

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5608228号
(P5608228)

(45) 発行日 平成26年10月15日(2014.10.15)

(24) 登録日 平成26年9月5日(2014.9.5)

(51) Int.Cl.	F 1		
G03B 21/14	(2006.01)	G03B 21/14	Z
G03B 21/00	(2006.01)	G03B 21/00	D
G02B 27/26	(2006.01)	G02B 27/26	
H04N 13/04	(2006.01)	H04N 13/04	
H04N 5/74	(2006.01)	H04N 5/74	B

請求項の数 3 (全 29 頁)

(21) 出願番号	特願2012-519533 (P2012-519533)
(86) (22) 出願日	平成22年6月22日(2010.6.22)
(65) 公表番号	特表2012-533087 (P2012-533087A)
(43) 公表日	平成24年12月20日(2012.12.20)
(86) 國際出願番号	PCT/US2010/001789
(87) 國際公開番号	W02011/005292
(87) 國際公開日	平成23年1月13日(2011.1.13)
審査請求日	平成25年6月10日(2013.6.10)
(31) 優先権主張番号	12/498,396
(32) 優先日	平成21年7月7日(2009.7.7)
(33) 優先権主張国	米国(US)

(73) 特許権者	590000846 イーストマン コダック カンパニー アメリカ合衆国 ニューヨーク州 ロチェスター ステート ストリート 343
(74) 代理人	110001210 特許業務法人 Y K I 国際特許事務所
(72) 発明者	シルヴァースタイン バリー ディー アメリカ合衆国 ニューヨーク ロチェスター ステート ストリート 343
(72) 発明者	キルヒャー ジェイムズ ロバート アメリカ合衆国 ニューヨーク ロチェスター ステート ストリート 343
(72) 発明者	ピエトリー ジョセフ レイモンド アメリカ合衆国 ニューヨーク ロチェスター ステート ストリート 343

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】セグメント化されたディスクを使用するエタンデュが低減されたステレオ投影

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第1の偏光状態を有する偏光照射を提供するように励起可能な光源システムと、前記偏光照射から第1及び第2の光ビームを交互に生成するビーム分割システムであって、前記第1の光ビームは第1の偏光状態を有して第1の光路に沿い、前記第2の光ビームは第2の偏光状態を有して第2の光路に沿い、前記第1の光を生成するときには前記第2の光は前記第2の光路に沿って照射されず、前記第2の光を生成するときには前記第1の光は前記第1の光路に沿って照射されない、ビーム分割システムと、

前記第1及び第2の光ビームを共通の光路に沿う合成光ビームに合成する偏光ビームコンバイナを備える合成システムと、

前記合成光ビームを、ステレオイメージデータと一致する方法で変調して交互に第1及び第2の変調イメージを形成する空間光変調器であって、前記第1変調イメージは前記合成光ビームが前記第1偏光状態のときに左眼イメージデータを用いて前記合成光ビームを変調することで形成され、前記第2変調イメージは前記合成光ビームが前記第2偏光状態のときに右眼イメージデータを用いて前記合成光ビームを変調することで形成される、空間光変調器と、

前記第1及び第2の変調イメージを投影するように構成された投影光学系と、を備える、左眼イメージデータと右眼イメージデータを含むステレオイメージデータを投影するステレオデジタルイメージ投影システム。

【請求項 2】

前記ビーム分割システム及び前記偏光ビームコンバイナが薄膜プレートである、請求項1に記載のシステム。

【請求項3】

前記ビーム分割システムが前記第1の光ビームの経路に偏光回転子を備え、前記偏光回転子が、前記偏光ビームコンバイナからの出力時に前記第1及び第2の光ビームの光出力強度とのマッチング又は実質的なマッチングをつくりだすように位置されている、請求項1に記載のシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

本発明は、ステレオデジタルイメージを投影する装置に関しており、より具体的には、偏光固体レーザを使用してデジタルシネマ投影のためにステレオイメージを生成する改良された装置及び方法に関する。

【背景技術】

【0002】

拡張された視覚的経験を消費者に大きな場面で提供するために、3次元(3D)の又は知覚されたステレオコンテンツを表示する高品質の投影システムに対する関心が増している。数多くのエンターテイメント会社が、映画館、テーマパーク、及びその他の場面でステレオコンテンツを提供しているが、これらの会社は主に、ステレオイメージ表現のためにフィルム媒体を使用する。ステレオイメージを生成するために、2セットのフィルムが2つの別個の投影装置に、各々の眼のために一つずつ装填される。左眼及び右眼のイメージはそれから、偏光された光を使用して同時に投影される。一つの偏光が、左眼に与えられるイメージのために使用される。直交する偏光の光がそれから、右眼に与えられるイメージのために使用される。観客は、対応する直交偏光眼鏡をかけて、これが、各々の眼のための一つの偏光された光イメージをブロックする一方で、直交する偏光された光イメージを透過する。

20

【0003】

映画産業のデジタルイメージングへの進行している移行において、Imaxのようないくつかのベンダーは、2つの投影システムを使用して高品質のステレオイメージを提供し続けている。しかし、より一般的には、従来のプロジェクタが3D投影を可能にするために改変されている。

30

【0004】

マルチカラーデジタルシネマ投影のためのこれらの従来の投影策の中で最も有望なものは、イメージ形成装置として、空間光変調器(SLM)の2つの基本的なタイプの一つを利用する。空間光変調器の第1のタイプは、テキサス州ダラスのテキサスインスツルメンツ社によって開発されたデジタルマイクロミラー装置(DMD)であるデジタル光プロセッサ(DLP)である。DLPは、デジタル投影システムを首尾よく使用している。DLP装置は数多くの特許、例えば米国特許第4,441,791号、第5,535,047号、第6,00,383号(すべてホーンバックに対する)に記述されている。

【0005】

40

図1は、DLP空間光変調器を使用するプロジェクタ装置10の簡単化されたブロック図を示す。光源12は、多色の無偏光の光を、例えばフィリップスプリズムのようなプリズムアセンブリ14に提供する。プリズムアセンブリ14は、多色光を赤、緑、及び青の成分の波長帯に分けて、各帯を対応する空間光変調器20r、20g又は20bに向かわせる。プリズムアセンブリ14はそれから、空間光変調器20r、20g及び20bの各々からの変調された光を再合成して、ディスプレースクリーン又はその他の適切な表面への投影のために、この無変調光を投影レンズ29に提供する。

【0006】

DLPに基づくプロジェクタは、デスクトップから大型シネマまでの大抵の投影アプリケーションに対して、必要な光スループット、コントラスト比、及び色範囲を提供する能

50

力を示す。しかし、典型的に 2148×1080 より多くの画素を提供する現存する装置では、固有の解像度の制約が存在する。加えて、高い構成要素及びシステムのコストは、高品質のデジタルシネマ投影に対する DLP 設計の適切さを制限する。さらに、フィリップスプリズム又はその他の適切な組み合わせプリズムのコスト、サイズ、重量、及び複雑さは、顕著な制約である。加えて、長い動作距離を有する比較的高速な投影レンズに対する必要性は、明るさの要求のために、これらの装置の許容可能性及びユーザビリティに負のインパクトを与える。

【0007】

デジタル投影のために使用される空間光変調器の第 2 のタイプは、LCD (液晶装置) である。LCD は、各対応する画素に対して入射光の偏光状態を選択的に変調することによって、イメージを画素のアレイとして形成する。LCD は、高品質のデジタルシネマ投影システムのための空間光変調器として、いくつかの効果を有しているようである。これらの効果は、比較的大きな装置サイズ、好ましい装置の歩留まり、より高い解像度の装置、例えばソニー及び JVC 社から入手可能な 4096×2160 の解像度装置を製造する能力を含む。LCD 空間光変調器を利用する電子投影装置の例の中には、米国特許第 5,808,795 号 (シモムラら) などに開示されたものがある。LCOS (液晶・オン・シリコン) 装置は、大規模イメージの投影のために特に有望であると考えられる。しかし、LCD 構成要素では、高輝度投影の高い熱的負荷がこれらの装置の偏光の質に影響を与えるので、特に色及びコントラストに関して、デジタルシネマの高品質の要求を維持することが難しいことがある。

10

20

【0008】

これらの従来のマイクロディスプレー (DLP 又は LCOS) に基づくプロジェクタからステレオイメージを形成するための従来の方法は、左眼及び右眼のコンテンツを区別するために、2つの主な技法のいずれかを使用する。ドルビー研究所によって利用されている一つのあまり一般的ではない技法は、例えば、マキシマスラによる米国特許出願公開第 2007/012712 号などに記述されているように、色空間分離を使用する。フィルタが白色光照射システムで使用されて、フレーム時間のある部分の間、原色の各々の部分を一時的にブロックする。例えば、左眼に対して、赤、青、及び緑 (RGB) のうちのより低い波長のスペクトルが、ある時間期間の間、ブロックされる。これが、他方の眼に対して、赤、青、及び緑 (RGB) のうちのより高い波長のスペクトルのブロックと交互に行われる。各眼に関連付けられた適切に色調節されたステレオコンテンツが、それから、その眼に対する各変調器に与えられる。視聴者は、2つの三色 (RGB) スペクトルセットのうちの一方のみを同様に透過する対応するフィルタセットを装用する。色分離アプローチは、偏光に基づく投影アプローチに対して、いくつかの効果を有する。例えば、イメージは、より高価な偏波保存スクリーンを使用する要件無しに、大抵のスクリーン上に投影されることができる。しかし、不都合な点も存在する。必要とされる眼鏡が高価である。視認品質が、通常の角度シフト、頭の動き、及び傾きによって、低減されることがある。加えて、色空間の調節が困難であることがあって、フィルタリングのために顕著な光の損失が存在する。このために、より高いランプ出力が、低減されたイメージの明るさを出力するために必要とされる。

30

40

【0009】

ステレオイメージを形成するための第 2 の方法は、偏光された光を使用する。スバルダルラに対する米国特許第 6,793,341 号の例示的な実施形態などでは、2つの直交偏光状態の各々が、2つの別個の空間光変調器の対応する一つに送達される。両変調器からの偏光された光は、それから同時に投影される。視聴者は、左眼及び右眼に対する偏光透過軸がお互いに直交した方向を向いている偏光眼鏡を装用する。この配置は効率的な光の使用を提供するが、高価な構成であり得る。これは、各色帯に対して一つの空間光変調器を必要とするプロジェクタ設計において、特に真であることがある。

【0010】

カリフォルニア州ビバリーヒルズのリアル D 社によって商業化されている他のアプロ-

50

チは、あるものから次のものへ迅速に切り換える交番偏光状態を変調するように改変された従来のプロジェクタを使用する。これは、例えば、DLPプロジェクタが、図1に破線で示されている位置16においてのように、光の出力経路に配置された偏光子を有する。DLPは、本来は、装置パッケージの窓が応力に起因する複屈折のために偏光を打ち消すので一般的には無偏光である入力光の偏光を維持するようには設計されていないので、偏光子が必要とされる。ロビンソンらに対する米国出願第2006/0291053号に記述されているタイプと同様の色消し偏光スイッチャーが、偏光子の後の位置16に配置されることができる。このタイプのスイッチャーは、直線偏光状態のように2つの直交偏光状態の間で偏光された光を交互に回転させて、ユーザが投影されたイメージを偏光眼鏡で見ている間に、各眼に一つずつの2つの異なるイメージの表示を可能にする。

