

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2011-527766

(P2011-527766A)

(43) 公表日 平成23年11月4日(2011.11.4)

(51) Int.Cl.	F 1	テーマコード (参考)
G03B 21/00 (2006.01)	G03B 21/00	F 2H149
G02B 27/26 (2006.01)	G02B 27/26	2H199
G02B 5/30 (2006.01)	G02B 5/30	2K103
HO4N 5/74 (2006.01)	HO4N 5/74	5C058

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 38 頁)

(21) 出願番号	特願2011-517404 (P2011-517404)	(71) 出願人	590000846 イーストマン コダック カンパニー
(86) (22) 出願日	平成21年6月26日 (2009.6.26)		アメリカ合衆国 ニューヨーク州 ロchester スター ステート ストリート 343
(85) 翻訳文提出日	平成23年1月7日 (2011.1.7)	(74) 代理人	100070150 弁理士 伊東 忠彦
(86) 國際出願番号	PCT/US2009/003824	(74) 代理人	100091214 弁理士 大貫 進介
(87) 國際公開番号	W02010/005495	(74) 代理人	100107766 弁理士 伊東 忠重
(87) 國際公開日	平成22年1月14日 (2010.1.14)	(72) 発明者	ピートリー, ジョセフ レイモンド アメリカ合衆国 ニューヨーク州 146 50-2201 ロchester ステイト ・ストリート 343
(31) 優先権主張番号	12/171, 916		
(32) 優先日	平成20年7月11日 (2008.7.11)		
(33) 優先権主張国	米国(US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】レーザーで照明されたマイクロミラープロジェクター

(57) 【要約】

ディジタルイメージプロジェクターは、複数の光変調組み立て体及び二色性のコンバイナーを含む。各々の光変調組み立て体は、照明ビームを提供するように構成された少なくとも一つのレーザー光源、自由選択のもの、コートされた表面、及び空間光変調器を含む。コートされた表面が、存在するとすれば、それぞれのレーザー光源は、コートされた表面へ照明ビームを方向付けるように構成されたものであるが、それは、それぞれの空間光変調器に向かって照明ビームを方向付ける。さもなければ、それぞれのレーザー光源は、それぞれの空間光変調器に向かって直接的に照明ビームを方向付けるように構成されたものである。空間光変調器は、存在するとすれば、コートされた表面へ逆戻りに、及び、対応する光変調組み立て体の外に、出力の変調された光を再度方向付ける。二色性のコンバイナーは、複数の光変調組み立て体の各々からディスプレイの表面への投射のための投射レンズに向かって、出力の変調された光を方向付ける。

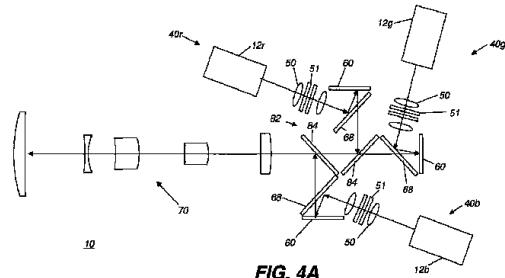


FIG. 4A

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ディジタルイメージプロジェクターであって、
複数の光変調組み立て体、
各々の光変調組み立て体が、
照明ビームを提供するように構成された少なくとも一つのレーザー光源、
光をその入射角に従って透過させると共に反射させるように処理されたコートされた表面、及び
マイクロミラーのアレイを備える空間光変調器
を備えるものであること、

前記光変調組み立て体において前記コートされた表面が前記空間光変調器に向かって前記照明ビームを方向付けるように構成されたものであること、並びに、

前記光変調組み立て体において前記空間光変調器における各々のマイクロミラーが前記照明ビームを変調するように並びに前記コートされた表面へ逆戻りに及び対応する光変調組み立て体の外に出力された変調された光を方向付けるように選択的に作動可能なものであること、並びに、

光をその波長に従って選択的に透過させる又は反射させるように処理された及びディスプレイの表面への投射のための投射光学部品に向かって前記複数の光変調組み立て体の各々からの前記出力された変調された光を方向付けるように構成された複数の表面を備える二色性のコンバイナー
を備える、ディジタルイメージプロジェクター。

【請求項 2】

請求項 1 に記載のディジタルイメージプロジェクターにおいて、
前記コートされた表面の各々は、ミラーコーティングのデザイン、エッジフィルターコーティングのデザイン、バンドパスフィルターコーティングのデザイン、又はノッチフィルターコーティングのデザインを有する、ディジタルイメージプロジェクター。

【請求項 3】

請求項 1 に記載のディジタルイメージプロジェクターにおいて、
前記コートされた表面の各々は、そのそれぞれの空間光変調器に対して実質的に平行なものである、ディジタルイメージプロジェクター。

【請求項 4】

請求項 1 に記載のディジタルイメージプロジェクターにおいて、
前記コートされた表面の各々は、前記照明ビームを反射させるように及び変調された光を透過させるように構成されたものである、ディジタルイメージプロジェクター。

【請求項 5】

請求項 1 に記載のディジタルイメージプロジェクターにおいて、
前記コートされた表面の各々は、前記照明ビームを透過させるように及び変調された光を反射させるように配されたものである、ディジタルイメージプロジェクター。

【請求項 6】

請求項 1 に記載のディジタルイメージプロジェクターにおいて、
前記コートされた表面の各々は、法線に相対的な角度の第一の範囲にわたって光を透過させるように及び法線に相対的な角度の第二の範囲にわたって光を反射させるように処理されたものであると共に、
前記ディジタルイメージプロジェクターにおいて前記角度の第二の範囲は、前記第一の範囲と比べてより大きいものである、
ディジタルイメージプロジェクター。

【請求項 7】

請求項 1 に記載のディジタルイメージプロジェクターにおいて、
前記コートされた表面の各々は、法線に相対的に角度の第一の範囲にわたって光を透過させるように及び法線に相対的な角度の第二の範囲にわたって光を反射させるように処理

10

20

30

40

50

されたものであると共に、

前記ディジタルイメージプロジェクターにおいて前記角度の第一の範囲は、前記第二の範囲と比べてより大きいものである、
ディジタルイメージプロジェクター。

【請求項 8】

請求項 1 に記載のディジタルイメージプロジェクターにおいて、
各々のレーザー光組み立て体は、二つの直交する状態の間で光の偏光を交替させるように構成された並びにそれぞれの照明ビームの経路におけるそれぞれの少なくとも一つのレーザー光源及びそれぞれのコートされた表面の間に位置させられるように構成された偏光回転子をさらに備えると共に、

前記ディジタルイメージプロジェクターにおいて前記ディジタルイメージプロジェクターは、立体視的なディジタルイメージプロジェクターである、
ディジタルイメージプロジェクター。

【請求項 9】

請求項 8 に記載のディジタルイメージプロジェクターにおいて、
前記コートされた表面及び前記二色性のコンバイナーの表面は、動作中の角度及び波長にわたって前記二つの直交する状態の間ににおける位相の差を最小にする、ディジタルイメージプロジェクター。

【請求項 10】

請求項 9 に記載のディジタルイメージプロジェクターにおいて、
前記二つの直交する状態の間ににおける位相の差は、20度と比べてより少ないものである、ディジタルイメージプロジェクター。

【請求項 11】

請求項 8 に記載のディジタルイメージプロジェクターにおいて、
前記二つの直交する状態の間ににおける位相の差が少なくとも部分的に20度と比べてより少ないものであることを引き起こすように構成された補償材料をさらに備える、ディジタルイメージプロジェクター。

【請求項 12】

請求項 8 に記載のディジタルイメージプロジェクターにおいて、
前記偏光回転子は、回転可能なものである、ディジタルイメージプロジェクター。

【請求項 13】

請求項 8 に記載のディジタルイメージプロジェクターにおいて、
前記偏光回転子は、反射性の部分を有するシャッターである、
ディジタルイメージプロジェクター。

【請求項 14】

請求項 8 に記載のディジタルイメージプロジェクターにおいて、
前記コートされた表面及び前記二色性のコンバイナーの表面は、透過させられた及び反射させられた光の偏光の状態を実質的に保存する、ディジタルイメージプロジェクター。

【請求項 15】

ディジタルイメージプロジェクターであって、
複数の光変調組み立て体、
各々の光変調組み立て体が、
照明ビームを提供するように構成された少なくとも一つのレーザー光源、及び、
マイクロミラーのアレイを備える空間光変調器
を備えるものであること、

各々のマイクロミラーが前記照明ビームを変調するように及び対応する光変調組み立て体の外に出力された変調された光を再度方向付けるように選択的に作動可能なものであること、並びに、

光をそれの波長に従って選択的に透過させる又は反射させるように処理された及びディスプレイの表面への投射のための投射光学部品に向かって前記複数の光変調組み立て体の

10

20

30

40

50

各々からの前記出力された変調された光を方向付けるように構成された複数の表面を備える二色性のコンバイナーを備える、ディジタルイメージプロジェクター。

【請求項 16】

請求項 15 に記載のディジタルイメージプロジェクターにおいて、前記二色性のコンバイナーは、二色性の薄膜でコートされたプレートを備える、ディジタルイメージプロジェクター。

【請求項 17】

請求項 15 に記載のディジタルイメージプロジェクターにおいて、各々のレーザー光組み立て体は、二つの直交する状態の間ににおける光の偏光を交替するように構成された並びにそれぞれの照明ビームの経路におけるそれぞれの少なくとも一つのレーザー光源及びそれぞれの空間光変調器の間に位置させられるように構成された偏光回転子をさらに備えると共に、

前記ディジタルイメージプロジェクターにおいて前記ディジタルイメージプロジェクターは、立体視的なディジタルイメージプロジェクターである、ディジタルイメージプロジェクター。

【請求項 18】

請求項 17 に記載のディジタルイメージプロジェクターにおいて、前記二色性のコンバイナーは、透過させられた及び反射させられた光の偏光状態を実質的に保存する、ディジタルイメージプロジェクター。

【請求項 19】

請求項 15 に記載のディジタルイメージプロジェクターにおいて、前記投射光学部品は、2 . 5 : 1 と比べてより大きいバックフォーカス対焦点距離の比を備えた投射レンズを含む、ディジタルイメージプロジェクター。

【請求項 20】

請求項 17 に記載のディジタルイメージプロジェクターにおいて、前記コートされた表面及び前記二色性のコンバイナーの表面は、動作中の角度及び波長にわたって前記二つの直交する状態の間ににおける位相の差を最小にすると共に、

前記ディジタルイメージプロジェクターにおいて前記二つの直交する状態の間ににおける位相の差は、20 度と比べてより少ないものである、ディジタルイメージプロジェクター。

【請求項 21】

請求項 17 に記載のディジタルイメージプロジェクターにおいて、前記コートされた表面及び前記二色性のコンバイナーの表面は、動作中の角度及び波長にわたって前記二つの直交する状態の間ににおける位相の差を最小にすると共に、

前記ディジタルイメージプロジェクターにおいて前記二つの直交する状態の間ににおける位相の差は、実質的にゼロ度である、ディジタルイメージプロジェクター。

【請求項 22】

請求項 17 に記載のディジタルイメージプロジェクターにおいて、各々のレーザー光源からの直交する偏光状態の両方の全部の光のスループットは、実質的に等しいものである、ディジタルイメージプロジェクター。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

発明の分野

この発明は、一般にディジタルイメージを投射するための装置に關係すると共に、より詳しくは、ディジタルシネマの投射のためのマイクロミラーに基づいた空間光変調器を照明するためにレーザーを使用するものの改善された装置及び方法に關係する。

【背景技術】

10

20

30

40

50

【0002】

発明の背景

動画のためのフィルムからディジタルへの移行において、ディジタル投射の技術は、厳格な質の要件を満たす又は超えること、及び、大きい会場の投射のための十分な明るさを提供することが期待される。早期のディジタル投射装置に使用された空間光変調器（SLM）の一つのタイプは、LCD（液晶デバイス）である。LCDは、各々の対応するピクセルについての入射の光の偏光状態を選択的に変調することによってピクセルのアレイとしてイメージを形成する。LCDは、高い質のディジタルシネマ投射システム用の空間光変調器としてのいくつかの利点を有するようにみえる。これらの利点は、相対的に大きいデバイスのサイズ、好ましいデバイスの歩留まり、及び、Sony Corporation及びJVC Corporationから入手可能な 4096×2160 の解像度のデバイスのような、より高い解像度のデバイスを製作することの能力を含む。

10

【0003】

LCoS（リキッド・クリスタル・オン・シリコン）のデバイスは、大きいスケールのイメージの投射に特に将来有望なものであると考えられる。しかしながら、LCDの構成部品と共に、特に色及びコントラストに関するディジタルシネマの高い質の需要を維持することは、高い明るさの投射の高い熱的な負荷がこれらのデバイスの偏光の質に影響を及ぼすので、困難であり得る。現行の商品化されたプロジェクターは、光学的なスプリッターによって三つの色のバンド（赤色、緑色、及び青色）へと分割されるものである少なくとも一つのショートアークキセノンランプシステムを使用する。この光は、その次に、偏光ビームスプリッターキューブ又はワイヤーグリッド偏光子のいずれかによって三つのLCoSのSLMの一つへ届けられる。このシステムのコスト及び複雑さは、照明の不十分さによって妨げられる。変調のサイズ及び他の因子のために、F数が小さい光学部品（およそ $f/2.3$ ）を含む、より大きい及びより高価な構成部品は、しばしば、光を収集すると共に届けるために必要とされる。投射レンズは、例えば、一万ドルをはるかに超える値段が付けられ得る。

20

【0004】

マルチカラーのディジタルシネマの投射についての投射の解決手段におけるいくらかの成功を享受してきたものであるSLMの第二のタイプは、ディジタルライトプロセッサー（DLP）、Texas Instruments, Inc., Dallas, TXによって開発された、ディジタルマイクロミラー・デバイス（DMD）、である。DLPは、ディジタル投射システムにおいて首尾良く用いられてきたものである。DLPに基づいたプロジェクターは、デスクトップから大きいシネマまでの大部分の投射の用途に必要な光のスループット、コントラスト比、及び色域を提供するための性能を証明する。

30

【0005】

図1は、DLPの空間光変調器を使用するものであるプロジェクター装置10の単純化されたブロック図を示す。大きい会場の投射において、そこでは十分な光のレベルを達成することが困難なものであるが、これらの色の変調器は、典型的には、全ての三つの色のバンドが同時に示されることがあるように、使用される。光源12は、例えば、Philipsプリズムのような、多色性の偏光させられてない照明をプリズム組み立て体14の中へと方向付ける。プリズム組み立て体14は、多色性の光を赤色、緑色、及び青色の構成成分の波長のバンドへと分割すると共に、対応する空間光変調器20r, 20g, 又は20bへ各々のバンドを方向付ける。空間光変調器は、投射の光学部品又はビームダンプいずれかへ照明の光を選択的に方向付けるものである独立にアドレス指定可能なマイクロミラーの空間的なアレイを有する。プリズム組み立て体14は、その次に、各々のSLM20r, 20g, 及び20bからの変調された光を再結合させると共に、ディスプレイのスクリーン又は他の適切な表面への投射のための投射レンズ30へこの偏光させられてない光を方向付ける。

