

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4736921号
(P4736921)

(45) 発行日 平成23年7月27日 (2011.7.27)

(24) 登録日 平成23年5月13日 (2011.5.13)

(51) Int. Cl.	F 1
GO3B 21/14 (2006.01)	GO3B 21/14 A
GO2F 1/13 (2006.01)	GO2F 1/13 505
GO3B 21/00 (2006.01)	GO3B 21/00 E

請求項の数 13 (全 26 頁)

(21) 出願番号	特願2006-109938 (P2006-109938)	(73) 特許権者	000002185
(22) 出願日	平成18年4月12日 (2006.4.12)		ソニー株式会社
(65) 公開番号	特開2007-286110 (P2007-286110A)		東京都港区港南1丁目7番1号
(43) 公開日	平成19年11月1日 (2007.11.1)	(74) 代理人	100094053
審査請求日	平成21年2月19日 (2009.2.19)		弁理士 佐藤 隆久
		(72) 発明者	貝瀬 喜久夫
			東京都品川区北品川6丁目7番35号 ソニー株式会社内
		審査官	北川 創

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 液晶プロジェクタおよび画像再生装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

レーザ光ビームを出射する半導体レーザまたは固体レーザを有する第1のレーザ光源と

前記第1のレーザ光源から出射されたレーザ光ビームを光の回折または屈折によって拡散する第1の拡散光学素子と、

前記第1の拡散光学素子により拡散されたレーザ光ビームを、ほぼ平行光のビームに変換する第1のレンズ系と、

2枚の基板間に液晶層が形成された表示領域を有し、前記第1の拡散光学素子により拡散された後に前記第1のレンズ系によりほぼ平行光にされたレーザ光が前記表示領域に入射する第1の液晶表示パネルと、

前記第1の液晶表示パネルを透過した画像光を拡大投射する投射レンズと、
を有し、

前記第1のレーザ光源と前記第1の液晶表示パネルの間には、前記第1の拡散光学素子および前記第1のレンズ系がその順番で配置され、

前記第1の液晶表示パネルは、第1の偏光板を有し、

前記第1のレーザ光源と前記第1の拡散光学素子との間に配置され、前記第1の液晶表示パネルに入射する光の偏光方向を前記第1の液晶表示パネルの偏光軸に合致させる第1の / 2板、位相差フィルムまたは位相差板を更に有する

液晶プロジェクタ。

【請求項 2】

前記第 1 のレーザ光源は、マルチモードで発振し、

前記第 1 の拡散光学素子は、

入射した 1 点の光を多数の点に回折する回折光学素子、または光の屈折によって光ビームを拡散する屈折型光学素子を有する

請求項 1 記載の液晶プロジェクタ。

【請求項 3】

前記第 1 のレーザ光源は、

それぞれ半導体レーザまたは固体レーザであって、かつ、それぞれ赤、緑または青のレーザ光ビームを出射する第 1、第 2 および第 3 のレーザを有し、

前記第 1 の / 2 板、前記位相差フィルムまたは前記位相差板は、

赤、緑および青のレーザ光ビームを調整するために前記第 1、第 2 および第 3 のレーザの各々に対応して個別に設けられ、

前記第 1 の液晶表示パネルは、

入射側基板と出射側基板との間に、赤表示用の副画素、緑表示用の副画素および青表示用の副画素を有する液晶層が形成され、かつ、その入射側基板に多数のマイクロレンズからなるマイクロレンズアレイが形成され、

前記第 1 の偏光板は、

前記マイクロレンズアレイの入射側または前記出射側基板の出力側に配置されている請求項 1 または 2 記載の液晶プロジェクタ。

【請求項 4】

前記マイクロレンズアレイは、

球面収差を抑制するための非球面のマイクロレンズを有する

請求項 3 記載の液晶プロジェクタ。

【請求項 5】

前記第 1、第 2 および第 3 のレーザは、一方向に配列され、

前記一方向の配列の中央のレーザは、

前記一方向の配列の両側のレーザより後退した位置に配置された DPSS レーザであり、

前記一方向の配列の両側のレーザは、

カンパッケージのレーザである

請求項 3 または 4 記載の液晶プロジェクタ。

【請求項 6】

中央の前記 DPSS レーザには、

光ファイバおよびビームエキスパンダが接続され、

両側の前記カンパッケージのレーザには、

前記第 1 の拡散光学素子との間に、コリメーションユニットおよびプリズムが各々配置されている

請求項 5 記載の液晶プロジェクタ。

【請求項 7】

前記第 1、第 2 または第 3 のレーザは、

前記一方向と垂直な方向に延長または配列された射出面を有する

請求項 5 または 6 記載の液晶プロジェクタ。

【請求項 8】

前記第 1、第 2 および第 3 のレーザは、

一枚の基板に集積化されている

請求項 3 記載の液晶プロジェクタ。

【請求項 9】

前記第 1 の液晶表示パネルと前記投射レンズとの間に配置されたダイクロイックプリズムと、

10

20

30

40

50

前記第 1 のレーザ光源から前記第 1 の液晶表示パネルまでの第 1 の光学系とは別の光学系であって、前記ダイクロイックプリズムへレーザ光を出力する、少なくとも 1 個の第 2 の光学系と

を有する

請求項 1 から 8 のいずれか一項記載の液晶プロジェクタ。

【請求項 10】

前記少なくとも 1 個の第 2 の光学系は、

レーザ光ビームを出射する半導体レーザまたは固体レーザを有する第 2 のレーザ光源と、

前記第 2 のレーザ光源から出射されたレーザ光ビームを光の回折または屈折によって拡散する第 2 の拡散光学素子と、

前記第 2 の拡散光学素子により拡散されたレーザ光ビームを、ほぼ平行光のビームに変換する第 2 のレンズ系と、

2 枚の基板間に液晶層が形成された表示領域を有し、前記第 2 の拡散光学素子により拡散された後に前記第 2 のレンズ系によりほぼ平行光にされたレーザ光が前記表示領域に入射する第 2 の液晶表示パネルと

を有し、

前記第 2 のレーザ光源と前記第 2 の液晶表示パネルとの間には、前記第 2 の拡散光学素子および前記第 2 のレンズ系がその順番で配置され、

前記第 2 の液晶表示パネルは、第 2 の偏光板を有し、

前記第 2 のレーザ光源と前記第 2 の拡散光学素子との間に配置され、前記第 2 の液晶表示パネルに入射する光の偏光方向を前記第 2 の液晶表示パネルの偏光軸に合致させる第 2 の 1/2 板、位相差フィルムまたは位相差板を更に有する

請求項 9 記載の液晶プロジェクタ。

【請求項 11】

前記第 1 のレーザ光源および前記少なくとも 1 個の第 2 のレーザ光源のうちの、少なくとも 1 個のレーザ光源は、

それぞれ半導体レーザまたは固体レーザであって、かつ、それぞれ赤、緑および青のうちから選択された少なくとも 2 色の各々を出力するための複数のレーザを有する

請求項 10 記載の液晶プロジェクタ。

【請求項 12】

前記第 1 のレーザ光源および前記少なくとも 1 個の第 2 のレーザ光源には、

波長 640 nm の赤色のレーザ光が得られる半導体レーザを、他の色のレーザより多く設ける

請求項 10 または 11 記載の液晶プロジェクタ。

【請求項 13】

請求項 1 ~ 12 のいずれか一項記載の液晶プロジェクタが内蔵された画像再生装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

この発明は、液晶表示パネル（液晶表示装置）をライトバルブとして用いたプロジェクタ（投射型表示装置）、および、携帯電話端末、デジタルカメラ、ビデオカメラ、パーソナルコンピュータ、ゲーム機、玩具などの画像再生装置に関する。

【背景技術】

【0002】

プロジェクタは、従来一般に、住居内などに設置して使用するものとして考えられ、特許文献 1（特開昭 63 - 118125 号公報）や特許文献 2（特開平 4 - 60538 号公報）などに示されているように、光源として、メタルハライドランプ、高圧水銀ランプ、キセノンランプなどのランプが用いられている。

【0003】

10

20

30

40

50

しかし、ランプを光源とすると、(a)光源部の口径が大きくなり、プロジェクタ全体が大型化する、(b)光源部の発熱量が大きく、ファンなどの冷却装置を必要とし、プロジェクタ全体がいっそう大型化する、(c)ファンなどによるノイズが大きく、消費電力も大きくなる、(d)紫外線など、不要かつ有害な波長領域の光が照射され、有機物を使用した液晶表示パネルの信頼性を損ねるおそれがある、(e)光源を高速でオン・オフすることができず、光量の調整も難しい、(f)ランプの断線や寿命によって、頻繁にランプ交換が必要となる、などの問題がある。

【0004】

そのため、プロジェクタの光源としてランプ以外の発光素子(発光体)を用いることが考えられている。

10

【0005】

具体的に、特許文献3(特開2005-116799号公報)や非特許文献1(下に記載)には、光源としてLED(発光ダイオード)を用いることが示されている。

【0006】

さらに、特許文献4(特表2005-526288号公報)には、光源としてレーザを用い、レーザの励起を、ラスタパターン中のピクセルごとに制御するとともに、レーザから放出されたレーザ光を、2つの走査ミラーからなるスキャナによってラスタパターン上に走査させて、ラスタパターン上に2次元画像を表示することが示されている。

【0007】

レーザについては、半導体レーザ、いわゆるLDや、半導体レーザによって励起される固体レーザ(DPSSL: Diode Pumped Solid State Laser)などの固体レーザが実現されており、その大きさも、半導体レーザでは、一辺の長さを数100 μ m程度にすることができ、固体レーザの非線形光学結晶では、100mW出力クラスで数mm程度にすることができる。

20

【0008】

また、半導体レーザまたは固体レーザは、メタルハライドランプなどと比較すると、長寿命で、ほとんど交換が不要であり、発光効率も高く、発熱も少なく、冷却しやすい。

【0009】

また、半導体レーザまたは固体レーザは、結晶の種類や組成によって、赤、緑および青の各波長領域内の、表示に最適な波長の光を出射させることが可能であり、色純度が向上し、赤外光や紫外光などの表示に不要な光も出射されない。

30

【0010】

さらに、半導体レーザまたは固体レーザは、オン・オフのスイッチングも瞬時に行うことができ、出射光量の制御も容易である。

【0011】

上に挙げた先行技術文献は、以下の通りである。

【特許文献1】特開昭63-118125号公報

【特許文献2】特開平4-60538号公報

【特許文献3】特開2005-116799号公報

【特許文献4】特表2005-526288号公報

40

【非特許文献1】G. Harbers, M. Keuper, S. Paolini; "Performance of High Power LED Illuminators in Color Sequential Projection Displays", IDW '03 p1585~p1588

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

特許文献3や非特許文献1に示されているように、液晶プロジェクタの光源としてLEDを用いると、光源としてランプを用いる場合に比べて、光源部を小型化することができ、プロジェクタ全体を小型化することができるが、それでも、プロジェクタ全体としては

50

、「手のひら」に載る程度のサイズが限度であり、プロジェクタを携帯電話端末などの小型の機器に内蔵させることは難しい。

【0013】

しかも、特許文献3でも指摘されているように、LEDは、出射される光の発散角が大きく、これをプロジェクタの光源として用いた場合、エテンデュ(Etendue)が液晶表示パネルの表示領域に比べて大きくなり過ぎ、結果として光利用効率が低下する。

【0014】

これに対して、半導体レーザまたは固体レーザは、それ自体として小型化することができるだけでなく、LEDと比較すると、出射される光の発散角を圧倒的に小さくすることができ、光利用効率を大きく向上させることができる。

