(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第3627392号

(P3627392)

(45)発行日　平成17年3月9日(2005.3.9)　(24)登録日　平成16年12月17日(2004.12.17)

(51)Int.Cl.[7]	F I		
G03B 21/00	G03B	21/00	E
G02B 3/00	G02B	3/00	A
G02B 5/04	G02B	5/04	C
G02B 5/30	G02B	5/30	
G02B 27/28	G02B	27/28	Z

請求項の数 21　(全 28 頁)　最終頁に続く

(21)出願番号　特願平8-212608
(22)出願日　平成8年8月12日(1996.8.12)
(65)公開番号　特開平10-54958
(43)公開日　平成10年2月24日(1998.2.24)
審査請求日　平成14年3月28日(2002.3.28)

(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　100107836
弁理士　西　和哉
(74)代理人　100064908
弁理士　志賀　正武
(74)代理人　100101465
弁理士　青山　正和
(74)代理人　100095728
弁理士　上柳　雅誉
(74)代理人　100107261
弁理士　須澤　修

最終頁に続く

(54)【発明の名称】偏光発生装置、表示装置、及び投写型表示装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

入射光束を集光し、互いに空間的に分離された複数の中間光束に変換する第１の光学要素と、

前記中間光束が収束する位置付近に配置された第２の光学要素とを有し

前記第１の光学要素は、

マトリックス状に配置された複数の光束分割レンズからなり、

前記複数の光束分割レンズはいずれも偏心方向が異なる２種類の偏心レンズであり、且つ、列方向に隣り合う光束分割レンズが行方向に相互にずれた状態で配列され、

前記第２の光学要素は、

前記中間光束のそれぞれをＳ偏光光束とＰ偏光光束とに空間的に分離して出射する偏光光束分離手段と、

前記偏光光束分離手段から出射された前記Ｐ偏光光束、前記Ｓ偏光光束のうちのいずれか一方の偏光方向を他方の偏光方向に変換する偏光変換手段と、

前記他方の偏光光束と、前記偏光変換手段によって偏光方向が変換された前記一方の偏光光束とを重畳結合させて出射光束に変換する重畳結合手段と

を有し、

前記光束分割レンズが、当該光束分割レンズによって集光される前記中間光束の像の配列が前記偏光光束分離手段の延在方向に沿って一直線状となるように配列されることを特徴とする偏光発生装置。

【請求項２】
請求項１において、前記偏光光束分離手段は反射面と偏光光束分離面とを備え、前記反射面と前記偏光光束分離面とは互いに平行に配列されてなることを特徴とする偏光発生装置。
【請求項３】
請求項１において、前記光束分割レンズの外形形状が矩形であることを特徴とする偏光発生装置。
【請求項４】
請求項１乃至請求項３のいずれかにおいて、前記重畳結合手段は、複数のレンズ体を備えることを特徴とする偏光発生装置。
【請求項５】
請求項１乃至請求項４のいずれかにおいて、前記第２の光学要素が、さらに、前記複数の中間光束をそれぞれ集光する集光手段を有し、前記集光手段はマトリックス状に配置された複数の集光レンズからなることを特徴とする偏光発生装置。
【請求項６】
請求項５において、前記複数の集光レンズはいずれも偏心レンズであることを特徴とする偏光発生装置。
【請求項７】
光源部と、
前記光源部からの光束を集光し、互いに空間的に分離された複数の中間光束に変換する第１の光学要素と、
前記中間光束が収束する位置付近に配置された第２の光学要素と、
前記第２の光学要素から出射された光束を変調する変調手段と
を有する表示装置であって、
前記第１の光学要素は、
マトリックス状に配置された複数の光束分割レンズからなり、
前記複数の光束分割レンズはいずれも偏心方向が異なる２種類の偏心レンズであり、且つ、列方向に隣り合う光束分割レンズが行方向に相互にずれた状態で配列され、
前記第２の光学要素は、
前記中間光束のそれぞれをＳ偏光光束とＰ偏光光束とに空間的に分離して出射する偏光光束分離手段と、
前記偏光光束分離手段から出射された前記Ｐ偏光光束、前記Ｓ偏光光束のうちのいずれか一方の偏光方向を他方の偏光方向に変換する偏光変換手段と、
前記他方の偏光光束と、前記偏光変換手段によって偏光方向が変換された前記一方の偏光光束とを重畳結合させて出射光束に変換する重畳結合手段と
を有し、
前記光束分割レンズが、当該光束分割レンズによって集光される前記中間光束の像の配列が前記偏光光束分離手段の延在方向に沿って一直線状となるように配列されることを特徴とする表示装置。
【請求項８】
請求項７において、前記偏光光束分離手段は反射面と偏光光束分離面とを備え、前記反射面と前記偏光光束分離面とは互いに平行に配列されてなることを特徴とする表示装置。
【請求項９】
光源部と、
前記光源部からの光束を集光し、互いに空間的に分離された複数の中間光束に変換する第１の光学要素と、
前記中間光束が収束する位置付近に配置された第２の光学要素と、
前記第２の光学要素から出射された光束を変調する変調手段と、
前記変調手段によって変調された光束を投写する投写光学手段とを有する投写型表示装置であって、

前記第１の光学要素は、
マトリックス状に配置された複数の光束分割レンズからなり、
前記複数の光束分割レンズはいずれも偏心方向が異なる２種類の偏心レンズであり、且つ、列方向に隣り合う光束分割レンズが行方向に相互にずれた状態で配列され、
前記第２の光学要素は、
前記中間光束のそれぞれをＳ偏光光束とＰ偏光光束とに空間的に分離して出射する偏光光束分離手段と、
前記偏光光束分離手段から出射された前記Ｐ偏光光束、前記Ｓ偏光光束のうちのいずれか一方の偏光方向を他方の偏光方向に変換する偏光変換手段と、
前記他方の偏光光束と、前記偏光変換手段によって偏光方向が変換された前記一方の偏光光束とを重畳結合させて出射光束に変換する重畳結合手段と
を有し、
前記光束分割レンズが、当該光束分割レンズによって集光される前記中間光束の像の配列が前記偏光光束分離手段の延在方向に沿って一直線状となるように配列されることを特徴とする投射型表示装置。
【請求項１０】
請求項９において、前記偏光光束分離手段は反射面と偏光光束分離面とを備え、前記反射面と前記偏光光束分離面とは互いに平行に配列されてなることを特徴とする投射型表示装置。
【請求項１１】
請求項９または請求項１０において、前記重畳結合手段は、複数のレンズ体を備えることを特徴とする投射型表示装置。
【請求項１２】
請求項９乃至請求項１１のいずれかにおいて、前記第２の光学要素が、さらに、前記複数の中間光束をそれぞれ集光する集光手段を有し、前記集光手段はマトリックス状に配置された複数の集光レンズからなることを特徴とする投射型表示装置。
【請求項１３】
請求項１２において、前記複数の集光レンズはいずれも偏心レンズであることを特徴とする投射型表示装置。
【請求項１４】
請求項９乃至請求項１３のいずれかにおいて、前記複数の偏光光束分離手段のうち、前記光源部の光軸付近に位置する前記偏光光束分離手段の寸法が、前記光源部の光軸から離れた周辺部に位置する前記偏光光束分離手段の寸法よりも大きいことを特徴とする投射型表示装置。
【請求項１５】
光源部と、
前記光源部からの光束を集光し、互いに空間的に分離された複数の中間光束に変換する第１の光学要素と、
前記中間光束が収束する位置付近に配置された第２の光学要素と、
前記第２の光学要素から出射された光束を２以上の色光に分離する色光分離手段と、
前記色光分離手段から出射されるそれぞれの色光に対応して設けられた２以上の前記変調手段と、
それぞれの前記変調手段によって変調された色光を合成する色光合成手段と、
前記色光合成手段によって合成された光束を投写する投写光学手段と
を有する投写型表示装置であって、
前記第１の光学要素は、
マトリックス状に配置された複数の光束分割レンズからなり、
前記複数の光束分割レンズはいずれも偏心方向が異なる２種類の偏心レンズであり、且つ、列方向に隣り合う光束分割レンズが行方向に相互にずれた状態で配列され、
前記第２の光学要素は、

前記中間光束のそれぞれをＳ偏光光束とＰ偏光光束とに空間的に分離して出射する偏光光束分離手段と、
前記偏光光束分離手段から出射された前記Ｐ偏光光束、前記Ｓ偏光光束のうちのいずれか一方の偏光方向を他方の偏光方向に変換する偏光変換手段と、
前記他方の偏光光束と、前記偏光変換手段によって偏光方向が変換された前記一方の偏光光束とを重畳結合させて出射光束に変換する重畳結合手段と
を有し、
前記光束分割レンズが、当該光束分割レンズによって集光される前記中間光束の像の配列が前記偏光光束分離手段の延在方向に沿って一直線状となるように配列されることを特徴とする投写型表示装置。

【請求項１６】
請求項１５において、前記偏光光束分離手段は反射面と偏光光束分離面とを備え、前記反射面と前記偏光光束分離面とは互いに平行に配列されてなることを特徴とする投射型表示装置。

【請求項１７】
請求項１５または請求項１６において、前記重畳結合手段は、複数のレンズ体を備えることを特徴とする投射型表示装置。

【請求項１８】
請求項１５乃至請求項１７のいずれかにおいて、前記第２の光学要素が、さらに、前記複数の中間光束をそれぞれ集光する集光手段を有し、前記集光手段はマトリックス状に配置された複数の集光レンズからなることを特徴とする投射型表示装置。

【請求項１９】
請求項１８において、前記複数の集光レンズはいずれも偏心レンズであることを特徴とする投射型表示装置。

【請求項２０】
請求項１５乃至請求項１９のいずれかにおいて、前記複数の偏光光束分離手段のうち、前記光源部の光軸付近に位置する前記偏光光束分離手段の寸法が、前記光源部の光軸から離れた周辺部に位置する前記偏光光束分離手段の寸法よりも大きいことを特徴とする投射型表示装置。

【請求項２１】
請求項１５において、前記色光合成手段は、ダイクロイック膜を十字状に配置したクロスダイクロイックプリズムからなることを特徴とする投射型表示装置。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【発明の属する技術分野】
本発明は、ランダムな偏光状態を有する入射光束から、照明領域における光強度分布が入射光束の光強度分布よりも均一であり、偏光方向がほぼ揃った出射光束を発生させるための偏光発生装置に関するものである。さらに、本発明は、上記の偏光発生装置を用いた表示装置及び投写型表示装置に関するものである。

【０００２】

【従来の技術】
液晶パネルの様に、偏光光束を変調するタイプのパネルを用いた表示装置の照明光学系に対しては、（１）偏光光束の光強度が高いこと、（２）照明領域における光強度分布が均一であること、が主に要求される。

【０００３】
１．偏光光束の光強度を高める技術
光源から発せられるランダムな偏光光束を一種類の偏光光束に変換し、液晶パネルにおける光の利用効率を高めて明るい表示状態を達成しようとする光学系が提案されている。

【０００４】
その一例として、特開平７－２９４９０６号公報に開示されている光学系（便宜的に偏光

光学系と称す）の概要を図１１を用いて説明する。この光学系は、主にレンズ板９１０、複数の偏光ビームスプリッタ９２０、複数の反射プリズム９３０及びλ／２位相差板９４０により構成されている。その原理は、ランダムな偏光光束である入射光束を偏光光束分離面３３１を備えた偏光ビームスプリッタ９２０と反射面３３２を備えた反射プリズム９３０により二種類の偏光光束（Ｐ偏光光束とＳ偏光光束）に分離し、分離後の一方の偏光光束の偏光方向をλ／２位相差板９４０を用いて他方の偏光光束の偏光方向と合わせることにより一種類の偏光光束を得、その光束で液晶パネル９５０を照明しようとするものである。但し、偏光光束の分離過程においては、２つの偏光光束を形成する空間が必要になるため、一般的には光学系の拡幅化が避けられない。そこで、この偏光光学系では、予めレンズ板９１０により入射光束を集光し、空間的に分離された複数の中間光束に変換しておき、その中間光束が収束することにより生じた空間に反射プリズム９３０（反射面）を配置することにより、光学系の拡幅を招かずに一種類の偏光光束を得ている。