40

【0006】

プリズムの使用の例として、一つの従来のスキームは、二つの状態における多重のミラ

50

一素子の照明及び分離を統御するために明確に定められた開口を備えたプリズム組み立て体及び投射レンズに属する。マイクロミラーに基づいた変調器についてのこの原則の他の従来の適合は、存在する。追加的に、別の従来の解決手段は、多重のクロスプリズム、各々の光変調チャネルに一つのもの、を伴うが、各々が、第四の組み合わせるプリズムへ光りを方向付けるものである。

【0007】

ちょうど引用された例からみてとることができるように、プリズム組み立て体14は、大部分のDLPに基づいたデジタルシネマプロジェクターの設計において要求された基本的な構成部品であり続けてきたものである。光分布プリズムを使用する設計がいくらかの成功を示してきたものである一方で、それらは、しかしながら、サイズ及び重量を含む、いくつかの顕著な不都合を与える。これらの物理的な要件は、そのDLPデバイスの各々からの光を分離する、再度方向付ける、及び再結合させる、プリズムのタスクの複雑さのみならず、必要とされたパワーのレベル及びそれが受ける照明の光の角度の全体の範囲のような因子のせいである。なおも他の困難が、重大な表面の公差及び内部全反射を使用する光の再度の方向付けに要求された清浄度のレベルに関係付けられる。例えば、汚れ及び欠陥は、変調された光の不正確な状態の不適切なイメージングを引き起こし得る。これらのもののような問題は、典型的には、この組み立て体が非常に高価なものであることを引き起こす。その上、製作することが高価な及び困難な、プリズムに使用されたバルクのガラスは、投射レンズの短い作動距離の使用を要求するが、投射レンズの実費に加わるものである。

10

【0008】

先に議論されたような、照明のタイプ、空間光変調器のサイズ、及び光学システムの感度のような因子は、エタンデュ(etendue)又は同様にラグランジュ(Lagrange)の不变量に関係する。光学的な技術において良く知られるように、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ものである光の量の尺度である。潜在的に、エタンデュがより大きいものであるほど、イメージは、より明るいものである。数値的には、エタンデュは、二つの因子、すなわち、イメージのエリア及び開口数、の積に比例するものである。光源12、光学部品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関して、エタンデュは、光源のエリアA1及びその出力の角度1の積であると共に、良く調和させられた光学システムにおいては、これは、変調器のエリアA2及びその受容の角度2の積に等しいものである。増加させられた明るさのためには、光源12のエリアから可能な限り多量の光を提供することは、望ましいことである。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密接に調和させられるときに利益が与えられる。

20

【0009】

開口数を増加させることは、例えば、光学システムがより多い光を獲得するように、エタンデュを増加させる。同様に、光が、より大きいエリアを起源とするように、光源のサイズを増加させることは、エタンデュを増加させる。照明の側における増加させられたエタンデュを利用するためには、エタンデュは、照明源のものと比べてより大きいもの又はそれに等しいものであるのでなければならない。しかしながら、より大きいイメージのサイズは、典型的には、より高価なシステムに帰着する。これは、LCD及びDLPの構成部品のようなデバイスに特に真実であるが、そこでは、シリコンの基板及び潜在的な欠陥が、サイズと共に増加する。一般的な規則として、増加させられたエタンデュは、より複雑な及び高価な光学設計に帰着する。従来のアプローチを使用することでは、例えば、光学システムにおけるレンズ構成部品は、大きいエタンデュについて設計されるものでなければならない。システムの光学部品を通じて収束されるものでなければならないものである光についての源のイメージエリアは、赤色、緑色、及び青色の光の経路における空間光変調器の組み合わせられたエリアの和である；特に、これは、形成された最終的なマルチカラーのイメージのエリアの三倍である。すなわち、そのような従来のアプローチにおいて開示された構成については、赤色、緑色、及び青色の色の経路が別個のものであると

30

40

50

共に光学的に収束されるものでなければならないので、光学的な構成部品は、相当の大きさのイメージエリア、従って、高いエタンデュを取り扱う。その上、ある構成が、形成された最終的なマルチカラーのイメージのエリアの三倍からの光を取り扱うとはいえ、この構成は、各々の色の経路が、合計の光のレベルの三分の一のみを含有するので、増加させられた明るさのどんな利益をも与えるものではない。

【0010】

光学的な効率は、光源のエタンデュが、空間光変調器のエタンデュに良く調和させられるときに改善する。不十分に調和させられたエタンデュは、光学システムが、空間皮下変調器へ十分な光を提供することが不可能な、光が不足したもの、又は、変調のために発生させられるものである光の実質的な部分を有効に捨てる、非効率的なもの、のいずれかであることを意味する。

10

【0011】

受容可能なシステムのコストにおけるデジタルシネマの用途に十分な明るさを提供することの目標は、LCD及びDLPのシステムの両方の設計者を巧みに避けてきたものである。LCDに基づいたシステムは、偏光の回復の技術が使用される場合でさえも、効率を低減すると共にエタンデュを増加させる、偏光させられた光についての要件によって妥協させられてきたものである。偏光させられた光を要求するものではない、DLPのデバイスの設計は、若干より効率的なものであることを立証してきたものであるが、しかし、高価な、短い寿命のランプ及び高価な光学的なエンジンをなおも要求するが、従来のシネマ投射の設備に対して競争するためにはそれらを過剰に高価なものにするものである。

20

【0012】

従来の高級なフィルムに基づいた投射システムと競争すると共に電子的な又はデジタルのシネマと称されてきたものを提供するためには、デジタルプロジェクターは、対角線において40フィートの程度のスクリーンのサイズに投射された、10,000ルーメンの程度の明るさのレベルを達成することが可能なものであるのでなければならない。スクリーンの範囲は、どこにでも5,000ルーメンから40,000ルーメンの上方までを要求する。この要求のきびしい明るさの要件に追加して、これらのプロジェクターは、高い解像度(2048×1080ピクセル)をもまた届けると共に2,000:1あたりのコントラスト及び幅広い色域を提供するものでなければならない。

30

【0013】

現行の商品化されたデジタルイメージプロジェクターの設計が、このレベルの性能の可能なものであることを立証してきたものである一方で。しかしながら、高い設備のコスト及び操作のコストは、デジタルへの移行における障害であり続けてきたものである。これらの要件を満たすものである投射装置は、典型的には、各々\$50,000を超過する費用を要すると共に、\$1000をしばしば超過する典型的な交替のコストで500-2000時間の間ににおける区間で交替を必要とするものである高いワット数のキセノンアークランプを利用する。キセノンランプの大きいエタンデュは、それが、これらの源からの光を収集すると共に投射するために相対的にF数が小さい光学部品を要するので、コスト及び複雑さにおけるかなりの影響力を有する。

40

【0014】

DLP及びLCOSのLCDの空間光変調器(SLM)の両方に共通の一つの欠点は、ソリッドステートの光源、特にレーザー源、を使用するためのそれらの限定された能力であり続けてきたことである。それらが、相対的なスペクトルの純度及び潜在的に高い明るさのレベルに関して他のタイプの光源にわたって利益が与えられるものであるとはいえ、ソリッドステートの光源は、有効にこれらの利点を使用するために異なるアプローチを要求する。早期のデジタルプロジェクターの設計で使用された、色の源からの光を条件付けする、再度方向付ける、及び組み合わせるための従来の方法及びデバイスは、レーザー光源がどのように良好に使用されるかを制約することができる。

【0015】

ソリッドステートのレーザーは、エタンデュ、長寿命、並びに全部のスペクトルの及び

50

明るさの安定性における改善の見込みがあるものであるが、しかし、最近まで、十分なレベルで、及び、ディジタルシネマについて受容可能なコストで、可視光を届けることができるものではなかったものである。より最近の開発において、レーザーアレイは、商品化されてきたものであると共に、潜在的な光源としてのいくらかの見込みを示す。しかしながら、明るさそれ自体は、いまだ十分に高いものではないものである；9個と同程度に多数の個々のアレイからの組み合わせられた光は、各々の色について必要な明るさを提供するために必要とされる。

【0016】

投射の用途のために特に関心のあるもののレーザーアレイは、Arrasor, Sunnyvale, CAからのVECSEL (Vertical Extended Cavity Surface-Emitting Laser) 及びNECSEL (Novalux Extended Cavity Surface-Emitting Laser) デバイスを含む、様々なタイプのVCSELアレイを含む。しかしながら、これらのデバイスを使用する従来の解決手段は、数多くの問題を被りがちなものであり続けてきたものである。一つの制限は、デバイスの歩留まりに關係する。主として重大な構成部品についての熱及び実装の問題のせいで、商品化されたVECSELのアレイは、長さにおいて拡張されるが、しかし、高さにおいて制限される；典型的には、VECSELのアレイは、発光する構成部品の二つの行のみを有する。二つと比べてより多い行の使用は、劇的に歩留まりの困難を増加させる傾向にある。追加として、従来のVECSELの設計は、パワーの接続及び熱で収縮することの困難を被りがちなものである。これらのレーザーは、高いパワーのものである；例えば、頻繁にArrasorによって二つの行のデバイスへと二重にされる、単一の行のレーザーデバイスは、3Wを超えるものの使用可能な光を生じさせる。このように、顕著な現行の要件及び未使用の電流からの熱の負荷があり得るものである。寿命及びビームの質は、安定な温度の維持に高度に依存性のものである。

10

20

30

【0017】

投射システムへのレーザー源のカップリングは、従来のアプローチを使用することで適度に扱われるものではないものである別の困難を与える。例えば、ArrasorのNESLレーザーを使用することで、およそ九個の二つの行かける24個のレーザーのアレイは、大部分の劇場の10,000ルーメンの要件に近づくために、各々の色について要求される。投射エンジンの最適な性能を許容するために、電子的な送り出し及び接続並びに主要な熱的に敏感な光学システムからの関連させられた熱のみならず、これらの源を分離することは、望ましいことである。従来の端面発光レーザーダイオードのような、他のレーザー源は、可能性のあるものである。しかしながら、これらは、アレイの形態に実装することがより困難なものであると共に、伝統的により高い明るさのレベルでより短い寿命を有する。

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0018】

このように、シネマの又はシネマに近い性能及び明るさを有するより低いコストの光学システムを提供することの挑戦が、従来のアプローチを使用することでは満たされてきたものではないことは、みてとることができることである。あるものは、高級な投射システムに必要とされた明るさのレベルでコストに有効な単純な様式においてマイクロミラーの空間光変調器をレーザー光が照明することを可能とするものである照明の解決手段に対する要望である。

50

【課題を解決するための手段】

【0019】

発明の概要

上述された問題及び要望は、扱われると共に、技術的な解決手段は、本発明の様々な実施形態に従ったディジタルイメージプロジェクター及び投射方法によって、その技術において達成される。いくつかの実施形態において、ディジタルイメージプロジェクターは、

50

複数の光変調組み立て体及び二色性のコンバイナーを含む。各々の光変調組み立て体は、照明ビームを提供するために構成された少なくとも一つのレーザー光源、光をその入射の角度に従って透過させると共に反射させるために処理された自由選択のコートされた表面、及び空間光変調器を含む。コートされた表面が、有るものであるとすれば、それぞれのレーザー光源は、コートされた表面へ照明ビームを方向付けるために構成されたものであるが、それは、それぞれの空間光変調器に向かって照明ビームを方向付けるものである。コートされた表面が、有るものではないものであるとすれば、それぞれのレーザー光源は、それぞれの空間光変調器に向かって直接的に照明ビームを方向付けるために構成されたものである。空間光変調器は、マイクロミラーのアレイを含むが、各々のマイクロミラーが、照明ビームを変調するために及び、有るものであるとすれば、コートされた表面へ逆戻りに、及び、対応する光変調組み立て体の外に、出力の変調された光を再度方向付けるために選択的に作動可能なものである。二色性のコンバイナーは、光をその波長に従って選択的に透過させる又は反射させるために処理された及びディスプレイの表面への投射のための投射の光学部品に向かって複数の光変調組み立て体の各々からの出力の変調された光を方向付けるために構成された複数の表面を含む。

10

【0020】

いくつかの実施形態において、各々のレーザー光組み立て体は、二つの直交する状態の間における光の偏光を交替するために構成された偏光回転子をさらに含む。ディジタルイメージプロクターは、これらの事例においては、立体視的なディジタルイメージプロジェクターであることがある。コートされた表面が有るものである場合の実施形態においては、偏光回転子は、それぞれの照明ビームの経路においてそれぞれのレーザー光源及びそれぞれのコートされた表面の間に位置させられるために構成されたものである。コートされた表面が、有るものではないものである場合の実施形態において、偏光回転子は、それぞれの照明ビームの経路においてそれぞれのレーザー光源及びそれぞれの空間光変調器の間に位置させられるために構成されたものである。

20

【0021】

それに応じて、その技術の分野における通常の知識を有する者は、本発明の様々な実施形態が、DLPのようなマイクロミラーに基づいたディジタルの空間光変調器での安価なカラーのイメージングに対する要望を扱うことになる。

30

【0022】

上に記載された実施形態に追加して、さらなる実施形態は、図面への参照によって、及び、後に続く詳細な記載の研究によって、明らかなものになることになる。

【図面の簡単な説明】

【0023】

【図1】図1は、異なる色の光の経路のための組み合わせるプリズムを使用する従来の投射装置の概略的なブロック図である。

40

【図2】図2は、光学システムについてのエタンデュを示す代表的な図である。

【図3】図3は、投射システムの基本的な表現を示す。

【図4A】図4Aは、照明コンバイナーを使用する、本発明の実施形態における投射装置の一般的な配置を示す概略的なブロック図である。

【図4B】図4Bは、ハイアングルパスエッジフィルターを使用する空間光変調器を備えた実施形態を示す概略的な図である。

【図4C】図4Cは、高い角度の光を反射せるものであるエッジフィルターを使用する空間光変調器を備えた実施形態を示す概略的な図である。

【図4D】図4Dは、ディジタルマイクロミラーの空間光変調器からの変調された及びダンプの光の経路を示す概略的な図である。

【図4E】図4Eは、低い角度の光を透過せるものであるエッジフィルターを使用する実施形態を示す概略的な図である。

【図4F】図4Fは、空間光変調器の表面に対して実質的に平行なフィルターの表面を備えた実施形態、及びフィルターを欠く実施形態、を示す概略的な図である。

50

【図 4 G】図 4 G は、入射の照明及び変調された光の相対的な角度を示す概略的な図である。

【図 4 H】図 4 H は、X キューブのコンバイナーを示す概略的な図である。

【図 4 I】図 4 I は、異なる色の変調された光を組み合わせるための二色性の表面の配置を示す概略的な図である。

【図 5】図 5 は、多重のソリッドステートの光アレイからの偏光させられた光が、同じ照明の経路に沿ってどのように提供されるかを示す概略的な側面図の図である。

【図 6】図 6 は、多重のソリッドステートの光アレイからの偏光させられた光が、同じ照明の経路に沿ってどのように提供されるかを示す概略的な側面図の図である。

【図 7 A】図 7 A は、一つの実施形態における多重のソリッドステートの光アレイからの一つの偏光状態の照明を方向付けるための偏光ビームスプリッターの使用を示す概略的な側面図の図である。