10

【0011】

リアルDシステムは歴史的に、左及び右の円偏光された光を利用してあり、眼鏡は、1/4波長リターダに偏光子を加えた組み合わせからできていて、一つの状態をブロックする前に、円偏光された光を直線偏光された光に戻す。この配置は、頭の傾きに対して敏感ではないようであり、色消し偏光スイッチャーは製造がより容易である。しかし、眼鏡は、単純に偏光子を使用する実施形態よりも費用がかさむ。いずれの場合も、ディスプレースクリーンは入射するイメージを担う光の偏光状態を実質的に維持しなくてはならず、従つて、典型的に銀メッキされている。そのようなMEMSに基づくシステムでは、偏光された光を使用するという要求の結果として顕著な光の損失が生じることがあり、これは、従来の非ステレオ設計に対して出力光を半分に低減することがある。大きな偏光スイッチャー、ならびに位置合わせ特性及び投影システムの正面への搭載のために、付加的なコストが存在する。このシステムは、追加導入され得る様々なプロジェクタを収容するために、フレキシブルでなければならない。偏光スイッチャーの設計はまた、可視スペクトル帯全体を本質的に取り扱わなければならず、波長に関わらず光を等しいだけ遅らせるという点で、より複雑である。この性能を適切に達成し損なうと、許容できないクロストークを生成し、イメージを誤った眼に導いて、ステレオ効果の質を低減することになる。このタイプのクロストーク効果は、ある場合には、視聴者を物理的に妨害することさえあり得る。これより、比較として、LCDSに基づくプロジェクタは、出力が典型的には大抵の構成で既に偏光されているという点で、効果を有している。

20

【0012】

照射効率に関する継続的な問題は、エタンデュ又は同様にラグランジェ不变量についている。光学技術の分野で良く知られているように、エタンデュは、光学システムによって取り扱わることができるとする光量についている。潜在的には、エタンデュが大きいほど、イメージは明るい。数値的には、エタンデュは2つの要因、すなわちイメージ面積と開口との積に比例する。光源12、光学系18、及び空間光変調器20を有する図2に表された単純化された光学システムについては、エタンデュは光源面積A1とその出力角度1との積であり、よく整合された光学システムでは、これは変調器面積A2とその受容角度2との積に等しい。明るさが増すときには、光源12のエリアからできるだけ多くの光を提供することが望ましい。一般的な原理として、光学設計は、光源におけるエタンデュが変調器におけるエタンデュに最も接近してマッチングされているときに、効果を有する。

30

【0013】

例えば開口を増すことは、光学システムがより多くの光を捉えるので、エタンデュを増す。同様に、より大きな範囲に対して光が発せられるようにソースイメージのサイズを増すと、エタンデュを増す。照射側で増加したエタンデュを利用するため、エタンデュは、照射源のものよりも大きいか又は等しくなければならない。しかし、より大きなイメージサイズは、典型的にはよりコストのかかるシステムをもたらす結果となる。これは、シリコン基板及び欠陥のポテンシャルがサイズと共に増加するLCDS及びDLP構成要素のような装置で、特に真である。一般的なルールとして、増加したエタンデュは、より複雑で且つコストのかかる光学設計をもたらす結果となる。米国特許第5,907,437号(スプロトベリーら)に概説されているような従来のアプローチの使用、例えば光学シ

40

50

システムの中のレンズ要素は、大きなエタンデュに対して設計されなければならない。システム光学系を通して収束されなければならない光に対するソースイメージ面積は、赤、緑、及び青の光の光路における空間光変調器の合成面積の合計である。特に、これは、形成される最後のマルチカラーイメージの面積の3倍である。すなわち、そのような従来のアプローチで開示されている構成に対しては、光学的構成要素は、赤、緑、及び青色の経路が別個で且つ光学的に収束されなければならないので、かなり大きいイメージ面積、従つて高いエタンデュを取り扱う。さらに、米国特許第5,907,437号のスプロトベリーラの開示に開示されているもののような構成は、形成される最後のマルチカラーイメージの3倍の面積からの光を取り扱うが、この構成は、各色の経路が全光レベルの1/3のみを含むので、増加した明るさを提供しない。

10

【0014】

光源のエタンデュが空間光変調器のエタンデュによくマッチングしているときには、効率が改善する。よくマッチングしていないエタンデュは、光学システムが、光が不足していて空間光変調器に十分な光を提供できないか、又は、非効率で変調のために生成された光の実質的な部分を実効的に廃棄しているかのいずれかを意味する。

【0015】

許容可能なシステムコストでデジタルシネマアプリケーションのために十分な明るさを提供するという目標は、LCD及びDLPシステム両方の設計者に理解されない。LCDに基づくシステムは、偏光された光に対する要件によって妥協されており、偏光の回復技法が使用されても、効率を低減し且つエタンデュを増している。偏光された光を必要としないDLP装置の設計は、いくらか効率がよいことが明らかにされているが、それでも依然として高価で寿命が短いランプ及びコストのかかる光学エンジンを必要として、それらが高価になりすぎて、従来のシネマ投影設備に対抗できなくしている。

20

【0016】

従来のハイエンドなフィルムに基づく投影システムに対抗して電子又はデジタルシネマと呼ばれるものを提供するために、デジタルプロジェクタは、この初期の設備に匹敵するシネマの明るさレベルを達成することができなければならない。スケールのあるアイデアとして、典型的な映画館は、対角線で40フィートのオーダーのスクリーンサイズに1000ルーメンのオーダーを投影することを必要とする。スクリーンの範囲は、5000ルーメンから40000ルーメンまでのいずれかを必要とする。この高い明るさ要件に加えて、これらのプロジェクタはまた、高い解像度(2048×1080画素)を提供し、且つ約2000対1のコントラスト及び広い色範囲を提供しなければならない。

30

【0017】

いくつかのデジタルシネマプロジェクタの設計は、この性能レベルを達成できることが明らかにされている。しかし、高い設備コスト及び動作コストが障害になっている。これらの要件を満たす投影装置は、典型的には各々50000ドルを超すコストがかかり、500~2000時間の間の間隔での交換を必要とする高消費ワットのキセノンアークランプを利用し、典型的な交換コストはしばしば1000ドルを超える。キセノンランプの大きなエタンデュは、コスト及び複雑さに顕著なインパクトを与える。これは、これらのソースから光を集めて投影するために比較的高速な光学系を必要とするからである。

40

【0018】

DLP及びLCD空間光変調器(SLM)の両方に共通の一つの欠点は、固体光源、特にレーザ源を利用する能力が限定されている点である。これらは、相対スペクトルの純度及び潜在的に高い明るさレベルに関して、他のタイプの光源に対して効果を有しているが、固体光源は、これらの効果を有效地に使用するために異なるアプローチを必要とする。初期のデジタルプロジェクタ設計で使用された色源からの光のコンディショニング、転向、及び合成のための従来の方法及び装置は、レーザ光源がどのように上手く使用されるかを制約することがある。

【0019】

固体レーザは、エタンデュ、長寿命、及び全体的なスペクトル及び明るさの安定性にお

50

ける改善をもたらすが、最近まで、可視光をデジタルシネマのために許容可能な十分なレベル及びコストで送達することができなかつた。より最近の開発では、レーザアレイが商業化されて、潜在的な光源としていくらかの有望さを示している。しかし、明るさそれ自身は、十分には高くない。9つほどの個別のアレイからの合成された光が、各色のために必要な明るさを提供するために、必要とされることがある。

【0020】

投影アプリケーションのために特に関心のあるレーザアレイは、V E C S E L（垂直延長キャビティ面発光レーザ）及びカリフォルニア州サニーヴェールのノヴァルクス社からのN E C S E L（ノヴァルクス延長キャビティ面発光レーザ）装置を含むV C S E Lアレイの様々なタイプを含む。しかし、これらの装置を使用する従来の解決策は、数多くの問題に対して弱い。一つの制限は、装置の歩留りに関する。主に重要な構成要素に対する熱及びパッケージング問題のために、商業化されたV E C S E Lアレイは長さが延長されているが、高さが制限されている。典型的には、V E C S E Lアレイは、発光素子を2列しか有さない。2列より多くの使用は、歩留りの困難さを劇的に増加させる傾向がある。加えて、従来のV E C S E L設計は、パワー接続及びヒートシンクに関わる困難さに弱い。これらのレーザは高パワーであり、例えば、一列のレーザ装置、ノヴァルクス社によって2列装置に頻度が倍増されたものは、3Wを超える利用可能な光を作り出す。これより、顕著な電流の要件、及び未使用の電流からの熱負荷が存在し得る。寿命及びビーム品質は、安定した温度の維持にかなり依存する。

【0021】

レーザ源を投影システムに結合することは、従来のアプローチを使用すると適切に克服されない他の問題も提示する。例えば、ノヴァルクスN E S E Lレーザを使用すると、大抵の映画館での10000ルーメンの要求に近づくために、各色に対しておよそ9つの2列×24のレーザアレイが必要とされる。投影エンジンの最適な性能を可能にするために、これらの光源、ならびに電子送達及び接続、及び関連する熱から、主要な熱に敏感な光学システムを分離することが望ましい。従来の端面発光レーザダイオードのような他のレーザ光源も可能である。しかし、これらは、アレイ様式でパッケージすることがより困難であり、伝統的には、より高い明るさレベルでより短い寿命を有する。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0022】

【特許文献1】米国特許第4,441,791号

【特許文献2】米国特許第5,535,047号

【特許文献3】米国特許第5,600,383号

【特許文献4】米国特許第5,808,795号

【特許文献5】米国特許出願公開第2007/012712号

【特許文献6】米国特許第6,793,341号

【特許文献7】米国出願公開第2006/0291053号

【特許文献8】米国特許第5,907,437号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0023】

先に述べたように、エタンデュの増加は、より複雑且つよりコストのかかる光学系の設計をもたらす結果となる。一般的に、最高の性能及び最低のコストは、エタンデュが小さく且つ照射光学系と光変調器との間でよくマッチングしているときに、得られる。偏光された光を使用する従来のステレオ投影システムは、同じ光路で両方の偏光状態の光を投影するために、エタンデュを2倍にする傾向がある。左眼のイメージを右眼のイメージから区別するために偏光された光を使用するが以前の設計よりもエタンデュが低減されているステレオプロジェクタを提供することは、有益である。

【0024】

10

20

30

40

50

これより、シネマ及びシネマに近い性能ならびに明るさを有するステレオカラー投影システムを提供するという挑戦は、従来のアプローチを使用しては達成できないことがわかる。固体光源を使用して低減されたエタンデュ及び改善された明るさを提供するステレオプロジェクタに対する必要性が存在する。

【課題を解決するための手段】

【0025】

本発明は、第1の偏光状態を有する偏光照射を提供するように励起可能な光源システムと、前記偏光照射から第1及び第2の光ビームを交互に生成するビーム分割システムであって、前記第1の光ビームは第1の偏光状態を有して第1の光路に沿い、前記第2の光ビームは第2の偏光状態を有して第2の光路に沿い、前記第1の光を生成するときには前記第2の光は前記第2の光路に沿って照射されず、前記第2の光を生成するときには前記第1の光は前記第1の光路に沿って照射されない、ビーム分割システムと、前記第1及び第2の光ビームを共通の光路に沿う合成光ビームに合成する偏光ビームコンバインを備える合成システムと、前記合成光ビームを、ステレオイメージデータと一致する方法で変調して交互に第1及び第2の変調イメージを形成する空間光変調器であって、前記第1変調イメージは前記合成光ビームが前記第1偏光状態のときに左眼イメージデータを用いて前記合成光ビームを変調することで形成され、前記第2変調イメージは前記合成光ビームが前記第2偏光状態のときに右眼イメージデータを用いて前記合成光ビームを変調することで形成される、空間光変調器と、前記第1及び第2の変調イメージを投影するように構成された投影光学系とを備える、左眼イメージデータと右眼イメージデータを含むステレオイメージデータを投影するステレオデジタルイメージ投影システムである。10 20