【０００５】

２．照明領域における光強度分布を均一にする技術

照明領域における光強度分布が入射光束の光強度分布よりも均一であるような照明光束を発生させる照明光学系として、例えば、特開平３－１１１８０６号公報に開示されているインテグレータ光学系が実用化されている。ここで、開示されているインテグレータ光学系は、原理的には露光機に使用されているものと同一である。

【０００６】

前記公報に開示されたインテグレータ光学系は、２つの光学要素として第１及び第２のレンズ板を用い、光源からの光束を、第１のレンズ板を構成している複数の光束分割レンズによって中間光束に分割し、中間光束が収束する位置の付近に配置された複数の集光レンズからなる第２のレンズ板を介して、中間光束を重畳結合させ、一ヶ所の照明領域を照明するものである。

【０００７】

【発明が解決しようとする課題】

特開平７－２９４９０６号公報の偏光光学系では、単に光源からのランダムな偏光光束を一種類の偏光光束に変換しているに過ぎないため、幾つかの問題点が生じる。

【０００８】

第１に、光源から発せられる光束の強度分布が照明光の照度分布（強度分布）に直接的に反映されるため、明るさが均一で色ムラのない照明光を得ることは困難である。なぜなら、通常、光源から発せられる光束は著しい明るさムラや色ムラを有するためである。

【０００９】

第２に、偏光ビームスプリッタ及び反射プリズムの光学的特性から、偏光ビームスプリッタを通過して出射されるＰ偏光光束と、偏光ビームスプリッタ及び反射プリズムを通過して出射されるＳ偏光光束との間では光強度やその分光特性が異なる。同様のことは、分離された２つの偏光光束の偏光方向を揃えるために用いられるλ／２位相差板を通過する偏光光束と通過しない偏光光束との間においても生じる。この偏光光学系では偏光方向を揃えた後の光束を重畳結合しないため、上記のような理由により照明領域上では明るさムラや色ムラが生じることになり、やはり良好な照明状態は得られない。上記の明るさのムラを防止する手段として、上記の偏光光学系では光拡散板を使用する構成が提案されているが、光拡散板の使用により液晶パネルに達する光は明らかに減少するため、明るさを増加させるという偏光光学系の本来の目的とは相反し、根本的な解決手段とはなり得ない。

【００１０】

第３に、偏光ビームスプリッタ９２０及び反射プリズム９３０を出射した光束は一切集光されることなく、大きな角度を伴って発散しながら液晶パネルに達するため、照明効率は低く、明るい表示状態が得られないばかりか、液晶パネルを見る方向によっては大きな色ムラを発生することになる。

【００１１】

一方、特開平３－１１１８０６号公報のインテグレータ光学系を用いた場合には、光強度

分布の均一化はある程度達成できるものの、依然としてランダムな偏光光束を照明光として用いているため、明るさの改善には殆ど効果がない。

【００１２】

さらに、クロスダイクロイックプリズムを色光合成手段として用いた投写型表示装置では、大口径で高価な投写レンズを使用しなくても、明るい投写映像を容易に得ることができるが、その反面、用いる光源の光特性により、クロスダイクロイックプリズムを構成する４つの直角プリズムの接合部分で生じる光散乱のために、投写映像に暗い影が生じ易い。この暗い影は、変調手段を照明する照明光の強度分布とその角度分布を均一にすることで、その存在を目立たなくすることができる。しかし、従来の照明系では、光強度分布とその角度分布における均一性が十分ではなかったため、上記の暗い影の存在を目立たなくすることはできなかった。

【００１３】

従って、一種類の偏光光束で特定の照明領域を均一に効率よく照明する光学系は、従来存在しなかった。

【００１４】

以上の様な点に鑑みて、本発明の課題は、

第１に、ランダムな偏光光である入射光束から、照明領域における光強度分布が入射光束のそれよりも均一であり、偏光方向がほぼ揃った一種類の偏光光束を発生させるための偏光発生装置を実現することにあり、

第２に、そのような偏光発生装置を用いて、明るく、明るさムラや色ムラのない表示装置を実現することにあり、

第３に、そのような偏光発生装置を用いて、Ｆナンバーの小さい大口径で高価な投写レンズを使用しなくても、明るく、明るさムラや色ムラのない投写映像を得られ、特に、クロスダイクロイックプリズムを色光合成手段として用いた場合においても、クロスダイクロイックプリズムにより生じる暗い影が目立たない投写映像を表示できる投写型表示装置を実現することにある。なお、Ｆナンバーとは、焦点距離とレンズ径との比である。

【００１５】

【課題を解決するための手段】

１．偏光発生装置

（１）本発明の偏光発生装置は、入射光束を集光し、互いに空間的に分離された複数の中間光束に変換する第１の光学要素と、前記中間光束が収束する位置付近に配置された第２の光学要素とを有し、前記第１の光学要素は、マトリックス状に配置された複数の光束分割レンズからなり、前記複数の光束分割レンズはいずれも偏心レンズであり、且つ、列方向に隣り合う光束分割レンズが行方向に相互にずれた状態で配列され、前記第２の光学要素は、前記中間光束のそれぞれをＳ偏光光束とＰ偏光光束とに空間的に分離する偏光光束分離手段と、前記偏光光束分離手段によって分離された前記Ｐ偏光光束、前記Ｓ偏光光束のうちのいずれか一方の偏光方向を他方の偏光方向に変換する偏光変換手段と、前記他方の偏光光束と、前記偏光変換手段によって偏光方向が変換された前記一方の偏光光束とを重畳結合させて出射光束に変換する重畳結合手段とを有することを特徴とする。

【００１６】

ここで、第１の光学要素を構成する複数の光束分割レンズは、列方向に隣り合う光束分割レンズが行方向の配列ピッチのほぼ半分の長さに相当する距離だけ行方向に相互にずれた状態で配列されている。このような配置様式を採用することにより、光束分割レンズをずらして配置しない場合と比べて、入射光束が光束の断面内で局所的により大きな光強度分布を有していた場合でも、明るさが均一で色ムラのない高品位な偏光光束を照明光として得ることができる。特に、光源ランプとリフレクター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、光強度分布にある種の特徴や傾向を有している場合には、上記の第１の光学要素を用いることにより、照明領域における光強度分布やその角度分布を極めて均一なものとすることができる。

【００１７】

例えば、放物面リフレクターを備えた光源から出射される光束は、光源の光軸を対称軸とする光強度分布（光軸付近で光強度が大きく、周辺部で小さい）とその角度分布（光軸付近で出射角が広く、周辺部で狭い）を有する。そのため、この様な光束から光強度分布が均一な照明光を得るためには、（ａ）光束分割レンズの数を多くする、即ち、光束分割レンズにより生成される中間光束の数を増やす、或いは、（ｂ）光強度分布やその角度分布等の光束の諸特性に対して光束分割レンズを不規則に配置する、という方法が考えられるが、（ａ）の方法では、光束分割レンズの増加に伴い光束分割レンズ間の界面が増加してしまい、界面での光損失が増えてしまう。よって、照明領域における光強度分布を均一にできる反面、明るさが低下する結果となる。一方、（ｂ）の方法においては、隙間無く、且つ全く不規則に光束分割レンズを配置することが困難である等、いずれも有効な策ではない。

【００１８】

これに対して、本発明の偏光発生装置の上記第１の光学要素は、光束分割レンズ間に不必要な隙間を生じることもなく、単に列方向に隣り合う光束分割レンズを相互にずらす配置を採用するだけで、光強度分布におけるある種の特徴や傾向を相互に打ち消し、或いは、弱めあい、照明領域における光強度分布やその角度分布を極めて均一にすることができる。従って、光束分割レンズの数を必要以上に増やす必要もなく、光束分割レンズの界面における光損失を低減でき、明るさを低下させることなく光強度分布とその角度分布が均一な照明光を得ることができる。

【００１９】

ここで、列方向に隣り合う光束分割レンズのずらし量については特に限定されるものではない。しかし、光束分割レンズのずらし量が照明光の光強度分布とその角度分布に及ぼす効果や、光束分割レンズに対応して配置される第２の光学要素の配置の容易さを考慮すると、ずらし量を行方向の配列ピッチのほぼ半分の長さに相当する距離とするのが最適である。

【００２０】

次に、本発明の偏光発生装置の上記第２の光学要素は、中間光束を最終的に一ヶ所の照明領域上で重畳結合するため、入射光束が光束の断面内で大きな光強度分布を有していた場合でも、明るさが均一で、色ムラのない偏光光束を照明光として得ることができる。先に紹介したインテグレータ光学系においても、中間光束を最終的に一ヶ所の照明領域上で重畳結合するため、照明領域上における光強度分布をある程度均一化できるが、本発明の偏光発生装置では、中間光束をＰ偏光光束とＳ偏光光束とに空間的に分離する過程を有することから、照明領域上で重畳結合される光束の数は、（光束分割レンズの数が同じである場合）インテグレータ光学系の場合と比較して２倍に増加しており、その結果、インテグレータ光学系に比べて、照明領域上における光強度分布を著しく均一化できる優れた特徴がある。尚、中間光束をＰ偏光光束とＳ偏光光束とに空間的に分離する過程、及び、一方の偏光光束の偏光方向を他方の偏光光束の偏光方向に変換する過程においては、光吸収や光散乱をほとんど伴わないため、非常に高い効率で偏光方向がほぼ揃った光束を得ることができる。

【００２１】

さらに、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ない偏光光束を照明光として得ることができる。

【００２２】

尚、偏光変換手段は、偏光光束分離手段で分離された２種類の偏光光束のうちのいずれか一方の偏光方向を他方の偏光方向に変換する機能を有するが、２種類の偏光光束のいずれに対しても偏光方向の回転作用を施し、最終的に両偏光光束の偏光方向を一種類に揃える機能であってもよい。

【００２３】

ここで、本発明の偏光発生装置の上記第２の光学要素を構成する光学素子は、複数の偏光光束分離手段を一方向に配列して一体化したコンパクトな光学素子であり、第２の光学要素を小型化することができる。

【００２４】

上述したように、本発明の偏光発生装置の上記構成によれば、先に説明したすべての課題が解決でき、ランダムな偏光光束である入射光束から、照明領域における光強度分布やその角度分布が入射光束のそれよりも均一であり、偏光方向がほぼ揃った出射光束を非常に高い効率で発生することができるという効果を有する。

【００２５】

（２）本発明の上記偏光発生装置において、前記偏光光束分離手段は反射面と偏光光束分離面とを備え、前記反射面と前記偏光光束分離面とは互いに平行に配置された構成をとっても良い。

【００２６】

一対の反射面と偏光光束分離面とを有する偏光光束分離手段を用いて、中間光束をＰ偏光光束とＳ偏光光束とに空間的に分離するためには、Ｓ偏光光束が存在できる新たな空間が必要となる。中間光束の光束径を全く変えずに偏光光束分離手段に入射した場合には、偏光光束分離後の光束の幅（Ｐ偏光光束の幅とＳ偏光光束の幅を合わせた総幅）は入射光束の幅に対して２倍に拡がることになり、このことは光学系の大型化（拡幅）につながる。

【００２７】

本発明の上記偏光発生装置の構成は、光束分割レンズにより入射光束を分割しながら集光して複数の中間光束を形成し、それぞれの中間光束が収束する位置の近傍に、偏光光束分離手段により、中間光束の存在する空間と、その空間に隣接し全く光束の存在しない空間とからなる一対の空間を複数形成したものである。そして、本発明の上記偏光発生装置では、全く光束が存在しない空間をＳ偏光光束が存在できる新たな空間として利用している。以上の構成により、偏光光束分離後の光束の総幅が偏光光束分離前の入射光束の幅よりも大きくならないようにしながら、Ｐ偏光光束とＳ偏光光束とを空間的に完全に分離することができる。従って、ランダムな偏光光束である入射光束から偏光方向がほぼ揃った出射光束を発生させる過程において、光束の総幅が拡がらないため、光学系の小型化を実現できる。さらに、光束の総幅が拡がらないということは、複数の偏光光束を重畳結合させる段階で、光束が大きな角度成分を有しないことを意味し、従って、これらの光束を用いて照明を行う場合には、高い照明効率を得ることができる。尚、例えば、誘電体多層膜を用いれば、光吸収や光散乱を殆ど伴わない反射面や偏光光束分離面を容易に実現できる。従って、非常に高い効率で特定の偏光光束を発生させることが可能となる。

