

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3757701号

(P3757701)

(45) 発行日 平成18年3月22日(2006.3.22)

(24) 登録日 平成18年1月13日(2006.1.13)

(51) Int. Cl.	F I
G03B 21/14 (2006.01)	G O 3 B 21/14 A
G03B 21/00 (2006.01)	G O 3 B 21/00 D

請求項の数 7 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願平11-263151	(73) 特許権者	000005108
(22) 出願日	平成11年9月17日(1999.9.17)		株式会社日立製作所
(65) 公開番号	特開2001-83604(P2001-83604A)		東京都千代田区丸の内一丁目6番6号
(43) 公開日	平成13年3月30日(2001.3.30)	(74) 代理人	100075096
審査請求日	平成15年8月27日(2003.8.27)		弁理士 作田 康夫
		(72) 発明者	大内 敏
			神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地
			株式会社日立製作所デジタルメディア開発
			本部内
		(72) 発明者	阿部 福徳
			神奈川県横浜市戸塚区吉田町292番地
			株式会社日立製作所デジタルメディア開発
			本部内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光束圧縮ユニット、光学エンジン及びこれを用いた映像表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

光源ユニットからの所定範囲の出射光 A を透過光軸に沿い透過させる、透過光軸の直交面に対し θ_1 の傾きの第 1 の傾斜面を有する透過プリズム手段と、
前記光源ユニットからの前記所定範囲以外の出射光 B の光軸を出射光 A の光軸側に折り曲げる、入射光の光軸の直交面に対し θ_2 の傾きを持つ第 2 の傾斜面を有する反射手段と、
前記出射光 A を透過させると共に、前記第 1 の傾斜面と略々平行に設けられ、前記透過プリズム手段の透過光軸の直交面となす角度が θ_4 である第 3 の傾斜面を有し、前記反射手段により反射した前記出射光 B を、前記第 3 の傾斜面の法線に対し角度 θ_3 で入射および反射させ、前記出射光 A と略々同等の光軸方向に前記出射光 B の光軸を再び揃える反射合成手段と、を備え、

照明系の光軸に対し直交する所定方向に光を圧縮するようにしたことを特徴とする光束圧縮ユニット。

【請求項2】

請求項1に記載の光束圧縮ユニットにおいて、第1の傾斜面の傾きである透過光軸の直交面となす角度 θ_1 を、前記透過プリズムの光学部材の臨界角度 θ_{01} に対し、 $\theta_1 < \theta_{01}$ としたことを特徴とする光束圧縮ユニット。

【請求項3】

請求項1または請求項2に記載の光束圧縮ユニットにおいて、前記第3の傾斜面と、前記透過プリズムの透過光軸の直交面となす角度である θ_4 を、 $\theta_1 = \theta_4$ とし、かつ、前

10

20

記第3の傾斜面の法線と入射光軸および法線と反射光軸のなす角度である θ_3 を、前記反射合成手段の光学部材の臨界角度 θ_{02} に対し、 $\theta_3 > \theta_{02}$ としたことを特徴とする光束圧縮ユニット。

【請求項4】

請求項1、2または3に記載の光束圧縮ユニットにおいて、前記反射合成手段の第2の傾斜面の傾き θ_2 は、前記反射合成手段に入射する前記出射光Bの光軸の直交面となす角度であり、かつ、 $\theta_2 = (\theta_1 + \theta_3) / 2$ である光束圧縮ユニット。

【請求項5】

請求項4の光束圧縮ユニットにおいて、 $\theta_3 = \pm 41^\circ$ 、 θ_2 が略 $\pm 41.5^\circ$ の範囲としたことを特徴とする光束圧縮ユニット。

10

【請求項6】

請求項1、2、3、4または5に記載の光束圧縮ユニットにおいて、前記光束圧縮ユニットの反射手段をプリズム構成とし、該プリズム硝材を、透過プリズムの硝材と異なる屈折率の硝材とし、臨界角度において $\theta_{01} > \theta_{02}$ となるようにしたことを特徴とする光束圧縮ユニット。

【請求項7】

請求項1、2、3、4、5または6に記載の光束圧縮ユニットを用いて構成した光学エンジン。

【発明の詳細な説明】

【0001】

20

【発明の属する技術分野】

本発明は、液晶パネルあるいは反射式映像表示素子などのライトバルブ素子を使用して、スクリーン上に映像を投影する投射装置、例えば、液晶プロジェクタ装置や、反射式映像表示プロジェクタ装置、液晶テレビジョン、投写型ディスプレイ装置等の技術に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

液晶パネル等のライトバルブ素子に、電球などの光源からの光を当てて、液晶パネル上の画像を拡大投射する液晶プロジェクタ等の投写型映像表示装置が知られている。

【0003】

30

この種の映像表示装置は、光源からの光をライトバルブ素子で画素毎の濃淡に変えて調節し、スクリーンなどに投射するものである。例えば、液晶表示素子の代表例であるツイステッド・ネマティック(TN)型液晶表示素子は、透明な電極被膜をもつ一对の透明基板間に液晶を注入して成る液晶セルの前後に、各々の偏光方向が互いに 90° 異なるように2枚の偏光板を配置したものであり、液晶の電気光学効果により偏光面を回転させる作用と、偏光板の偏光成分の選択作用とを組み合わせることにより、入射光の透過光量を制御して画像情報を表示するようになっている。近年、こうした透過型あるいは反射型の映像表示素子では、素子自体の小型化が進むとともに、解像度等の性能も急速に向上している。

