

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4985698号
(P4985698)

(45) 発行日 平成24年7月25日 (2012. 7. 25)

(24) 登録日 平成24年5月11日 (2012. 5. 11)

(51) Int. Cl.

F I

G O 3 B 21/00 (2006. 01)

G O 3 B 21/00 E

G O 2 B 27/09 (2006. 01)

G O 2 B 27/00 E

G O 2 B 27/28 (2006. 01)

G O 2 B 27/28 Z

H O 4 N 5/74 (2006. 01)

H O 4 N 5/74 A

H O 4 N 9/31 (2006. 01)

H O 4 N 9/31 C

請求項の数 10 (全 28 頁)

(21) 出願番号 特願2009-101917 (P2009-101917)

(22) 出願日 平成21年4月20日 (2009. 4. 20)

(62) 分割の表示 特願2008-110690 (P2008-110690)
の分割

原出願日 平成10年2月18日 (1998. 2. 18)

(65) 公開番号 特開2009-175752 (P2009-175752A)

(43) 公開日 平成21年8月6日 (2009. 8. 6)

審査請求日 平成21年5月20日 (2009. 5. 20)

(73) 特許権者 000002369

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 100064908

弁理士 志賀 正武

(74) 代理人 100140774

弁理士 大浪 一徳

(72) 発明者 伊藤 嘉高

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

審査官 田井 伸幸

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 投写型表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光源と、

前記光源から出射された光を変調する反射型変調素子と、

前記反射型変調素子によって変調された光を投写する投写光学系と、

前記光源と前記反射型変調素子との間の光路中に配置され、前記光源から出射された光を反射または透過させて前記反射型変調素子に到達させるとともに、前記反射型変調素子により変調された光を透過または反射させて前記投写光学系へ到達させる偏光光束選択素子と、を有し、

前記光源と前記偏光光束選択素子との間には、前記光源から出射された光束を複数の中間光束に分割する第1の光学要素と、前記第1の光学要素の光出射面側に配置された第2の光学要素と、が設けられ、

前記第2の光学要素と前記偏光光束選択素子との間には、前記第2の光学要素から出射された光束を集光する集光レンズが設けられ、

前記第2の光学要素は、前記第1の光学要素によって分割された前記複数の中間光束のそれぞれを、前記集光レンズを介して前記反射型変調素子に重畳させる重畳素子を有し、

前記集光レンズは前記偏光光束選択素子の光入射面に取り付けられていることを特徴とする投写型表示装置。

【請求項 2】

光源と、

10

20

前記光源から出射された光を複数の色光に分離する色光分離光学系と、
前記色光分離光学系によって分離された前記複数の色光のそれぞれを変調する複数の反射型変調素子と、

前記複数の反射型変調素子によって変調された光を合成する色光合成光学系と、

前記色光合成光学系によって合成された光を投写する投写光学系と、

前記色光分離光学系と前記反射型変調素子との間の光路中にそれぞれ配置され、前記色光分離光学系から出射された色光を反射または透過させて前記反射型変調素子に到達させるとともに、前記反射型変調素子により変調された光を透過または反射させて前記色光合成光学系へ到達させる複数の偏光光束選択素子と、を有し、

前記光源と前記色光分離光学系との間には、前記光源から出射された光束を複数の中間光束に分割する第 1 の光学要素と、前記第 1 の光学要素の光出射面側に配置された第 2 の光学要素と、が設けられ、

前記第 2 の光学要素とそれぞれの前記偏光光束選択素子との間には、前記第 2 の光学要素から出射された光束を集光する集光レンズが設けられ、

前記第 2 の光学要素は、前記第 1 の光学要素によって分割された前記複数の中間光束のそれぞれを、前記集光レンズを介して前記反射型変調素子に重畳させる重畳素子を有し、

前記集光レンズは前記偏光光束選択素子の光入射面に取り付けられていることを特徴とする投写型表示装置。

【請求項 3】

請求項 1 または 2 において、

前記第 2 の光学要素は、前記中間光束のそれぞれを P 偏光光束と S 偏光光束とに分離し、前記 P 偏光光束、S 偏光光束のうちいずれか一方の偏光方向を他方の偏光光束の偏光方向と揃えて出射する偏光変換素子と、前記偏光変換素子の光出射面側に配置された前記重畳素子と、を有することを特徴とする投写型表示装置。

【請求項 4】

請求項 3 において、

前記集光レンズは、前記第 1 の光学要素の焦点位置から前記集光レンズの主点までの光路長とほぼ等しい焦点距離を有することを特徴とする投写型表示装置。

【請求項 5】

光源と、

前記光源から出射された光を変調する反射型変調素子と、

前記反射型変調素子によって変調された光を投写する投写光学系と、

前記光源と前記反射型変調素子との間の光路中に配置され、前記光源から出射された光を反射または透過させて前記反射型変調素子に到達させるとともに、前記反射型変調素子により変調された光を透過または反射させて前記投写光学系へ到達させる偏光光束選択素子と、を有し、

前記光源と前記偏光光束選択素子との間には、前記光源から出射された光束を複数の中間光束に分割する第 1 の光学要素と、前記第 1 の光学要素の光出射面側に配置された第 2 の光学要素と、が設けられ、

それぞれの前記偏光光束選択素子と前記反射型変調素子との間には、前記第 2 の光学要素から出射された光束を集光する集光レンズが設けられ、

前記第 2 の光学要素は、前記第 1 の光学要素によって分割された前記複数の中間光束のそれぞれを P 偏光光束と S 偏光光束とに分離し、前記 P 偏光光束、S 偏光光束のうちいずれか一方の偏光方向を他方の偏光光束の偏光方向と揃えて出射する偏光変換素子と、前記偏光変換素子の光出射面側に配置され、前記中間光束のそれぞれを前記集光レンズを介して前記反射型変調素子に重畳させる重畳素子と、を有し、

前記集光レンズは前記偏光光束選択素子の光入射面、または前記反射型変調素子の光入射面、に取り付けられており、前記第 1 の光学要素の焦点位置から前記集光レンズの主点までの光路長の約 2 倍の焦点距離を有することを特徴とする投写型表示装置。

【請求項 6】

光源と、

前記光源から出射された光を変調する反射型変調素子と、

前記反射型変調素子によって変調された光を投写する投写光学系と、

前記光源と前記反射型変調素子との間の光路中に配置され、前記光源から出射された光を反射または透過させて前記反射型変調素子に到達させるとともに、前記反射型変調素子により変調された光を透過または反射させて前記投写光学系へ到達させる偏光光束選択素子と、を有し、

前記光源と前記偏光光束選択素子との間には、前記光源から出射された光束を複数の中間光束に分割する第1の光学要素と、前記第1の光学要素の光出射面側に配置された第2の光学要素と、が設けられ、

10

それぞれの前記偏光光束選択素子と前記反射型変調素子との間には、前記第2の光学要素から出射された光束を集光する集光レンズが設けられ、

前記第2の光学要素は、前記第1の光学要素によって分割された前記複数の中間光束のそれぞれをP偏光光束とS偏光光束とに分離し、前記P偏光光束、S偏光光束のうちいずれか一方の偏光方向を他方の偏光光束の偏光方向と揃えて出射する偏光変換素子と、前記偏光変換素子の光出射面側に配置され、前記中間光束のそれぞれを前記集光レンズを介して前記反射型変調素子に重畳させる重畳素子と、を有し、

前記集光レンズは前記偏光光束選択素子の光入射面、または前記反射型変調素子の光入射面、に取り付けられており、前記第1の光学要素の焦点位置から前記集光レンズの主点までの光路長とほぼ等しい焦点距離を有することを特徴とする投写型表示装置。

20

【請求項7】

光源と、

前記光源から出射された光を複数の色光に分離する色光分離光学系と、

前記色光分離光学系によって分離された前記複数の色光のそれぞれを変調する複数の反射型変調素子と、

前記複数の反射型変調素子によって変調された光を合成する色光合成光学系と、

前記色光合成光学系によって合成された光を投写する投写光学系と、

前記色光分離光学系と前記反射型変調素子との間の光路中にそれぞれ配置され、前記色光分離光学系から出射された色光を反射または透過させて前記反射型変調素子に到達させるとともに、前記反射型変調素子により変調された光を透過または反射させて前記色光合成光学系へ到達させる複数の偏光光束選択素子と、を有し、

30

前記光源と前記色光分離光学系との間には、前記光源から出射された光束を複数の中間光束に分割する第1の光学要素と、前記第1の光学要素の光出射面側に配置された第2の光学要素と、が設けられ、

それぞれの前記偏光光束選択素子と前記反射型変調素子との間には、前記第2の光学要素から出射された光束を集光する集光レンズが設けられ、

前記第2の光学要素は、前記第1の光学要素によって分割された前記複数の中間光束のそれぞれをP偏光光束とS偏光光束とに分離し、前記P偏光光束、S偏光光束のうちいずれか一方の偏光方向を他方の偏光光束の偏光方向と揃えて出射する偏光変換素子と、前記偏光変換素子の光出射面側に配置され、前記中間光束のそれぞれを前記集光レンズを介して前記反射型変調素子に重畳させる重畳素子と、を有し、

40

前記集光レンズは前記偏光光束選択素子の光入射面、または前記反射型変調素子の光入射面、に取り付けられており、前記第1の光学要素の焦点位置から前記集光レンズの主点までの光路長の約2倍の焦点距離を有することを特徴とする投写型表示装置。

【請求項8】

光源と、

前記光源から出射された光を複数の色光に分離する色光分離光学系と、

前記色光分離光学系によって分離された前記複数の色光のそれぞれを変調する複数の反射型変調素子と、

前記複数の反射型変調素子によって変調された光を合成する色光合成光学系と、

50

前記色光合成光学系によって合成された光を投写する投写光学系と、

前記色光分離光学系と前記反射型変調素子との間の光路中にそれぞれ配置され、前記色光分離光学系から出射された色光を反射または透過させて前記反射型変調素子に到達させるとともに、前記反射型変調素子により変調された光を透過または反射させて前記色光合成光学系へ到達させる複数の偏光光束選択素子と、を有し、

前記光源と前記色光分離光学系との間には、前記光源から出射された光束を複数の中間光束に分割する第 1 の光学要素と、前記第 1 の光学要素の光出射面側に配置された第 2 の光学要素と、が設けられ、

それぞれの前記偏光光束選択素子と前記反射型変調素子との間には、前記第 2 の光学要素から出射された光束を集光する集光レンズが設けられ、

前記第 2 の光学要素は、前記第 1 の光学要素によって分割された前記複数の中間光束のそれぞれを P 偏光光束と S 偏光光束とに分離し、前記 P 偏光光束、S 偏光光束のうちいずれか一方の偏光方向を他方の偏光光束の偏光方向と揃えて出射する偏光変換素子と、前記偏光変換素子の光出射面側に配置され、前記中間光束のそれぞれを前記集光レンズを介して前記反射型変調素子に重畳させる重畳素子と、を有し、

前記集光レンズは前記偏光光束選択素子の光入射面、または前記反射型変調素子の光入射面、に取り付けられており、前記第 1 の光学要素の焦点位置から前記集光レンズの主点までの光路長とほぼ等しい焦点距離を有することを特徴とする投写型表示装置。

【請求項 9】

光源と、

前記光源から出射された光を複数の色光に分離する色光分離光学系と、

前記色光分離光学系によって分離された前記複数の色光のそれぞれを変調する複数の反射型変調素子と、

前記複数の反射型変調素子によって変調された光を合成する色光合成光学系と、

前記色光合成光学系によって合成された光を投写する投写光学系と、

前記色光分離光学系と前記反射型変調素子との間の光路中にそれぞれ配置され、前記色光分離光学系から出射された色光を反射または透過させて前記反射型変調素子に到達させるとともに、前記反射型変調素子により変調された光を透過または反射させて前記色光合成光学系へ到達させる複数の偏光光束選択素子と、を有し、

前記光源と前記偏光光束選択素子との間には、前記光源から出射された光束を複数の中間光束に分割する第 1 の光学要素と、前記第 1 の光学要素の光出射面側に配置された第 2 の光学要素と、が設けられ、