【００２８】

さらに、偏光光束分離手段の反射面と偏光光束分離面とを互いに平行に配置することにより、偏光光束分離手段で空間的に分離された２種類の偏光光束を、互いに平行な状態で偏光光束分離手段から出射でき、従って、これら２種類の偏光光束を最終的に一ヶ所の照明領域上で容易に重畳結合することができる。尚、偏光光束分離面及び反射面の設置角度は、中間光束の入射方向に対して概ね４５度に設定される。また、前記反射面と前記偏光光束分離面とは互いに平行に配列されることから、偏光光束分離手段のブロックを列毎にまとめて形成することができ、その結果、偏光光束分離手段の製造を容易にし、同時に低コスト化することができる。

【００２９】

（３）また、本発明の上記偏光発生装置において、前記光束分割レンズの外形形状を矩形とすることにより、複数の光束分割レンズを用いて特定の平面を隙間なく、且つ、互いに重なることなく被うことができるため、入射光束を複数の中間光束に分割する際の光利用効率を極めて高くすることができる。また、本発明の偏光発生装置を用いて表示装置や投写型表示装置を構成した場合、被照明体である液晶パネルなどの変調手段の外形形状は一般に矩形状であることから、光束分割レンズの列方向と行方向とで形成される平面における外形形状も矩形状とした方が光の利用効率が良い。

【００３０】
（４）また、本発明の上記偏光発生装置において、第２の光学要素が、さらに、前記第１の光学要素によって空間的に分離された複数の前記中間光束をそれぞれ集光する集光手段を有し、この集光手段をマトリックス状に配置された複数の集光レンズで構成することにより、偏光光束分離手段に対して中間光束を確実に入射させ、つまり光源光の無駄を防ぎ、光の利用効率を向上させることが可能となる。特に、集光手段の採用により、偏光発生装置の性能を低下させずに、第２の光学要素の大きさを第１の光学要素の大きさよりも小さくすることができるため、光学系の小型化を達成することが可能となる。さらに、集光手段の採用により、偏光光束分離手段の行方向における配列や大きさの自由度を増すことができる。例えば、偏光発生装置の中心軸を対称軸として、行方向に並ぶ偏光光束分離面が対称な配置となるように複数の偏光光束分離手段を配置して、或いは、後述するように、偏光発生装置の中心軸付近では寸法の大きな偏光光束分離手段を、その周辺部では寸法の小さな偏光光束分離手段を用いて偏光発生装置を構成することができる、その結果、光の利用効率を一層向上させたり、装置の小型化を実現することができる。尚、一般的には、前記第１の光学要素を構成する前記光束分割レンズの行方向における大きさと、前記第２の光学要素を構成する前記偏光光束分割手段の行方向における大きさとを同じとする構成をとる場合が多く、その場合には、前記光束分割レンズと全く同一のレンズ体を集光レンズとして使用することができるため、前記光束分割レンズ及び集光レンズの製造コストを低減できる効果がある。

【００３１】
（５）さらに、本発明の上記偏光発生装置において、前記複数の集光レンズをいずれも偏心レンズとすることにより、前記偏光光束分離手段に入射する前記中間光束の入射角度を調整でき、前記偏光光束分離面に対する入射角度を最も理想的な角度（一般的には４５度）に設定することができる。

【００３２】
２．表示装置並びに投写型表示装置
（６）本発明の表示装置は、光源部と、前記光源部からの光束を集光し、互いに空間的に分離された複数の中間光束に変換する第１の光学要素と、前記中間光束が収束する位置付近に配置された第２の光学要素と、前記第２の光学要素から出射された光束を変調する変調手段とを有する表示装置であって、前記第１の光学要素は、マトリックス状に配置された複数の光束分割レンズからなり、前記複数の光束分割レンズはいずれも偏心レンズであり、且つ、列方向に隣り合う光束分割レンズが行方向に相互にずれた状態で配列され、前記第２の光学要素は、前記中間光束のそれぞれをＳ偏光光束とＰ偏光光束とに空間的に分離して出射する偏光光束分離手段と、前記偏光光束分離手段から出射された前記Ｐ偏光光束、前記Ｓ偏光光束のうちのいずれか一方の偏光方向を他方の偏光方向に変換する偏光変換手段と、前記他方の偏光光束と、前記偏光変換手段によって偏光方向が変換された前記一方の偏光光束とを重畳結合させて出射光束に変換する重畳結合手段とを有することを特徴とする。

【００３３】
（８）また、本発明の第１の投写型表示装置は、光源部と、前記光源部からの光束を集光し、互いに空間的に分離された複数の中間光束に変換する第１の光学要素と、前記中間光束が収束する位置付近に配置された第２の光学要素と、前記第２の光学要素から出射された光束を変調する変調手段と、前記変調手段によって変調された光束を投写する投写光学手段とを有する投写型表示装置であって、前記第１の光学要素は、マトリックス状に配置された複数の光束分割レンズからなり、前記複数の光束分割レンズはいずれも偏心レンズであり、且つ、列方向に隣り合う光束分割レンズが行方向に相互にずれた状態で配列され、前記第２の光学要素は、前記中間光束のそれぞれをＳ偏光光束とＰ偏光光束とに空間的に分離する偏光光束分離手段と、前記偏光光束分離手段によって分離された前記Ｐ偏光光束、前記Ｓ偏光光束のうちのいずれか一方の偏光方向を他方の偏光方向に変換する偏光変換手段と、前記他方の偏光光束と、前記偏光変換手段によって偏光方向が変換された前記

一方の偏光光束とを重畳結合させて出射光束に変換する重畳結合手段とを有することを特徴とする。

【００３４】

（１３）さらに、また、本発明の第２の投写型表示装置は、光源部と、前記光源部からの光束を集光し、互いに空間的に分離された複数の中間光束に変換する第１の光学要素と、前記中間光束が収束する位置付近に配置された第２の光学要素と、前記第２の光学要素から出射された光束を２以上の色光に分離する色光分離手段と、前記色光分離手段から出射されるそれぞれの色光に対応して設けられた２以上の前記変調手段と、それぞれの前記変調手段によって変調された色光を合成する色光合成手段と、前記色光合成手段によって合成された光束を投写する投写光学手段とを有する投写型表示装置であって、前記第１の光学要素は、マトリックス状に配置された複数の光束分割レンズからなり、前記複数の光束分割レンズはいずれも偏心レンズであり、且つ、列方向に隣り合う光束分割レンズが行方向に相互にずれた状態で配列され、前記第２の光学要素は、前記中間光束のそれぞれをＳ偏光光束とＰ偏光光束とに空間的に分離して出射する偏光光束分離手段と、前記偏光光束分離手段にから出射された前記Ｐ偏光光束、前記Ｓ偏光光束のうちのいずれか一方の偏光方向を他方の偏光方向に変換する偏光変換手段と、前記他方の偏光光束と、前記偏光変換手段によって偏光方向が変換された前記一方の偏光光束とを重畳結合させて出射光束に変換する重畳結合手段とを有することを特徴とする。

【００３５】

ここで、第１の光学要素を構成する複数の光束分割レンズは、列方向に隣り合う光束分割レンズが行方向の配列ピッチのほぼ半分の長さに相当する距離だけ行方向に相互にずれた状態で配列されている。前に述べたように、このような構成により、光束分割レンズ間に不必要な隙間を生じることもなく、単に列方向に隣り合う光束分割レンズを相互にずらす配置を採用するだけで、光強度分布におけるある種の特徴や傾向を相互に打ち消し、或いは、弱めあい、照明領域における光強度分布やその角度分布を極めて均一にすることができる。従って、光束分割レンズの数を必要以上に増やす必要もなく、光束分割レンズの界面における光損失を低減でき、明るさを低下させずに光強度分布とその角度分布が均一な照明光を得ることができる。この効果は、特に、光源ランプとリフレクター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、光強度分布にある種の特徴や傾向を有している場合に顕著であり、照明領域における光強度分布やその角度分布を極めて均一なものとすることができる。

【００３６】

その理由については前に述べた通りである。

【００３７】

なお、列方向に隣り合う光束分割レンズのずらし量については特に限定されるものではない。しかし、光束分割レンズのずらし量が照明光の光強度分布とその角度分布に及ぼす効果や、光束分割レンズに対応して配置される第２の光学要素の配置の容易さを考慮すると、ずらし量を行方向の配列ピッチのほぼ半分の長さに相当する距離とするのが最適である。

【００３８】

また、先に述べたように、上記第２の光学要素は、入射光束を一旦複数の中間光束に分割し、さらに、複数の中間光束をその２倍の数の偏光光束（Ｐ偏光光束とＳ偏光光束）に分割した後、それらの偏光光束を最終的に一ヶ所の照明領域上で重畳結合するため、入射光束が光束の断面内で大きな光強度分布を有していた場合でも、明るさが均一で、色ムラのない偏光光束を照明光として得ることができる。さらに、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ない偏光光束を照明光として得ることができる。

【００３９】

このように、本発明の表示装置、並びに、第１及び第２の投写型表示装置の上記構成によ

れば、表示面並びに投写面全体に渡ってきわめて均一な画像を得ることが可能となる。

【００４０】

なお、光源部は、一般的に光源ランプとリフレクターにより構成されるものが多く、光源ランプとしては、メタルハライドランプ、キセノンランプ、ハロゲンランプ等が、また、リフレクターとしては放物面リフレクター、楕円リフレクター、球面リフレクター等が使用できる。また、変調手段としては、透過型液晶パネルや反射型液晶パネル等が使用できる。特に、反射型液晶パネルを用いた反射型の投写型表示装置においては、明るさムラや色ムラが非常に少ない照明光を必要とするため、そのような投写型表示装置を構成する際には、本発明の偏光発生装置を応用することは特に有効である。

【００４１】

（７）（９）（１４）また、本発明の上記表示装置、並びに、第１及び第２の投写型表示装置において、前記偏光光束分離手段は反射面と偏光光束分離面とを備え、前記反射面と前記偏光光束分離面とは互いに平行に配置された構成をとっても良い。

【００４２】

先に説明したように、このような構成を採用することで、偏光光束分離後の光束の総幅が偏光光束分離前の入射光束の幅よりも大きくならないようにしながら、Ｐ偏光光束とＳ偏光光束とを空間的に完全に分離することができる。従って、ランダムな偏光光束である入射光束から偏光方向がほぼ揃った出射光束を発生させる過程において、光束の総幅が拡がらないため、光学系の小型化を実現できる。したがって、本発明によれば、非常に小型で取扱い性に優れたもの表示装置、並びに、投写型表示装置を提供することができる。

【００４３】

さらに、光束の総幅が拡がらないということは、複数の偏光光束を重畳結合させる段階で、光束が大きな角度成分を有しないことを意味し、従って、これらの光束を用いて照明を行う場合には、高い照明効率を得ることができる。なお、偏光発生過程においては殆ど光吸収を伴わないため、非常に高い効率で特定の偏光光束を発生させることが可能となる。よって、本発明によれば、Ｆナンバーの小さい大口径の高価な投写レンズを使用しなくても、画像の明るい投写型表示装置を提供することが可能となる。

【００４４】

このように、本発明の表示装置、第１及び第２の投写型表示装置の上記構成によれば、非常に小型で取扱い性に優れた表示装置、及び投写型表示装置を提供することができ、かつ投写面全体に渡って明るく、均一な画像を得ることが可能となる。また、Ｆナンバーの小さい大口径の高価な投写レンズを使用する必然性がないため、より安価な投写型表示装置を提供することも可能である。

【００４５】

さらに、偏光光束分離手段の反射面と偏光光束分離面とを互いに平行に配置することにより、偏光光束分離手段で空間的に分離された２種類の偏光光束を、互いに平行な状態で偏光光束分離手段から出射させ、これら２種類の偏光光束を最終的に一ヶ所の照明領域上で容易に重畳結合することができる。尚、偏光光束分離面及び反射面の設置角度は、中間光束の入射方向に対して概ね４５度に設定される。また、前記反射面と前記偏光光束分離面とは互いに平行に配列されることから、偏光光束分離手段のブロックを列毎にまとめて形成することができ、その結果、偏光光束分離手段の製造を容易にし、同時に低コスト化することができる。