10

【0015】

これは、レーザ光源は、LEDと比較すると、より点光源に近づくため、エテンデュの最適化が簡単になり、光利用効率が上昇して、結果として、プロジェクタにおいて同程度の光量を達成するのに、光源としてLEDを用いた場合と比較すると、光源の出射光量が少なく済むからである。

【0016】

その結果、光源としてレーザを用いた場合には、冷却装置を簡略化し、または不要とすることができる。

【0017】

しかしながら、特許文献4に示されているように、スキャナによってレーザ光をラスタスキャンさせる方法では、黒表示はレーザ光をオフにすることによって実現するが、レーザ光を高速で変調しながら瞬間的にレーザ光が完全に射出されないようにする(光量をゼロにすることは難しく、結果として画像コントラストが低下する欠点がある。

20

【0018】

そこで、この発明は、プロジェクタ全体を携帯電話端末などの小型の機器に内蔵できる程度に小型化するとともに、プロジェクタとして不可欠な光利用効率の向上および画像コントラストの向上を実現することができるようにしたものである。

【課題を解決するための手段】

【0019】

本発明に係る液晶プロジェクタは、レーザ光ビームを出射する半導体レーザまたは固体レーザを有する第1のレーザ光源と、前記第1のレーザ光源から出射されたレーザ光ビームを光の回折または屈折によって拡散する第1の拡散光学素子と、前記第1の拡散光学素子により拡散されたレーザ光ビームを、ほぼ平行光のビームに変換する第1のレンズ系と、2枚の基板間に液晶層が形成された表示領域を有し、前記第1の拡散光学素子により拡散された後に前記第1のレンズ系によりほぼ平行光にされたレーザ光が前記表示領域に入射する第1の液晶表示パネルと、前記第1の液晶表示パネルを透過した画像光を拡大投射する投射レンズとを有し、前記第1のレーザ光源と前記第1の液晶表示パネルとの間には、前記第1の拡散光学素子および前記第1のレンズ系がその順番で配置され、前記第1の液晶表示パネルは、第1の偏光板を有し、前記第1のレーザ光源と前記第1の拡散光学素子との間に配置され、前記第1の液晶表示パネルに入射する光の偏光方向を前記第1の液晶表示パネルの偏光軸に合致させる第1の / 2板、位相差フィルムまたは位相差板を更に有する。

30

40

【0020】

上記の構成の液晶プロジェクタでは、レーザ光ビームが、それぞれ回折型または屈折型の拡散成形光学素子によって、一枚の液晶表示パネルの表示領域の全域に渡り、かつその液晶層に拡散される結果、画像が外部のスクリーン上に投射されるようになる。

【0021】

しかも、レーザは、半導体レーザまたは固体レーザであって、著しく小型化することができる、回折型または屈折型の拡散成形光学素子も、十分に小型化することができるので、プロジェクタ全体を著しく小型化することができる、携帯電話端末などの小型の機器に内蔵

50

することが可能となる。

【0022】

さらに、照明光としてレーザ光を使用するので、光利用効率が向上するとともに、黒表示は、各色のレーザ光ビームをオフにすることによってではなく、液晶駆動回路により液晶層の対応する表示単位を遮光することによって実現されるので、画像コントラストが低下することもない。

【0023】

さらに、特許文献4に示されたレーザスキャン方式とは異なり、液晶表示パネルで変調された画像光が投射レンズによって拡散光として拡大投影されるため、画面のチラツキ感がほとんどなく、液晶に特有な「落ち着いた」画像が得られる利点がある。

10

【発明の効果】

【0024】

以上のように、この発明によれば、プロジェクタ全体を携帯電話端末などの小型の機器に内蔵できる程度に小型化することができるとともに、プロジェクタとして不可欠な光利用効率の向上および画像コントラストの向上を実現することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0025】

[1. 第1の実施形態(単板式): 図1~図13]

第1の実施形態として、赤、緑および青の3色につき一枚の液晶表示パネル(液晶ライトバルブ)を用いる単板式の場合を示す。

20

【0026】

(1-1. 基本的な構成の第1の例(回折光学素子を用いる場合): 図1~図5)

図1に、単板式の液晶プロジェクタの基本的な構成の第1の例として、光ビーム拡散成形光学素子として回折光学素子を用いる場合を示す。

【0027】

方向を明確にするために、図示するように、X方向、Y方向およびZ方向を定義する。Y方向は、図1では紙面に垂直な方向である。

【0028】

<光源部>

この例では、光源として、赤色レーザ11R、緑色レーザ11Gおよび青色レーザ11Bを、X方向に配列して設ける。

30

【0029】

赤色レーザ11Rおよび青色レーザ11Bとしては、それぞれ半導体レーザを用いる。例えば、赤色レーザ11Rとしては、InAlGaP系などのものを用い、青色レーザ11Bとしては、GaN系やInGaN系のものを用いる。

【0030】

一方、緑のレーザ光を出射する半導体レーザは、現在のところ実現されていないため、緑色レーザ11Gとしては、半導体レーザによって励起される固体レーザ、いわゆるDPSS(Diode Pumped Solid State)レーザ、例えば、 $YVO_4 + KTP(KTiOPO_4)$ 、結晶PPLN(Periodically Poled LiNbO₃)、またはPP(Periodically Poled)MgO·LN(LiNbO₃)などを用いる。

40

【0031】

赤色レーザ11R、緑色レーザ11Gおよび青色レーザ11Bの発振モードは、マルチモードでもよい。温度変化などに対するモード安定性や偏光安定性を図るために、半導体レーザでは狭ストライプ幅を実現し、固体レーザでは周期的分極反転(periodically poled)を図ることがあるが、この発明では、後述の光ビーム拡散成形光学素子(回折光学素子または屈折型光学素子)の入射光ビームの形状に対する鈍感性によって、赤色レーザ11R、緑色レーザ11Gおよび青色レーザ11Bとして、マルチモードの半導体レーザまたは固体レーザを用いることができる。

50

【0032】

もちろん、シングルモードの半導体レーザまたは固体レーザを用いてもよい。一般に半導体レーザの場合は、モード制御をするよりは、多モード発振まで利用できるようにすることによって、使用できる半導体レーザの歩留まりが向上し、製造コストが低下する。

【0033】

赤色レーザ11R、緑色レーザ11Gおよび青色レーザ11Bから出射された赤、緑および青のレーザ光ビーム1R、1Gおよび1Bは、例えば、それぞれ $\lambda/2$ 板($\lambda/2$ 波長板)29R、29Gおよび29Bを透過させて、回折光学素子21に入射させる。

【0034】

半導体レーザまたは固体レーザから出射されたレーザ光は、レーザ内部電界の変動のために、偏光方向が必ずしもデバイスごとに一定ではなく、デバイスの組立て精度によっても、偏光方向がばらつくが、このように $\lambda/2$ 板29R、29Gおよび29Bを挿入し、かつその回折位置を調整することによって、後述の液晶表示パネル40に入射する各色のレーザ光ビーム3R、3Gおよび3Bの偏光方向を液晶表示パネル40の偏光軸に合致させることができる。

10

【0035】

$\lambda/2$ 板の代わりに、適切な位相差フィルムまたは位相差板を用いて偏光方向を補正するようにしてもよい。例えば、一般的に使用されているAlGaAs系半導体レーザ励起YVO₄+KTP二次高調波利用の固体レーザは、デバイスごとに偏光方向が変わり、偏光比10程度のものが多い。このような場合、適切な位相差フィルムを用いてリターデーション値を補償し最適化することによって、偏光比を大きくすることができる。

20

【0036】

このように $\lambda/2$ 板や位相差フィルムなどにより偏光軸を調整することによって、液晶表示パネル40の前後の偏光板33および34による光の損失を少なくし、光利用効率をより向上させることができる。

【0037】

<光ビーム拡散成形光学素子としての回折光学素子>

この発明では、回折型または屈折型の光ビーム拡散成形光学素子によって、プロジェクタの光源としての半導体レーザまたは固体レーザから出射されたレーザ光ビームを、液晶ライトバルブとしての液晶表示パネルの表示領域の全域に渡るように拡散成形するが、図1の例は、その光ビーム拡散成形光学素子として回折光学素子を用いる場合である。

30

【0038】

回折光学素子(DOE: Diffractive Optical Element)それ自体は、“Diffuser”または“Beam Shaper”などとして知られている。

【0039】

例えば、参考文献1(Adam Fedor; Digital Optics Corp. “Binary Optic Diffuser Design”)には、“Diffuser”または“Beam Shaper”によって光ビームを拡散成形することが示されており、参考文献2(池田欣史「回折型レンズ」; OPTRONICS 2005年 No3 pp175~178)には、「回折型レンズ」の製造方法などが示されている。

40

【0040】

“Diffuser”は、入射した光ビームのある1点の光を出力プレーン(Output Plane)上の多数の点に回折するように(1:Nのマッピング)、入射した光ビームの各点の光を出力プレーン上の各点に回折するものであり、“Beam Shaper”は、入射した光ビームのある1点の光を出力プレーン上のある1点に回折するように(1:1のマッピング)、入射した光ビームの各点の光を出力プレーン上の各点に回折するものである。

【0041】

50

図1の例では、回折光学素子21として、それぞれ透過型の赤用回折光学素子21R、緑用回折光学素子21Gおよび青用回折光学素子21Bを、赤色レーザー11R、緑色レーザー11Gおよび青色レーザー11Bの配列方向に配列して設ける。

【0042】

赤用回折光学素子21Rは、赤色レーザー11Rから出射された赤のレーザー光ビーム1Rを、レーザー光ビーム2Rおよび3Rで示すように液晶表示パネル40の表示領域の全域に渡り、かつ後述のように液晶表示パネル40の液晶層48の赤の画素に入射するように拡散成形するものとする。

【0043】

同様に、緑用回折光学素子21Gは、緑色レーザー11Gから出射された緑のレーザー光ビーム1Gを、レーザー光ビーム2Gおよび3Gで示すように液晶表示パネル40の表示領域の全域に渡り、かつ液晶層48の緑の画素に入射するように拡散成形するものとし、青用回折光学素子21Bは、青色レーザー11Bから出射された青のレーザー光ビーム1Bを、レーザー光ビーム2Bおよび3Bで示すように液晶表示パネル40の表示領域の全域に渡り、かつ液晶層48の青の画素に入射するように拡散成形するものとする。

【0044】

すなわち、例えば、赤用回折光学素子21R、緑用回折光学素子21Gおよび青用回折光学素子21Bを、それぞれD i f f u s e rとする場合、図2に示すように(ただし、図2では、図1に示すフィールドレンズ31による光の屈折を省略している)、ある色用の回折光学素子21aは、その回折パターン形成部21cに入射したレーザー光ビーム1aを、上記のようなマッピングによって液晶表示パネル40の表示領域40aの、各コーナーの点P1, P2, P3, P4を含む全域に回折するものとし、回折光学素子21全体としては、回折光学素子21R, 21Gおよび21Bからの各色の回折光が、それぞれドット状に拡散し、表示領域40a上で各ドットが重なるように均一化され、表示領域40aを照射するように構成する。

【0045】

この場合、光発散角はレーザー光ビーム1aのビーム径によって決まるが、後述のように、この光発散角を1度以下というように十分に小さくすることができる。

【0046】

レーザーから出射されたレーザー光ビームは、一般にG a u s s i a n形状をしており、そのままでは、液晶表示パネル40上に均一に照射させることは難しいが、このように回折光学素子21によりレーザー光ビームを拡散成形して液晶表示パネル40上に照射させることによって、液晶表示パネル40上に均一な輝度分布を得ることができる。

