(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3669051号
(P3669051)
(45)発行日　平成17年7月6日(2005.7.6)　(24)登録日　平成17年4月22日(2005.4.22)

(51)Int.Cl.[7]	F I		
G02B 27/18	G02B	27/18	Z
G02B 27/46	G02B	27/46	
G03B 33/12	G03B	33/12	

請求項の数 11　(全 21 頁)

(21)出願番号　特願平8-133003
(22)出願日　平成8年5月28日(1996.5.28)
(65)公開番号　特開平9-318907
(43)公開日　平成9年12月12日(1997.12.12)
審査請求日　平成13年11月1日(2001.11.1)

(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　100095728
弁理士　上柳　雅誉
(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　河原　正

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、前記光源からの光束を３色の光束に分離する色光分離手段と、前記色光分離手段により分離されたそれぞれの前記光束を変調する３つの変調手段と、前記光源と前記変調手段との間の光路上に配置された回折格子と、前記それぞれの変調手段により変調された複数の光束を１つに合成する多層膜をＸ字状に交差させた色光合成手段と、前記色光合成手段により合成された光束を投写する投写光学系と、を有する投写型表示装置であって、

前記回折格子は、前記色光合成手段における多層膜が交差する領域が存在する方向に対して直交する方向に高次光を発生させる１次元型の回折格子であることを特徴とする投写型表示装置。

【請求項２】

請求項１において、前記３つの変調手段毎に、前記変調手段の光束が入射する側の位置に回折格子をそれぞれ配置したことを特徴とする投写型表示装置。

【請求項３】

請求項１において、回折格子は表面レリーフ型回折格子であることを特徴とする投写型表示装置。

【請求項４】

請求項１において、回折格子は分布屈折率型回折格子であ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る光束を集光し、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の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３色の光束に分離する色光分離手段と、前記色光分離手段により分離されたそれぞれの前記光束を変調する３つの変調手段と、前記光源と前記変調手段の間の光路上に配置された回折格子と、前記それぞれの変調手段により変調された複数の光束を合成する多層膜をＸ字状に交差させた色光合成手段と、前記色光合成手段により合成された光束を投写する投写手段と、を有する投写型表示装置であって、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偏光光束とに空間的に分離する偏光光束分離手段と、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る偏光方向変換手段とを有する偏光発生装置と、前記偏光発生装置の出射面の側に配置され、それぞれの中間光束を重畳結合させる重畳結合手段とを有し、
前記回折格子は、前記色光合成手段における多層膜が交差する領域が存在する方向に対して直交する方向に高次光を発生させる１次元型の回折格子であることを特徴とする投写型表示装置。
【請求項６】
請求項５において、３つの前記変調手段毎に、前記変調手段の光束が入射する側の位置に回折格子をそれぞれ配置したことを特徴とする投写型表示装置。
【請求項７】
請求項５において、回折格子は表面レリーフ型回折格子であることを特徴とする投写型表示装置。
【請求項８】
請求項５において、回折格子は分布屈折率型回折格子であ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束を３色の光束に分離する色光分離手段と、前記色光分離手段により分離されたそれぞれの前記光束を変調する３つの変調手段と、前記光源と前記変調手段の間の光路上に配置された回折格子と、前記それぞれの変調手段により変調された複数の光束を合成する色光合成手段と、前記色光合成手段により合成された光束を投写する投写手段と、を有する投写型表示装置であって、前記色光分離手段及び前記色光合成手段は多層膜をＸ字状に交差させたダイクロイックプリズムを共通に用いるものであり、前記変調手段は反射型液晶装置からなり、
前記回折格子は、前記色光合成手段における多層膜が交差する領域が存在する方向に対して直交する方向に高次光を発生させる１次元型の回折格子であることを特徴とする投写型表示装置。
【請求項１０】
請求項９において、回折格子は表面レリーフ型回折格子であることを特徴とする投写型表示装置。
【請求項１１】
請求項９において、回折格子は分布屈折率型回折格子であることを特徴とする投写型表示装置。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は液晶パネルなどの変調手段により形成された表示画像をスクリーン上に投写表示する投写型表示装置に関するものである。
【０００２】
【従来の技術】
変調手段として３枚の液晶パネルを用いた投写型表示装置（３板式の投写型表示装置）の

代表的な構成例を図１１に示す。３板式の投写型表示装置９００においては、光源部１００からの光を波長選択性のある２枚のダイクロイックミラー４０１、４０２（色光分離手段）により赤光、緑光、青光の３原色の光束に分離した後、それぞれの色光に対応した液晶パネル４１１、４１２、４１３（変調手段）に照射し、それぞれの液晶パネルを透過してきた光をクロスダイクロイックプリズム４５０（色光合成手段）により合成して、投写レンズ４６０（投写光学系）によりスクリーン４７０上に投写表示する構成がとられている。

【０００３】

ここで、色光合成手段として用いるクロスダイクロイックプリズム４５０は、ダイクロイック膜が形成されたプリズムをＸ字状に配置して構成されている。３板式の投写型表示装置の色光合成手段としては、上記のクロスダイクロイックプリズムに代えて、２枚のダイクロイックミラーを平行配置状態で用いた構成によっても実現できるが、クロスダイクロイックプリズムを用いた構成では、２枚のダイクロイックミラーを用いた構成に比べて、液晶パネルと投写レンズとの間の距離を短くできるため、大口径の投写レンズを用いなくとも、明るい投写映像が得られる投写型表示装置を実現しやすいという特徴がある。そのため、投写型表示装置における色光合成手段としては、クロスダイクロイックプリズムを用いる場合が多い。

【０００４】

ところで、小型の液晶パネルを用いた投写型表示装置において、より明るい投写映像を得るためには、アーク長の短いランプを光源に用いて、小型の液晶パネルを効率よく照明することが重要となる。なぜなら、ランプのアーク長が短くなる程、集光性を高めることができるためである。従って、近年、アーク長が極めて短いランプを搭載した投写型表示装置が開発されつつある。

【０００５】

【発明が解決しようとする課題】

上述したように、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た投写型表示装置では、明るい投写映像を得やすいという優れた特徴がある反面、クロスダイクロイックプリズムに起因する問題点が存在する。

【０００６】

クロスダイクロイックプリズムの一般的な平面構造を模式的に図１０に示す。図１０に示すように、クロスダイクロイックプリズム４５０は波長選択性のあるダイクロイック膜４５２が形成されたプリズム４５１をＸ字状に配置し、それら４個のプリズム４５１をプリズムと屈折率がほぼ等しい光学接着剤４５３で一体化することにより形成されている。この時、光学接着剤の厚みは約数１０μｍあるため、クロスダイクロイックプリズムの中央部、即ちダイクロイック膜がＸ字状に交差する部分４５４では、ダイクロイック膜が繋がらない不連続な状態となる。この結果、ダイクロイック膜により反射され本来投写レンズに向かうはずの光がこの部分（ダイクロイック膜がＸ字状に交差する部分４５４）に入射した場合には、ダイクロイック膜が存在しないため投写レンズの方向には反射されないことになる（但し、緑色光はダイクロイック膜で反射されないため投写レンズに入射する）。また、４個のプリズムがＸ字状に密着するそれぞれのプリズムの稜線部分は、プリズムの機械的な加工精度上の限界から、完全な直角形状とはなっておらず、平滑性の悪い表面状態を有する極幅の狭い角面４５５となっている（図１０では、この部分を誇張して描いてある）。この結果、この部分（極幅の狭い角面４５５）に入射した光は角面４５５の部分で散乱され、やはり投写レンズの方向には向かわないこととなる。即ち、クロスダイクロイックプリズムの中央部には一方向（この一方向は、投写画面の長手方向を横方向とした場合、横方向とは直角に交差する縦方向に相当するため、以下では縦方向と記す。）に細長く延びる光学的に不均質な領域４５６（図１０では紙面に対して垂直な方向に存在する）が存在し、この領域は局部的に光が通り難い領域であるため、この光学的に不均質な領域４５６を通過する光は、これ以外の領域を通過する光に比べて、その光量が減少することになる。