【００４６】

（１０）（１５）また、前記第２の光学要素に、マトリックス状に配置された複数の集光レンズからなる前記中間光束を集光する集光手段を設けることにより、偏光光束分離手段に対して中間光束を確実に入射させることができ、表示装置における光の利用効率の一層の向上や、装置自体の小型化を達成することが可能となる。尚、一般的には、前記第１の光学要素を構成する前記光束分割レンズの行方向における大きさと、前記第２の光学要素を構成する前記偏光光束分割手段の行方向における大きさとを同じとする構成をとる場合が多く、その場合には、前記光束分割レンズと全く同一のレンズ体を集光レンズとして使

用することができるため、前記光束分割レンズ及び集光レンズの製造コストを低減できる効果がある。

【００４７】

（１１）（１６）さらに、前記複数の集光レンズをいずれも偏心レンズとした場合には、前記偏光光束分離手段に入射する前記中間光束の入射角度を調整でき、前記偏光光束分離面に対する入射角度を最も理想的な角度（一般的には４５度）に設定することができる。その結果、光の利用効率を一層向上でき、明るい投写映像を得られる投写型表示装置を実現することができる。

【００４８】

（１２）（１７）また、光源部の光軸付近に位置する光束分割レンズによって形成される集光像の方が、光源光軸から離れた周辺部に位置する光束分割レンズによって形成される集光像よりもその寸法が小さいため、前記複数の偏光光束分離手段のうち、前記光源部の光軸付近に位置する前記偏光光束分離手段の寸法を、前記光源部の光軸から離れた周辺部に位置する前記偏光光束分離手段の寸法よりも大きくすると、光学系の効率をより一層向上させることができ、同時に、偏光光束分離手段の大きさの最適化が図れるため、光学系の小型化を達成できる。

【００４９】

（１８）また、本発明の上記第２の投写型表示装置においては、前記第２の光学要素から出射された光束を２以上の色光に分離する色光分離手段と、前記それぞれの色光に対応して設けられた２以上の前記変調手段と、それぞれの前記変調手段によって変調された色光を合成する色光合成手段とを設け、前記色合成手段により合成された光束が、前記投写光学系を介して投写されるように構成されているため、分離された２つ以上の色光のそれぞれに対して専用の変調手段を配置することができ、その結果、明るく、色の表現性が良く、解像度の高いカラー映像を表示可能な小型の投写型表示装置を実現することができる。

【００５０】

ここで、前記色光合成手段として、ダイクロイック膜を十字状に配置したクロスダイクロイックプリズムを使用できる。クロスダイクロイックプリズムを用いた場合には、投写光学手段（投写レンズ）と変調手段（液晶パネル）との間の距離を短くできるため、Ｆナンバーの小さい大口径で高価な投写レンズを使用しなくても、明るい投写映像を表示することができる。一方、クロスダイクロイックプリズムを構成する４つの直角プリズムの接合部分では光散乱が生じるため、クロスダイクロイックプリズムを色光合成手段として用いた投写型表示装置では、投写映像に暗い影が生じる場合がある。しかし、この暗い影は、変調手段を照明する照明光の強度分布とその角度分布を均一にすることで、その存在を目立たなくすることができる。従って、本発明の投写型表示装置によれば、照明領域における光強度分布とその角度分布を極めて均一にできるため、クロスダイクロイックプリズムの使用時に生じる暗い影の存在を極めて目立ちにくくでき、結果として、高品位な投写映像を得ることができる。

【００５１】

なお、上記の第２の光学要素を構成するための集光手段、偏光光束分離手段、偏光変換手段、及び、前記重畳結合手段のうち、少なくとも２つ以上を一体化することにより、集光手段と偏光光束分離手段との界面、偏光光束分離手段と偏光変換手段との界面、又は、偏光変換手段と重畳結合手段との界面における光損失を低減でき、偏光発生装置における光の利用効率をより一層向上することが可能となる。

【００５２】

【発明の実施の形態】

以下に、図面を参照して本発明の各実施例について説明する。尚、以下の各実施例においては、特にことわりのない限り、互いに直行する３つの方向を便宜的にＸ方向、Ｙ方向、Ｚ方向とした。また、いずれの実施例においても、ランダムな偏光光束から一種類の偏光光束として、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よい。

【００５３】
（偏光照明装置１）
図１は、本発明の偏光発生装置を用いて構成した偏光照明装置１の一例を示すものであり、その光学系の要部を平面的にみた概略構成図である。尚、この図１は、後に詳しく述べる第２の光学要素３００の中心を通るＸＺ平面における断面図である。本例の偏光照明装置１はシステム光軸Ｌに沿って配置された光源部１０、偏光発生装置２０から大略構成されている。光源部１０から出射されたランダムな偏光光束は、偏光発生装置２０により偏光方向がほぼ揃った一種類の偏光光束に変換され、照明領域９０に至るようになっている。
【００５４】
光源部１０は、光源ランプ１０１と、放物面リフレクター１０２から大略構成されており、光源ランプから放射された光は、放物面リフレクター１０２によって一方向に反射され、略平行な光束となって偏光発生装置２０に入射する。ここで、光源部１０の光源光軸Ｒがシステム光軸Ｌに対して一定の距離Ｄだけ Ｘ方向に平行シフトした状態となるように、光源部１０は配置されている。
【００５５】
次に、偏光発生装置２０は、第１の光学要素２００と、第２の光学要素３００から構成されている。
【００５６】
第１の光学要素２００は、その外観を図２に示す様に、ＸＹ平面上で矩形状の外形を有する複数の光束分割レンズ２０１がマトリックス状に配列して構成されており、また、Ｙ方向（列方向）に隣り合う光束分割レンズは、Ｘ方向（行方向）における配列ピッチのほぼ半分の長さに相当する距離だけ、それぞれがＸ方向に相互にずれた状態で配置されている。ここで、光源部１０と第１の光学要素２００との位置関係は、光源部１０の光源光軸Ｒが第１の光学要素２００の中心に来るように設定されている。
【００５７】
第１の光学要素２００を構成する光束分割レンズ２０１は、いずれも偏心レンズであり、すなわち、それぞれの光束分割レンズにおいては、レンズ光軸が光束分割レンズの中心からずれた位置に設定されている。ここで、それぞれの光束分割レンズ２０１におけるレンズ光軸の設定状態を図３に示す。図３は、第１の光学要素２００を光源部側から見た場合のそれぞれの光束分割レンズ２０１におけるレンズ光軸の位置を示した図であり、奇数行目を構成する光束分割レンズでは、レンズ中心２０５から－Ｘ方向にシフトした位置（この場合の偏心量は光束分割レンズのＸ方向の大きさの１／４）に、また、偶数行目を構成する光束分割レンズでは、レンズ中心２０５から＋Ｘ方向にシフトした位置（偏心量は奇数行目を構成する光束分割レンズの場合と同じ）にそれぞれのレンズ光軸２０４は設定されている。すなわち、偏心方向が異なる２種類の偏心レンズが列方向に互い違いに配置されている。尚、それぞれの光束分割レンズにおける偏心方向及び偏心量については、後述する第２の光学要素の形状や大きさによって変化するため、固定値ではない。
【００５８】
再び、図２に戻って説明する。第１の光学要素２００に入射した光は、光束分割レンズ２０１により複数の中間光束２０２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）の中間光束が収束する位置に、光束分割レンズの数と同数の集光像２０３を形成する。第１の光学要素２００を構成する光束分割レンズ２０１を偏心レンズとしているため、光束分割レンズの配列の仕方に左右されることなく、集光像を形成する位置を自在に設定することが可能となっている。従って、光束分割レンズ２０１のＹ方向（列方向）における配列の仕方はジグザグ状であるにもかかわらず、対応する集光像２０３の配列の仕方は、偏心レンズの使用により一直線状となっている。その結果、集光像２０３の集まりによって形成される光束の大きさ（ＸＹ平面上での断面積）を小さくすることができ、後述する第２の光学要素３００の大きさ（ＸＹ平面上での断面積）を小さく、つまり光学系を小型化できる。また、同一列方向（Ｙ方向

）に列ぶ一連の集光像（図２では破線により囲まれた５つの集光像）に対してＹ方向に細長い１つの偏光分離ユニット３３０を対応させればよいため、第２の光学要素３００の構成が簡略化でき、製造も容易となる。尚、光束分割レンズ２０１のＸＹ平面上における外形形状は、照明領域９０の形状と相似形をなすように設定されている。本例では、ＸＹ平面上でＸ方向に長い横長の照明領域を想定しているため、光束分割レンズ２０１のＸＹ平面上における外形形状も横長である。

【００５９】

再び、図１に戻って説明する。第２の光学要素３００は、集光手段である集光レンズアレイ３１０、偏光光束分離手段である偏光分離ユニットアレイ３２０、偏光変換手段である選択位相差板３８０及び重畳結合手段である重畳結合レンズ３９０から大略構成される複合体であり、第１の光学要素２００による集光像２０３が形成される位置の近傍の、システム光軸Ｌに対して垂直な平面内（図１ではＸＹ平面）に配置される。この第２の光学要素３００は、中間光束２０２のそれぞれをＰ偏光光束とＳ偏光光束とに空間的に分離した後、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、偏光方向がほぼ揃ったそれぞれの偏光光束を一ヶ所の照明領域９０に導くような機能を有している。

【００６０】

集光レンズアレイ３１０は、その外観を図４に示すように、偏心レンズである集光レンズ３１１をマトリックス状に複数配列したものであり、第１の光学要素２００を構成する光束分割レンズ２０１と同数の集光レンズ３１１を用いて構成されている。すなわち、第１の光学要素がＭ行×Ｎ列からなる光束分割レンズで構成されていた場合、集光レンズアレイも同様にＭ行×Ｎ列からなる集光レンズにより構成されている。集光レンズアレイの機能は、第１の光学要素２００から出射されたそれぞれの中間光束を偏光分離ユニットアレイ３２０の特定の場所に集光しながら効率よく導くことである。そのため、一般的には、偏光分離ユニットアレイ３２０に入射する中間光束２０２の特性に合わせて、さらには、偏光分離ユニットアレイ３２０に入射する光はその主光線の傾きがシステム光軸Ｌと平行であることが理想的である点を考慮して、それぞれの集光レンズの大きさやレンズ特性は最適化される。さらに、光学系の小型化、及び、光利用効率の向上を図るといった観点から、光束分割レンズ２０１とＸＹ平面での形状が相似形である集光レンズを用いて、集光レンズアレイ３１０を構成する場合もある。従って、本例においては、光学特性の最適化及び光学系の低コスト化を考慮して、光束分割レンズ２０１と同一の偏心レンズを集光レンズ３１１として用いており、その結果、後述する偏光分離ユニット３３０に入射する中間光束の入射角度は最も理想的な角度（０度）となっている。また、集光レンズ３１１の配列の仕方も第１の光学要素２００により形成される集光像２０３の配列の仕方と対応するように設定されている。すなわち、偏心方向が異なる２種類の偏心レンズが列方向に互い違いに配置されている。但し、図２に示したように、同一列方向（Ｙ方向）における集光像の配列の仕方は一直線状であるため、集光レンズの配列の仕方も同一列方向において一直線状である。尚、集光レンズアレイ３１０は必ずしも必要不可欠な構成要素ではなく、偏光分離ユニットアレイ３２０に入射する中間光束の特性、偏光分離ユニットアレイの特性や配置形態、及び、重畳結合レンズ３９０のレンズ特性によっては、省略することが可能である。

【００６１】

次に、偏光分離ユニットアレイ３２０は、その外観を図５に示すように、複数の偏光分離ユニット３３０がＸ方向（行方向）に配列した構成であり、偏光分離ユニットの数は第１の光学要素２００を構成する光束分割レンズ２０１のＸ方向に並ぶ数に等しい。