【0047】

各色用の回折光学素子21R, 21Gおよび21Bは、一枚の透明基板に集積して形成することが望ましい。これによって、回折光学素子21R, 21Gおよび21Bを個々に形成した後、位置合わせをして配置する場合に比べて、回折光学素子21R, 21Gおよび21Bの位置合わせを容易かつ正確に行うことができるとともに、回折光学素子21全体を小型化することができる。

【0048】

以上のような回折光学素子21は、各色のレーザー光ビーム1R, 1Gおよび1Bのビーム径やビーム形状、得ようとするスクリーン上の輝度分布などをもとに、コンピュータシミュレーションを行った上で、作成することができる。

【0049】

図1に示すように、回折光学素子21の前方には、赤用回折光学素子21Rによって拡散成形された赤のレーザー光ビーム2R、緑用回折光学素子21Gによって拡散成形された緑のレーザー光ビーム2G、および青用回折光学素子21Bによって拡散成形された青のレーザー光ビーム2Bを、それぞれほぼ平行光のレーザー光ビーム3R, 3Gおよび3Bに変換して液晶表示パネル40に入射させるフィールドレンズ31を配置する。

【0050】

10

20

30

40

50

< 液晶表示パネルおよび投射レンズ >

液晶表示パネル 40 は、入射側基板 41 と出射側基板 46 との間に液晶層 48 を形成した透過型の液晶表示装置とし、液晶表示パネル 40 の手前側および前方側には、偏光板 33 および 34 を配置するが、図 1 の例のような単板式の場合には、液晶表示パネル 40 の入射側基板 41 にマイクロレンズアレイを形成する。

【0051】

具体的に、図 3 に示すように、入射側基板 41 は、石英などからなる透明基板 42, 43 間に、透明樹脂などからなるマイクロレンズアレイ 44 を形成し、透明基板 43 上に、ITO (Indium Tin Oxide) などの透明導電材料からなる対向共通電極 45 を形成したものとする。

10

【0052】

出射側基板 46 は、石英などからなる透明基板の一面側に、アクティブマトリクス方式による液晶駆動回路 47 として、ポリシリコンなどからなる走査線、アルミニウムなどからなる信号線、ITO などの透明導電材料からなる画素電極、および画素スイッチング素子としての TFT (Thin Film Transistor) を形成したものとする。

【0053】

液晶表示パネル 40 としては、上記の入射側基板 41 および出射側基板 46 を、両者間に僅かな間隙が形成されるように、対向共通電極 45 と液晶駆動回路 47 を対向させて配置し、両者間に液晶を注入して、液晶層 48 を形成し、赤の画素 (赤表示用の副画素) Pr、緑の画素 (緑表示用の副画素) Pg および青の画素 (青表示用の副画素) Pb を形成する。

20

【0054】

この場合、一例として、図 4 に示すように、レーザ光ビームの入射側から見て、赤の画素 Pr、緑の画素 Pg および青の画素 Pb の組 (表示単位) が、いわゆる配置で多数構成されるように、上記の液晶駆動回路 47 を形成するとともに、マイクロレンズアレイ 44 は、レーザ光ビームの入射側から見て六角形状のマイクロレンズ 44a を、1つの表示単位に対して 1つの割合で多数形成したものとする。参照符号 19a は遮光層 (黒色層) および走査線を示し、参照符号 19c は信号線を示す。

30

【0055】

もちろん、表示単位を正分配列にすることもでき、その場合には、マイクロレンズ 44a は、レーザ光ビームの入射側から見て矩形 (正方形または長方形) 状にする。正分配列は、文字などの表示に適し、VGA や SXGA などのコンピュータ用ディスプレイでよく用いられている。

【0056】

図 1 および図 3 に示すように、液晶表示パネル 40 に入射するレーザ光ビーム 3R, 3G および 3B は、それぞれフィールドレンズ 31 によって、ほぼ平行光のビームとされるので、それぞれのマイクロレンズ 44a は、球面収差を抑制するために非球面とすることが望ましい。

【0057】

40

このように液晶表示パネル 40 の入射側基板 41 にマイクロレンズアレイ 44 を形成することによって、それぞれ赤色レーザ 11R、緑色レーザ 11G および青色レーザ 11B から出射され、それぞれ赤用回折光学素子 21R、緑用回折光学素子 21G および青用回折光学素子 21B で拡散成形され、それぞれフィールドレンズ 31 でほぼ平行光のビームとされた赤、緑および青のレーザ光ビーム 3R, 3G および 3B は、図 3 に示すように、それぞれの部分的なレーザ光 3r, 3g および 3b が、それぞれ、マイクロレンズ 44a で分配集光されて、液晶層 48 の対応する画素 Pr, Pg および Pb に入射するようになる。

【0058】

すなわち、上記の赤用回折光学素子 21R は、赤色レーザ 11R から出射された赤のレ

50

ーザ光ビーム 1 R を、これが最終的にマイクロレンズ 4 4 a を介して液晶層 4 8 の赤の画素 P r に入射するように拡散成形するものとし、緑用回折光学素子 2 1 G は、緑色レーザ 1 1 G から出射された緑のレーザ光ビーム 1 G を、これが最終的にマイクロレンズ 4 4 a を介して液晶層 4 8 の緑の画素 P g に入射するように拡散成形するものとし、青用回折光学素子 2 1 B は、青色レーザ 1 1 B から出射された青のレーザ光ビーム 1 B を、これが最終的にマイクロレンズ 4 4 a を介して液晶層 4 8 の青の画素 P b に入射するように拡散成形するものとする。

【 0 0 5 9 】

各レーザ 1 1 R , 1 1 G および 1 1 B は擬似的に点光源とみなされるため、図 1 および図 2 に示した光発散角 は、十分に小さくすることができ、スクリーン上への照射光量は、光源としてランプを使用した場合に比べて著しく増加させることができ、光利用効率は、単板式であっても、30%程度に向上させることができる。したがって、レーザ出力を低減させ、各レーザでの発熱を抑制することができる。このような高効率の液晶プロジェクタは、これまで存在しない。

10

【 0 0 6 0 】

液晶表示パネル 4 0 は、液晶層 4 8 の画素 P r の部分に赤の画像信号が印加されて、画素 P r の部分の透過率が変調制御され、液晶層 4 8 の画素 P g の部分に緑の画像信号が印加されて、画素 P g の部分の透過率が変調制御され、液晶層 4 8 の画素 P b の部分に青の画像信号が印加されて、画素 P b の部分の透過率が変調制御される。

【 0 0 6 1 】

したがって、画素 P r の部分を透過したレーザ光として、赤の画像光が得られ、画素 P g の部分を透過したレーザ光として、緑の画像光が得られ、画素 P b の部分を透過したレーザ光として、青の画像光が得られ、液晶表示パネル 4 0 を透過したレーザ光としては、これら各色の画像光が合成された多色画像光が得られる。

20

【 0 0 6 2 】

この多色画像光は、投射レンズ 5 0 によって、プロジェクタ外部のスクリーン上に投射する。投射レンズ 5 0 は、複数のレンズを組み合わせたものである。

【 0 0 6 3 】

< 具体例 >

図 1 の例では、一例として、以下のように構成する。

30

【 0 0 6 4 】

赤色レーザ 1 1 R としては、発振波長 6 3 5 n m ~ 6 4 0 n m の I n A l G a P 系の半導体レーザを用い、青色レーザ 1 1 B としては、発振波長 4 4 5 n m の G a N 系の半導体レーザを用いる。それぞれ、出力は 1 0 0 m W 、垂直方向の光発散角は 3 0 度 (F W H M) 、水平方向の光発散角は 1 0 度、横モードはシングルモード、縦モードはマルチモードである。

【 0 0 6 5 】

緑色レーザ 1 1 G としては、808nm半導体レーザ励起、発振波長 5 3 2 n m の、Y V O ₄ + K T P 二次高調波利用の固体レーザを用いる。出力は 1 0 0 m W 、横モードはシングルモード、縦モードはマルチモードである。

40

【 0 0 6 6 】

レーザ光ビーム 1 R , 1 G , 1 B 間の平行度は、回折光学素子 2 1 によって拡散成形されたレーザ光ビーム 2 R , 2 G および 2 B のフィールドレンズ 3 1 への入射角を制御する上で重要であるが、その平行度が X 方向および Y 方向で 1 度以内に収まるようにする。具体的には、いわゆるアクティブアライメント方式によって、レーザ光を発振しつつ、そのような平行度になるように制御する。

【 0 0 6 7 】

レーザ光ビーム 1 R , 1 G 間の距離、およびレーザ光ビーム 1 G , 1 B 間の距離は、それぞれ 1 . 5 m m 程度とし、レーザ光ビーム 1 R , 1 G および 1 B の回折光学素子 2 1 上のビームサイズ (ビーム径) は、0 . 6 m m ~ 0 . 8 m m 程度とする。その結果、上記の

50

光発散角 は1度以下、図3に示すような液晶表示パネル40へのレーザ光の入射角 は数度(4~6度)程度とすることができる。

【0068】

液晶表示パネル40は、図5に示すように、入射側基板41の透明基板42, 43および出射側基板46を石英($n = 1.459$)で形成し、マイクロレンズ44a(マイクロレンズアレイ44)を屈折率1.669の透明樹脂(エポキシ系やチオウレタン系など)で形成する。

【0069】

信号線19cの幅Dsは $2.0\mu\text{m}$ 、画素Pr, Pg, Pbの幅Dpは $8.7\mu\text{m}$ である。したがって、画素Pr, Pg, Pbの1つずつからなる表示単位のピッチは $32.1\mu\text{m}$ である。

10

【0070】

液晶表示パネル40としては、このようにX方向のピッチが $32.1\mu\text{m}$ 、Y方向のピッチが $20.4\mu\text{m}$ の表示単位を、例えば、X方向には188個、Y方向には2列一組で220組(440列)、形成する。したがって、表示領域全体は、X方向が6mm強、Y方向が9mm弱である。さらに高精細化することも可能である。

【0071】

マイクロレンズ44aの曲率半径は $25.2\mu\text{m}$ 、非球面定数は -0.765 、焦点距離faは主点Hからの空气中換算値で約 $120\mu\text{m}$ とする。

【0072】

20

<効果>

上述した図1の例の単板式の液晶プロジェクタは、光源として、それぞれ半導体レーザまたは固体レーザからなる赤色レーザ11R、緑色レーザ11Gおよび青色レーザ11Bを用い、かつ各色用の回折光学素子21R, 21Gおよび21Bを用いるので、光源部およびプロジェクタ全体の光学系を著しく小型化することができる。

【0073】

回折光学素子21R, 21Gおよび21Bの最大回折角は、液晶表示パネル40上における輝度の均一性とトレードオフ(trade off)の関係にあるが、輝度の均一性を損ねない範囲で30度程度まで大きくすることができ、これにより回折光学素子21と液晶表示パネル40との距離を短縮することができ、プロジェクタ全体の長さを短縮することができる。

30

【0074】

具体的に、上記の具体例(試作例)では、プロジェクタ全体の光学系は、X方向およびY方向の幅を1cm、Z方向の長さを3.5cm、体積を数 cm^3 程度まで、小型化することができた。

【0075】

また、光源として、赤色レーザ11R、緑色レーザ11Gおよび青色レーザ11Bからなるレーザ光源を用いるので、上記のように光発散角 を1度以下というように十分に小さくすることができ、光利用効率を30%程度というように十分に高くすることができる。したがって、レーザ出力パワーを小さくすることができ、発熱対策上および安全対策上、有利となる。