【0004】

このため、該映像表示素子を用いた表示装置の小型高性能化も進み、単に従来のようにビデオ信号等による映像表示を行うだけでなく、パーソナルコンピュータの画像出力装置としての投射型映像表示装置も新たに提案されている。この種の投射型映像表示装置には、特に、小型であることと、画面の隅々まで明るい画像が得られることが要求される。しかし、従来の投射型映像表示装置は、大型であったり、また最終的に得られた画像の明るさ、画質等の性能が不十分であるといった問題があった。

40

【0005】

例えば、液晶表示装置全体の小型化には、ライトバルブすなわち液晶表示素子自体の小型化が有効であるが、液晶表示素子を小型化すると液晶手段による被照射面積が小さくなるため光源が放射する全ての光束量に対する液晶表示素子を小型化すると照明手段による被照射面積が小さくなるため光源が放射する全ての光束量に対する液晶表示素子上の光束量

50

の比率（以下、これを光利用効率という）が低くなり、また、画面周辺部が暗い等の問題が生じる。さらに、液晶表示素子は一方向の偏光光しか利用できないため、ランダムな偏光光を発する光源からの光の約半分は利用されない。

【0006】

光源からのランダムな偏光光を一方向の偏光方向に揃えて液晶表示素子に照射する光学系としては、特開平4-63318号公報に開示されているような偏光ビームスプリッター（以下、これをPBSと呼称する）などの偏光変換素子を利用して、光源から出射するランダムな偏光光をP偏光光とS偏光光に分離してプリズムを用いて合成するものがある。

【0007】

また、これを用いて、従来の光学系においては、特に反射型液晶表示装置を用いた照明光学系では、上記PBSと反射型液晶表示装置を組合せて、映像のON及びOFF及び階調表現に応じて偏光方向を変換することで検光し、その後投射レンズにより映像をスクリーン上に投射する構成となっている。この場合、PBSに起因する、色ムラやコントラストの低下が問題視されている。

10

【0008】

すなわち、光の入射角度に対するP偏光光の透過率およびS偏光光の反射率の特性が変化するため、照明系の所定角度の光に対してPBSの透過率および反射率ムラが生じる。これにより、スクリーンに投影される画質の劣化が発生する。

【0009】

特開平09-054213号公報に開示されているようなPB膜を挟み込む透過性材料を光弾性係数の絶対値を $1.5 \times 10^{-8} \text{ cm}^2 / \text{N}$ 以下である硝材で構成をしたPBSを利用して、PBS硝材内での複屈折を低下し、スクリーン上のコントラストを向上するものがある。

20

【0010】

しかし、この発明では、接着場所での接着時の歪みおよび、温度変化による接着場所での歪みに対して考慮されておらず、この歪みによる複屈折現象は考慮されていない。

【0011】

さらに、上述のPB膜自体の入射光線角度による特性変化による光利用効率劣化および色ムラ現象に対しては対策がされていない。

【0012】

したがって、プリズム硝材自体のみの複屈折現象は低減はされているが、PBSやダイクロプリズム全体の複屈折現象の低減効果は不十分である。さらに、角度特性による光利用効率低下、消光比低下の対策がされていないので、明るさ、色ムラ及びコントラストとも不十分な傾向にある。

30

【0013】

さらにPB膜を設ける境界面が限定されており、2種類以上の誘電体多層膜、例えばPB膜と調整AR膜など、を一对として複数層対を施した特性を持つPBSやダイクロイックプリズムの構成が不可能となっている。したがって、PB膜と調整AR膜を一对として複数層重ねて、偏光純度を高め、画質性能の精度向上を図ることが不可能になっている。

【0014】

以上より、映像表示装置の明るさおよび画質の向上という2つの観点からの対応が必要となっている。

40

【0015】

【発明が解決しようとする課題】

以上の従来技術での課題事項をまとめると、映像表示装置の明るさおよび画質上の性能確保を両立する方法が課題であり、明るさおよび画質向上に関する事項の対応技術が、それぞれ課題となっている。すなわち、明るさ確保とコントラスト向上および色ムラ低減のために、PBSの光効率向上および、さらなる複屈折低減等が課題となっている。

【0016】

本発明では、上記した従来技術での課題事項に関して、明るさおよび画質確保とともに、

50

高精度でかつ小型化が可能な投写型表示技術の提供が目的である。

【 0 0 1 7 】

【課題を解決するための手段】

光源ユニットからの一部範囲の出射光 A を、透過光軸に沿いする透過プリズム手段と、光源ユニットからの残りの範囲の出射光 B を反射手段、例えばミラーあるいは全反射プリズム、により光軸を出射光軸側に変換し、この反射光 B を前記透過プリズム手段の傾斜面と略平行にエアギャップを介して設けられ、かつ前記出射光 A を透過させた傾斜面にて反射させ、出射光 A と略々同等の光軸方向に出射光 B の光軸を揃え、照明系の光軸に対し上下方向あるいは左右方向に光を圧縮する透過プリズム手段と反射手段により光束圧縮手段を構成する。

