(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第6033330号
(P6033330)

(45)発行日　平成28年11月30日(2016.11.30)　(24)登録日　平成28年11月4日(2016.11.4)

(51)Int.Cl.		F I		
G02B 27/22	(2006.01)	G02B	27/22	
G02B 5/26	(2006.01)	G02B	5/26	
G02C 7/02	(2006.01)	G02C	7/02	
G03B 35/26	(2006.01)	G03B	35/26	
H04N 13/04	(2006.01)	H04N	13/04	310

請求項の数 20　(全 43 頁)　最終頁に続く

(21)出願番号　特願2014-552361 (P2014-552361)
(86)(22)出願日　平成25年1月14日(2013.1.14)
(65)公表番号　特表2015-513686 (P2015-513686A)
(43)公表日　平成27年5月14日(2015.5.14)
(86)国際出願番号　PCT/US2013/021360
(87)国際公開番号　WO2013/109484
(87)国際公開日　平成25年7月25日(2013.7.25)
審査請求日　平成28年1月12日(2016.1.12)
(31)優先権主張番号　13/351,518
(32)優先日　平成24年1月17日(2012.1.17)
(33)優先権主張国　米国(US)

(73)特許権者　516242301
アイマックス　シアターズ　インターナショナル　リミテッド
アイルランド　ダブリン　1　ノース　ウォール　キー　25－28
(74)代理人　110001210
特許業務法人ＹＫＩ国際特許事務所
(72)発明者　シルバースタイン　バリー　デイビッド
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

審査官　山本　貴一

最終頁に続く

(54)【発明の名称】傾斜フィルタ付立体視眼鏡

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
第１目像及び第２目像を含む立体像を表示面上に表示させるディジタル立体表示システムの看者が使用するフィルタ眼鏡であって、
表示面に対向するように配置された前面及びその裏側に位置する背面を有し、第１目像からの光を実質的に透過させる一方第２目像からの光を阻止する透過特性を呈する第１目フィルタと、
表示面に対向するように配置された前面及びその裏側に位置する背面を有し、第２目像からの光を実質的に透過させる一方第１目像からの光を阻止する透過特性を呈する第２目フィルタと、
アーム及びリムを有するフレームであって、アームがリムから水平軸に沿って延在し、第１目フィルタが看者の第１目面前に位置し第２目フィルタが看者の第２目面前に位置するよう実装され、第１目フィルタ及び第２目フィルタの上端が第１目フィルタ及び第２目フィルタの下端よりも、リムの反対側にあってアームの端部に交差する鉛直面の近くに位置するように第１目フィルタ及び第２目フィルタがリムによって鉛直軸に対し傾斜角をもって保持され、表示面からの光のうち第１目フィルタ及び第２目フィルタによって反射された光が、水平軸に対し上方に向けられ、その看者の前方かつ同じ高さに着席している別の看者の頭部を越えるように実装されるフレームと、
を備え、
その傾斜角が、シアター内のスクリーンの位置に対する着席場所のシアター内における