【図 7 B】図 7 B は、一つの実施形態における多重のソリッドステートの光アレイからの直交する偏光状態の照明を方向付けるための偏光ビームスプリッターの使用を示す概略的な側面図の図である。

【図 8】図 8 は、立体のイメージの提示のために使用された偏光状態の交替するタイミングを示すものであるタイミング図である。

【図 9 A】図 9 A は、一つの実施形態における多重のソリッドステートの光アレイからの照明を組み合わせるための光を再度方向付けるプリズムの使用を示す概略的な側面図の図である。

【図 9 B】図 9 B は、図 9 A の光を再度方向付けるプリズムの透視図である。

【図 10】図 10 は、代替の実施形態における光を再度方向付けるプリズムの概略的な側面図である。

【図 11】図 11 は、各々が異なる偏光を有する、ソリッドステートの光アレイからの光を、各々が提供する、二つの光を再度方向付けるプリズムの使用を示す概略的な側面図である。

【図 12】図 12 は、両方の側からの光を受容するものである光を再度方向付けるプリズムの実施形態の使用を示す概略的な側面図である。

【図 13】図 13 は、各々の偏光の光について図 12 の光を再度方向付けるプリズムを使用する照明装置の概略的な側面図である。

【図 14】図 14 は、ライトガイド無しで、図 12 の光を再度方向付けるプリズムと共に偏光させられた照明を使用する代替の投射装置の概略的な図である。

【図 15】図 15 は、個々の色のバンドの電子的な偏光回転デバイスとの連結において、図 14 の構成を使用する立体投射装置の概略的な図である。

【図 16】図 16 は、ブロードバンドの電子的な偏光回転デバイスとの連結において、図 14 の構成を使用する立体投射装置の概略的な図である。

【図 17】図 17 は、各々の直交する偏光の光を交互に選択するシャッターシステムの概略的な図である。

【図 18 A】図 18 A は、一方の側からの光を反射させると共に他方からの光を透過させるものであるシャッターについての前面図を示す。

【図 18 B】図 18 B は、一方の側からの光を反射させると共に他方からの光を透過させるものであるシャッターについての側面図を示す。

【図 19】図 19 は、光を二つの直交する偏光状態へ交互に転換するものであるリサイクリング照明システムの実施形態の概略的なものである。

【図 20】図 20 は、図 19 に示されたリサイクリング照明システムの代替の実施形態である。

【図 21】図 21 は、図 20 に記載された照明システムによって提供された交替する直交する偏光状態を使用する空間光変調器を直接的に照明するものである立体投射の実施形態

の概略的な図である。

【図 2 2】図 2 2 は、単一のピクセルの変調器及びその回転の軸を示す透視図である。

【発明を実施するための形態】

【0 0 2 4】

図面の手短な記載

本発明は、添付された図面との連結において考慮された以下に与えられた例示的な実施形態の詳細な記載からより容易に理解されることになるが、それらのうち：

図 1 は、異なる色の光の経路のための組み合わせるプリズムを使用する従来の投射装置の概略的なブロック図である；

図 2 は、光学システムについてのエタンデュを示す代表的な図である；

10

図 3 は、投射システムの基本的な表現を示す；

図 4 A は、照明コンバイナーを使用する、本発明の実施形態における投射装置の一般的な配置を示す概略的なブロック図である；

図 4 B は、ハイアングルバスエッジフィルターを使用する空間光変調器を備えた実施形態を示す概略的な図である；

図 4 C は、高い角度の光を反射せるものであるエッジフィルターを使用する空間光変調器を備えた実施形態を示す概略的な図である；

図 4 D は、ディジタルマイクロミラーの空間光変調器からの変調された及びダンプの光の経路を示す概略的な図である；

図 4 E は、低い角度の光を透過せるものであるエッジフィルターを使用する実施形態を示す概略的な図である；

20

図 4 F は、空間光変調器の表面に対して実質的に平行なフィルターの表面を備えた実施形態、及びフィルターを欠く実施形態、を示す概略的な図である；

図 4 G は、入射の照明及び変調された光の相対的な角度を示す概略的な図である；

図 4 H は、X キューブのコンバイナーを示す概略的な図である；

図 4 I は、異なる色の変調された光を組み合わせるための二色性の表面の配置を示す概略的な図である；

図 5 及び 6 は、多重のソリッドステートの光アレイからの偏光させられた光が、同じ照明の経路に沿ってどのように提供されるかを示す概略的な側面図の図である；

30

図 7 A は、一つの実施形態における多重のソリッドステートの光アレイからの一つの偏光状態の照明を方向付けるための偏光ビームスプリッターの使用を示す概略的な側面図の図である；

図 7 B は、一つの実施形態における多重のソリッドステートの光アレイからの直交する偏光状態の照明を方向付けるための偏光ビームスプリッターの使用を示す概略的な側面図の図である；

図 8 は、立体のイメージの提示のために使用された偏光状態の交替するタイミングを示すものであるタイミング図である；

図 9 A は、一つの実施形態における多重のソリッドステートの光アレイからの照明を組み合わせるための光を再度方向付けるプリズムの使用を示す概略的な側面図の図である；

40

図 9 B は、図 9 A の光を再度方向付けるプリズムの透視図である；

図 10 は、代替の実施形態における光を再度方向付けるプリズムの概略的な側面図である；

図 11 は、各々が異なる偏光を有する、ソリッドステートの光アレイからの光を、各々が提供する、二つの光を再度方向付けるプリズムの使用を示す概略的な側面図である；

図 12 は、両方の側からの光を受容するものである光を再度方向付けるプリズムの実施形態の使用を示す概略的な側面図である；

図 13 は、各々の偏光の光について図 12 の光を再度方向付けるプリズムを使用する照明装置の概略的な側面図である；

図 14 は、ライトガイド無しで、図 12 の光を再度方向付けるプリズムと共に偏光させ

50

られた照明を使用する代替の投射装置の概略的な図である；

図15は、個々の色のバンドの電子的な偏光回転デバイスとの連結において、図14の構成を使用する立体投射装置の概略的な図である；

図16は、プロードバンドの電子的な偏光回転デバイスとの連結において、図14の構成を使用する立体投射装置の概略的な図である；

図17は、各々の直交する偏光の光を交互に選択するシャッターシステムの概略的な図である；

図18A及び18Bは、それぞれ、一方の側からの光を反射させると共に他方からの光を透過させるものであるシャッターについての前面及び側面図を示す；

図19は、光を二つの直交する偏光状態へ交互に転換するものであるリサイクリング照明システムの実施形態の概略的なものである；

図20は、図19に示されたリサイクリング照明システムの代替の実施形態である；

図21は、図20に記載された照明システムによって提供された交替する直交する偏光状態を使用する空間光変調器を直接的に照明するものである立体投射の実施形態の概略的な図である；並びに、

図22は、単一のピクセルの変調器及びその回転の軸を示す透視図である。

【0025】

添付された図面が、発明の概念を例示する目的のためのものであると共に一定の縮尺であるものはないことがあることは、理解されるべきことである。

【0026】

発明の詳細な記載

本記載は、特に、発明と一致した装置の部分を形成する、又は、それとより直接的に協働する、要素に向けられる。具体的に示された又は記載されたものではない要素が、その技術の分野における通常の知識を有する者に良く知られた様々な形態を取ることがあることは、理解されるべきことである。

【0027】

ここに示された及び記載された図は、本発明に従った動作の原理を例示するために提供されると共に、現実のサイズ又はスケールを示すための意図を伴って描かれたものではない。本発明のレーザーアレイのための構成要素の部分の相対的な寸法の理由のために、いくらかの誇張は、基本的な構造、形状、及び動作の原理を強調するために必要なことである。

【0028】

本発明の実施形態は、二次元のイメージの投射における又は交互に照明された直交する偏光させられた光源を使用する立体視的な目視するシステムにおける改善された明るさについての要望を扱う。また、本発明の実施形態は、レーザー組み立て体の取り除き又はモジュールの交替の簡単さを許容することができるものである解決手段を提供する。追加的に、本発明の実施形態は、そうでなければ、偏光に基づいたプロジェクターと共に使用されるものである光学的な構成部品における熱的に誘起された応力複屈折を引き起こすかもしれないものである、熱的な効果を低減するものである特徴を提供する。本発明の実施形態は、V E C S E L レーザーアレイ又は他のタイプのソリッドステートの光アレイから放出されるものである光の固有の偏光を活用する。本発明の実施形態は、空間光モジュラーを照明することの代替の手段を示す。

【0029】

本発明をより良好に理解するためには、その中で本発明の装置及び方法が動作可能なものであることができる全部のコンテクストを記載することは、教訓的なことである。図3の概略的な図は、本発明の数多くの実施形態において使用されるものである投射装置10のための基本的な配置を示す。三つの光変調組み立て体40r, 40g, 及び40bは、示されるが、各々は、レーザー光源12からの原色の赤色、緑色、又は青色(RGB)の色の一つを変調する。レーザー光源12は、単一の光源又は多重の光源を含むことがあると共に、多重のレーザー光源が単一の光源を作るために使用されるものである事例におい

10

20

30

40

50

て、その技術の分野において知られた、コンバイナーを含むことがある。それに応じて、その技術の分野における通常の知識を有する者は、発明がレーザー光源 12 として使用された光源のタイプに限定されないものであることを認識することになる。

【0030】

各々の光変調組み立て体 40r, 0g, 及び 40b において、自由選択のレンズ 50 は、光を自由選択の偏光を維持するライトガイド 52 の中へと方向付けることがある。ライトガイド 52 の出力で、又はそうでなければレンズ 50 からの光を受けることで、レンズ 54 は、その次に、例えば、フライアイ・インテグレーター又はインテグレーティング・バーのような、インテグレーター 51 を通じて光を方向付ける。この光は、空間光変調器 60 へ進む。実施形態に従った、空間光変調器 60 は、マイクロミラーのアレイを含むが、各々のマイクロミラーが、それぞれの光変調組み立て体 40 において、例えば、レーザー光源 12 からの照明ビームを変調するために選択的に作動可能なものである。この点について、空間光変調器 60 は、DLP 又は、反射によって若しくは回折によって光を変調するものである MEMS 变調器の構成部品のタイプのいずれのものをも含む、他のタイプの反射性の MEMS の構成部品のような、マイクロ電気機械的なシステム (MEMS) のデバイスであることがある。これらのデバイスは、それらが、ピクセルの偏光状態を変調することによって各々のピクセルで光を変調するものではないので、“偏光状態が中性のもの”として考慮されることがある；いずれのピクセルについても入射の光の偏光状態に対するいずれの変化をも偶発的なもの、そのピクセルについての MEMS の表面から反射されたときのその入射の角度の関数、である。MEMS の空間光変調器への光の入射の角度は、後に記載されるような、いずれの所望されてない偏光の効果をも最小にするために調節されることがある。本発明の偏光に基づいた立体視的な実施形態について、変調器は、二つの直交する入力の偏光状態の光及びそれぞの入力の状態に対応するものである二つの直交する偏光状態の出力の光を取得するものでなければならない。しかしながら、出力の偏光状態は、入力の状態に関して回転させられることがある。

10

20

30

40

50

【0031】

それの多数の可能性のある実施形態のせいで図 4 において破線の輪郭で一般的に示唆された、偏光光学部品 70 は、その次には、ディスプレイの表面 80 へ変調された光を方向付ける。図 3 に示された全部の配置は、その次に、レーザー光源 12 に使用された様々な配置を備えた、本発明のその後の実施形態に使用される。いくつかの実施形態において、光変調組み立て体 40r, 40g, 及び 40b のいずれのものからの照明をも、ライトガイド 52 に使用無しにインテグレーター 51 へ方向付けられることがある。光変調組み立て体 40r, 40g, 及び 40b は、その次に、偏光状態が中性の空間光変調器 60 へ、及びその後に投射光学部品 70 へ、偏光させられた光を届ける。

【0032】

背景のセクションは、投射装置の各々の色のチャネルにおいて光を変調するための DLP デバイスのセットの各々へ照明を方向付けるための従来の解決手段を記載した。既存の解決手段に伴った一つの問題は、各々の DLP の変調器からの及びそれへの適切に光の経路を定めるために内部全反射 (TIR) 及び二色性の表面の効果の組み合わせを使用するものである光を方向付けるプリズムの複雑な配置についての要望に関係する。本発明の装置は、処理された及び反射性の表面の配置と一緒に、レーザー又は他の低い角度のソリッドステートの光源を使用する直接的な照明を提供することによってプリズムを分離すると共に再結合させるための要望を除去する。

【0033】

図 4A の概略的な図は、一つの実施形態におけるプロジェクターの装置 10 を示す。各々の光変調組み立て体 40r, 40g, 及び 40b は、それぞれ、対応する光源 12r, 12g, 及び 12b を有する。光源 12r は、赤色のレーザー又は他の低い角度 (f/6 又はより高いもの) のソリッドステートの源を有する；光源 12g は、緑色のレーザー又は他の低い角度のソリッドステートの源を有する；光源 12b は、青色のレーザー又は他の低い角度のソリッドステートの源を有する。後の記載及び図は、一つの又はより多い源

