

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4898121号
(P4898121)

(45) 発行日 平成24年3月14日 (2012.3.14)

(24) 登録日 平成24年1月6日 (2012.1.6)

(51) Int. Cl.	F I
GO3B 21/00 (2006.01)	GO3B 21/00 D
GO2B 26/08 (2006.01)	GO2B 26/08 E
HO4N 5/74 (2006.01)	HO4N 5/74 H

請求項の数 16 (全 23 頁)

(21) 出願番号	特願2004-566237 (P2004-566237)	(73) 特許権者	504008302
(86) (22) 出願日	平成15年1月8日 (2003.1.8)		エクスプレイ エルティイーディー
(65) 公表番号	特表2006-513447 (P2006-513447A)		イスラエル国 バトヤム 59513 ハ
(43) 公表日	平成18年4月20日 (2006.4.20)		ダディ ストリート 2/2
(86) 国際出願番号	PCT/IL2003/000025	(74) 代理人	100105050
(87) 国際公開番号	W02004/064410		弁理士 鷲田 公一
(87) 国際公開日	平成16年7月29日 (2004.7.29)	(72) 発明者	シャロン イラン
審査請求日	平成18年1月5日 (2006.1.5)		イスラエル国 71908 レウト ギバ
			ト ハレボナ ストリート 1
		(72) 発明者	マナー ゴラン
			イスラエル国 63262 テル アビブ
			ベレツ-ハユト ストリート 21
		(72) 発明者	ザレブスキー ジープ
			イスラエル国 48560 ロッシュ ハ
			アイン ハジェルモン ストリート 1
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 画像投影装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

異なる波長域を有する複数の光ビームを生成する光源システムと、少なくとも一つの空間光変調器 (SLM) ユニットと、前記 SLM ユニットの画素配列アセンブリに向かって伝搬する入射光の光学経路において少なくとも一つのマイクロレンズアレーを有し、前記画素配列アセンブリ上へ前記入射光を集光し焦点を合わせる少なくとも一つのマイクロレンズアセンブリと、前記 SLM ユニットの出力側に収容された拡大光学素子とを備える画像投影装置であって：

前記光源システムは、少なくとも一つのランダム偏光光源と、n個の高度偏光光源と、を備え、前記n個の高度偏光光源は、前記n個の高度偏光光源により生成されるn個の光の光学経路内で前記n個の光からm個の(m > n)の波長域の異なる光ビームを生成する光変換手段と関連付けて設けられている、

ことを特徴とする装置。

【請求項2】

前記 SLM ユニットは、反射型であり、偏光ビームスプリッターを備える請求項1に記載の装置。

【請求項3】

前記マイクロレンズアセンブリは、前記画素配列アセンブリに向かって伝搬する前記入射光の前記光学経路において互いに離間され且つ平行な関係で収容された第1および第2のマイクロレンズアレーを有する請求項1記載の装置。

【請求項 4】

前記第 1 および第 2 のマイクロレンズアレーが、前記第 1 および第 2 のマイクロレンズアレーのレンズの焦点距離の和と等しい距離で互いから離間されている請求項 3 に記載の装置。

【請求項 5】

前記 n 個の高度偏光光源は、少なくとも一つのレーザーを有し、前記ランダム偏光光源は、少なくとも一つの発光ダイオード (LED) を有する請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の装置。

【請求項 6】

前記マイクロレンズアセンブリは、前記 SLM ユニットの前記画素配列アセンブリの両側に第 1 および第 2 の同様のマイクロレンズアレーを各々備える請求項 1 に記載の装置。

10

【請求項 7】

前記マイクロレンズアセンブリは、前記画素配列アセンブリの上流において離間され且つ平行な関係で収容された第 1 および第 2 のマイクロレンズアレーを備え、前記画素配列アセンブリのより近くに配置された前記第 2 のアレーのレンズは第 1 のレンズアレーのレンズより小さい請求項 1 に記載の装置。

【請求項 8】

前記画素配列アセンブリにより近い前記アレーのレンズは、実質的に前記画素の大きさである請求項 3 または 7 に記載の装置。

【請求項 9】

20

前記画素配列アセンブリの同じ側の前記第 1 および第 2 のマイクロレンズアレーが、前記第 1 および第 2 のレンズアレーのレンズの焦点距離の和と等しい距離で互いから離間されている請求項 7 または 8 に記載の装置。

【請求項 10】

前記光源システムは、マルチモードレーザーを備え、それによって統合スペckルパターンにおけるスペckル効果を低減させる請求項 1 ~ 9 のいずれかに記載の装置。

【請求項 11】

波長選択型ペリスコープ構造を備え、前記波長選択型ペリスコープは、前記光源システムと前記 SLM ユニットの間に収容され、所与の波長に対して透過性を与え他の波長を反射し、前記装置はカラー画像を投影することが可能な請求項 1 ~ 10 のいずれかに記載の装置。

30

【請求項 12】

前記複数の光ビームのうち対応するものの前記光学経路にそれぞれ設けられた追加 SLM ユニットの、前記 SLM ユニットの間に収容される変調光ビームの前記光学経路に収容される波長合成器と、を備え、前記装置はカラーを投影することが可能な請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載の装置。

【請求項 13】

前記光源システムは、不可視域の光ビームを放出するレーザーダイオードを備え、前記光変換手段は、前記放出された光ビームを少なくとも二つの空間的に分離された光成分に分割するためのスプリッターアセンブリ、前記少なくとも二つの光成分によってポンピングされるよう適合され前記ポンピング光成分とは異なり異なる波長を有する二つの光ビームを各々生成する少なくとも二つの結晶、および高調波発生を前記二つの光ビームに適用するよう動作することで可視域の異なる波長の二つの光出力を生成するアセンブリを備える請求項 1 ~ 11 のいずれかに記載の装置。

40

【請求項 14】

前記光源システムは、不可視域内の異なる波長の少なくとも二つの光成分を含む光ビームを放出するレーザーダイオードを備え、前記光変換手段は、前記放出された光ビームの前記少なくとも二つの光成分を空間的に分離するためのスプリッターアセンブリ、および第 2 高調波発生を前記少なくとも二つの光成分に適用するよう動作することで可視域の異なる波長の少なくとも二つの光出力を生成するアセンブリを備える請求項 1 ~ 11 のい

50

れかに記載の装置。

【請求項 15】

前記スプリッターアセンブリは、ビームスプリッターおよびミラーを備え、または光学スイッチを備える請求項 13 または 14 に記載の装置。

【請求項 16】

高調波発生を適用するよう動作する前記アセンブリは、少なくとも二つの結晶を備える請求項 13 または 14 に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、コンパクトな画像投影装置に関する。

10

【背景技術】

【0002】

マイクロディスプレイは小型のディスプレイであり、一般に対角線長で1.5インチ以下の大きさのスクリーンを備えている。マイクロディスプレイは、データプロジェクター、ヘッドマウント・ディスプレイ、およびデジタルカメラの従来のファインダーによく使用される。マイクロディスプレイは、これらの装置においてフルサイズのコンピュータ画面を見ることができるため、コンパクトなプロジェクター、手持ち式インターネット用機器のファインダーおよびネットサーフィン用やテレビ会議用の携帯電話に組み込むことができる。

20

【0003】

マイクロディスプレイの殆どは、基板材料としてのシリコンチップから成る光弁を用いる。またこのチップは、非常に小さい画素ピッチ（最小10 μ mまたはそれ以下）やディスプレイの高解像度だけでなく、非常に信頼性が高く安定した回路を可能にする標準CMOS技術において通常実装されるアドレスエレクトロニクス（少なくとも、集積ドライバー付きアクティブマトリクス）を格納する。

【0004】

当該技術分野では、反射型および透過型の光弁が知られている。反射型光弁は、表示された画像から光を反射させビューアー（viewer）のレンズまたは投影レンズに通す。透過型光弁は、LCD（液晶ディスプレイ）およびEL（electro-lumination）技術を用いたバックライト型ポータブルコンピュータの画面と同様である。一般的な反射型光弁は、反射型液晶（LCO）および傾斜マイクロミラー（DMD）に基づく。一般的な透過型光弁は、アクティブマトリクス液晶表示装置（AMLCD）に基づく。

30

【0005】

上記のように透過型のマイクロディスプレイを用いるプロジェクターは、一般には光源および空間光変調器（SLM）を含む光学経路を備え、ここでビーム形成光学素子は、偏光素子とともにそれらの間に配置されている。別の偏光素子および拡大光学素子は、一般的にSLMと投影面との間に配置される。SLMは、映像処理ドライバーに連結されて、入力信号に従って光の画像変調を生成する。

40

【0006】

マイクロディスプレイに基づいた公知のプロジェクターの設計における一般的な光学的問題には、以下のものがある。低エネルギー効率；光源の不均一な強度分布（すなわちSLM表面上でのガウス分布）および強度損失による出力画像の低輝度および不均一性；出力画像の低焦点深度。レーザーを用いたプロジェクターにおいては、光の粒状パターンが画像一面に広がる原因となるレーザー源の「スペckル」現象もまた技術的な問題と見なされている。前述の光学的問題およびハードウェア実装に直接関係する他の一般的な問題には、大きさ、重量、光学複雑性、電力消費および投影装置全体の機動性がある。

【0007】

上記の問題を一つ以上解消することに取り組んだ様々な方法および装置は、以下の文献

50

によって開示されている。

【 0 0 0 8 】

特許文献 1 は、反射型光弁を利用したコンパクトかつエネルギー効率のよい投影ディスプレイを開示している。光源の出力ビームは、少なくとも一つの空間光変調器によって受光される。変調された出力ビームは、視準され (collimated) 合成される (combined)。投影レンズは、視準され合成された出力ビームを受光し、それらを投影スクリーンに向ける。エネルギー効率は、白色光源に代わり連続ストロブ RGB 光源 (sequentially strobed RGB light source) を使用することによって達成される。