位置に基づいた量であるフィルタ眼鏡。
【請求項２】
請求項１記載のフィルタ眼鏡であって、対応する赤色、緑色及び青色第１目スペクトル帯を有する狭帯域固体赤色、緑色及び青色第１目光輻射器を用い第１目像が、また対応する赤色、緑色及び青色第２目スペクトル帯を有する狭帯域固体赤色、緑色及び青色第２目光輻射器を用い第２目像が形成され、第１目スペクトル帯が第２目スペクトル帯に対し実質非重複であるフィルタ眼鏡。
【請求項３】
請求項２記載のフィルタ眼鏡であって、第１目フィルタが、第１目スペクトル帯を実質的に透過させる一方第２目スペクトル帯を反射させるように構成され、第２目フィルタが、第２目スペクトル帯を実質的に透過させる一方第１目スペクトル帯を反射させるように構成されるフィルタ眼鏡。
【請求項４】
請求項３記載のフィルタ眼鏡であって、第１目フィルタが、第１目スペクトル帯に属する光の６０％以上を透過させる一方第２目スペクトル帯に属する光の６０％以上を反射させるように構成され、第２目フィルタが、第２目スペクトル帯に属する光の６０％以上を透過させる一方第１目スペクトル帯に属する光の６０％以上を反射させるように構成されるフィルタ眼鏡。
【請求項５】
請求項１記載のフィルタ眼鏡であって、表示面からの光のうち第１目フィルタ及び第２目フィルタによって光が表示面の上部より上方に向かうよう傾斜角が設定されているフィルタ眼鏡。
【請求項６】
請求項１記載のフィルタ眼鏡であって、更に、看取環境に漏洩した光が第１目フィルタ及び第２目フィルタの背面に射突する現象を少なくとも部分的に抑えるべくフレーム上に実装及び配置された不透明なサイドシールドを備えるフィルタ眼鏡。
【請求項７】
請求項１記載のフィルタ眼鏡であって、第１目フィルタ及び第２目フィルタを受容するよう且つ第１目フィルタ及び第２目フィルタが所定の傾斜角を呈するよう、成形可能素材を用いた成形でそのフレームが形成されているフィルタ眼鏡。
【請求項８】
請求項１記載のフィルタ眼鏡であって、第１目フィルタ及び第２目フィルタの傾斜角を調整できるようそのフレームにヒンジ機構が備わるフィルタ眼鏡。
【請求項９】
請求項１記載のフィルタ眼鏡であって、その傾斜角が鉛直線に対し２０°以下であるフィルタ眼鏡。
【請求項１０】
請求項１記載のフィルタ眼鏡であって、第１目フィルタ及び第２目フィルタの前面、背面又はその双方が平坦面であるフィルタ眼鏡。
【請求項１１】
請求項１記載のフィルタ眼鏡であって、第１目フィルタ及び第２目フィルタの前面、背面又はその双方が曲面であるフィルタ眼鏡。
【請求項１２】
請求項１記載のフィルタ眼鏡であって、第１目フィルタ、第２目フィルタ又はその双方が、ダイクロイックフィルタスタックを含め複数個の層を以て形成されているフィルタ眼鏡。
【請求項１３】
請求項１記載のフィルタ眼鏡であって、第１目フィルタ、第２目フィルタ又はその双方が１個又は複数個の吸収フィルタ層を有するフィルタ眼鏡。
【請求項１４】

請求項１記載のフィルタ眼鏡であって、第１目フィルタ及び第２目フィルタが、それぞれ、ダイクロイックフィルタスタック及び１個又は複数個の吸収フィルタ層を含め複数個のフィルタ層を以て形成されているフィルタ眼鏡。

【請求項１５】

請求項１４記載のフィルタ眼鏡であって、吸収フィルタ層のうち幾つかが対応するダイクロイックフィルタスタックと看者の目の間に位置するフィルタ眼鏡。

【請求項１６】

請求項１５記載のフィルタ眼鏡であって、第１目フィルタが、第２目像に発し第１目フィルタにおける看者の第１目側の面に入射した光のうち５０％未満を反射させるように構成され、第２目フィルタが、第１目像に発し第２目フィルタにおける看者の第２目側の面に入射した光のうち５０％未満を反射させるように構成されるフィルタ眼鏡。