からのレーザー光を都合良く組み合わせるための様々な実施形態を示す。各々の光変調組み立て体 40 r, 40 g、及び 40 b 内の光の経路は、同じ基本的なパターンに従う。光源 12 r, 12 g、又は 12 b からの光は、レンズ 50、インテグレーター 51、及び他の条件付けする光学部品を通じて、及び、薄膜でコートされた表面 68 へ、方向付けられる。コートされた表面 68 は、入射の光をその入射の角度に従って反射させる又は透過させるために処理される。入射の照明は、薄膜でコートされた表面 68 を通じて及び二色性のコンバイナー 82 へ逆戻りに変調された光を反射させるものである、DLP デバイスのような、マイクロミラーの空間光変調器 60 へ進む。二色性のコンバイナー 82 は、光をその波長に従って選択的に透過させる又は反射するために処理された並びにディスプレイの表面へと投射のための投射光学部品 70 に向かって複数の光変調組み立て体 40 r, 40 g、又は 40 b の各々から出力された変調された光を組み合わせる及び方向付けるために構成された複数の二色性の表面又はプレート 84 を含む。これらの二色性の表面は、多層の誘電体の二色性の薄膜でコートされたプレートから作り上げられることがある。それに応じて、二色性のコンバイナー 82 が、二色性の薄膜でコートされたプレートを含むことは、言われることがある。

10

【0034】

ライトガイドが、レーザー及び変調器の間に利用されることができるとはいえ、いずれのタイプのライトガイド無しでも、図 4 A に示されたより直接的な照明の実施形態は、ライトガイドが、透過させられた光の偏光を劣化させ得るために、特に立体視的な用途に利益を与えることができる。そのような実施形態について、最小限の反射を備えた小レンズのアレイ又はインテグレーティング・バーは、偏光状態が実質的に維持されるので、照明を均一化することについての利点を差し出すものであると思われる。しかしながら、このタイプの実施形態は、レーザー照明の構成部品及び変調器の投射光学部品のセクションの間における改善された熱の分離のような、ライトガイドによって提供された利点を享受するものではない。

20

【0035】

コートされた表面 68 は、基体に薄膜を使用することで製作されると共に数多くの構成において作動するために設計されることがある。図 4 A に示された構成において、(コートされた表面 68 に対する法線に対して相対的な)高い角度における、それぞれのレーザー光源 12 からの照明ビームのような、入射の光は、コートされた表面 68 から反射させられる。より低い角度における入射の光(ここでは、マイクロミラーの空間光変調器 60 からの変調された光)は、コートされた表面 68 を通じて透過させられる。この事例において、光学的なコーティングの設計は、ローアングルパスエッジフィルターの設計が使用されることがあるように、最も単純なものである。入射の光が透過させられるところのものである(コートされた表面 68 に対する法線に対して相対的な)低い角度の範囲のサイズは、入射の光が反射させられるところのものである(コートされた表面 68 に対する法線に対して相対的な)高い角度の範囲のサイズと比べてより大きい、それと比べてより小さい、又はそれと同じものであることがある。

30

【0036】

低い入射の角度における光(例.マイクロミラーの空間光変調器 60 からの変調された光)が反射させられると共に高い入射の角度における光(例.それぞれのレーザー光源 12 からの照明ビーム)が図 4 B に示されたようにコートされた表面 68 を透過させられるところのものである実施形態を含む、他の処方及び表面の挙動は、可能性のあるものである。入射の光が透過させられるところのものである(コートされた表面 68 に対する法線に対して相対的な)高い角度の範囲のサイズは、入射の光が反射させられるところのものである(コートされた表面 68 に対する法線に相対的な)低い角度の範囲のサイズと比べてより大きい、それと比べてより小さい、又はそれと同じものであることがある。このハイアングルパスコーティングの設計は、同様に単純なエッジフィルターのコーティングを利用する。同様に、バンドパスフィルターの設計は、いくつかの構成に利用されることがある。しかしながら、コーティングは、二つのエッジが製作に関して制御されることを要

40

50

求すると共に、従って、若干より複雑化されたものである。代わりに、イメージングされたビームは、図4Cに示されたようなフィルターのコートされた表面68から反射させられることがある。単純なミラーの設計及びノッチフィルターは、また、この機能を行うためにエッジ及びバンドパスフィルターに追加してコートされた表面68として使用されることがある。

【0037】

図4Dは、数多くのコーティングの実施形態を研究するための一般的な指示システムを示す。図4Dにおける記号は、後に続くもの：

2a 空間光変調器60のチップにおける入って来る角度（そこでは“a”は、典型的には10°又は20°の、チップの角度の指示である）

10

A フィルター及びチップの間ににおける角度

X フィルターとのレーザーの入射の角度

1 角度2aでチップにおける入ってくるビームの入射

2 二色性のコンバイナー82へ方向付けられた、光学システムに入る出るビーム

3 ビームダンプへ方向付けられた出るビーム

4 ビームダンプへ方向付けられた出るビーム

を表す。

【0038】

他の実施形態は、空間光変調器60からの出口の変調された光から空間光変調器60への入射の光を分離するためにフィルターを使用することについての可能性の代替のマトリックスを提供する。この代替のアプローチを使用することは、イメージングされた光としてマイクロミラーのアレイからの“オフの状態”的光を使用する。しかしながら、これが、空間光変調器60を使用するための一つの方法であるとはいえ、それは、それが従来使用されるように、DLPの空間光変調器60を使用するものではないと共に、従って、このモデルを使用する設計は、十分に機能的なプロジェクターのための追加的な電子機器及びソフトウェアを要求するものであると思われる。性能が、受容可能なものであることがある一方で、開発のコストは、これを一般的にあまり実用的なものではない解決手段にする、ひどく高いものであることがある。

20

【0039】

バンドパス及びエッジフィルターを作るために使用された光学的な薄膜のコーティングは、典型的には、多層の誘電体のコーティングである。エッジフィルターは、典型的には、反対する波長の領域を反射させる一方で、ショートウェーブパス又はロングウェーブパスとして考慮される。高い及び低い屈折率の層のスタックは、ミラーフィルターの設計に類似の、同様の対称的な周期のスタックにおいて製作される。この用法において、誘電体のコーティングの設計のアーチファクトは、入射の角度に対応する性能の変化を提供するために使用される。この角度的なシフトは、使用された誘電体の層についての平均的な屈折率に依存性のものである。より高い波長は、典型的には、より低い波長がするのと比べて、角度と共により少なくシフトする。フィルターは、典型的には、チャネル及び光学的なレイアウト（入射の角度）の具体的な波長バンド及び角度について設計される。バンドパスフィルターは、典型的には、直列における二つのエッジフィルターとして設計されると共に、このように一般的には顕著により多い層を要求する。フィルターの設計が偏光するものではない性能を要求する場合の事例において、特別な設計は、作り出されるものでなければならない。このタイプの設計は、例えば、“Non polarizing Edge Filters”, Journal of the Optical Society of America, 71(3):309-314, 1981に記載されたように、Alfred Thelenによって、作り出されてきたものである。これは、後に議論される立体視的な用途に有用なものであると思われる。

30

40

【0040】

コーティングの設計が、シネマプロジェクターの装置についての低いコストの解決手段を得るための重要なパラメーターである一方で、ダンプ（オフ状態の）光の場所のみなら

50

ず、投射レンズの作動距離の要件を考慮することは、等しく重要なことである。このダンプ光は、空間光変調器 60 へ戻るものではないものでなければならないと共に、また、適当な高いレベルのコントラスト比を得るために投射の経路から良く分離されるものでなければならない。従来の設計の方針を使用することにより長い作動距離を提供することは、典型的には、より困難な及び高価なレンズに帰着する。追加的な考慮は、受容可能な光学的な性能を提供する際になされるものでなければならない。図 4 E は、投射レンズからの最も短い光学的な作動距離を要求するものである数多くの選択肢を示す。

【 0 0 4 1 】

非点収差は、（また時々ここにおいてフィルターと称される）コートされた表面 68 を通じて変調された光を透過させることに関係付けられた一つの問題である。システムの解像度及び光学的な感度に依存するが、これは、薄い基体を利用すること及び投射レンズの光軸に関するフィルター 68 のチルトの角度を最小にすることによって可視のレベルより下に低減することができる。投射レンズの相対的なコスト、解像度、及びコントラストの性能は、フィルター素子のコストに関する考慮事項である。

10

【 0 0 4 2 】

あるものは、図 4 F に示されたこのトレードオフについてのいくつかの極端なものを提供するものである二つの特定に事例である。最初のものは、コートされた表面が、それぞれの空間光変調器のチップ及び投射レンズの光軸に平行なものである場合の事例である。入射の光は、フィルターから反射させられると共に空間光変調器 60 のチップへ方向付けられる。オン状態の光は、フィルターに対して法線方向の入射及び投射レンズの光軸において、チップを出る。オフ状態の光は、（コートされた表面） 68 から反射させられると共に、図 4 D の項目 4 に描かれたように入射の光からビームダンプへ空間光変調器 60 の反対の側へ方向付けられる。この対称的なシステムは、構成部品の実装をすることに関するいくつかの利点を差し出す。しかしながら、あるものは、このアプローチに対する不都合である。第一に、フィルターの設計は、バンドパスであると共に、従って二つのエッジの制御を要求する。第二に、入力の光ビーム及び出力の光ビームの両方をクリアーするために、作動距離は、代替の設計と比較された相対的に大きいものである。

20

【 0 0 4 3 】

$f/6$ あたりのもの又はより高いもののような、相対的に F 数が大きい光学システムについて、長い作動距離を達成することは、可能性のあることである。十分な作動距離（バックフォーカス）を提供することは、イメージングする光から空間光変調器への入射の光を分離することの極端な方法を可能とする。また図 4 F に示された、この第二のアプローチは、そのような事例においては、経路において光学フィルター（コートされた表面） 68 を使用することの無いものである。光は、空間光変調器 60 へとそれぞれのレーザー光源 12 によって直接的にイメージングされる。ダンプされた光が、空間光変調器 60 の反対の側で対称的に再度退けられる一方で、イメージングする光は、空間光変調器 60 に対して法線方向に出る。

30

【 0 0 4 4 】

図 4 G は、空間光変調器 60 としての DMD デバイスを直接的に照明するために必要とされた最小の距離を図式に示す。DMD は、角度 θ で DMD に達するものである光のテレスコントリックなビームによって照明される。照明する錐体及び反射させられた錐体は、の発散の角度を有する。DMD のイメージのシャドウイングを回避するために必要とされた最小の距離は、DMD のより低いエッジを照明するビームのより低い（破線の）光線が、DMD のより上のエッジからの反射させられたビームのより上の（実線の）光線に交差するところの点である。この距離は、これらの光線の各々についての線形の等式を使用することで及びそれらの交わりを見出すために解くことによって数学的に見出されることができる。 $y = m \times x + b$ の通常の線形の等式の形態を使用することで、実線の光線について：

40

【 0 0 4 5 】

【数1】

$$f(x) = \tan(\phi) \cdot x + \frac{h}{2}$$

及び、破線の光線について：

【0046】

【数2】

10

$$g(x) = \tan(\beta - \phi) \cdot x - \frac{h}{2}$$

である。

【0047】

g(x)に等しいf(x)を設定すること及びxについて解くことは、

【0048】

【数3】

20

$$\text{最小の距離 } (h, \beta, \phi) = \frac{-h}{\tan(\phi) - \tan(\beta - \phi)}$$

:を得る。

【0049】

実用的な例として、24度の角度でf/8の錐体によって照明された1"の対角のDMDデバイスことを仮定する。最小の距離の等式を解くためのパラメーターは、

h = 1"

= 3.58°

= 24°

30

:である。

【0050】

上の等式へ代入することは、

最小の距離 (h, β, φ) = 3.229" = 82 mm

:を得る。

【0051】

従って、光のいずれの妨害も無しにDMDを直接的に照明するために3"と比べてより多くのを要することになる。追加的に、単一の投射レンズを使用するものである3色のシステムを考慮すると、より多い空間は、3つの経路を一つのものに折りたたむために必要とされる。

40

【0052】

典型的には、二色性の組み合わせる表面は、最も一般的なものが図4Hに示されたようなxに整形されたプリズム92であることと共に、プリズム素子へ製作される。Xプリズム92は、光がガラスを通じて伝わるものであると共に光の経路が全ての色について対称的なものであるように、最も短い光路を備えた光学エンジンを提供する。この及び他の二色性のプリズムの構造が、この実施形態において利用されることがある一方で、そのような実施形態は、不都合を有する。プリズムの構造は、質の製作のために多数の精密な表面及び実質的なバルクのガラスを要求する。これは、空間光変調器60からのイメージングする光を獲得するために、投射レンズが、光学的にF数が小さいものであることを要求さ

50

れるときに、要求される。これは、光学システムにおける高価な構成部品であり得る。低いエタンデュのレーザー源によって許容されたような F 数が大きい f 数の理由のために、より従来のプリズムのアプローチを使用することよりもむしろ、利益を与えた実施形態として図 4 I に示されたような二色性のプレート 8 4 の配置を考慮することは、可能性のあることである。

【0053】

この事例において、二色性のプレート 8 4 のコートされた光学的な表面は、実質的に光学的に平坦な表面を提供するために十分に厚いが、しかし、これが非点収差を誘起することが知られたものであるため、収束する光学的なビームにおいてチルトさせられた平面の表面を利用することによって誘起された顕著な収差を引き起こすことのないように十分に薄い、シートのガラスの材料に製作される。最小の角度まで二色性のもののチルトを低減することによって誘起された収差を最小にすることは、また望ましいことである。システムにおける各々のピクセルの解像度に顕著に影響を及ぼすことがないように、この方法によって誘起された収差の内容をバランスさせることは、重要なことである。許容可能な収差の量は、空間光変調器 6 0 のピクセルのサイズ及びカウントに依存性のものである。従来、プリズムの構造は、45 度の表面の反射を利用する。二色性のプレート 8 4 の事例において、40 度と比べてより少ないものの表面の法線は、好適なものである。全ての三つの色を一緒に組み合わせる際ににおける実装することの問題点は、30 度あたりまでの下方の角度における減少を制限する傾向がある。このより低い角度は、誘電体の薄膜の層のカウントを低下させることによってコーティングの設計及び製作を単純化することのさらなる利点を有する。立体視的な用途を備えたもののような、偏光の状態を維持することが望ましいことである場合の事例において、この低減された角度は、s 及び p 偏光の間ににおける位相差を減少させるが、それは、本質的により少ない偏光解消（立体視的な用途におけるゴースト発生の原因）を引き起こすことになる。