10

【 0 0 1 8 】

これにより、光の角度保存されたまま、光束幅を上下あるいは左右方向に圧縮できるので、圧縮によるレンズ収差の問題や、発散角度の広がりによる照明系効率の劣化を防止できるので、光利用効率の良い光束圧縮が可能となる。

【 0 0 1 9 】

また、この光束圧縮手段において、光束圧縮手段の透過プリズム手段の第 1 の傾斜面の傾きである透過光軸の直交面となす角度 θ_1 は、透過プリズムの光学部材の臨界角度 θ_{01} 以下、すなわち $\theta_{01} > \theta_1$ 、例えば BK7 では $\pm 41^\circ$ 近傍以下、とした構成とする。これにより、BK7 等の各種硝材でも全反射角を使って、出射光 A の透過を行うことが可能となる。また BK7 にて、この光束圧縮手段の透過プリズム手段を構成できるので、低

20

【 0 0 2 0 】

さらに、この光束圧縮手段において、反射手段の第 3 の傾斜面と、透過プリズムの透過光軸の直交面と、なす角度である θ_4 を $\theta_1 = \theta_4$ とし、法線と入射光軸および法線と反射光軸のなす角度 θ_3 は反射合成手段の光学部材の臨界角度 θ_{02} 以上、すなわち $\theta_{02} < \theta_3$ 、例えば BK7 では $\pm 41^\circ$ 近傍以上、とした構成とする。これにより、透過プリズム手段の第 1 の傾斜面と、反射合成手段の第 3 の傾斜面とを所定ギャップを介して接合でき、有効エリア外に接着剤あるいはスペーサあるいは薄膜あるいは印刷等により互いに接合でき、製造が容易となる。

【 0 0 2 1 】

また、透過光に対しては、入射光軸と出射光軸が変化しないため、後の照明系の設計が容易となる。当然、光利用効率の良い光束圧縮が可能となる。

30

【 0 0 2 2 】

また、反射合成手段の第 2 の傾斜面の傾き θ_2 は、反射合成手段に入射する光の光軸の直交面となす角度であり、かつ $\theta_2 = (\theta_1 + \theta_3) / 2$ 、例えば BK7 では $\theta_3 = \pm 41^\circ$ の場合 $\theta_2 = \pm 41.5^\circ$ 近傍、とした構成である。

【 0 0 2 3 】

これにより、BK7 の硝材でも全反射角を使って、出射光 B の反射を全反射で行うことが可能となる。また BK7 にて、この光束圧縮手段を構成できるので、さらなる低コスト化が可能となる。

40

【 0 0 2 4 】

さらに、光利用効率の良い光束圧縮が可能となる。

【 0 0 2 5 】

また、光束圧縮手段の反射手段をプリズム構成とし、このプリズム硝材を透過プリズムの硝材と異なる屈折率の硝材とした構成とする。これにより、反射プリズムの第一の傾斜面の角度を調整することで、透過プリズムの傾斜面とエアギャップを介して平行に配置された反射プリズムの第二の傾斜面で全反射した光の光軸を、透過プリズムの透過光軸とはば一致させることが可能となる。

【 0 0 2 6 】

これにより、照明系全体での光利用効率を向上されることも可能である。

50

【0027】

また、光源ユニットの出射光から映像信号に応じた光学像を形成するライトバルブ手段の反射型映像表示素子と、この反射型映像表示素子の上に光を照射させる照明光学系と、該反射型映像表示素子から出射した光を投射する投射手段とを有し構成される投射型の光学エンジンまたは映像表示装置であって、

前記反射型映像表示素子に入射する光を偏光し、かつ前記反射型映像表示素子により偏光を変換された反射光を検光する偏光変換素子と、反射型映像表示素子あるいは偏光変換素子に入射する光を特定波長域のみ反射あるいは透過させる色分離合成手段を有する照明光学系を有し、

この照明光学系において、偏光変換素子およびまたは色分離合成手段の光軸面に対して垂直方向である上下方向 f 値 と、それと直交関係にある左右方向 f 値の関係が、上下方向 f 値 $>$ 左右方向 f 値 の関係である照明光学系を構成する。 10

【0028】

これにより、偏光変換素子の角度性能の不利な方向の光を圧縮して、角度を小さくしてしまうので、高精度な光学性能を維持可能で、角度特性あるいは、光利用効率あるいは検光効率の向上、複屈折低減を用意に達成することが可能となる。

【0029】

さらには、投射型の光学エンジンまたは映像表示装置において、

光源ユニットと、この光源ユニットの出射光に対し光束圧縮手段は、例えばシリンドリカルレンズの凸凹組合せ、およびまたは、偏心レンズの組合せ、およびまたは、プリズムあるいはミラーの組合せ、およびまたは偏光変換素子の組合せである、照明光学系の光軸面に対して垂直方向である上下方向の光圧縮手段、あるいは水平方向である左右方向の光圧縮手段を有する構成とした。 20

【0030】

かかる構成によりPBSや色分離プリズムの誘電体多層膜に生じる、傾斜光による消光比劣化を低減でき、また温度変化に伴う画質上の色ムラやコントラスト特性の変化を低減できるという効果がある。

【0031】

これにより、PBSの消光比が良くなり、偏光分離による検光効率や色分離効率を向上できる。また、この構成により、偏光純度を高め、画質性能の精度向上が可能になった。 30