【０００７】
従って、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、クロスダイクロイックプリズムの構造上の問題に起因する暗い影（局部的に明るさが低下した領域）が投写画面の中央部に縦方向に生じ、視覚的に非常に目障りなものとなり、投写映像の表示品位を低下させる大きな要因の一つとなっていた。この暗い影の程度（暗い影の部分の明るさがその周辺の明るさよりも減少する度合い）は、光源に用いるランプのアーク長と強い相関関係がある。その理由は、アーク長が短くなる程、光源から出射される光の平行性と集光性が高まり、その結果、クロスダイクロイックプリズムの中央部に存在する光学的に不均質な領域を通過する光束の割合が増大するためである。従って、アーク長の長いランプを光源に用いた場合には、暗い影はそれほど目立たず大きな問題とはならないが、近年のように、より明るい投写映像を得るためにアーク長が極めて短いランプを光源に用いた場合には、この暗い影の存在が非常に目立ち、投写映像の表示品位を低下させるという重大な問題を引き起こしていた。

【０００８】
以上のような点に鑑みて、本発明の課題は、変調手段により変調された複数の光束を１つに合成するための、多層膜をＸ字状に交差させて構成した色光合成手段を用いた投写型表示装置において、クロスダイクロイックプリズムの構造上の問題に起因する暗い影を目立たなくし、視覚的な障害のない高品位の映像を投写表示できる投写型表示装置を実現することにある。

【０００９】
【課題を解決するための手段】
上記課題を解決するために、
１）本発明の第１の投写型表示装置は、
光源と、
前記光源からの光束を３色の光束に分離する色光分離手段と、
前記色光分離手段により分離されたそれぞれの前記光束を変調する３つの変調手段と、
前記光源と前記変調手段との間の光路上に配置された回折格子と、
前記それぞれの変調手段により変調された複数の光束を１つに合成する多層膜をＸ字状に交差させた色光合成手段と、
前記色光合成手段により合成された光束を投写する投写光学系と、
を有することを特徴とする。

【００１０】
上記の構成を採用することにより、先に説明した問題点を解決することができる。即ち、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において、あるいは同時にアーク長が極めて短いランプを光源に用いた場合でも、回折格子を光源と変調手段との間の光路上に配置することにより、クロスダイクロイックプリズムの構造上の問題に起因する暗い影の発生を防止し、視覚的な障害のない高品位の映像を投写表示できる効果がある。

【００１１】
クロスダイクロイックプリズムに入射した光束を、クロスダイクロイックプリズムの中央部に存在する光学的に不均質な（局部的に光が通り難い）領域を避けながら、クロスダイクロイックプリズムから出射させると共に、その光束を投写レンズの入射瞳内に導くことができれば、クロスダイクロイックプリズムの構造上の問題に起因する暗い影の発生を防止することができる。そのためには、クロスダイクロイックプリズムに入射する光束を、ある特定の角度成分を有する複数の光束（つまり、光束全体としてはある広がり角Ｔの中に、特定の回折角を伴った幾つかの光束が分散している状態にある）に変換することが必要であり、そのような光束の変換は回折格子を用いることにより実現することができる。

【００１２】
ここで、上記の構成に用いる回折格子について説明する。回折格子は、その表面、或いは内部に形成された規則的な構造体により、回折格子を通過する光に干渉現象を生じさせ、

ある特定の方向に光を出射させる作用（回折効果）を有する。図７は、一般的な回折格子１０を通過した光の回折状態を模式的に示したもので、回折格子１０に入射した光２０は、入射方向に沿ってそのまま回折格子１０から出射される０次光２１と、入射方向に対してある出射角度θを伴って出射される高次光に分かれ、更に高次光は、出射角度θの大きさにより＋１次光２２、－１次光２３、＋２次光２４、－２次光２５、・・・に分けられる（図７では、±３次以上の高次光の記載は省略してある）。この時、光を出射させる方向や光の強度は、回折格子に入射する光の波長、回折格子の表面、或いは内部に形成された周期的な構造体の大きさや形状により決まる。例えば、０次光を発生させずに、高次光のみを発生できる回折格子とすることも可能である。

【００１３】

従って、上記の構成によれば、回折格子の回折効果を利用して、クロスダイクロイックプリズムに入射する光束を、ある特定の角度成分を有する複数の光束に変換し、クロスダイクロイックプリズムの中央部に存在する光学的に不均質な領域４５６に光束が集中することを避けながら、それらの光束を投写レンズの入射瞳内に導いているため、投写画面の中央部に暗い影は殆ど発生せず、高品位の映像を投写表示することができる。この時、回折格子を出射する光束の出射角度を適当に設定することにより、回折格子を出射した光束のすべてを投写レンズの入射瞳内に導くように構成することができる。その結果、回折格子を用いることによる光損失をほとんど生じることなく、暗い影の発生のみを効果的に防止することができる。特に、平行性の高い光束を出射するアーク長が極めて短いランプを光源に用いた場合には、光束の集光性が高いためクロスダイクロイックプリズムの中央部に存在する光学的に不均質な領域に光束が集中する傾向が大きいが、その様な場合にも、光源と変調手段の間の光路上に回折格子を配置した上記の構成を採用することにより、クロスダイクロイックプリズムに入射する光束を分散させ、暗い影の発生を効果的に防止し、高品位の映像を投写表示することができる。

【００１４】

尚、回折格子は、光源と変調手段との間の光路上であればどの位置に配置しても良いが、回折格子と投写レンズとの間の距離に応じて、回折格子による光束の広がり角Ｔを調整し、変調手段を通過した光束がすべて投写レンズの入射瞳に入射するように、回折格子を設定する必要がある。

【００１５】

２）前記第１の投写型表示装置において、

前記３つの変調手段毎に、前記変調手段の光束が入射する側の位置に回折格子をそれぞれ配置したことを特徴とする。

【００１６】

前項１）で述べたように、回折格子は光源と変調手段の間の光路上であればどの位置に配置してもよいが、特に上記の構成のように、３つの回折格子を、それぞれの変調手段毎に、変調手段の光束が入射する側の位置に配置した場合には、回折格子と投写レンズとの間の距離が短くなるため、回折格子による光束の広がり角Ｔを大きく設定でき、クロスダイクロイックプリズムの中央部に存在する光学的に不均質な領域に光束が集中する状態をより効果的に回避できる。従って、投写画面の中央部に生じる暗い影の発生をより効果的に防止することができる。

【００１７】

また、回折格子による光束の広がり角Ｔは、回折格子に入射する光束の波長により変化する。従って、上記の構成を採用することにより、それぞれの変調手段に入射する光束の波長に合わせて、それぞれの回折格子を最適化することができるため、暗い影の発生をいっそう効果的に防止することができる。

【００１８】

３）前記第１の投写型表示装置において、

回折格子は１次元型の回折格子であることを特徴とする。

【００１９】

暗い影の発生原因となる光学的に不均質な領域は、クロスダイクロイックプリズムの中央部において一方向（一般的には縦方向）に細長く延びた領域として存在するため、回折格子により入射する光束を拡げて分散させる方向は、光学的に不均質な領域が存在する方向とは直角に交差する一方向（クロスダイクロイックプリズム中に存在する光学的に不均質な領域の存在方向が縦方向とすれば、回折格子により光束を拡げる方向は横方向となる）に設定すればよい。従って、用いる回折格子としては、光の回折方向が１次元方向である１次元型が最適である。

【００２０】

４）前記第１の投写型表示装置において、

回折格子は表面レリーフ型回折格子であることを特徴とする。

【００２１】

上記の回折格子の断面形状の一例を図８に示す。図８から判るように、この形式の回折格子は、回折格子１１の表面に形成された規則的な凹凸形状１２により回折効果を生じさせるものである。この形式の回折格子では、表面に存在する凹凸形状のために回折格子の表面において多少の光損失を生じやすいという欠点はあるものの、レプリカ（複製物）の作製が非常に容易であるという優れた特徴を有する。従って、この形式の回折格子を用いた場合には、回折格子を低コストで作製できるため、光学系の低コスト化を実現できる特徴がある。