前記偏光光束選択素子と前記反射型変調素子との間には、前記第 2 の光学要素から出射された光束を集光する集光レンズが設けられ、

前記第 2 の光学要素は、前記中間光束のそれぞれを P 偏光光束と S 偏光光束とに分離し、前記 P 偏光光束、S 偏光光束のうちいずれか一方の偏光方向を $\lambda/2$ 位相差層によって他方の偏光光束の偏光方向と揃えて出射する偏光変換素子と、前記偏光変換素子の光出射面側に配置され、前記中間光束のそれぞれを前記集光レンズを介して前記反射型変調素子に重畳させる重畳素子と、を有し、

前記集光レンズは、前記第 1 の光学要素の焦点位置から前記集光レンズの主点までの光路長の約 2 倍の焦点距離を有することを特徴とする投写型表示装置。

【請求項 10】

光源と、

前記光源から出射された光を複数の色光に分離する色光分離光学系と、

前記色光分離光学系によって分離された前記複数の色光のそれぞれを変調する複数の反射型変調素子と、

前記複数の反射型変調素子によって変調された光を合成する色光合成光学系と、

前記色光合成光学系によって合成された光を投写する投写光学系と、

前記色光分離光学系と前記反射型変調素子との間の光路中にそれぞれ配置され、前記色光分離光学系から出射された色光を反射または透過させて前記反射型変調素子に到達させ

10

20

30

40

50

るとともに、前記反射型変調素子により変調された光を透過または反射させて前記色光合成光学系へ到達させる複数の偏光光束選択素子と、を有し、

前記光源と前記偏光光束選択素子との間には、前記光源から出射された光束を複数の中間光束に分割する第１の光学要素と、前記第１の光学要素の光出射面側に配置された第２の光学要素と、が設けられ、

前記偏光光束選択素子と前記反射型変調素子との間には、前記第２の光学要素から出射された光束を集光する集光レンズが設けられ、

前記第２の光学要素は、前記中間光束のそれぞれをＰ偏光光束とＳ偏光光束とに分離し、前記Ｐ偏光光束、Ｓ偏光光束のうちいずれか一方の偏光方向を $\lambda/2$ 位相差層によって他方の偏光光束の偏光方向と揃えて出射する偏光変換素子と、前記偏光変換素子の光出射面側に配置され、前記中間光束のそれぞれを前記集光レンズを介して前記反射型変調素子に重畳させる重畳素子と、を有し、

10

前記集光レンズは、前記第１の光学要素の焦点位置から前記集光レンズの主点までの光路長とほぼ等しい焦点距離を有することを特徴とする投写型表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は反射型液晶素子のような反射型変調素子により形成された表示画像を投写面に投写表示する、投写型表示装置に関するものである。

【背景技術】

20

【０００２】

今日、大画面の画像を表示する方法として、反射型液晶素子を変調素子として用いた投写型表示装置が知られている。このような投写型表示装置の代表的な構成例を図１３に示す。光源部１０は光源ランプ１１と放物面リフレクター１２とから構成されており、光源ランプ１１から出射された光は放物面リフレクター１２により反射されて偏光ビームスプリッタ２０へ入射する。そして、特定の偏光光のみが偏光ビームスプリッタ２０の偏光分離面２１で反射されて、ダイクロイックプリズム５０へ入射する。さらに、ダイクロイックプリズム５０によって赤色光、緑色光、青色光に分離されて、それぞれの色光に対応した反射型液晶素子３０Ｒ、３０Ｇ、３０Ｂに照射され、反射型液晶素子３０Ｒ、３０Ｇ、３０Ｂによって変調される。反射型液晶素子３０Ｒ、３０Ｇ、３０Ｂによって変調された各色光は、ダイクロイックプリズム５０によって合成され、偏光ビームスプリッタ２０側へ出射される。そして、偏光ビームスプリッタ２０の偏光分離面２１を透過してきた光が投写光学系６０を介して投写面７０上に投写される。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００３】

【特許文献１】特開平３－６３６９０号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００４】

40

しかしながら、従来の投写型表示装置では、光源ランプ１１と放物面リフレクター１２とから構成される光源部１０からの出射光束が、光束の断面内で不均一な光強度分布を有しており、光源光軸近傍の照明光の光強度は大きく、光軸から離れるにしたがって照明光の光強度は小さくなるという特性を持つ。したがって、図１０に示した従来の投写型表示装置においては、被照明領域である液晶素子３０Ｒ、３０Ｇ、３０Ｂにおける照明光の光強度分布が不均一となり、投写面７０上に投写される画像に明るさムラや色ムラが生じてしまうという問題点がある。

【０００５】

そこで、本発明は、明るさが均一で、投写画像にムラの少ない投写型表示装置を提供することを目的とする。

50

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明第1の投写型表示装置は、光源と、

前記光源から出射された光を変調する反射型変調素子と、

前記反射型変調素子によって変調された光を投写する投写光学系と、

前記光源と前記反射型変調素子との間の光路中に配置され、前記光源から出射された光を反射または透過させて前記反射型変調素子に到達させるとともに、前記反射型変調素子により変調された光を透過または反射させて前記投写光学系へ到達させる偏光光束選択素子と、を有する投写型表示装置であって、

前記光源と前記偏光光束選択素子との間には、前記光源から出射された光束を複数の中間光束に分割する光学要素が設けられ、

前記光学要素と前記偏光光束選択素子との間には、前記光学要素から出射された光束を集光する集光レンズが設けられ、

前記光学要素は、前記光学要素によって分割された前記複数の中間光束のそれぞれを、前記集光レンズを介して前記反射型変調素子に重畳させる重畳素子を有することを特徴とする。

【0007】

本発明第1の投写型表示装置の上記構成によれば、光源からの光束を複数の中間光束に分割し、それらの中間光束を被照明領域上で重畳することにより、単一光束の場合よりも照度のムラを低減することができる。よって、光源からの出射光束が光束の断面内で不均一な光強度分布を有していた場合でも、明るさが均一な照明光を得ることができる。特に、光源ランプと放物面等のリフレクターとからなる光源から出射される光束に見られるように、光束の光強度分布が全く無秩序ではなく、光強度分布に一定の傾向を有している場合には、上記の光学要素を用いることにより、被照明領域における照明光の光強度分布やその角度分布をきわめて均一なものとすることができる。このように、明るさが均一な照明光によって反射型変調素子を照明することにより、明るさが均一で、投写画像にムラの少ない投写型表示装置を提供することが可能となる。

【0008】

ここで、光源からの光束を複数の中間光束に分離した場合、偏光光束選択素子に入射する光は発散光となってしまう。従って、誘電体多層膜によって構成される偏光ビームスプリッタのように、入射光の角度によって偏光光束の選択特性が変化しやすい偏光光束選択素子を用いた場合には、偏光光束選択素子の選択特性の変化による照度ムラが発生してしまうこととなる。しかしながら、本実施形態では、光源からの光束を複数の中間光束に分離する光学要素と、偏光光束選択素子との間に、光学要素から出射された光束を集光する集光レンズが設けられており、当該光学要素によって分割された複数の中間光束のそれぞれを、集光レンズを介して前記反射型変調素子に重畳させる重畳素子を設けているため、偏光光束選択素子に入射する光の発散を低減することができる。従って、光源からの光束を複数の中間光束に分離する光学素子を用いているにもかかわらず、偏光光束選択素子の選択特性の変化による照度ムラを低減することができるので、極めて明るさが均一で、投写画像にムラの少ない投写型表示装置を提供することが可能となる。

【0009】

さらに、光学要素と偏光光束選択素子との間に、光学要素から出射された光束を集光する集光レンズを設けることによって、照明光の広がりや抑えられるため、投写光学系への光の入射効率をも高めることができる。よって、大口径の投写光学系を用いなくともきわめて明るい投写画像を得ることが可能となる。

【0010】

上記の投写型表示装置においては、集光レンズの焦点距離を、光学要素の焦点位置から集光レンズの主点までの光路長とほぼ等しくすることが好ましい。このように集光レンズの焦点距離を設定することにより、反射型変調素子から出射される光を平行光とすることが可能となる。従って、反射型変調素子から投写光学系へ至る光路においても偏光光束選

10

20

30

40

50

択素子の選択特性の変化によるむらを低減することができ、さらに投写画像のムラを抑えることが可能となる。

【 0 0 1 1 】

本発明第 1 の投写型表示装置において、光学要素を、光源からの光束を集光し、複数の中間光束に分割する第 1 の光学要素と、当該第 1 の光学要素の光出射面側に配置された第 2 の光学要素と、を有する構成とし、第 2 の光学要素は、前記中間光束のそれぞれを P 偏光光束と S 偏光光束とに分離し、前記 P 偏光光束、S 偏光光束のうちいずれか一方の偏光方向を他方の偏光光束の偏光方向と揃えて出射する偏光変換素子と、前記偏光変換素子の光出射面側に配置され、前記中間光束のそれぞれを前記集光レンズを介して前記反射型変調素子に重畳させる前記重畳素子と、を有する構成とすることが可能である。

10

【 0 0 1 2 】

このような構成を採用すれば、第 2 の光学要素によって、中間光束を P 偏光光束、S 偏光光束に分離した後、どちらか一方の偏光方向を他方の偏光方向と揃え、最終的に一箇所の被照明領域上に重畳させることができる。従来の投写型表示装置においては、P 偏光光束、S 偏光光束のいずれか一方しか用いることができず、光損失が大きなものもあったが、本発明の第 2 の光学要素を用いれば、どちらの偏光光束も無駄なく用いることが可能となるため、明るい画像を得ることが可能となる。また、分割された複数の中間光束を、最終的に一箇所の被照明領域上で重畳させるため、光源からの出射光束が光束の断面内で不均一な光強度分布を有していた場合でも、明るさが均一な偏光光束を照明光として得ることができる。特に、均等な光強度や分光特性で中間光束を P 偏光光束と S 偏光光束に分離

20

【 0 0 1 3 】

また、集光レンズを偏光光束選択素子の光入射面に取り付けるようにすれば、集光レンズと偏光光束選択素子との界面において発生する光損失を防ぐことができ、光の利用効率を高めることが可能となる。

【 0 0 1 4 】

さらに、集光レンズの焦点距離を、第 1 の光学要素の焦点位置から集光レンズの主点までの光路長とほぼ等しくすることが好ましい。このように集光レンズの焦点距離を設定することにより、反射型変調素子から出射される光を平行光とすることが可能となる。従って、反射型変調素子から投写光学系へ至る光路においても偏光光束選択素子の選択特性の変化によるむらを低減することができ、さらに投写画像のムラを抑えることが可能となる。

30

【 0 0 1 5 】

なお、本発明第 1 の投写型表示装置において、前記重畳素子と前記偏光光束選択素子との間の光路中や、前記偏光光束選択素子と前記投写光学系との間の光路中に偏光素子を配置することが好ましい。前者の位置に偏光素子を配置すれば、偏光光束選択素子に入射する偏光光束、結果的には反射型変調素子を照明する照明光の偏光度を高めることができる。後者の位置に偏光素子を配置すれば、偏光光束選択素子から出射する偏光光束、結果的には投写光学系を介して表示面、あるいは投写面上に投写される画像の偏光度を高めることができる。したがって、このように偏光素子を配置することにより、投写画像のコントラストを高めることができ、きわめて質の高い投写画像を得ることが可能となる。

40

【 0 0 1 6 】

本発明第 2 の投写型表示装置は、光源と、
前記光源から出射された光を複数の色光に分離する色光分離光学系と、
前記色光分離光学系によって分離された前記複数の色光のそれぞれを変調する複数の反射型変調素子と、
前記複数の反射型変調素子によって変調された光を合成する色光合成光学系と、
前記色光合成光学系によって合成された光を投写する投写光学系と、

50

前記色光分離光学系と前記反射型変調素子との間の光路中にそれぞれ配置され、前記色光分離光学系から出射された色光を反射または透過させて前記反射型変調素子に到達させるとともに、前記反射型変調素子により変調された光を透過または反射させて前記色光合成光学系へ到達させる複数の偏光光束選択素子と、を有する投写型表示装置であって、

前記光源と前記色光分離光学系との間には、前記光源から出射された光束を複数の中間光束に分割する光学要素が設けられ、

前記光学要素とそれぞれの前記偏光光束選択素子との間には、前記光学要素から出射された光束を集光する集光レンズが設けられ、

前記光学要素は、前記光学要素によって分割された前記複数の中間光束のそれぞれを、前記集光レンズを介して前記反射型変調素子に重畳させる重畳素子を有することを特徴とする。