【請求項１７】

請求項１記載のフィルタ眼鏡であって、そのディジタル立体表示システムがディジタル立体投射システムであるフィルタ眼鏡。

【請求項１８】

請求項１記載のフィルタ眼鏡であって、その傾斜角が鉛直軸に対し５°～３７°の範囲内であるフィルタ眼鏡。

【請求項１９】

シアター内の表示面から、シアター内にいる装着者のフィルタ眼鏡の第１目フィルタを経てきた第１目像についての情報を有する光を透過させ、

その表示面から、その装着者のフィルタ眼鏡の第２目フィルタを経てきた第２目像についての情報を有する光を透過させ、

第１目像についての情報を有する光が第２目フィルタを透過しないように阻止し、

第２目像についての情報を有する光が第１目フィルタを透過しないように阻止し、

第１目像についての情報を有する光を第２目フィルタによって反射し、第２目像についての情報を有する光を第１目フィルタによって反射し、第１目像についての情報を有する光及び第２目像についての情報を有する光が反射される方向が、その表示面から離れる方向であって、かつそのシアター内においてその装着者の前方にいる他の装着者から離れる方向であることを含み、

第１目フィルタ及び第２目フィルタの下方部分が第１目フィルタ及び第２目フィルタの上方部分よりも、表示面の近くに配置されるように第１目フィルタ及び第２目フィルタが鉛直軸に対し傾斜角をもって傾斜させられている、方法。

【請求項２０】

請求項１９記載の方法であって、さらに、

表示面からの光の画質を低下させないように表示面から離れる方向に、第１目像についての情報を有する光及び第２目像についての情報を有する光をシアター内にいる複数の装着者の複数個のフィルタ眼鏡によって反射することを含み、

その複数個の眼鏡が第１目フィルタ及び第２目フィルタを含み、第１目フィルタ及び第２目フィルタの下方部分が第１目フィルタ及び第２目フィルタの上方部分よりも、表示面の近くに配置されるように第１目フィルタ及び第２目フィルタが傾斜角をもって傾斜させられている、方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、スペクトル的に隣接した光源を使用し左目像及び右目像を生成するディジタル立体投射システム、特に傾斜フィルタを使用し不要フレアを低減するフィルタ眼鏡に関する。

【背景技術】

【０００２】

従来のフィルム式投射機に対する好適な代替物として認められるためには、ディジタル

投射システムの画質を所要水準に合致させねばならない。これは特に多色映画投射システムで熟慮すべき点である。在来の映画画質プロジェクタに比肩しうるディジタルプロジェクタにするには高い性能水準に合致させること、即ち高い解像度、広い色域、高い輝度、並びに２０００：１を越えるフレームシーケンシャルコントラスト比を実現することが必要になる。

【０００３】

また、立体投射は映画産業にて特別な関心を抱かれている発展分野である。三次元（３Ｄ）画像即ち視覚上立体的に認識されるコンテンツの提供、特に大映画館でのそれは、看者に上質の視覚体験をもたらすものである。従来型の立体像システムとしてはフィルムを使用するもの、例えば二組のフィルム及びプロジェクタで直交偏光を同時に投射し、左目で左用の偏光、右目で右目用の偏光を捉えさせるものがある。本願では前者を「左目像」、後者を「右目像」と称している。個々の目に対応する偏光を透過するがそれと直交する別の偏光を遮断する直交偏向眼鏡をかければ、観衆はそうした像を捉えることができる。

【０００４】

映画産業がディジタル映写に移り変わりゆくなか、Ｉｍａｘ等のベンダは、２個の投射システムを使用し高品質立体像を発生させる策を継続している（Ｉｍａｘは登録商標）。しかしながら、昨今では、従来のディジタルプロジェクタを３Ｄ投射向けに改変する策が採られている。