【００２２】

５）前記第１の投写型表示装置において、

回折格子は分布屈折率型回折格子であることを特徴とする。

【００２３】

上記の回折格子の断面形状の一例を図９に示す。図９から判るように、この形式の回折格子は、回折格子１３の内部に形成された規則的な屈折率分布１４により回折効果を生じさせるものである。この形式の回折格子では、回折格子の表面が平面形状を成しているため回折格子の表面における光損失が極めて少ないこと、さらに、高い回折効率を得られることが特徴である。従って、この形式の回折格子を用いた場合には、投写画面の中央部に生じる暗い影の発生を効果的に防止できると共に、その場合の光損失を極めて少なくすることができる。

【００２４】

６）本発明の第２の投写型表示装置は、

光源と、

前記光源から出射される光束を集光し、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の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３色の光束に分離する色光分離手段と、

前記色光分離手段により分離されたそれぞれの前記光束を変調する３つの変調手段と、

前記それぞれの変調手段により変調された複数の光束を合成する色光合成手段と、

前記色光合成手段により合成された光束を投写する投写手段とを有し、

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偏光光束とに空間的に分離する偏光光束分離手段と、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る偏光方向変換手段とを有する偏光発生装置と、

前記偏光発生装置の出射面の側に配置され、それぞれの中間光束を重畳結合させる重畳結合手段とを有し、

前記光源と前記変調手段の間の光路上に回折格子を配置したことを特徴とする。

【００２５】

上記の構成において回折格子を配置しない場合には、クロスダイクロイックプリズムの構造上の問題に起因する暗い影が投写画面の中央部に縦方向に生じる。特に、上記の構成では、光束分割レンズがマトリックス状に配列してなる第１の光学要素を採用しているため

、光束分割レンズが横方向に列ぶ数に応じて暗い影も複数箇所に生じる。その結果、この暗い影の存在は非常に目立つものとなり、投写映像の品位を大幅に低下させることとなる。

【００２６】

従って、上記の構成を採用することにより、前記１）項で述べたように、先に説明した問題点を解決することができる。即ち、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において、あるいは同時にアーク長が極めて短いランプを光源に用いた場合でも、回折格子を光源と変調手段との間の光路上に配置することにより、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暗い影の発生を防止でき、視覚的な障害のない高品位の映像を投写表示できる効果がある。

【００２７】

特に、上記の構成の場合には、回折格子を配置しない場合に複数箇所に生じる暗い影の発生をほぼ完全に防止できるため、視覚的な障害のない高品位の映像を投写表示できる効果がある。

【００２８】

７）前記第２の投写型表示装置において、

前記３つの変調手段毎に、前記変調手段の光束が入射する側の位置に回折格子をそれぞれ配置したことを特徴とする。

【００２９】

上記の構成を採用することにより、前記２）項で述べたように、３つの回折格子を、それぞれの変調手段毎に、変調手段の光束が入射する側の位置に配置することにより、回折格子と投写レンズとの間の距離が短くなるため、回折格子による光束の広がり角Ｔを大きく設定でき、クロスダイクロイックプリズムの中央部に存在する光学的に不均質な領域に光束が集中する状態をより効果的に回避できる。従って、投写画面の中央部に生じる暗い影の発生をより効果的に防止することができる。

【００３０】

また、それぞれの変調手段に入射する光束の波長に合わせてそれぞれの回折格子を最適化することができるため、暗い影の発生をいっそう効果的に防止することができる。

【００３１】

８）前記第２の投写型表示装置において、

回折格子は１次元型の回折格子であることを特徴とする。

【００３２】

この場合も、前記３）項と同様に、クロスダイクロイックプリズムの中央部に存在する光学的に不均質な領域は一方向に細長く延びた領域として存在することから、用いる回折格子としては、光の回折方向が１次元方向である１次元型のものが最適である。

【００３３】

９）前記第２の投写型表示装置において、

回折格子は表面レリーフ型回折格子であることを特徴とする。

【００３４】

前記４）項と同様に、この形式の回折格子を用いた場合には、回折格子を低コストで作製することができるため、光学系の低コスト化を実現できる特徴がある。

【００３５】

１０）前記第２の投写型表示装置において、

回折格子は分布屈折率型回折格子であることを特徴とする。

【００３６】

前記５）項と同様に、この形式の回折格子を用いた場合には、投写画面の中央部に生じる暗い影の発生を効果的に防止できると共に、その場合の光損失を極めて少なくすることができる。

【００３７】

１１）本発明の第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束を３色の光束に分離する色光分離手段と、
前記色光分離手段により分離されたそれぞれの前記光束を変調する３つの変調手段と、
前記それぞれの変調手段により変調された複数の光束を合成する色光合成手段と、
前記色光合成手段により合成された光束を投写する投写手段とを有し、
前記色光分離手段及び前記色光合成手段は多層膜をＸ字状に交差させたダイクロイックプリズムからなり、
前記変調手段は反射型液晶装置からなり、
前記光源と前記変調手段の間の光路上に回折格子を配置したことを特徴とする。
【００３８】
上記の構成において回折格子を配置しない場合には、クロスダイクロイックプリズムの構造上の問題に起因する暗い影が投写画面の中央部に縦方向に生じる。特に、上記の構成では、光束分割レンズがマトリックス状に配列してなる第１の光学要素を採用しているため、光束分割レンズが横方向に列ぶ数に応じて暗い影も複数箇所に生じる。その結果、この暗い影の存在は非常に目立つものとなり、投写映像の品位を大幅に低下させることとなる。
【００３９】
従って、上記の構成を採用することにより、前記１）項で述べたように、先に説明した問題点を解決することができる。即ち、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において、あるいは同時にアーク長が極めて短いランプを光源に用いた場合でも、回折格子を光源と変調手段との間の光路上に配置することにより、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暗い影の発生を防止でき、視覚的な障害のない高品位の映像を投写表示できる効果がある。
【００４０】
特に、上記の構成の場合には、回折格子を配置しない場合に複数箇所に生じる暗い影の発生をほぼ完全に防止できるため、視覚的な障害のない高品位の映像を投写表示できる効果がある。
【００４１】
なお、反射型の液晶装置では、画素電極の下にスイッチング素子を配置することができるため、素子を小さくしなくても画素ピッチを小さくすることができる。よって、容易に画素密度を高くすることが可能であり、解像度の高い投写画像を得ることができる。
【００４２】
さらに、色光分離と色光合成とが同一のダイクロイックプリズムで構成できるため、投写型表示装置を小型化することができ、また、光路長ををを短くすることにより光の損失を防ぎ、明るい投写画像を得ることができる。
【００４３】
１２）前記第３の投写型表示装置において、
回折格子は１次元型の回折格子であることを特徴とする。
【００４４】
この場合も、前記３）項と同様に、クロスダイクロイックプリズムの中央部に存在する光学的に不均質な領域は一方向に細長く延びた領域として存在することから、用いる回折格子としては、光の回折方向が１次元方向である１次元型のものが最適である。
【００４５】
１３）前記第３の投写型表示装置において、
回折格子は表面レリーフ型回折格子であることを特徴とする。
【００４６】
前記４）項と同様に、この形式の回折格子を用いた場合には、回折格子を低コストで作製することができるため、光学系の低コスト化を実現できる特徴がある。
【００４７】
１４）前記第３の投写型表示装置において、

回折格子は分布屈折率型回折格子であることを特徴とする。

【００４８】

前記５）項と同様に、この形式の回折格子を用いた場合には、投写画面の中央部に生じる暗い影の発生を効果的に防止できると共に、その場合の光損失を極めて少なくすることができる。

【００４９】

【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、以下の実施例においては、特にことわりのない限り、互いに直交する３つの方向をＸ方向、Ｙ方向、Ｚ方向とする。

【００５０】

（実施例１）

図１は、実施例１の投写型表示装置の光学系部分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６００は、変調手段として透過型の液晶パネルを使用したものであり、光源部１００、１つの回折格子４８０、色光分離手段である２枚のダイクロイックミラー４０１、４０２、３原色の光束のそれぞれに対応させて配置された３つの液晶パネル４１１、４１２、４１３、波長選択性のある多層膜をＸ字状に交差させて構成した色光合成手段であるクロスダイクロイックプリズム４５０、及び合成された光束をスクリーン４７０上に拡大投写する投写光学系である投写レンズ４６０とから大略構成されている。