【発明の効果】

【0027】

本発明は、単一光源を使用して交番偏光状態を提供し、それによって光源を繰返しオン・オフする必要性を排除することができるという効果を有する。

【0028】

2つの偏光状態における光出力をバランスするための便利な機構を提供するという付加的な効果を有する。加えて、本発明は、2つの偏光状態の間の移行時間を低減するという効果を提供する。30

【0029】

低減されたエタンデュを有する光学システムが、左眼イメージを右眼イメージから区別するために偏光状態を使用するステレオ投影装置のために提供されるというさらなる効果を有する。

【0030】

本発明のその他の効果は、重要なシステム構成要素に対して、より低い熱負荷を与えることである。

【0031】

本発明の実施形態の他の効果は、より低い熱負荷及び改良された明るさを含む。

【0032】

本発明のこれら及びその他の目的、特徴、及び効果は、以下の詳細な記述を、本発明の描写的な実施形態が示されて且つ記述されている図面と共に読むことで、当業者に明らかになるであろう。40

【図面の簡単な説明】

【0033】

明細書は本発明の主題を特に指摘して且つ明示的に権利請求する特許請求項で終わっているが、本発明は、添付の図面と共に読む以下の記述から、よりよく理解されると信じられる。

【0034】

【図1】異なる色の光路のために組み合わせプリズムを使用する従来の投影装置の模式的プロック図である。50

【図2】光学システムのためのエタンデュを示す描写的な図である。

【図3A】異なる固体光アレイ及び光コンバイナの配置の相対充填ファクターを示す平面図である。

【図3B】異なる固体光アレイ及び光コンバイナの配置の相対充填ファクターを示す平面図である。

【図4】ステレオイメージ投影のために照明コンバイナを使用する投影装置の一般的な配置を示す模式的ブロック図である。

【図5】複数の固体光アレイからの偏光された光が同じ照明経路に沿ってどのように提供されることができるかを示す模式的側面図である。

【図6】図5の光合成配置の斜視図である。

10

【図7A】一つの実施形態において、複数の固体光アレイからの一つの偏光状態の照射を方向付けるための偏光ビームスプリッタの使用を示す模式的側面図である。

【図7B】一つの実施形態において、複数の固体光アレイからの直交偏光状態の照射を方向付けるための偏光ビームスプリッタの使用を示す模式的側面図である。

【図8】ステレオイメージの描写のために使用される偏光状態の交番タイミングを示すタイミング図である。

【図9A】一つの実施形態において、複数の固体光アレイからの照射を合成するための光転向プリズムの使用を示す模式的側面図である。

【図9B】図9Aの光転向プリズムの斜視図である。

【図10】代替的な実施形態における光転向プリズムの模式的側面図である。

20

【図11】各々が異なる偏光を有する固体光アレイから各々光を提供する2つの光転向プリズムの使用を示す模式的側面図である。

【図12】両側から光を受け付ける光転向プリズムのある実施形態の使用を示す模式的側面図である。

【図13】各偏光の光に対する図12の光転向プリズムを使用している照射装置の模式的側面図である。

【図14】光ガイド無しに図12の光転向プリズムを有する偏光照射を使用している代替的な投影装置の模式図である。

【図15】広帯域電子偏光回転装置とともに図14の構成を使用するステレオ投影装置の模式図である。

30

【図16】個別の色帯域電子偏光回転装置とともに図14の構成を使用するステレオ投影装置の模式図である。

【図17】单一画素変調器及びその回転軸を示す斜視図である。

【図18】各直交偏光の光を交互に選択するシャッターシステムの模式図である。

【図19A】一方の側から光を反射し他方を通して光を透過するシャッターに対する正面図である。

【図19B】一方の側から光を反射し他方を通して光を透過するシャッターに対する側面図である。

【図20】光を2つの直交偏光状態に交互に変換するリサイクル照射システムの一つの実施形態の模式図である。

40

【図21】図20に示されるリサイクル照射システムの代替的な実施形態である。

【図22】図21に示される照射システムによって提供される交番直交偏光状態を使用するステレオ投影装置の模式図である。

【図23】透過性及び反射性セグメントの代替的なパターンを有するシャッターディスクを示す図である。

【図24】一つの半周期の間のビーム分割システムでの光の取扱いを示す模式図である。

【図25】代替的な半周期の間のビーム分割システムでの光の取扱いを示す模式図である。

。

【図26】ビーム分割システムを使用した光出力状態を示すタイミング図である。

【図27】ある実施形態におけるステレオ投影システムを示す模式図である。

50

【発明を実施するための形態】**【0035】**

本記述は、本発明に従った装置の一部を形成する、又はより直接的に協働する素子に、特に関している。具体的に示されていないか又は記述されていない素子が当業者に良く知られた様々な形態を取り得ることを理解されたい。

【0036】

ここに示されて且つ記述された図面は、本発明に従った動作の原理を描写するために提供されており、実際のサイズ又はスケールを示す意図をもっては示されていない。本発明のレーザアレイに対する構成要素の部分の相対的な寸法のために、基本的な構造、形状、及び動作原理を強調するために、いくらかの誇張が必要である。様々な実施形態内の構成要素を記述するために使用される場合、第1、第2などの用語は、何らかの特定の順序又は重要性を示すものではなく、一つの構成要素を他のものから区別するために、より一般的に使用される。

10

【0037】

以下の開示では、「左眼イメージ」という語句は、ステレオディスプレー装置によって形成されて視聴者の左眼で見られることが意図されたイメージを示す。同様に、「右眼イメージ」という語句は、視聴者の右眼から見られることが意図されたイメージを示す。同様に、二重視聴者イメージング装置に対しては、「第1の視聴者のイメージ」及び「第2の視聴者のイメージ」は、それぞれ第1及び第2のセットの視聴者のために意図された別個のイメージである。

20

【0038】

本発明の実施形態は、左眼イメージを右眼イメージから区別するために偏光状態を使用するステレオ投影装置におけるエタンデュの低減に対する必要性を取り扱う。本発明の実施形態は、V E C S E L レーザアレイ又はその他のタイプの固体光アレイから発せられる光の本来の偏光を利用する。本発明の実施形態の他の効果は、低減された熱負荷及び改善された明るさを含む。

【0039】

本発明の実施形態によって熱負荷を低減するために使用される一つのアプローチは、導波構造を使用して光変調構成要素から光源を切り離すことである。複数の固体光源アレイからの光は、光を変調装置に送達する偏波保存光導波路に結合される。これが行われるとき、光源から導波路への界面の形状は、導波路出力が空間光変調器のアスペクト比によくマッチングするように最適化されることができる。実際には、これは、最適なエタンデュレベルを維持するために、導波路構造が実質的に充填されるか又は僅かに不十分に充填されることを意味する。この配置はまた、照射光学系の速度要件を最小化する手助けをする。図3A及び図3Bを参照すると、光ガイド52の入力開口が断面に示されている。固体光アレイ44が、適切にスケーリングされると、光ガイド52の入力開口に現れるかのように示されている。図3Aに示されているように、開口は不十分に充填されており、これは、光ガイド52の空間光変調器の端でエタンデュのマッチングを容易に劣化させ得る。図3Bで、アレイ44及び光ガイド52のアスペクト比は、光ガイド52の入力開口を、その従来の円形形状から形状変更することによって、よくマッチングされる。図3A又は図3Bに示されないさらにその他の構成では、複数のアレイ44が、より大きなアレイを効果的に形成するために組み合われることができる。複数のアレイ44を組み合わせる方法は、引き続いてより詳細に記述される。

30

【0040】

このアプローチを使用する実施形態では、光ファイバが光ガイド52のために利用されることができる。ある実施形態では、方形コアの光ファイバが使われる。例えば、フィンランドLohajaのリエッキ社からの方形光ファイバは、よりよくマッチングする光源アスペクト比のために製造されている。

40

【0041】

本発明をよりよく理解するために、本発明の装置及び方法が動作可能であるような全体

50

的な文脈を記述することは有益である。図4の模式図は、本発明の数多くの実施形態で使用される投影装置10の基本的な構成を示す。3つの光変調アセンブリ40r、40g及び40bが示されており、各々が照射コンバイナ42からの原色の赤、緑、又は青(RGB)の一つを変調する。各々の光変調アセンブリ40r、40g及び40bにおいて、オプションのレンズ50は、光をオプションの偏波保存光ガイド52に方向付け得る。光ガイド52の出力で、又はその他のレンズ50からの光を受け取る場所で、レンズ54がそれから、例えば蝶の眼の集積器又は集積バーのような集積器51を通して、光を方向付ける。この光は、空間光変調器60に向かう。空間光変調器60は、DLP又は他のタイプの反射性MEMS構成要素のような微小電気機械システム(MEMS)装置であり、反射によって又は回折によって光を変調するMEMS変調器構成要素の任意のタイプを含む。これらの装置は、画素の偏光状態の変調によって各画素で光を変調しないので、「中立の偏光状態」とみなされることができる。任意の画素に対して、入射光の偏光状態に対する変化は偶然であり、その画素に対してMEMS表面から反射されるときには、その入射角度の関数である。MEMS空間光変調器への光の入射角度は、以下に記述されるように、任意の望まれない変調効果を最小化するように調整されることがある。本発明の実施形態に対して、変調器は、2つの直交入力偏光状態の光、及びそれぞれの入力状態に対応する2つの直交偏光状態の出力光を、取らなければならない。しかし、出力偏光状態は、入力状態に関して回転され得る。

【0042】

その多くの可能な実施形態のために図4では破線の輪郭で一般的に示される投影光学系70は、それから変調された光をディスプレー表面80に向ける。図4に示される全体的な配置はそれから、照射コンバイナ42に対して使用される様々な配置で、本発明の様々な実施形態に対して使用される。いくつかの実施形態では、光変調アセンブリ40r、40g及び40bのいずれかからの照射は、光ガイド52を使用すること無く、集積器51に向けられ得る。光変調アセンブリ40r、40g及び40bはそれから、偏光された光を中立の空間光変調器60に、及びそれから投影レンズ70に送達する。

【0043】

図5は、複数の固体光アレイ44及び44'を組み合わせてより大きなレンズアレイを形成するための一つのアプローチを示している。図6は、図5の構成の斜視図を示す。図5及び図6において、一つ又はそれ以上の散在したミラー46が、付加的なアレイ44'の光学軸をアレイ44と並べて配置して組み合わされた光アレイを提供するために使用されて、これがオプションのレンズ50に向けられる。しかし、熱及び間隔の要件が、この方法でスタックされることができるアレイ44の数を制約し得ることが、理解できる。