【００６２】

偏光分離ユニット３３０はその外観を図６に示す様に、内部に偏光光束分離面３３１と反射面３３２とを備えたＹ方向に細長い四角柱状の構造体であり、偏光分離ユニットに入射する中間光束のそれぞれをＰ偏光光束とＳ偏光光束とに空間的に分離する機能を有している。本例の場合、偏光分離ユニット３３０のＸ方向における大きさは光束分割レンズ２０１のＸ方向における大きさと等しく、また、偏光分離ユニット３３０のＹ方向における大

きさは第１の光学要素２００のＹ方向における大きさと等しくなるように設定されている。従って、同一列方向（Ｙ方向）に列ぶ一連（５つ）の中間光束（集光像）に対して１つの偏光分離ユニットが対応するようになっている。勿論、一つの中間光束に対して一つの偏光分離ユニットが対応するように、すなわち、第１の光学要素２００を構成する光束分割レンズ２０１と等しい数の偏光分離ユニットを、集光レンズアレイ３１０のように、マトリックス状に配列することにより偏光分離ユニットアレイ３２０を構成してもよい。但し、偏光分離ユニット３３０の大きさに関しては、必ずしも上記の設定値に限定される訳ではなく、第１の光学要素２００で形成された中間光束（集光像）の全体の大きさにより決定されるものである。

【００６３】

偏光光束分離面３３１はシステム光軸Ｌに対して約４５度の傾きをなし、且つ、反射面３３２は偏光光束分離面３３１と平行な状態をなし、さらに、偏光光束分離面３３１がＸＹ平面上に投影する断面積（後述するＰ出射面３３３の面積に等しい）と反射面３３２がＸＹ平面上に投影する断面積（後述するＳ出射面３３４の面積に等しい）が等しくなるように、偏光光束分離面３３１と反射面３３２とは設定されている。従って、本例では、偏光光束分離面３３１が存在する領域のＸＹ平面上でのＸ方向における大きさＷｐと反射面３３２が存在する領域のＸＹ平面上でのＸ方向における大きさＷｍとは等しくなり、且つ、それぞれは偏光分離ユニット３３０のＸＹ平面上でのＸ方向における大きさＷの半分に等しい。尚、一般的に、偏光光束分離面は誘電体多層膜で、また、反射面は誘電体多層膜またはアルミニウム膜で容易に形成することができる。誘電体多層膜の使用により、光吸収を伴うことなくランダムな偏光光束をＰ偏光光束とＳ偏光光束とに分離でき、また、特定の偏光光束を反射させることができる。

【００６４】

偏光分離ユニット３３０に入射した中間光束２０２は、偏光光束分離面３３１において、進行方向を変えずに偏光光束分離面３３１を通過するＰ偏光光束３３５と、偏光光束分離面３３１で反射され隣接する反射面３３２の方向に進行方向を変えるＳ偏光光束３３６とに分離される。Ｐ偏光光束３３５はそのままＰ出射面３３３を経て偏光分離ユニットから出射され、Ｓ偏光光束３３６は再び反射面３３２で進行方向を変え、Ｐ偏光光束３３５とほぼ平行な状態となって、Ｓ出射面３３４を経て偏光分離ユニットから出射される。従って、偏光分離ユニットに入射したランダムな偏光光束は偏光分離ユニットにより偏光方向が異なるＰ偏光光束とＳ偏光光束の二種類の偏光光束に分離され、偏光分離ユニットの異なる場所（Ｐ出射面とＳ出射面）からほぼ同じ方向に向けて出射される。偏光分離ユニットは上記の様な作用を有することから、それぞれの偏光分離ユニット３３０の偏光光束分離面３３１が存在する領域にそれぞれの中間光束２０２を導く必要があり、そのため、偏光分離ユニット内の偏光光束分離面の中央部に中間光束が入射するように、それぞれの偏光分離ユニット３３０とそれぞれの集光レンズ３１１の位置関係やそれぞれの集光レンズ３１１のレンズ特性を調整しておく必要がある。本例の場合には、それぞれの偏光分離ユニット３３０内の偏光光束分離面３３１の中央部にそれぞれの集光レンズの中心（レンズの光軸ではない）が来るように配置するため、集光レンズアレイ３１０は、偏光分離ユニットのＸ方向における大きさの１／４に相当する距離だけ、偏光分離ユニットアレイ３２０に対してＸ方向にずらした状態で配置されている。尚、同様の観点から、第１の光学要素２００は、光束分割レンズ２０１のＸ方向における大きさの１／４に相当する距離だけ、第２の光学要素３００に対してＸ方向にずらした状態で配置されている（図１では、第１の光学要素２００の第３行目部分の光束分割レンズのみが描かれているため、第２の光学要素に対する第１の光学要素のずらし量は光束分割レンズ２０１のＸ方向における大きさの１／２となっている）。

【００６５】

偏光分離ユニットアレイ３２０の出射面の側には、λ／２位相差板３８１が規則的に配置された選択位相差板３８０が設置されている。即ち、偏光分離ユニットアレイ３２０を構成する偏光分離ユニット３３０のＰ出射面３３３の部分にのみλ／２位相差板３８１が配

置され、Ｓ出射面３３４の部分にはλ／２位相差板３８１は設置されていない（図６を参照）。この様なλ／２位相差板３８１の配置状態により、偏光分離ユニット３３０から出射されたＰ偏光光束は、λ／２位相差板３８１を通過する際に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出射面３３４から出射されたＳ偏光光束はλ／２位相差板３８１を通過しないので、偏光方向は変化せず、Ｓ偏光光束のまま選択位相差板３８０を通過する。以上をまとめると、偏光分離ユニットアレイ３２０と選択位相差板３８０により、偏光方向がランダムな中間光束は一種類の偏光光束（この場合はＳ偏光光束）に変換されたことになる。

【００６６】

選択位相差板３８０の出射面の側には、重畳結合レンズ３９０が配置されており、選択位相差板３８０によりＳ偏光光束に揃えられた光束は、重畳結合レンズ３９０により照明領域９０へと導かれ、照明領域上で重畳結合される。ここで、重畳結合レンズ３９０は１つのレンズ体である必要はなく、第１の光学要素２００のように、複数のレンズの集合体であってもよい。

【００６７】

第２の光学要素３００の機能をまとめると、第１の光学要素２００により分割された中間光束２０２（つまり、光束分割レンズ２０１により切り出されたイメージ面）は、第２の光学要素３００により照明領域９０上で重畳結合される。これと同時に、途中の偏光分離ユニットアレイ３２０により、ランダムな偏光光束である中間光束は偏光方向が異なる二種類の偏光光束に空間的に分離され、選択位相差板３８０を通過する際に一種類の偏光光束に変換されて、殆どすべての光が照明領域９０へと達する。このため、照明領域９０は殆ど一種類の偏光光束でほぼ均一に照明されることになる。

【００６８】

以上説明したように、本例の偏光照明装置１によれば、光源部１０から出射されたランダムな偏光光束を、第１の光学要素２００と第２の光学要素３００により構成される偏光発生装置２０により、ほぼ一種類の偏光方向を有する非常に多数の光束に変換すると共に、その偏光方向の揃った光束により照明領域９０を均一に照明できるという効果を有する。特に、中間光束を２種類の偏光光束に分離する過程では、照明領域上で重畳結合される光束の数は中間光束の数の２倍に増えるため、照明領域における照明光の均一性は著しく向上する。加えて、偏光光束の発生過程においては光損失を殆ど伴わないため、光源部から出射される光の殆どすべてを照明領域９０へと導くことができ、従って、偏光照明装置１においては光の利用効率が極めて高いという特徴を有する。

【００６９】

また、第１の光学要素２００を構成する光束分割レンズ２０１を、Ｙ方向に隣り合う光束分割レンズでは、Ｙ方向と直交するＸ方向における配列ピッチのほぼ半分の長さに相当する距離だけ、それぞれがＸ方向に相互にずれた状態となるように配置しているため、光源部から出射される光束が非常に不均一な強度分布を有するような場合でも、必要以上に光束分割レンズの数を増やすことなく、照明領域９０上において光強度分布やその角度分布が極めて均一な高品位の偏光光束を照明光として得ることができる。

【００７０】

尚、本例では、第２の光学要素３００を構成する集光レンズアレイ３１０、偏光分離ユニットアレイ３２０、選択位相差板３８０及び重畳結合レンズ３９０は光学的に一体化されており、それらの界面において発生する光損失を低減し、光利用効率を一層高める効果を発揮している。

【００７１】

さらに、横長の矩形形状である照明領域９０の形状に合わせて、第１の光学要素２００を構成する光束分割レンズ２０１を横長の形状とし、同時に、偏光分離ユニットアレイ３２０から出射された二種類の偏光光束を横方向（Ｘ方向）に分離する形態としている。このため、横長の矩形形状を有する照明領域９０を照明する場合でも、光量を無駄にすることなく、照明効率（光利用効率）を高めることができる。

【００７２】
一般に、偏光方向がランダムな光束をＰ偏光光束とＳ偏光光束とに単純に分離すると、分離後の光束全体の幅は２倍に拡がり、それに応じて光学系も大型化してしまう。しかし、本発明の偏光照明装置では、第１の光学要素２００により微小な複数の集光像２０３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３３０の反射面３３２を配置することにより、２つの偏光光束に分離することに起因して生じる光束の横方向への幅の広がりを吸収しているので、光束全体の幅は広がらず、小型の光学系を実現できるという特徴がある。
【００７３】
（偏光照明装置２）
第１の光学要素２００により形成される集光像２０３の大きさと、中間光束２０２の光束径が最も細くなった状態における光束径とはほぼ等価であり、それぞれの集光像はすべて同じ寸法形状をなしている訳ではない。即ち、光源光軸Ｒ付近に位置する光束分割レンズによって形成される集光像はその寸法が大きく、光源光軸Ｒから離れた周辺部に位置する光束分割レンズによって形成される集光像はその寸法が小さい。従って、第１の光学要素により形成されるそれぞれの集光像の寸法形状に合わせて、偏光分離ユニットアレイを構成するそれぞれの偏光分離ユニットの寸法形状を最適化すれば、光学系の効率を一層向上させられると共に、光学系の小型化を達成できる。尚、この場合、２つの偏光光束をＸ方向に分離しているため、偏光分離ユニットのＸ方向とＺ方向の大きさを最適化するだけでも、光学系の効率を向上することができる。
【００７４】
また、偏光分離ユニットアレイ３２０を構成する偏光分離ユニット３３０の配置の仕方は、実施例１の場合のように全ての偏光分離面３３１が平行な位置関係で配置される必要はない。従って、偏光分離ユニットの配置の仕方を工夫することで、光学系の効率を一層向上できたり、或いは、第２の光学要素の大きさを小型化できる可能性がある。
【００７５】
さらに、集光レンズアレイ３１０を構成するそれぞれの集光レンズ３１１のＸＹ平面における寸法形状は、対応して配置されるそれぞれの偏光分離ユニット３３０に入射する中間光束の大きさに合わせて設定されればよい。すなわち、集光レンズのＸ方向の寸法は、対応して配置されるそれぞれの偏光分離ユニットのＸ方向の寸法の、少なくとも半分以上であれば十分である。
【００７６】
従って、上記の点を考慮して構成した別の偏光照明装置の一例を偏光照明装置２として、図７を用いて説明する。尚、この図７は、先の図１と同様に、第２の光学要素３００の中心を通るＸＺ平面における断面図である。また、この偏光照明装置２、および以下に説明する各実施例では、基本的な構成が実施例１に係わる偏光照明装置１と同じであるため、同じ機能を有する部分には同じ符号を付して、その説明を省略する。本例の偏光照明装置２では、偏光分離ユニットに入射する中間光束の大きさに合わせて、それぞれの偏光分離ユニットと集光レンズのＸ方向における大きさを最適化し、同時に、システム光軸Ｌを対称軸として、偏光分離面がＸＹ平面内で左右対称な状態となるように偏光分離ユニットを配置している。そのため、基本的な構成は偏光照明装置１の場合とほぼ同じであるが、第１の光学要素２００を構成する光束分割レンズ２０１のレンズ特性、偏光分離ユニットアレイ３２０を構成するそれぞれの偏光分離ユニット３３０の寸法形状及びその配置状態、選択位相差板３８０を構成するλ／２位相差板３８１の寸法形状及びその配置状態、及び重畳結合レンズ３９０の構成、偏光分離ユニットアレイ３２０に対する光源部１０と第１の光学要素２００の位置関係等が偏光照明装置１とはやや異なっている。
【００７７】
本例の偏光分離ユニットアレイ３２０は、Ｘ方向とＺ方向の寸法が異なる（Ｙ方向の寸法は同じである）２種類の偏光分離ユニットＬ３４０、偏光分離ユニットＳ３４１を用いて構成されている。即ち、システム光軸Ｌ付近に位置する偏光分離ユニットＬ３４０は寸法