10

20

30

40

【0054】

不快なゴースト発生無しに立体視的な目視をすることのために十分に高い性能を維持するために、二つの状態の間ににおけるこの位相差が、およそ 20 度又はより少ないものの最大で維持されることは、好適なことである。二つの二色性のプレート 8 4 の間ににおける位相のシフトの補償は、位相のシフトの組み合わせがバランスするように、即ち、二つの状態の間ににおける位相差が、およそゼロ度で維持されるように、なされることがある。10 度又はより少ないもののレベルの組み合わせられた位相差は、望ましいものである。薄膜、延伸させられたポリマー、又は液晶の材料によって製作されることがあるものである、光学的な補償の材料のような追加的な構成部品は、また、いずれのコーティングで誘起された位相のシフトをも最小にするために使用されることがある。補償材料は、変調器及び投射レンズの間の光路におけるどこにも置かれることがあるが、しかし、それが遭遇するものである全ての波長における位相差を適切に補償するものでなければならない。同様に、色のバンドの各々の直交する偏光の状態の両方の全部の光のスループットが、等しい又は実質的に等しいものであることは、好適なことであると共に、そうでなければ、二つの立体のイメージの間ににおける色の不整合が起こることになる。

【0055】

示された組み合わせの順序が、例示的なものであると共にコーティングの設計を単純化するために及びどのビームが最も多くの非点収差の補正を受けるか又は誘起された非点収差を受けないかを選択するために変化させられることがあることを留意すること。例えば、緑色のチャネルの中へチルトされたプレートの非点収差を誘起することのないように、緑色の光が最後に入るようにさせることは、望ましいことであることがある。青色は、この色があまり可視のものではないものであるので、最も多くの誘起された収差を有することが許容されることがある。

【0056】

二つのプレートは、第三の色と整列したものであるために、二つの色を折りたたむことが必要とされる。プレートが、DLP に対して対角の方向において折りたたまれた、45

50

度の角度で位置決めされる（作動距離について最も悪い事例の状況）とすれば、それらは、それらが y 方向においてするのと同程度に x 方向における多量の空間を占めることになる。プレートの最小の y のサイズは、

【0057】

【数4】

$$\text{最小の}y\text{サイズ} = 2 \cdot (\text{最小の} \underline{\text{高さ}} - (x) \cdot \tan(\phi) + \frac{h}{2})$$

10

：を使用することで計算されることができる。

【0058】

上の例について、最小の y のサイズは、約 36 mm である。これらのプレートの二つが、必要とされるので、この最も悪い事例の状況において追加的な $2 \times 36 = 72 \text{ mm}$ によってレンズのバックフォーカスを増加させることは、必要なことである。より小さい角度は、対応して、この量を低減すると共に、二つの偏光の状態の間におけるいずれの偏光のシフトをも和らげる。この分析は、使用可能なものであるために必要とされたバックフォーカスの合計の量が、

$$\text{バックフォーカス} = 82 + 72 = 154 \text{ mm}$$

：であることを示唆する。

20

【0059】

バックフォーカスのこの量を達成することがどのように困難なことであるかを確立するために、レンズの焦点距離を見積もると共にそれがバックフォーカスに対してどのように匹敵するかを見てとることは、必要なことである。焦点距離に対するバックフォーカスの比は、レンズ設計の困難を見積もる際の一つのパラメーターである。あるものは、ほとんど常にイメージの平面の付近にレンズを置くことに対する利点である；それらにより遠くに離れることを強いることは、収差を補正するための性能を制限する。標準的な焦点距離のカメラレンズ（S L R タイプ）は、例えば、その焦点距離と約同じものであるところのバックフォーカスを有する。ところで、広角の S L R カメラレンズは、その焦点距離の二倍により近いものであるところのバックフォーカスを有すると共に、一般的に補正することがより困難な設計である。

30

【0060】

このシステムについては、12 度の半分の視界は、一般的な投射スクリーンを満足するために必要とされる。この視界を保つことで、必要とされた焦点距離は、

【0061】

【数5】

$$\text{焦点距離} = \frac{h}{2 \cdot \tan(12^\circ)} = 60 \text{ mm}$$

40

：を使用することで計算されることができる。

【0062】

上に確立されたバックフォーカスの要件は、150 mm の程度にあるものであると共に、焦点距離に対するバックフォーカスの比は、2.5 である。バックフォーカス対焦点距離の比は、特定の成功したレンズ設計を達成することにおける困難の示唆を提供する。2.0 を超える値は、典型的にはより洗練された光学設計を要求するより大きい数と共に困難と考慮されると思われる。この設計の形態のベースレンズは、Silverstein 等によって 2008 年 5 月 15 日に出願された及び “UNIFORM SPECKLE”

50

REDUCED LASER PROJECTION USING SPATIAL AND TEMPORAL MIXING”と題された同時係属する米国特許出願第12/121,185号(代理人の整理番号94802)において教示される。追加的に、設計は、イメージの空間においてテレセントリックなものであるのでなければならないが、困難にさらに追加する。これらの要件を満たす高い性能の設計は、レーザーの照明が許容するものであるF数が大きいf数のおかげで可能性のあるものである。

【0063】

あるものは、図4Aの実施形態を備えたレーザーの照明を提供するための数多くの選択肢である。一つの実施形態においては、各々の光源12r, 12g, 及び12bは、個々のレーザーを使用する。別の実施形態においては、多重のレーザーは、これらの光源を提供するために一緒に寄せ集められることができるとと思われる。

10

【0064】

投射装置10の設計は、レーザー源の低いエタンデュを活用する。f/6及びより高いものの照明の錐体を提供することが可能なことであると、レーザーの照明は、高いシステムの効率を維持する一方で、大きいレンズの直径を要求すること無しに、従来のアーク照明をすること又は他の源と比べてより大きいバックフォーカスを許容する。これは、アーフランプを使用する従来の投射がf/2の程度の光学部品を要求するところの、デジタルシネマに必要とされるもののような、高いルーメンの用途に特に必要なことである。本発明の実施形態について示されたようなレーザー源を使用することは、図1に及び従来のマイクロミラー変調器システムに関して先に記載されたようなかさばった及び高価なプリズム組み立て体についての要件を除去する。

20

【0065】

図5は、より大きいアレイを形成するための多重のアレイ44及び44'を組み合わせるための一つのアプローチを示す。図6は、透視図における図5の構成を示す。図5において、一つの又はより多い散在させられたミラー46は、図3bにおける断面に示された配置を提供するためにアレイ44と整列して追加的なアレイ44'の光軸を置くために使用されることがある。しかしながら、熱及び間隔を空けることの要件が、どのくらい多数のアレイ44がこの様式で積み重ねられることができるかを制限することができるとは、認識されることである。

30

【0066】

図5及び6に示された配置は、図7A及び7Bに及び図8のタイミングチャートに示されたような、立体視的なイメージングのためのもののような、異なる偏光状態を有する偏光させられた光の使用を許容するために若干変更させることができる。図8のタイミングチャートは、光変調組み立て体40r, 40g, 及び40bのいずれの一つの中でも、同じ空間光変調器60(図4)に向けられるものである光が、それに応じて左及び右目のイメージを提供するために、どのように二つの直交する偏光状態の間で急速に交換させられるかを示す。ここで、あるものは、偏光させられたレーザーの二つのバンクである。この例については、ソリッドステートのレーザーアレイ44a及び44bは、使用される。偏光させられたレーザーアレイ44a及び44bは、図7A及び7Bに示されたような、これらのアレイのバンクの一つについて二分の一波長板64を使用するもののような、直交する偏光させられた状態の光を提供する。交替する照明サイクルの一方の半分において、アレイ44aは、図7Aに示されたように、エネルギーを与えられる。この光は、偏光ビームスプリッター62から反射する。交替する照明サイクルの他の半分において、アレイ44bは、図7Bに示されたように、エネルギーを与えられる。この光は、偏光ビームスプリッター62を通じて透過させられる。立体視的なものではない用途については、偏光させられたレーザー44a及び44bの両方からの光は、より明るいイメージを提供するために一緒に使用される又は各々のレーザー源の寿命をバランスさせるために半分のパワーで使用されることがある。

40

【0067】

この配置は、都合良くは、同じ照明の軸へといずれかの偏光の光をのせる。このアプロ

50

ーチを使用するエタンデュは、図5における单一のチャネルについ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、両方の偏光の状態がイメージングされる場合の立体視的なものではない用途においては、源の明るさは、有効に二倍になる。しかしながら、立体的なディスプレイが望まれる場合の事例において、有効な明るさが、図5におけるものと同じままであるように、单一の源のみが、時間における一つの特定の瞬間に利用される。この配置が、その単純さのために好適なものであると共に空間光変調器60へ交替する直交する偏光状態を提供する一方で、それは、各々の直交する組み合わせられたレーザーアレイがオン及びオフになることをさせるために、レーザーが、必要とされた周波数の範囲にわたって一貫して動作することを要求する。デジタルシネマの用途については、これは、現行では、セットアップに依存するが120hz又は144hzにあるものである。しかしながら、多數のレーザーは、熱的な安定化の困難を提示することがあるが、それによってこの周波数のドメインにおける不安定なパワーのゆらぎを引き起こす。従って、いくつかの事例において、変調器に到達する光の直交する状態を間接的に（すなわち、源の変調を通じたものではない）交替させること又は変調器の後に続いてこの状態を変えることのいずれかは、要求されることである。

10

20

30

【0068】

図9A及び9Bは、レーザー光源12の実施形態の、それぞれ、側面の及び直交する図を示すが、そこでは、レーザー光源12は、この実施形態においては、より小さいエリア内に集中させられた、四つのソリッドステートの光アレイ44からのレーザー光を組み合わせるものであるコンバイナーを含むものである照明コンバイナー42である。光を再度方向付けるプリズム30は、放出方向D1におけるアレイ44からの放出された光を受容するものである入射の面32を有する。光は、放出の方向D1に対して実質的に直交するものである出力の方向D2へ再度方向付けられる。光を再度方向付けるプリズム30は、光を再度方向付けるファセット38を有するものである再度の方向付けの表面36を有する。光を再度方向付けるファセット38は、放出の方向D1に相対的な斜めの角度であると共にレーザー26から放出された光へ内部全反射（TIR）を提供する。図9A及び9Bに示されたように食い違いにされたとき、これらの特徴は、この照明のための光の経路を狭くすることを助けるが、より狭い光ビームを提供する。図9Bが示すように、光のアレイ44は、長さの方向Lにおいて広がるものである多重のレーザー26を有する。光を再度方向付けるファセット38及び再度の方向付けの表面36における他のファセットは、また、方向Lに広がる。

30

40

【0069】

数多くの変形例は、可能性のあることである。例えば、図10の断面の側面図は、光を再度方向付けるプリズム30の光を方向付けるファセット38が、ある時間にレーザー26の多重の行からの光を再度方向付けるために拡大縮小されるところのものである代替の実施形態を示す。入射の面32は、放出の方向D1に関して法線方向のものではないものであることがあるが、光のアレイ44の配置に対するいくらかのオフセットを許容すると共に光を再度方向付けるプリズム30の屈折率nが考慮に入れられることを要求する。

50

【0070】

図11の概略的なブロック図は、どのように多重の光を再度方向付けるプリズム30が、交替する偏光の状態を使用するものである実施形態における増加させられた明るさを提供するために利用されることができるかを示す。図7A及び7Bを参照して先に記載されたように、光のアレイ44a及び44bからの交替する照明は、偏光ビームスプリッター62を通じて、立体視的なイメージを提供するために、直交する偏光状態の光を空間光変調器60へ方向付ける。

50

【0071】

図12の断面の側面図は、ソリッドステートのアレイを使用するための図9A-10に示された実施形態と比べて照明のいっそうより小型の配置を提供するものである照明コンバイナー24における光を再度方向付けるプリズム30の別の実施形態を示す。この実施形態において、光を再度方向付けるプリズムは、二つの再度の方向付けの表面36を有す

るが、対向する放出の方向 D 1 及び D 1' を備えた、相互に面するものであるアレイ 4 4 からの光を受容する。各々の再度の方向付けの表面 3 6 は、二つのタイプのファセット：光を再度方向付けるファセット 3 8 及び対応するアレイ 4 4 からの入射の光に対して法線方向のものである入射のファセット 2 8、を有する。これは、レーザーの各々へと逆戻りに反射防止コートされた面からの小さい残りの光の再帰反射によって光を再度方向付けるプリズム 3 0 に対する様々なレーザーモジュールのより簡単な整列を許容する。この再帰反射は、レーザーにおけるモードの不安定性を誘起するものであることがある纖細な外部のキャビティを作り出すことの手段として有用なものであることができる。そのようなモードホッピングが、典型的な用途の下でのノイズと考慮されることがある一方で、このノイズは、レーザーのコヒーレンス（及びレーザー間のコヒーレンス）をさらに低減することによって投射における価値を追加することができるが、それによってイメージの平面における視覚的なスペックを低減する。追加的に、この二重の側面をもったアプローチと共に、レーザーモジュールは、相互に隣接する異なるものであるモジュールからの光によって介在されるが、光が、光学システムにおいてさらに光学的に統合されるときさらなる空間的な混合をすることの源を提供する。これは、再度、可能性のあるスペックルを低減すると共にシステムの均一性を増加させることを助ける。図 1 3 は、どのようにプリズム 3 0 の対が、ビームスプリッター 6 2 からレンズ 5 0 に向かって直交する偏光状態の光を方向付けるために使用されるかを示す。

【 0 0 7 2 】

レーザー 4 4 に対するプリズム 3 0 のこの配向が、好適なものであることが、みてとられることができる一方で、入力の又は出力の面に関して法線方向の入射の光は、照明の源を組み合わせるために要求されるものではないものである。しかしながら、表面 3 4 でプリズム 3 0 を出る再度方向付けられた光ビームが、相互に対して実質的に平行なものであることは、要求されるものである。これを達成することは、数多くの因子の注意深い考慮を要求する。これらの因子は、各々の側における入力のファセットに対する各々の側におけるレーザー 4 4（それらが異なるものであることがある際には）の入射の角度及び材料の屈折率に基づいたプリズムにおける屈折の組み合わせを含む。追加として、各々の側からの再度方向付けるファセットのものからの反射（重ねて、これらは、各々の側で異なるものであることがある）は、考慮されるものでなければならないと共に、プリズムの屈折とのそれの組み合わせは、出口の面からの出力の光ビームが平行なものであるように協働するものでなければならない。

【 0 0 7 3 】

図 1 4 の概略的なブロック図は、図 4 A の全部の構成部品の配置を使用すると共に各々の色のチャネルにおいて光を再度方向付けるプリズム 3 0 を使用するものである投射装置 1 0 の実施形態を示す。各々の光変調組み立て体 4 0 r, 4 0 g, 及び 4 0 b は、図 1 3 について記載されたもののような偏光を方向付ける構成部品の類似の配置で光を再度方向付けるプリズム 3 0 の対を有する。各々の光変調組み立て体において、一方の又は他方の光を再度方向付けるプリズム 3 0 からの偏光させられた光は、偏光ビームスプリッター 6 2 を通じてレンズ 5 0 及びインテグレーター 5 1 へ（示されたものではない）自由選択の偏光を維持するライトガイド 5 2 を通じて方向付けられる。空間光変調器 6 0 は、デジタルマイクロミラー又は入力の光の直交する配向に關係付けられた出力の光の二つの直交する配向を維持する光を変調するものである他の M E M S のデバイスである。マイクロミラーのデバイスの角度的な変調を使用するために設計された、示された実施形態において、薄膜でコートされた表面 6 8 は、変調された光が、二色性のコンバイナー 8 2 へ方向付けられるように、入射の光をそれの入射の角度に従って反射させる又は透過させるために処理される。立体視的な用途については、s 及び p 偏光の状態の間ににおける位相差を維持するために表面 6 8 及び 8 2 に薄膜のコーティングのデザインを製作することは、必要なことである。