【００５１】

光源部１００は、光源ランプ１１０と放物面リフレクター１２０から大略構成されており、光源ランプ１１０から放射された光束は、放物面リフレクター１２０により一方向に反射されて、略平行な光束となって出射される。ここで、放物面リフレクターに代えて、楕円面リフレクター、球面リフレクターなども用いることができる。

【００５２】

光源部１００の出射側には、先に図８にその断面形状を示した様な表面レリーフ型の回折格子４８０が設置されている。この回折格子の表面には断面形状がほぼｓｉｎ波形である規則的な構造が形成されており、その結果、回折格子に入射した光は、そのほとんどが±１次光、及び±２次光となって出射される。従って、光源部１００から出射された光束は、この回折格子４８０を通過する際に、光の回折効果によりほぼ４つの特定の角度成分を有し、全体としては僅かに広がりをもった光束に変換される。

【００５３】

回折格子４８０を出射した光束は、色光分離手段により、波長に応じて３つの光束に分離され、それぞれ対応する液晶パネルに達し、それぞれの液晶パネルを照明する。即ち、まず、青色光緑色光反射ダイクロイックミラー４０１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４０３で反射し、赤色光用液晶パネル４１１に達する。一方、青色光および緑色光のうち、緑色光は、緑色光反射ダイクロイックミラー４０２で反射し、緑色光用液晶パネル４１２に達する。更に、緑色光反射ダイクロイックミラー４０２を透過した青色光は２枚の反射ミラー４３５、４３６を経て、青色光用液晶パネル４１３に達する。

【００５４】

ここで、赤色光用液晶パネル４１１、緑色光用液晶パネル４１２、青色光用液晶パネル４１３は、それぞれの色光を変調し、各色光に対応した表示情報を含ませた後に、変調した色光をクロスダイクロイックプリズム４５０へ入射し、クロスダイクロイックプリズム４５０においてそれぞれの変調光束は一つの光束に合成される。ここで使用するクロスダイクロイックプリズム４５０は、先に図１０に示したように、その内部に赤色光反射の誘電体多層膜と青色光反射の誘電体多層膜とをＸ字状に配置したものであり、クロスダイクロイックプリズムの構造上の問題から、その内部に光学的に不均質な領域を有するものである。

【００５５】

クロスダイクロイックプリズム４５０により合成された光束は、投写レンズ４６０を経てスクリーン４７０上に映像を形成する。

【００５６】

以上のように構成した投写型表示装置６００では、光源部１００と色光分離手段である２枚のダイクロイックミラー４０１、４０２との間に設置された回折格子４８０の作用により、それぞれの液晶パネル４１１、４１２、４１３を照明する光は、ほぼ４つの特定の角度成分を有し、全体としては僅かに広がりをもった光束となっている。それぞれの液晶パネル上に形成された光学像は、クロスダイクロイックプリズム４５０内で合成されスクリーン４７０上にカラーの光学像（映像）を形成するが、この時、クロスダイクロイックプリズム４５０内を通過する光束も、やはり、ほぼ４つの特定の角度成分を有し、全体としては僅かに広がりをもった光束である。従って、クロスダイクロイックプリズム４５０の中央部に存在する光学的に不均質な領域には光束が集中しないため、局部的な光損失をほとんど生じることなく、クロスダイクロイックプリズムを通過し、スクリーン上に光学像を形成することができ、投写画面の中央部に視覚的に目障りな暗い影（局部的に明るさが低下した領域）を生じることがない。

【００５７】

また、回折格子の設計に際しては、回折格子を出射する光束の出射角度を適当に設定し、回折格子を出射した光束のすべてを投写レンズの入射瞳内に導くように構成しているため、回折格子の設置による明るさの低下はほとんど生じない。

【００５８】

尚、本例の場合、回折格子に入射する光は３原色光を含む広帯域の可視光であるため、回折格子を作製する際に用いる設計波長は、緑色光の波長とした。しかし、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投写画面上に生じる暗い影の見え方は、クロスダイクロイックプリズムを通過する光の波長により左右される。従って、回折格子を作製する際に用いる設計波長は緑色光に限定されるものではなく、暗い影が最も目立ち難くなるような光の波長を以て設計波長とすることが望ましい。さらに、回折格子により発生させる回折光の配光パターン（本例の場合は、±１次光と±２次光）も、本例に限定されるものではなく、上記の暗い影が最も目立ち難くなるように設定されることが望ましい。

【００５９】

従って、本例の投写型表示装置においては、回折格子の効果的な使用により、投写映像の明るさをほとんど低下させることなく、クロスダイクロイックプリズムの構造上の問題により投写画面上に生じる暗い影の発生を効果的に防止し、高品位の投写映像を実現することができる。

【００６０】

（実施例２）

上記の実施例１では、１つの回折格子を光源部と色光分離手段との間に配置した構成であったが、これに代えて、３つの回折格子を、それぞれの変調手段毎に、変調手段の光束が入射する側の位置に配置した構成としてもよい。

【００６１】

３つの回折格子を備えた投写型表示装置７００の構成を実施例２として説明する。図２は、実施例２の投写型表示装置７００の光学系部分を平面的にみた概略構成図である。尚、この投写型表示装置７００、及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に係わる投写型表示装置６００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。

【００６２】

図２から判るように、本例の投写型表示装置７００では、変調手段である液晶パネル毎に、それぞれの液晶パネル４１１、４１２、４１３において光源部１００からの照明光が入射する側の位置に、それぞれ回折格子４９１、４９２、４９３が設置されている。本例で使用した回折格子は、実施例１の場合と同じ表面レリーフ型の回折格子である。さらに、それぞれの回折格子は、それぞれの回折格子に入射する光の波長に合わせて回折格子は最

適化されている。即ち、赤色光用液晶パネル４１１の光源部側には赤色光用に最適化された赤色光用回折格子４９１が、緑色光用液晶パネル４１２の光源部側には緑色光用に最適化された緑色光用回折格子４９２が、青色光用液晶パネル４１３の光源部側には青色光用に最適化された青色光用回折格子４９３がそれぞれ配置されている。

【００６３】

以上のように構成した投写型表示装置７００では、光源部１００からの照明光は、回折格子による光の回折作用により、ほぼ４つの特定の角度成分を有し、全体としては僅かに広がりをもった光束に変換される。これらの光でそれぞれの液晶パネル４１１、４１２、４１３を照明するため、クロスダイクロイックプリズム４５０の中央部に存在する光学的に不均質な領域には光束が集中せず、局部的な光損失をほとんど生じることなく、クロスダイクロイックプリズムを通過し、スクリーン上に光学像を形成することができ、投写画面の中央部に視覚的に目障りな暗い影（局部的に明るさが低下した領域）を生じることがない。

【００６４】

また、本例の投写型表示装置７００では、それぞれの液晶パネル毎に特性の異なる回折格子を配置している。そのため、回折格子と投写レンズとの間の距離が短くなり、回折格子による光束の広がり角Ｔを大きく設定でき、また、回折格子に入射する光束の波長に合わせて回折格子の最適化を行えるため、投写画面の中央部に生じる暗い影の発生を効果的に防止することができる。

【００６５】

従って、本例においても、回折格子の効果的な使用により、投写映像の明るさをほとんど低下させることなく、クロスダイクロイックプリズムの構造上の問題により投写画面上に生じる暗い影の発生を効果的に防止し、高品位の投写映像を実現することができる。

【００６６】

（実施例３）

次に、偏光照明系を備えた投写型表示装置に回折格子を導入した実施例を示す。

【００６７】

図３は、実施例３の投写型表示装置８００の光学系部分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８００の基本的な構成は、先の実施例２の投写型表示装置７００と同じであるが、明るさムラが少なく、ほぼ一種類の偏光状態を有する照明光を効率的に発生する均一偏光照明光学装置２００と、その照明光を効率的に伝達するリレー光学装置４３０が搭載されている点が、投写型表示装置７００とは異なる特徴である。