【 0 0 0 9 】

特許文献 2 は、反射複屈折の (二重屈折) 光弁から構成される高解像度投影ディスプレイ用の光学系を開示している。この液晶ディスプレイプロジェクターは、偏光ビームスプリッター、カラー画像合成プリズム、照明システム、投影レンズ、色制御およびコントラスト制御用フィルター、およびスクリーンを備える。照明システムは、ハロゲン化金属のアークランプ等の光源、光源から放出された赤外線および紫外線をフィルタリングして取り除くために光源からの光学経路に配置された紫外線および赤外線フィルター、均一な光強度を供給するための光トンネル、および照明システム出力平面を拡大し前記平面を液晶光弁上へ結像するためのリレーレンズシステム等の光源を含む。

【 0 0 1 0 】

特許文献 3 は、SLM および偏光光源システムを有する画像投影装置を開示している。この光学系は、二次曲面または平面の少なくとも一方の光学素子によって操作される偏光を用いて、折り畳みミラーシステムに作用し、二つ以上の偏光状態の入力光成分を利用して画像をスクリーン上に投影し、これによって偏光フィルタリングに起因する光学系上での強度損失を減少させる。このシステムは、SLM の個別の領域が投影スクリーンに出力されるように、実質的に直交する偏光の光成分を提供する。

【 0 0 1 1 】

特許文献 4 は、レーザー源、ビームスプリッター、焦点合わせ素子、および感光検出器を含む共焦点レーザー結像系を開示している。レーザー源は、結像しようとする対象物に対して第 1 の光学経路に沿ってレーザー光ビームを投影し、その対象物から反射された光に応じて投影レーザービームの強度を変調する。ビームスプリッターは、投影レーザービームの一部を、レーザー出力の強度をモニターする光検出器上に向ける。レーザー源は、アレーによって生成される光の焦点を対象物に合わせるためのレンズまたは対物アセンブリを備えた、電氣的走査可能なアレーであってもよい。アレーが励起されると、そのレーザービームが対象物を走査し、各点で反射された光はレンズによって戻され、光源であるアレーの素子に到達する。単一の感光検出器素子は、アレーの全てのレーザーについての強度表示信号を生成することができる。感光検出器からの強度表示信号は、処理されて対象物の画像を提供する。

【 0 0 1 2 】

特許文献 5 は、ビーム路変位 (beam path displacement) によってスペckルを抑制することができるレーザー装置および反射型液晶光弁を含むレーザープロジェクターを開示している。これは、ビームが投影されている間それを偏向することにより、疑似視準 (非交差光線) を保存しつつビームの吸収および拡散を両方とも防ぐことによって行われる。よって、後者は無限鮮鋭度のためには重要である。経路変位は、光弁をビーム走査することによって達成される。これにより、エネルギー効率、輝度、コントラスト、(レーザーモードの脈動およびアーティファクトの両方を抑制することによる) ビーム均一性および装置の段の間にビームを伝達する便利なビーム回転にいくつかの改良をももたらすことができる。偏向効果は、ガルバノミラーまたは回転振動用モーターに取り付けられたミラーによって行われる。画像は、レーザー「読み取り光線」が出力段で同期されている間、(光学的または電子的な) 光弁制御段の連続的な部分に増分的に書き込まれる。ビームは、光弁と同様ビューイングスクリーン上で移動された浅い断面へと成形され、これはマスキングに非常に少ないエネルギー損失で行われる。偏光シートよりも、ビームスプリッター

10

20

30

40

50

／アナライザキューブが好ましい。光弁によって与えられ疑似視準によって維持される空間変調は、凹凸のある投影媒体上での結像を可能にする。

【 0 0 1 3 】

特許文献 6 は、偏光光の高輝度の光源を含むコンパクトな大きさの投影システムおよび偏光投影光を変調するため位置合わせ層を有する空間光変調器を開示している。ここで高輝度偏光光源は、位置合わせ層と位置合わせされ偏光光が不要な遮光偏光子なしでそこを透過することを可能にする。光弁との適切な位置合わせとともに偏光レーザー源を使用すると、実質的に全てのレーザービームが S L M によって利用され、投影画像の形成が可能になる。

【 0 0 1 4 】

特許文献 7 は、S L M 上に当てられる高輝度の（すなわち均一な強度分布を有する）投影ビームを生成するビーム成形器と連結されたマイクロレーザーアレーを含むレーザー照射型で S L M ベースの投影システムを開示している。ビーム成形器は、バイナリー位相板、マイクロレンズアレー配置またはディフューザー配置を含み、投影ビームの形および強度プロファイルを変更する。従って光弁を照明するレーザー光は、極度に高輝度の画像を投影するための均一な強度分布を有し、実質的に光弁の画素部分に範囲が制限されている。

【特許文献 1】米国特許第 5, 9 7 1, 5 4 5 号明細書

【特許文献 2】米国特許第 5, 7 7 7, 7 8 9 号明細書

【特許文献 3】米国特許第 5, 9 7 5, 7 0 3 号明細書

【特許文献 4】米国特許第 5, 5 6 3, 7 1 0 号明細書

【特許文献 5】米国特許第 6, 1 8 3, 0 9 2 号明細書

【特許文献 6】米国特許第 5, 5 1 7, 2 6 3 号明細書

【特許文献 7】米国特許第 5, 7 0 4, 7 0 0 号明細書

【発明の開示】

【 0 0 1 5 】

当該技術分野においては、新規な小型投影装置および方法を提供することによって画像の投影を容易にするという需要がある。本発明の装置は、軽量かつ高能率であり、高比率の偏光光源を利用する。高能率の S L M は、結像すべきデータをデジタル処理して、スペckル関連の効果を大幅に減少させるとともに、投影画像をデジタル処理してその均一性を向上させることが可能である。

【 0 0 1 6 】

本発明のある広い態様によると、光源システム、空間光変調器 (S L M) ユニット、および S L M ユニットの出力側に收容された拡大光学素子を備えた画像投影装置であって、以下に挙げるもののうち少なくとも一つを特徴とする画像投影装置が提供される。

(i) 前記 S L M ユニットは反射型であり、画素配列アセンブリおよびマイクロレンズアセンブリを含む多層構造の形状をした S L M 画素配置を備え、マイクロレンズアセンブリは光源システムから S L M ユニットへの光の伝達方向に対して少なくともその上流で画素配列アセンブリの近傍に收容された少なくとも一つのマイクロレンズアレーを含み、入射光を画素配列上へ集光し焦点を合わせるよう動作する；

(i i) 前記 S L M ユニットは画素配列アセンブリおよびマイクロレンズアセンブリを含み、マイクロレンズアセンブリは、光源システムから S L M ユニットへの光の伝達方向に対して画素配列アセンブリの上流において離間され且つ平行な関係で收容された第 1 および第 2 のマイクロレンズアレーを有し、画素配列アセンブリのより近くに配置された前記第 2 のアレーのレンズは第 1 のアレーのレンズよりも小さく、小型レンズアセンブリはそれによって入射光を複数の平行光成分の形で各々複数の画素上に当たるように集光し焦点を合わせる；

(i i i) 光源システムは、 n 個の光源および n 個の光源によって生成される光の光学経路に光変換手段を備え、それにより波長域の異なる m 個 (m > n) の光ビームを生成する；

(i v) 光源システムは、マルチモードレーザーを備え、それによりマルチモードによ

10

20

30

40

50

って生成される統合スペックルパターンにおけるスペックル効果を、シングルモードと比べて減少させる；

(v) 光源システムは、少なくとも一つの高度偏光光源およびランダム偏光光源を備える。

【0017】

本発明の装置は、光の偏光を必要としないタイプのSLMを利用していてもよく、あるいは、特定偏光光 (specifically polarized light) で動作する種類のSLMを利用していてもよい。後者の場合、装置は、SLM入力光および出力光の特定偏光 (specific polarization) を提供するように設計される。これは、SLMの出力において偏光子ユニットを用いるとともに、入力偏光子または高比率の偏光光を生成する種類の光源のいずれかを 10
用いて実施することができる。入力偏光子は、光源システムまたはSLMユニットの一部であってもよい。好ましくは、反射型SLMの場合には、装置は光源システムとSLM画素配置との間に偏光ビームスプリッターを備える。

【0018】

光源システムは、入射光ビームの断面内で実質的に均一な強度分布を提供するように動作する光学配置を含んでいてもよい。この光学配置は、ビーム強度分布を変更してその断面内でビームの実質的に均一な強度分布を生成するよう動作する回折素子 (一般に「トップハット」と呼ばれる) を含む。

【0019】

好ましくは、偏光光を使用することが必要な場合、本発明の装置で使用される光源は高 20
比率の偏光ビームを生成する種類のものであり、また好ましくは断面が実質的にSLMユニットの活性表面の大きさである (従って光線整形光学素子を省くことができる) 光線を発生する種類のもの、または所望のビーム断面を提供する位ビーム成形素子を備え付けた種類のものである。

【0020】

マイクロレンズアセンブリは、画素配列アセンブリの両側に各々第1および第2の同様のマイクロレンズアレーを備えていてもよい。ここで、第1のアレーの各レンズが画素配列の対応する画素および第2のアレーの対応するレンズと関連付けられるようにし、各レンズは実質的に画素の大きさである。

【0021】

マイクロレンズアセンブリは、画素配列アセンブリの同じ側に離間され且つ平行な関係で収容された一対の第1および第2のマイクロレンズアレー、および画素配列アセンブリの反対側に一対の第1および第2のマイクロレンズアレーを備えていてもよく、画素配列アセンブリのより近くに配置された第2のレンズアレーは、第1のレンズアレーより小さいレンズを有してもよい。好ましくは (画素配列により近い方の)、第2のアレーのレンズは、実質的に画素の大きさである。