10

【0017】

本発明第2の投写型表示装置によっても、上述した第1の投写型表示装置と同様の作用により、明るさが均一で、投写画像にムラの少ない投写型表示装置を提供することが可能となり、また、大口径の投写光学系を用いなくともきわめて明るい投写画像を得ることができる。

【0018】

上記の投写型表示装置においても、集光レンズの焦点距離を、光学要素の焦点位置から集光レンズの主点までの光路長とほぼ等しくすることが好ましい。このように集光レンズの焦点距離を設定することにより、反射型変調素子から出射される光を平行光とすることが可能となる。従って、反射型変調素子から投写光学系へ至る光路においても偏光光束選択素子の選択特性の変化によるむらを低減することができ、さらに投写画像のムラを抑えることが可能となる。

20

【0019】

本発明第2の投写型表示装置においても、光学要素を、光源からの光束を集光し、複数の中間光束に分割する第1の光学要素と、当該第1の光学要素の光出射面側に配置された第2の光学要素と、を有する構成とし、第2の光学要素は、前記中間光束のそれぞれをP偏光光束とS偏光光束とに分離し、前記P偏光光束、S偏光光束のうちいずれか一方の偏光方向を他方の偏光光束の偏光方向と揃えて出射する偏光変換素子と、前記偏光変換素子の光出射面側に配置され、前記中間光束のそれぞれを前記集光レンズを介して前記反射型

30

【0020】

このような構成を採用すれば、第2の光学要素によって、中間光束をP偏光光束、S偏光光束に分離した後、どちらか一方の偏光方向を他方の偏光方向と揃え、最終的に一箇所の被照明領域上に重畳させることができる。従来の投写型表示装置においては、P偏光光束、S偏光光束のいずれか一方しか用いることができず、光損失が大きなものもあったが、本発明の第2の光学要素を用いれば、どちらの偏光光束も無駄なく用いることが可能となるため、明るい画像を得ることが可能となる。また、分割された複数の中間光束を、最終的に一箇所の被照明領域上で重畳させるため、光源からの出射光束が光束の断面内で不均一な光強度分布を有していた場合でも、明るさが均一な偏光光束を照明光として得ることができる。特に、均等な光強度や分光特性で中間光束をP偏光光束とS偏光光束に分離できない場合や、両偏光光束の偏光方向を揃える過程で一方の偏光光束の光強度やその分光特性が変化した場合においても、明るさが均一で色ムラの少ない偏光光束を照明光として得ることができる。

40

【0021】

また、集光レンズを偏光光束選択素子の光入射面に取り付けるようにすれば、集光レンズと偏光光束選択素子との界面において発生する光損失を防ぐことができ、光の利用効率を高めることが可能となる。

【0022】

さらに、集光レンズの焦点距離を、第1の光学要素の焦点位置から集光レンズの主点ま

50

での光路長とほぼ等しくすることが好ましい。このように集光レンズの焦点距離を設定することにより、反射型変調素子から出射される光を平行光とすることが可能となる。従って、反射型変調素子から投写光学系へ至る光路においても偏光光束選択素子の選択特性の変化によるムラを低減することができ、さらに投写画像のムラを抑えることが可能となる。

【 0 0 2 3 】

なお、本発明第2の投写型表示装置においても、第1の投写型表示装置の場合と同様、前記重畳素子と前記偏光光束選択素子との間の光路中や、前記偏光光束選択素子と前記投写光学系との間の光路中に偏光素子を配置することが好ましい。前者の位置に偏光素子を配置すれば、偏光光束選択素子に入射する偏光光束、結果的には反射型変調素子を照明する照明光の偏光度を高めることができる。後者の位置に偏光素子を配置すれば、偏光光束選択素子から出射する偏光光束、結果的には投写光学系を介して表示面、あるいは投写面上に投写される画像の偏光度を高めることができる。したがって、このように偏光素子を配置することにより、投写画像のコントラストを高めることができ、きわめて質の高い投写画像を得ることが可能となる。

【 0 0 2 4 】

本発明第3の投写型表示装置は、光源と、
前記光源から出射された光を変調する反射型変調素子と、
前記反射型変調素子によって変調された光を投写する投写光学系と、
前記光源と前記反射型変調素子との間の光路中に配置され、前記光源から出射された光を反射または透過させて前記反射型変調素子に到達させるとともに、前記反射型変調素子により変調された光を透過または反射させて前記投写光学系へ到達させる偏光光束選択素子と、を有する投写型表示装置であって、
前記光源と前記偏光光束選択素子との間には、前記光源から出射された光束を複数の中間光束に分割する光学要素が設けられ、
前記偏光光束選択素子と前記反射型変調素子との間には、前記光学要素から出射された光束を集光する集光レンズが設けられ、
前記光学要素によって分割された前記複数の中間光束のそれぞれは、前記集光レンズを介して前記反射型変調素子に重畳されることを特徴とする。

【 0 0 2 5 】

本発明第3の投写型表示装置の上記構成によれば、光源からの光束を複数の中間光束に分割し、それらの中間光束を被照明領域上で重畳することにより、単一光束の場合よりも照度のムラを低減することができる。よって、光源からの出射光束が光束の断面内で不均一な光強度分布を有していた場合でも、明るさが均一な照明光を得ることができる。特に、光源ランプと放物面等のリフレクターとからなる光源から出射される光束に見られるように、光束の光強度分布が全く無秩序ではなく、光強度分布に一定の傾向を有している場合には、上記の光学要素を用いることにより、被照明領域における照明光の光強度分布やその角度分布をきわめて均一なものとすることができる。このように、明るさが均一な照明光によって反射型変調素子を照明することにより、明るさが均一で、投写画像にムラの少ない投写型表示装置を提供することが可能となる。

【 0 0 2 6 】

ここで、光源からの光束を複数の中間光束に分離した場合、偏光光束選択素子に入射する光は発散光となってしまう。従って、誘電体多層膜によって構成される偏光ビームスプリッタのように、入射光の角度によって偏光光束の選択特性が変化しやすい偏光光束選択素子を用いた場合には、偏光光束選択素子の選択特性の変化による照度ムラが発生してしまうこととなる。しかしながら、本実施形態では、偏光光束選択素子と反射型変調素子との間に、光学要素から出射された光束を集光する集光レンズが設けられているため、反射型変調素子から出射される光の発散を低減することができる。従って、光源からの光束を複数の中間光束に分離する光学素子を用いているにもかかわらず、偏光光束選択素子の選択特性の変化による照度ムラを低減することができるので、極めて明るさが均一で、投写

画像にムラの少ない投写型表示装置を提供することが可能となる。

【 0 0 2 7 】

特に、集光レンズの焦点距離を、光学要素の焦点位置から集光レンズの主点までの光路長の約 2 倍とすれば、反射型変調素子によって変調され、当該集光レンズを介して偏光光束選択素子に出射される光を平行光とすることが可能となり、効果的である。

【 0 0 2 8 】

さらに、偏光光束選択素子と反射型変調素子との間に、光学要素から出射された光束を集光する集光レンズを設けることによって、投写レンズへ入射する光の広がりや抑えられるため、投写光学系への光の入射効率をも高めることができる。よって、大口径の投写光学系を用いなくともきわめて明るい投写画像を得ることが可能となる。特に、集光レンズの焦点距離を、光学要素の焦点位置から集光レンズの主点までの光路長とほぼ等しくすれば、効果的である。

【 0 0 2 9 】

本発明第 3 の投写型表示装置において、光学要素を、光源からの光束を集光し、複数の中間光束に分割する第 1 の光学要素と、当該第 1 の光学要素の光出射面側に配置された第 2 の光学要素と、を有する構成とし、第 2 の光学要素は、前記中間光束のそれぞれを P 偏光光束と S 偏光光束とに分離し、前記 P 偏光光束、S 偏光光束のうちいずれか一方の偏光方向を他方の偏光光束の偏光方向と揃えて出射する偏光変換素子と、前記偏光変換素子の光出射面側に配置され、前記中間光束のそれぞれを前記集光レンズを介して前記反射型変調素子に重畳させる重畳素子と、を有する構成とすることが可能である。

【 0 0 3 0 】

このような構成を採用すれば、第 2 の光学要素によって、中間光束を P 偏光光束、S 偏光光束に分離した後、どちらか一方の偏光方向を他方の偏光方向と揃え、最終的に一箇所の被照明領域上に重畳させることができる。従来の投写型表示装置においては、P 偏光光束、S 偏光光束のいずれか一方しか用いることができず、光損失が大きなものもあったが、本発明の第 2 の光学要素を用いれば、どちらの偏光光束も無駄なく用いることが可能となるため、明るい画像を得ることが可能となる。また、分割された複数の中間光束を、最終的に一箇所の被照明領域上で重畳させるため、光源からの出射光束が光束の断面内で不均一な光強度分布を有していた場合でも、明るさが均一な偏光光束を照明光として得ることができる。特に、均等な光強度や分光特性で中間光束を P 偏光光束と S 偏光光束に分離できない場合や、両偏光光束の偏光方向を揃える過程で一方の偏光光束の光強度やその分光特性が変化した場合においても、明るさが均一で色ムラの少ない偏光光束を照明光として得ることができる。

【 0 0 3 1 】

また、この場合にも、集光レンズの焦点距離を、第 1 の光学要素の焦点位置から集光レンズの主点までの光路長の約 2 倍とすれば、反射型変調素子によって変調され、当該集光レンズを介して偏光光束選択素子に出射される光を平行光とすることが可能となり、偏光光束選択素子の選択特性の変化による照度ムラを低減する上で、効果的である。

【 0 0 3 2 】

さらに、集光レンズの焦点距離を、第 1 の光学要素の焦点位置から集光レンズの主点までの光路長とほぼ等しくすれば、投写光学系への光の入射効率を高める上で、効果的である。

【 0 0 3 3 】

なお、本発明第 3 の投写型表示装置において、集光レンズを偏光光束選択素子の光入射面あるいは反射型変調素子の光入出射面に取り付けるようにすれば、集光レンズと偏光光束選択素子、あるいは集光レンズと反射型変調素子との界面において発生する光損失を防ぐことができ、さらに光の利用効率を高めることが可能となる。

【 0 0 3 4 】

また、光学素子と前記偏光光束選択素子との間の光路中や、前記偏光光束選択素子と前記投写光学系との間の光路中に偏光素子を配置することが好ましい。前者の位置に偏光素

10

20

30

40

50

子を配置すれば、偏光光束選択素子に入射する偏光光束、結果的には反射型変調素子を照明する照明光の偏光度を高めることができる。後者の位置に偏光素子を配置すれば、偏光光束選択素子から出射する偏光光束、結果的には投写光学系を介して表示面、あるいは投写面上に投写される画像の偏光度を高めることができる。したがって、このように偏光素子を配置することにより、投写画像のコントラストを高めることができ、きわめて質の高い投写画像を得ることが可能となる。

【 0 0 3 5 】

本発明第 4 の投写型表示装置は、光源と、
前記光源から出射された光を複数の色光に分離する色光分離光学系と、
前記色光分離光学系によって分離された前記複数の色光のそれぞれを変調する複数の反
射型変調素子と、
前記複数の反射型変調素子によって変調された光を合成する色光合成光学系と、
前記色光合成光学系によって合成された光を投写する投写光学系と、
前記色光分離光学系と前記反射型変調素子との間の光路中にそれぞれ配置され、前記色
光分離光学系から出射された色光を反射または透過させて前記反射型変調素子に到達させ
るとともに、前記反射型変調素子により変調された光を透過または反射させて前記色光合
成光学系へ到達させる複数の偏光光束選択素子と、を有する投写型表示装置であって、
前記光源と前記色光分離光学系との間には、前記光源から出射された光束を複数の中間
光束に分割する光学要素が設けられ、
それぞれの前記偏光光束選択素子と前記反射型変調素子との間には、前記光学要素から
出射された光束を集光する集光レンズが設けられてなることを特徴とする。