【００６８】

そこで、まず、均一偏光照明光学装置２００について説明する。

【００６９】

均一偏光照明光学装置２００の光学的構成は図４に示すように、主に光源部１００、第１の光学要素２１０、及び第２の光学要素２２０から構成されている。

【００７０】

光源部１００は、実施例１の光源部と同じものであり、偏光方向がランダムな偏光光束（以下、ランダムな偏光光束と略す。）をほぼ一方向に略平行な状態で出射する。ここで、光源部１００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方向に平行にシフトした状態となるように、光源部１００は配置されている。

【００７１】

第１の光学要素２１０は、その外観を図５に示すように、ＸＹ平面内において矩形状の外形形状を有する複数の光束分割レンズ２１１がマトリックス状に配列して構成されている。第１の光学要素２１０に入射した光は、光束分割レンズ２１１により複数の中間光束２１２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４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２１３を形成する。尚、光束分割レンズのＸＹ平面上における外形形状は、照明領域２９０（本例の場合は液晶パネル４１１、４１２、４１３）の形状と相似形をなすように設定

される。本例では、ＸＹ平面上でＸ方向に長い横長の液晶パネルを想定しているため、光束分割レンズ２１１のＸＹ平面上における外形形状も横長である。さらに、第１の光学要素２１０を構成する光束分割レンズ２１１の配列様式については図５に示すような直交マトリックス状に限定されるわけではなく、例えば、デルタ配置のように、Ｘ方向に列ぶ光束分割レンズのレンズ列が、Ｙ方向においてはそれぞれの行間でずれた状態となるような配置様式であってもよい。但し、その場合には、光束分割レンズからの中間光束を効果的に受け入れられるように、後述する集光レンズ２４１、及び偏光分離ユニット２３１の配置様式も適当に変化させる必要がある。

【００７２】

第２の光学要素２２０は、主に集光レンズアレイ２４０、偏光分離ユニットアレイ２３０、選択位相差板２５０及び出射側レンズ２６０から大略構成される複合体であり、第１の光学要素２１０による集光像２１３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４ではＸＹ平面）に配置される。尚、第１の光学要素２１０に入射する光束の平行性が極めて良い場合には、第２の光学要素から集光レンズアレイ２４０を省略した構成としても良い。この第２の光学要素２２０は、中間光束２１２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光束を一ヶ所の照明領域２９０に導くような機能を有している。

【００７３】

集光レンズアレイ２４０は、第１の光学要素２１０とほぼ同様な構成となっており、即ち、第１の光学要素２１０を構成する光束分割レンズ２１１と同数の集光レンズ２４１をマトリックス状に複数配列したものであり、それぞれの中間光束を偏光分離ユニットアレイ２３０の特定の場所に集光しながら導く作用を有している。従って、第１の光学要素２１０により形成された中間光束２１２の特性に合わせて、また、偏光分離ユニットアレイ２３０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、各集光レンズのレンズ特性は各々最適化されることが望ましい。但し、一般的には、光学系の低コスト化及び設計の容易さを考慮して、第１の光学要素２１０と全く同じものを集光レンズアレイ２３０として用いるか、或いは、光束分割レンズ２１１とＸＹ平面での形状が相似形である集光レンズを用いて構成した集光レンズアレイを用いてもよいことから、本例の場合には、第１の光学要素２１０を集光レンズアレイ２４０として用いている。

【００７４】

次に、偏光分離ユニットアレイ２３０は、複数の偏光分離ユニット２３１がシステム光軸Ｌと垂直な平面内（図４ではＸＹ平面）に配列した構成をなしている。

【００７５】

偏光分離ユニット２３１は、内部に偏光分離面２３２と反射面２３３を備えた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２１２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作用を有している。偏光分離ユニット２３１のＸＹ平面上における外形形状は、光束分割レンズ２１１のＸＹ平面上における外形形状と相似形をなしており、即ち、横長の矩形形状である。従って、偏光分離面２３２と反射面２３３とは横方向（Ｘ方向）に並ぶように配置されている。ここで、偏光分離面２３２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２３３は偏光分離面と平行な状態をなし、さらに、偏光分離面２３２がＸＹ平面上に投影する断面積と反射面２３３がＸＹ平面上に投影する断面積が等しくなるように、偏光分離面２３２と反射面２３３は設定されている。従って、本例では、偏光分離面２３２が存在する領域のＸＹ平面上での横幅と反射面２３３が存在する領域のＸＹ平面上での横幅とは等しくなり、且つ、それぞれが偏光分離ユニット２３１のＸＹ平面上での横幅の半分になるように設定されている。尚、一般的に、偏光分離面２３２は誘電体多層膜で、また、反射面２３３はアルミニウム膜で形成することができる。

【００７６】

偏光分離ユニット２３１に入射した光は、偏光分離面２３２において、進行方向を変えずに偏光分離面２３２を通過するＰ偏光光束と、偏光分離面２３２で反射され隣接する反射面２３３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偏光光束はそのまま偏光分離ユニットから出射され、Ｓ偏光光束は再び反射面２３３で進行方向を変え、Ｐ偏光光束とほぼ平行な状態となって、偏光分離ユニットから出射される。従って、偏光分離ユニット２３１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２３１の偏光分離面２３２が存在する領域にそれぞれの中間光束２１２を導く必要があり、そのため、偏光分離ユニット内の偏光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２３１とそれぞれの集光レンズ２４１の位置関係やそれぞれの集光レンズ２４１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２３１内の偏光分離面２３２の中央部にそれぞれの集光レンズの中心軸が来るように配置するため、集光レンズアレイ２４０は、偏光分離ユニットの横幅の１／４に相当する距離（即ち距離Ｄに等しい）だけ、偏光分離ユニットアレイ２３０に対してＸ方向にずらした状態で配置されている。

【００７７】

偏光分離ユニットアレイ２３０の出射面の側には、λ／２位相差板２５１が規則的に配置された選択位相差板２５０が設置されている。即ち、偏光分離ユニットアレイ２３０を構成する偏光分離ユニット２３１で、Ｐ偏光光束が出射される部分にのみλ／２位相差板２５１が配置され、Ｓ偏光光束が出射される部分にはλ／２位相差板２５１は設置されていない。この様なλ／２位相差板２５１の位置選択的な配置により、偏光分離ユニット２３１から出射されたＰ偏光光束は、λ／２位相差板２５１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、偏光分離ユニット２３１から出射されたＳ偏光光束はλ／２位相差板２５１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２５０を通過する。以上をまとめると、偏光分離ユニットアレイ２３０と選択位相差板２５０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。尚、本例の場合には、偏光方向がランダムな中間光束をＳ偏光光束に揃える設定としているが、勿論、Ｐ偏光光束に揃える設定としても良い。

【００７８】

選択位相差板２５０の出射面の側には、出射側レンズ２６０が配置されており、選択位相差板２５０によりＳ偏光光束に揃えられた光束は、出射側レンズ２６０により照明領域２９０（本例の場合には、液晶パネル４１１、４１２、４１３が配置される場所）へと導かれ、照明領域上で重畳結合される。ここで、出射側レンズ２６０は１つのレンズ体である必要はなく、第１の光学要素２１０のように、複数のレンズの集合体であってもよい。

【００７９】

従って、第２の光学要素２２０の機能をまとめると、第１の光学要素２１０により分割された中間光束２１２（つまり、光束分割レンズ２１１により切り出されたイメージ面）は、第２の光学要素２２０により照明領域２９０（本例の場合は液晶パネル４１１、４１２、４１３）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２３０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２５０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２９０（本例の場合は液晶パネル４１１、４１２、４１３）へと達する。このため、照明領域２９０である液晶パネル４１１、４１２、４１３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。

【００８０】

次に、照明光を効率的に伝達するリレー光学装置４３０について、再び図３に基づいて説明する。上述したように、本例の投写型表示装置８００に組み込まれている均一偏光照明光学装置２００では、均一な照明光が得られる領域は光源部１００からある特定の距離だ