の大きな集光像に対応できるようにＸ方向とＺ方向の寸法が大きく、一方、システム光軸Ｌから離れた周辺部に位置する偏光分離ユニットＳ３４１は寸法の小さな集光像に対応できればよいからＸ方向とＺ方向の寸法は小さくなっている。尚、偏光分離ユニットの大きさを配置場所に応じて変化させた場合には、システム光軸Ｌを対称軸として、偏光光束分離面３３１がＸＹ平面内で左右対称な状態となるように偏光分離ユニットを配置することで、一般的には光学系が構成し易くなる。

【００７８】

また、偏光分離ユニットアレイ３２０の出射面の側に配置される選択位相差板３８０も、偏光分離ユニット３３０の大きさに対応するように、λ／２位相差板のＸＹ平面上における大きさが最適化されている。即ち、システム光軸Ｌ付近には大きな寸法のλ／２位相差板Ｌ３８２を、システム光軸Ｌから離れた周辺部には小さな寸法の小さなλ／２位相差板Ｓ３８３を配置した選択位相差板３８０を用いている。さらに、選択位相差板３８０の出射面の側に配置される重畳結合レンズ３９０も、偏光分離ユニット３３０の大きさに対応するように、大きさ及びレンズ特性の異なる複数のレンズで構成された複合レンズとなっている。

【００７９】

勿論、実施例１の偏光照明装置１の場合と同様に、光束分割レンズ２０１及び集光レンズ３１１はいずれも偏心レンズであり、第１の光学要素２００により形成される中間光束２０２をそれぞれの偏光分離ユニット３３０に効率よく入射できるように、上記レンズはそれぞれ最適化されている。

【００８０】

以上のような構成を採用することにより、第１の光学要素２００により形成されるそれぞれの中間光束２０２（集光像２０３）をほぼ完全に第２の光学要素３００に取り込むことができるため、偏光光束の発生過程で殆ど光損失を生じず、従って、光源光の利用効率を一層向上させることができる。また、偏光分離ユニット３３０及び集光レンズ３１１のＸＹ平面における寸法を必要最小限の大きさに最適化しているため、第２の光学要素３００を小型化できると共に、低コスト化を達成できる効果がある。

【００８１】

（偏光照明装置１を用いた表示装置）

偏光照明装置１が組み込まれた直視型の表示装置の一例について説明する。尚、本例においては、偏光照明装置からの出射光束を表示情報に基づいて変調する変調手段として透過型の液晶パネルを用いている。

【００８２】

図８は、本例の表示装置３の光学系の要部を示した概略構成図であり、ＹＺ平面における断面構造を示している。本例の表示装置３は、図１に示した偏光照明装置１、反射ミラー５１０、及び液晶パネル５２０から大略構成されている。

【００８３】

偏光照明装置１は、ランダムな偏光光束を一方向に出射する光源部１０を備え、この光源部１０から出射されたランダムな偏光光束は、偏光発生装置２０によりほぼ一種類の偏光光束に変換される。この偏光照明装置１から出射された偏光光束は、反射ミラー５１０により光の進行方向を約９０度曲げられ、液晶パネル５２０をほぼ一種類の偏光光束により照明する。液晶パネルの前後には偏光板５２１が配置されている。尚、反射ミラーに変えて導光体（例えば、光ファイバー）を用いてもよく、さらに、視野角の改善を目的として光拡散板を液晶パネル５２０の手前（反射ミラー５１０側）に配置した構造としてもよい。

【００８４】

このように構成した表示装置３では、一種類の偏光光束を変調するタイプの液晶パネルが用いられている。従って、従来の照明装置を用いてランダムな偏光光束を液晶パネルに導くと、ランダムな偏光光束のうちの約半分の光は、偏光板５２１で吸収されて熱に変わってしまい、光の利用効率が悪いという問題点があった。しかし、本例の表示装置３では、

かかる問題点が大幅に改善されている。

【００８５】

即ち、本例の表示装置３では、偏光照明装置１において、一方の偏光光束（例えばＰ偏光光束）のみに対して、λ／２位相差板によって偏光面の回転作用を与え、他方の偏光光束（例えばＳ偏光光束）と偏光方向が揃った状態とする。それ故、偏光方向の揃ったほぼ一種類の偏光光束が液晶パネル５２０に導かれるので、偏光板５２１による光吸収は非常に少なく、従って、光源光の利用効率が向上し、明るい表示状態を得ることができる。

【００８６】

また、本例の表示装置３を構成する偏光照明装置１においては、第１の光学要素２００を構成する光束分割レンズ２０１を、Ｙ方向に隣り合う光束分割レンズでは、Ｙ方向と直交するＸ方向における配列ピッチのほぼ半分の長さに相当する距離だけ、それぞれがＸ方向に相互にずれた状態となるように配置すると共に、中間光束を２種類の偏光光束に分離する過程で照明領域である液晶パネル５２０上で重畳結合される光束の数が２倍に増えているため、液晶パネル上において光強度分布やその角度分布が極めて均一な高品位の照明光を得ることができ、従って、明るさムラや色ムラの少ない明るい高品位な表示状態を得ることができる。

【００８７】

なお、本例の表示装置３では実施例１の偏光照明装置１を用いたが、このかわりに前述した実施例２の偏光照明装置２を用いることができることは言うまでもない。

【００８８】

（偏光照明装置１を用いた投写型表示装置の第１の例）

実施例１に示した偏光照明装置１が組み込まれた投写型表示装置の第１の例について説明する。尚、本例においては、偏光照明装置からの出射光束を表示情報に基づいて変調する変調手段として透過型の液晶パネルを用いている。

【００８９】

図９は、本例の投写型表示装置４の光学系の要部を示した概略構成図であり、ＸＺ平面における構成を示している。本例の投写型表示装置４は、実施例１に示した偏光照明装置１、白色光束を３色の色光に分離する色光分離手段、それぞれの色光を表示情報に基づいて変調し表示映像を形成する３枚の透過型液晶パネル、３色の色光を合成しカラー画像を形成する色光合成手段、そのカラー画像を投写表示する投写光学系とから大略構成されている。

【００９０】

本例の偏光照明装置１は、ランダムな偏光光束を一方向に出射する光源部１０を備え、この光源部１０から出射されたランダムな偏光光束は、偏光発生装置２０によりほぼ一種類の偏光光束に変換される。

【００９１】

この偏光照明装置１から出射された光束は、まず、色光分離手段である青光緑光反射ダイクロイックミラー８０１において、赤色光が透過し、青色光及び緑色光が反射する。赤色光は、反射ミラー８０２で反射され、赤光用液晶パネル８０３に達する。一方、青色光及び緑色光のうち、緑色光は、やはり色光分離手段である緑光反射ダイクロイックミラー８０４によって反射され、緑光用液晶パネル８０５に達する。

【００９２】

ここで、青色光は各色光のうちで最も長い光路長を持つので、青色光に対しては、入射レンズ８０６、リレーレンズ８０８、及び出射レンズ８１０からなるリレーレンズ系で構成された導光手段８５０を設けてある。即ち、青色光は、緑光反射ダイクロイックミラー８０４を透過した後に、まず、入射レンズ８０６及び反射ミラー８０７を経て、リレーレンズ８０８に導かれ、このリレーレンズに集束された後、反射ミラー８０９によって出射レンズ８１０に導かれ、しかる後に、青光用液晶パネル８１１に達する。ここで、３ヶ所の液晶パネル８０３、８０５、８１１は、それぞれの色光を変調し、各色光に対応した映像情報を含ませた後に、変調した色光を色光合成手段であるクロスダイクロイックプリズム

８１３に入射する。クロスダイクロイックプリズム８１３には、赤光反射の誘電体多層膜と青光反射の誘電体多層膜とが十字状に形成されており、それぞれの変調光束を合成しカラー映像を形成する。ここで形成されたカラー映像は、投写光学系である投写レンズ８１４によりスクリーン８１５上に拡大投影され、投写映像を形成する。

【００９３】

このように構成した投写型表示装置４では、一種類の偏光光束を変調するタイプの液晶パネルが用いられている。従って、従来の照明装置を用いてランダムな偏光光束を液晶パネルに導くと、ランダムな偏光光束のうちの約半分の光は、偏光板（図示せず）で吸収されて熱に変わってしまうので、光の利用効率が悪いと共に、偏光板の発熱を抑える大型で騒音の大きな冷却装置が必要であるという問題点があった。しかし、本例の投写型表示装置４では、かかる問題点が大幅に改善されている。

【００９４】

即ち、本例の投写型表示装置４では、偏光照明装置１において、一方の偏光光束（例えばＰ偏光光束）のみに対して、λ／２位相差板によって偏光面の回転作用を与え、他方の偏光光束（例えばＳ偏光光束）と偏光方向が揃った状態とする。それ故、偏光方向の揃ったほぼ一種類の偏光光束が３ヶ所の液晶パネル８０３、８０５、８１１に導かれるので、偏光板による光吸収は非常に少なく、従って、光の利用効率が向上し、明るい投写映像を得ることができる。また、偏光板による光吸収量が低減するので、偏光板での温度上昇が抑制され、従って、冷却装置の小型化と低騒音化を達成でき、高性能な投写型表示装置を実現できる。

【００９５】

また、本例の投写型表示装置４においては、色光合成手段としてクロスダイクロイックプリズム８１３を用いているが、このクロスダイクロイックプリズム８１３は赤光反射の誘電体多層膜と青光反射の誘電体多層膜を形成した４つの直角プリズムからなる複合体であるため、それらの直角プリズムが十字状に接合された境界面では局部的に大きな光散乱を生じる。従って、このクロスダイクロイックプリズムを用いて投写型表示装置を構成すると、クロスダイクロイックプリズムの中央部で生じる局部的な光散乱の影響で、投写映像の中央部が縦方向に暗くなり、非常に目障りなものとなるという問題があった。この問題を解決するためには、クロスダイクロイックプリズムを通過する光の均質性（光強度分布やその角度分布を均一化すること）を高めることが必要であり、即ちそれは、液晶パネルを照明する光の均質性を高めることに他ならない。これに対して、本例の投写型表示装置４では、かかる問題点が大幅に改善されている。

【００９６】

即ち、本例の投写型表示装置４を構成する偏光照明装置１においては、第１の光学要素２００を構成する光束分割レンズ２０１を、Ｙ方向に隣り合う光束分割レンズでは、Ｙ方向と直交するＸ方向における配列ピッチのほぼ半分の長さに相当する距離だけ、それぞれがＸ方向に相互にずれた状態となるように配置すると共に、中間光束を２種類の偏光光束に分離する過程で照明領域である各液晶パネル８０３、８０５、８１１上で重畳結合される光束の数が２倍に増えているため、各液晶パネル８０３、８０５、８１１上において極めて光強度分布やその角度分布が均一な高品位の照明光を得ることができる。この光の均質性が高い照明光を利用して投写映像を形成するため、クロスダイクロイックプリズム８１３における局部的な光散乱の影響を回避でき、投写映像の中央部が縦方向に暗くなることなく、高品位な映像をスクリーン８１５上に映し出すことができる。

【００９７】

さらに、偏光照明装置１では、第２の光学要素３００において、２種類の偏光光束を横方向（Ｘ方向）に空間的に分離している。従って、光量を無駄にすることがなく、横長の矩形形状をした液晶パネルを照明するのに都合がよい。