【 0 0 3 6 】

本発明第 4 の投写型表示装置によっても、前述した第 3 の投写型表示装置と同様の作用
によって、明るさが均一で、投写画像にムラの少ない投写型表示装置を提供することが可
能となり、また、大口径の投写光学系を用いなくともきわめて明るい投写画像を得ること
ができる。

【 0 0 3 7 】

また、本発明第 4 の投写型表示装置によっても、集光レンズの焦点距離を、光学要素の
焦点位置から集光レンズの主点までの光路長の約 2 倍とすれば、反射型変調素子によって
変調され、当該集光レンズを介して偏光光束選択素子に出射される光を平行光とすること
が可能となり、偏光光束選択素子の選択特性の変化による照度ムラを低減する上で、効果
的である。さらにまた、集光レンズの焦点距離を、光学要素の焦点位置から集光レンズの
主点までの光路長とほぼ等しくすれば、投写光学系への光の入射効率を高める上で、効果
的である。

【 0 0 3 8 】

本発明第 4 の投写型表示装置においても、光学要素を、光源からの光束を集光し、複数の
の中間光束に分割する第 1 の光学要素と、当該第 1 の光学要素の光出射面側に配置された
第 2 の光学要素と、を有する構成とし、第 2 の光学要素は、前記中間光束のそれぞれを P
偏光光束と S 偏光光束とに分離し、前記 P 偏光光束、S 偏光光束のうちいずれか一方の偏
光方向を他方の偏光光束の偏光方向と揃えて出射する偏光変換素子と、前記偏光変換素子
の光出射面側に配置され、前記中間光束のそれぞれを前記集光レンズを介して前記反射型
変調素子に重畳させる重畳素子と、を有する構成とすることが可能である。

【 0 0 3 9 】

このような構成を採用すれば、第 2 の光学要素によって、中間光束を P 偏光光束、S 偏
光光束に分離した後、どちらか一方の偏光方向を他方の偏光方向と揃え、最終的に一箇所
の被照明領域上に重畳させることができる。従来の投写型表示装置においては、P 偏光光
束、S 偏光光束のいずれか一方しか用いることができず、光損失が大きなものもあったが
、本発明の第 2 の光学要素を用いれば、どちらの偏光光束も無駄なく用いることが可能と
なるため、明るい画像を得ることが可能となる。また、分割された複数の中間光束を、最
最終的に一箇所の被照明領域上で重畳させるため、光源からの出射光束が光束の断面内で不

均一な光強度分布を有していた場合でも、明るさが均一な偏光光束を照明光として得ることができる。特に、均等な光強度や分光特性で中間光束をP偏光光束とS偏光光束に分離できない場合や、両偏光光束の偏光方向を揃える過程で一方の偏光光束の光強度やその分光特性が変化した場合においても、明るさが均一で色ムラの少ない偏光光束を照明光として得ることができる。

【0040】

また、この場合にも、集光レンズの焦点距離を、第1の光学要素の焦点位置から集光レンズの主点までの光路長の約2倍とすれば、反射型変調素子によって変調され、当該集光レンズを介して偏光光束選択素子に出射される光を平行光とすることが可能となり、偏光光束選択素子の選択特性の変化による照度ムラを低減する上で、効果的である。

10

【0041】

さらに、集光レンズの焦点距離を、第1の光学要素の焦点位置から集光レンズの主点までの光路長とほぼ等しくすれば、投写光学系への光の入射効率を高める上で、効果的である。

【0042】

なお、本発明第4の投写型表示装置においても、集光レンズを偏光光束選択素子の光入射面あるいは反射型変調素子の光入出射面に取り付けるようにすれば、集光レンズと偏光光束選択素子、あるいは集光レンズと反射型変調素子との界面において発生する光損失を防ぐことができ、さらに光の利用効率を高めることが可能となる。

20

【0043】

また、光学素子と前記偏光光束選択素子との間の光路中や、前記偏光光束選択素子と前記投写光学系との間の光路中に偏光素子を配置することが好ましい。前者の位置に偏光素子を配置すれば、偏光光束選択素子に入射する偏光光束、結果的には反射型変調素子を照明する照明光の偏光度を高めることができる。後者の位置に偏光素子を配置すれば、偏光光束選択素子から出射する偏光光束、結果的には投写光学系を介して表示面、あるいは投写面上に投写される画像の偏光度を高めることができる。したがって、このように偏光素子を配置することにより、投写画像のコントラストを高めることができ、きわめて質の高い投写画像を得ることが可能となる。

【発明の効果】

【0044】

以上述べたように、本発明の投写型表示装置によれば、明るさが均一で、画質の良い投写型表示装置を得ることができる。また、大口径の投写光学系を用いなくとも明るい投写画像を得ることが可能である。

30

【図面の簡単な説明】

【0045】

【図1】第1の実施形態にかかる投写型表示装置の要部を示す概略構成図。

【図2】偏光照明装置100における第1の光学要素120の構成を示す斜視図。

【図3】図3(A)は、偏光照明装置100における偏光分離ユニットアレイ141の構成を示す斜視図、図3(B)は、偏光照明装置100における選択位相差板147の構成を示す斜視図。

40

【図4】反射型液晶素子300の一例を示す概略断面図。

【図5】集光レンズの機能を説明するための比較例を示す図。

【図6】第1の実施形態にかかる投写型表示装置における集光レンズ400の機能を説明するための図。

【図7】第2の実施形態にかかる投写型表示装置の要部を示す概略構成図。

【図8】第3の実施形態にかかる投写型表示装置の要部を示す概略構成図。

【図9】第3の実施形態にかかる投写型表示装置における集光レンズ410の機能を説明するための図。

【図10】第3の実施形態にかかる投写型表示装置における集光レンズ410の機能を説明するための図。

50

【図 1 1】第 3 の実施形態にかかる投写型表示装置の変形例を示す概略構成図。

【図 1 2】第 4 の実施形態にかかる投写型表示装置 4 の要部を示す概略構成図。

【図 1 3】従来の投写型表示装置の要部を示す概略構成図である。

【発明を実施するための形態】

【0046】

以下に、図面を参照して本発明を実施するための最良の形態（の実施形態）を説明する。以下の各の実施形態においては、互いに直交する 3 つの方向を、便宜的に X 方向、Y 方向、Z 方向とし、Z 方向を光の進行方向とした。

【0047】

（第 1 の実施形態）

図 1 は、第 1 の実施形態にかかる投写型表示装置の要部を平面的に見た概略構成図である。なお、図 1 は、後に詳しく述べる第 1 の光学要素 120 の中心を通る XZ 平面における断面図である。

【0048】

本実施形態の投写型表示装置は、システム光軸 L に沿って配置した光源部 110、第 1 の光学要素 120、第 2 の光学要素 130 から概略構成される偏光照明装置 100、偏光照明装置 100 からの光を反射させて反射型液晶素子 300 に到達させるとともに、反射型液晶素子 300 により変調された光を透過させて投写光学系 600 へ到達させる S 偏光光束反射膜 201 を備えた偏光ビームスプリッタ 200、偏光ビームスプリッタ 200 から出射された光を変調する反射型液晶素子 300、反射型液晶素子 300 にて変調された光を投写面 700 に投写する投写光学系 600 から大略構成されている。

【0049】

光源部 110 は、光源ランプ 111 と、放物面リフレクター 112 とから大略構成されている。光源ランプ 111 から放射された光は、放物面リフレクター 112 によって一方方向に反射され、略平行な光束となって第 1 の光学要素 120 に入射する。ここで、光源ランプ 111 としては、メタルハライドランプ、キセノンランプ、高圧水銀ランプ、ハロゲンランプ等が、また、リフレクターとしては本実施形態に挙げた放物面リフレクター 112 の他に、楕円リフレクター、球面リフレクター等が使用できる。

【0050】

第 1 の光学要素 120 は、その外観を図 2 に示す様に、マトリックス状に配列された複数の矩形の光束分割レンズ 121 を備えたレンズアレイである。光源部 110 と第 1 の光学要素 120 との位置関係は、光源光軸 R が第 1 の光学要素 120 の中心に来るように設定されている。第 1 の光学要素 120 に入射した光は、光束分割レンズ 121 により複数の中間光束 122 に分割され、同時に光束分割レンズの集光作用により、システム光軸 L と垂直な平面内（図 1 では XY 平面）の中間光束が集束する位置に光束分割レンズの数と同数の集光像 123 を形成する。尚、光束分割レンズ 121 の XY 平面上における断面形状は反射型液晶素子 300 の表示領域（被照明領域）の形状とほぼ相似形をなすように設計すると良い。本実施形態では、XY 平面上で X 方向に長い長方形の被照明領域を想定しているため、光束分割レンズ 121 の XY 平面上における断面形状も X 方向に長い長方形としてある。

【0051】

次に、第 2 の光学要素 130 の機能について説明する。

【0052】

第 2 の光学要素 130 は、集光レンズアレイ 131、偏光分離ユニットアレイ 141 と選択位相差板 147 とからなる板状の偏光変換素子 140、偏光変換素子 140 から出射された中間光束を後述する集光レンズ 400 を介して反射型液晶素子 300 に重畳させる出射側レンズ 150 から大略構成される複合体である。第 2 の光学要素 130 は、第 1 の光学要素の光出射面側に、システム光軸 L に対してほぼ垂直となるように配置される。この第 2 の光学要素 130 は、中間光束 122 のそれぞれを P 偏光光束と S 偏光光束とに分離した後、一方の偏光光束の偏光方向と他方の偏光光束の偏光方向とを揃え、偏光方向が

10

20

30

40

50

ほぼ揃ったそれぞれの光束を一箇所の被照明領域に導くという機能を有している。

【 0 0 5 3 】

集光レンズアレイ 1 3 1 は、図 2 に示した第 1 の光学要素 1 2 0 と同様に、第 1 の光学要素 1 2 0 を構成する光束分割レンズ 1 2 1 と同数の集光レンズ 1 3 2 が、マトリックス状に複数配列されたものである。集光レンズアレイ 1 3 1 は、中間光束 1 2 2 のそれぞれを偏光分離ユニットアレイ 1 4 1 の特定の場所に集光しながら導くとともに、中間光束 1 2 2 の光軸をシステム光軸 L と平行にするという機能を有している。したがって、各集光レンズのレンズ特性は、第 1 の光学要素 1 2 0 により分割された中間光束 1 2 2 の特性に合わせて、また、偏光分離ユニットアレイ 1 4 1 に入射する光の主光線の傾きがシステム光軸 L と平行となるように、各々最適化されることが望ましい。但し、光学系の低コスト化および設計の容易さを考慮して、第 1 の光学要素 1 2 0 と全く同じレンズアレイを用いるか、あるいは、X Y 平面における断面形状が、第 1 の光学要素 1 2 0 を構成する光束分割レンズ 1 2 1 とほぼ相似形をなす集光レンズで構成したレンズアレイを用いても良い。本実施形態の場合には、第 1 の光学要素 1 2 0 と同じレンズアレイを集光レンズアレイ 1 3 1 として用いている。尚、第 1 の光学要素 1 2 0 に入射する光束の平行性がきわめて高い場合には、第 2 の光学要素から集光レンズアレイ 1 3 1 を省略しても良い。

10

【 0 0 5 4 】

偏光分離ユニットアレイ 1 4 1 は、図 3 (A) に示されたように、X 方向に配列された複数の偏光分離ユニット 1 4 2 から構成されている。偏光分離ユニット 1 4 2 は、光学ガラス等からなるプリズム内に一对の偏光分離面 1 4 3 と反射面 1 4 4 とを備えた四角柱状の構造体であり、入射する中間光束 1 2 2 のそれぞれを P 偏光光束と S 偏光光束とに分離する機能を有している。尚、偏光分離ユニットアレイ 1 4 1 は、交互に繰り返し配列した偏光分離面 1 4 3 と反射面 1 4 4 とをその内部に有する構造体であれば良く、必ずしも、複数の偏光分離ユニット 1 4 2 によって構成される必要はない。偏光分離ユニットアレイの機能の理解を容易にするために、偏光分離ユニット 1 4 2 という概念を導入したに過ぎない。