【0044】

図5及び図6に示される構成は、図7A及び図7Bならびに図8のタイミング図に示されるように、異なる偏光状態を有する偏光された光の使用を許容するように、いくらか改変ができる。図8のタイミング図は、光変調アセンブリ40r、40g、及び40bの任意の一つの中で、同じ空間光変調器60(図4)に向けられた光が2つの直交偏光状態の間でどのように迅速に切り換えられて、従って偏光レーザの2つのバンクを使用して左眼及び右眼のイメージを提供することができるかを示している。この例では、固体レーザアレイ44a及び44bが使われている。偏光固体レーザアレイ44a及び44bは、図7A及び図7Bに示されるように、アレイのこれらのバンクの一つに対して半波長板64を使用するように、直交偏光状態の光を提供する。交番照射サイクルの一つの半周期で、固体レーザアレイ44aが、図7Aに示されるように励起される。この偏光された光は偏光ビームスプリッタ62から反射される。交番照射サイクルの他の半周期で、固体レーザアレイ44bが、図7Bに示されるように励起される。この光の偏光は、偏光ビームスプリッタ62を通して透過されるように回転される。偏光された光ビームはそれから、オプションのレンズ50に向けられる。非ステレオアプリケーションに対しては、両方の偏光レーザ44a及び44bからの光が、より明るいイメージを提供するために一緒に使用され得て、あるいは、半分のパワーで使用されて各レーザ源の寿命をバランスし得

10

20

30

40

50

る。

【0045】

この配置は、各偏光の光を同じ照射軸に効果的に配置する。このアプローチを使用するエタンデュは、図5の單一チャンネルに対して先に示された構成に示されたものと同じままである。従って、両方の偏光状態がイメージングされる非ステレオアプリケーションでは、光源の明るさが実効的に二倍にされる。しかし、ステレオ表示が望まれる場合には、一つの光源のみがある特定の瞬間に利用されて、実効的な明るさは図5においてと同じままである。この配置はその単純さのために好適で、空間光変調器60に対して交番直交偏光状態を提供する一方で、各々の直交する合成レーザアレイをオン・オフするために、必要とされる周波数範囲に渡ってレーザが一致して動作することを要求する。デジタルシネマアプリケーションに対して、これは現在のところは、セットアップに依存して120ヘルツ又は140ヘルツのいずれかである。しかし、多くのレーザは、熱安定性の困難さを提示し得て、それによってこの周波数領域では不安定なパワー変動を引き起こす。従って、いくつかの場合には、変調器で又はその後に以下の変調でのいずれかで、光の直交状態を間接的に（すなわち光源変調を通してではなく）交番することが必要とされる。10

【0046】

図9A及び図9Bは、より小さい範囲内に集中された4つの固体光アレイ44からのレーザ光を合成する照射コンバイナ42のある実施形態の側面図及び直交図をそれぞれ示す。図9Bが示すように、固体光アレイ44は、長さ方向Lに延在する複数のレーザ26を有する。光転向プリズム30は、固体光アレイ44から出射方向D1に発せられた光を受領する入射面32を有する。光は出射面34を通して、出射方向D1に実質的に直交している出力方向D2に転向される。光転向プリズム30は、光転向ファセット38を有する転向表面36を有する。光転向ファセット38及び転向表面36の他のファセットは、長さ方向Lに延在している。光転向ファセット38は、出射方向D1に対して斜めの角度で、レーザ26から発せられた光に対して全内部反射(TIR)を提供する。図9A及び図9Bに示されるように配置されると、これらの特徴は、この照射のために光路を狭めて、より狭い光ビームを提供する手助けとなる。20

【0047】

数多くの変化が可能である。例えば、図10の断面側面図は光転向プリズム30の光転向ファセット38がレーザ26の複数の列からの光を一度に転向するようスケーリングされている。入射ファセット32は出射方向D1に対して鉛直でないこともあり、光アレイ44の配置についていくらかのオフセットを許容し、光転向プリズム30の屈折率nが考慮されることを求める。30

【0048】

図11の模式的なブロック図は、交番偏光状態を使用する照射コンバイナ42のある実施形態において、増加した明るさを提供するために複数の転向プリズム30がどのようにして使用されることができるかを示す。図7A及び図7Bを参照して先に述べたように、光アレイ44a及び44bからの交番照射は、半波長板64及び偏光ビームスプリッタ62と組み合わされて、ステレオイメージを提供するために、直交偏光状態の光をオプションのレンズ50に向かって、且つ空間光変調器60(図4)に、方向付けする。40

【0049】

図12の断面側面図は、固体光アレイを使用する図9A～図10に示される実施形態よりもよりコンパクトでさえある照射配置を提供する照射コンバイナ42における光転向プリズム30の他の実施形態を示す。この実施形態では、光転向プリズム30は、お互いに向かい合って対向する出射方向D1及びD1'で固体光アレイ44からの光を受領する2つの転向表面36を有している。各固体光アレイ44は、レーザ26から構成されている。各転向表面36は2つのタイプのファセットを有しており、これは、光転向ファセット38と、対応する固体光アレイ44からの入射光に鉛直な入射ファセット28とである。光転向ファセット38は、光ビームを出力方向D2に転向する。

【0050】

50

図12の構成は、反射防止コーティングされた面からレーザの各々への少しの残余光の逆反射によって、光転向プリズム30に対する様々なレーザモジュールのより容易な位置合わせを許容する。この逆反射は、レーザにおけるより多くの不安定性をもたらし得るわずかな外部キャビティを生成する手段として、有用であることができる。そのようなモードホッピングは、典型的なアプリケーションではノイズとみなされ得る一方で、このノイズは、レーザのコヒーレンス性（及びレーザ間のコヒーレンス性）をさらに低減することによって投影に価値を付加することができて、それによってイメージ面における視覚的スペックルを低減する。加えて、この二重面アプローチでは、レーザモジュールにはお互いに隣接する異なるモジュールからの光が挟み込まれて、光が光学システムでさらに光学的に集積されるときにさらなる空間的混合の源を提供する。これはまた、可能なスペックルを低減し、且つシステムの均一性を増す手助けとなる。

10

【0051】

図13は、図12に示されるタイプの一対のプリズム30が、半波長板64及び偏光ビームスプリッタ62を使用して2セットの固体レーザアレイ44a及び44bからの直交偏光状態の光をレンズ50に向けるために使用されることを示している。

【0052】

図12における固体光アレイ44に対するプリズム30の方向付けは多くのアプリケーションに対して便利であるが、入力又は出力面に対する光ビームの鉛直入射は、照射光源を合成するためには必要とされない。しかし、出力面34でプリズム30を出る転向された光ビームが実質的にお互いに平行であることが、一般的には効果的である。これを達成することは、数多くの要因の注意深い考慮を必要とする。これらの要因は、各側の入射ファセット28に対する各側での固体光アレイ44の入射角度（それらは異なり得る）の組み合わせ、及び材料の屈折率に基づく光転向プリズム30における屈折を含む。加えて、各側からの光転向ファセット38の反射（再び各側で異なり得る）が考慮されなければならない。且つその光転向プリズム30の屈折との組み合わせが、出力面34からの出力光ビームが平行になるように協働しなければならない。

20

【0053】

図14の模式的ブロック図は、3つの独立した赤、緑及び青色のチャンネルに対する光転向プリズム30を有する照射コンバイナ42を使用するプロジェクタ装置10のある実施形態を示す。各々の光変調アセンブリ40r、40g、及び40bは、図13に対して記述されたものと同様の偏光方向付け構成要素の配置を有する一対の光転向プリズム30を有する。各々の光変調アセンブリで、一つ又はその他の光転向プリズム30からの偏光された光が、偏光ビームスプリッタ62を通ってレンズ50及び空間光変調器60の上の集積器51に向けられる。空間光変調器60は、入力光の直交方向に関する出力光の2つの直交方向を維持しながら光を変調するデジタルマイクロミラー又はその他のMEMS装置である。示されている実施形態では、マイクロミラー装置の角度変調を使用するように設計されて、薄膜コーティングされたダイクロイック表面68が、その入射角度に従って入射光を反射又は透過して、変調された光がダイクロイックコンバイナ82に向かうように取り扱われる。ダイクロイックコンバイナ82は、波長に従って光を選択的に反射又は透過するダイクロイック表面84の配置を有し、各々の光変調アセンブリ40r、40g、及び40bからの変調された光を、投影光学系70を通る单一の光路上に合成する。光ガイドがレーザと変調器との間で使用されることがあるが、この実施形態は、そのような光ガイドが透過光の偏光を劣化することがあるので、効果的であることができる。そのような実施形態に対して、偏光状態が維持されるので、レンズレットアレイが照射の均一化について効果を提供するだろう。しかし、このタイプの実施形態は、レーザ照射セクションと変調器投影光学系セクションとの間の改良された熱分離のように、光ガイド（図示せず）によって提供された効果を示さない。いずれかの実施形態でも、レーザ光は、ニアフィールド状態で又はファーフィールド状態で使用され得て、光の事前混合が与えられて、可能性のあるスペックルを低減し且つ集積器51に提供される光の均一性を改善する。レーザスペックルは、単一の照射源を形成するために組み合わされた独立したレー

30

40

50

ザの配置の使用、ならびにレンズレットアレイのような均一光学系の使用によって、さらに低減される。

【0054】

本発明は、ここに記述された例示的な実施形態からの数多くの変化を許容する。例えば、様々な偏光レーザ光源が、V E C S E L 及び他のレーザアレイに対する代替として使用されることができる。光方向付けプリズム 30 は、多くの高透過性材料から形成されることができる。低パワーアプリケーションに対しては、プラスチックが選択され得る。より高いパワーアプリケーションに対しては、ガラスがより適切であり得る。

【0055】

レーザを使用することの顕著な効果の一つはそれらの小さなエタンデュであり、より高効率で単純な光学システムを可能にする。残念ながら、ちょうど論じたように、小さなエタンデュはまた、デジタルシネマに基づくシステムで使用されると、構成要素における比較的高いエネルギー密度を意味する。交番直交偏光を生成するためにレーザが直接的に変調されることができないシステムでは、代替的な手段によって偏光状態を回転するか又は直交偏光状態の一つをロックする必要がある。これを実行する一つの方法は、液晶リターダ又は液晶シャッターのような電子偏光回転子又はシャッターを利用することである。

【0056】

図 15 は、広帯域電子偏光回転子 75 が左眼及び右眼イメージのために 2 つの出力偏光状態の間で連続的に切り換えるために使用されるステレオ視の実施形態を示す。電子偏光回転子 75 は、偏光ビームを合成するビームコンバイナ 82 の後の光路に位置する。偏光回転子 75 は広帯域とみなされて、組み合わされた光源によって生成された可視スペクトラルに渡って均等に偏光状態を回転することができなければならない。この位置は、投影されたビームのサイズが比較的大きいので、効果的である。従って、偏光回転子 75 におけるエネルギー密度が、合成されたビームに対して、その最小に近い。オプションの 1 / 4 波長板 76 は、偏光特性に対する好みに応じて、偏光回転子 75 のすぐ前又は後のいずれかに置かれ得る。この場合、光源の全てからのレーザ光の全てが同じ偏光方向を共有することが望まれる。半波長板又は色選択性リターダが、偏光状態を正しく方向付けるために、光路に沿って使用され得る。加えて、偏光子は、電子偏光回転子 75 に先立って任意の擬似偏光状態をロック又は反射するために使用され得る。

【0057】

電子偏光回転子 75 の例のように、液晶可変リターダは、入力偏光状態が円偏光のときに、波長に対して比較的一様な遅れを有して製造することが、より容易である。このタイプの装置に対して、そのときには、ビームコンバイナ 82 の直ぐ後に且つ電子偏光回転子 75 の前に、1 / 4 波長板 76 を配置することが好ましいことがある。あるいは、1 / 4 波長板は原色光路の各々に置かれてもよいが、これは複数の素子を必要とする。ステレオイメージングはこれより、各々の眼に対して意図された対応するイメージコンテンツを、液晶回転子 75 に同期してタイミングすることによって生成される。加えて、偏波保存ディスプレー表面が使用され且つ視聴者偏光眼鏡が提供されて、各眼が意図された直交偏光状態の光のみを受け取る。