【0032】

また、上記照明光学系を投射型の映像表示装置に搭載することで、従来実現できなかった、明るさとコントラスト性能の両立化を達成できる。

【0033】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態を図面を参照して説明する。

【0034】

図1は、本発明における投射型液晶表示装置の一実施例の光学構成図である。図1の実施例は、液晶ライトバルブとして反射型液晶表示素子2をいわゆる色の3原色のR（赤色）、G（緑色）、B（青色）の3色に対応して合計3枚用いた3板式投射型表示装置を示している。 40

【0035】

図1において、投射型液晶表示装置には、光源1があり、光源1は、超高圧水銀ランプ、メタルハライドランプ、キセノンランプ、水銀キセノンランプ、ハロゲンランプ等の白色ランプである。光源1は、円形ないし多角形の出射開口を持つ少なくとも1つの反射面鏡5と、この光源1から出される光はライトバルブ素子である液晶表示素子2を通過して投射レンズ3に向かい、スクリーン4へ投影される。

【0036】

光源1の電球から放射される光は楕円面または放物面または非球面のリフレクタ5にて集光され、光束圧縮手段26に入射し、ここにおいて、左右あるいは上下どちらかの光束幅 50

を圧縮される。すなわち照明系の f 値を変換される。図 1 の場合は図の手前から奥行き方向の光束幅が圧縮されている。この光束圧縮手段 26 の出射開口と略同等サイズの矩形枠に設けられた複数の集光レンズにより構成され、ランプユニットから出射した光を集光して、複数の 2 次光源像を形成するための第一のアレイレンズ 6 に入射し、さらに複数の集光レンズにより構成され、前述の複数の 2 次光源像が形成される近傍に配置され、かつ液晶表示素子 2 に第一のアレイレンズ 6 の個々のレンズ像を結像させる第二のアレイレンズ 7 を通過する。この出射光は第二のアレイレンズ 7 の各々のレンズ光軸の横方向のピッチに適合するように配置された各々のレンズ幅の略 $1/2$ サイズの菱形プリズムの列へ入射する。このプリズム面には偏光ビームスプリッター 8 の膜付けが施されており、入射光は、この偏光ビームスプリッター 8 にて P 偏光光と S 偏光光に分離される。P 偏光光は、そのまま偏光ビームスプリッター 8 内を直行し、このプリズムの出射面に設けられた $1/2$ 位相差板 9 により、偏光方向が 90° 回転され、S 偏光光に変換され出射される。一方、S 偏光光は、偏光ビームスプリッター 8 により反射され、隣接する菱形プリズム内で本来の光軸方向にもう一度反射してから S 偏光光として出射される。出射光はコンデンサレンズ 10 に入射する。

10

【0037】

従来の反射型液晶表示素子を用いた投射型液晶表示装置では入射偏光板と反射液晶表示素子の組合せにより、一方向の偏光光しか反射しないため反射光量が約半分になっていた。しかし、偏光ビームスプリッター 8 を用いるため、光源 1 から出射するランダムな偏光光の偏光方向を揃えて反射型液晶表示素子 2 に入射するため、理想的には従来の投射型液晶表示装置の 2 倍の明るさが得られる。

20

【0038】

また、アレイレンズ 6、7 は、各レンズセルの個々の像が液晶表示素子 2 に重なり、均一な画質が得られる作用を有する。

【0039】

コンデンサレンズ 10 は、少なくとも 1 枚以上の構成であり、正の屈折力を有し、この S 偏光光をさらに集光させる作用を持ち、このコンデンサレンズ 10 を通過した光は反射ミラー 11、12 により光軸方向を所定方向 90° 変換される。その後、光は各色 RGB 3 枚の反射型液晶表示素子 2R、2G、2B を照射するために、色分離ミラー 13 あるいは図示していないが、色分離プリズムにより、G 光と R、B 光とに 2 分割され、それぞれの色専用の偏光変換素子である PBS 16G、16RB に入射する。すなわち、G 光は、本発明である G 専用 PBS 16G に入射、その後 S 偏光光なので G 専用反射型液晶表示素子 2G 側へ反射され、このパネルを照射する。また、B 光と R 光は B-R 光専用偏光板 14 を通過し、本発明である R-B 専用 PBS 16RB に入射、その後特定波長域のみ偏光方向を変換する特定波長選択波長板 17 を通過して B 光あるいは R 光のどちらかの偏光を S 偏光光から P 偏光光に変換して、例えば、偏光を変換された P 偏光光である B 光は、R-B 専用 PBS 16RB を通過して B 専用反射型液晶表示素子 2B を照射する。一方、R 光は S 偏光光なので R-B 専用 PBS 16RB にて反射された後、R 専用反射型液晶表示素子 2R を照射する。もちろん、上記例はひとつの具体例であり、実施例はこれに限定するものではなく、R が P 偏光光に変換されてもよく、これとは別にもともとの照明系の偏光光が P 偏光であり、RGB の一つの色が S 偏光光に変換され、残りの二色が P 偏光光となる場合も構成としては成り立つ。また、各色専用の反射型液晶表示素子 2R、2G、2B の入射側には S 偏光光を透過する RB 専用入射偏光板 14 および G 専用入射偏光板 15 を配置し、各色の偏光度およびまたは色純度を高めることも可能である。その後、各色専用の反射型映像表示素子 2 で偏光を変換され、光は再び各色専用 PBS 15、16 に入射し、S 偏光光は反射され、P 偏光光は透過する。