【0022】

好ましくは、本発明の装置は、以下に挙げるもののうち少なくとも一つを行うよう動作する画像処理システム (制御装置) を備える。投影画像におけるスペックル関連効果を避けるためまたは少なくとも大幅に減少させるように、投影すべき画像を示すデータをデジタル処理すること；投影画像を示すデータを処理して光強度の不均一性を修正すること；および環境条件を示すデータを分析して入射光ビームの強度および/または根色を調節すること。 40

【0023】

本発明の装置は、カラー画像を提供するよう動作してもよい。

【0024】

これは、3原色のいずれかに各々対応する3つの別個のSLMユニットを利用して実施することができ、または全ての原色に対して同じSLMユニットであるが色光成分の時変調を行うようなSLMユニットを利用して実施することができる。環境条件を示すデータの分析は、代替的にまたは付加的に入射光ビームの混色の調節を目的としてもよい。 50

【0025】

光源システムは、いくつかの異なる波長域のいくつかの光ビームを生成するよう動作してもよい。この場合、これらの光ビーム全ては、所与の波長に対して透過性を与え他の波長を反射する波長選択型ペリスコープ構造を透過し、そして共通SLMユニットを透過してもよい。あるいは、これらの入射ビームのそれぞれは、それ自体のSLMユニットを透過し、変調光ビームは波長合成器を透過する。

【0026】

異なる波長域のいくつかの光ビームは、より小さい数の光源によって生成されてもよい（少なくともそれらのうちいくつかは好ましくは高度偏光光源である）。例えば、光源システムは、レーザーダイオード、およびスプリッターアセンブリ（例えばビームスプリッター/電気光学スイッチおよびミラー）を含んでいてもよく、不可視域の光ビームを放出し、前記放出された光ビームを少なくとも二つのレーザー結晶をそれぞれポンピングする少なくとも二つの光成分に分割し、これら二つのレーザー結晶の出力に第2高調波発生または第3高調波発生を適用するよう動作する。あるいは、不可視域の異なる波長を有する少なくとも二つの光成分を有する単一の光源からレーザー光ビームを分割し、これらの光成分に別個の第2高調波発生を適用するよう動作する。それによって可視域の光ビームを生成すること。

【0027】

本発明の装置は、あらゆる従来の映像生成装置とともに使用して外部のスクリーン表面上に画像を投影することができる。装置は、二つの異なる投影角度で同じ画像を投影するために特定のシステムにおいて動作可能であってもよく、これにより二人の異なる観察者による同じ画像の観察を可能にする。また、観察者が、各自の画像を、観察者の観察領域（viewing area）を通して私的に操作できるようにする。

【0028】

本発明の技術は、本発明のいくつかのマイクロプロジェクターによって投影された画像を組みあわせることを可能にし、これによって大きな合成画像の作成を可能にし；凹面スクリーン表面上に画像を投影でき；回転ミラーを備え付けた二つのマイクロプロジェクターまたは単一のマイクロプロジェクターを用いて立体画像を作成することができる。

【0029】

さらに別の側面に係る本発明は、以下のものを含む画像投影方法を提供する：

(a) その画素配列アセンブリによって規定される空間光変調器（SLM）ユニットの活性表面の大きさに対応する所定の断面を有する少なくとも一つの入射光ビームを作成すること、および入射光を画素配列アセンブリに向けること；

(b) 投影すべき画像を示す結像信号で画素アセンブリを動作させ、これによって画素アセンブリを透過する光の変調を起こすこと；

(c) 変調光を、拡大光学素子を透過させ、投影面に投影すること；

この方法は、以下に挙げるもののうち少なくとも一つを特徴とする：

i) 画素配列アセンブリに向かって伝搬する前記入射光ビームは、複数の前記画素各々の中心へ入射光の複数の光成分を集光し焦点を合わせる少なくとも一つのマイクロレンズアレーを透過し；変調された光成分は反射して画素配列アセンブリに戻る；

ii) 画素配列アセンブリに向かって伝搬する前記入射光ビームは、離間され且つ平行な関係で収容された第1および第2のマイクロレンズアレーを透過し、ここで画素配列アセンブリのより近くに配置された前記第2のアレーのレンズは第1のアレーのレンズより小さく、入射光はそのため集光され焦点を合わせられて複数の平行光成分の形の複数の画素上に各々当たる；

iii) 波長域の異なる m 個（ $m > n$ ）の光ビームは、 n 個の光源を含む光源システムおよび n 個の光源によって生成される光の光学経路における光変換手段によって作成される；

iv) 投影画像におけるスペックル効果は、前記少なくとも一つの入射光ビームを作成するためのマルチモードレーザーを用いて低減される。

10

20

30

40

50

v) カラー画像は少なくとも一つの高度偏光光源 (highly polarized light source) およびランダム偏光光源 (randomly polarized light source) を用いて異なる波長域の入射光ビームを作成することにより投影される。

【0030】

本発明を理解するため、および本発明が実際に如何に実行されうるかを認識するため、添付図面を参照して好ましい実施形態を非限定的な実施例によって説明する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0031】

図1を参照すると、光伝搬方式の光学成分を示す本発明に係る投影装置1のブロック図が概略的に図示されている。装置1は、視準光ビーム (collimated light beam) 4を生 10
成する光源2を含む光源システムLSS; SLMユニット12; SLMユニットから出射し投影面 (またはスクリーン) 26に向かって伝搬する光の光学経路に配置された拡大光学素子22を有する。SLMユニットは、画素アセンブリ (いわゆる「ウィンドウ構造」) および小型レンズアセンブリ (後で詳述する) によって形成される反射型のSLM画素配置5を含み、ビームスプリッター13 (好ましくは偏光ビームスプリッター) を含む。好ましくは、装置1は、光ビーム4の強度分布に作用してその断面内において実質的に均一な強度分布を生成するよう動作可能である回折素子34 (「トップハット」) を含む。回折素子34は破線で図示されている。また装置1においては、画素配置によって規定される活性表面の大きさに実質的に等しくなるビーム4の断面に作用するビーム成形光学素子 (ビーム拡大器) 6が必要に応じて設けられる。なお、ビーム拡大の効果は、適切な光源、例えば、SLM上で画像変調領域を覆う6mmのビーム径を持つレーザーダイオード / DPSSレーザーモジュールを提供することによって達成することができる。 20

【0032】

なお、SLMユニットはランダム偏光光 (randomly polarized light) で動作する種類、または特定偏光光で動作する種類であってもよい。SLMユニットが特定偏光光で動作する種類のものである場合、SLM画素配置上に当たる光ビームは、特定線形偏光 (specific linear polarization) を有し、装置は、出力偏光子 (アナライザ) を備える。一般的に、入力偏光子を (SLM画素配置の上流に) 備えることおよび出力偏光子を (SLM画素配置の下流に) 備えることは、装置1で使用されるSLM画素配置の種類および光源の種類によって決まる。必要であれば、出力偏光子は、入射光ビーム4の平面と同様または90°回転した偏光の平面の好ましい方向性 (preferred orientation) を有し、そのため、SLMによって回転されている光の部分、またはSLMによって作用されていない部分を遮光する。入射光ビームの偏光に関しては、高比率の偏光光を生成する種類の光源を用いて達成されることが好ましいが、一般的に、ランダム偏光光を生成する光源を用いるとともに画素アセンブリの活性表面の入力側で別個の偏光子を用いて達成できる。この入力偏光子は、光源システムの一部またはSLMユニットの一部であってもよいし、光源とSLMユニットとの間に収容される独立した装置 (stand-alone unit) であってもよい。図1の実施例では、そのような入力 / 出力偏光手段は偏光ビームスプリッター13によって構成されていてもよい。 30

【0033】

従って、図1の実施例において、SLMは偏光光で動作する反射型のものであり、光源は、高偏光比率の光を生成し、偏光ビームスプリッター13が使用される。「高偏光比率」とは、一般に約1:50、1:100またはそれ以上の偏光光とされ、レーザーダイオードおよび例えば米国レーザーメイト社 (Lasermate Corporation USA) から市販されているGMC-532-XF5レーザーモジュールシリーズ等のDPSSレーザーモジュールを用いて達成され得る。 40

【0034】

従って、視準偏光光ビーム4は、偏光ビームスプリッター13を透過し、次にSLM画素配置5を透過し、投影される画像を示す強度変調された偏光ビーム20は、ビームスプリッターの偏光面から反射され、光学素子22によって適切に拡大されながらスクリーン 50

表面 26 へ伝搬する。当業者にとっては公知であるとおり、所与の光学経路における光源の性質およびそのコヒーレンスによって、投影画像 28 は投影装置 1 とスクリーン表面 26 との間の距離に大きなばらつきがあっても、焦点が合った状態を保つ。あるいは、光がコヒーレントではない場合、焦点は拡大レンズ 22 を光学経路に沿って動かすことによって手作業で調整することができる。

【0035】

前述のとおり、本発明の SLM 画素配置 5 は、画素アセンブリおよび小型レンズアセンブリを含む多層構造であり、ここで小型レンズアセンブリは、一つ以上の小型レンズアレーを含んでいてもよい。SLM 画素アセンブリの構成は、当該技術分野において公知であり詳しく述べる必要はないが、各々が画像の画素として働き変調ドライバー 11 によって別々に動作させられオンまたはオフ（もしくは場合によってはその間のレベル）されそこに当たる光の偏光回転を行うアクティブセル（例えば、液晶セル）の二次元アレーを備える。それによって画素の対応するグレーレベルを提供することを可能にする。セルには、制御によって偏光を変化させることなく光を透過させるものもあり、制御によってドライバー 11 からの入力信号に従って一定角度で光の偏光を回転させるものもある。