【0058】

図 15 の実施形態は合成されたイメージに対するエネルギー密度を最小化する一方、このエネルギー密度は依然として、偏光回転子に対するダメージを防ぐには低すぎる。多くの場合、狭帯域の光に対して電子偏光回転子を生成することが、より簡単でもある。代替的な実施形態は、図 16 に示されるように、照射セクション 40r、40g、40b の各プランチに狭帯域の偏光回転要素 75r、75g、75b を有する。この場合、電子的に制御された偏光回転子は、1 nm のオーダで、単一の色帯の狭いスペクトラルに対する実質的に半波長の回転を実行することを必要とするのみである。電子偏光回転子が液晶に基づく電子リターダである場合、これは構造を非常に簡単にし、直線偏光された光においてよく動作する。これより、これらの回転子の各々のコスト及び複雑さが低減される。偏光回転子を集積器 51 の後に配置することは、より直接的なレーザ照射から起こる可能性が

10

20

30

40

50

ある潜在的な高エネルギー密度の「ホットスポット」を排除する。このバランスがとれた光 / 熱負荷は、装置の安定性及び性能を改善する。加えて、変調無しに装置で単一帯域が使われて維持されるので、先に記述されて図 15 に示された実施形態に比べて、より一定で且つより低いエネルギー密度が送達されることができる。先のもののように、オプションの 1 / 4 波長板リターダが、色帯の各々で、あるいは図 15 においてのようにシステムの色コンバイナの後のいずれかで、使用され得る。同様に、偏光子が、最適な偏光状態を提供するために、電子偏光回転子に先立って使用され得る。

【 0 0 5 9 】

複数のレーザコンバイナが、図 14 においてのように使用され得て、各コンバイナは異なる直交偏光状態及びそれに関連した隣接する波長スペクトルを有する。例えば、照射ユニット 40 b は、直線 p 偏光状態を有する第 1 のコンバイナと直線 s 偏光状態を有する第 2 のコンバイナとから構成され得る。第 1 のコンバイナの主スペクトルは、第 2 のコンバイナから 15 ~ 25 nm だけシフトされ得る。偏光ビームスプリッタ 62 が、これら 2 セットのレーザを一緒に合成するために使用され得る。引き続いて、色選択性偏光リターダが、偏光ビームスプリッタ 62 の後で光路で使用され得て、2 つのコンバイナスペクトル波長の一つのみを 90 度回転させて、その偏光状態をもう一方のコンバイナからの隣接スペクトルのものと一致させる。このようにして、システムではエタンデュが得られず、図 15 からの電子偏光回転子 75 が、単一偏光状態を直交するように回転して各それぞれの眼へのイメージングのための光を生成するために使用され得る。

【 0 0 6 0 】

ステレオ視聴経験を生成するために交番直交偏光を生成するその他の方法は、図 18 に示されているように、2 つの直交状態の間で機械的にシャッターすることである。照射コンバイナ 43 において、レーザ 44 b が第 1 の直線偏光状態を生成するために合成され、レーザ 44 a は、半波長板 64 とともに、第 1 の直線偏光状態に直交している第 2 の直線偏光状態の光を生成する（2 つの直線偏光状態はまた、出力偏光が直交するようにレーザセットの一つを単純に回転することによっても形成されることがある。）。回転シャッターディスク 65 は、第 1 及び第 2 の直交偏光状態に対する光学軸の経路に置かれて、合体された光学軸を作り出す。回転シャッターディスク 65 の回転位置は、モータ 66 を制御する制御論理プロセッサ 90 によって制御される。

【 0 0 6 1 】

回転シャッターディスク 65 は、図 19 A 及び図 19 B にそれぞれ平面図及び側面図で示されているように、好ましくは、少なくとも 2 つのセグメントを持つガラスディスクを有する。第 1 の透明セグメント 65 a は、そこに入射する光の全てを実質的に透過するように設計されている。第 2 の反射性セグメント 65 b は、そこに入射する光の全てを実質的に反射するように設計されている。第 1 の透明セグメント 65 b は、そこに入射する光の全てを実質的に反射するように設計されている。透明セグメント 65 a が光学軸に沿って配置されると、レーザ 44 b からの光は下流のシステム構成要素まで透過される一方で、レーザ 44 a からの光はビームダンパー 69 によって吸収される。その代わりに、反射性セグメント 65 b が光学軸に沿って配置されると、レーザ 44 a からの光は下流のシステム構成要素まで反射される一方で、レーザ 44 b からの光はビームダンパー 69 に向ける。このようにして、交番直交偏光の光が空間光変調器に送達されて、空間光変調器上のステレオイメージの形成に同期してシャッターディスク 65 を回転することによって、ステレオイメージが生成される。図 19 A に示されるように、偏光状態の間の移行領域 73 が存在して、そこでは光ビームが透明セグメント 65 a と反射性セグメント 65 b との間の境界に位置することに留意されたい。ここでは、照射光 67 は、透明セグメント 65 a と反射性セグメント 65 b との間の境界に位置する。この場合、両方の状態の偏光が誤って空間光変調器に送達される。この状態は、ゴーストとしても知られているように、2 つの眼のイメージの間でクロストークを生じさせる。いくらかの量のクロストークは許容可能であり得る。しかし、クロストークが過剰であると、空間光変調器及び / 又は照射光は、この移行期間の間はオフされ得て、いくらかの光のロスを犠牲にしてクロストークが除

10

20

30

40

50

去される。従って、この移行領域を最小化することが望ましい。これは、照射光のスポットサイズを最小化するか、又はシャッターホイールを拡大して実用上できるだけ離れた外径まで照射光を配置するかのいずれかによって、達成されることができる。

【0062】

図18の実施形態は、空間光変調器に向けられた光の偏光状態を交互に代えるように機能する一方で、50%を超える光がビームダンプ69に失われる。これは本質的に、システム効率を、従来のアプローチのものに対して低減させる。図20に示される他の実施形態は、シャッターディスク65の機能を拡張して、以前はビームダンプ69に送られていた光を回復する。照射コンバイナ45において、以前はビームダンプ経路にあった光は、半波長板64'によってその偏光状態が変換される。これは光を、シャッターディスク65によって空間光変調器に直接に送達されているのと同じ偏光状態に変換する。この偏光が変換された光は、それからミラー71によって、シャッターディスク65から直接来る光に隣接する経路に向けられる。両方のレーザアレイからの合成された光は、今は同じ偏光状態で、均一化光学系及び空間光変調器に送達される。再び、モータ66を使用してシャッターディスク65を回転することによって、光は交互に直交偏光状態で送達される。10

【0063】

図20の実施形態に対して、光源のエタンデュが図18で与えられた状態に比較して2倍になっていることを観察することができる。このエタンデュは、オリジナル及び変換されたビームが並んで且つ同じ角度空間で、面積が2倍の均一化光学系に提供され得る。あるいは、光は、各レーザ光源からいくらかオーバーラップしながら提供され得る。角度的なオーバーラップは、投影レンズが典型的にはテレセントリックであるので、この空間で混合することによって全画素に対して均一な照射をより簡単に達成することになり、より望ましくもあり得る。照射経路に続く光学系は、効率的であるためにこの大きなエタンデュを取り扱う必要がある一方で、これは、レーザ光源の低い開始エタンデュの性質のために、非常に困難な問題ではない。20

【0064】

図21は、やはり回復された偏光された光を使用するがより少ない構成要素を必要とする代替的な実施形態を示す。この場合、先にはビームダンプ69によって捕捉されていた光は、その代わりに反射性プリズム72を使用して転向されて、偏光を回転する半波長板64'を通される。図22は、各々が図21に示されたタイプである3つの照射コンバイナ45r、45g及び45bを組み込んだ投影システムを示す。照射コンバイナ45r、45g及び45bは各々交番直交偏光を作り出し、各色チャンネルについて対応する空間光変調器60を直接に照射する。ビームは、引き続いてダイクロイック板84で合成されて、投影光学系70によって投影される。30

【0065】

この同じアプローチは、移行領域の間であっても、付加的な光のロス無しに、非ステレオ投影に対しても適切に動作する。従って、従来の解決策とは異なり、この投影システムを従来の非ステレオイメージングのために利用するために、スループットを改善するためにシャッターホイール又は偏光スイッチを取り除く必要が無い。この場合、投影システムが従来の非ステレオイメージングのために利用されるときには、モータ66はシャットダウンされ得て、寿命又はパワー消費を節減し、好ましくは、シャッターの透過性領域が光路に置かれて、不必要的コーティングのダメージ及び熱の蓄積を最小化することができる。40

【0066】

図19A及び図19Bの回転シャッター機構は、交番直交偏光状態を提供することに加えて、スペックル低減という付加的な機能を発揮し得る。スペックルは、レーザ投影における潜在的な問題として、先に議論された。複数のレーザの使用がレーザの一般的なコヒーレンス性を低減して、スペックルを実質的に低減する傾向にある一方で、より少ないレーザが使われる小さなスクリーンの場合に特に、残存コヒーレンスが存在することがある。交番偏光状態はもともとスペックルを低減するが、コヒーレンス破壊コーティングがま50

た、シャッターの一つ又は両方の側に設けられ得る。加えて、空間的又は角度的のいずれかで光を混合する均一化光学系の使用は、シャッター基板における波面の偏りによる光路の変動と共に、任意の残存するコヒーレンス、及びこれよりスペックルを、実質的に低減する。

【0067】

図19Bは、一つの拡散側部65c及び一つの研磨側部65dを有するシャッターディスク65を示している。拡散側部65cは研削された表面で製造され、研磨側部65dは研磨された表面で製造される。本発明の好適な実施形態では、研磨側部65dは、一つのセグメントに反射防止コーティング及び他のセグメントにミラーコーティングを有する。拡散側部65cの表面粗さは、可視のスペックルを除去できるほど高くあるべきであるが、光源の角度範囲を実質的に増加しない程度に低くあるべきである。この比較的粗い表面の使用は、回転ホイールによって提供される空間的な動きと共に、残存スペックル欠陥を低減するか又はシステムから除去することができる。10

【0068】

あるいは、先に述べたように、シャッターディスク65の両側が研磨され得る。しかし、この場合には、表面は、シャッターディスクが回転されるときに光路の異なる複数の波が光ビームに導入されるように、光学的にフラットであるべきではない。この構成は、照射光の角度範囲を実質的に増加せず且つ従ってエタンデュを増加する拡散表面の使用に比べて、効果を有する。