40

【0076】

また、光源としてランプを用いる場合には、アパーチャーなどを利用しないと、光発散角が大きく(通常は10度~15度程度)、単板式の場合、混色を生じ、色純度が低下するが、この発明の上述した図1の例の単板式の液晶プロジェクタでは、上記のように光発散角 を1度以下というように十分に小さくすることができるので、混色による色純度の低下を生じない。

【0077】

また、投射レンズ50への光入射角も小さくすることができるので、投射レンズ50としてFナンバーの大きいレンズを使用することができ、投射レンズ50の設計の自由度が

50

増し、投射レンズ50の低コスト化を図ることができる。

【0078】

さらに、黒表示は、各色のレーザ光ビーム1R, 1Gおよび1Bをオフにすることによってではなく、液晶駆動回路47により液晶層48の対応する表示単位を遮光することによって実現されるので、画像コントラストが低下することもない。

【0079】

さらに、上記のように光発散角 および入射角 を小さくすることができるので、光が偏光板33, 34に斜めに入射することによるコントラストの低下を低減することができる。

【0080】

(1-2. 基本的な構成の第2の例(屈折型光学素子を用いる場合): 図6、図7)

図6に、単板式の液晶プロジェクタの基本的な構成の第2の例として、光ビーム拡散成形光学素子として屈折型光学素子を用いる場合を示す。

【0081】

この例でも、光源として、赤色レーザ11R、緑色レーザ11Gおよび青色レーザ11Bを設けるが、この例では、例えば、両側のレーザ光ビーム1Rおよび1Bが、フィールドレンズ31の焦点に向かうように、中央のレーザ光ビーム1Gに対して、それぞれ所定角度で傾斜するように、各レーザ11R, 11Gおよび11Bを配置する。

【0082】

これは、屈折型光学素子の場合には、上述した回折光学素子の場合と異なり、中心光は斜めに入射させて出射光の中心線を一致させた方が、光学系の設計が簡単であるからである。もちろん、図1の例と同様に、各色のレーザ光ビーム1R, 1Gおよび1Bを平行にしてもよい。

【0083】

そして、この例では、光ビーム拡散成形光学素子として屈折型光学素子を用い、各レーザ11R, 11Gおよび11Bから出射された各色のレーザ光ビーム1R, 1Gおよび1Bを、例えば、それぞれ / 2板29R, 29Gおよび29Bを透過させて、屈折型光学素子23に入射させる。

【0084】

屈折型光学素子それ自体は、知られており、インターネット上(例えば、URL ; http://www.rpcphotonics.com/engineer_diffuser.htm)などで参照することができる。

【0085】

屈折型光学素子は、多様な形状および曲率をもったマイクロレンズを2次元的に集合させたもので、光の屈折によって光ビームを拡散成形することができる。各マイクロレンズは、辺の長さが50μm程度の、異なった曲率、半径のもので、各マイクロレンズに入射した光は、マイクロレンズで屈折され、重なり合って、最終的に所定の形状に成形され、輝度分布も均一にすることができる。

【0086】

回折光学素子の場合、表面に形成された微小な回折パターンが回折像を形成し、それら回折光を重ね合わせるのに対して、屈折型光学素子の場合、各マイクロレンズが、入射光を屈折させ、集光拡散させ、重畳することによって、所定の形状に成形され、輝度分布の均一性も得られる。

【0087】

図6の例では、屈折型光学素子23として、各色のレーザ光ビーム1R, 1Gおよび1Bに対して共通の、図7(A)(B)に一部分を拡大して示すように一面側に上記のようなマイクロレンズ23aを2次元的に多数形成したものを配置し、各色のレーザ光ビーム1R, 1Gおよび1Bを、それぞれレーザ光ビーム2R, 2Gおよび2Bで示すように液晶表示パネル40の表示領域の全域に渡り、かつ液晶表示パネル40の液晶層48の対応する画素に入射するように拡散成形する。なお、図7(B)の光9は、あるマイクロレンズに入射した光の屈折の様子を示したものである。

10

20

30

40

50

【 0 0 8 8 】

屈折型光学素子では、屈折率は素子を形成している材料の分散関係のみによって決まり、可視光領域では各色の光に対する屈折率がほとんど変わらないので、このように屈折型光学素子 2 3 を各色のレーザ光ビーム 1 R , 1 G および 1 B に対して共通にすることができる。

【 0 0 8 9 】

このような屈折型光学素子 2 3 は、コンピュータシミュレーションにより設計し、電鍍によりマスターを作り、樹脂を用いて作成することができる。

【 0 0 9 0 】

屈折型光学素子 2 3 と液晶表示パネル 4 0 との間にフィールドレンズ 3 1 を配置して、
屈折型光学素子 2 3 によって拡散成形された各色のレーザ光ビーム 2 R , 2 G および 2 B
を、それぞれほぼ平行光のレーザ光ビームに変換して液晶表示パネル 4 0 に入射させるこ
とは、図 1 の例と同じである。

10

【 0 0 9 1 】

液晶表示パネル 4 0 の構成も、図 3 に示したように入射側基板 4 1 にマイクロレンズア
レイ 4 4 を形成する点を含めて、図 1 の例と同じである。

【 0 0 9 2 】

したがって、この例でも、図 1 の例と全く同様の効果が得られる。

【 0 0 9 3 】

(1 - 3 . 光源部の好ましい例 : 図 8 および図 9)

20

< 第 1 の例 : 図 8 >

光源部については、各レーザ 1 1 R , 1 1 G および 1 1 B を図 1 または図 6 のように単
に一方向に配列し、各レーザ 1 1 R , 1 1 G および 1 1 B から出射されたレーザ光ビーム
1 R , 1 G および 1 B を、そのまま回折光学素子 2 1 または屈折型光学素子 2 3 に入射さ
せると、レーザのパッケージなどのために、隣接するレーザ光ビーム間の距離を十分に小
さくできないことがある。

【 0 0 9 4 】

そこで、光源部は、一例として、図 8 に示すように構成する。具体的に、この例では、
D P S S レーザからなる中央の緑色レーザ 1 1 G を、赤色レーザ 1 1 R および青色レーザ
1 1 B に対して後退した位置に配置し、偏波モードの光ファイバ 1 3 G の一端を、緑色レ
ーザ 1 1 G に接続し、光ファイバ 1 3 G の他端を、赤色レーザ 1 1 R のカンパッケージ 1
1 r と青色レーザ 1 1 B のカンパッケージ 1 1 b との間に導いて、光ファイバ 1 3 G の他
端から緑のレーザ光ビーム 1 G が出射されるように構成する。

30

【 0 0 9 5 】

これによれば、レーザ光ビーム 1 R , 1 G 間、およびレーザ光ビーム 1 B , 1 G 間の距
離を短縮することができ、図 1 の例では、回折光学素子 2 1 R , 2 1 G 間、および回折光
学素子 2 1 B , 2 1 G 間の間隔 (ピッチ) を短縮することができる。

【 0 0 9 6 】

また、緑色レーザ 1 1 G のみを光ファイバ 1 3 G に接続することによって、緑色レーザ
1 1 G を赤色レーザ 1 1 R および青色レーザ 1 1 B から離間して設置することもできるの
で、特に小型の電子機器内では、光源の配置に自由度を持たせることができる。一般的
に D P S S レーザからなる緑色レーザ 1 1 G は半導体レーザからなる赤色レーザ 1 1 R およ
び青色レーザ 1 1 B より大きくなるので、このように構成すると便利である。

40

【 0 0 9 7 】

< 第 2 の例 : 図 9 >

半導体レーザから出射されるレーザ光ビームは、断面形状が円形ではなく、上記のよう
に垂直方向および水平方向に異なる角度で発散するが、回折光学素子 2 1 または屈折型光
学素子 2 3 に入射するレーザ光ビームは、断面形状が円形に近いものが望ましい。また、
D P S S レーザから出射されるレーザ光ビームは、實際上、ビーム径がかなり小さい。

【 0 0 9 8 】

50

図1、図2および図6に示した光発散角は、レーザから出射されたレーザ光ビームのビーム径に応じたものとなり、ビーム径が小さいほど、光発散角が小さくなる。そのため、上記のように液晶表示パネル40に入射したレーザ光をマイクロレンズ44aによって集光して対応する画素に入射させる場合、できるだけ集光形状を小さくするには、レーザから出射されるレーザ光ビームのビーム径をできるだけ小さくする必要がある。

【0099】

しかし、例えば、図1の例で、赤用回折光学素子21R、緑用回折光学素子21Gおよび青用回折光学素子21Bを、それぞれ周期的なピッチによって回折光を2次元方向に均一的に拡散させる、いわゆるD i f u s e rとして形成する場合、赤用回折光学素子21R、緑用回折光学素子21Gおよび青用回折光学素子21Bには、それぞれ複数の基本周期を覆ってレーザ光ビームが入射することが必要であり、緑用回折光学素子21Gに入射するレーザ光ビーム1Gのビーム径が小さすぎると、緑の回折光については、2次元方向に均一的に拡散させることができなくなる。

10

【0100】

そのため、回折光学素子21に入射する各色のレーザ光ビーム1R、1Gおよび1Bのビーム径は、0.5mm~1.0mm程度とすることが望ましい。

【0101】

そこで、光源部は、一例として、図9に示すように構成する。具体的に、この例では、DPSSレーザからなる中央の緑色レーザ11Gから出射されたレーザ光ビーム1Goは、ビームエキスパンダ12Gによってビーム径を拡大して、回折光学素子21に入射させる。

20

【0102】

また、赤色レーザ11R(カンパッケージ11r)から出射されたレーザ光ビーム1Roは、2個のシリンダリカルレンズ15Rおよび16Rからなるコリメーションユニット14Rによって断面形状を円形に近づけ、さらにプリズム17Rによって2度反射させて、レーザ光ビーム1Gに近い位置を通るレーザ光ビーム1Rとするとともに、青色レーザ11B(カンパッケージ11b)から出射されたレーザ光ビーム1Boは、2個のシリンダリカルレンズ15Bおよび16Bからなるコリメーションユニット14Bによって断面形状を円形に近づけ、さらにプリズム17Bによって2度反射させて、レーザ光ビーム1Gに近い位置を通るレーザ光ビーム1Bとする。

30

【0103】

このように構成することによって、赤のレーザ光ビーム1Rおよび青のレーザ光ビーム1Bを、それぞれ0.8mmというようなビーム径の、断面が円形に近いものとしてでき、かつ赤のレーザ光ビーム1Rおよび青のレーザ光ビーム1Bについての非点収差を軽減することができるとともに、緑のレーザ光ビーム1Gを、回折光学素子21の位置で0.6mmというようなビーム径にすることができる。

【0104】

また、レーザ光ビーム1R、1G間の間隔、およびレーザ光ビーム1B、1G間の間隔を、それぞれ1.5mmというような十分に小さいものとしてすることができる。

【0105】

(1-4.各レーザおよび液晶表示パネルの他の例:図10~図13)

<第1の例:図10~図12>

赤色レーザ11R、緑色レーザ11Gおよび青色レーザ11Bは、それぞれ出射面(出力面)が一方向に延長または配列されたものとしてすることができる。特に光出射量を増加させるためには、そのようにすることが重要である。

40

【0106】

図10に、その一例を示す。図10は、液晶表示パネル40側から見た図である。この例では、DPSSレーザからなる緑色レーザ11Gは、そのパッケージ11gに出力面18gをY方向に複数配列形成して、それぞれの出力面18gからレーザ光ビームが出射されるものとし、赤色レーザ11Rおよび青色レーザ11Bは、それぞれ、ヒートシンク1