30

40

【0040】

この反射型映像表示素子 2 は、表示する画素に対応する（例えば横 1024 画素縦 768 画素各 3 色など）数の液晶表示部が設けてある。そして、外部より駆動される信号に従って、液晶表示素子 2 の各画素の偏光角度が変わり、最終的に入射の偏光方向と直交方向に

50

なった光が出射され、偏光方向の一致した光がPBS2により検光される。この途中の角度の偏光を持った光は、PBS2の偏光度との関係でPBSを通る光の量と検光される量とが決まる。このようにして、外部より入力する信号に従った画像を投影する。この時、本発明のG専用PBS16GとR-B専用PBS16RBである偏光変換素子は、反射型映像表示素子2R、2G、2Bが黒表示を行う場合に、偏光方向は入射光と同等であり、そのまま入射光路に沿って光源側に戻される。しかしPBSの偏光度および消光比である検光効率が従来どうりの照明系であれば、PBSの膜特性の弱い方向の光が、わずかに漏れたあるいは乱れた偏光光となりPBSを通過して出射側の色合成ミラー19あるいは色合成プリズムを通過して投射レンズ20側へ照射され、黒表示時に僅かの明るさをスクリーン上に検知する。これによりコントラスト性能が低下し、従来問題となっていた。従って、本発明により、前記照明光学系において、PBSや色分離合成手段の光軸面に対して垂直方向である上下方向(図1の奥行き方向)のf値と、それと直交関係にある左右方向の(図1の上下方向で描写)f値の関係が、上下方向f値 > 左右方向f値の関係である照明光学系とすることで、PBSの膜特性の最も弱い方向の光線角度を光軸に対して小さくするため、このPBS角度依存に伴う画質上の色ムラやコントラスト特性の変化を低減できるという効果がある。これにより偏光純度を高め、画質性能の精度向上が可能になった。したがって、従来不十分であった角度特性による光利用効率、消光比、明るさ、色ムラ及びコントラストが向上できる。

【0041】

このため、高精度な色再現性と高輝度および高効率コントラストの両立化を実現した反射型液晶表示装置を提供できる。

【0042】

その後、映像であるRGB各色の光はダイクロイックミラー19あるいは図示していないがダイクロイックプリズムにより、再び色合成されて、光は、例えばズームレンズであるような投射手段20を通過し、スクリーンに到達する。前記投射手段20により、反射型液晶表示素子2R、2G、2Bに形成された画像は、スクリーン上に拡大投影され表示装置として機能するものである。この3枚の反射型液晶表示素子を用いた反射型液晶表示装置は、電源21により、ランプおよびパネル等の駆動を行っている。

【0043】

したがって、従来の反射型液晶表示装置では、コントラスト向上により明るさも向上でき、さらには色ムラ等の性能向上を同時に実現することができる。

【0044】

図2は、本発明による第1番目の光束圧縮手段の一実施形態を示す図である。

【0045】

図(a)は、本発明の光源ユニット1、5からの一部範囲の出射光Aを、透過光軸に沿って透過する傾斜面を持つ透過プリズム手段32と、光源ユニット1、5からの残りの範囲の出射光Bを反射手段31の第一の傾斜面、例えばミラーあるいは全反射プリズム、により光軸を透過光軸側に折り曲げて、この反射光Bを前記透過プリズム手段32の出射光Aを透過させた傾斜面と、略平行にエアーギャップ等を介して設けられた反射手段31の第二の傾斜面にて反射し、出射光Aと略々同等の光軸方向に出射光Bの光軸を揃え、照明系の光軸に対し光源ユニット1、5のD幅の光束を、上下方向あるいは左右方向にd幅の光束に圧縮する透過プリズム手段32と反射手段31により光束圧縮手段26を構成する。

【0046】

また、この光束圧縮手段26において、透過プリズム手段32の傾斜面の傾きを、透過光軸と直交する面となす角度1を $\pm 41^\circ$ 以下とした構成である。

【0047】

さらに、前記光束圧縮手段26の反射手段31の第一の傾斜面の傾きを、入射光軸と直交する面となす角度2を $\pm 41.5^\circ$ 以下とした構成である。

【0048】

これにより、BK7の硝材でも全反射角を使って、出射光Bの反射を第二の傾斜面で全反

10

20

30

40

50

射を行うことが可能となる。また B K 7 にて、この光束圧縮手段 2 6 を構成できるので、さらなる低コスト化が可能となる。

【 0 0 4 9 】

これにより、光の角度保存されたまま、光束幅を上下あるいは左右方向に圧縮できるので、圧縮によるレンズ収差の問題や、角度の広がりを防止できるので、効率の良い光束圧縮が可能となる。

【 0 0 5 0 】

これにより、従来不十分であったパネル前の P B S の角度特性による光利用効率向上、消光比向上、明るさ向上、色ムラ低減及びコントラストが向上できる。

【 0 0 5 1 】

一方、図 (b) は、(a) 図とは別の光束圧縮手段の一実施例である。

【 0 0 5 2 】

本実施例はシリンドリカルレンズであり、光源ユニット 1、5 からの出射光束は正の屈折力を持つ第一シリンドリカルレンズ 3 3 により光軸側に圧縮され、その後、負の屈折力をもつ第二シリンドリカルレンズ 3 4 を通過して光軸方向と略平行に、かつ所定の光束幅 d に圧縮される。これにより、単純なシリンドリカルレンズ 3 3、3 4 の組合せにて、上下あるいは左右に光束を圧縮する光束圧縮手段 2 6 を提供できる。