け離れた領域上に限定される。従って、均一偏光照明光学装置を備えた投写型表示装置では、光源部１００とそれぞれの液晶パネル４１１、４１２、４１３との間の光学的な距離が等しいことが要求される。しかし、投写型表示装置８００における光源部１００とそれぞれの液晶パネル４１１、４１２、４１３との間のそれぞれの光路に着目すると、青色光だけが、他の２つの色光（赤色光と緑色光）に比べてその距離が長い。従って、青色光の光路中に光学的な距離を補正する導光手段を配置し、３つの色光の光学的な距離（光源部１００とそれぞれの液晶パネルとの間の距離）を等しくする必要がある。

【００８１】

以上の理由により、主に入射レンズ４３１、リレーレンズ４３２、及び出射レンズ４３３から構成されるリレー光学装置４３０が導光手段として、青色光の光路中に配置されている。従って、青色光は、緑光反射ダイクロイックミラー４０２を透過した後に、まず、入射レンズ４３１及び反射ミラー４３５を経て、リレーレンズ４３２に導かれ、このリレーレンズに集束された後、反射ミラー４３６によって出射レンズ４３３に導かれ、しかる後に、青色光用液晶パネル４１３に達する。

【００８２】

次に、それぞれの液晶パネル４１１、４１２、４１３毎に、液晶パネルの光が入射する側の位置に設置されている３つの回折格子４９１、４９２、４９３について説明する。これらの回折格子は、先の実施例２の回折格子と同じ表面レリーフ型の回折格子であり、入射する光の波長に合わせてそれぞれの回折格子は最適化されている。

【００８３】

上記のように構成した投写型表示装置８００では、均一偏光照明光学装置２００を従来の一般的な光源部（例えば先の実施例２の光源部１００）に代えて用いているため、従来の投写型表示装置（例えば従来の技術として説明した投写型表示装置９００）に比べて、液晶パネル４１１、４１２、４１３を照明する照明光の光強度にはムラが少なく、さらに、液晶パネルの照明光として相応しいほぼ一種類の偏光状態を有する光のみを照明光として用いることができるため、液晶パネルの偏光板（図示せず）における光損失が少なく、明るい投写画面を実現できる特徴がある。

【００８４】

しかし、一方で、均一偏光照明装置２００には複数の光束分割レンズ２１１が存在するため、光束分割レンズ２１１が横方向に列ぶ数に応じて暗い影も複数箇所に生じる。その結果、この暗い影の存在は視覚的に非常に目障りなものとなり、投写映像の品位を大幅に低下させることとなる。

【００８５】

そこで、３つの回折格子４９１、４９２、４９３をそれぞれの液晶パネル４１１、４１２、４１３毎に、液晶パネルの光が入射する側の位置に配置することにより、上記の不都合点を解消している。即ち、均一偏光照明装置２００からの照明光は、回折格子４９１、４９２、４９３による光の回折作用により、特定の角度成分を有し、全体としては僅かに広がりをもった光束に変換され、これらの光でそれぞれの液晶パネル４１１、４１２、４１３を照明するため、クロスダイクロイックプリズム４５０の中央部に存在する光学的に不均質な領域には光束が集中せず、従って、クロスダイクロイックプリズム４５０を光が通過する際に、局部的な光損失をほとんど生じることない。その結果、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た視覚的に目障りな暗い影（局部的に明るさが低下した領域）は、投写画面の中央部に発生することがほとんどない。

【００８６】

また、本例の投写型表示装置８００においても、それぞれの液晶パネル毎に特性の異なる回折格子を配置しているため、回折格子と投写レンズとの間の距離が短くなり、回折格子による光束の広がり角Ｔを大きく設定でき、また、回折格子に入射する光束の波長に合わせて回折格子の最適化を行えるため、投写画面の中央部に生じる暗い影の発生を効果的に防止することができる。

【００８７】

さらに、本例のように均一偏光照明装置２００を備えた投写型表示装置では、均一偏光照明装置における照明効率を向上させるために、アーク長が極めて短いランプを光源ランプ１１０として用いる場合が多いが、そのような場合でも、回折格子を使用することにより、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暗い影の発生を効果的に防止し、視覚的な障害のない高品位の映像を投写表示できる効果がある。

【００８８】

以上、回折格子の効果的な使用により、投写映像の明るさをほとんど低下させることなく、クロスダイクロイックプリズムの構造上の問題により投写画面上に生じる暗い影の発生を効果的に防止し、高品位の投写映像を実現することができる。

【００８９】

尚、本例においては、それぞれ特性の異なる３つの回折格子を用いているが、先の実施例１の投写型表示装置６００のように、１つの回折格子を均一偏光照明装置２００と色光分離手段（ダイクロイックミラー４０１）との間に配置した構成としてもよい。

【００９０】

（実施例４）

反射型の液晶パネルを変調手段として用いた投写型表示装置に回折格子を導入した実施例を示す。尚、本例において用いた回折格子４８０は、先の実施例１で用いたものと同じ回折格子である。

【００９１】

図６は、実施例４の投写型表示装置８５０の光学系部分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８５０は、主に、光源部１００、回折格子４８０、偏光光束を選択的に分離する偏光ビームスプリッタ４４０、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４５０、変調手段である３つの反射型液晶パネル４１４、４１５、４１６、及び投写光学系である投写レンズ４６０とから大略構成されている。

【００９２】

光源部１００から出射されたランダムな偏光光束は、回折格子４８０を経て偏光ビームスプリッタ４４０に入射し、偏光ビームスプリッタ４４０においてＳ偏光光束のみが選択的に分離される。即ち、偏光ビームスプリッタ４４０に入射したランダムな偏光光束のうち、Ｓ偏光光束のみが偏光分離面４４１で反射され、隣接するクロスダイクロイックプリズム４５０へ入射する。一方、Ｐ偏光光束は偏光分離面４４１をそのまま通過し偏光ビームスプリッタ４４０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）。

【００９３】

クロスダイクロイックプリズム４５０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４５０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、それぞれ対応する反射型の赤色光用液晶パネル４１４、反射型の緑色光用液晶パネル４１５、及び反射型の青色光用液晶パネル４１６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４５０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作用している。

【００９４】

ここで、本例で用いている液晶パネル４１４、４１５、４１６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つつ、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４１４、４１５、４１６から出射された変調光束は、再び、クロスダイクロイックプリズム４５０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４４０に入射する。即ち、クロスダイクロイックプリズム４５０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作用している。

【００９５】

偏光ビームスプリッタ４４０に入射した光束のうち、液晶パネル４１４、４１５、４１６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４４０の偏光分離面４４１をそのまま通過し、投写レンズ４６０を経てスクリーン４７０上に映像を形成する。

【００９６】

以上のように構成した投写型表示装置８５０では、光源部１００と偏光ビームスプリッタ４４０との間に設置された回折格子４８０の作用により、それぞれの反射型の液晶パネル４１４、４１５、４１６を照明する光は、ほぼ４つの特定の角度成分を有し、全体としては僅かに広がりをもった光束となっている。それぞれの液晶パネル上に形成された光学像は、クロスダイクロイックプリズム４５０内で再び合成されスクリーン４７０上にカラーの光学像（映像）を形成するが、この時、クロスダイクロイックプリズム４５０内を通過する光束も、やはり、ほぼ４つの特定の角度成分を有し、全体としては僅かに広がりをもった光束である。従って、液晶パネルを照明する照明光がクロスダイクロイックプリズム４５０内を通過する場合においても、また、液晶パネルによって変調された変調光束がクロスダイクロイックプリズム４５０内を通過する場合においても、何れの場合でも、クロスダイクロイックプリズム４５０の中央部に存在する光学的に不均質な領域には光束が集中しないため、局部的な光損失をほとんど生じることなく、クロスダイクロイックプリズムを通過し、スクリーン上に光学像を形成することができる。従って、投写画面の中央部に視覚的に目障りな暗い影（局部的に明るさが低下した領域）を生じることがない。