50

8 h に半導体レーザ 1 8 a を Y 方向に複数配列形成して、それぞれの半導体レーザ 1 8 a からレーザ光ビームが射出されるものとする。

【 0 1 0 7 】

あるいは、赤色レーザ 1 1 R および青色レーザ 1 1 B は、それぞれ、図 1 1 (A) に示すように、ペルチエ素子 1 8 p の一面に銅などの金属ブロック 1 8 c を形成し、金属ブロック 1 8 c の一面に半導体レーザ 1 8 a を Y 方向に複数配列形成して、それぞれの半導体レーザ 1 8 a からレーザ光ビーム 1 a が射出されるものとし、または図 1 1 (B) に示すように、エッジエミッティングマルチストライプ (Edge emitting multi stripe) 半導体レーザとして、それぞれの半導体レーザ 1 8 s からレーザ光ビームが射出されるものとする。

10

【 0 1 0 8 】

この場合、液晶表示パネル 4 0 は、図 1 2 に示すように (図 1 2 はレーザ光ビームの入射側から見た図である)、同色の画素が Y 方向に配列された、いわゆる正方配列のものとしてすることができる。特に文字や図形を表示する場合は、正方配列が好ましい。

【 0 1 0 9 】

また、この場合、画素 P r , P g , P b 上の光源像を、画素ごとのドット状 (スポット状) ではなく、Y 方向に延長するライン状 (スリット状) のものとする場合には、図 3 に示したマイクロレンズ 4 4 a は、Y 方向に延長するシリンダリカルレンズとすることができる。マイクロレンズ 4 4 a をシリンダリカルレンズとする場合も、その断面は光入射側を楕円形状や双曲線形状などとするのが望ましい。

20

【 0 1 1 0 】

なお、このように赤色レーザ 1 1 R、緑色レーザ 1 1 G および青色レーザ 1 1 B を射出面が一方向に延長または配列されたものとする場合、上記のフィールドレンズ 3 1 に代えて、コリメータレンズを用いる。

【 0 1 1 1 】

以上の例のように、赤色レーザ 1 1 R、緑色レーザ 1 1 G および青色レーザ 1 1 B を射出面が一方向に延長または配列されたものとすることによって、各色のレーザ光全体の光量を増加させ、画像の輝度を高めることができるとともに、レーザに特有のスペckルノイズを低減することができる。

【 0 1 1 2 】

また、図 1 0 または図 1 1 (A) の例で出力面 1 8 g や半導体レーザ 1 8 a の数を設定し、または図 1 1 (B) の例で半導体レーザ 1 8 s の数を設定することによって、各色のレーザ光全体の光量を均一化し、または調整することができる。

30

【 0 1 1 3 】

< 第 2 の例 : 図 1 3 >

さらに、赤色レーザ 1 1 R、緑色レーザ 1 1 G および青色レーザ 1 1 B を一枚の基板に集積することもできる。

【 0 1 1 4 】

図 1 3 に、その一例を示す。この例では、ヒートシンクレーザアレイ 1 9 として、赤のレーザ光を射出するレーザ (射出面) 1 9 r、緑のレーザ光を射出するレーザ (射出面) 1 9 g、および青のレーザ光を射出するレーザ (射出面) 1 9 b が、それぞれ Y 方向に複数配列形成されたものを、赤色レーザ 1 1 R、緑色レーザ 1 1 G および青色レーザ 1 1 B が一体化されたレーザ光源として用いる。

40

【 0 1 1 5 】

レーザ 1 9 r から射出された赤のレーザ光、レーザ 1 9 g から射出された緑のレーザ光、およびレーザ 1 9 b から射出された青のレーザ光は、それぞれ、回折光学素子 2 1 (または屈折型光学素子 2 3) によって拡散成形し、コリメータレンズ 3 5 を介し、液晶表示パネル 4 0 のマイクロレンズ 4 4 a を介して、液晶層 4 8 の赤の画素 P r、緑の画素 P g および青の画素 P b に入射させる。

【 0 1 1 6 】

50

この場合も、液晶表示パネル40は、図12に示したように正方配列のものとしてことができ、画素Pr, Pg, Pb上の光源像をY方向に延長するライン状のものとする場合には、マイクロレンズ44aは、Y方向に延長するシリンダリカルレンズとすることができる。

【0117】

<その他>

いずれの色のレーザー光ビームを中央にするかは任意であるが、例えば、回折光学素子21としてDiffuserを用いる場合、上記の回折角を大きくするには、図示した各例とは異なり、短波長の青のレーザー光ビームを中央にすることが望ましい。

【0118】

[2.第2の実施形態(2板式):図14~図16]

第2の実施形態として、赤、緑および青の3色につき2枚の液晶表示パネル(液晶ライトバルブ)を用いる2板式の場合を示す。

【0119】

(2-1.第1の例:図14および図15)

図14に、2板式の液晶プロジェクタの一例を示す。

【0120】

この例では、光源として、赤色レーザー11Rおよび青色レーザー11Bを近接して配置するとともに、別の箇所に緑色レーザー11Gを配置する。赤色レーザー11Rおよび青色レーザー11Bは、それぞれ上述したような半導体レーザーであり、緑色レーザー11Gは、上述したようなDPSSレーザーである。

【0121】

図14では省略したが、この例でも、図9の例のように、赤色レーザー11Rおよび青色レーザー11Bに対して、それぞれから出射されたレーザー光ビームの断面形状を円形に近づけるコリメーション光学系を設け、緑色レーザー11Gに対して、それから出射されたレーザー光ビームのビーム径を拡大するビームエキスパンダを設けることが望ましい。

【0122】

赤色レーザー11Rおよび青色レーザー11Bの前方には、赤用回折光学素子21Rおよび青用回折光学素子21Bを配置し、これによって、赤色レーザー11Rから出射された赤のレーザー光ビーム1R、および青色レーザー11Bから出射された青のレーザー光ビーム1Bを、それぞれ、後述の液晶表示パネル80の表示領域の全域に渡り、かつその対応する画素に入射するように拡散成形する。

【0123】

赤用回折光学素子21Rおよび青用回折光学素子21Bによって拡散成形されたレーザー光ビーム2Rおよび2Bは、それぞれ、フィールドレンズ31RBによって平行光ビームのレーザー光ビーム3Rおよび3Bに変換して、液晶表示パネル80に入射させる。

【0124】

液晶表示パネル80は、マイクロレンズアレイを形成した入射側基板と、出射側基板との間に、赤および青の画素を構成する液晶層を形成したものである。

【0125】

具体的に、図15に示すように、入射側基板81は、透明基板82, 83間に、マイクロレンズアレイ84を形成し、透明基板83上に、ITOなどの透明導電材料からなる対向共通電極85を形成したものとし、出射側基板86は、透明基板の一面側に、アクティブマトリクス方式による液晶駆動回路87として、走査線、信号線、ITOなどの透明導電材料からなる画素電極、および画素スイッチング素子としてのTFTを形成したものとす。

【0126】

液晶表示パネル80としては、上記の入射側基板81および出射側基板86を、両者間に僅かな間隙が形成されるように、対向共通電極85と液晶駆動回路87を対向させて配置し、両者間に液晶を注入して、液晶層88を形成し、赤の画素Prおよび青の画素Pb

10

20

30

40

50

を形成する。

【0127】

マイクロレンズ84aは、赤の画素Prと青の画素Pbとの組(表示単位)に対して1つの割合で形成する。また、同色の画素を図15の紙面に垂直な方向に配列する場合には、マイクロレンズ84aを、図15の紙面に垂直な方向に延長するシリンドリカルレンズとすることもできる。

【0128】

上記のようにフィールドレンズ31RBで平行光ビームとされて液晶表示パネル80に入射した赤および青のレーザー光ビーム3Rおよび3Bは、図15に示すように、それぞれの部分的なレーザー光3rおよび3bが、それぞれ、マイクロレンズ84aで分配集光されて、液晶層88の対応する画素PrおよびPbに入射するようになる。

10

【0129】

液晶表示パネル80は、液晶層88の画素Prの部分に赤の画像信号が印加されて、画素Prの部分の透過率が変調制御され、液晶層88の画素Pbの部分に青の画像信号が印加されて、画素Pbの部分の透過率が変調制御される。

【0130】

したがって、画素Prの部分を通じたレーザー光として、赤の画像光が得られ、画素Pbの部分を通じたレーザー光として、青の画像光が得られる。

【0131】

図14に示すように、この赤の画像光5Rおよび青の画像光5Bは、ダイクロイックプリズム63を透過させて、投射レンズ50に入射させる。

20

【0132】

一方、緑色レーザー11Gの前方には、緑用回折光学素子21Gを配置し、これによって、緑色レーザー11Gから出射された緑のレーザー光ビーム1Gを、後述の液晶表示パネル65Gの表示領域の全域に渡り、かつその各画素に入射するように拡散成形する。

【0133】

緑用回折光学素子21Gによって拡散成形されたレーザー光ビーム2Gは、ミラー37で反射させ、フィールドレンズ31Gによって平行光ビームのレーザー光ビーム3Gに変換して、液晶表示パネル65Gに入射させる。

【0134】

液晶表示パネル65Gは、単色表示用の液晶表示装置で、その画素は上記の液晶表示パネル80の赤の画素Prおよび青の画素Pbの1つずつからなる表示単位に対応するものとされ、その各画素の部分に緑の画像信号が印加されて、各画素の部分の透過率が変調制御される。したがって、液晶表示パネル65Gを透過したレーザー光として、緑の画像光5Gが得られる。

30

【0135】

この緑の画像光5Gは、ダイクロイックプリズム63の反射膜63aで反射させて、投射レンズ50に入射させる。

【0136】

したがって、単板式の場合と同様に、プロジェクタ外部のスクリーン上に多色画像光を投射することができる。

40

【0137】

なお、例えば、赤のレーザー光ビーム1Rと青のレーザー光ビーム1Bとの間の角度は6度とする。

【0138】

図14の例は、緑用回折光学素子21Gを透過型の回折光学素子とする場合であるが、緑用回折光学素子として、ミラー37の位置に反射型の回折光学素子を配置してもよい。

【0139】

さらに、それぞれの回折光学素子の代わりに、上述したような屈折型光学素子を用いることができる。

50

【 0 1 4 0 】

(2 - 2 . 第 2 の例 : 図 1 6)

赤色光は、波長が 6 2 0 n m 程度のものが、赤としての認識度が最も高いが、現状の半導体レーザでは、波長 6 2 0 n m 程度のレーザ光が得られるものは、温度に対する安定性に欠けるなど、信頼性が劣る。そのため、例えば、赤色レーザとしては、赤としての認識度は幾分低い、信頼性が高い、波長 6 4 0 n m 程度のレーザ光が得られる半導体レーザを用いる。

【 0 1 4 1 】

そこで、2板式の液晶プロジェクタの他の例として、図 1 6 に示すように、赤色レーザを 2 個用いて、赤としての認識度を高める。

10

【 0 1 4 2 】

具体的に、図 1 6 の例では、図 1 4 の例の緑色レーザ 1 1 G の箇所に、赤色レーザ 1 1 R s および緑色レーザ 1 1 G を近接して配置する。赤色レーザ 1 1 R s は、赤色レーザ 1 1 R と同様の半導体レーザである。

【 0 1 4 3 】

赤色レーザ 1 1 R s および緑色レーザ 1 1 G の前方には、それぞれ反射型の赤用回折光学素子 2 1 R s および緑用回折光学素子 2 1 G a を配置し、これによって、赤色レーザ 1 1 R s から出射された赤のレーザ光ビーム 1 R s 、および緑色レーザ 1 1 G から出射された緑のレーザ光ビーム 1 G を、それぞれ、反射させるとともに、後述の液晶表示パネル 9 0 の表示領域の全域に渡り、かつその対応する画素に入射するように拡散成形する。