【0036】

図 2 A は、本発明での使用に適し液晶を用いた SLM（例えば、LCOS または AMLCD）等の SLM 配置の代表的な画素アセンブリ 6 を図示する。画素アセンブリ（ウィンドウ構造）6 は、概して 2 での光学不活性領域によって離間されたセル（アクティブウィンドウ）4 の二次元アレーである。一般に、AMLCD 装置において、全領域の約 40% は、アクティブウィンドウ 4（フィルファクターは約 40%）で覆われており、LCOS 装置においては、おおよそ 70~90% は、アクティブセルで覆われており、残りの領域は構造的な支持および制御信号（図示せず）のための機能を有する非活性構造 2 である。SLM 画素アセンブリに到来する光エネルギーを保存するためには、アクティブウィンドウを通して光を部分毎に集光することが必要である。

【0037】

図 2 B は、本発明に係る SLM 画素配置 5 を示す。ここで、画素アセンブリ 6 は、到来光の伝搬方向に対して画素アセンブリの少なくとも上流に収容された一つ以上の小型レンズアレー 8 を含む小型レンズアセンブリと関連付けられている。小型レンズアレー 8 は、小さいレンズ 10 の二次元アレーであり、到来光ビームを部分毎に集光するのに有用である。レンズ 10 のそれぞれは、小型レンズアレーから数ミクロン（例えば、12 - 15 ミクロン）の距離でレンズ軸周りの小さい領域に、レンズ上に当たる入力ビームの対応する光部分の焦点を合わせるよう光学的に設計される。小型レンズアレーのピッチは、到来光を集光してアクティブ画素配列のピッチに整合するよう設計される。レンズは、レンズが互いに接して（tangent）いてレンズアレー領域（フィルファクター約 100%）の殆どを満たすような正方形であってもよい。レンズは、円形であってもよい。別々の集束小ビーム（focused beamlet）に集光された光は、SLM 画素アセンブリのウィンドウを透過し、各集束小ビームはそのため制御信号に従って SLM によって変調される。レンズの光学特性およびレンズとアクティブ画素との距離は、単純な光学方法によって計算され、アクティブ画素平面上の小ビームのスポットの径が画素によって規定される開口より確実に小さくなるようにし、そのため SLM 画素配置上に当たる全ての光は、画素アセンブリのアクティブ領域を透過する。

【0038】

以下は、装置 1 の SLM 画素配置や他の反射型または透過型 SLM 画素配置での使用に適した本発明の小型レンズアセンブリのいくつかの実施例である。

【0039】

図 3 A および 3 B は、各々 AMLCD および LCOS 画素アセンブリを利用した反射型 SLM 画素配置の二つの実施例を図示し、これらの画素配置は単一の小型レンズアレー 186 によって形成される小型レンズアセンブリ 8 を利用する。図 3 A の実施例では、入力光ビーム 184 は、入力光の複数の光部分の焦点を画素アセンブリ 188 の複数の画素へ

10

20

30

40

50

合わせる小型レンズアレー 186 に向かって投影される。集束光 (focused light) は、画素アセンブリ 188 を透過しつつ、結像データに従って変調され画素アセンブリ (画素アセンブリの外表面 188' 上のコーティング) に非常に近接して配置されたミラー層 190 上に当たり、そのため画素アセンブリ領域上の蓄熱減少を可能にする。変調光は、層 190 から反射されて同じ光学経路に沿って後方へ伝搬しさらにビームスプリッター (図 1 中の 13) によってスクリーン表面へ向けられる。図 3 B の実施例において、入力光ビーム 192 は、小型レンズアレー 194 を透過し、そのため画素アセンブリ 196 の液晶画素の中心に向かって焦点を合わせられ集光され、次に (アクティブマトリックス 200 に接続された) A1 ミラー電極 198 によって反射されて入力光 192 とは反対の偏光で SLM 画素配置から出力される。図 4 A は、画素アセンブリの両側で二つの小型レンズアレー 20 および 26 を各々含む小型レンズアセンブリ 8 を利用した SLM 画素配列の別の実施例を図示する。SLM 画素配列は、多層構造であり、ITO コーティング 22 を有する液晶セルアレー 24 と、ITO 22 および LC セルアレー 24 各々の外表面上の小型レンズアレー 20 および 26 と、小型レンズアレー 20 および 26 各々に取り付けられたポリマー層 18 および 28 と、ポリマー層 28 に接続された反射層 30 と、を含む。偏光入力光ビーム 12 は、偏光ビームスプリッター 14 上に当たり、方向付けられて (本実施例では、ビームスプリッターの偏光面から反射される) マイクロレンズアレー 20 によって非活性マトリックス領域に拡散するあらゆる不要な光を防ぐ液晶セルアレー 24 上に (ITO 層 22 を介して) 適切に集光され焦点を合わせられる光ビーム 16 を形成する。少なくとも一つの小型レンズアセンブリを備えた SLM 配置は、プレス加工および熱/ホット

10

20

【0040】

図 4 B にさらに詳細に示すとおり、偏光光ビーム 16 は、ポリマー 18 およびレンズアレー 20 を透過し、全ての画素に対して相対的に液晶 24 における画素配置領域の中心に焦点を合わせられ、それによりフィルファクターおよび全体の効率が向上する。LC 層 24 を透過する光は、第 2 のレンズアレー 26 によって作用され、ミラー層 30 によって反射される平行ビーム (parallel beam) 34 を形成し、全長にわたって戻り SLM ユニットから出力される。なお、反射型 LCD によく使用されるミラー層は、ポリマー 28 の外表面上のコーティングによって代替することができ、従って光学効率を改良する。レンズアレー 26 は、レンズアレー 20 に非常に類似しており、そのためアクティブ画素を透過する小ビーム上で逆の光学動作を起こすレンズアレー 20 の光学効果を反射する。第 2 のレンズアレー 26 は、個々の小ビームを発散して空間的に変調されたビームを作り出す。

30

【0041】

図 5 A は、画素アセンブリの同じ側で離間された関係で収容するための二つの小型レンズアレー 44 および 46 によって形成された本発明の小型レンズアセンブリを利用した SLM 画素配置のさらに別の実施例を図示する。本実施例では、画素アセンブリは LCOS 反射型 SLM である。図に示すとおり、偏光光ビーム 36 は、SLM ユニットに入り、偏光ビームスプリッター 38 によって SLM 画素配置に向けられる。後者は、ポリマー層 42、小型レンズアレー層 44 および 46、ポリマー層 48、ITO 層 50、液晶セル層 52、およびアクティブマトリックス 56 に接続された A1 ミラー電極層 54 を含む多層構造である。小型レンズ 46 および 44 は単一の材料層の両側に作ることができる。図 5 B にさらに詳細に示すように、ビーム 40 は、第 1 のレンズアレー 44 上に (ポリマー 42 を通して) 当たり、さらに集光され光部分の焦点を LC 画素上に合わせる第 2 のレンズアレー 46 に向かって各々集光され、生じる平行ビームは LC 層 52 を透過し、層 54 によって反射されてビームスプリッターに向かって戻る変調ビーム 60 となる。第 1 のレンズアレー 44 は、レンズアレー 46 より大きなレンズを含み、そのため比較的大きなビームの焦点を小さい画素に合わせて、これにより光が非活性領域上で分散することを確実に防いでいる。レンズの寸法およびレンズ 44 とレンズ 46 との間の空間は、第 1 および第 2 のマイクロレンズアレーの焦点距離が実質的に一致するように、光源ビームの直径、画素数および SLM 画素アセンブリのピッチによって規定される。出力ビーム 58 (図 5 A)

40

50

は、入力ビーム40とは逆の偏光を有する。なお、偏光光源を使用することが好ましい(投影装置における偏光子の数を減らすため)が、装置はあらゆるタイプのランダム偏光光源を用いて動作するよう構成されていてもよい。

【0042】

LCセルアレーに最も近い第2のレンズアレー46におけるレンズは、ほぼ画素の大きさ(一般に12~15ミクロン)であり、第1のレンズアレー44の視点からの画素配置として働き、光の焦点を第2のアレーの対応するレンズの焦点に合わせる第1のレンズアレーのレンズは、その後、ビームを平行に全ての画素を通して伝達する。画素配列アセンブリでは、各二つの隣接する画素の間に小さな間隙が存在する。投影装置が大きな投影スクリーン(例えば100×150インチ)を開く場合、これらの間隙は、実際に画素を大きくする第2のレンズアレーを用いて縮小することができる。これにより、アレーの構造がより縮小され、それによって、大きな投影面上で見ても、統一され且つグリッドの目立たない像を得ることができる。

【0043】

ここで、第1の小型レンズアレー層711のレンズ710および第2の小型レンズアレー層722(すなわち画素配列に最も近い層)の対応するレンズ720をより詳細に示す図5Cを参照する。レンズ710の幅 d_1 およびレンズ720の幅 d_2 は、レンズ710の後側焦点 f_1 およびレンズ720の前側焦点 f_2 が実質的に一致するよう、とりわけ光源ビームの径、画素数およびSLM画素アセンブリのピッチによって規定される。レンズ710が層711内で互いに隣接して配置されているため、層711上に当たる実質的に全ての光エネルギーは第1のレンズアレー710によって集められる。集められた光は、レンズ710のそれぞれによって集光され焦点を合わせられ、その後第2のレンズアレー722によって処理されて平行光成分の形でSLM画素アセンブリ733(ここから画素730が示される)の活性表面上に向けられる。反対方向には、必要であれば(例えば、反射型SLMの場合)、逆の効果が達成される。