【0069】

本発明の好適な実施形態は、異なる偏光状態を有する2つのビームを生成するためのビーム分割装置の一部として、回転シャッターディスクのような偏光回転子を使用する。図23を参照すると、単一の光源から交番偏光状態を提供するための偏光回転子の一部として構成されたシャッターディスク122の平面図及び模式的側面図が示されている。シャッターディスク122は、交番偏光状態を作り出すための機構を提供する反射性セグメント124及び124'ならびに透過性セグメント126及び126'の配置を有する。図24及び図25を参照すると、ビーム分割システム120は、光源システム110から偏光照射を受け取る。光源システム110は、先に述べたような光軸向プリズム30及びそのサポート構成要素、又は何らかのその他の偏光照射光源を使用し得る。スピンドルするシャッターディスクに実質的にコリメートされた光を向ける先に示されたシャッターディスクの構成とは異なり、レンズ素子112が入射照射を焦点に集める。ビーム分割システム120は、シャッターディスク122及びサポートミラー、シャッターディスク122の表面から反射された又はシャッターディスク122を透過した光を転向するための反射性素子128及び129の構成を含む。モータ又はその他のアクチュエータ(図示せず)が回転運動を提供して、シャッターディスク122が偏光回転子として動作することを可能にする。反射性素子128及び129は、ミラー又はその他の反射性表面であることができて、これは、異なる偏光状態のそれぞれの光ビームを同じ光路上に向けるように構成された偏光ビームスプリッタを含む。ワイアグリッド、薄膜板又は方形偏光ビームスプリッタのような偏光ビームスプリッタ、又はブリュースター角ビーム合成素子が、反射性素子128及び129のために使用されることができる。薄膜板が、一般的には低コストの解決策で、反射性素子128及び129として許容可能な性能を提供することができる。3040

【0070】

図24は、偏光照射がシャッターディスク122の内側反射性セグメント124で反射された回転ミラーとして機能する反射性素子128に向かうように回転シャッターディスク122が位置されたときの半周期の間の光路を示す。この光は、外側透過性セグメント126'、及び半波長板のような照射の偏光状態を換える波長板134を透過される。図24に示されている例では、光源システム110からの光はS偏光であるのに対して、波長板134から出てくる光は直交したP偏光である。他の構成が可能であり、それは、波長板134からの光のそれぞれの偏光状態が必ずしも光源システム110から発せられた光の偏光状態に必ずしも直交しないように半波長板以外のものを使用する実施形態を含む50

ことが、理解される。ある実施形態では、波長板 134 からの光の直交偏光状態は、反対の円偏光状態である。

【0071】

依然として図 24 を参照して、偏光ビームコンバイナ 132 を備えているビーム結合システム 130 は、それからこの偏光状態の光を透過して、変調のための第 1 の光ビーム 104 を提供する。偏光ビームコンバイナ 132 は、ワイヤグリッド、薄膜板又は方形偏光ビームスプリッタのような偏光ビームスプリッタ、又はブリュースター角ビーム合成素子であることができる。薄膜板が、一般的には低コストの解決策で、偏光ビームコンバイナ 132 として許容可能な性能を提供することができる。図 25 は、偏光照射がシャッターディスク 122 の内側透過性セグメント 126 を透過して反射性素子 129 に向かうように回転シャッターディスク 122 が位置されたときの半周期の間の光路を示す。反射性素子 129 は回転ミラーとして機能し、そのオリジナルの偏光状態では、光を偏光ビームコンバイナ 132 に向かわせる。偏光ビームコンバイナ 132 はそれから、この光を第 2 の光ビーム 106 として反射する。このようにして、第 1 の光ビーム 104 及び第 2 の光ビーム 106 の両方が、合成された光ビームとして同じ光路に沿って交互に向けられる。いずれの場合も、偏光ビームコンバイナ 132 は、2つの直交偏光状態の間の偏光コントラストが強調されるように、出て行く光に偏光純度の付加的なレベルを提供する。加えて、偏光ビームコンバイナ 132 を使用して第 1 の光ビーム 104 及び第 2 の光ビーム 106 の両方を同じ光路に実質的に同じ光学的角度範囲で置くことによって、エタンデュが、従来技術の実施形態から低減する。

10

20

【0072】

再び図 23 におけるシャッターディスク 122 の平面図を参照すると、シャッターディスク 122 の回転の間に、入射ビームのある部分は透過して他の部分が反射される移行インターバルが存在することが理解できる。このインターバルの間に照射の全てが同じ偏光を有していないので、シャッターディスク 122 の全体的なサイクル時間に関して、サイクル時間のこの「移行」インターバルは使用することができない。従って、照射ビーム幅を低減することに効果がある。シャッターディスク 122 は光源システム 110 からフォーカスされた光を受け取るので、ビーム幅は顕著に低減されて、それによって移行インターバルの時間を低減し、変調のために利用可能な照射量を効果的に増加する。

30

【0073】

シャッターディスク 122 又はその他の偏光回転子の角度及び位置は、ビーム合成システム 130 から出力される第 1 の光ビーム 104 及び第 2 の光ビーム 106 に対する光出力強度の実質的なマッチングを作り出すために、調節することができる。あるいは、シャッターディスク 122 又はその他の偏光回転子の角度、位置、及び光学的パラメータは、光学システムの他の場所での条件を補正するように意図的に調整されることができ、これは、最大よりも少ない偏光回転を提供するような偏光ビームコンバイナの位置決めを含む。

【0074】

本発明のビーム分割システム 120 の他の効果は、2つの偏光状態の各々に対する別個の光源の必要性及び光源を繰り返してオン・オフする必要の排除に関する。実際、本発明の実施形態は、両偏光状態についての光を提供するために、同じ光源システム 110 を使用する。

40

【0075】

ここには示されていないか又は特に記述されていないが電子イメージ投影技術における当業者には良く知られたセンシング及び制御ロジックが、プロジェクタの数多くの色チャンネルの各々の内部の空間光変調器に対して提供された信号と、シャッターディスク 122 の相対的なタイミングとを協調するために提供される。図 26 のタイミング図は、光源、ここでは固体光アレイ 44b が連続的に「オン」位置に留まりながら、光出力の偏光状態が交互に換わることを示している。代替的な実施形態では、光の漏れをさらに低減するために、固体光アレイ 44 がこの移行時間の間はオフされ得る。

50

【0076】

図27の模式図は、本発明の照射装置を使用して、ここでは赤色チャンネル140r、緑色チャンネル140g、及び青色チャンネル140bとして示される各色チャンネルにおける空間光変調器60に対して交番偏光状態の照射を提供するイメージ投影システム100を示す。各色チャンネルは、それ自身の光源システム110、ビーム分割システム120、及びビーム合成システム130を含む。各色チャンネル内で、空間光変調器60は、その対応するビーム合成システム130からの合成された光ビームを、ステレオイメージデータと共に、第1の偏光状態を有する合成光ビームの中の照射から第2のモジュール化された光を形成し且つ第2の偏光状態を有する合成光ビームの中の照射から第2のモジュール化された光を形成するようにモジュール化する。イメージ投影システム100はまた、各色チャンネルからの光を結合するために必要とされる構成要素（この例ではダイクロイック表面84）、及びディスプレー表面の上にイメージを形成するための投影光学系70も含む。

【0077】

図23～図26を参照して記述されたビーム分割方法の一つの効果は、各偏光半サイクルに対する光の特性に関する。同じソース光が光源システム110で使用されているので、合成された光ビームの空間的及び角度的な特性は、交番偏光状態の間で実質的に等価である。第1及び第2の光ビームの光路における構成要素の厚さのアスペクト、入射角度、及び屈折率は、空間的及び角度的な特性の等価性又は実質的な等価性をサポートするように、構成されることができる。

【0078】

シャッターディスク122が、单刀直入な動作及びタイミングを可能にする偏光回転子の一つのタイプであるが、偏光回転子の他のタイプが、代わりに使用されることができる。半波長板、液晶装置、又は電子リターダが、この目的のために代わりに使用されることができる。

【0079】

オプションの均一化素子もまた、照射システムの一部として含まれることができる。図24及び図25は、光源システム110からの偏光された光ビームの経路における一つの可能な位置に、オプションの均一化システム138を示している。図24及び図25はまた、合成された光ビームの経路における代替的な位置に、オプションの均一化システム138'も示している。例えば集積バー又はレンズレットアレイのような、数多くのタイプの均一化システムの任意のものが使用されることができる。

【0080】

DLP装置のような大抵の微小電気機械構造（MEMS）は、典型的にはアルミニウムから形成された金属反射器を使用する。金属ミラーは、スキュ角度からの光を取り扱うときに、反射時に非常に小さな位相シフトを生成する。DLP装置は反射後に偏光状態を維持するが、好適な偏光方向は、図17に示されるように、マイクロミラー74のヒンジピボットと一直線上の又はそれに直交する偏光軸を有する。軸Aは、DLPマイクロミラーのためのヒンジピボット線を示す。しかし、マイクロミラーの平面に関して他の軸に沿って向いている偏光状態が、残余の偏光に対して最小の効果で使用されることがある。

【0081】

好ましくは、従来のDLPパッケージに対する改変が、カバープレート気密パッケージのために使用される。従来のパッケージは、環境的なシールならびに欠陥の無い表面を提供して、散乱がイメージの品質に影響を与えることを防ぐように設計されている。そのため、機械的フレームへのレーザ溶接及び熱溶融窓の工程は、各パッケージに顕著で且つ一致しない複屈折をもたらす。3nmを超える遅れの変動が、サンプル装置で観察されている。これは、装置の偏光状態の維持に負の影響を与える。従って、新しい窓パッケージが、偏光した光でDLP装置を適切に利用するために有用である。パッケージは、SFS35のような、低率の応力及び熱的にもたらされる複屈折を有するガラスの利用によって、改善されることがある。代替的なアプローチは、例えば窓を所定の位置に取り付けるため

10

20

30

40

50

のR T Vの使用のような、窓フレームへの窓の応力フリーの搭載を提供することである。窓フレームの機械的性質が、窓に対しては堅固であるがチップフレームの取付け表面に対してはフレキシブルであるような、さらなるアイソレーションが望まれる。同様に、このアプローチは、逆にされることができる。さらに、動作温度とパッケージング温度との相違に起因する応力を避けるように、注意深く制御されたチップ動作温度で実行されると、窓フレームへの窓の取り付け及びフレームのチップへの搭載の手順に効果を有する。

【0082】

偏光レーザ光源の使用は、ステレオイメージの投影に対して顕著な効果を提供する。先に論じた従来の照射光源に対する効率ゲインは、従来の2D投影に匹敵する明るさでイメージをより容易に送達することを可能にする。

10

【0083】

本発明が、そのある好適な実施形態を特に参照して詳細に記述されてきたが、様々な変更及び改変が、本発明の思想及び範囲内で実行されることができることが理解されるであろう。例えば、レーザアレイが詳細な実施形態では述べられているが、他の固体放射性構成要素が、代替物として使用されることができる。サポートイングレンズ及びその他の光学的構成要素がまた、各光路に追加され得る。ここに示された光学的なアセンブリでは、均一化又は光集積とリレーとの順序が、効果に顕著な相違をもたらすことなく逆にされることができる。

【0084】

これより、提供されているものは、拡張された明るさを有するステレオデジタルシネマ投影のための偏光照射を使用する装置及び方法である。

20

【符号の説明】

【0085】

- 10 プロジェクタ装置
- 12 光源
- 14 ブリズムアセンブリ
- 16 位置
- 18 光学系
- 20 , 20r , 20g , 20b 空間光変調器
- 26 レーザ
- 28 入射ファセット
- 29 投影レンズ
- 30 光転向ブリズム
- 32 入射面
- 34 出力面
- 36 転向表面
- 38 光転向ファセット
- 40r , 40g , 40b 光変調アセンブリ
- 42 照射コンバイナ
- 43 照射コンバイナ
- 44 , 44' 固体光アレイ
- 44a , 44b 固体レーザアレイ
- 45 , 45r , 45g , 45b 照射コンバイナ
- 46 ミラー
- 50 レンズ
- 51 集積器
- 52 光ガイド
- 54 レンズ
- 60 空間光変調器
- 62 偏光ビームスプリッタ