【０００５】

そうしたディジタルプロジェクタを使用し立体像を発生させる在来の手法には、左目像・右目像間弁別技術が異なる二種類の手法がある。一方の手法はＤｏｌｂｙ　Ｌａｂｏｒａｔｏｒｉｅｓが採用しているものであり、スペクトル的分離即ち色空間分離を使用している（Ｄｏｌｂｙは登録商標）。特許文献１（名称：色分離フィルタを利用した立体像表示実行方法及び装置(Method and device for performing stereoscopic image display based on color selective filters)，発明者：Ｍａｘｉｍｕｓ　ｅｔ　ａｌ．）に記載の手法がその一種、即ち色空間分離によって左目像コンテンツと右目像コンテンツを弁別する手法である。この手法では、左目像を組成する赤（Ｒ）、緑（Ｇ）及び青（Ｂ）の各成分色の波長と、右目像を組成するそれの波長とを僅かに異なる波長にする。色分離を実現する手段としては、白色光照明システム内にフィルタを設ける。フレーム周期のうちある一部の期間では、そのフィルタによって、各成分色光の一部が暫時阻止される。例えば、左目向けのＲＧＢスペクトルを長めの波長、右目向けのそれを短めの波長とする。左目像を提供する際には短波長の方のＲＧＢスペクトルを阻止し、次いで右目像を提供する際には長波長の方のＲＧＢスペクトルを阻止する。左目に係る立体像コンテンツ及び右目に係る立体像コンテンツは、相応の色調整を受けた上で、その目に対応する空間光変調器へと供給される。看者は、対応するフィルタ対を備えた鑑賞眼鏡を装着することで、左目について一組、右目について一組、都合二組の三色（ＲＧＢ）スペクトルを対応する目へと同様に透過させることができる。

【０００６】

他方の手法は偏光を使用するものである。特許文献２（発明者：Ｓｖａｒｄａｌ　ｅｔ　ａｌ．）記載の手法がその一種であり、相直交する二種類の偏光を対応する都合２個の空間光変調器へと供給するようにしている。一方の変調器を経た偏光は他方の変調器を経たそれと同時に投射される。看者は、左目用の偏向透過軸と右目用のそれとが相直交する偏向眼鏡を装着する。

【０００７】

各手法には長所と短所がある。まず、スペクトル分離法には、使用する表示スクリーンが安価なものでよいためより早期に実施することができる、という長所がある。スペクトル分離手法では、変調器及び関連する光学系の偏向特性が性能にあまり影響しない。しかしながら、必要となるフィルタ眼鏡が高価である、画質が角度ずれ、頭の動き、傾き等によって左右される、ひっかき傷にも弱い、高価なので盗難に遭いやすい、等の短所もある。こうしたフィルタ眼鏡の改良策としては、３Ｍ　Ｃｏｒｐが蒸着技術無しで達成した多

層光学膜を使用する策がある（３Ｍは登録商標）。これは、価格問題への対処、即ちスペクトル分離法のコスト低減に役立つ。

【０００８】

スペクトル分離法の短所としては、更に、色空間調整の難しさやフィルタリングによる顕著な光損失がある。これらは、所要ランプ出力の増大や画像輝度の低下につながる。特許文献３（名称：独立多波長光源を用いたプロジェクタ(Projector using independent multiple wavelength light sources)，発明者：Ｓｉｌｖｅｒｓｔｅｉｎ）では、フィルタリング損失への対策として、互いに独立な複数個のスペクトル隣接光源をビームスプリッタにより結合させ、その結合により得られた光を空間光変調器に送る、という策を提案している。この策には、１個の変調器で左目像と右目像を同時に提供することができないため、それら光源が稼働する時間が半分のみになる、といった短所がある。光源の寿命が長めになるであろうが、相独立した二組の光源が必要になる分、ディスプレイ導入用の初期コストが高くなる。