【 0 0 7 4 】

レーザー光は、ニアフィールドの条件において又はファーフィールドの条件において使

10

20

30

40

50

用されることがあるが、そこでは光の予めの混合をすることが、可能性のあるスペックルを低減するために及びインテグレーター 51 の均一化する光学部品へ提供された光の均一性をさらに改善するために提供される。レーザーのスペックルは、小レンズのアレイと同様の均一化する光学部品の使用のみならず、単一の照明の源を形成するために組み合わせられた独立なレーザーの組み合わせの使用によってさらに低減される。

【0075】

本発明は、ここに記載された例示的な実施形態からの数多くの変形例を許容する。例えば、多様な偏光させられたレーザー光の源は、V E C S E L 及び他のレーザーアレイに対する代替品として使用されることができると思われる。光を方向付けるプリズム 30 は、多数の高度に透過性の材料から作られることができる。低いパワーの用途については、プラスチックは、選ばれることがある。より高いパワーの用途については、ガラスは、より適当なものであることがある。

10

【0076】

レーザーの顕著な利点の一つは、より高い効率のより単純な光学システムを可能とする、それらの小さいエタンデュである。残念ながら、ちょうど議論されたように、小さいエタンデュは、また、デジタルシネマに基づいたシステムにおいて使用されたとき構成部品における相対的に高いエネルギー密度を意味する。レーザーが、交替する直交する偏光を作り出すために直接的に変調されることができない場合のシステムにおいて、代替の手段によって偏光を回転させることは、必要なことである。これをすることの一つの方法は、液晶のリターダーのような、電子的な偏光回転子を利用することである。

20

【0077】

図 15 は、ブロードバンドの電子的な偏光回転子 75r, 75b、又は 75g が、それぞれ、各々の色の経路における左の及び右の目のイメージのために出力の偏光状態の間で連続的に切り替わるために使用されるところの立体視的な実施形態を示す。この図は、ハイアングルエッジフィルター（コートされた表面）68 を備えた構成を利用する。図 16 は、ブロードバンドの電子的な偏光回転子 75 が、全ての色のチャネルについて左の及び右の目のイメージのための出力の偏光状態の間で連続的に切り替わるために使用される場合の立体視的な実施形態を示す。図 16 の実施形態においては、変調されたビームが、二色性のコンバイナー 82 によって組み合わせられた後で、偏光回転子 75 は、光路における変調されたビームの組み合わせの後に続くことで位置させられる。この場所は、投射されたビームのサイズが、相対的に大きいものであるという理由のために、利益を与えられる。従って、遅延させる素子におけるエネルギー密度は、組み合わせられたビームについてその最も低いものに近いものである。自由選択の 1/4 波長板 76 は、偏光の性質についての優先度に依存することで、偏光回転子 75 の前又は後のいずれかに直接的に置かれることがある。

30

【0078】

偏光回転子は、そのようなりターダーが、入力の偏光状態が円形のものであるとき相対的に均一な波長対遅延で製作することがより簡単なものであるという理由のために、液晶の可変なリターダーであることがある。このデバイスのタイプについては、その次に、図 16 に示されたような、ビームコンバイナー 82 の後に及び電子的な偏光回転子 75 の前に直接的に 1/4 波長板 76 を位置させることは、好ましいものであることがある。あるいは、1/4 波長板は、原色の色の経路の各々に置かれことがある；しかしながら、これは、多重の素子を要求する。立体のイメージングは、このように、液晶の可変のリターダー 75 との同期において各々の目に意図された対応するイメージの内容の時間を計ることによって作り出される。追加的に、偏光を維持するディスプレイの表面は、使用されると共に、観察者の偏光眼鏡は、各々の目が、意図された直交する偏光状態のみの光を受けるように、提供される。

40

【0079】

図 16 の実施形態が、組み合わせられたイメージについてのエネルギー密度を最小にする一方で、このエネルギー密度は、なおも、偏光回転子に対する損傷を予防するためには

50

十分に低いものではないものであることがある。照明のセクション 40 r, 40 g, 40 b の各々のレッグにおいて狭いバンドの偏光回転構成部品 75 r, 75 g, 75 b を使用する、図 15において先に示された代替の実施形態では、電子的に制御された偏光回転子は、1 nm の程度の、単一の色のバンドの狭いスペクトルについての実質的に二分の一の波の回転を行うことを必要とするのみである。液晶に基づいた電子的なリターダーの事例において、これは、構造を大いに単純化すると共に直線偏光させられた光において良く作動する。このようにこれらの回転子の各々のコスト及び複雑さは、低減される。均一化する光学部品 51 の後に偏光回転子 75 を置くことは、より直接的なレーザーの照明から生じるかもしれないものである潜在的なより高いエネルギー密度の“ホットスポット”を除去する。このバランスさせられた光/熱の負荷は、デバイスの安定性及び性能を改善する。追加的に、単一のバンドのみが使用されると共に変調無しにデバイスにおいて維持される際に、図 16 に記載された及び示された実施形態と比較された、より一貫した及びより低いエネルギー密度は、届けられることができる。前のもののように、自由選択の 1/4 波長板のリターダーは、システムにおける色のコンバイナーの後に、色のバンドの各々においてか又は図 16 におけるもののようにかのいずれかにおいて使用されることがある。

【0080】

立体視的な目視する体験を発生させるために交替する直交する偏光を作り出すための別 の方法は、図 17 に示されたような二つの直交する状態の組み合わせられたレーザーの組み立て体の間に機械的にシャッターを付けることである。この点において、回転するシャッター ホイール 65 は、偏光回転子 75 として使用されることがある。照明コンバイナー 43 において、1/2 波長板 64 との連結におけるレーザー 44 a が、44 b のものに対して直交するものである直線偏光の状態の光を形成する一方で、レーザー 44 b は、直線偏光の状態を発生させるために組み合わせられる。回転するシャッター ホイール 65 は、直交する偏光状態の間で併合された光軸の経路に置かれる。回転するシャッター ホイール 65 の位置は、モーター 66 を制御するものである制御論理プロセッサー 90 によって制御される。図 18 A 及び 18 B におけるそれぞれ平面及び側面図において示された、回転するシャッター ホイール 65 は、好ましくは、少なくとも二つのセグメントを備えたガラスのディスクを有する。第一のセグメント 65 a は、入射の光の全てを実質的に透過させるために設計される。代わりのセグメント 65 b は、入射するものである光の全てを実質的に反射させるために設計される。透過のセグメント 65 a が、光軸に沿ってあるとき、レーザー 44 a が、ビームダンプ 69 によって吸収される一方で、レーザー 44 b は、システムまで透過する。あるいは、反射性のセグメント 65 b が、光軸に沿ってあるものであるとき、レーザー 44 a からの光は、システムまで反射させられると共に、44 b からの光は、ビームダンプ 69 へ方向付けられる。この様式において、交替する直交する偏光の光は、空間光変調器における立体視的なイメージとの同期において、モーター 66 によって作動させられた、シャッター ホイール 65 を回転させることによって立体視的なイメージを作り出すために空間光変調器へ届けられる。あるものが、図 18 A において留意されたもののような、偏光状態の間ににおける遷移領域 73 であることは、留意されるべきことである。ここで、照明の光 67 は、二つの領域 65 a 及び 65 b の間にあるものであることができる。この事例においては、両方の状態の偏光は、空間光変調器へ偶然に届けられる。この条件は、ゴースト発生としてまた知られた、二つの目のイメージの間ににおけるクロストークを引き起こす。いくらかの量のクロストークは、受容可能なものであることがある。クロストークが、過度なものであるとすれば、空間光変調器は、この遷移の期間の間にオフ状態にさせられることがあるが、いくらかの失われた光の犠牲によってクロストークを除去する。従って、この遷移領域を最小にすることは、望ましいことである。これは、照明の光のスポットのサイズを最小にすることによってか又はシャッター ホイールを拡張することかのいずれかで達成されることができるが、できる限り外側の直径に向かって遠くに照明の光を置く。

【0081】

図 17 の実施形態が、空間光変調器へ方向付けられた光の偏光状態を交替させるように

10

20

30

40

50

機能する一方で、光の 50 %を超えるものは、ビームダンプ 69 へ失われる。これは、従来のアプローチのものへシステムの効率を本質的に低減する。図 19 に示された、別の実施形態は、先にビームダンプ 69 へ届けられたものであった光を回収するためのシャッター ホイール 65 の使用を広げる。照明コンバイナー 45 において、この経路における光は、以前は、1/2 波長板 64 によって転換されたその偏光状態を有する。二つの照明源は、また、出力が直交するものであるように、源の各々を単純に回転させることによって直交する偏光状態にされることがある。いずれかの事例において、これは、シャッター ホイール 65 によって空間光変調器へ直接的に届けられるものである同じ偏光状態へ光を転換する。この転換された光は、その次に、シャッター ホイール 65 からの光に隣接するものであるところの経路までミラー 71 によって方向付けられる。今、同じ偏光状態のものである、両方のレーザーアレイの組み合わせられた光は、インテグレーター 51 の均一化する光学部品へ、及び、空間光変調器へ、届けられる。重ねて、モーター 66 を使用することでシャッター ホイール 65 を回転させることによって、直交する偏光状態における光は、交互に届けられる。

10

【0082】

図 19 の実施形態について、光源のエタンデュが、図 17 において届けられたもののようなその状態と比較された際に、二倍にされることとは、観察されることができる。このエタンデュは、並んだ元来の及び転換されたビームと共に、及び、同じ角度的な空間において、そのエリアの二倍を備えた均一化する光学部品へ提供されることがある。あるいは、光は、各々のレーザー源からの同じ量の重なりが提供されることがある。角度的な重なりがあることは、投射レンズが典型的にはテレセントリックなものである際に、この空間において混合することによって全てのピクセルについて均一な照明を達成することができる簡単なものであると思われるという理由のために、より望ましいことであることがある。照明の経路を後に続く光学部品が、効率的なものであるためにこの大きいエタンデュを取り扱うことを必要とする一方で、これは、レーザー源の低い起動のエタンデュの性質のおかげで非常に困難なものではないものである。

20

【0083】

図 20 は、この回収された偏光させられた光を使用するが、しかし、より少ない構成部品を要求するものである、代替の実施形態を示す。図 21 は、各々の色のチャネルにおいて空間光変調器 60 を直接的に照明すると共にレンズ組み立て体 70 によって投射するために二色性のプレート 84 と再結合された、図 20 に示された交替する直交する偏光の照明システム 45r, 45g, 45b を組み込む投射システムを示す。この実施形態において、先の特別な事例の一つのように、フィルター（コートされた表面）68 の無いものは、利用される。代わりに、空間光変調器は、直接的に照明されるが、このように典型的ではない非常に長い作動距離のレンズを要求する。

30

【0084】

この同じアプローチは、遷移領域の間でさえも、追加的な光の喪失無しに同様に立体視的なものではない投射について適当に働く。従って、従来の解決手段とは違って、従来のイメージングについてのスループットの効率を改善するためにシャッター ホイール又は他の偏光回転子を取り除くことは、必要なものではないことである。この事例において、モーター 66 は、好ましくは不必要的コーティングの損傷及び熱の増強が最小にされる能够するように光路におけるシャッターの透過性の領域で、立体視的なものではないイメージングの間に寿命又はパワーの消費について節約するためにシャットダウンがある。

40

【0085】

図 18A 及び 18B の回転するシャッターの機構は、交替する直交する偏光の方法を提供することに追加して、追加されたスペックルの低減の機能を供給することができる。スペックルは、レーザー投射についての潜在的な問題点として先に議論された。多重のレーザーの使用が、スペックルを実質的に低減するためにレーザーの一般的なコヒーレンスを低減する傾向がある一方で、あることができるものは、特により少ないレーザーが使用され

50

るところの小さいスクリーンの事例において、残留のコヒーレンスである。コヒーレンスを破壊するコーティングは、シャッターの一方の又は両方の側に適用されることがある。追加的に、シャッターの基体における波面のずれからの可変の光路の変動との連結における、空間的にか又は角度的にかのいずれかで光を混合するものである均一化の光学部品の使用は、いずれの残留するコヒーレンスをも、及び、従ってスペックルを、実質的に低減する。

【0086】

図19Bは、反対の側65dが、一つのセグメントにおける反射防止コーティング及び交互のセグメントにおけるミラーコーティングを備えた研磨された表面を含有する一方で、研削された表面と共に製作された一方の側65cを備えたシャッター ホイール65を示す。表面粗さは、視覚的なスペックルを除去するために十分に高いもの、しかし、源の角度的な範囲を実質的に増加させることがないために十分に低いもの、であるべきである。この相対的に粗い表面は、回転するホイール（空間的な運動）との連結において、システムからいずれの残留のスペックルをもまた低減する又は除去することができる。あるいは、先に記載されたように、両方の側65c及び65dは、研磨されることがあるが、しかしながら、表面は、光路差の多重の波が、回転の周波数で変動する光ビームの中へ誘起されるように、光学的に平坦なものではないものであることがある。これは、それが、照明の光の角度的な内容を、及び従ってエタンデュを、実質的に増加させるものではないという点で、研磨されてものではない表面において好適なことである。

【0087】

DLP及び他のマイクロミラーデバイスのような大部分のマイクロ電気機械的な構造（MEMS）は、典型的にはアルミニウムから形成された、金属性のリフレクターを使用する。金属のミラーは、斜めの角度からの光を取り扱うときの反射の際の非常に小さい位相のシフトを作り出す。DLPデバイスが、反射の後に偏光状態を維持する場合における、好適な偏光の配向は、図22に示されたような、マイクロミラーのヒンジの旋回軸のチルトに沿ったものか又はそれに直交するものかのいずれかの偏光軸を有する。軸Aは、一つの実施形態におけるDLPのマイクロミラー用のヒンジの旋回軸の線を指示する。マイクロミラーの平面に関して他の軸に沿って配向させられた偏光状態は、しかしながら、残留の偏光に対する最小限の効果と共に使用されることがある。