20

【 0 0 5 5 】

偏光分離面 1 4 3 と反射面 1 4 4 とは X 方向に交互に並ぶように配置されており、それぞれシステム光軸 L に対して約 4 5 度の傾きをなしている。また、偏光分離面 1 4 3 と反射面 1 4 4 とは互いに重なり合わないよう配置されている。また、偏光分離面 1 4 3 を X Y 平面上に投影した面積と反射面 1 4 4 を X Y 平面上に投影した面積とはそれぞれ等しい。偏光分離面 1 4 3 は誘電体多層膜等で、また、反射面 1 4 4 は誘電体多層膜、アルミニウム膜等で形成することができる。

30

【 0 0 5 6 】

偏光分離ユニット 1 4 2 に入射した光は、偏光分離面 1 4 3 を透過する P 偏光光束と、偏光分離面 1 4 3 で反射されて反射面 1 4 4 の方向に進行方向を変える S 偏光光束とに分離される。P 偏光光束は偏光分離ユニット 1 4 2 の P 偏光光束出射面 1 4 5 から出射される。一方、S 偏光光束は反射面 1 4 4 で反射され、P 偏光光束とほぼ平行な状態となって、偏光分離ユニット 1 4 2 の S 偏光光束出射面 1 4 6 から出射される。すなわち、偏光分離ユニット 1 4 2 に入射したランダムな偏光方向を有する中間光束 1 2 2 は、偏光分離ユニット 1 4 2 により P 偏光光束と S 偏光光束とに分離され、それぞれ偏光分離ユニット 1 4 2 の P 偏光光束出射面 1 4 5、S 偏光光束出射面 1 4 6 からほぼ同じ方向に向けて出射される。

40

【 0 0 5 7 】

なお、本実施形態の偏光照明装置 1 0 0 では、偏光分離ユニット 1 4 2 の偏光分離面 1 4 3 上にそれぞれの中間光束 1 2 2 を導く必要がある。したがって、本実施形態では、図 1 に示すように、偏光分離面 1 4 3 の中央部に中間光束 1 2 3 が集光されるように、集光レンズアレイ 1 3 1 が偏光分離ユニット 1 4 2 の横幅の 1 / 4 に相当する距離だけ、偏光分離ユニットアレイ 1 4 1 に対して X 方向にずらした状態で配置されている。また、その結果、光源部 1 1 0 も、その光源光軸 R がシステム光軸 L に対して偏光分離ユニット 1 4

50

2の横幅の1/4に相当する距離だけX方向に平行シフトした状態となるように配置されている。

【0058】

偏光分離ユニットアレイ141の光出射面側には、 $\lambda/2$ 位相差層148が規則的に形成された選択位相差板147が設置されている。図3(B)に選択位相差板147の例を示す。

【0059】

選択位相差板147は、偏光分離ユニット142のP偏光光束出射面145の部分にのみ $\lambda/2$ 位相差層148が形成され、S偏光光束出射面146の部分には $\lambda/2$ 位相差層148が形成されていない光学素子である。したがって、偏光分離ユニット142から出射されたP偏光光束は、選択位相差板147を通過する際に $\lambda/2$ 位相差層148によって偏光方向の回転作用を受け、S偏光光束へと変換される。一方、S偏光光束出射面146の部分には $\lambda/2$ 位相差層148が形成されていないので、偏光分離ユニット142のS偏光光束出射面146から出射されたS偏光光束はS偏光のまま選択位相差板147を通過する。

【0060】

すなわち、第1の光学要素から出射されたランダムな偏光方向を有する中間光束は、偏光分離ユニットアレイ141によりP偏光光束とS偏光光束とに分離され、選択位相差板147により、偏光方向が揃った種類の偏光光束（本実施形態の場合はS偏光光束）に変換されたことになる。

【0061】

再び、図1に戻って説明する。偏光変換素子140の光出射面側に配置された出射側レンズ150は、偏光変換素子140によりS偏光光束に揃えられたそれぞれの中間光束を、後述する集光レンズ400を介して、反射型液晶素子300に重畳させる重畳素子としての機能を有している。すなわち、第1の光学要素120により分割された中間光束122（つまり、光束分割レンズ121により切り出されたイメージ面）のそれぞれが、偏光変換素子140によって偏光方向の揃った種類の偏光光に変換され、出射側レンズ150によって、集光レンズ400を介して一箇所の被照明領域、すなわち反射型液晶素子300に重畳される。この場合、第1の光学素子120に入射する光束の光強度分布がその入射断面内で均一でなくとも、複数の分割された中間光束が重畳される過程で光強度は平均化されるため、被照明領域上における照明光の光強度分布は殆ど均一である。よって、被照明領域である反射型液晶素子300を、種類の偏光光束でほぼ均一に照明することができる。なお、出射側レンズ150は1つのレンズ体である必要はなく、第1の光学要素120のように、複数のレンズから構成されたレンズアレイとしても良い。

【0062】

以上をまとめると、偏光照明装置100によって、明るさが均一で偏光方向がほぼ揃った照明光を得ることができる。

【0063】

偏光照明装置100では、第1の光学要素120により微小な複数の集光像123を形成し、それらの形成過程で生じた光の存在しない空間を上手く利用し、その空間に偏光分離ユニット142の反射面144を配置している。したがって、光源からの出射光束を2種類の偏光光束に分離する際に生じる光束の拡幅を抑えることができ、少ないスペースで偏光変換を行うことができるという特徴がある。

【0064】

なお、X方向に長い長方形である反射型液晶素子300の形状に合わせて、第1の光学要素120を構成する光束分割レンズ121の断面形状をX方向に長い長方形にするとともに、偏光分離ユニットアレイ141から出射された2種類の偏光光束がX方向に交互に並ぶようにしている。このため、長方形の被照明領域であるを照明する場合でも、光量が無駄にすることなく、光の利用効率を高めることができる。

【0065】

また、第2の光学要素130を構成する集光レンズアレイ131、偏光分離ユニットアレイ141、選択位相差板147、および出射側レンズ150を光学的に一体化することにより、それらの界面において発生する光損失を低減し、光の利用効率を一層高めるようにしている。しかしながら、これらの光学素子は必ずしも光学的に一体化する必要はない。

【0066】

偏光ビームスプリッタ200は、2つのプリズム部品202、203の接合面に沿って、S偏光光束反射膜201が形成されたものである。S偏光光束反射膜201は例えば誘電体多層膜で構成され、S偏光光束を反射し、かつP偏光光束を透過させる偏光光束選択素子として機能する。先に説明したように、偏光照明装置100から出射される光束は、そのほとんどが一種類の偏光光束に変換されている。したがって、偏光照明装置100から出射された光束のほとんどすべてがS偏光光束反射膜201によって反射あるいは透過されることとなる。本実施形態では、第2の光学要素130から出射される光束はS偏光光束である。よって、偏光ビームスプリッタ200に入射した光束は、その殆どがS偏光光束反射膜201によって反射されて反射型液晶素子300に到達することになる。

【0067】

なお、第2の光学要素130から出射される光束がP偏光光束である場合には、偏光ビームスプリッタ200に入射した光束はS偏光光束反射膜201を透過する。したがって、この場合には、偏光ビームスプリッタ200を挟んで第2の光学要素と対向するように反射型液晶素子300を配置すれば良い。

【0068】

反射型液晶素子300に入射した光束は、反射型液晶素子300により所定の画像情報に基づいた変調を受ける。

【0069】

ここで、反射型液晶素子300の一例を図4に示す。反射型液晶素子300は、マトリックス状に配置された反射画素電極319に、薄膜トランジスタからなるスイッチング素子が接続されたアクティブマトリックス型液晶素子であり、一对の基板310、330間に液晶層320が挟持された構造となっている。基板310は珪素からなり、その一部にソース311、ドレイン316が形成されている。また、基板310上には、アルミニウムからなるソース電極312およびドレイン電極317、二酸化珪素からなるチャンネル313、珪素層314およびタンタル層315とからなるゲート電極、層間絶縁膜318、アルミニウムからなる反射画素電極319が形成され、ドレイン電極317と反射画素電極319とはコンタクトホールHを介して電氣的に接続されている。反射画素電極319は不透明であるため、ゲート電極、ソース電極312、ドレイン電極317の上に層間絶縁膜318を介して積層することができる。したがって、隣り合う反射画素電極319間の距離Xをかなり小さくすることができ、開口率を大きく取ることができる。

【0070】

なお、本実施形態においては、ドレイン316、二酸化珪素層340、珪素層341、タンタル層342から構成される保持容量部を設けている。

【0071】

一方、対向する基板330には、液晶層320側の面にITOからなる対向電極331が形成されており、他方の面には反射防止層332が形成されている。この対向電極331とそれぞれの画素電極319との間に電圧を印加することによって、液晶層320の駆動が行われる。

【0072】

液晶層320は、電圧無印加(OFF)時には液晶分子321が垂直に配向しており、電圧印加(ON)時には液晶分子321が90度ねじれるスーパーホメオトロピックタイプのものである。よって、図4に示したように、電圧無印加(OFF)時に偏光ビームスプリッタ200から反射型液晶素子300に入射したS偏光光束は、その偏光方向を変えることなく反射型液晶素子300から偏光ビームスプリッタ200へ戻される。よって、

S 偏光光束反射膜 201 によって反射されて投写光学系 600 の方へ到達することはない。一方、電圧印加 (ON) 時に偏光ビームスプリッタ 200 から反射型液晶素子 300 に入射した S 偏光光束は、液晶分子 321 のねじれによりその偏光方向が変えられて P 偏光光束となり、S 偏光光束反射膜 201 を透過した後、投写光学系 600 を介して投写面 700 に投写されることとなる。

【0073】

さて、本実施形態の投写型表示装置は、偏光照明装置 100 と偏光ビームスプリッタ 200 との間に、集光レンズ 400 が設けられている点に特徴がある。この点について、図 5 と図 6 とを参照して説明する。なお、図 5、図 6 では、説明の便宜上、第 2 の光学要素 130 (図 1 参照) の構成を簡略化して示している。

10

【0074】

本実施形態の投写型表示装置では、光源からの光束を第 1 の光学要素 120 によって複数の中間光束 122 に分離しており、各中間光束 122 が集光される位置付近に複数の集光像 123 が形成される。そして、これら複数の集光像 123 が仮想光源となり、したがって、複数の仮想光源からの照明光によって反射型表示装置 300 が照明されることになる。ここで、当該複数の仮想光源による照明光は発散光である。一方、偏光選択膜として用いられる誘電体多層膜等は、一般的に、その偏光選択特性が光の入射角によって変化しやすい。従って、もし、図 5 に示したように、第 1 の光学要素 120 から出射された光をそのまま偏光ビームスプリッタ 200 へ入射させてしまうと、S 偏光光束反射面 201 の偏光選択特性の変化による照度ムラが発生してしまうおそれがある。

20

【0075】

一方、本実施形態の投写型表示装置では、図 6 に示すように、偏光照明装置 100 と偏光ビームスプリッタ 200 との間に集光レンズ 400 が配置されており、第 1 の光学要素 120 によって分割された複数の中間光束 122 のそれぞれを、集光レンズ 400 を介して反射型液晶素子 300 に重畳させるようにしているため、偏光ビームスプリッタ 200 の S 偏光光束反射面 201 に入射する光の発散を低減することができる。従って、S 偏光光束反射面 201 の偏光選択特性の変化による照度ムラを抑えることができ、極めて明るさが均一で、ムラの少ない投写画像を得ることができる。特に、集光レンズ 400 の焦点距離を、第 1 の光学要素 120 の焦点位置、すなわち集光像 123 が形成される位置から集光レンズ 400 の主点までの光路長とほぼ等しく設定すれば、図 6 に示したように、反

30

射型液晶素子 300 から出射される光を平行光とすることが可能となる。したがって、この場合、反射型液晶素子 300 から投写光学系 600 へ至る光路においても S 偏光光束反射面 201 の選択特性の変化によるムラを低減することができ、さらに投写画像のムラを抑えることが可能となる。

【0076】

さらに、図 5 に示したように、第 1 の光学要素 120 から出射された光をそのまま偏光ビームスプリッタ 200 へ入射させてしまうと、反射型液晶素子 300 によって変調された後の光も大きな広がりをもって投写光学系 600 へ向かうことになるため、大口径の投写光学系 600 を用いなければ投写光をじゅうぶんにのみこむことができず、投写画像が暗くなってしまうおそれがある。