【０００９】

偏向による左目像・右目像分離法なら、光をより効率的に利用することができる。特許文献４（名称：偏向固体光源を用いた立体投射(Stereo projection using polarized solid state light sources)，発明者：Ｓｉｌｖｅｒｓｔｅｉｎ　ｅｔ　ａｌ．）や、特許文献５（名称：エタンデュ保持偏向スイッチングシステム及び関連方法(Etendue maintaining polarization switching system and related methods)；発明者：Ｓｉｌｖｅｒｓｔｅｉｎ　ｅｔ　ａｌ．）に記載されている投射システムでは、どちらの偏向状態でも光源がフルに活用される。しかしながら、こうした偏向分離法には、一般に構造化金属被覆を伴う偏向保持スクリーンの感度及びコストにまつわる短所がある。構造化金属被覆は高利得であるので軸沿い看取には適しているが、軸から外れた場所からの看取には適していない。更に、この手法では、鏡面反射が生じて看者に不都合をもたらすことがある。コヒーレント光を使用した場合、看者に達する鏡面反射のレベルが高くなるため、この現象はより顕著なものとなる。偏向を利用したプロジェクタは、高角光学系を介した高度偏向制御維持が難しく、また塵埃及び結果に対する感度が高いため、一般に高価格になる。従って、効率上の改善という長所はあるが、幾つかの短所によってかなり打ち消されてしまう。

【００１０】

照明効率上の未解決問題としてはエタンデュ、即ちラグランジュ不変量に関するそれがある。光学分野で周知の通り、エタンデュは、その光学系で取り扱うことができる光量に関連している。潜在的には、エタンデュが大きい方が像が明るくなる。数値的には、エタンデュは二種類のファクタの積、即ち像面積と数値開口との積に比例する。図１に示した単純な系、即ち光源１２、光学系１８及び空間光変調器２０からなる系であれば、光源側エタンデュは光源面積Ａ１及び光源出射角幅θ１の積で表される。同様に、空間光変調器２０側のエタンデュは変調器面積Ａ２及び変調器入射角幅θ２の積に等しい。輝度を高めるには、光源１２の面積を活用してできるだけ多くの光を取り出すのが望ましい。一般には、光源１２のエタンデュが空間光変調器２０のエタンデュに近い構成が有利である。

【００１１】

例えば、数値開口を増すとエタンデュが増して光学系がより多くの光を捕捉できるようになる。同様に、光源面積を増すと光がより広い面積に亘り発生しエタンデュが増すことになる。こうして増大した光源側エタンデュを活用するには、空間光変調器２０側のエタンデュを、光源１２側のそれ以上にしなければならない。しかしながら、一般に、空間光変調器２０を大きくするにはコストがかかる。これが顕著になるのは、ＬＣＯＳ部品、ＤＬＰ（登録商標）部品等のデバイスを使用した場合である。使用するデバイスのサイズが大きいほど、大きいシリコン基板が必要になり、欠陥の発生数が増すからである。一般に、エタンデュを増すと、より複雑且つ高価な光学系になる。

【００１２】

光源側エタンデュが空間変調器側エタンデュと十分に整合しているなら効率は高くなる

。エタンデュの整合度合いが低い場合、光学系が光飢渇し空間光変調器に十分な光を供給できない状況か、変調用に生成された光のうちかなりの部分が不効率にも廃棄される状況となる。

【００１３】

固体レーザなら、エタンデュ、寿命、並びにスペクトル的及び輝度的安定性をより優れたものにすることができる。昨今では、ＶＣＳＥＬ（垂直共振器面発光レーザ）アレイ等のデバイスが商品化されており、ディジタル映画投射向け光源の候補等として様々な用途が展望されている。しかしながら、それ自体としては輝度が十分高くない。各色投射に十分な輝度を実現するには、例えば９個のアレイを使用しその出射光を互いに結合させる必要がある。

【００１４】

投射用のレーザアレイとして特に注目を惹いているものとしては、各種ＶＣＳＥＬアレイ、例えばＶＥＣＳＥＬ（垂直拡張共振器面発光レーザ）デバイスや米国カリフォルニア州サニーベール所在のＮｏｖａｌｕｘが製造しているＮＥＣＳＥＬ（ノバラックス拡張共振器面発光レーザ）デバイスがある（Ｎｏｖａｌｕｘ（ノバラックス）は登録商標）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【００１５】