【0044】

ここで、図5A-5Bの小型レンズアセンブリが透過型のSLM画素配置において使用され得る方法を示す図6を参照する。ここで、二つの小型レンズアレー148および146は、LCセルアレー142の片側に收容され、二つの小型レンズアレー136および138は、LCセルアレー142の反対側に收容される。小型レンズ136および138は単一の層の両側に作ることができる。従ってSLM画素配置は、小型レンズアレー層148の上のポリマー層150、小型レンズアレー層146とLCセル142との間のポリマー層144、小型レンズアレー層138とLCセル142との間のポリマー層140、および小型レンズアレー層136の上の対向外側のポリマー層134によって形成される多層構造である。これにより、光が平行に全ての画素を透過することおよびグリッド上での光損失を避けることが可能になり、従って画素自体全体を覆い蓄熱を減少させる。なお、SLM画素配置の多層構造にポリマー層を使用することは任意である。本発明のレンズアレーアセンブリに関しては、反射型/透過型のLCDを有するあらゆる種類のLCOに、あらゆる色の合成方式(3パネルLCDおよび色フィルター付き単一パネルカラーLCDを含む)で使用することができる。レンズアレーは、当該技術分野で公知の他の技術だけでなく特種なプレス加工/ホットエンボス技術を用いて製造でき、同じ基板上へのレンズアレーの作成を含むあらゆる種類の公知の取り付け材料を、使用することができる。

【0045】

図5Cに戻ると、例えば、240×320画素マトリックスを有する透過型のSLM画素配列モデルCyber Display Mono 320(米国コピン社(Kopin Inc)から市販されている)および6ミリメートルの径を有する光源に対しては、 d_1 は約24ミクロン、 d_2 は約15ミクロン、 f_1 は約24ミクロン、 f_2 は約15ミクロンでもよい。

【0046】

図7は、本発明の別の実施形態による画像投影装置3を図示する。同じ参照番号が装置1(図1)および3における共通の構成要素を識別するのに使用されている。装置3は、

10

20

30

40

50

この特定の実施例においてはその構造部分として変調ドライバー 11 およびプロセッサ 330 を含む制御装置 CU (一般にコンピュータ装置) を付加的に備えるという点において装置 1 と相違する。従って制御装置 CU は、ドライバー 11 およびプロセッサ 330 を備え、また画像記録装置 332 および環境センサー 334 と関連付けられている。SLM 画素配置に制御信号 (変調信号) を生成するドライバー 11 は、投影すべき画像を示す信号 (「画像信号」) によって動作することができる。画像信号は、投影装置の制御装置の一部であってもよくそうでなくてもよい適切なシグナリングユーティリティ (ここでは図示せず) によって生成され、また一般に投影すべきデータが生成される外部コンピュータ装置 (PC、電話装置、PDA 等) の一部であってもよい。図 7 のこの特定の実施例においては、画像信号は、プロセッサ 330 を介してドライバー 11 に供給されるが、
10 画像信号はドライバー 11 に直接供給され得ることを理解されたい。画像記録装置 332 は、ビデオカメラ等の撮像デバイスであり、方向付けられ、投影画像 28 を示すデータを生成するよう動作可能である。環境センサーは、必要な強度および/または、投影光 (projecting light) の混色を規定する種類の環境条件を検出する一つ以上の感知ユニット、例えば、スクリーン表面 26 近傍で周辺光の強度を検出可能であり対応するデータを生成することができる光強度センサー (光検出器または CCD RGB / 温度単画素センサー等) を含んでいてもよい。

【0047】

プロセッサ 330 は、とりわけコントローラ CL と、コントローラから入力される画像信号、画像記録装置から入力されるデータ、およびセンサー装置から入力されるデータを各々処理するための 3 つのユーティリティ部 (適切なソフトウェアおよび/またはハードウェア) U_1 、 U_2 および U_3 と、を含む。ユーティリティ U_1 は、投影画像におけるスペックル効果を減少させるために画素配置上で (ドライバー 11 を介して) デジタル画像のジッタリングおよび減衰 (グレーレベルの変化) を行うよう SLM 画素配置に従って画像信号を分析するようプログラムされている。ユーティリティ U_2 は、投影画像 28 を示すデータを分析し画像信号のデジタル処理を行ってそれにより投影画像内の光強度 (輝度) の不均一性を補償するようプログラムされている。ユーティリティ U_3 は、環境条件を示すデータを分析しレーザー源 2 を変調し、それに応じて強度または混色のいずれかもしくは両方を調節するようプログラムされている。従って、画像信号をデジタル処理することだけでなく制御装置および関連したセンサー装置 (例えば、カメラ、
20 RGB / 温度センサー) を備えることは、投影画像の品質および投影装置のエネルギー効率を向上させる。

【0048】

ターゲット (スクリーン表面) 上の光変調画像のデジタル補償は、以下のものから成る。光変調画像は、光強度過剰スポットを有する不均一領域を含む。特定領域内で光強度を減少させるよう設計されたデジタルマスクは、光変調画像に適用され、ターゲット上で均一な輝度強度の最終出力画像が得られる。デジタルマスクの基本的な較正手順は、以下のものから成る。プロセッサ 330 (コントローラ CL) がパターン画像信号 (映像生成装置 (PC、VCR 等) によって外的にまたはコントローラ CL 内で内的に生成される) を受信し、パターン画像を示す制御信号を生成する。このパターン画像信号は、プロセッサからドライバー 11 へ送信されそれに応じて SLM 画素配置を動作させ、元の輝度不均一性を有する画像の投影を可能にする。投影画像の光の分散は、スクリーン表面上に投影される。デジタルカメラ 332、または他のいかなる種類の光学記録装置であっても、投影画像を走査する。記録画像を示すカメラ 332 のデジタル出力データは、このデータを分析しコントローラ CL とともに動作するユーティリティ U_2 によって受信される。ユーティリティ U_2 は、記録画像を示すデータを (元の入力信号に従って作成された) 生成画像と比較する。画像が同一である場合、較正結果が最終的なデジタルマスクの形で生成される。信号が類似性に欠けると判断された場合、更新画像がそれに応じて生成され、最終的なデジタルマスクが得られる。コントローラ CL は次に較正結果 (デジタルマスクの状態) をドライバー 11 に保存して正しい輝度レベルのパラメータで投影装
30 40 50

置を更新する。なお、ユーティリティーU₂はプロセッサの一部でなくてもよいが、画像記録装置332およびプロセッサ330に接続可能な独立した画像処理装置であってもよい。

【0049】

投影されたスクリーンに現れるスペックル効果の低減は、以下のものから成る。元の投影された画像が、粒状性の画像として現れる、いわゆる「スペックル効果」が起こる。この効果は、スクリーン表面が完全に平滑でない場合にコヒーレンスの高い照明のもとで見られる。この問題を解消するために、またシフトされた投影画像にそれが現れるとき、元の画像にジッターを起こし、1画素の最大変位だけグレーレベルの減衰を行う。人間の目ではこの効果に気が付かないほどの速度で全ての画素にジッターを起こし、減衰する。例えば、この動きによって照明のコヒーレンスが少なくとも部分的に破壊されるように元の画素にジッターを起こして新しい位置にずらし、スペックルが投影処理の間に「洗い落とされ」、これによってきれいな(スペックルのない)画像を生成する。従って、元の画像(すなわち、投影すべき画像)は、SLMのドライバー11から、または場合によってはコントローラーCLから取り込まれるが、ユーティリティーU₁によって処理される。この処理では、この画像のサイズを変更してジッターリング目的で使用されているアクティブ画素領域を解放し、これによりSLM画素配置のコーナーおよびパネルにより多くの余分な領域を残すようにしてもよい。そのように生成されたサイズ変更された画像を示すデータはドライバー11へ送信される。そこで画像は使用されていない領域または消耗領域として定義された画素領域に入るよう一つ以上の画像画素をシフトさせることによって、2本の垂直軸に沿った平面において移動され、変調されてグレーレベルを変化させる。これによって、SLM表面上での画像の移動が高頻度の動きで与えられ、動きが観察者にとって気づかない程度のものであることを確実にし、同時にSLM表面上の画像が2本の軸に沿って繰り返し移動することを確実にし、結果として観察者にとってスペックル現象の低減をもたらす。なお、動きの頻度、シフト画素数、ならびに2本の軸のいずれかまたは両方に沿った移動およびグレーレベルの減衰のステップのようなパラメータは、異なる所与の状態における異なる結果に対する所与のアルゴリズムによって制御される。

【0050】

ここで、本発明の装置での使用に適したカラー画像の投影の実施例を概略的に図示する図8Aおよび8Bを参照する。

【0051】

図8Aは、偏光光源および上記の実施例のいずれかの反射型SLMを使用した反射型投影システムの構成を概略的に図示する。いわゆるミックス光源(mixed source)を使用することができる。偏光された種類のものもあれば、ランダムに偏光されたものもある。例えば、赤色および緑色の光源62および64が偏光光源で、青色の光源66が非偏光光源である。全ての光源が混合され、カラフルな投影画像を形成する。従って、赤色光源62、緑色光源64および青色光源66は、偏光される/または部分的に偏光される。これは、それらのうちいくつかは偏光され、残りは偏光されずにペリスコープ68に向けられることを意味する。ペリスコープ68は、薄膜ミラー70を含み、それにより所与の波長に対する透過性を与え他の波長を反射するため、同じ出力座標に全ての三つの光源を方向付けることを可能にする。ペリスコープ68から送られている光は、回折素子72(トップハット)を透過する。回折素子72を備えるかどうかは任意であり、光のガウス形を均一な強度の均一な光に変換することを目的としている。そして、そのように処理された光は、偏光ビームスプリッター76に向かってビームスプリッターの入射領域全体を覆うように、所望の大きさの光線の焦点を合わせる集束レンズ74を透過する。偏光ビームは、ビームスプリッター76(特定偏光の光が偏光面から反射される)によって第1のレンズアレー78の方向に向けられ、次に第2のレンズアレー80(画素の大きさに集光しようとする)によって焦点を合わせられ集光され、LC画素アセンブリ82に向かって平行の形で送られる。従って、光ビームは全てのアクティブ画素を相対的に透過し、その後、変調されバックミラーコーティング(図示せず)から反射されて、ビームスプリッター76に