【００９８】

先の実施例１に関して説明したように、本例の偏光照明装置１では、偏光変換光学要素を組み入れているにもかかわらず、偏光分離ユニットアレイ３２０を出射する光束の幅の広

がりが抑えられている。このことは、液晶パネルを照明する際に、大きな角度を伴って液晶パネルに入射する光が殆どないことを意味している。従って、Ｆナンバーの小さい大口径で高価な投写レンズを用いなくても明るい投写映像を実現でき、その結果、小型の投写型表示装置を実現できる。

【００９９】

また、本例では、色光合成手段として、クロスダイクロイックプリズム８１３を用いているので、装置の小型化が可能である。また、液晶パネル８０２、８０５、８１１と投写レンズ系との間の光路の長さが短いので、比較的小さな口径の安価な投写レンズを用いても、明るい投写映像を実現できる。また、各色光は、３光路のうちの１光路のみ、その光路長が異なるが、本例では光路長が最も長い青色光に対しては、入射レンズ８０６、リレーレンズ８０８、及び出射レンズ８１０からなるリレーレンズ系で構成した導光手段８５０を設けてあるので、色ムラなどが生じない。

【０１００】

尚、２枚のダイクロイックミラーを色光合成手段として用いたミラー光学系により投写型表示装置を構成することもできる。勿論、その場合においても本例の偏光照明装置を組み込むことが可能であり、本例の場合と同様に、光の利用効率に優れた明るい高品位の投写映像を形成することができる。

【０１０１】

最後に、本例の投写型表示装置４では実施例１の偏光照明装置１を用いたが、このかわりに前述した実施例２の偏光照明装置２を用いることができることは言うまでもない。

【０１０２】

（偏光照明装置１を用いた投写型表示装置の第２の例）

偏光照明装置１が組み込まれた投写型表示装置の第２の例について説明する。尚、本例においては、偏光照明装置からの出射光束を表示情報に基づいて変調する変調手段として反射型の液晶パネルを用いている。

【０１０３】

図１０は、本例の投写型表示装置５の光学系の要部を平面的にみた概略構成図である。本例の投写型表示装置５は、実施例１に示した偏光照明装置１、偏光ビームスプリッタ８６０、色光分離手段と色光合成手段を兼ねたクロスダイクロイックプリズム８１３、変調手段である３つの反射型液晶パネル、及び投写光学系である投写レンズ８１４とから大略構成されている。

【０１０４】

本例の偏光照明装置１は、ランダムな偏光光束を一方向に出射する光源部１０を備え、この光源部１０から出射されたランダムな偏光光束は、偏光発生装置２０によりほぼ一種類の偏光光束（本例の場合はＳ偏光光束）に変換される。

【０１０５】

この偏光照明装置１から出射された光束は、偏光ビームスプリッタ８６０に入射し、偏光分離面８６１で反射され進行方向を略９０度変えられ、隣接するクロスダイクロイックプリズム８１３へ入射する。ここで、偏光照明装置１から出射される光束はその大部分がＳ偏光光束であるが、僅かながらＳ偏光光束とは偏光方向が異なる偏光光束（本例の場合はＰ偏光光束）が混入している場合があり、その偏光方向が異なる偏光光束（Ｐ偏光光束）は偏光分離面８６１をそのまま通過し偏光ビームスプリッタ８６０から出射される（このＰ偏光光束は液晶パネルを照明する照明光とはならない）。

【０１０６】

クロスダイクロイックプリズム８１３に入射したＳ偏光光束は、クロスダイクロイックプリズムにより波長に応じて赤色光、緑色光、及び青色光の３つの光束に分離され、それぞれ対応する赤光用反射型液晶パネル８７１、緑光用反射型液晶パネル８７２、及び青光用反射型液晶パネル８７３に達し、それぞれの液晶パネルを照明する。即ち、クロスダイクロイックプリズム８１３は液晶パネルを照明する照明光に対しては色光分離手段として機能している。

【０１０７】
ここで、本例で用いている液晶パネル８７１、８７２、８７３は反射型であるため、それぞれの液晶パネルでは、それぞれの色光を変調し、各色光に対応した外部からの表示情報を含ませると同時に、それぞれの液晶パネルから出射される光束の偏光方向を変化させ、且つ、光束の進行方向を略反転させている。従って、それぞれの液晶パネルからの反射光は表示情報に応じて部分的にＰ偏光状態となって出射される。それぞれの液晶パネルから出射された変調光束（Ｐ偏光光束が主体となる）は、再び、クロスダイクロイックプリズム８１３に入射し、一つの光学像に合成されて、隣接する偏光ビームスプリッタ８６０に再度入射する。即ち、クロスダイクロイックプリズム８１３は液晶パネルから出射される変調光束に対しては色光合成手段として機能している。

【０１０８】
偏光ビームスプリッタ８６０に入射した光束のうち、液晶パネル８７１、８７２、８７３で変調された光束はＰ偏光光束となっているため、偏光ビームスプリッタ８６０の偏光分離面８６１をそのまま通過し、投写レンズ８１４を経てスクリーン８１５上に投写映像を形成する。

【０１０９】
このように構成した投写型表示装置５においても、先の投写型表示装置４の場合と同様に、一種類の偏光光束を変調するタイプの液晶パネルが用いられているため、ランダムな偏光光束を照明光とする従来の照明装置を用いた場合には、先の実施例４で述べたように、光の利用効率が悪く明るい投写映像を得難いという問題点があった。しかし、本例の投写型表示装置５では、かかる問題点が大幅に改善されている。

【０１１０】
即ち、本例の投写型表示装置５では、従来の照明装置に代えて本発明の偏光照明装置１を用いることにより、偏光方向の揃ったほぼ一種類の偏光光束を効率的に発生でき、従って、偏光ビームスプリッタ８６０に入射する光束は、そのほとんど全てが照明光束として３ヶ所の反射型の液晶パネル８７１、８７２、８７３に導かれることになる。従って、光の利用効率が向上し、明るく、明るさムラや色ムラのない投写映像を得ることができる。

【０１１１】
また、本例の投写型表示装置５においては、色光分離手段及び色光合成手段としてクロスダイクロイックプリズムを用いているが、先の実施例４で述べたように、クロスダイクロイックプリズムの構造上の問題に起因して生じる局部的な光散乱による投写映像の画質の低下を、液晶パネルを照明する光の均質性を高めることにより大幅に改善している。

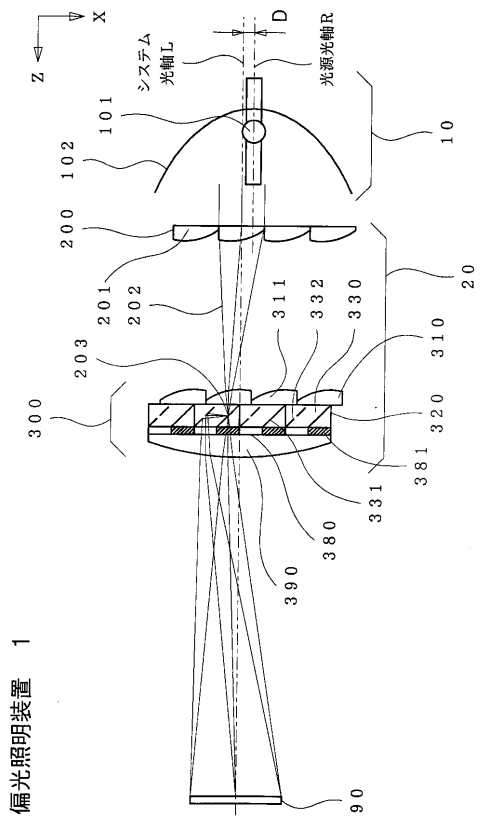
【０１１２】
すなわち、本例の投写型表示装置５を構成する偏光照明装置１においては、第１の光学要素２００を構成する光束分割レンズ２０１を、Ｙ方向に隣り合う光束分割レンズでは、Ｙ方向と直交するＸ方向における配列ピッチのほぼ半分の長さに相当する距離だけ、それぞれがＸ方向に相互にずれた状態となるように配置すると共に、中間光束を２種類の偏光光束に分離する過程で照明領域である各液晶パネル上で重畳結合される光束の数が２倍に増えているため、各液晶パネル上において極めて光強度分布やその角度分布が均一な高品位の照明光を得ることができる。この光の均質性が高い照明光を利用して投写映像を形成するため、クロスダイクロイックプリズム８１３における局部的な光散乱の影響を回避でき、投写映像の中央部が縦方向に暗くなることなく、高品位な映像をスクリーン８１５上に映し出すことができる。

【０１１３】
前に説明したように、本例の偏光照明装置１では、偏光変換光学要素を組み入れているにもかかわらず、偏光分離ユニットアレイ３２０を出射する光束の幅の広がりが抑えられている。このことは、液晶パネルを照明する際に、大きな角度を伴って液晶パネルに入射する光が殆どないことを意味している。従って、Ｆナンバーの小さい大口径で高価な投写レンズを用いなくても明るい投写映像を実現でき、その結果、小型の投写型表示装置を実現できる。

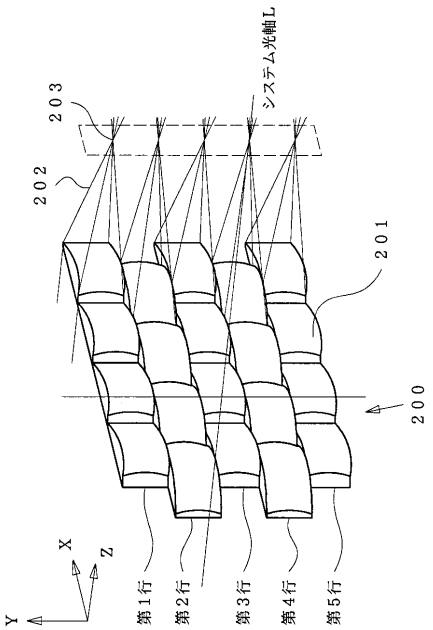
【０１１４】
尚、本例では、色光分離手段及び色光合成手段としてクロスダイクロイックプリズムを用いているが、それに代えて２枚のダイクロイックミラーを用いることによっても投写型表示装置を構成することができる。勿論、その場合においても本例の偏光照明装置を組み込むことが可能であり、本例の場合と同様に、光の利用効率に優れた明るく高品位の投写映像を形成することができる。
【０１１５】
【発明の効果】
以上述べたように、本発明の光学素子は、非常に高い効率で特定の偏光光束を発生させることが可能であり、また、明るさが均一で色むらのない偏光光束を得ることが可能である。
【０１１６】
また、本発明の偏光発生装置は、ランダムな偏光光束である入射光束から、照明領域における光強度分布やその角度分布が入射光束のそれよりも均一であり、偏光方向がほぼ揃った出射光束を非常に高い効率で発生することができる。
【０１１７】
さらに、本発明の表示装置ならびに投写型表示装置は、表示面並びに投写面全体に渡ってきわめて均一な画像を得ることが可能である。
【図面の簡単な説明】
【図１】本発明の偏光発生装置を用いた偏光照明装置の一例である偏光照明装置１の光学系を示す概略構成図である。
【図２】偏光照明装置１の第１の光学要素の斜視図である。
【図３】偏光照明装置１の第１の光学要素を構成するそれぞれの光束分割レンズのレンズ光軸の位置を示す図である。
【図４】偏光照明装置１の集光レンズアレイの斜視図である。
【図５】偏光照明装置１の偏光分離ユニットアレイの斜視図である。
【図６】偏光照明装置１の偏光分離ユニットの機能を説明するための図である。
【図７】本発明の偏光発生装置を用いた偏光照明装置の第２の例である偏光照明装置２の光学系を示す概略構成図である。
【図８】偏光照明装置１が組み込まれた表示装置の一例を示す光学系の概略構成図である。
【図９】偏光照明装置１が組み込まれた投写型表示装置の一例を示す光学系の概略構成図である。
【図１０】偏光照明装置１が組み込まれた投写型表示装置の第２の例を示す光学系の概略構成図である。
【図１１】特開平７－２９４９０６号公報に開示されている偏光光学系の概略構成図である。
【符号の説明】
１、２　　偏光照明装置
３　　表示装置
４、５　　投写型表示装置
１０　　光源部
２０　　偏光発生装置
９０　　照明領域
１０１　　光源ランプ
１０２　　放物面リフレクター
２００　　第１の光学要素
２０１　　光束分割レンズ
２０２　　中間光束
２０３　　集光像