【特許文献１】米国特許第７８３２８６９号明細書
【特許文献２】米国特許第６７９３３４１号明細書
【特許文献３】米国特許出願公開第２００９／０１５３７５２号明細書
【特許文献４】米国特許第７８９１８１６号明細書
【特許文献５】米国特許第８０１６４２２号明細書
【特許文献６】米国特許第７１４７３３２号明細書
【特許文献７】米国特許出願公開第２０１１／０２８５９６２号明細書
【特許文献８】米国特許第６９６７７７８号明細書
【特許文献９】米国特許出願公開第２０１０／００６０８５７号明細書
【特許文献１０】米国特許第７７８４９３８号明細書
【特許文献１１】米国特許第７９５９２９５号明細書
【特許文献１２】米国特許出願公開第２００７／０２３６８０９号明細書
【特許文献１３】米国特許出願公開第２０１０／００６６８１３号明細書
【特許文献１４】米国特許出願公開第２０１０／００７３７６９号明細書
【特許文献１５】米国特許出願公開第２０１１／０２０５４９４号明細書
【特許文献１６】米国特許第４７３４７５６号明細書
【特許文献１７】米国特許出願公開第２００９／１９００９５号明細書
【特許文献１８】欧州特許第２２２７０２７号明細書
【特許文献１９】米国特許出願公開第２０１１／０６３７２６号明細書
【特許文献２０】米国特許第６２８３５９７号明細書
【特許文献２１】米国特許出願公開第２００７／２４７７０９号明細書
【特許文献２２】米国特許出願公開第２００８／１５１１９３号明細書
【特許文献２３】独国特許第１９８０８２６４号明細書

【非特許文献】

【００１６】

【非特許文献１】Padilla, "New metamaterial proves to be a 'perfect' absorber of light" (Science Daily, May 29, 2008)
【非特許文献２】Aydin et al., "Broadband polarization-independent resonant light absorption using ultrathin plasmonic super absorbers" (Nature Communications, pp. 1-7, November 1, 2011)
【非特許文献３】Zhou et al., "Photonic crystal enhanced light-trapping in thin film solar cells" (Journal of Applied Physics, Vol. 103, paper 093102, 2008)

【非特許文献４】Seung-Wak Lee at University of California, Berkeley, "No paint needed! Virus patterns produce dazzling colour" (New Scientist, p. 18, October 29 2011)
【非特許文献５】Overton, "760 kHz OCT scanning possible with MEMS-tunable VCSEL" (Laser Focus World, p. 15, July 2011)
【非特許文献６】Feng et al.,"Wavelength bistability and switching in two-section quantum-dot diode lasers" (IEEE Journal of Quantum Electronics, Vol. 46, pp. 951-958, 2010)
【非特許文献７】Hong, et al., "Visible-Color-Tunable Light-Emitting Diodes" (Advanced Materials, Vol. 23, pp. 3284-3288) (2011)