40

【0077】

一方、本実施形態の投写型表示装置では、図 6 に示すように、偏光照明装置 100 と偏光ビームスプリッタ 200 との間に集光レンズ 400 が配置されており、第 1 の光学要素 120 によって分割された複数の中間光束 122 のそれぞれを、集光レンズ 400 を介して反射型液晶素子 300 に重畳させるようにしている。従って、反射型液晶素子 300 によって変調された後の光束の広がりをも抑えることができ、大口径の投写光学系 600 を用いなくともきわめて明るい投写画像を得ることが可能となる。さらに、本実施形態の投写型表示装置では、集光レンズ 400 が偏光ビームスプリッタ 200 の光入射面に取り付けられており、これらの界面において発生する光損失も低減されている。従って、さらに明るい投写画像を得ることが可能となっている。

50

【 0 0 7 8 】

このように、本実施形態の投写型表示装置では、明るさが均一で、ムラが少なく、かつきわめて明るい投写画像を得ることができる。

【 0 0 7 9 】

なお、反射型液晶素子 3 0 0 の構造、その各構成要素の材料、並びに液晶層 3 2 0 の動作モードについては上述の例に限られるものではない。

【 0 0 8 0 】

また、上述した反射型液晶素子 3 0 0 はモノクロ画像表示用であるが、反射型液晶素子 3 0 0 と偏光ビームスプリッタ 2 0 0 との間に、或いは反射型液晶素子 3 0 0 の内部にカラーフィルタを設ければ、カラー画像を表示することも可能である。

10

【 0 0 8 1 】

(第 2 の実施形態)

図 7 は、第 2 の実施形態にかかる投写型表示装置 2 の要部を平面的に見た概略構成図である。なお、図 7 は、第 1 の光学要素 1 2 0 の中心を通る X Z 平面における断面図である。本実施形態の投写型表示装置 2 において、前に説明した第 1 の実施形態にかかる投写型表示装置の構成要素と同様の構成要素については、図 1 ~ 図 6 で用いたものと同じ参照番号を付し、その詳細な説明については省略する。

【 0 0 8 2 】

本実施形態の投写型表示装置は、システム光軸 L に沿って配置した光源部 1 1 0、第 1 の光学要素 1 2 0、反射ミラー 1 6 0、第 2 の光学要素 1 3 0 から概略構成される偏光照明装置 1 0 1 を備えている。また、偏光照明装置 1 0 1 からの光を三色の色光に分離する色光分離光学系 5 0 0 と、この色光分離光学系 5 0 0 によって分離された三色の色光のそれぞれを変調する複数の反射型液晶素子 3 0 0 R、3 0 0 G、3 0 0 B と、3 つの反射型液晶素子 3 0 0 R、3 0 0 G、3 0 0 B によって変調された光を合成するクロスダイクロイックプリズム 5 5 0 と、クロスダイクロイックプリズム 5 5 0 によって合成された色光を投写面 7 0 0 に投写する投写光学系 6 0 0 とを備えている。さらに、色光分離光学系 5 0 0 によって分離されたそれぞれの色光を反射させて反射型液晶素子 3 0 0 R、3 0 0 G、3 0 0 B に到達させるとともに、反射型液晶素子 3 0 0 R、3 0 0 G、3 0 0 B によって変調された光を透過させてクロスダイクロイックプリズム 5 5 0 へ到達させる 3 つの偏光ビームスプリッタ 2 0 0 R、2 0 0 G、2 0 0 B を備えている。

20

30

【 0 0 8 3 】

本実施形態の投写型表示装置 1 では、第 1 の実施形態とほぼ同じ構成の偏光照明装置 1 0 1 が用いられている。第 1 の実施形態における偏光照明装置 1 0 0 との相違点は、第 1 の光学要素 1 2 0 と第 2 の光学要素 1 3 0 との間に反射ミラー 1 6 0 が配置されていることであるが、これは、光軸 R を折り曲げるためのものであって、偏光照明装置の機能自体に何ら影響を及ぼすものではない。第 1 の実施形態で説明したように、偏光照明装置 1 0 1 において、光源部 1 1 0 から出射されたランダムな偏光光束は、第 1 の光学要素 1 2 0 により複数の中間光束に分割された後、第 2 の光学要素 1 3 0 により偏光方向がほぼ揃った種類の偏光光束 (本実施形態では S 偏光光束) に変換される。

【 0 0 8 4 】

40

色分離光学系 5 0 0 は、偏光照明装置 1 0 1 から出射された光を赤色光 R、緑色光 G、青色光 B の三色の色光に分離する光学系である。色分離光学系 5 0 0 は、青色光・緑色光反射ダイクロイックミラー 5 0 1、赤色光反射ダイクロイックミラー 5 0 2、緑色光反射ダイクロイックミラー 5 0 5、及び、2 つの反射ミラー 5 0 3、5 0 4 から構成される。

【 0 0 8 5 】

偏光照明装置 1 0 1 から出射された光は、色分離光学系 5 0 0 に入射する。偏光照明装置 1 0 1 から出射された光のうち、赤色光 R の成分は、赤色光反射ダイクロイックミラー 5 0 2 によって反射ミラー 5 0 3 側へ反射される。このようにして分離された赤色光 R は、集光レンズ 4 0 0 R を介して偏光ビームスプリッタ 2 0 0 R へ入射する。

【 0 0 8 6 】

50

一方、偏光照明装置 101 から出射された光のうち、緑色光 G、および青色光 B の成分は、緑色光・青色光反射ダイクロイックミラー 501 によって反射ミラー 504 側へ反射される。さらに、反射ミラー 504 によって反射された緑色光 G、青色光 B は、緑色光反射ダイクロイックミラー 505 に入射し、ここで緑色光 G の成分のみが反射される。緑色光反射ダイクロイックミラー 505 によって反射された緑色光 G は、集光レンズ 400 G を介して偏光ビームスプリッタ 200 G へ入射する。緑色光反射ダイクロイックミラー 505 を透過した青色光 B は、集光レンズ 400 B を介して偏光ビームスプリッタ 200 B へ入射する。

【0087】

偏光ビームスプリッタ 200 R、200 G、200 B は、前述した第 1 の実施形態における偏光ビームスプリッタ 200 と同様の構成、及び、機能を有している。従って、偏光ビームスプリッタ 200 R、200 G、200 B に入射した S 偏光光束である各色光は、各偏光ビームスプリッタ 200 R、200 G、200 B の S 偏光光束反射膜によってそのほとんどが反射されて、反射型液晶素子 300 R、300 G、300 B に到達することになる。

10

【0088】

反射型液晶素子 300 R、300 G、300 B は、前述した第 1 の実施形態における反射型液晶素子 300 と同様の構成、及び、機能を有している。従って、反射型液晶素子 300 R、300 G、300 B に入射した各色光は、所定の画像情報に基づいた変調を受け、偏光ビームスプリッタ 200 R、200 G、200 B 側へ出射され、各々の S 偏光光束反射膜を透過した光のみがクロスダイクロイックプリズム 550 側へ出射される。

20

【0089】

クロスダイクロイックプリズム 550 は、XZ 平面における断面形状が二等辺三角形の 4 つの三角柱状プリズムで構成されている。4 つの三角柱状プリズムは、その側面同士が互いに接着されており、その接着面に沿って、2 種類のダイクロイック膜 551、552 が形成されている。ダイクロイック膜 551 の波長選択特性は、赤色光 R を反射し、緑色光 G と青色光 B とを透過させるように設定されている。また、ダイクロイック膜 552 の波長選択特性は、青色光 B を反射し、赤色光 R と緑色光 G とを透過させるように設定されている。従って、クロスダイクロイックプリズム 550 に入射した光は、2 種類のダイクロイック膜 551、552 の波長選択特性に基づいて合成され、投写光学系 600 を介して投写面 700 上に投写される。

30

【0090】

さて、本実施形態の投写型表示装置も、第 1 の実施形態にかかる投写型表示装置と同様、偏光照明装置 101 と偏光ビームスプリッタ 200 R、200 G、200 B との間に集光レンズ 400 R、400 G、400 B が設けられている。従って、第 1 の実施形態にかかる投写型表示装置と同様に、偏光ビームスプリッタ 200 R、200 G、200 B の S 偏光光束反射面に入射する光の発散を低減することができる。従って、S 偏光光束反射面の波長選択特性の変化による照度ムラを抑えることができ、極めて明るさが均一で、ムラの少ない投写画像を得ることができる。そして、本実施形態の場合においても、特に、集光レンズ 400 R、400 G、400 B の焦点距離を、第 1 の光学要素 120 の焦点位置から集光レンズ 400 R、400 G、400 B の主点までの光路長とほぼ等しく設定することにより、反射型液晶素子 300 R、300 G、300 B から出射される光を平行光とすることが可能となる。従って、この場合、反射型液晶素子 300 R、300 G、300 B から投写光学系 600 へ至る光路においても S 偏光光束反射面の選択特性の変化によるムラを低減することができ、さらに投写画像のムラを抑えることが可能となる。

40

【0091】

さらに、本実施形態の投写型表示装置においても、第 1 の実施形態にかかる投写型表示装置と同様に、偏光照明装置 101 と偏光ビームスプリッタ 200 R、200 G、200 B との間に集光レンズ 400 R、400 G、400 B が配置されており、第 1 の光学要素 120 によって分割された複数の中間光束のそれぞれを、集光レンズ 400 R、400 G

50

、４００Ｂを介して反射型液晶素子３００Ｒ、３００Ｇ、３００Ｂに重畳させるようにしている。従って、反射型液晶素子３００Ｒ、３００Ｇ、３００Ｂによって変調された後の光束の広がりをも抑えることができ、大口径の投写光学系６００を用いなくとも極めて明るい投写画像を得ることが可能である。さらにまた、本実施形態の投写型表示装置では、集光レンズ４００Ｒ、４００Ｇ、４００Ｂが各偏光ビームスプリッタ２００Ｒ、２００Ｇ、２００Ｂの光入射面に取り付けられており、これらの界面において発生する光損失も低減されている。従って、さらに明るい投写画像を得ることが可能となっている。

【００９２】

このように、本実施形態の投写型表示装置でも、第１の実施形態と同様に、明るさが均一で、ムラが少なく、かつきわめて明るい投写画像を得ることができる。

10

【００９３】

（第３の実施形態）

前述した第１の実施形態にかかる投写型表示装置においては、偏光照明装置１００と偏光ビームスプリッタ２００との間に、第１の光学要素から出射された光束を集光する集光レンズ４００を設けている。この集光レンズを、偏光ビームスプリッタ２００と反射型液晶素子３００との間に配置することも可能である。このような投写型表示装置の例を図８に示す。

【００９４】

図８は、第３の実施形態にかかる投写型表示装置の要部を平面的に見た概略構成図である。なお、図８は、第１の光学要素１２０の中心を通るＸＺ平面における断面図である。本実施形態の投写型表示装置において、前に説明した第１の実施形態にかかる投写型表示装置の構成要素と同様の構成要素については、図１～図６で用いたものと同じ参照番号を付し、その詳細な説明は省略する。

20

【００９５】

本実施形態の投写型表示装置は、図８に示したように、偏光ビームスプリッタ２００と反射型液晶素子３００との間に集光レンズ４１０が設けられている点に特徴がある。この点について、図５、図９、図１０を参照して説明する。なお、図９、図１０では、説明の便宜上、第２の光学要素１３０（図８参照）の構成を簡略化して示している。

【００９６】

本実施形態の投写型表示装置では、光源からの光束を第１の光学要素によって複数の中間光束１２２に分離しており、各中間光束が集光される位置付近に複数の集光像が形成される。したがって、複数の仮想光源からの照明光によって反射型表示装置３００が照明されることになる。ここで、当該複数の仮想光源による照明光は発散光である。一方、偏光選択膜として用いられる誘電体多層膜等は、一般的に、その偏光選択特性が光の入射角によって変化しやすい。従って、もし、図５に示したように、第１の光学要素１２０から出射された光をそのまま偏光ビームスプリッタ２００へ入射させてしまうと、Ｓ偏光光束反射面２０１の偏光選択特性の変化による照度ムラが発生してしまう恐れがある。