【 0 0 5 3 】

ただし、この場合は収差を極力低減する方向で設計しなければならない。

【 0 0 5 4 】

図 (c) は別の光束圧縮手段の一実施例である。

【 0 0 5 5 】

光源ユニットを出射した光束は、レンズアレイ 3 5 により二次光源像形成し、この像面位置に、短冊状に配列され、レンズアレイ 3 5 の光軸上に並んだ複数配列の P B S (偏光変換素子) 3 6 を有し、一列置きに配置された 1 / 2 波長板 9 により偏光方向を P 偏光光、あるいは S 偏光光に揃えられ、全ての光がどちらか一方の偏光方向にそろえられる。その後、出射光は再び偏光変換素子 (P B S) 3 7 に入射する。このとき、例えば前段の P B S 3 6 の出射光が、全て S 偏光光の場合は、P B S 3 7 透過光は P 偏光光に再び 1 / 2 波長板 9 にて偏光方向を変換され、P B S 3 7 反射光路を通過する反射光は S 偏光光のまま利用される。このとき P B S 3 7 の出射光束幅は d 幅に圧縮される。このように、光束圧縮手段 2 6 はアレイレンズ 3 5 と二段式の P B S 3 6、3 7 により構成される。

【 0 0 5 6 】

これにおいても、光の角度保存されたまま、光束幅を上下あるいは左右方向に圧縮できるので、圧縮によるレンズ収差の問題や、角度の広がりや透過光軸に対する反射光の微少な光軸ズレを防止できるので、効率の良い光束圧縮が可能となる。

【 0 0 5 7 】

よって、従来は不十分であった角度特性による照明系後流側の P B S やダイクロイックプリズムまたは偏光板あるいは液晶等のパネルなどの光利用効率、また、消光比向上、明るさ向上、色ムラ低減及びコントラストが向上できる。この方式は、映像表示素子にマイクロミラーデバイスなどの偏光に依存しない反射型映像表示素子を利用する場合に有効である。

【 0 0 5 8 】

また、以上 (a) (b) (c) の実施例は一方向に限定されるものではなく、組合せて上下および左右もしくは他方向を圧縮できる。

【 0 0 5 9 】

また、光源ユニットを複数個並べた場合、例えば 2 個以上の光源ユニットをその出射開口部を並列に並べた場合など、この (a) (b) (c) の実施例に示す光束圧縮手段により、光源ユニットの出射光の圧縮は、容易に実現できる。

【 0 0 6 0 】

図 3 は、本発明による第 1 番目の実施例としての光束圧縮手段の詳細を示す図である。

10

20

30

40

50

【0061】

光源ユニット1、5からの一部範囲の出射光Aを、透過光軸に沿って透過する傾斜面を持つ透過プリズム手段32と、光源ユニット1、5からの残りの範囲の出射光Bを反射手段31の第一の傾斜面、例えばミラーあるいは全反射プリズム、により光軸を透過光軸側に折り曲げて、この反射光Bを前記透過プリズム手段32の出射光Aを透過させた傾斜面と、略平行にエアーギャップ等を介して設けられた反射手段31の第二の傾斜面にて反射し、出射光Aと略々同等の光軸方向に出射光Bの光軸を揃え、照明系の光軸に対し光源ユニット1、5のD幅の光束を、上下方向あるいは左右方向にd幅の光束に圧縮する透過プリズム手段32と反射手段31により光束圧縮手段26を構成する。

【0062】

また、この光束圧縮手段26において、透過プリズム手段32の傾斜面の傾きを、透過光軸と直交する面となす角度 θ_1 を $\pm 41^\circ$ 以下とした構成である。

【0063】

さらに、前記光束圧縮手段26の反射手段31の第一の傾斜面の傾きを、入射光軸と直交する面となす角度 θ_2 を $\pm 41.5^\circ$ 以下とした構成である。

【0064】

この値は、BK7の硝材を透過プリズム32と反射プリズム31に用いた場合であり、全反射角を使って、出射光Bの反射を第二の傾斜面で全反射を行うことが可能となる。またBK7にて、この光束圧縮手段26を構成できるので、さらなる低コスト化が可能となる。他にパイレックス等の屈折率1.474近傍の場合は、これに応じた角度、すなわち θ_1 は 42° 以下となり、 θ_2 は 42.5° 以下となる。逆に屈折率の1.523の硝材なら θ_1 は 40° 以下、 θ_2 は 42° 以下とし、屈折率1.6の硝材の場合は、 θ_1 は 38° 以下、 θ_2 は 38.5° 以下とし、条件が微少に異なる。したがって θ_1 は $\theta_{01} = \sin^{-1}(1/n_2)$ で求められる臨界角度以下であり、すなわち $\theta_1 < \sin^{-1}(1/n_2)$ であり、透過光は透過プリズム32の媒質から第1の傾斜面40と第3の傾斜面39で全反射が起きない条件となっている。逆に反射光は反射合成プリズム31の第2の傾斜面38を調整して、第3の傾斜面39で全反射するように θ_2 と θ_4 を設定する。このとき、 θ_4 を $\theta_1 = \theta_4$ とし、かつ、第3の傾斜面39の法線と入射光軸および法線と反射光軸のなす角度である θ_3 は、反射合成プリズム31の光学部材の臨界角度 θ_{02} 、臨界角度 $\theta_{02} = \sin^{-1}(1/n_1)$ 、以上である。すなわち $\theta_3 > \sin^{-1}(1/n_1)$ であり、すなわち $\theta_{02} < \theta_3$ 、例えばBK7では $\pm 41^\circ$ 近傍以上、の関係が成立した構成である。但し、これは、本発明の一実施例であり、透過プリズムと反射合成プリズムは異なった硝材を使用したり、第1の傾斜面40と第3の傾斜面39は平行でない場合、すなわち $\theta_1 \neq \theta_4$ の構成も考えられる。これにより透過光と反射光の光軸を透過光軸に略合わせる事が可能となる。すなわち、片方ばかりの光軸角度ズレを透過光軸と反射光軸にて互いに分担して、光軸角度ズレの絶対値を低減させ効率を向上させるものである。