【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【００１７】
こうしてレーザ技術の改良やフィルタ構成・コストの改良が進んでいるとはいえ、立体投射手法にはまだまだ改良の余地が残っている。例えば、従来手法のうち左目像・右目像間スペクトル分離を使用する手法では、発生した光のうち半分しか個々の目に届かないので、光飢渇が生じやすい。そのため、立体像イメージングシステムにおける光効率向上及び動作・装置コスト低減が求められている。
【課題を解決するための手段】
【００１８】
本発明は、第１目像及び第２目像を含む立体像を表示面上に表示させるディジタル立体表示システムの看者が使用するフィルタ眼鏡であって、
表示面に対向する前面及びその裏側に位置する背面を有し、第１目像からの光を実質的に透過させる一方第２目像からの光を阻止する透過特性を呈する第１目フィルタと、
表示面に対向する前面及びその裏側に位置する背面を有し、第２目像からの光を実質的に透過させる一方第２目像からの光を阻止する透過特性を呈する第２目フィルタと、
第１目フィルタが看者の第１目面前に位置し第２目フィルタが看者の第２目面前に位置するよう、且つ第１目フィルタ及び第２目フィルタの前面が鉛直線に対し５度以上の傾斜角を呈するよう、第１目フィルタ及び第２目フィルタが実装されるフレームと、
を備え、表示面からの光のうち第１目フィルタ又は第２目フィルタによって反射された光が、その看者の前方に着席している別の看者の頭部より上方に向かうフィルタ眼鏡である。
【発明の効果】
【００１９】
本発明によれば、フィルタ眼鏡の前面で反射された後その看者の前方に着席している他の看者に向かうフレア光の量が低減されるため、視覚的雑音を抑えると共に画像コントラストを高めることができる。
【００２０】
本発明によれば、フィルタ眼鏡の前面で反射された後表示面に向かうフレア光の量も抑えることができる。
【図面の簡単な説明】
【００２１】
【図１】光学系向けエタンデュ計算に関わるファクタを示す概念図である。
【図２】左目像・右目像間スペクトル分離を使用する立体投射装置を示す模式的ブロック図である。
【図３Ａ】従来の色スクローリングシーケンスを示す模式図である。
【図３Ｂ】スペクトル的に隣接する色帯域を本発明の一実施形態に従い利用する単一チャネル色スクローリングシーケンスを示す模式図である。
【図４Ａ】ディジタル立体投射システム内単一色チャネル、特にスペクトル的に隣接する色帯域２個を単一のビーム走査器で発生させるタイプのそれに関し構成部材を示す模式図

である。
【図４Ｂ】ディジタル立体投射システム内単一色チャネル、特にスペクトル的に隣接する色帯域それぞれを別々のビーム走査器で発生させるタイプのそれに関し構成部材を示す模式図である。
【図５】それぞれ図４Ａの構成を採る色チャネルを３個有するディジタル立体投射システムを示す模式図である。
【図６Ａ】単一の色帯域に係る光の走査に回転プリズムを使用する形態を示す模式図である。
【図６Ｂ】２個の色帯域に係る光の走査に回転プリズムを使用する形態を示す模式図である。
【図６Ｃ】２個の色帯域に係る光の走査に回転プリズムを使用する形態の別例を示す模式図である。
【図７Ａ】２個のレンズレットアレイを有するユニフォマイジング光学系を示す模式図である。
【図７Ｂ】２本のインテグレーティングバーを有するユニフォマイジング光学系を示す模式図である。
【図８】本発明の一実施形態におけるビーム走査手段を示す模式図である。
【図９】３個の色チャネルを備えると共に固体光源アレイ用の結合光学系を用いる色スクロールディジタル立体投射システムの模式図である。
【図１０】３個の色チャネルを備えると共に、本発明の他の実施形態に従い空間光変調器を２個用いる色スクロールディジタル立体投射システムの模式図である。
【図１１Ａ】スペクトル分離型立体投射用スペクトル帯の交互配置を示すグラフである。
【図１１Ｂ】スペクトル分離型立体投射用スペクトル帯の非交互配置を示すグラフである。
【図１２Ａ】図１１Ａに示した交互スペクトル帯配置と併用される右目フィルタ及び左目フィルタのスペクトル透過率を示すグラフである。
【図１２Ｂ】図１１Ｂに示した非交互スペクトル帯配置と併用される右目フィルタ及び左目フィルタのスペクトル透過率を示すグラフである。
【図１３】波長ベース立体イメージングシステムにおけるクロストークの発生源を示すグラフである。
【図１４】市販のフィルタ眼鏡で使用されている左目フィルタ及び右目フィルタについてスペクトル透過特性の角度依存性を示す図である。
【図１５Ａ】ダイクロイックフィルタスタックを有する右目フィルタの一例を示す断面図である。
【図１５Ｂ】ダイクロイックフィルタスタックを有する右目フィルタの一例を示す断面図である。
【図１６Ａ】ダイクロイックフィルタスタックを有する右目フィルタの一例についてスペクトル透過特性を示すグラフである。
【図１６Ｂ】図１６Ａの右目フィルタによりもたらされる透過光を示すグラフである。
【図１６Ｃ】図１６Ａの右目フィルタについてスペクトル反射特性を示すグラフである。
【図１６Ｄ】図１６Ａの右目フィルタによりもたらされる反射光を示すグラフである。
【図１７Ａ】ダイクロイックフィルタスタック及び吸収フィルタ層を有する右目フィルタの例を示す断面図である。
【図１７Ｂ】ダイクロイックフィルタスタック及び吸収フィルタ層を有する右目フィルタの例を示す断面図である。
【図１７Ｃ】ダイクロイックフィルタスタック及び複数個の吸収フィルタ層を有する右目フィルタの例を示す断面図である。
【図１７Ｄ】ダイクロイックフィルタスタック及び複数個の吸収フィルタ層を有する右目フィルタの例を示す断面図である。
【図１８】右目フィルタでの使用に適したダイクロイックフィルタスタック及び吸収フィ

