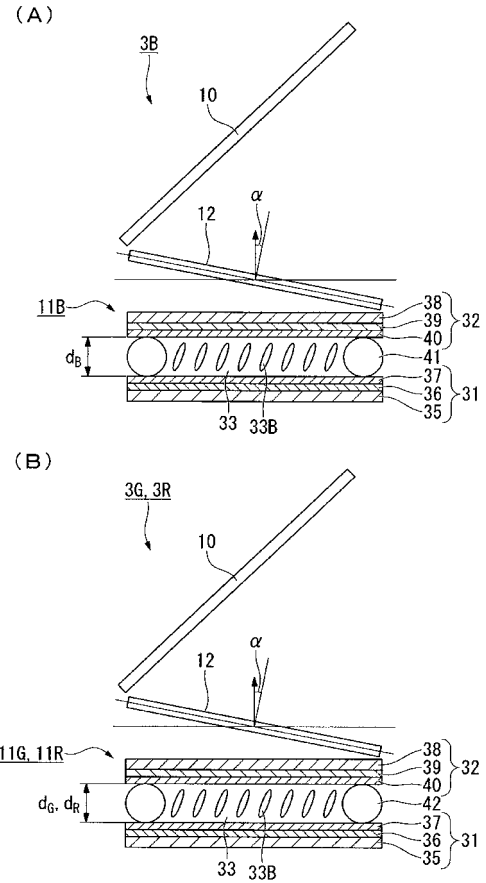
【 0 0 7 0 】

1 ... プロジェクター、 2 ... 照明装置、 3 R , 3 G , 3 B ... 液晶ライトバルブ、 4 ... 色合成素子（色合成光学系）、 5 ... 投射光学系、 1 1 R , 1 1 G , 1 1 B ... 液晶セル、 3 1 ... T F T アレイ基板、 3 2 ... 対向基板、 3 3 ... 液晶層、 3 6 ... 画素電極、 3 9 ... 共通電極、 4 7 , 4 8 ... 絶縁膜。