20

【 0 1 4 4 】

赤用回折光学素子 2 1 R s および緑用回折光学素子 2 1 G a によって反射し拡散成形されたレーザ光ビーム 2 R s および 2 G は、それぞれ、フィールドレンズ 3 1 R G によって平行光ビームのレーザ光ビーム 3 R s および 3 G に変換して、液晶表示パネル 9 0 に入射させる。

【 0 1 4 5 】

液晶表示パネル 9 0 は、マイクロレンズアレイを形成した入射側基板と、出射側基板との間に、赤および緑の画素を構成する液晶層を形成したもので、図 1 5 に示した液晶表示パネル 8 0 の青の画素 P b を緑の画素に置き換えたものである。

【 0 1 4 6 】

したがって、液晶表示パネル 9 0 を透過したレーザ光として、赤の画像光 5 R s および緑の画像光 5 G が得られる。

30

【 0 1 4 7 】

別の箇所の赤色レーザ 1 1 R および青色レーザ 1 1 B についての光学系は、図 1 4 の例と同じである。

【 0 1 4 8 】

そして、図 1 6 の例では、液晶表示パネル 9 0 を透過した赤の画像光 5 R s を、ダイクロイックプリズム 6 3 の反射膜 6 3 a で反射させ、液晶表示パネル 8 0 を透過した赤の画像光 5 R と合成して、投射レンズ 5 0 に入射させるとともに、液晶表示パネル 9 0 を透過した緑の画像光 5 G を、ダイクロイックプリズム 6 3 の反射膜 6 3 a で反射させて、投射レンズ 5 0 に入射させ、液晶表示パネル 8 0 を透過した青の画像光 5 B を、ダイクロイックプリズム 6 3 を透過させて、投射レンズ 5 0 に入射させる。

40

【 0 1 4 9 】

したがって、プロジェクタ外部のスクリーン上に多色画像光を投射することができるとともに、その多色画像における赤についての認識度を高めることができる。

【 0 1 5 0 】

なお、例えば、レーザ光ビーム 1 R s のレーザ光ビーム 1 G に対する角度は 1 . 5 度、レーザ光ビーム 2 R s のレーザ光ビーム 2 G に対する角度は 3 度とする。

【 0 1 5 1 】

この例でも、それぞれの回折光学素子の代わりに、上述したような屈折型光学素子を用

50

いることができる。

【 0 1 5 2 】

[3 . 第 3 の実施形態 (3 板式) : 図 1 7]

第 3 の実施形態として、赤、緑および青の 3 色につき別個の液晶表示パネル (液晶ライトバルブ) を用いる 3 板式の場合を示す。

【 0 1 5 3 】

図 1 7 に、 3 板式の液晶プロジェクタの一例を示す。

【 0 1 5 4 】

この例では、赤色レーザー 1 1 R、緑色レーザー 1 1 G および青色レーザー 1 1 B を、別の箇所配置し、赤用回折光学素子 2 1 R によって、赤色レーザー 1 1 R から出射された赤のレーザー光ビーム 1 R を、後述の液晶表示パネル 6 5 R の表示領域の全域に渡り、かつその各画素に入射するように拡散成形し、緑用回折光学素子 2 1 G によって、緑色レーザー 1 1 G から出射された緑のレーザー光ビーム 1 G を、後述の液晶表示パネル 6 5 G の表示領域の全域に渡り、かつその各画素に入射するように拡散成形し、反射型の青用回折光学素子 2 1 B a によって、青色レーザー 1 1 B から出射された青のレーザー光ビーム 1 B を、反射させるとともに、後述の液晶表示パネル 6 5 B の表示領域の全域に渡り、かつその各画素に入射するように拡散成形する。

10

【 0 1 5 5 】

赤用回折光学素子 2 1 R によって拡散成形されたレーザー光ビーム 2 R は、ミラー 3 9 で反射させ、フィールドレンズ 3 1 R によって平行光ビームのレーザー光ビーム 3 R に変換して、液晶表示パネル 6 5 R に入射させ、緑用回折光学素子 2 1 G によって拡散成形されたレーザー光ビーム 2 G は、フィールドレンズ 3 1 G によって平行光ビームのレーザー光ビーム 3 G に変換して、液晶表示パネル 6 5 G に入射させ、青用回折光学素子 2 1 B a によって反射し拡散成形されたレーザー光ビーム 2 B は、フィールドレンズ 3 1 B によって平行光ビームのレーザー光ビーム 3 B に変換して、液晶表示パネル 6 5 B に入射させる。

20

【 0 1 5 6 】

液晶表示パネル 6 5 R は赤用の、液晶表示パネル 6 5 G は緑用の、液晶表示パネル 6 5 B は青用の、それぞれ単色表示用の液晶表示装置である。

【 0 1 5 7 】

したがって、液晶表示パネル 6 5 R を透過したレーザー光として、赤の画像光 5 R が得られ、液晶表示パネル 6 5 G を透過したレーザー光として、緑の画像光 5 G が得られ、液晶表示パネル 6 5 B を透過したレーザー光として、青の画像光 5 B が得られる。

30

【 0 1 5 8 】

図 1 7 の例では、その緑の画像光 5 G を、クロスダイクロイックプリズム 6 9 を透過させて、投射レンズ 5 0 に入射させ、赤の画像光 5 R を、クロスダイクロイックプリズム 6 9 の反射膜 6 9 r で反射させて、投射レンズ 5 0 に入射させ、青の画像光 5 B を、クロスダイクロイックプリズム 6 9 の反射膜 6 9 b で反射させて、投射レンズ 5 0 に入射させる。

【 0 1 5 9 】

したがって、単板式や 2 板式の場合と同様に、プロジェクタ外部のスクリーン上に多色画像光を投射することができる。

40

【 0 1 6 0 】

なお、透過型の赤用回折光学素子 2 1 R の代わりに、ミラー 3 9 の位置に反射型の赤用回折光学素子を配置し、反射型の青用回折光学素子 2 1 B a の代わりに、青用回折光学素子 2 1 B a の位置にミラーを配置し、その手前の位置に透過型の青用回折光学素子を配置してもよい。

【 0 1 6 1 】

さらに、この例でも、それぞれの回折光学素子の代わりに、上述したような屈折型光学素子を用いることができる。

【 0 1 6 2 】

50

[4 . 第 4 の実施形態 : 2 色または 1 色の場合]

上述した各実施形態は、赤、緑および青の 3 色構成とする場合であるが、3 色中の 2 色または 1 色の構成とすることができる。

【 0 1 6 3 】

例えば、赤および青の 2 色構成の単板式の場合には、図 1 の例において、緑色レーザ 1 1 G および緑用回折光学素子 2 1 G を設けず、液晶表示パネル 4 0 を図 1 5 に示した液晶表示パネル 8 0 のように構成すればよく、赤および緑の 2 色構成の 2 板式の場合には、図 1 4 の例において、青色レーザ 1 1 B および青用回折光学素子 2 1 B を設けず、液晶表示パネル 8 0 を赤用の単色表示用の液晶表示装置とすればよい。

【 0 1 6 4 】

また、例えば、緑 1 色の構成とする場合には、図 1 の例において、赤色レーザ 1 1 R、青色レーザ 1 1 B、赤用回折光学素子 2 1 R および青用回折光学素子 2 1 B を設けず、液晶表示パネル 4 0 を緑用の単色表示用の液晶表示装置とすればよい。

【 0 1 6 5 】

[5 . 画像再生装置としての実施形態 : 図 1 8]

図 1 8 に、この発明の画像再生装置の一例を示す。

【 0 1 6 6 】

この例は、携帯電話端末 1 0 0 に、この発明の液晶プロジェクタとして、図 1 または図 6 の例のような単板式の液晶プロジェクタ 1 1 0 を内蔵したものである。

【 0 1 6 7 】

具体的に、携帯電話端末 1 0 0 は、液晶ディスプレイや有機 E L ディスプレイなどのディスプレイおよび受話用スピーカが設けられた開閉部 1 0 1 を、各種キーおよび送話用マイクロホンが設けられた基底部 1 0 2 に対して開閉できる折り畳み型のもので、例えば、その基底部 1 0 2 の、アンテナ 1 0 3 が設けられた側とは反対側の側部に、液晶プロジェクタ 1 1 0 を内蔵する。

【 0 1 6 8 】

これによれば、携帯電話通信網によって取得され、または携帯電話端末 1 0 0 に内蔵されたカメラで被写体を撮影することにより得られて、携帯電話端末 1 0 0 に内蔵された半導体メモリやハードディスク、または携帯電話端末 1 0 0 に装着されたメモリカードなどの記録媒体に記録されている画像データを、携帯電話端末 1 0 0 の内部の画像処理部で処理し、赤、緑および青の画像信号に変換して、液晶プロジェクタ 1 1 0 の液晶表示パネル 4 0 に印加することによって、携帯電話端末 1 0 0 の外部のスクリーン 2 0 0 上に多色画像光 7 を投射することができる。

【 0 1 6 9 】

スクリーン 2 0 0 としては、部屋の壁、机の天板、机の上に置かれた用紙などを利用することができる。

【 0 1 7 0 】

この発明の液晶プロジェクタは、携帯電話端末に限らず、デジタルカメラ（デジタルスチルカメラ）、ビデオカメラ、モバイルコンピュータ、ゲーム機など、内蔵または装着された記録媒体（記憶装置）に記録されている画像データを処理して、画像を再生する装置に内蔵することができる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 1 7 1 】

【 図 1 】 単板式の液晶プロジェクタの第 1 の例を示す図である。

【 図 2 】 回折光学素子の一例を示す図である。

【 図 3 】 液晶表示パネルの一例を示す図である。

【 図 4 】 画素およびマイクロレンズの配列形状の一例を示す図である。

【 図 5 】 液晶表示パネルの具体例を示す図である。

【 図 6 】 単板式の液晶プロジェクタの第 2 の例を示す図である。

【 図 7 】 屈折型光学素子の一例を示す図である。

10

20

30

40

50

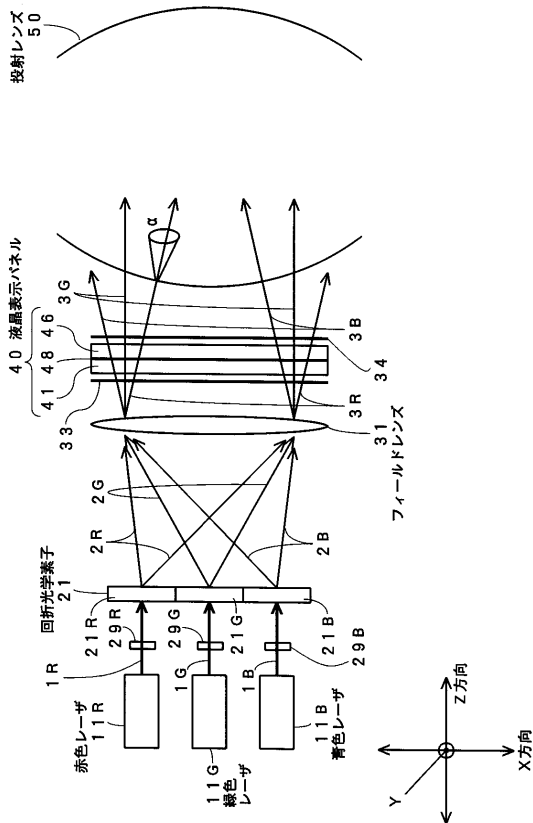
- 【図 8】光源部の一例を示す図である。
- 【図 9】光源部の一例を示す図である。
- 【図 10】各レーザの一例を示す図である。
- 【図 11】各レーザの一例を示す図である。
- 【図 12】画素配列の一例を示す図である。
- 【図 13】各レーザを一枚の基板に集積する場合の一例を示す図である。
- 【図 14】2板式の液晶プロジェクタの一例を示す図である。
- 【図 15】液晶表示パネルの一例を示す図である。
- 【図 16】2板式の液晶プロジェクタの一例を示す図である。
- 【図 17】3板式の液晶プロジェクタの一例を示す図である。