【００９７】

また、回折格子の設計に際しては、回折格子により僅かに広がりをもった光束の全てが投写レンズの入射瞳に入るように、回折格子による光束の広がり角Ｔは設定されているため、回折格子の設置による明るさの低下はほとんど生じない。

【００９８】

従って、本例のように反射型の液晶パネルを備えた投写型表示装置であっても、透過型の液晶パネルを備えた投写型表示装置の場合と同様に、回折格子の効果的な使用により、投写映像の明るさをほとんど低下させることなく、クロスダイクロイックプリズムの構造上の問題により投写画面上に生じる暗い影の発生を効果的に防止し、高品位の投写映像を実現することができる。

【００９９】

【発明の効果】

以上述べたように、本発明によれば、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において、あるいは同時にアーク長が極めて短いランプを光源に用いた場合でも、回折格子を光源と変調手段との間の光路上に配置することにより、クロスダイクロイックプリズムの構造上の問題に起因する暗い影の発生を防止し、視覚的な障害のない高品位の映像を投写表示できる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の実施例１に係わる投写型表示装置の光学系を示す概略構成図である。

【図２】本発明の実施例２に係わる投写型表示装置の光学系を示す概略構成図である。

【図３】本発明の実施例３に係わる投写型表示装置の光学系を示す概略構成図である。

【図４】本発明の実施例３に係わる投写型表示装置に用いられた均一偏光照明光学系の構成と機能を説明するための説明図である。

【図５】本発明の実施例３に係わる投写型表示装置に用いられた第１の光学要素を示す外観図である。

【図６】本発明の実施例４に係わる投写型表示装置の光学系を示す概略構成図である。

【図７】回折格子を通過した光の回折状態を示す模式図である。

【図８】表面レリーフ型回折格子の断面形状を示す模式図である。

【図９】分布屈折率型回折格子の断面形状を示す模式図である。

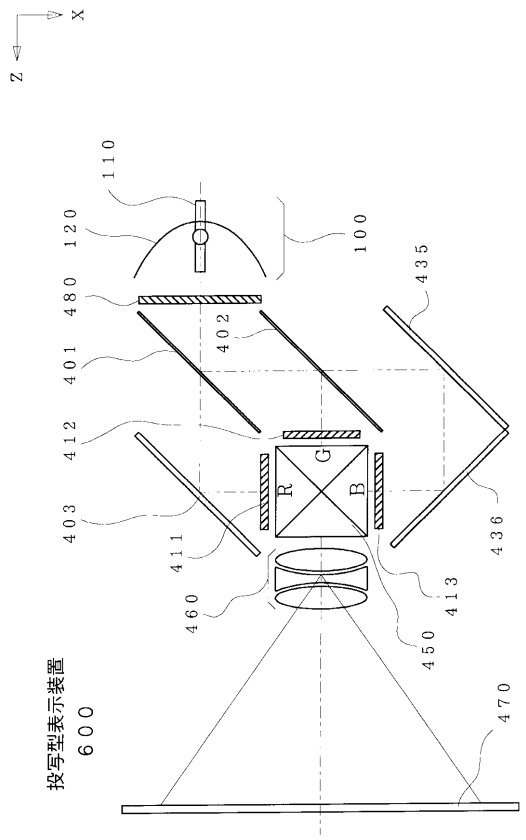
【図１０】クロスダイクロイックプリズムの一般的な構造を示す模式図である。

【図１１】従来の代表的な３板式投写型表示装置の光学系を示す概略構成図である。

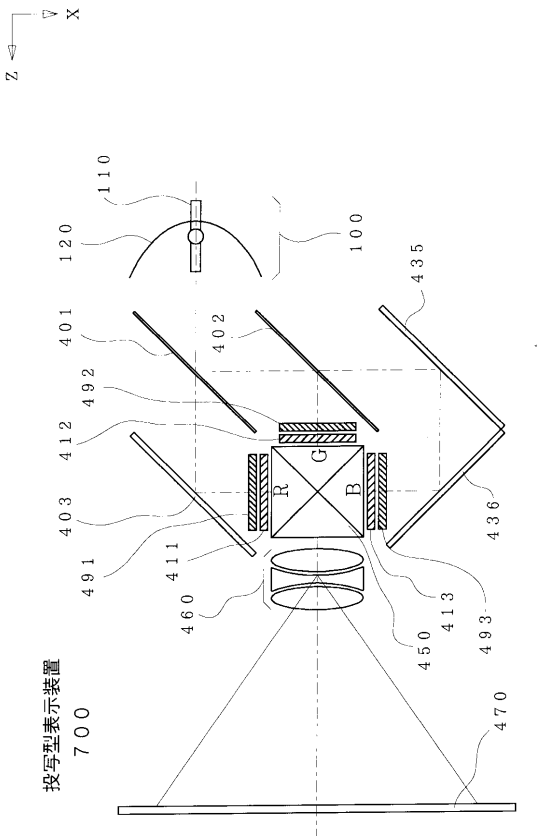
【符号の説明】
１０・・・回折格子
１１・・・表面レリーフ型回折格子
１２・・・凹凸形状
１３・・・分布屈折率型回折格子
１４・・・屈折率分布
２０・・・回折格子に入射した光
２１・・・０次光
２２・・・＋１次光
２３・・・－１次光
２４・・・＋２次光
２５・・・－２次光
１００・・・光源部
１１０・・・光源ランプ
１２０・・・放物面リフレクター
２００・・・均一偏光照明装置
２１０・・・第１の光学要素
２１１・・・光束分割レンズ
２１２・・・中間光束
２１３・・・集光像
２２０・・・第２の光学要素
２３０・・・偏光分離ユニットアレイ
２３１・・・偏光分離ユニット
２３２・・・偏光分離面
２３３・・・反射面
２４０・・・集光レンズアレイ
２４１・・・集光レンズ
２５０・・・選択位相差板
２５１・・・λ／２位相差板
２６０・・・出射側レンズ
２９０・・・照明領域
４０１・・・青色光緑色光反射ダイクロイックミラー
４０２・・・緑色光反射ダイクロイックミラー
４１１・・・赤色光用液晶パネル（光透過型）
４１２・・・緑色光用液晶パネル（光透過型）
４１３・・・青色光用液晶パネル（光透過型）
４１４・・・赤色光用液晶パネル（光反射型）
４１５・・・緑色光用液晶パネル（光反射型）
４１６・・・青色光用液晶パネル（光反射型）
４３０・・・リレー光学装置
４３１・・・入射レンズ
４３２・・・リレーレンズ
４３３・・・出射レンズ
４３５、４３６・・・反射ミラー
４４０・・・偏光ビームスプリッタ
４４１・・・偏光分離面
４５０・・・クロスダイクロイックプリズム
４５１・・・プリズム
４５２・・・ダイクロイック膜
４５３・・・光学接着剤

４５４・・・ダイクロイック膜がＸ字状に交差する部分
４５５・・・角面
４５６・・・光学的に不均質な領域
４６０・・・投写レンズ
４７０・・・スクリーン
４８０・・・回折格子
４９１・・・赤色光用回折格子
４９２・・・緑色光用回折格子
４９３・・・青色光用回折格子
６００、７００、８００、８５０、９００・・・投写型表示装置