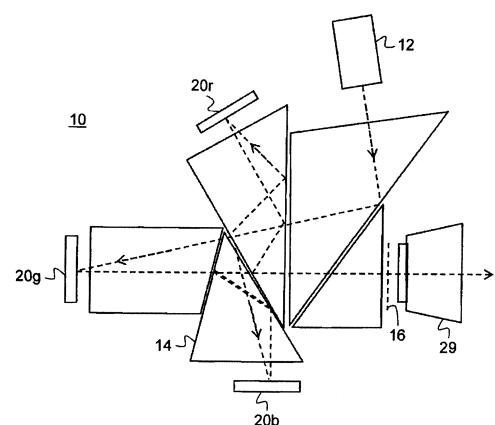
30

40

50

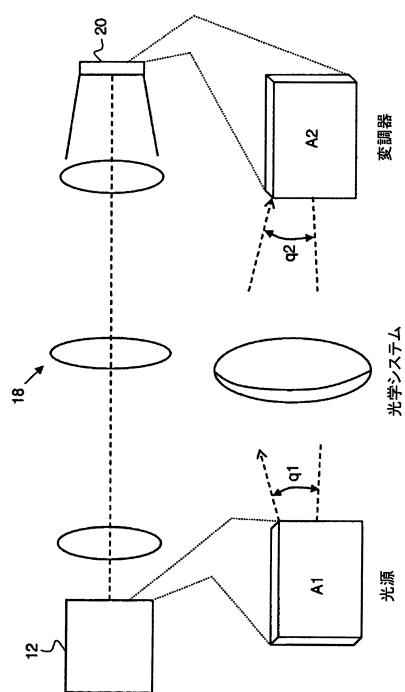
6 4 , 6 4 '	半波長板	
6 5	シャッターディスク	
6 5 a	透明セグメント	
6 5 b	反射性セグメント	
6 5 c	拡散側部	
6 5 d	研磨側部	
6 6	モータ	
6 7	照射光	
6 8	ダイクロイック表面	
6 9	ビームダンプ	10
7 0	投影光学系	
7 1	ミラー	
7 2	反射プリズム	
7 3	移行領域	
7 4	マイクロミラー	
7 5	電子偏光回転子	
7 5 r , 7 5 g , 7 5 b	狭帯域偏光回転要素	
7 6	1 / 4 波長板	
8 0	ディスプレー表面	
8 2	ダイクロイックコンバイナ	20
8 4	ダイクロイック表面	
9 0	制御論理プロセッサ	
1 0 0	イメージ投影システム	
1 0 4	第 1 の光ビーム	
1 0 6	第 2 の光ビーム	
1 1 0	光源システム	
1 1 2	レンズ素子	
1 2 0	ビーム分割システム	
1 2 2	シャッターディスク	
1 2 4	内側反射性セグメント	30
1 2 4 '	外側反射性セグメント	
1 2 6	内側透過性セグメント	
1 2 6 '	外側透過性セグメント	
1 2 8 , 1 2 9	反射性素子	
1 3 0	ビーム結合システム	
1 3 2	偏光ビームコンバイナ	
1 3 4	波長板	
1 3 8 , 1 3 8 '	均一化システム	
1 4 0 r	赤色チャンネル	
1 4 0 g	緑色チャンネル	40
1 4 0 b	青色チャンネル	
A 軸		
A 1	光源面積	
A 2	変調器面積	
D 1 , D 1 '	出射方向	
D 2	出力方向	
L 長さ方向		
1	出力角度	
2	許容可能角度	

【図1】

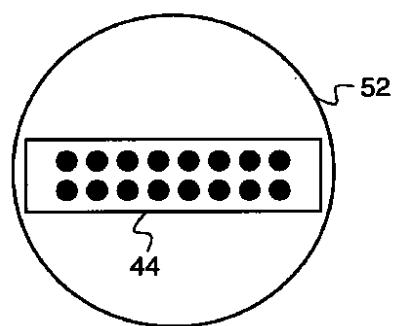


(従来技術)

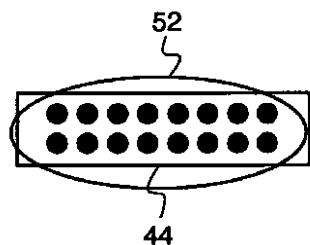
【図2】



【図3A】



【図3B】

**FIG. 3A****FIG. 3B**

【図4】

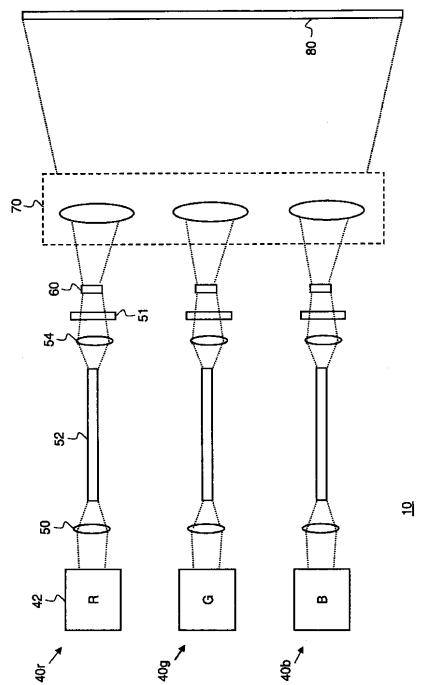


FIG. 4

【図5】

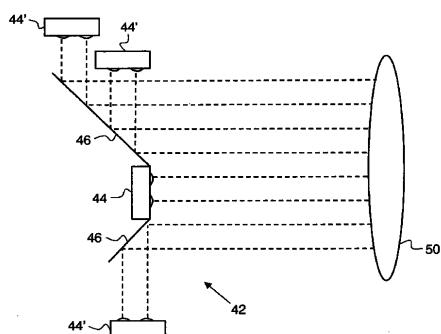


FIG. 5

【図6】

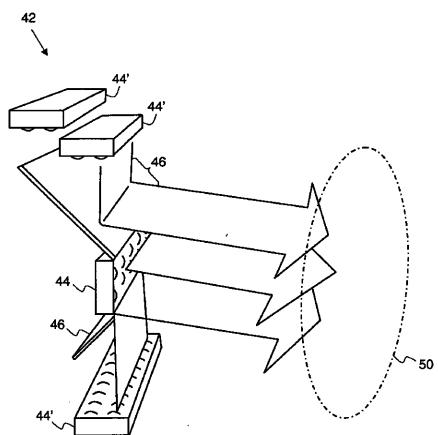


FIG. 6

【図7A】

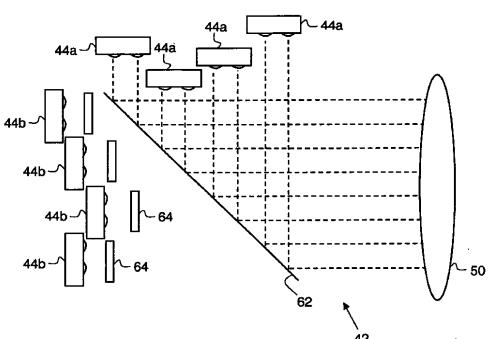


FIG. 7A

【図 7B】

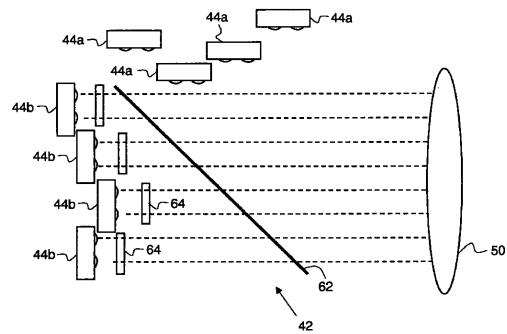
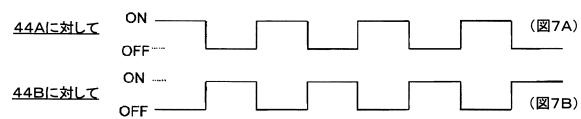


FIG. 7B

【図 8】



【図 9A】

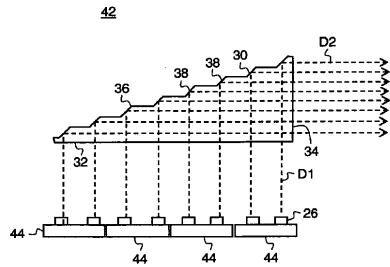
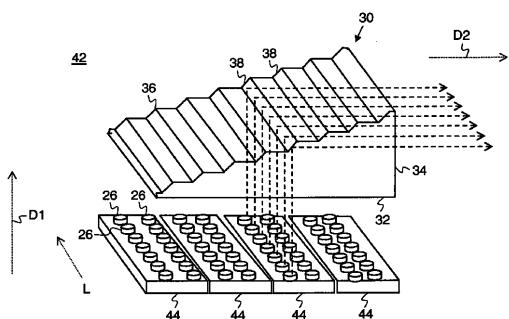