２０４　レンズ光軸
２０５　レンズ中心
３００　第２の光学要素
３１０　集光レンズアレイ
３１１　集光レンズ
３２０　偏光分離ユニットアレイ
３３０　偏光分離ユニット
３３１　偏光光束分離面
３３２　反射面
３３３　Ｐ出射面
３３４　Ｓ出射面
３３５　Ｐ偏光光束
３３６　Ｓ偏光光束
３４０　偏光分離ユニットＬ
３４１　偏光分離ユニットＳ
３８０　選択位相差板
３８１　λ／２位相差板
３８２　λ／２位相差板Ｌ
３８３　λ／２位相差板Ｓ
３９０　重畳結合レンズ
５１０、８０２、８０７、８０９　反射ミラー
５２０、９５０　液晶パネル
５２１　偏光板
８０１　青光緑光反射ダイクロイックミラー
８０３　赤光用液晶パネル
８０４　緑光反射ダイクロイックミラー
８０５　緑光用液晶パネル
８０６　入射レンズ
８０８　リレーレンズ
８１０　出射レンズ
８１１　青光用液晶パネル
８１３　クロスダイクロイックプリズム
８１４　投写レンズ
８１５　スクリーン
８５０　導光手段
８６０　偏光ビームスプリッタ
８６１　偏光分離面
８７１　赤光用反射型液晶パネル
８７２　緑光用反射型液晶パネル
８７３　青光用反射型液晶パネル
９１０　レンズ板
９２０　偏光ビームスプリッタ
９３０　反射プリズム
９４０　λ／２位相差板

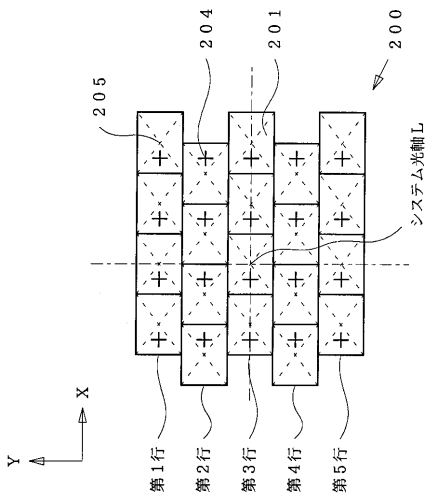
【図１】


偏光照明装置　1
システム光軸L
光源光軸R
D
X
Z
101
102
200
201
202
203
300
311
332
330
310
320
381
331
380
390
10
20
90

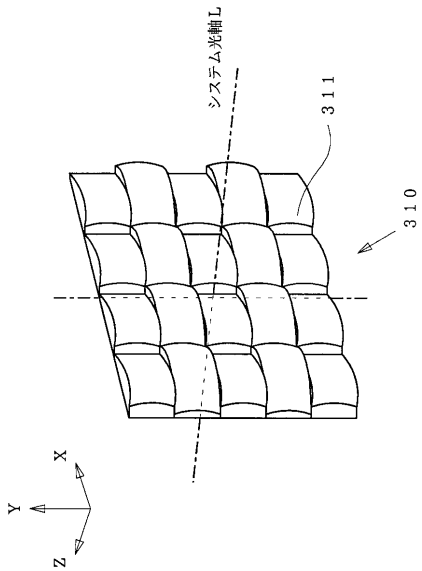
【図２】


システム光軸L
203
202
201
200
X
Z
Y
第1行
第2行
第3行
第4行
第5行

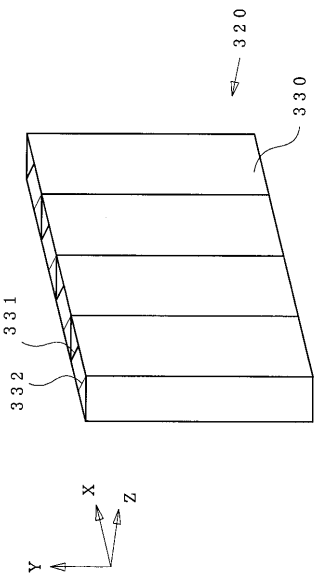
【図３】


205
204
201
200
システム光軸L
X
Y
第1行
第2行
第3行
第4行
第5行

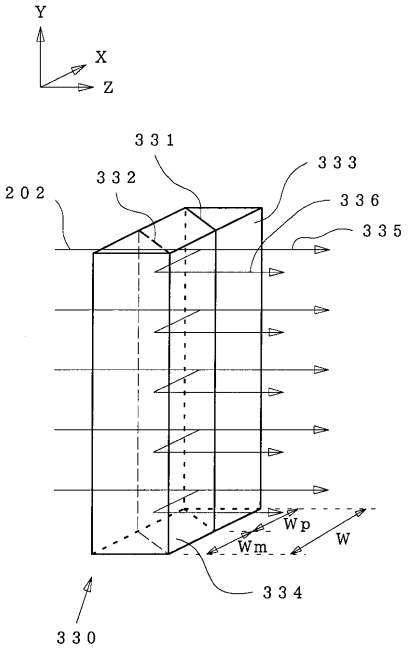
【図４】


システム光軸L
311
310
X
Y
Z

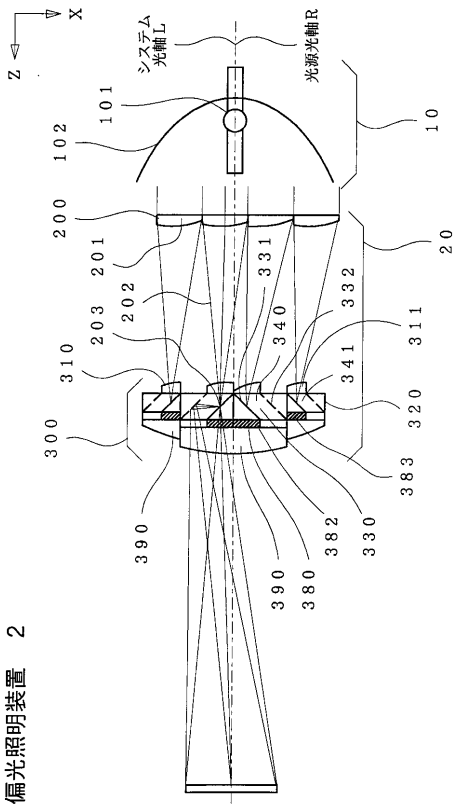
【図５】


320
330
331
332
X
Z
Y

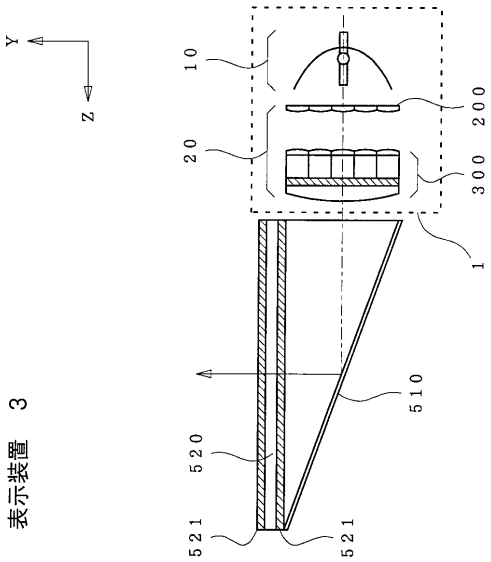
【図６】


Y
X
Z
331
333
332
336
202
335
Wp
W
Wm
334
330

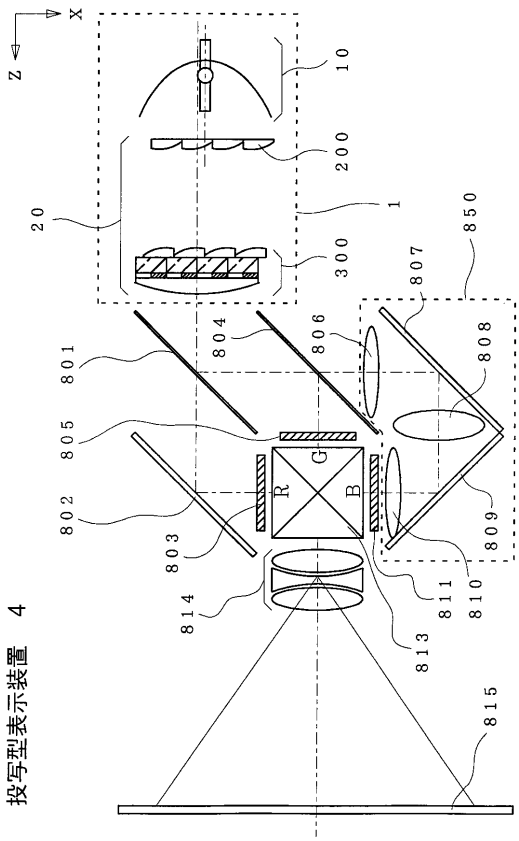
【図７】


X
Z
システム光軸L
光源光軸R
101
102
10
200
201
20
202
331
332
203
340
311
310
341
320
300
383
390
382
330
390
380
偏光照明装置 2

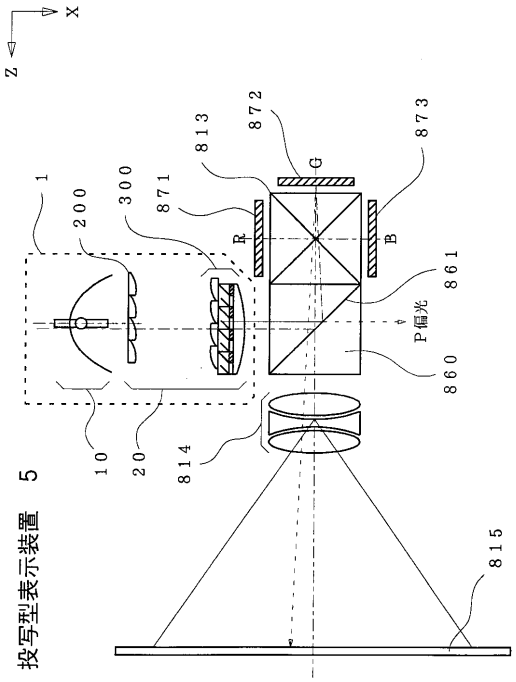
【図８】


Y
Z
10
200
20
300
1
510
520
521
521
表示装置 3

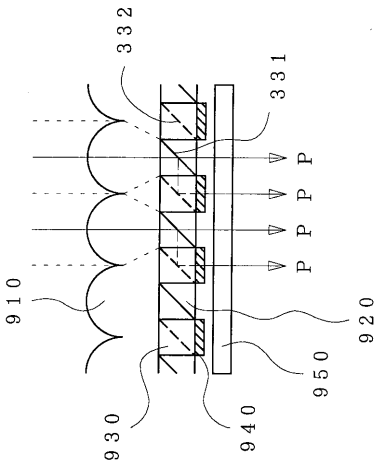
【図９】


投写型表示装置 4
X
Z
10
200
20
1
300
850
807
804
806
808
801
805
G
R
B
802
803
809
814
811
810
813
815

【図１０】


投写型表示装置 5
X
Z
1
200
300
871
813
872
873
G
R
B
861
P偏光
860
10
20
814
815

【図１１】


332
331
P P P P
910
920
950
930
940

フロントページの続き

(51)Int.Cl.[7]　　ＦＩ
　ＧＯ２Ｆ　1/13357　　ＧＯ２Ｆ　1/1335　５３０

(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　北川　創

(56)参考文献　特開平０７－１８１３９２（ＪＰ，Ａ）
　　特開平０３－１１１８０６（ＪＰ，Ａ）
　　国際公開第９６／０２０４２２（WO，Ａ１）
　　国際公開第９４／０２２０４２（WO，Ａ１）
　　特開平０８－３１３８４７（ＪＰ，Ａ）
　　特開平０９－０５４９５８（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
　　G03B 21/00　- 21/30
　　G02B 27/28
　　G02B　3/00
　　G02B　5/04　-　5/30
　　G02F　1/13357