【符号の説明】

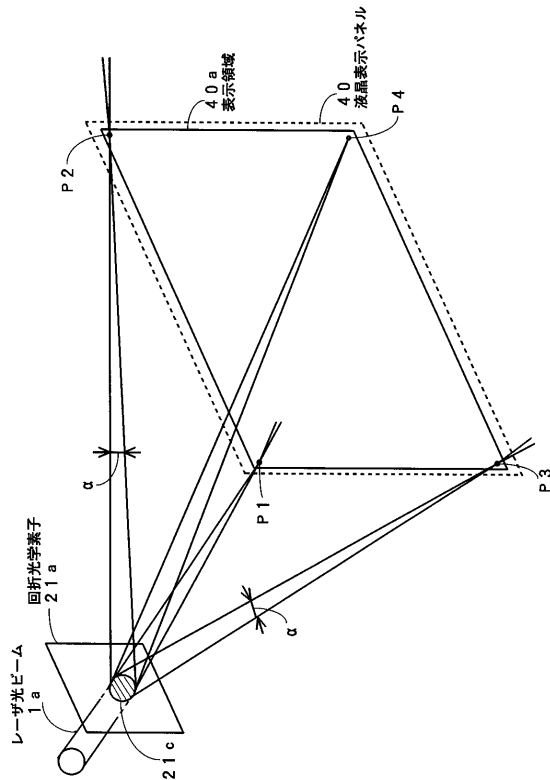
【0172】

主要部については図中に全て記述したので、ここでは省略する。

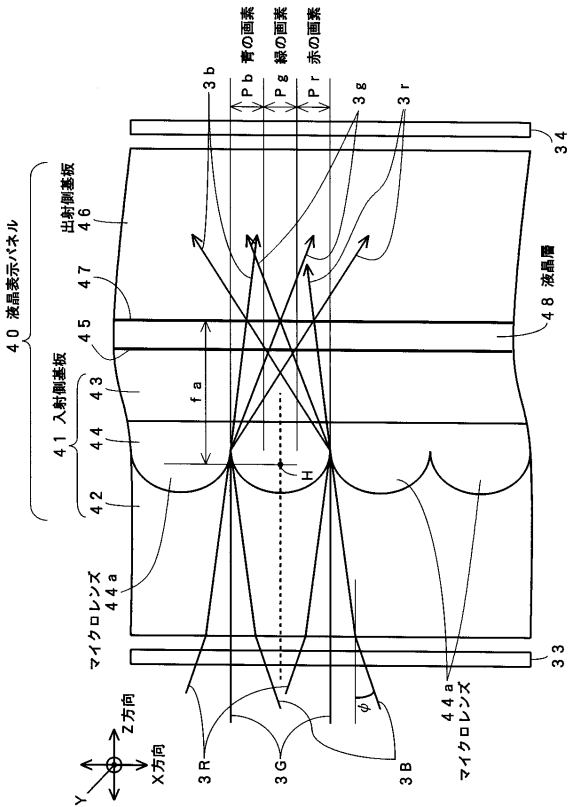
【図 1】



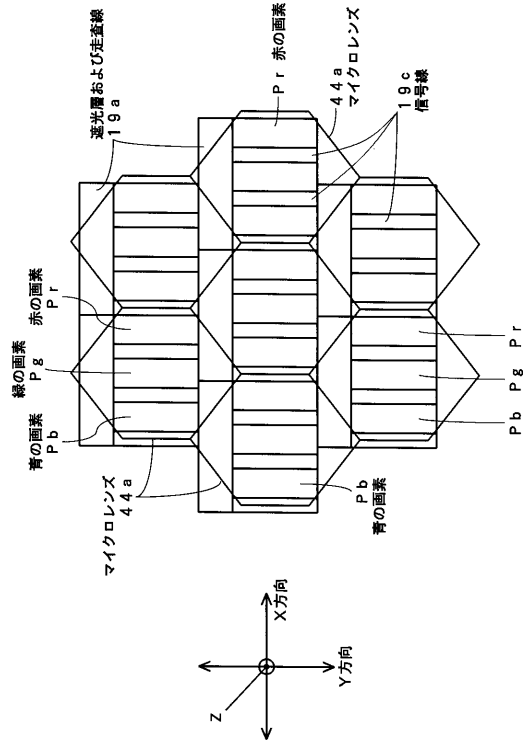
【図 2】



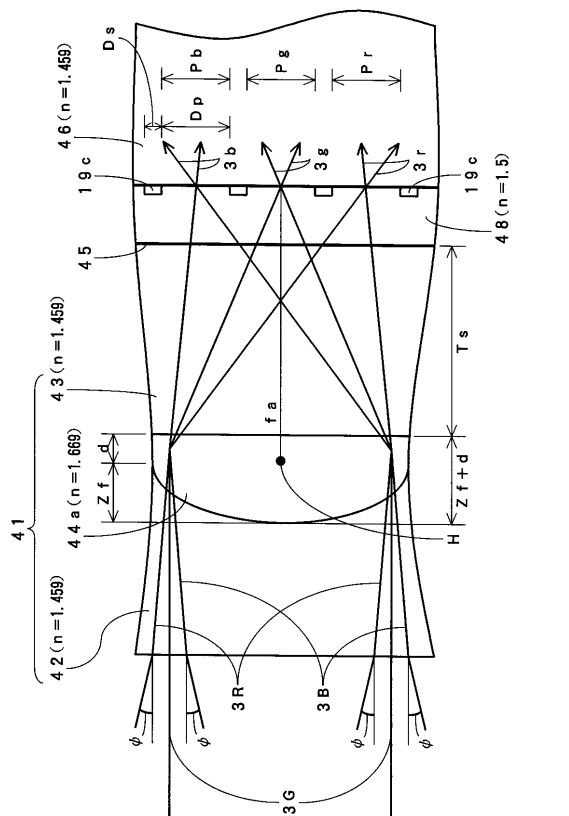
【図3】



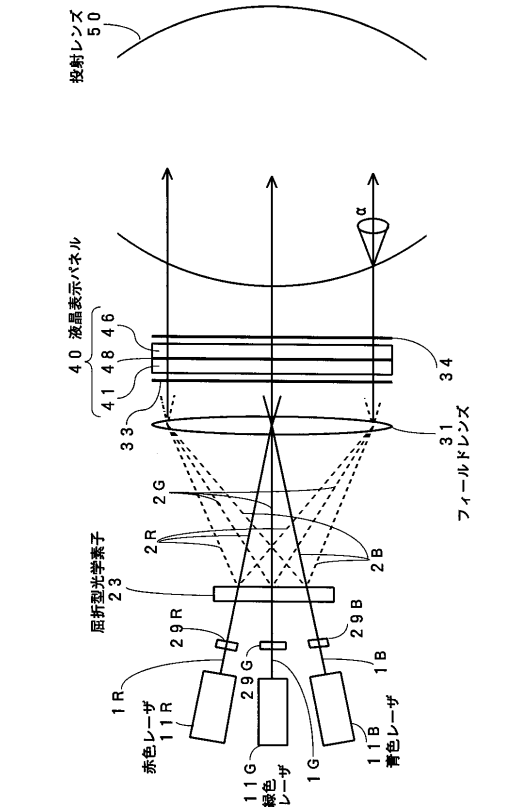
【図4】



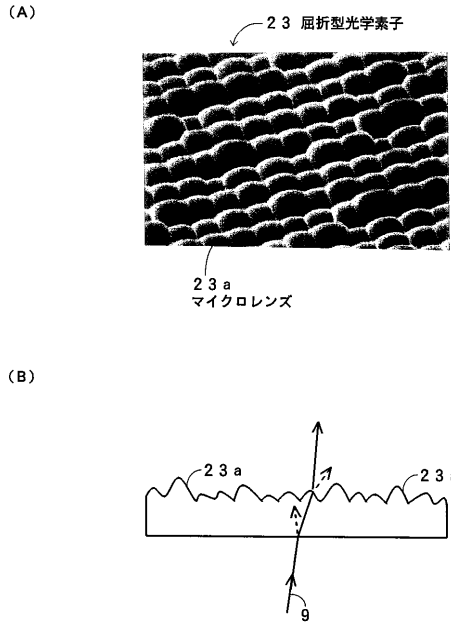
【図5】



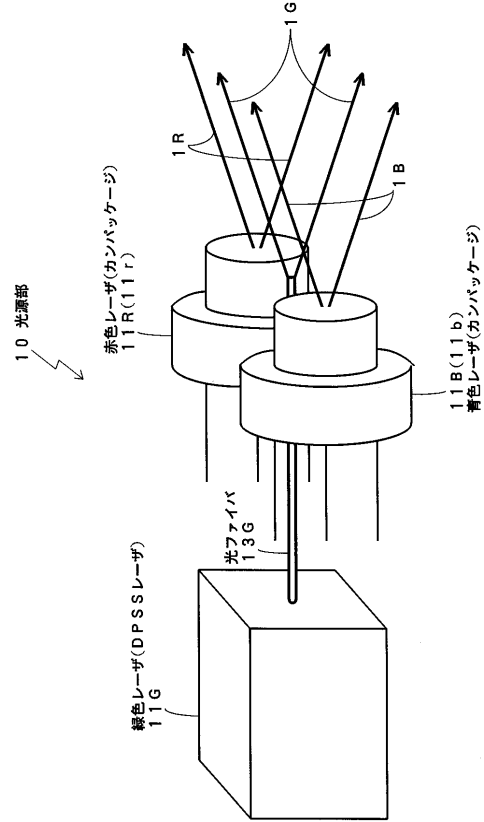
【図6】



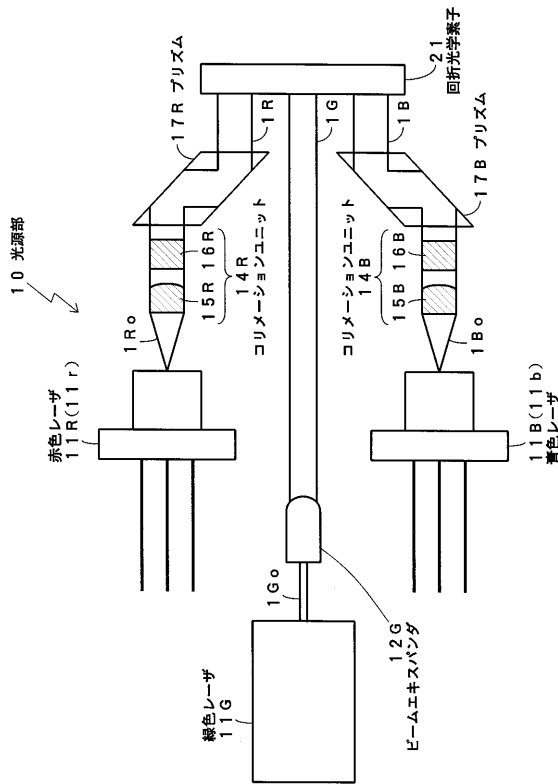
【 図 7 】



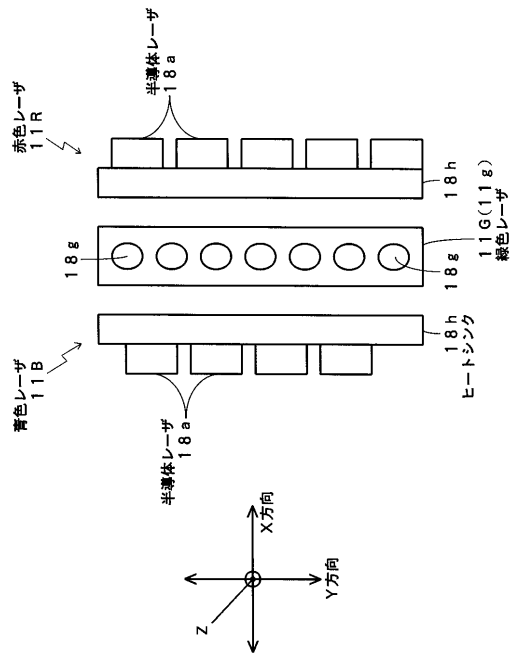
【 図 8 】



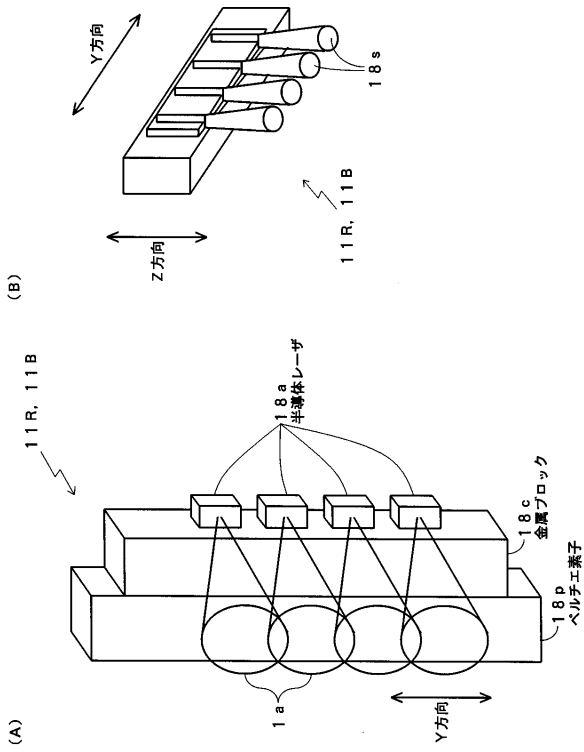
【 図 9 】



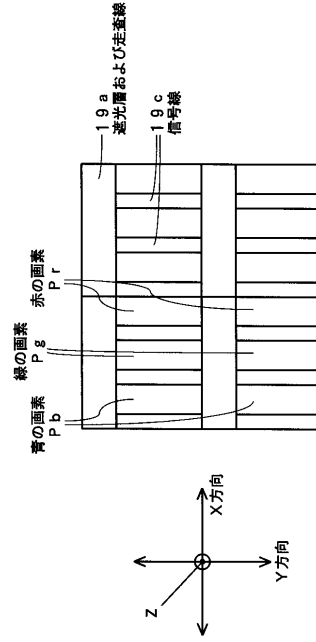