戻る。戻された光は入力光とは反対の偏光を与えられるので、この戻された光は、ビームスプリッターの偏光面を透過し、その後拡大され結像レンズ84によって前方へ投影される。なお、偏光光源を使用することが好ましい(偏光子の数を減らすため)が、必須ではなく、変調器およびシステムはどんな種類の非偏光光とともに使用することができる。

【0052】

図8Bは、偏光光源および上記の反射型SLMを使用した反射型投影システム構成の別の実施例を図示する。偏光赤色光ビーム86は、回折素子88(備えるかどうかは任意である)に向けられ、光ビームの焦点を偏光ビームスプリッター92上に合わせる集束レンズ90に向かって続く。後者は、SLM画素配置に向かって偏光ビームを回転させ、SLM画素配置では、ビームは、第1のレンズアレー94を透過し、さらに第2のレンズアレー96(画素の大きさに集光される)によって焦点を合わせられ集光され、LC画素アセンブリ98に向かって平行に送られ、その後変調されバックミラーコーティングから反射されビームスプリッター92に向かって戻される。ビームスプリッター92は、反対の偏光(入力光の偏光と比較して)の戻された光を色合成キューブ100に向けて送り、色合成キューブ100は変調光を結像レンズ102に出力する。

【0053】

青色光源からの偏光光104は、トップハット106、集束レンズ108、偏光ビームスプリッター110、SLM画素配置(すなわち、第1のレンズアレー112、第2のレンズアレー114、およびLC116)を透過し、ビームスプリッター110、および色合成キューブ100を透過して戻りながら、同様の光学処理を施される。同様に、緑色光源によって生成される光118は、集束レンズ122(例えば、トップハット素子120を通して)に向かって伝搬し、次にa偏光ビームスプリッター124によってSLM画素配置に適切に向けられて第1のレンズアレー126、第2のレンズアレー128、およびLC130を透過し、反射されてビームスプリッター124に戻される。ビームスプリッター124は、戻された光を色合成キューブ100に送る。キューブ100は、全ての三つのカラー変調画像を組み合わせ、合成カラー画像を結像レンズ102へ送り、これによって適切に拡大されスクリーン上に投影される。

【0054】

発明者は、マルチモードレーザーを光源として利用することでスペckルの発生等の好ましくない効果も低減できることを発見した。この概念は、以下のものから成る。各モードは、独立したスペckルパターンを生成する。これらの独立したスペckルパターンは、統合スペckルパターンが各別個のモードと比較してスペckル効果が小さくなるよう重ね合わせられる。結果としてよりきれいな投影像が得られる。

【0055】

スペckル効果は、時間シーケンスカラーアプローチを用いて低減することもできる。これは、単一の共通SLM(例えば図8Aに示すとおり)、およびレーザー活動の連続パルスモードの性質を用いて実施することができる。各レーザーは、デューティサイクル33%未満で1秒に180回パルスを発生する。各パルスは、独立したスペckルパターンを有する。これらのパターンは、人間の目の30Hz感受性よりずっと速いため、人間の目によって時間的に統合され平均されるので、気が付く程度のスペckルをさらに低減できる。三つのSLMによる手法においては、レーザーパルスは同様の方法で使用されてもよいが、レーザーを連続して活性化させる代わりに、並行して活性化させることでも同様の効果を発揮する。

【0056】

図9Aおよび9Bは、混合型2光源3色構成を利用した装置の二つの実施例をそれぞれ示す。この概念は、カラフルな画像を生成するのに必要な色数より少ない光源を用いることから成る。これは、不可視域で発光するレーザーダイオードを用いてビームをいくつかの光成分に分割していくつかの結晶をそれぞれポンピングして実施することができ、それによって二つ以上の可視波長、すなわち二つ以上の色を生成することができる。例えば、二つの光源は、3色(二つの高度偏光光ビーム、および一つのランダム偏光光ビーム)を

10

20

30

40

50

出力するのに使用することができ、それによって、マイクロプロジェクター装置の最適化の向上を可能にし、また少なくとも二つの出力色に対してより高偏光比率に達することを可能にし、従って投影画像の品質および効率が向上する。

【 0 0 5 7 】

図 9 A に示すとおり、808 nm レーザーダイオードによって生成される光ビームは、ビームスプリッター B S を透過する。ビームスプリッターは、このビームを、カラフルな画像を生成するために必要に応じて正確に各色（緑色、青色）の光学出力ビームが設定されるように設定された適切なパワー比率の二つの光部分に分割する。あるいは、回転光学スイッチによって光線を二つの光学経路の間で切り替えることができる。分割された光線の部分は、それらのうち一つの位相整合が 914 nm の光を出力するよう設定されるとともに、それらのうちもう一方の位相整合が 1064 nm の光を出力するよう設定されるように構成された 2 個のレーザー結晶（例えば、Nd - Y v o 4）に向かって伝搬する。914 nm ビームは、ダブラー（第 2 高調波発生、S H G を行う）、例えば B B O 結晶（硼酸バリウム / 硼酸バリウム単軸結晶）等に向けられ、その結果可視波長の 457 nm（青色）出力ビームが生成される。一方、1064 nm ビームは、第 2 のダブラー、例えば、K T P 結晶（リン酸チタニルカリウム 2 軸結晶）に向けられ、そのため可視波長域の 532 nm（緑色）出力ビームが生成される。

10

【 0 0 5 8 】

ビームスプリッター B S を利用する場合、高度偏光ビーム（青色 / 緑色）は、シャッターとして動作する二つの単画素 S L M（各色にひとつずつ）各々に向けられる。ビームは、次に二つのトップハット回折素子各々に向けられて、ビームのガウス形を統一分散（unified dispersion）に伝達し、その後ペリスコープに向かって出力される。

20

【 0 0 5 9 】

システムで使用される第 2 の光源は、赤色放射線、625 - 630 nm を放出する L E D である。また赤色光ビームは、ペリスコープに（コリメーティングレンズ、トップハット回折素子、および偏光子を介して）向けられる。

【 0 0 6 0 】

従って、赤色、青色および緑色の光ビームはペリスコープを透過し、その後共通の S L M 画素配置を透過する。S L M 画素配置は、本実施例では透過型である（反射型であってもよい）。好ましくは、S L M 画素配置は上述のように構成される。すなわち、それは、少なくとも一つの小型レンズアレイによって形成される小型レンズアセンブリを備えるが、一般的に、本発明の混色の概念は他のあらゆる公知の S L M 配置とともに使用できるという利点がある。

30

【 0 0 6 1 】

動作においては、L E D は、C W または準 C W / パルスモードでレーザーダイオードソースが動作している間、適切に切り替えられる。905 として示される単画素 S L M は、青色および緑色の出力の光通路を切り替えることによってスイッチとして働き、そのため L E D と共に、色連続動作（color sequence operation）を可能にする。スイッチがビームスプリッターの代わりに使用される場合、シャッター 905 は必要ではない。

【 0 0 6 2 】

図 9 B は、若干異なる構成を示す。この構成では、ビームスプリッターアセンブリ（またはスイッチ）は、レーザー結晶（Nd Y v o 4）の下流に配置されており、従って単一のレーザー結晶を波長が 914 nm および 1064 nm（1342 nm 成分とともに）の光成分で形成されるレーザー光線の生成に利用できる。スプリッターアセンブリ B S は、このレーザービームを二つの光ビームに分割し、またミラーとともに、それらを二つのダブラー各々に向け、各ダブラーは 3 波長成分を受光する。B B O ダブラーは 914 nm 成分に対してのみ感受性があり、K T P ダブラーは 1064 nm 成分に対して感受性がある。スイッチがビームスプリッターの代わりに使用される場合、単画素 S L M（シャッター）905 は必要ではない。

40

【 0 0 6 3 】

50

なお、効率を向上させ電力消費を抑えるためにシステムを最適化し光学ソースの数を減らすという概念は、異なる方法で実施することができる。例えば、赤色および緑色の光ビームは、レーザーダイオードによって生成されるが、青色の光ビームは、H B - L E Dによって生成される、または全ての色は単一のレーザーダイオードから生成される。

【 0 0 6 4 】

また、二つ以上のタイプが適合するので、同じまたは同様の出力波長の出力を同じ構成によって実現するために、異なるタイプの結晶を使用することができる。結晶の異なるセット間の主な相違は、システムに対して設定された変更形態(modification)、例えば、大きさ、位相整合、それらの変換効率、および価格等であろう。異なる不可視域L Dは、異なる波長および整合結晶で使用して、同じ構成内で必要な可視色に達することができる。

10

【 0 0 6 5 】

本発明の投影装置は、P C、電話装置、P D A等のコンピュータ装置に接続可能および/またはコンピュータ装置の一部分を形成する種々の用途に使用することができる。例えば、本発明のマイクロプロジェクター装置は、ラップトップ機の両方向半透明スクリーンに使用することができ、スクリーンの両側での画像の内容を見ることを可能にする。この目的で、この投影装置は、ラップトップの対応するユーティリティーに接続されて結像信号を受信し、スクリーンの両側の二人の観察者によって二つの異なる観察角度で見られるように投影画像をスクリーン上に作り出す。

【 0 0 6 6 】

本発明の装置は、これらのコンピュータに一般に使用されるL C Dスクリーンの必要性をなくして従来のラップトップコンピュータと使用することができる。これは、ユーザーの目とは反対側の外部のスクリーン表面上に一定の投影角度で画像を投影することによって達成される、すなわち、一定の観察角度でユーザーによって見られることによって達成される。投影装置は、方向付けられて画像をコンピュータに隣接するテーブルの表面上、またはラップトップカバーの内/外表面上に投影することができる。従ってユーザーは、ポータブルラップトップコンピュータで作業をしている間、より大きなスクリーンで作業でき、または全くディスプレイのないコンピュータ上で操作している間、外表面上でデータを結像するために本発明の投影装置を利用できる。なお、外部スクリーン表面上へのそのような画像の投影は、あらゆる通信装置、例えば、電話装置とともに使用することができる。