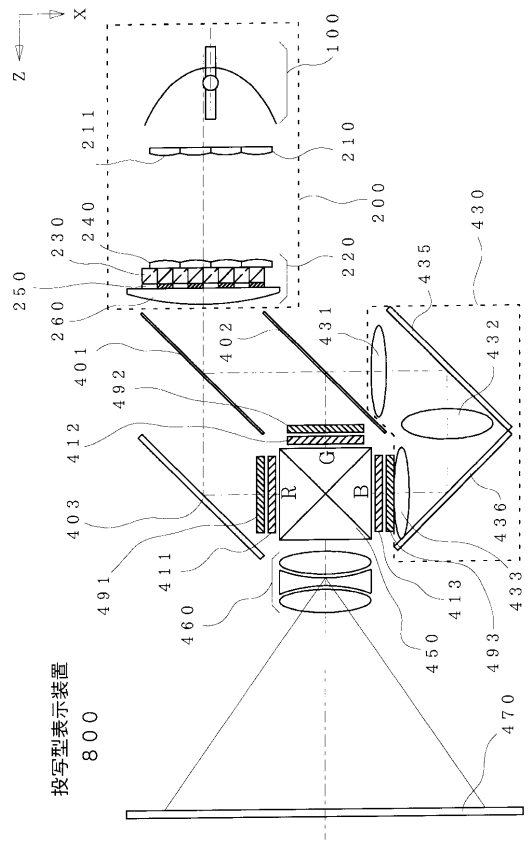
【図１】



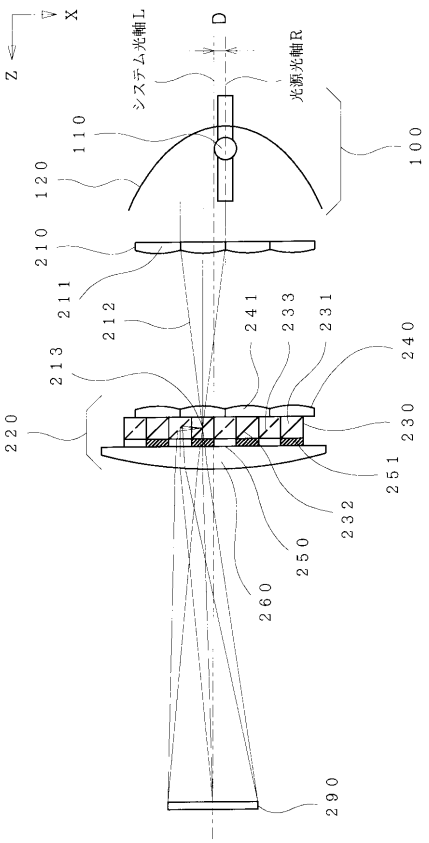
【図２】



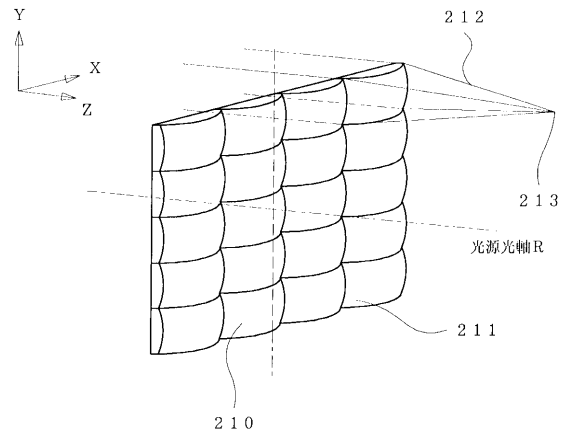
【図３】


X
Z
100
211
210
200
230
240
250
220
260
430
435
431
402
432
401
492
412
G
R
B
403
436
491
411
413
433
460
450
493
470
投写型表示装置
８００

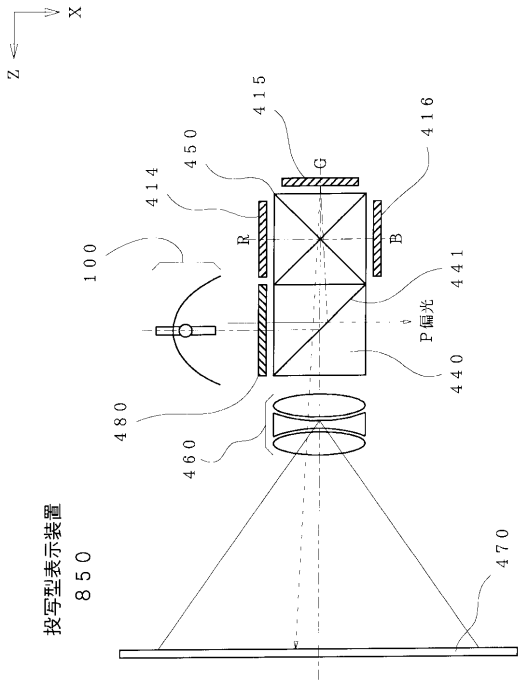
【図４】


X
Z
D
システム光軸L
光源光軸R
110
100
120
210
211
212
213
241
233
231
240
220
230
251
232
250
260
290

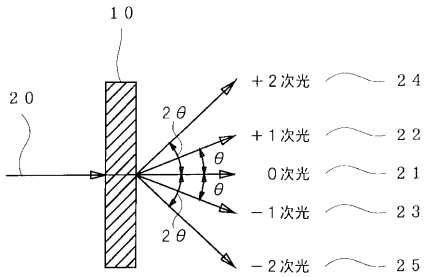
【図５】


Y
X
Z
212
213
光源光軸R
211
210

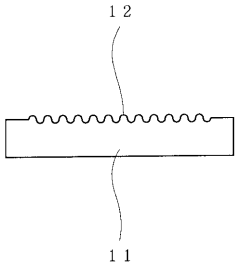
【図６】


X
Z
415
450
416
414
G
R
B
100
441
P偏光
440
480
460
投写型表示装置
８５０
470

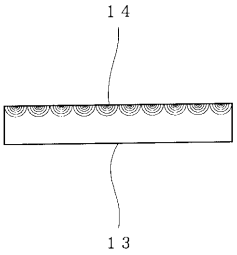
【図７】



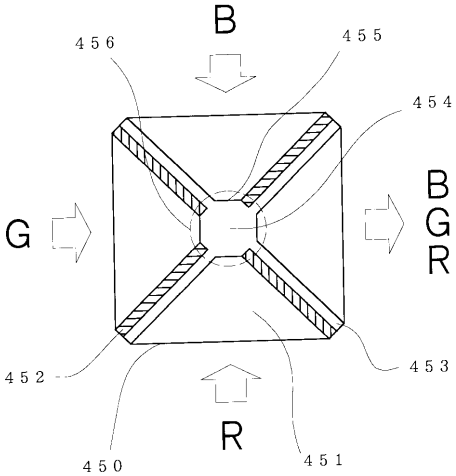
【図８】



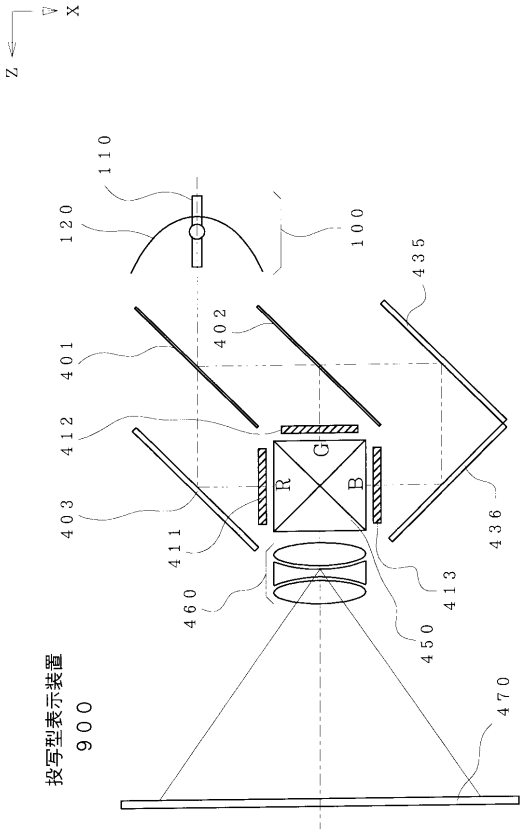
【図９】



【図１０】



【図１１】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平０５－３２３２３７（ＪＰ，Ａ）
特開平０５－３０７１７４（ＪＰ，Ａ）
特開平０５－１５８０３８（ＪＰ，Ａ）
特開平０５－２５７１１４（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－３１７８００（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－３２４３２９（ＪＰ，Ａ）
特開平０６－１６７６９９（ＪＰ，Ａ）
特開平０５－１８８３４２（ＪＰ，Ａ）
特開平０３－１９１３１８（ＪＰ，Ａ）
特開平０８－３１３８４５（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
G02B 27/18
G02B 27/46
G03B 33/12