【0065】

もちろん、透過プリズム32の第1の傾斜面40には反射防止膜、ARコートが施されている。これにより、光の角度保存されたまま、光束幅を上下あるいは左右方向に圧縮できるので、圧縮によるレンズ収差の問題や、角度の広がりを防止できるので、効率の良い光束圧縮が可能となる。

【0066】

また、光束圧縮手段の反射手段をプリズム構成とし、このプリズム硝材を透過プリズムの硝材と異なる屈折率の硝材とした構成も考えられる。これは、照明系ゆえに可能な手法であり、例えば、反射手段31の硝材の屈折率を n_1 にし、透過プリズム32の硝材の屈折率を n_2 とすると、 $n_1 > n_2$ にすると、第二の傾斜面39にて全反射した光の光軸は、最終的に透過光の光軸とほとんど一致させることが可能である。この場合、 n_1 および n_2 の屈折率の選択が重要であるが、一般的に透過プリズム32と反射プリズム31の硝材の屈折率を変えると、透過光の光軸が微少に屈折するので、実際は、照明系全体の光利用

10

20

30

40

50

効率の最も高い、硝材の組合せを考える必要がある。一例としては、透過プリズム 3 2 は $n_2 = 1.5168$ の硝材、反射プリズム 3 1 は $n_1 = 1.56883$ を用いて、 $\theta_1 = 38^\circ$ 、 $\theta_2 = 39.5^\circ$ の場合が考えられる。

【0067】

これにより、光の角度保存されたまま、光束幅を上下あるいは左右方向に圧縮できるので、圧縮によるレンズ収差の問題や、角度の広がりを防止できるので、効率の良い光束圧縮が可能となる。

【0068】

図 4 は本発明による第 1 番目の光束圧縮手段の一実施形態を示す図である。

【0069】

図 (a) は、本発明の光源ユニット 1、5 を複数個並べて、配列し、この出射光束を圧縮する構成を示している。図 (a) の場合は、一列上に光源ユニット 1、5 が配列されており、一方向、この場合図面に対して上下方向、すなわち光源ユニット 1、5 の並んでいる方向の光束を圧縮している図を示している。

【0070】

これにより、光束の角度が保存されたまま、光源の光束を圧縮でき、光学照明系の大きさを小型化することができ、なおかつ光源ユニットを 2 個以上用いることができるので、明るさも向上する。

【0071】

図 (b) および図 (c) は、本発明を 2 個以上利用し、照明系の光束幅を上下左右ともに圧縮する構成の一例を示している。この場合は、光源ユニット 1、5 の後に光束圧縮手段 2 6 をそれぞれの透過光軸に対しての直交面内で圧縮方向が直交するように、すなわち、上下圧縮と左右圧縮とを順次おこなえるように、複数の光束圧縮手段 2 6 を配置している構成である。

【0072】

これにより、光源ユニット 1、5 が、複数個配列されていても、図 (b) は 2 個並列にされ、図 (c) は 4 個配列した光源を示しているが、光源の並び方に対応し、どの方向にも圧縮可能で、照明系の最終的な光束径を圧縮できる。したがって、光学系の小型化と明るさ性能を両立した映像表示装置を提供できる。

【0073】

【発明の効果】

本発明により、光の角度保存されたまま、光束幅を上下あるいは左右方向に圧縮できるので、圧縮によるレンズ収差の問題や、角度の広がりを防止できるので、効率の良い光束圧縮が可能となる。したがって、光学系の小型化と明るさ性能を両立した映像表示装置を提供できる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 番目の実施形態としての投射型液晶表示装置の構成図である。

【図 2】本発明の第 1 番目の実施形態を示す図である。

【図 3】本発明の第 1 番目の実施形態を示す図である。

【図 4】本発明の第 2 番目の実施形態を示す図である。

【符号の説明】

- 1 ... 光源、
- 2 G, 2 R, 2 B ... 反射型映像表示素子、
- 5 ... リフレクタ、
- 6 ... 第一のアレイレンズ、
- 7 ... 第二のアレイレンズ、
- 8 ... 偏光ビームスプリッター (PBS)、
- 10 ... コンデンサレンズ、
- 11 ... 反射ミラー、
- 13 ... ダイクロイックミラー、