【0088】

現行のDLPのパッケージに対する変更は、カバープレートの密閉式のパッケージに関して要求されるであろう。現行のパッケージは、散乱することがイメージの質に影響を与えることを予防するために欠陥の無い表面のみならず環境的な密封を提供するために設計される。そのようなものとして、機械的なフレームへのレーザー溶接をすること及び熱的に溶融するウインドウの工程は、各々のパッケージへの顕著な及び一貫しない複屈折を含む。3nmを超えるものの遅延における変動は、試料のデバイスにわたって観察されてきたものである。これは、デバイスの外における偏光状態の維持に否定的に影響を与えると思われる。従って、新しいウインドウの実装をすることは、偏光させられた光と共にDLPデバイスを適切に利用するために有用なことであると思われる。パッケージは、SF57のような、低い係数の応力又は熱的に誘起された複屈折を有するものであるガラスを利用することによって改善されることがある。代替のアプローチは、例えば所定の場所にウインドウを接着するためにRTVを使用する、ウインドウのフレームへのウインドウの応力の無い取り付けを提供することであると思われる。さらに、ウインドウのフレームの機構学がウインドウに関して剛性のもの、しかし、チップのフレームに対する接着する表面に関して可撓性のもの、であるように、隔離は、望まれると思われる。同様にして、このアプローチは、逆にされることがあると思われる。さらに、それは、操作上の及び実装することの温度の差からの応力を回避するように、注意深く制御されたチップの操作上の温度で行われたとすれば、フレームへウインドウを、及び、チップを取り付けるものへフレームを、接着させるための手順のためになると思われる。

【0089】

10

20

30

40

50

偏光させられたレーザー光源の使用は、立体視的な集合的イメージの投射について顕著な利点を差し出す。先に議論された従来の照明の源を超える効率のゲインは、プロジェクターが、従来の2Dの投射のものと匹敵するものである明るさを備えたイメージをより簡単に届けることを許容する。

【0090】

発明は、それのある一定の好適な実施形態への特定の参照と共に詳細に記載されてきたものであるが、しかし、変形及び変更が、発明の主旨及び範囲内で果たされることができることは、理解されることになる。例えば、レーザーアレイが、詳細な実施形態において記載される場合には、他のソリッドステートの発光性の構成部品は、代替品として使用されることができるとと思われる。レンズ及び他の光学的な構成部品を支持することは、また、各々の光路に追加されることがある。ここに示された様々な実施形態において、均一化又は光の統合及びリレーをすることの順序は、効果における顕著な差無しに逆にされることができる。

10

【符号の説明】

【0091】

部品のリスト

1 0 投射装置

1 2 , 1 2 r , 1 2 g , 1 2 b 光源

1 4 プリズム組み立て体

1 6 位置

1 8 光学部品

2 0 , 2 0 r , 2 0 g , 2 0 b 空間光変調器

2 6 レーザー

2 8 入射ファセット

3 0 光を再度方向付けるプリズム

3 2 入射面

3 4 出力面

3 6 再度の方向付けの表面

3 8 光を再度方向付けるファセット

4 0 r , 4 0 g , 4 0 b 光変調組み立て体

20

4 2 照明コンバイナー

4 3 シャッター組み立て体を備えた照明コンバイナー

30

4 4 , 4 4 ' , 4 4 a , 4 4 b ソリッドステートの光アレイ

4 5 , 4 5 r , 4 5 g , 4 5 b 照明コンバイナー

4 6 ミラー

4 8 , 5 6 偏光ビームスプリッター

5 0 レンズ

5 1 インテグレーター

5 2 ライトガイド

5 4 レンズ

40

6 0 空間光変調器

6 2 偏光ビームスプリッター

6 4 二分の一波長板

6 5 シャッターホイール

6 5 a 透明なセグメント

6 5 b 反射性のセグメント

6 5 c 拡散側

6 5 d 研磨された側(コートされたもの)

6 6 モーター

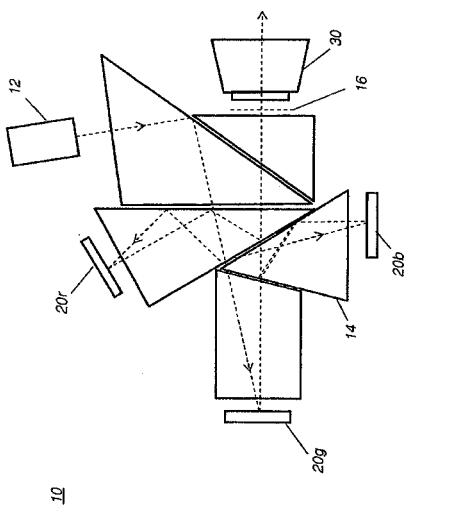
6 7 出力の光

50

6 8 コートされた表面
 6 9 ビームダンプ
 7 0 投射光学部品
 7 1 ミラー
 7 2 反射性のプリズム
 7 3 遷移領域
 7 4 マイクロミラー
 7 5 , 7 5 r , 7 5 g , 7 5 b 偏光回転子
 7 6 四分の一波長板
 8 0 ディスプレイの表面
 8 2 二色性のコンバイナー
 8 4 二色性の表面
 9 0 制御論理プロセッサー
 9 2 X - プリズム
 A 軸
 D 1 , D 1 ' 放出の方向
 D 2 出力の方向

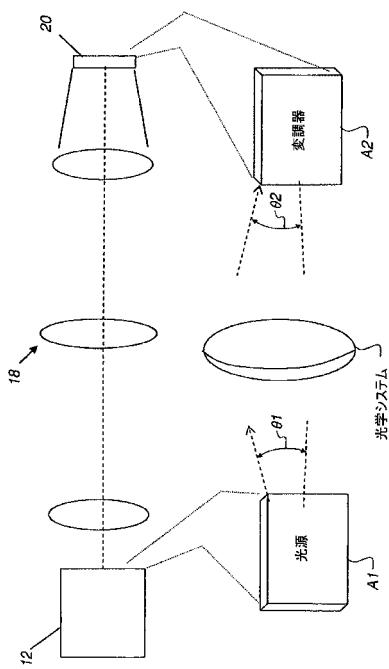
10

【図1】



(先行技術)

【図2】



【 図 3 】

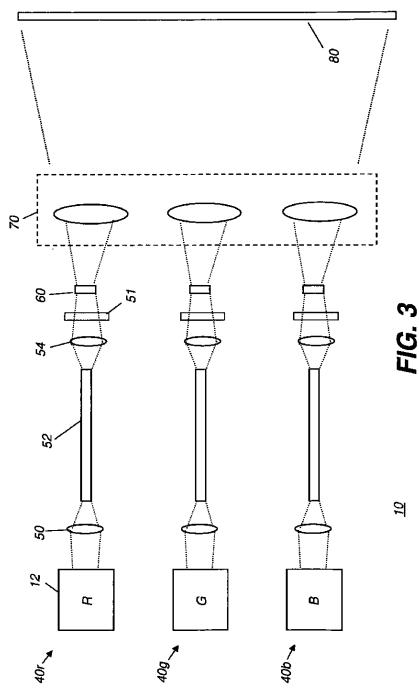


FIG. 3

【 図 4 A 】

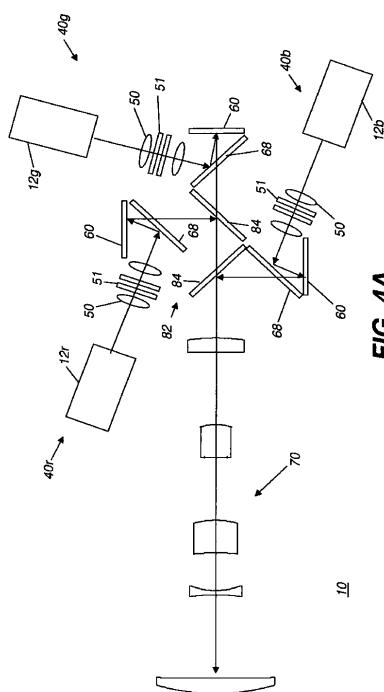
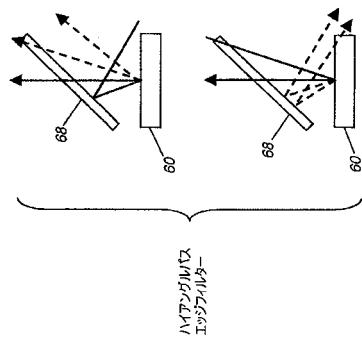


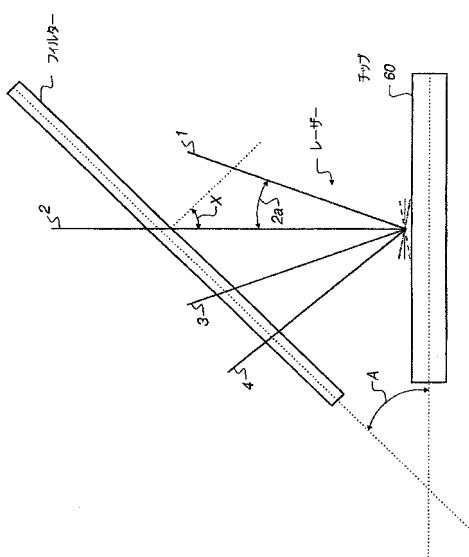
FIG. 4A

【 図 4 B 】



ハイアンダルバス
エッジフィルター

【 図 4 D 】



【 図 4 C 】

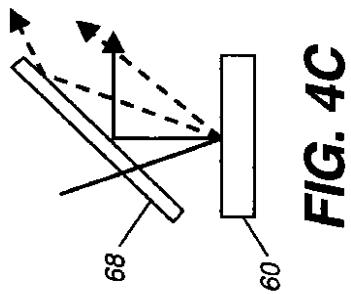


FIG. 4C

【図 4 E】

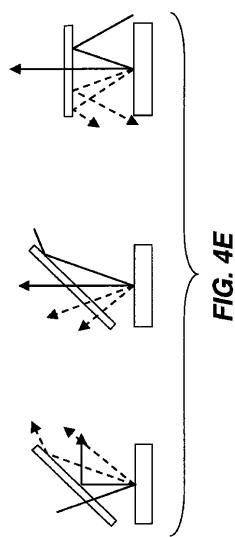


FIG. 4E

【図 4 F】

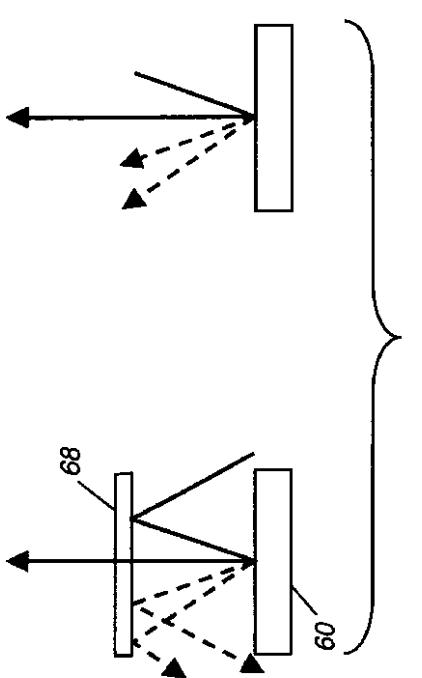
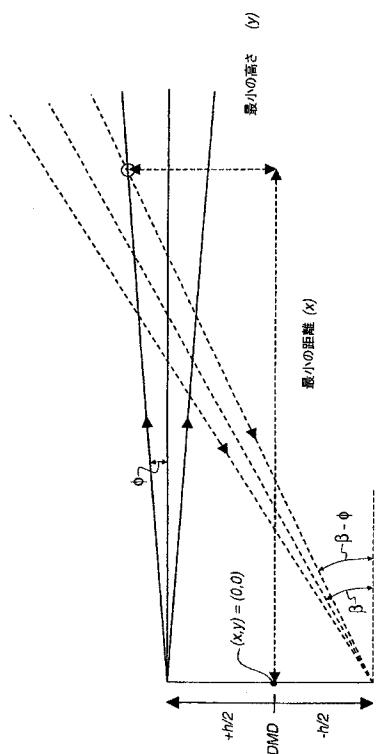
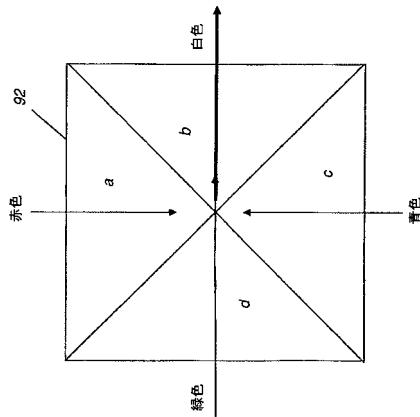


FIG. 4F

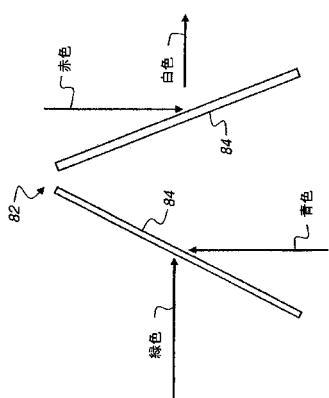
【図 4 G】



【図 4 H】



【図 4 I】



【図 5】

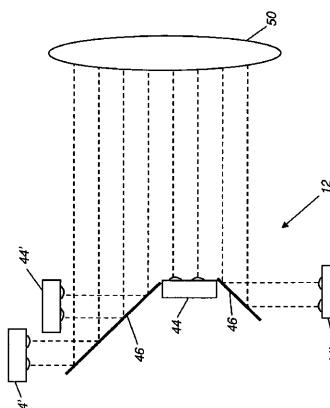


FIG. 5

【図 6】

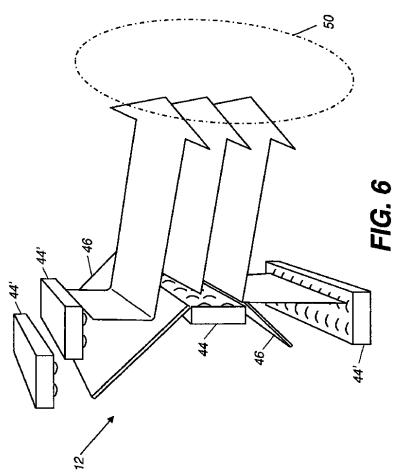


FIG. 6

【図 7 A】

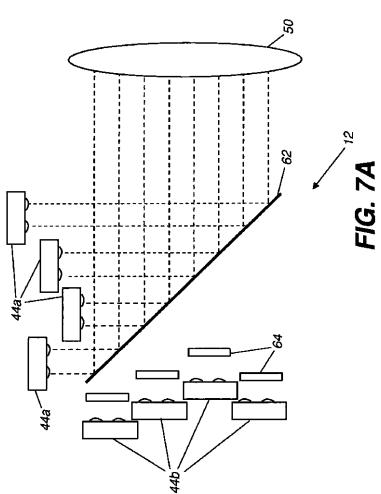


FIG. 7 A

【図 7 B】

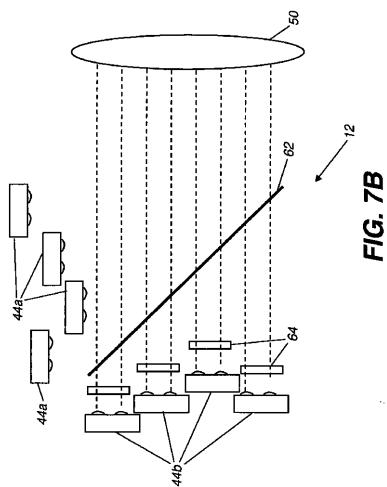
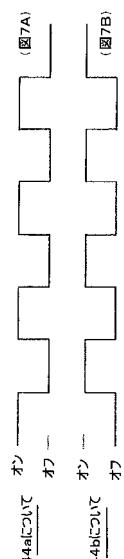