30

【００９７】

一方、本実施形態の投写型表示装置では、図８、図９に示すように、偏光ビームスプリッタ２００と反射型液晶素子３００との間に集光レンズ４１０が配置されており、第１の光学要素１２０によって分割された複数の中間光束１２２のそれぞれを、集光レンズ４１０を介して反射型液晶素子３００に重畳させるようにしている。従って、反射型表示装置３００によって変調された後の光束の広がりを抑えることができ、反射型表示装置３００から投写光学系６００へ至る光路におけるＳ偏光光束反射面２０１の選択特性の変化によるムラを低減することができる。よって、投写画像のムラを抑えることが可能となる。特に、集光レンズ４１０の焦点距離を、第１の光学要素１２０の焦点位置、すなわち集光像１２３が形成される位置から集光レンズ４１０の主点までの光路長の２倍に設定すれば、図９に示したように、反射型液晶素子３００から出射される光を平行光とすることが可能となり、効果的である。

40

【００９８】

50

さらに、図 5 に示したように第 1 の光学要素 1 2 0 から出射された光をそのまま反射型液晶素子へ入射させてしまうと、反射型液晶素子 3 0 0 によって変調された後の光も大きな広がりをもって投写光学系へ向かうこととなるため、大口径の投写光学系 6 0 0 を用いなければ、投写光を十分にのみこむことができず、投写画像が暗くなってしまう恐れがある。

【 0 0 9 9 】

一方、本実施形態の投写型表示装置では、図 9、図 1 0 に示すように、偏光ビームスプリッタ 2 0 0 と反射型液晶素子 3 0 0 との間に集光レンズ 4 1 0 が配置されており、第 1 の光学要素 1 2 0 によって分割された複数の中間光束 1 2 2 のそれぞれを、集光レンズ 4 1 0 を介して反射型液晶素子 3 0 0 に重畳させるようにしている。従って、反射型表示装置 3 0 0 によって変調された後の光束の広がりを抑えることができ、大口径の投写光学系 6 0 0 を用いなくとも、きわめて明るい投写画像を得ることが可能となる。さらに、本実施形態の投写型表示装置では、集光レンズ 4 1 0 が反射型液晶素子 3 0 0 の光入出射面に取り付けられており、これらの界面において発生する光損失も低減されている。従って、さらに明るい投写画像を得ることが可能となっている。

10

【 0 1 0 0 】

特に、集光レンズ 4 1 0 の焦点距離を、第 1 の光学要素 1 2 0 の焦点位置、すなわち集光像 1 2 3 が形成される位置から集光レンズ 4 1 0 の主点までの光路長とほぼ等しく設定すれば、図 1 0 に示したように、反射型液晶素子 3 0 0 から出射される光を投写光学系 6 0 0 へ最も集光した状態で入射させることが可能となり、投写光学系 6 0 0 への光の入射効率を高める上で、効果的である。

20

【 0 1 0 1 】

なお、本実施形態の投写型表示装置では、集光レンズ 4 1 0 を反射型液晶素子 3 0 0 の光入出射面に取り付けることにより、これらの界面において発生する光損失を低減するようにしているが、集光レンズ 4 1 0 は必ずしも反射型液晶素子 3 0 0 の光入出射面に取り付ける必要はない。また、図 1 1 に示すように、集光レンズ 4 1 0 を偏光ビームスプリッタ 2 0 0 の光入出射面に取り付けることも可能であり、この場合には、偏光ビームスプリッタ 2 0 0 と集光レンズ 4 1 0 との界面において発生する光損失を低減することが可能である。

【 0 1 0 2 】

30

また、上述した反射型液晶素子 3 0 0 はモノクロ画像表示用であるが、反射型液晶素子 3 0 0 と偏光ビームスプリッタ 2 0 0 との間に、或いは反射型液晶素子 3 0 0 の内部にカラーフィルタを設ければ、カラー画像を表示することも可能である。

【 0 1 0 3 】

(第 4 の実施形態)

前述した第 2 の実施形態にかかる投写型表示装置においても、第 3 の実施形態と同様、集光レンズを偏光ビームスプリッタ 2 0 0 R、2 0 0 G、2 0 0 B と反射型液晶素子 3 0 0 R、3 0 0 G、3 0 0 B との間に配置することができる。このような投写型表示装置の例を図 1 2 に示す。

【 0 1 0 4 】

40

図 1 2 は、第 4 の実施形態にかかる投写型表示装置の要部を平面的に見た概略構成図である。なお、図 1 2 は、第 1 の光学要素 1 2 0 の中心を通る X Z 平面における断面図である。本実施形態の投写型表示装置において、前に説明した第 1 ~ 第 3 の実施形態にかかる投写型表示装置の構成要素と同様の構成要素については、図 1 ~ 図 1 1 で用いたものと同じ参照番号を付し、その詳細な説明は省略する。

【 0 1 0 5 】

本実施形態の投写型表示装置においても、第 3 の実施形態にかかる投写型表示装置と同様、偏光ビームスプリッタ 2 0 0 R、2 0 0 G、2 0 0 B と反射型液晶素子 3 0 0 R、3 0 0 G、3 0 0 B との間に、集光レンズ 4 1 0 R、4 1 0 G、4 1 0 B が設けられており、第 1 の光学要素 1 2 0 によって分割された複数の中間光束のそれぞれを、集光レンズ 4

50

10 R、410 G、410 Bを介して反射型液晶素子300 R、300 G、300 Bに重畳させるようにしている。従って、反射型表示装置300 R、300 G、300 Bによって変調された後の光束の広がりを抑えることができ、反射型表示装置300 R、300 G、300 Bから投写光学系600へ至る光路におけるS偏光光束反射面の選択特性の変化によるムラを低減することができる。よって、投写画像のムラを抑えることが可能となる。特に、集光レンズ410 R、410 G、410 Bの焦点距離を、第1の光学要素120の焦点位置、すなわち集光像123（図9参照）が形成される位置から集光レンズ410 R、410 G、410 Bの主点までの光路長の2倍に設定すれば、反射型液晶素子300 R、300 G、300 Bから出射される光を平行光とすることが可能となり、効果的である。

10

【0106】

さらに、偏光ビームスプリッタ200と反射型液晶素子300 R、300 G、300 Bとの間に集光レンズ410 R、410 G、410 Bが配置されており、第1の光学要素120によって分割された複数の中間光束のそれぞれを、集光レンズ410 R、410 G、410 Bを介して反射型液晶素子300 R、300 G、300 Bに重畳させるようにしている。従って、反射型表示装置300 R、300 G、300 Bによって変調された後の光束の広がりを抑えることができる。従って、大口径の投写光学系600を用いなくとも、きわめて明るい投写画像を得ることが可能となる。さらに、本実施形態の投写型表示装置では、集光レンズ410 R、410 G、410 Bが、それぞれ、偏光ビームスプリッタ200 R、200 G、200 Bの光入出射面に取り付けられており、これらの界面において発生する光損失も低減されている。従って、さらに明るい投写画像を得ることが可能となっている。

20

【0107】

特に、集光レンズ410 R、410 G、410 Bの焦点距離を、第1の光学要素120の焦点位置、すなわち集光像123（図10参照）が形成される位置から集光レンズ410 R、410 G、410 Bの主点までの光路長とほぼ等しく設定すれば、反射型液晶素子300 R、300 G、300 Bから出射される光を投写光学系600へ最も集光した状態で入射させることが可能となり、投写光学系600への光の入射効率を高める上で、効果的である。

【0108】

なお、本実施形態の投写型表示装置では、集光レンズ410 R、410 G、410 Bを、それぞれ、偏光ビームスプリッタ200 R、200 G、200 Bの光入出射面に取り付けることにより、これらの界面において発生する光損失を低減するようにしているが、集光レンズ410 R、410 G、410 Bは必ずしも偏光ビームスプリッタ200 R、200 G、200 Bの光入出射面に取り付ける必要はない。また、集光レンズ410 R、410 G、410 Bを反射型液晶素子300 R、300 G、300 Bの光入出射面に取り付けることも可能であり、この場合には、反射型液晶素子300 R、300 G、300 Bと集光レンズ410 R、410 G、410 Bとの界面において発生する光損失を低減することが可能である。

30

【0109】

（その他の実施形態）

なお、この発明は、上記の実施例や実施形態に限られるものではなく、その要旨を逸脱しない範囲において種々の態様において実施することが可能であり、例えば次のような変形も可能である。

【0110】

上述した実施形態にかかる投写型表示装置は、いずれも第1の光学要素120から出射された光束の偏光方向を揃える偏光変換素子140を備えていたが、本発明は、このような偏光変換素子140を備えていない投写型表示装置に適用することも可能である。

【0111】

また、上述した実施形態にかかる投写型表示装置において、偏光照明装置100、10

50

1と偏光ビームスプリッタ200、200R、200G、200Bとの間の光路中や、偏光ビームスプリッタ200、200R、200G、200Bと投写光学系600との間の光路中に偏光素子を配置することが好ましい。前者の位置に偏光素子を配置すれば、偏光ビームスプリッタ200、200R、200G、200Bに入射する偏光光束、結果的には反射型液晶素子300、300R、300G、300Bを照射する照明光の偏光度を高めることができる。後者の位置に偏光素子を配置すれば、偏光ビームスプリッタ200、200R、200G、200Bから出射されて投写光学系600へ向かう偏光光束、結果的には投写光学系600を介して投写面700上に投写される画像の偏光度を高めることができる。従って、このように偏光素子を配置することにより、投写画像のコントラストを高めることができ、極めて質の高い投写画像を得ることが可能となる。

10

【0112】

さらにまた、上述した実施形態においては、いずれも偏光照明装置100、101でS偏光光束を得る構成としているが、勿論、P偏光光束を得る構成としても良い。この場合は、選択位相差板147の $\lambda/2$ 位相差層148を偏光分離ユニットアレイ141のS偏光光束出射面146に形成するようにすれば良い。

【0113】

さらに、投写型表示装置としては、投写面700のうち、投写光学系600の側の面から投写画像を観察するフロント型、あるいは投写光学系600の反対側の面から投写画像を観察するリア型のものがあるが、本発明はいずれのタイプにも適用可能である。

【符号の説明】

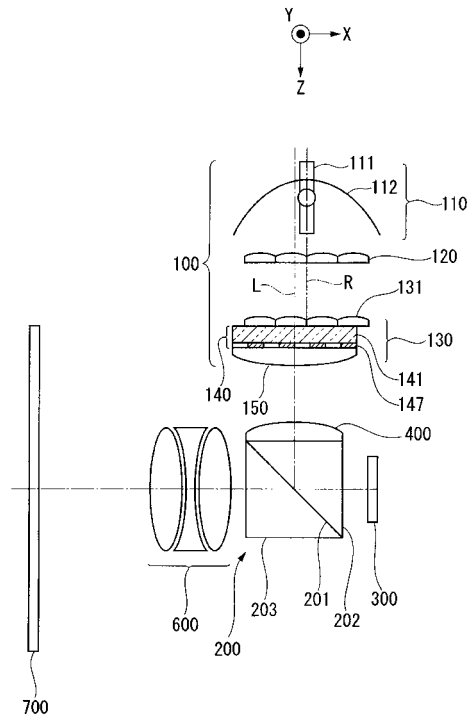
20

【0114】

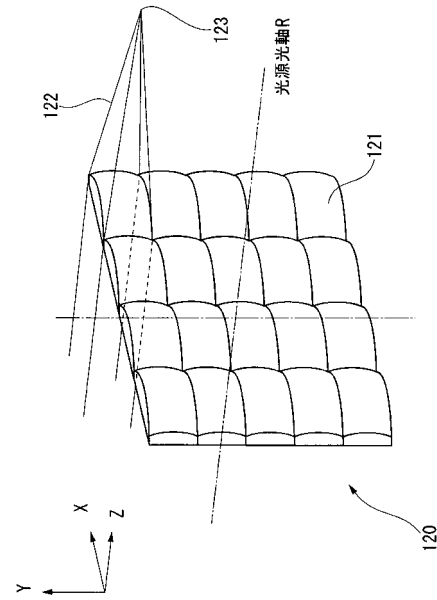
10光源部 11光源ランプ 12放物面リフレクター 20偏光ビームスプリッタ 21偏光分離面 30R、30G、30B反射型液晶装置 50ダイクロイックプリズム 60投写光学系 70投写面 100、101偏光照明装置 110光源部 111光源ランプ 112放物面リフレクター 120第1の光学要素 121光束分割レンズ 122中間光束 123集光像 130第2の光学要素 131集光レンズアレイ 132集光レンズ 140偏光変換素子 141偏光分離ユニットアレイ 142偏光分離ユニット 143偏光分離面 144反射面 145P偏光光束出射面 146S偏光光束出射面 147選択位相差板 148 $\lambda/2$ 位相差層 150出射側レンズ 160反射ミラー 200偏光ビームスプリッタ 201S偏光光束反射面 202、203プリズム部品 300、300R、300G、300B反射型液晶装置 310基板 311ソース 312ソース電極 313チャネル 314珪素層 315タンタル層 316ドレイン 317ドレイン電極 318層間絶縁膜 319反射画素電極 320液晶層 321液晶分子 330基板 331対向電極 332反射防止層 340二酸化珪素層 341珪素層 342タンタル層 400、400R、400G、400B集光レンズ 410、410R、410G、410B集光レンズ 500色光分離光学系 501、502、505ダイクロイックミラー 503、504反射ミラー 550クロスダイクロイックプリズム 551、552ダイクロイック膜 600投写光学系 700投写面