FIG. 9A

【図 9B】



【図 10】

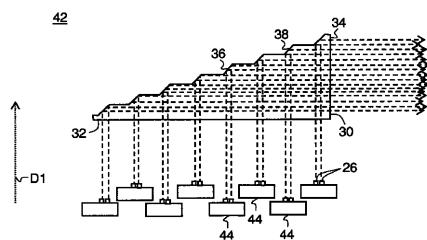


FIG. 10

FIG. 9B

【図11】

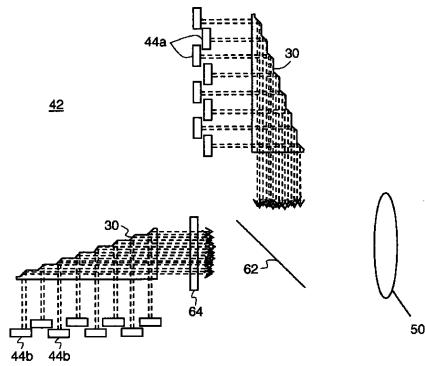


FIG. 11

【図12】

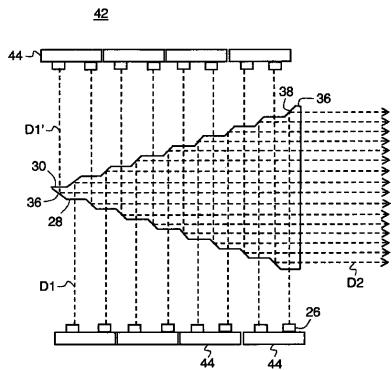


FIG. 12

【図13】

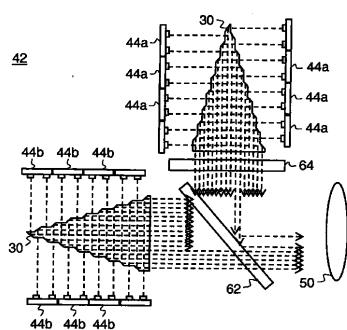


FIG. 13

【図14】

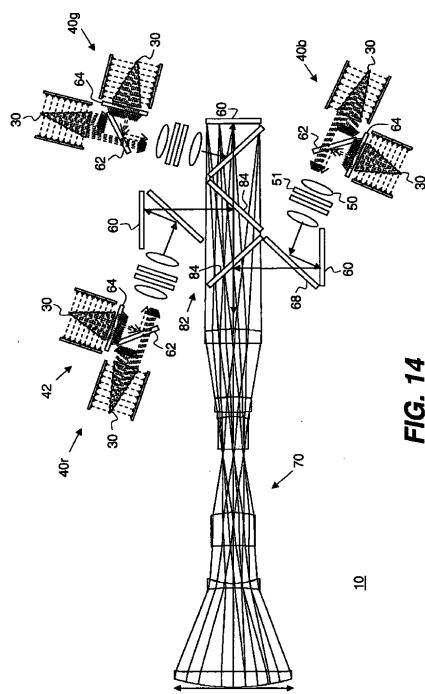


FIG. 14

【図15】

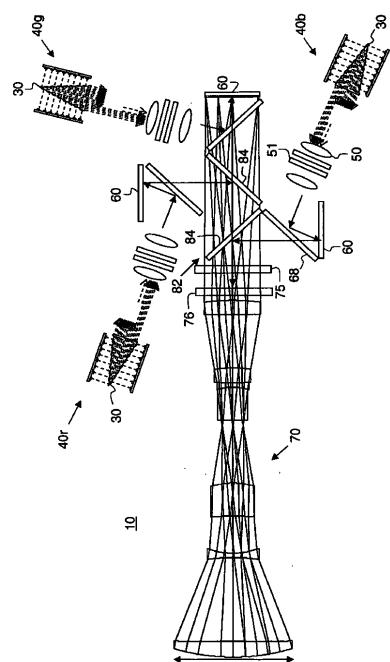


FIG. 15

【図16】

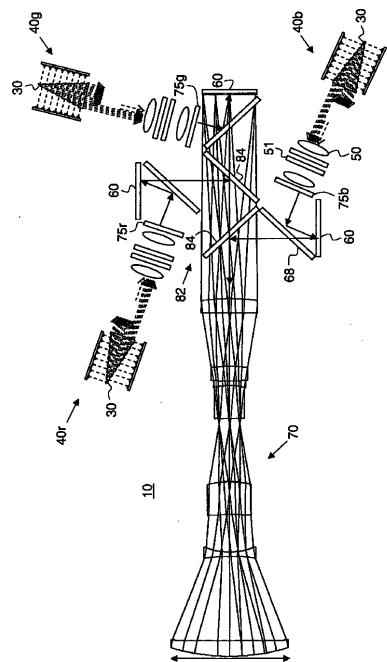


FIG. 16

【図17】

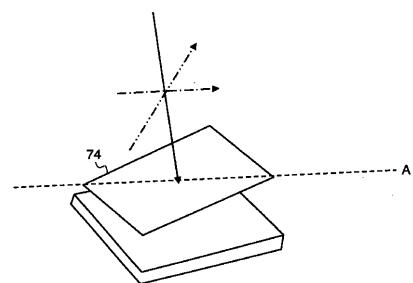


FIG. 17

【図18】

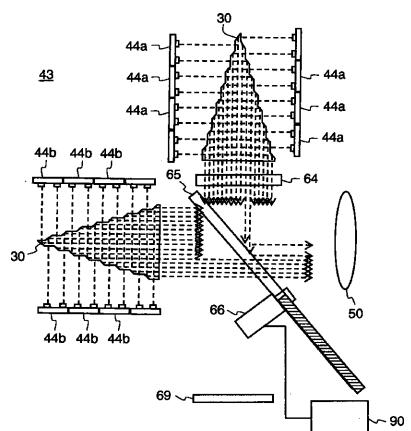
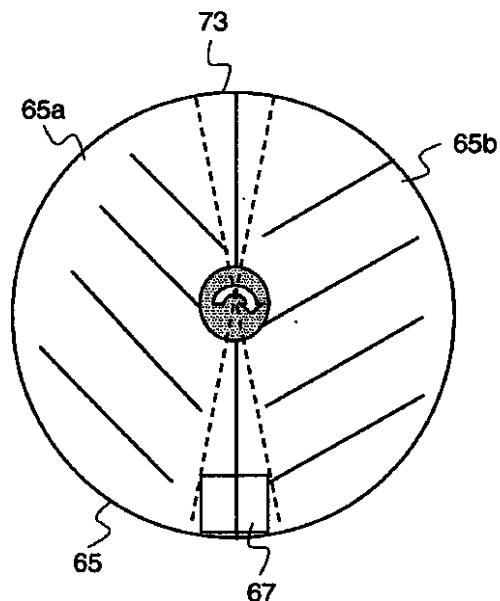
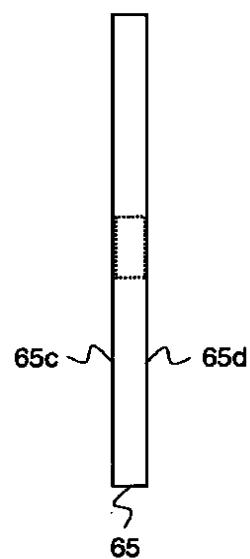


FIG. 18

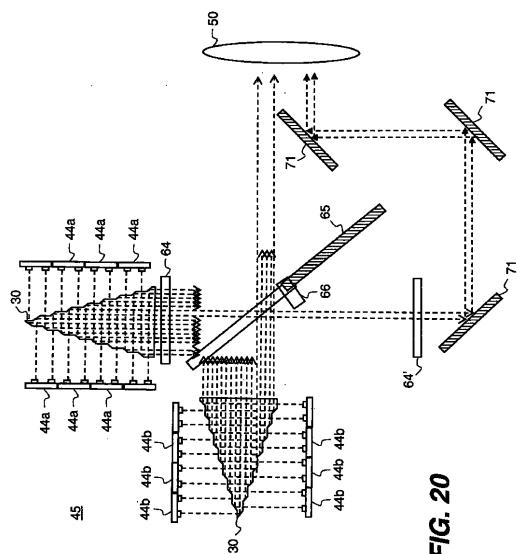
【図 19A】



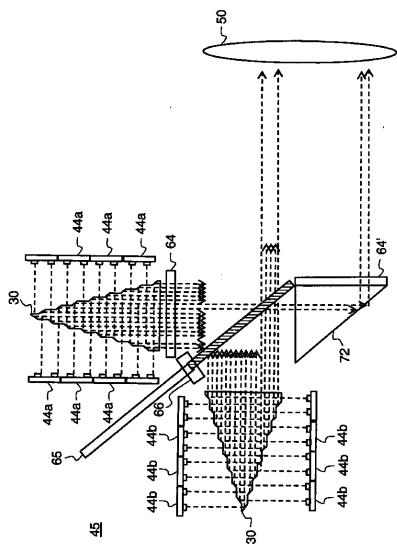
【図 19B】

**FIG. 19B****FIG. 19A**

【図 20】

**FIG. 20**

【図 21】

**FIG. 21**

【図22】

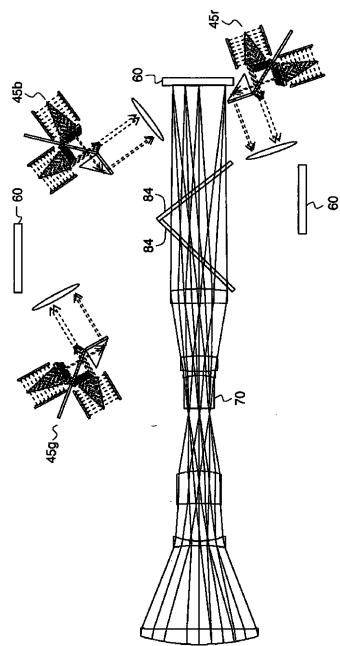


FIG. 22

【図23】

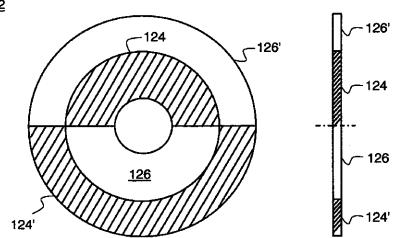


FIG. 23

【図24】

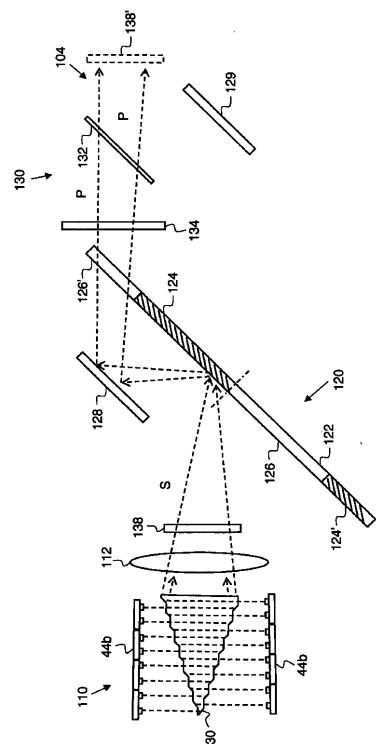


FIG. 24

【図25】

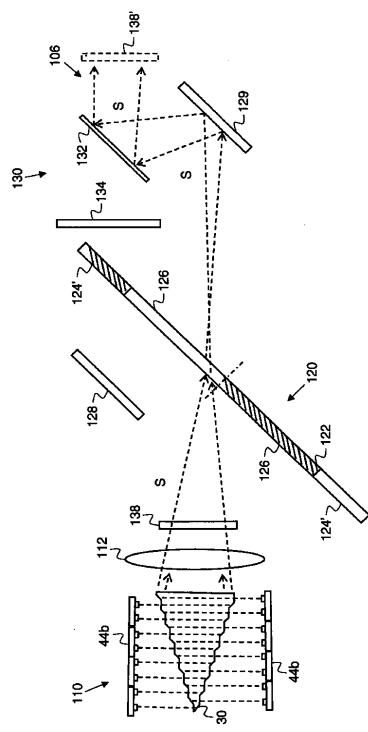
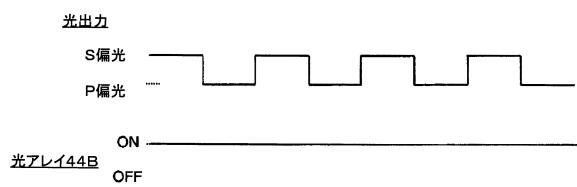


FIG. 25

【図26】



【図27】

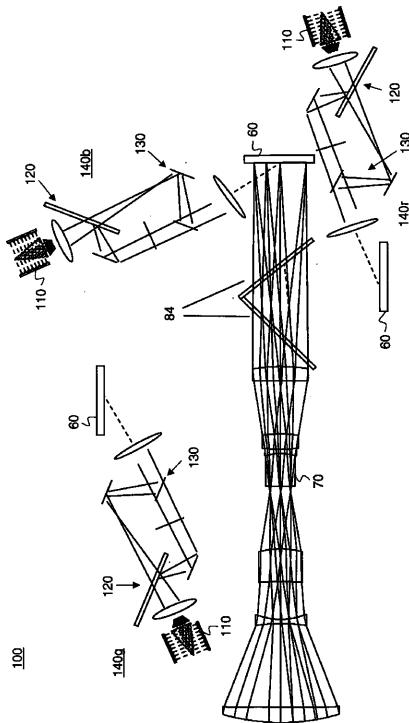


FIG. 27

フロントページの続き

審査官 小野 博之

(56)参考文献 米国特許出願公開第2009/0096991(US,A1)

特開2007-017536(JP,A)

特開2008-310340(JP,A)

特開2009-116165(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G03B 21/00 - 21/10

21/12 - 21/13

21/134 - 21/30

G02B 27/00 - 27/64

H04N 5/66 - 5/74

13/00 - 17/06