FIG. 7B

【図 8】



【図 9 A】

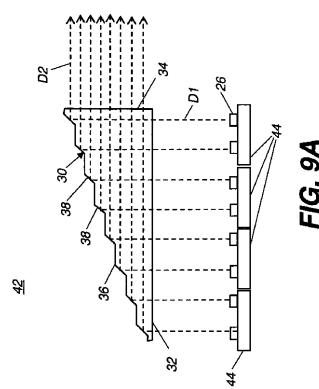


FIG. 9A

【図 9 B】

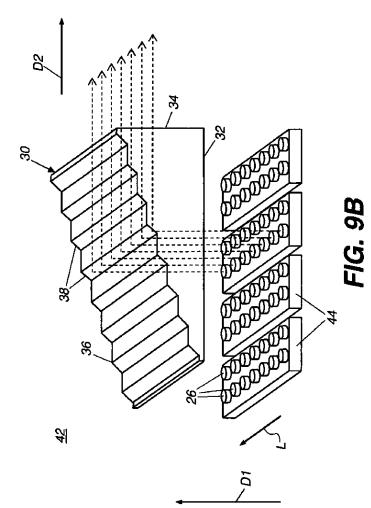


FIG. 9B

【図 10】

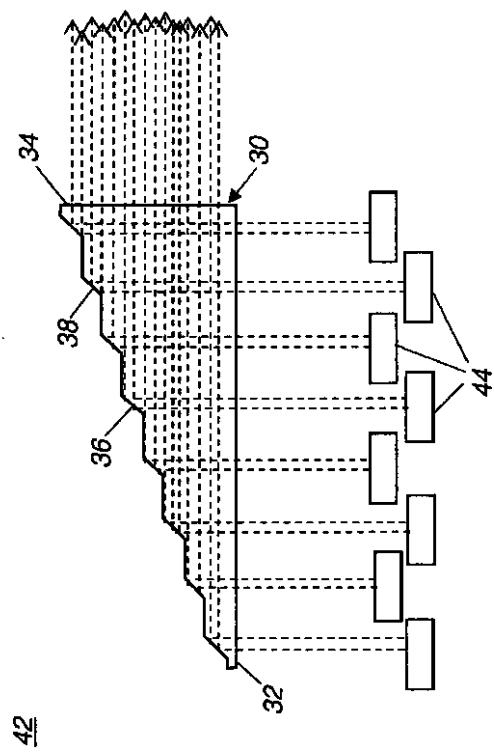


FIG. 10

【図 11】

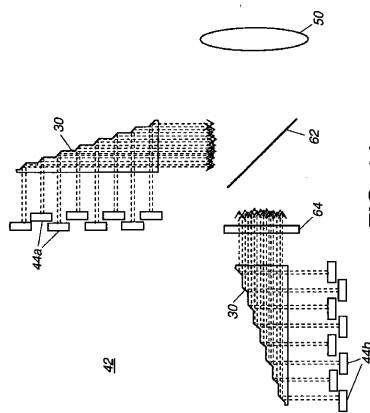


FIG. 11

【図 12】

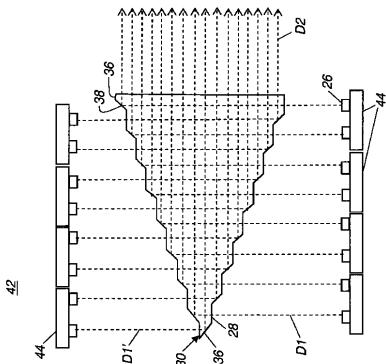


FIG. 12

【図 13】

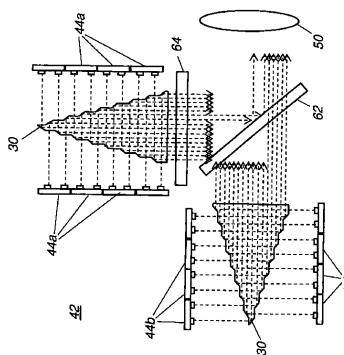


FIG. 13

【図 14】

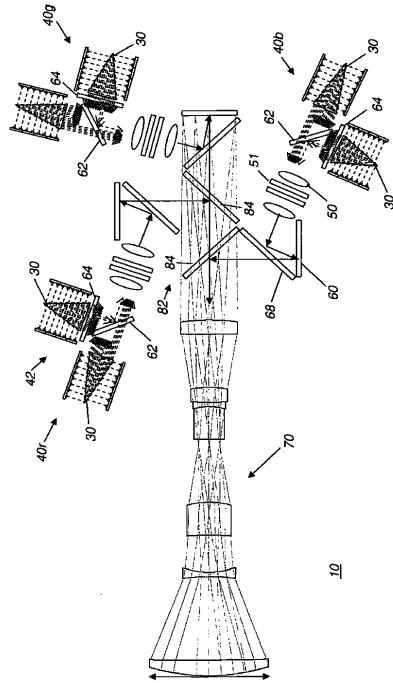


FIG. 14

【図 15】

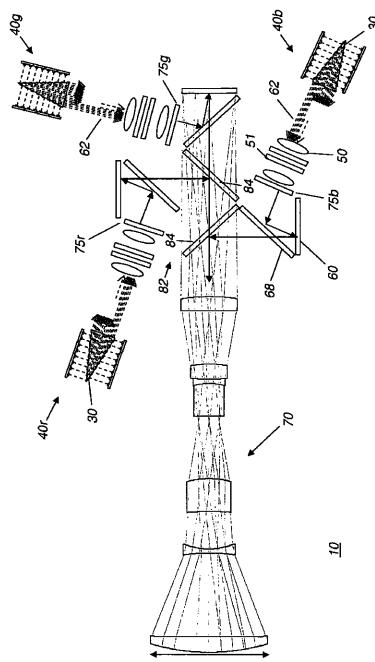


FIG. 15

【図 16】

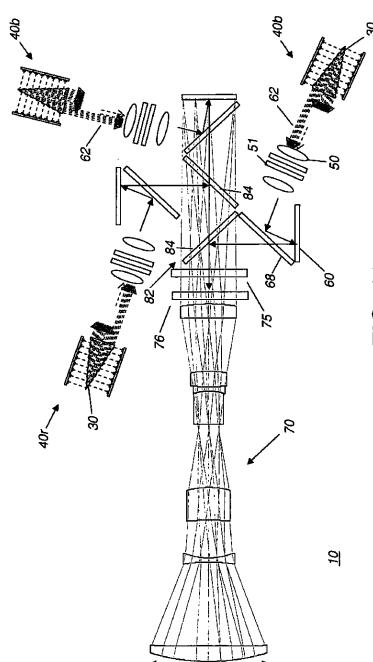


FIG. 16

【図 17】

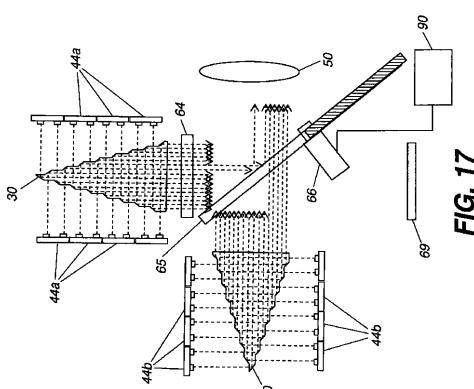


FIG. 17

【図 18 B】

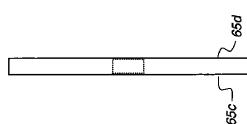


FIG. 18B

【図 18 A】

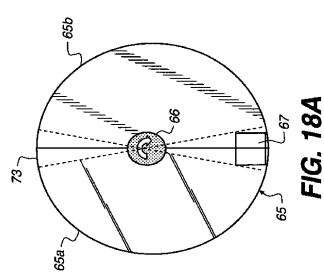


FIG. 18A

【図 19】

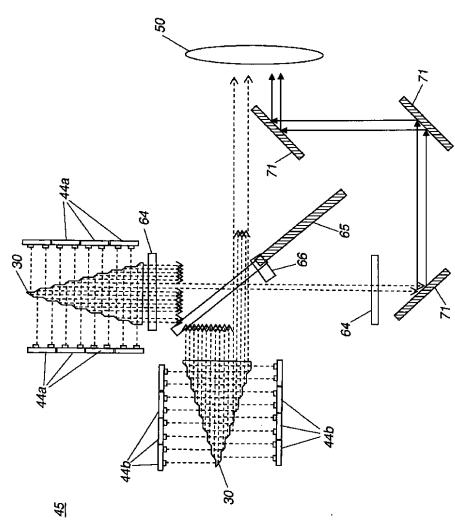


FIG. 19

【図 2 0】

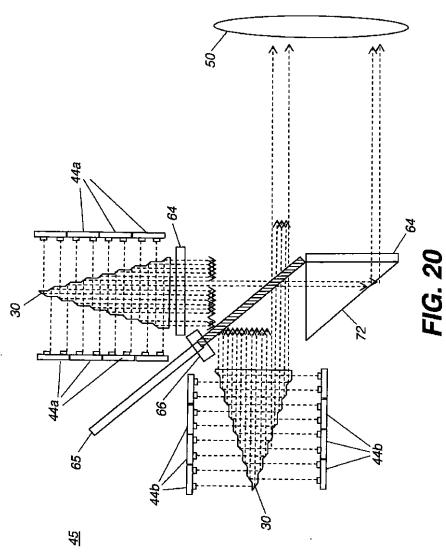


FIG. 20

【図 2 1】

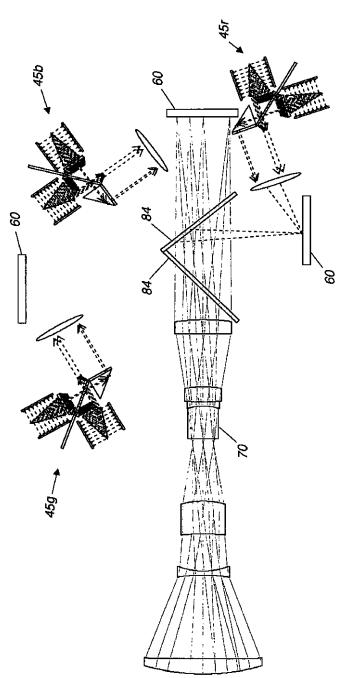


FIG. 21

【図 2 2】

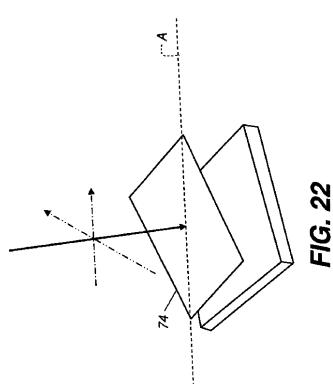


FIG. 22

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/US2009/003824

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. G03B21/00 H04N5/74 H04N13/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
H04N G03B

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

EPO-Internal, WPI Data

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
E	WO 2009/108269 A (EASTMAN KODAK CO [US]; SILVERSTEIN BARRY DAVID [US]; BIETRY JOSEPH RAY) 3 September 2009 (2009-09-03) page 9, line 5 - page 25, line 26	1-22
P, X	WO 2009/078941 A (EASTMAN KODAK CO [US]; SILVERSTEIN BARRY DAVID [US]) 25 June 2009 (2009-06-25) page 12, line 1 - page 25, line 26	1-7
X	EP 1 365 598 A (EASTMAN KODAK CO [US]) 26 November 2003 (2003-11-26) paragraphs [0036] - [0055]	15, 16, 19
Y	US 2006/291053 A1 (ROBINSON MICHAEL G [US] ET AL) 28 December 2006 (2006-12-28) paragraph [0076]	17, 18, 20-22
Y		17, 18, 20-22

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- *g* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

16 October 2009

Date of mailing of the international search report

28/10/2009

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040,
Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

Piedrafita, Aurelio

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No
PCT/US2009/003824

Patent document cited in search report		Publication date		Patent family member(s)		Publication date
WO 2009108269	A	03-09-2009	US	2009213330 A1		27-08-2009
WO 2009078941	A	25-06-2009	US	2009153752 A1		18-06-2009
EP 1365598	A	26-11-2003	CN	1459661 A		03-12-2003
			JP	4274851 B2		10-06-2009
			JP	2004029770 A		29-01-2004
			US	2003214633 A1		20-11-2003
US 2006291053	A1	28-12-2006	EP	1977283 A2		08-10-2008
			JP	2009524106 T		25-06-2009
			WO	2007086952 A2		02-08-2007

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LS,MW,MZ,NA,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,SE,SI,S,K,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BH,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IS,J,P,KE,KG,KM,KN,KP,KR,KZ,LA,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LY,MA,MD,ME,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PE,PG,PH,PL,PT,RO,RS,RU,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,ST,SV,SY,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,ZA,ZM,ZW

(72)発明者 シルヴァースtein, バリー デイヴィッド

アメリカ合衆国 ニューヨーク州 14650-2201 ロチェスター ステイト・ストリート
343

(72)発明者 クラッシュウイット, ジェニファー ドウン

アメリカ合衆国 ニューヨーク州 14618 ロチェスター エルモア-ロード 33

F ターム(参考) 2H149 AA17 AB26 BA12 DA06 EA02

2H199 BA03 BA29 BA63 BB02 BB12 BB15 BB26 BB27 BB42 BB62

BB65 BB66

2K103 AA01 AA07 AA11 AA27 AB04 BA02 BB01 BC04 BC09 BC16

BC19 BC33 BC47 CA17

5C058 BA05 EA05 EA13