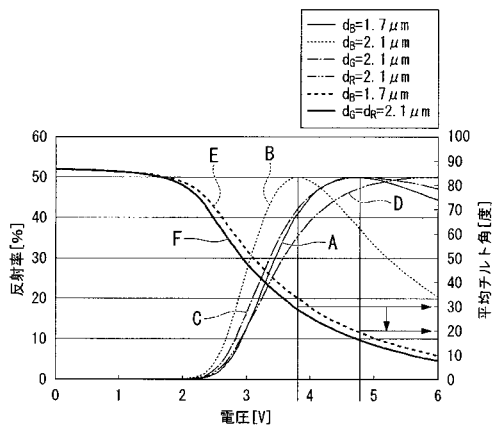
【図1】



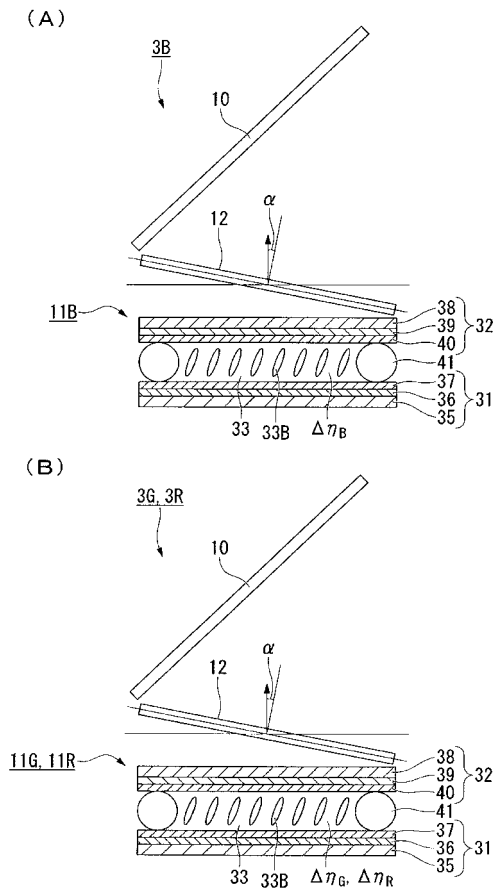
【図2】



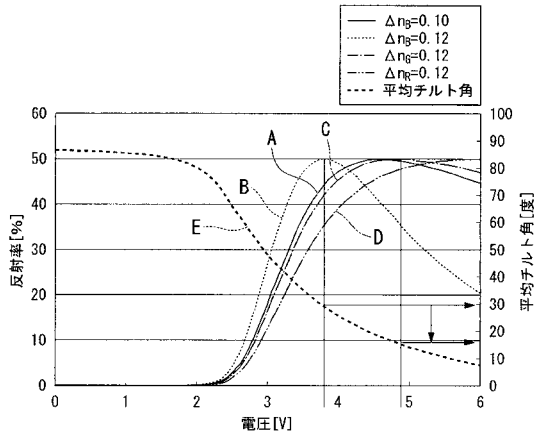
【図3】



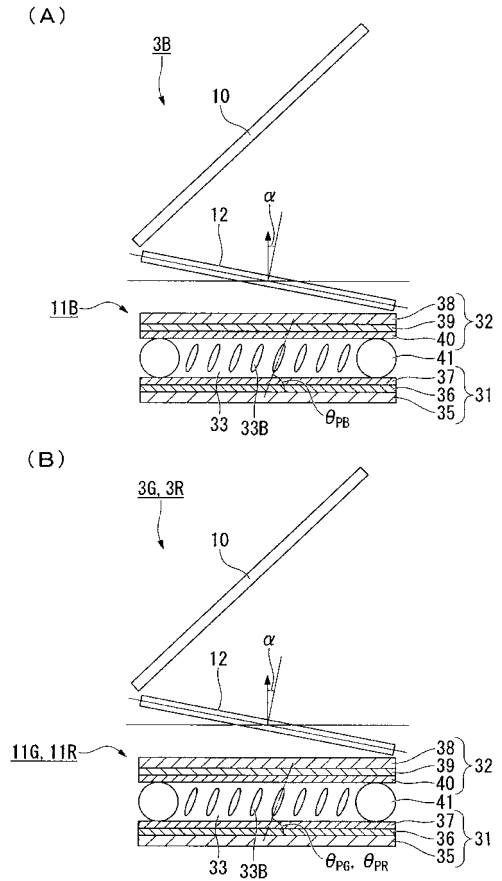
【図4】



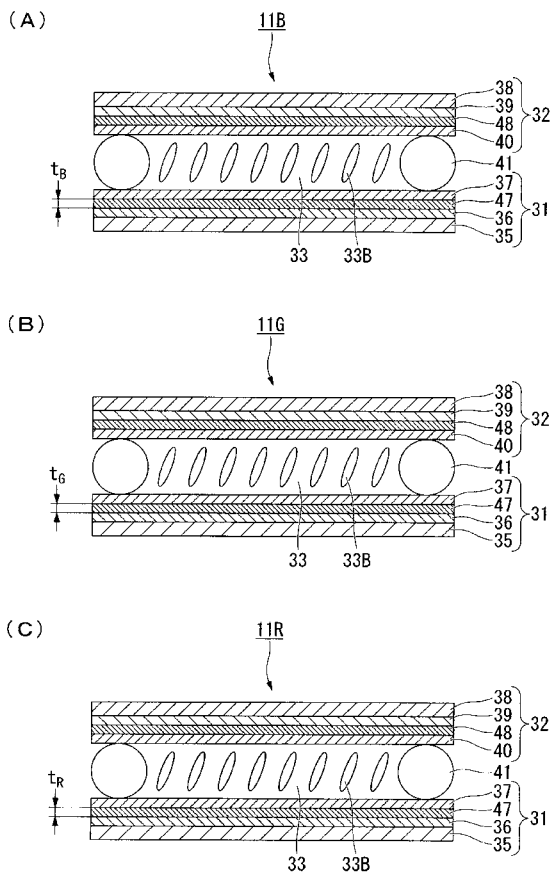
【 図 5 】



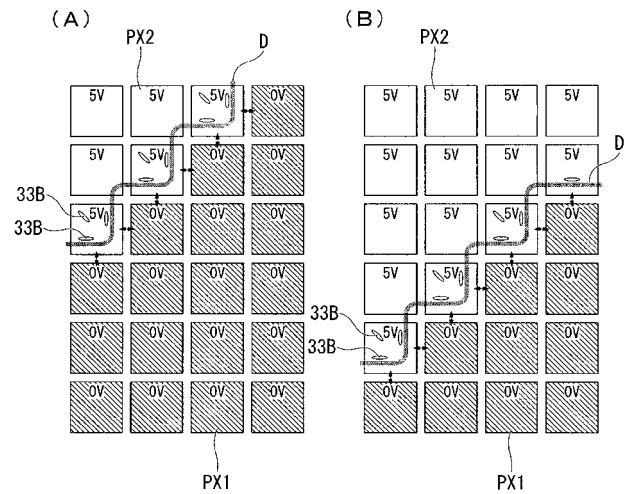
【 図 6 】



【 図 7 】



【 図 8 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 2H088 EA14 EA15 EA16 EA18 FA02 HA03 HA04 HA13 HA16 HA20
HA21 HA24 HA28 JA10 KA02 KA29 MA04
2K103 AA01 AA05 AA14 AB06 BB02 BB03 BC07