【 図 10 】



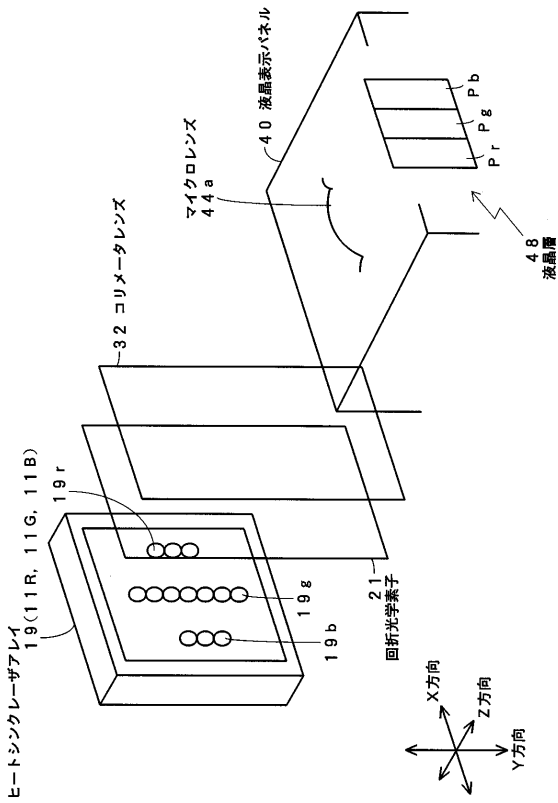
【図11】



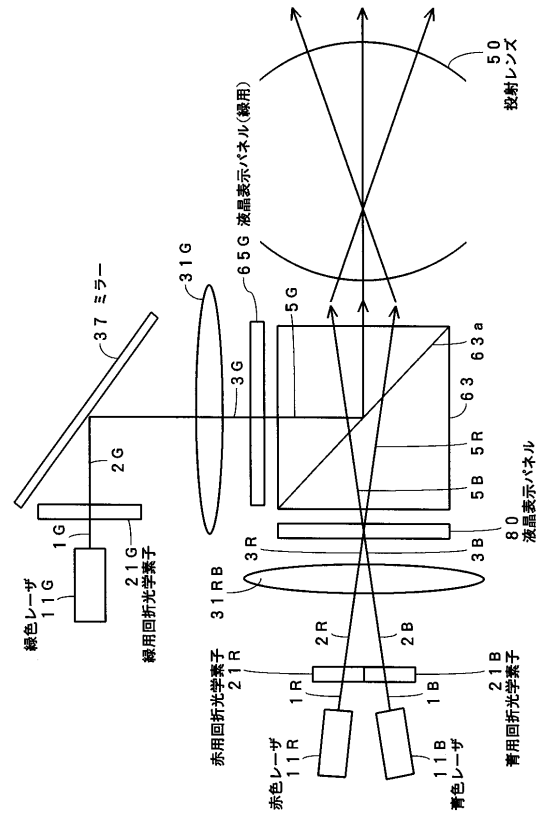
【図12】



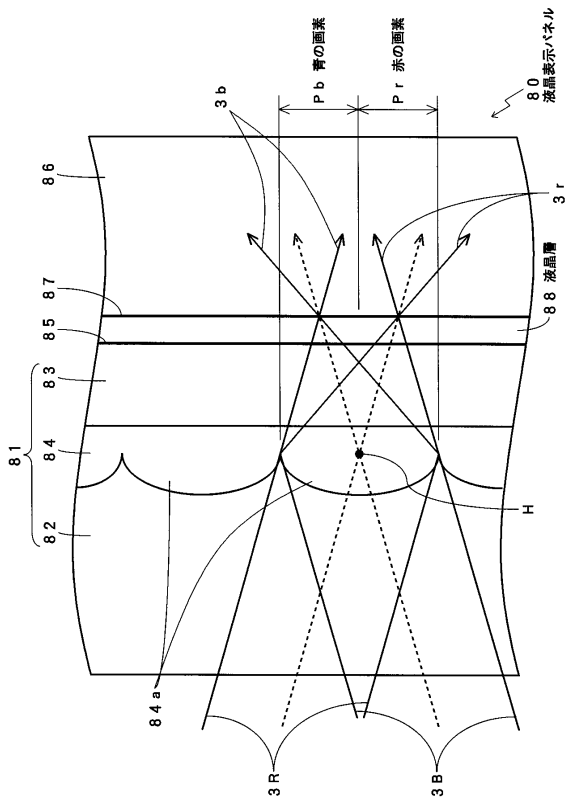
【図13】



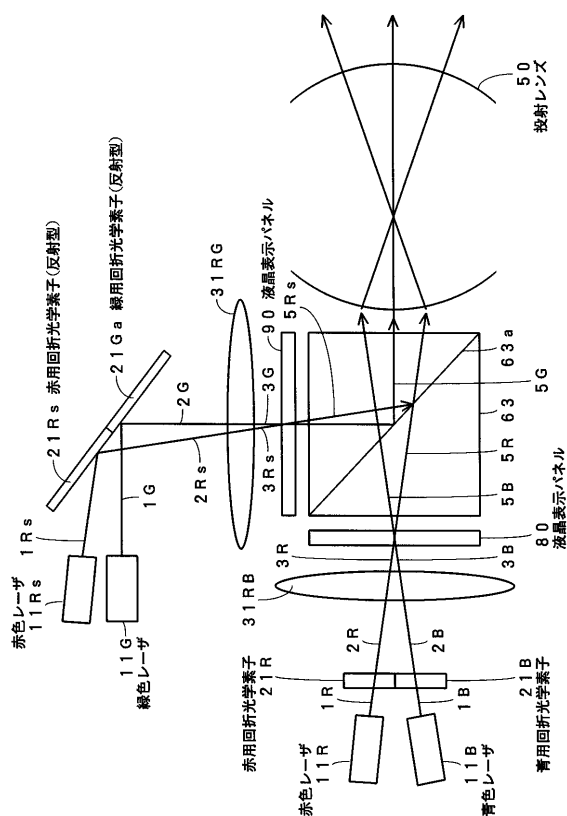
【図14】



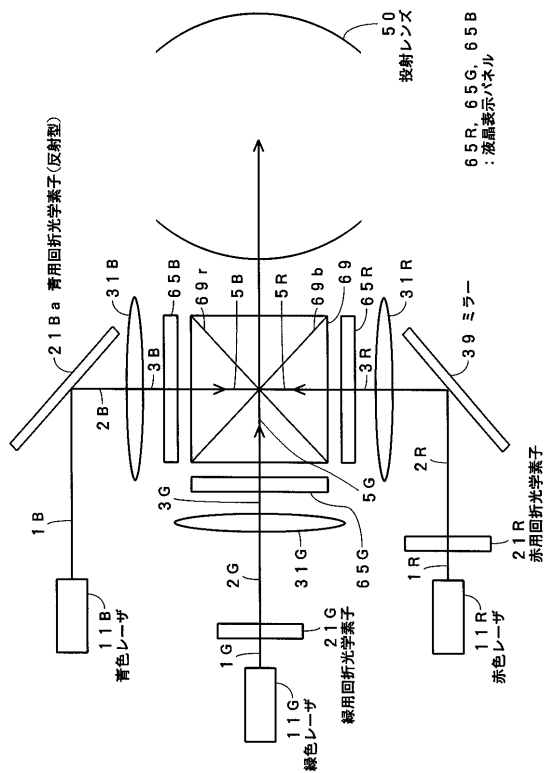
【図15】



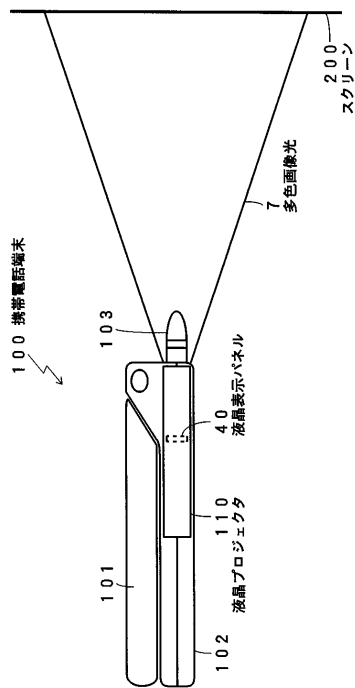
【図16】



【図17】



【図18】



フロントページの続き

(56)参考文献 特表2006-520932(JP,A)
特開平08-313845(JP,A)
特開2005-301164(JP,A)
特開2005-115179(JP,A)
特開2001-281599(JP,A)
特開2006-072220(JP,A)
特開2004-334081(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G03B 21/00 - 21/14
G02F 1/13