20

30

【 0 0 6 7 】

本発明のいくつかのマイクロプロジェクターは、同時に動作させて、それぞれ対応するマイクロプロジェクターによって生成されるいくつかの小さいスクリーンを組みあわせることによって大きな投影スクリーン(ビデオウォール)を得ることができる。この場合、大きな画像はビデオカメラによって取得され、大きな画像を示すデータと小さな画像を示すデータを比較するように動作してコントローラーに出力信号を生成するプロセッサ(画像アナライザ)に伝達され、その結果として、プロジェクターが全体として位置合わせされてシームレスな画像を表示するように、それらが信号を再生する同じ構成は、画像を所望の形の凹面のシームレスなディスプレイ上に投影するために使用することができる。

40

【 0 0 6 8 】

本発明は、スクリーン表面のそれぞれにそれぞれのユーザーによる私的な使用を目的とした画像を結像することを可能にしながら、二人のユーザーによって見られる半透明のスクリーンの両側上への同じ画像の投影に使用することができる。この用途では、少なくとも二人が、例えばビジネスの話し合いまたはコンピュータゲームをプレイする目的で、デスクを挟んで対面し互いと通信する。一般には、この通信に付随するグラフィックイメージがあり、双方がそれを見、それに寄与する必要がある。両方のユーザーが、情報セキュ

50

リティーおよび制御の簡易さの目的で、各自の管理下に各自の入力を共有の画像に保存することを望むであろう。例えば、片方のユーザーが、制御装置と関連付けられた小型投影装置であって、二人の間に配置された垂直の半透明スクリーン上に画像を投影するための空間的調整装置によって支持されたマイクロ投影装置を有し、もう一人が、画像を前記垂直のスクリーンの反対の表面上に投影するよう方向付けられ動作する同様の投影装置を用いる。つまり、二つの投影装置によって投影されたビームは、スクリーンの両面上に当たり、異なっているがうまくそろえられた二つの画像を作り出す。ここで一つのプロジェクターは、両方の画像が互いに整合するように、結像すべきデータのミラー画像を投影するように調整される。両方の人が同じ効果的な画像を見る。それぞれの人は、自分自身のプロジェクターでグラフィック情報を変更して、戦争ゲームにおける地雷と戦車との間の関係、建物および水管のレイアウトの描画、都市および新提案の団地のレイアウトの地図、臓器のX線写真ならびに予定された手術のやり方等の視覚的效果を作り出すことができる。画像の縁辺の同一の位置にあるレジストレーションマークは、二つの画像を手作業で正確に重ねるためのものである。この用途は、一つのプロジェクターのみの場合にも同様に実施することができる。

10

【0069】

本発明は、立体像（非立体的な投影でもよいが、網膜像）を投影するために適用することができる。空間的にコヒーレントな光源に基づいてマイクロプロジェクターを使用することは、共通のインコヒーレントな投影装置では得ることのできない指向性画像の投影を得ることを可能にする。レーザーダイオードを光源として用いた本発明の二つのコヒーレントなプロジェクターは、立体プロジェクター内に配置され、各装置はユーザーの目に向けられている。両目で見える画像を解釈する人間の処理により、ユーザーは、二つの分離された画像を三次元の物体の二つの投影であると捉える。二つのコヒーレントなプロジェクターによって生成される画像が立体画像で構成される場合、ユーザーには三次元の情景が見える。その情景はカラーであってもよく、また動的であってもよい。

20

【0070】

レーザー出力はユーザーに対して投影されるがスクリーン上に投影されないため、高い光学出力パワーを使用する必要がなく、使用される光学パワーは、米国陸軍で使用されることでも知られているマイクロビジョン社（Microvision Ltd.）による網膜投影ゴーグルで一定に使用されている光学パワー以上ではない。

30

【0071】

コヒーレントな光を使用することの重要性は、この効果を制御する必要なしに光分散を避ける可能性、また、他のあらゆる種類の光が分散されても光線を所望の方向にシフトする可能性と関連している。

【0072】

立体像は、本発明に係る単一の投影装置、およびビーム角度をシフトする回転ミラーを用いて生成することができ、これによって、二つのプロジェクターで得られたのと同じ効果を生じることができる。

【0073】

本発明は、着用可能な立体的な3D眼鏡に使用して高効率3D画像の投影を提供することができる。立体的な3D画像を生成するためには、一般に二つの画像の相違を提供するよう動作する二つの投影チャンネルを有することが一般に必要とされる。殆どの一般的なシステムにおいては、必要な効果を保持するのに眼鏡が使用される。しかしながら、眼鏡の透過欠如によって、観察者の目に戻る光の大部分に劣化が起り、輝度の低減を招きより強力なプロジェクターが必要となる。この特定の用途においてDLPプロジェクター（MEMS技術に基づくデジタル光処理プロジェクター）を用いると、LCDプロジェクターで得られたものと比較してユーザーの目に対する効率および輝度の低下を招く。ただし、一般的にはそうであっても、投影面自体の効率は3D眼鏡なしで得られたものより高い。これは、眼鏡が偏光子に基づくという事実に起因し、また普通のLCDシステムから入力される光は偏光されるため、投影された表面から観察者の眼鏡に向かって反射された場合

40

50

、DLPプロジェクター等のマイクロミラー変調器ベースのプロジェクターからのように、ランダム偏光で入力される場合程の損失なしにより効率的な方法で眼鏡を透過する。

【0074】

本発明の技術は、SLMユニットの出力側の偏光子を省くことによって両方の公知の概念（普通の液晶ディスプレイ、DMD/DLP）の総合的な効率を改良し、これにより偏光子を一切有さない（偏光光源を使用することを想定）。このため、スクリーン表面上の投影画像は、眼鏡を着用していないユーザーには見えず、表面上の光のスポットとして示される。眼鏡を着用して画像を見るユーザーには、眼鏡がSLMの出力側での偏光子として機能するため画像が非常に明確に見える。その結果、高輝度、高効率の画像が観察者の3D眼鏡上で得られる。

10

【0075】

本発明の技術は、高度偏光光源システムを使用することによるだけでなく、画素アセンブリおよび小型レンズアセンブリを含むSLM配置を使用することによって、（ユーザーの安全考慮および費用のため）限られた入力エネルギーの光源の効率的な使用を提供する。これらの特性は、偏光光源システム（すなわち、別体の偏光子の必要性を省く）を使用すること、および投影装置においてそのような多層SLM構造を使用することは、投影装置の大きさを大幅に縮小するため、小型投影装置において有利に使用され得る。

【0076】

以下は、光源の出力における50mWの強度を有する本発明に係るマイクロプロジェクターに対するシミュレーション結果である。本発明に係るマイクロプロジェクターは、観察者に301mを出力する35mWの強度を有する画像を生成する。ほぼA4サイズ（すなわち27cm×20cm）の投影領域にプロジェクター出口から60cmの距離から投影画像のパワー密度は、約0.065mW/cm²である。このパワー密度は、可視光域（20mW/cm²未満）に対するクラス3Bのレーザー基準（5mwから500mw）の制限内である。ミラーベース走査タイプの光変調等の他の技法を利用する公知のプロジェクターは、30ルーメンの強度を有する画像を非常に容易に提供することができる。しかしながら、パワー密度は、所与のクラス（クラス3Bの例において）内の許容範囲を超えてしまう。そのような装置がクラス範囲内で要求されるパワー密度を提供するためには、プロジェクターの出力強度はずっと低くしなければならず、従って出力ルーメンが低くなる。

20

30

【0077】

なお、上述の本発明の装置の全ての機能性素子は、その種々の実施において通信装置およびコンピュータ装置の一体部分となることが可能な単一のハイブリッド部材に統合され得る。本発明は、フルカラー像を生成するために、もしくは白色光源を使用することによって、多数の光源を組み込むのに適している。光源はどんな種類であってもよく、例えばレーザーダイオードでもよい。

【0078】

当業者は、上に例示された本発明の実施形態には、添付の請求項によって定義されるその範囲から逸脱することなく種々の改変および変更が適用できることを容易に理解するであろう。

40

【図面の簡単な説明】

【0079】

【図1】光伝搬方式の主な光学成分を示す本発明に係る投影装置の概略ブロック図である。

【図2A】SLM画素アセンブリの代表的なウィンドウ構造の正面図を図示する。

【図2B】本発明の投影装置に使用される小型レンズ/マイクロレンズアレイ配置を概略的に図示する。

【図3A】単一の小型レンズアレイを含む小型レンズアセンブリを利用した本発明のSLM画素配置の二つの特定の実施例を図示する。

【図3B】単一の小型レンズアレイを含む小型レンズアセンブリを利用した本発明のSL

50

M画素配置の二つの特定の実施例を図示する。

【図4A】画素アセンブリの両側に二つの小型レンズアレーを含む小型レンズアセンブリを利用した本発明のSLM画素配置の別の実施例を図示する。

【図4B】画素アセンブリの両側に二つの小型レンズアレーを含む小型レンズアセンブリを利用した本発明のSLM画素配置の別の実施例を図示する。

【図5A】画素アセンブリの同じ側に第1および第2の小型レンズアレーによって形成される本発明の小型レンズアセンブリを利用したSLM画素配置のさらに別の実施例を図示する。

【図5B】画素アセンブリの同じ側に第1および第2の小型レンズアレーによって形成される本発明の小型レンズアセンブリを利用したSLM画素配置のさらに別の実施例を図示する。

10

【図5C】図5A - 5Bの構成において第1および第2の小型レンズアレー各々の一对の「大きい」レンズおよび「小さい」レンズの組み合わせた操作をさらに詳細に図示する。