30

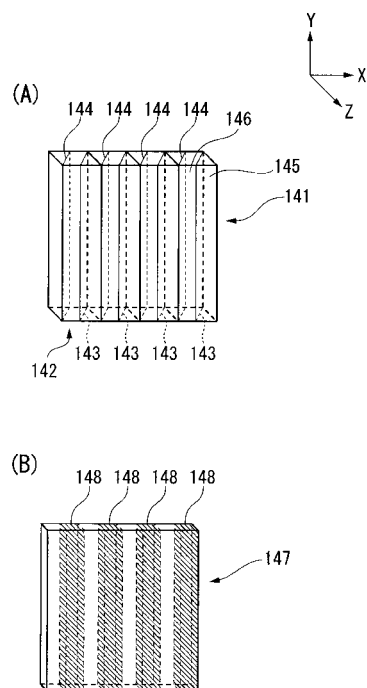
【図 1】



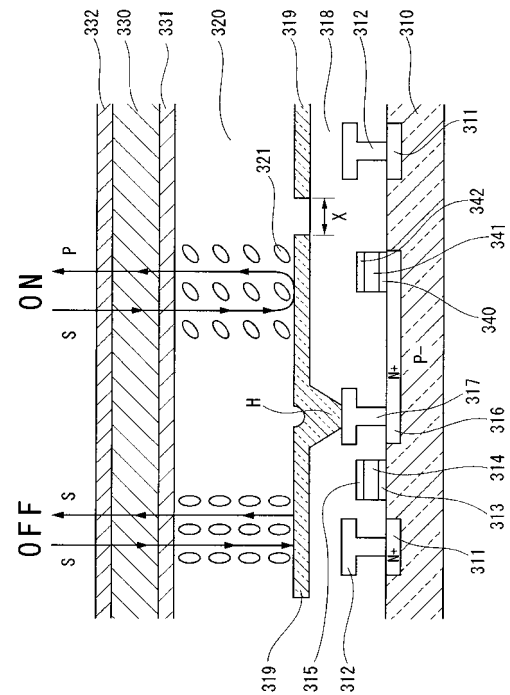
【図 2】



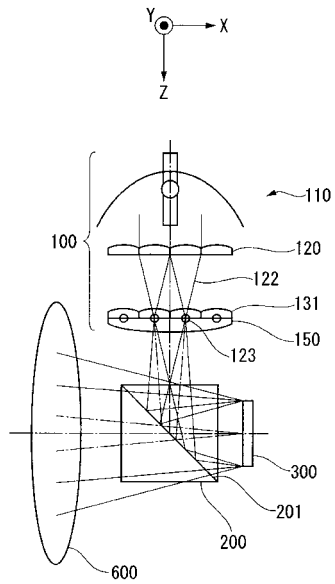
【図 3】



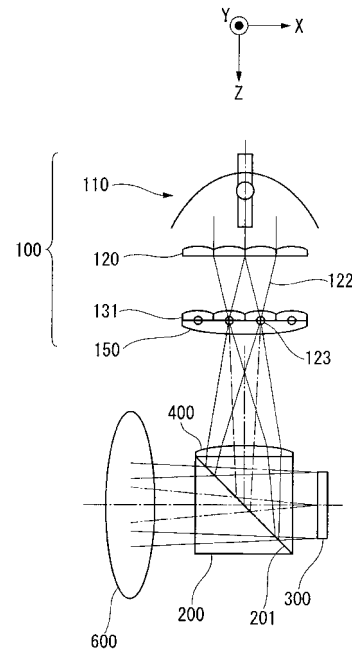
【図 4】



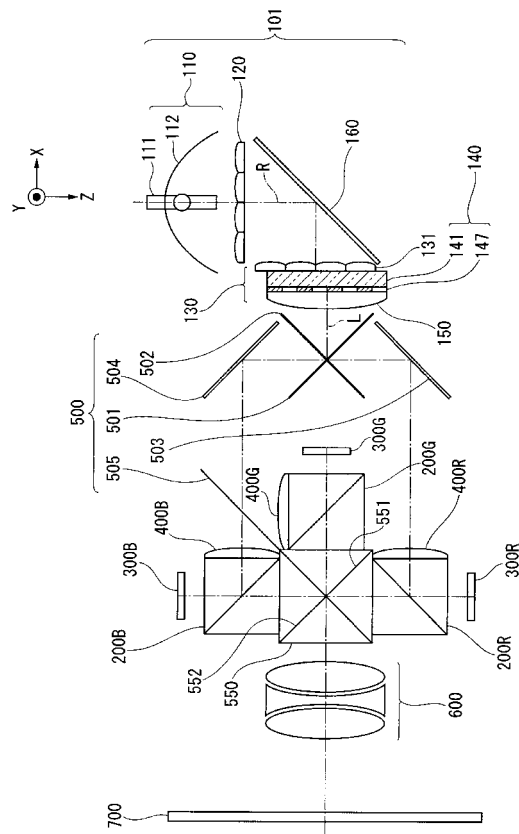
【図 5】



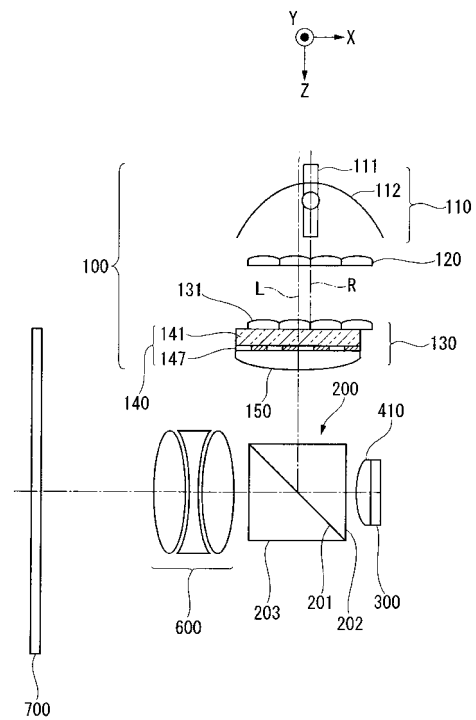
【図 6】



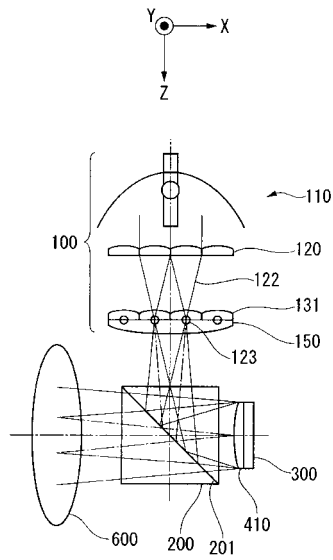
【図 7】



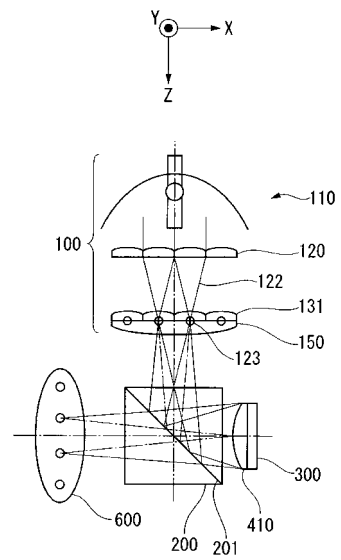
【図 8】



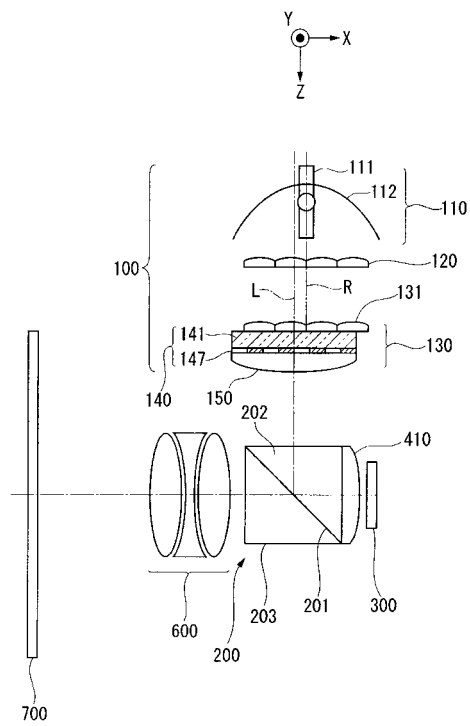
【図 9】



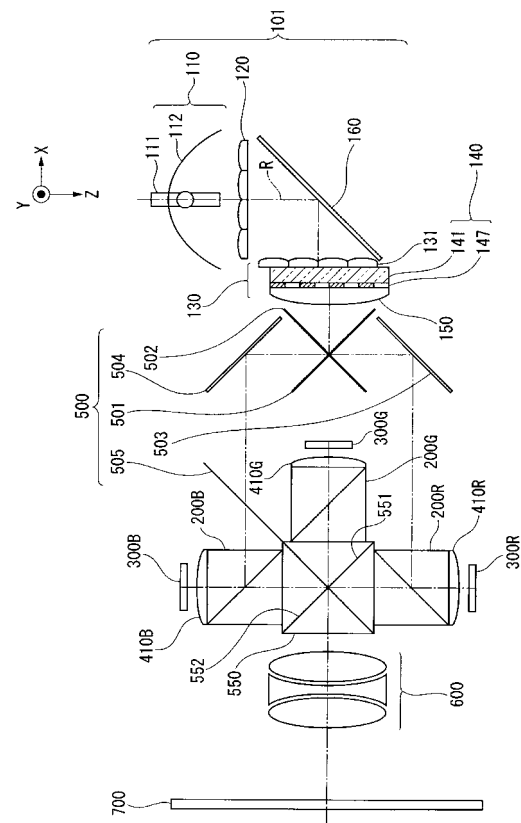
【図 10】



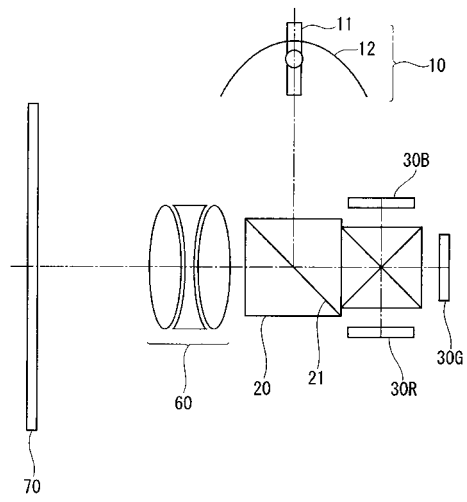
【図 11】



【図 12】



【図 13】



フロントページの続き

(56)参考文献 国際公開第97/050012(WO,A1)
特開平09-251150(JP,A)
国際公開第97/045768(WO,A1)
特開平10-274752(JP,A)
特開平10-319351(JP,A)
特開平10-319352(JP,A)
特開平10-274751(JP,A)
特開平10-253921(JP,A)
特開平10-274750(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.,DB名)
G03B 21/00
G02B 27/09
G02B 27/28
H04N 5/74
H04N 9/31