10

20

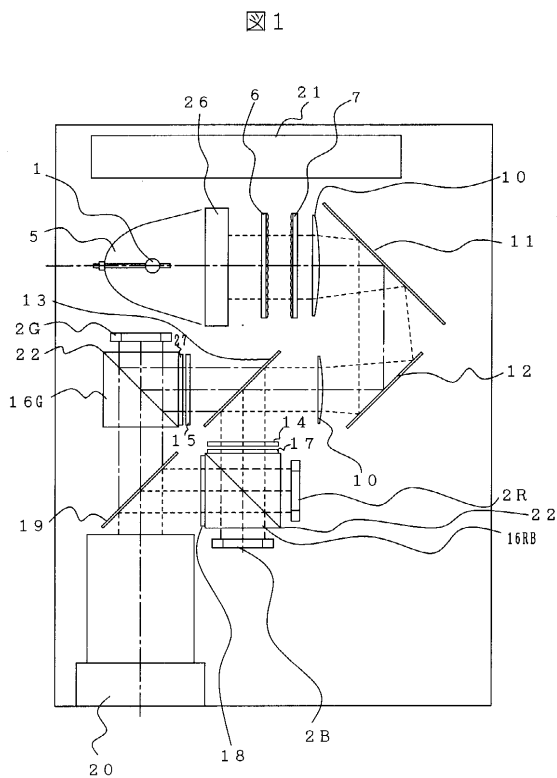
30

40

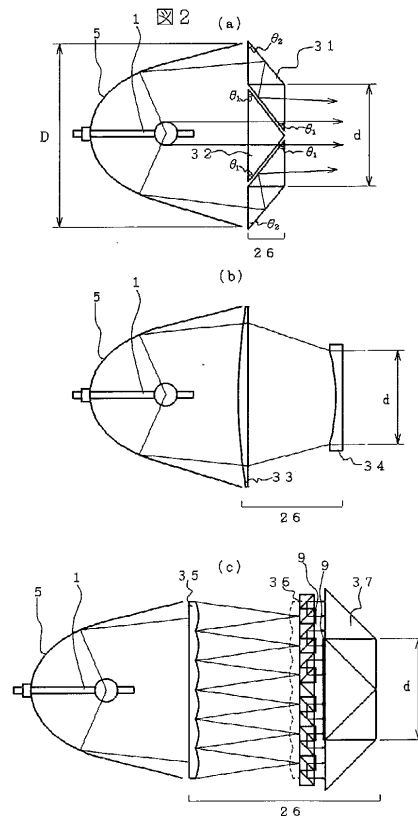
50

- 1 4 ... 入射偏光板、
- 1 6 ... G 専用 P B S、 R - B 専用 P B S、
- 1 7 ... 特定波長選択偏光変換素子、
- 2 0 ... 投射レンズ、
- 2 2 ... 光学部材、
- 2 3 ... プリズム硝材、
- 2 5 ... 誘電体多層膜、
- 2 6 ... 光束圧縮手段、
- 3 1 ... 反射合成手段、
- 3 2 ... 透過プリズム手段。

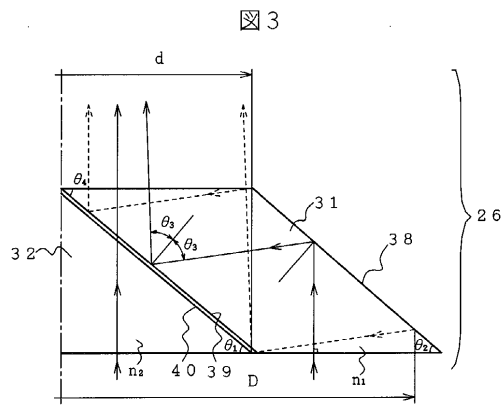
【図 1】



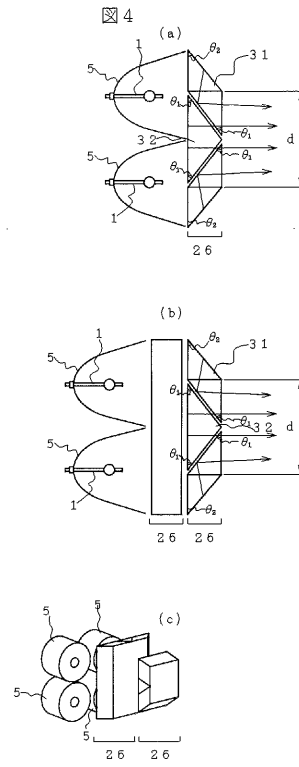
【図 2】



【図 3】



【図 4】



フロントページの続き

- (72)発明者 今長谷 太郎
神奈川県横浜市戸塚区吉田町2-9-2番地 株式会社日立製作所デジタルメディア開発本部内
- (72)発明者 三好 智浩
神奈川県横浜市戸塚区吉田町2-9-2番地 株式会社日立製作所デジタルメディア開発本部内

審査官 伊藤 昌哉

- (56)参考文献 実開昭64-013030(JP,U)
特開平09-133966(JP,A)
国際公開第98/009113(WO,A1)
特開平05-107505(JP,A)
特開平07-181392(JP,A)
特開平02-275933(JP,A)
特開平10-010467(JP,A)
特開平05-346557(JP,A)
特開平04-324435(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G03B 21/00-21/30、33/12
G02F 1/1335-1/13363
G02F 1/13、1/137-1/141