【図6】画素アセンブリの両側で二対の小型レンズアレーを利用したSLM画素配置（反射型または透過型）のさらに別の実施例を図示する。

【図7】投影画像の品質の改良を目的とし、本発明の投影装置への使用に適した画像プロジェクターを備えた本発明に係る投影システムを図示する。

【図8A】本発明の装置での使用に適したカラー画像の投影の実施例を概略的に図示する。

【図8B】本発明の装置での使用に適したカラー画像の投影の実施例を概略的に図示する。

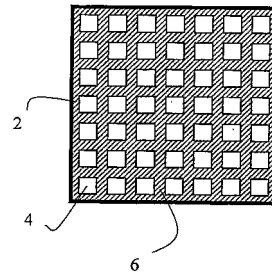
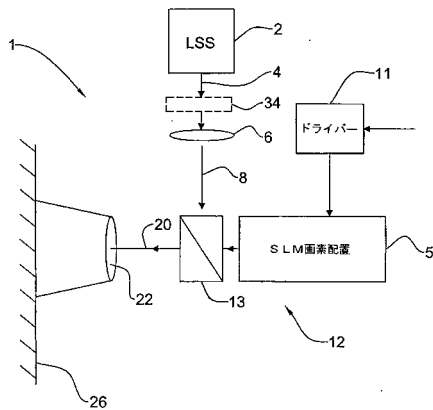
20

【図9A】投影装置での使用に適した本発明の混合型2光源3色構成の実施例を概略的に図示する。ここで必要な色の数は、より少ない光源によって生成される。

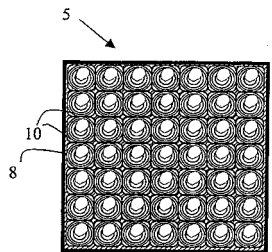
【図9B】投影装置での使用に適した本発明の混合型2光源3色構成の実施例を概略的に図示する。ここで必要な色の数は、より少ない光源によって生成される。

【図1】

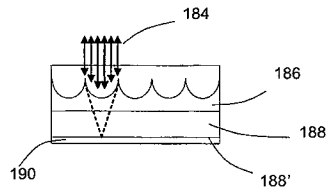
【図2A】



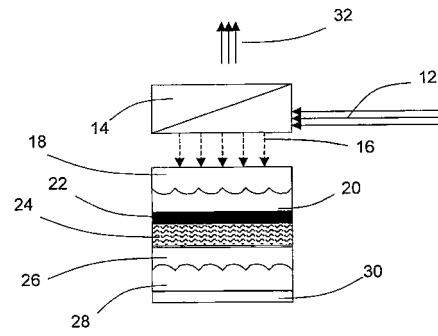
【図2B】



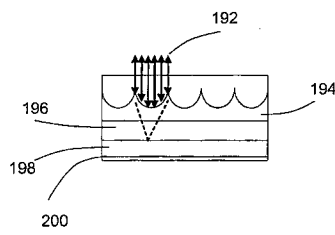
【 図 3 A 】



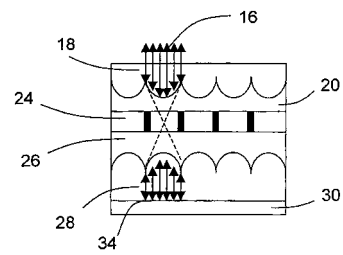
【 図 4 A 】



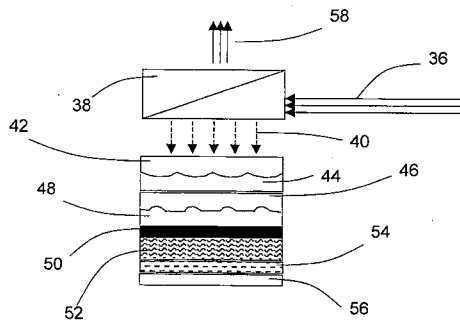
【 図 3 B 】



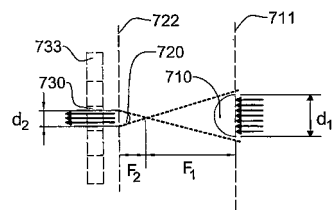
【 図 4 B 】



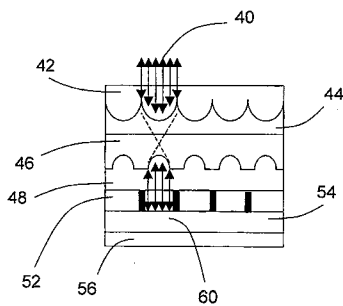
【 図 5 A 】



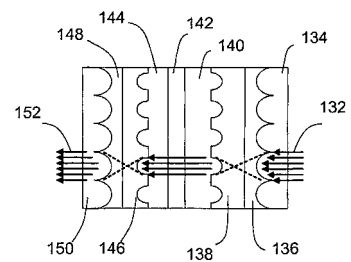
【 図 5 C 】



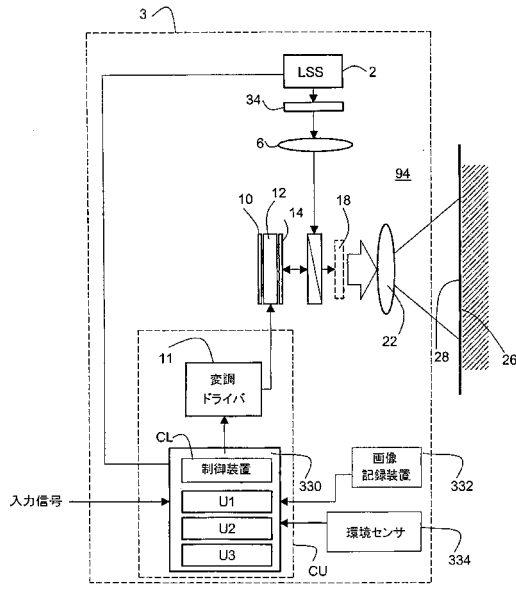
【 図 5 B 】



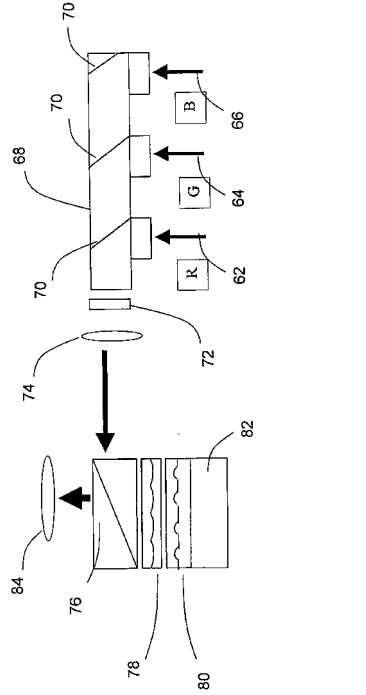
【 図 6 】



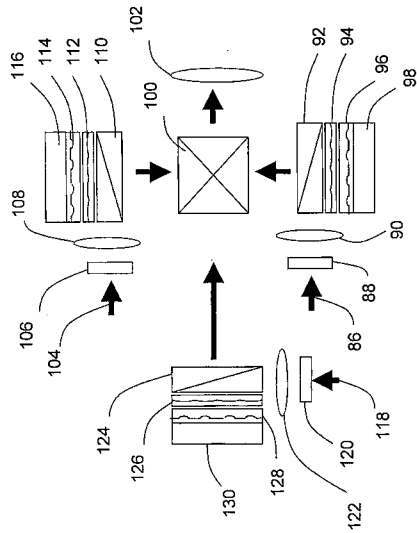
【図7】



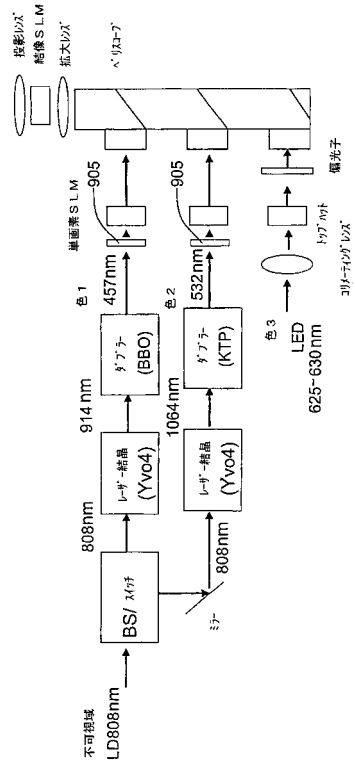
【図8A】



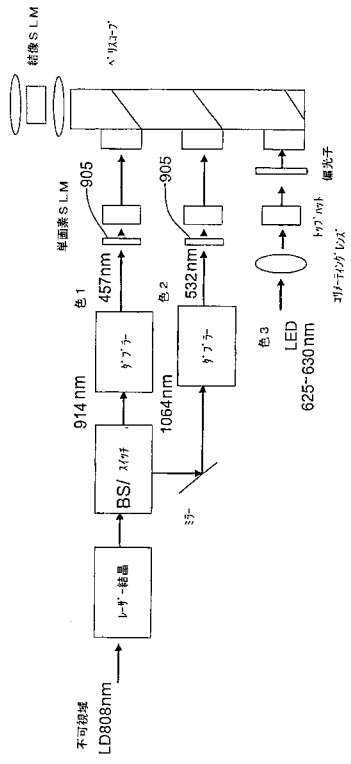
【図8B】



【図9A】



【 図 9 B 】



フロントページの続き

(72)発明者 カベルナー ユバル
イスラエル国 59513 バト ヤム ハダディ ストリート 2 / 2

審査官 田井 伸幸

(56)参考文献 特開2000-131664(JP,A)
特開2001-059963(JP,A)
特開平05-053101(JP,A)
特開平02-262185(JP,A)
特開2002-296680(JP,A)
特開2000-206449(JP,A)
特開2002-323675(JP,A)
特表平09-508476(JP,A)
特開平06-208089(JP,A)
特開平06-242411(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G03B 21/00

G02B 26/08

H04N 5/74