ルタ層の一例についてスペクトル透過特性を示すグラフである。
【図１９Ａ】ダイクロイックフィルタスタック及び吸収フィルタ層を併有するハイブリッド右目フィルタの一例についてスペクトル透過特性を示すグラフである。
【図１９Ｂ】図１９Ａのハイブリッド右目フィルタによってもたらされる透過光を示すグラフである。
【図１９Ｃ】図１９Ａのハイブリッド右目フィルタについてスペクトル反射特性を示すグラフである。
【図１９Ｄ】図１９Ａのハイブリッド右目フィルタによってもたらされる反射光を示すグラフである。
【図２０Ａ】頭の高さが等しい２人の看者についてフィルタ眼鏡からの反射光路を示す模式図である。
【図２０Ｂ】頭の高さが異なる２人の看者についてフィルタ眼鏡からの反射光路を示す模式図である。
【図２１Ａ】傾斜フィルタ要素を伴うフィルタ眼鏡を示す側面図である。
【図２１Ｂ】傾斜フィルタ要素を伴うフィルタ眼鏡を示す斜視図である。
【図２１Ｃ】傾斜フィルタ要素用の傾斜角調整ヒンジを有するフィルタ眼鏡を示す側面図である。
【図２２】傾斜フィルタ要素を伴うフィルタ眼鏡を装着している看者を示す側面図である。
【図２３】頭の高さが異なる２人の看者について傾斜フィルタ要素を伴うフィルタ眼鏡からの反射光路を示す模式図である。
【図２４】可調光輻射器を用い右目像及び左目像を生成する立体イメージングシステムのある色チャネルを示す模式図である。
【図２５】可調光輻射器を用い右目像及び左目像を生成するカラー立体イメージングシステムを示す模式図である。
【発明を実施するための形態】
【００２２】
本発明は、本願記載の実施形態同士を組み合わせた構成を包含する。「本実施形態」等の表現で参照されている構成は、本発明の実施形態のうち少なくとも１個で使用されうるものである。それとは別に設けた「一実施形態」「諸実施形態」等の表現は、先の構成とは別の構成を示すもの、先の構成と相容れうる別の構成を示すもののいずれでもありうる（明示がある場合や本件技術分野で習熟を積まれた方々（いわゆる当業者）にとり自明な場合を除く）。「手法」「諸手法」等、単複の別を伴う記載は限定を旨とするものではない。ご留意頂きたいことに、明示的に示されている場合や文脈上当然な場合を除き、本願中の語「或いは」「又は」「若しくは」は非排他的な意味合いのものである。
【００２３】
以下の説明では、本発明に係る装置を構成する部材やそれと密に連携する部材に的を絞っている。ご理解頂けるように、具体的な説明や図示のない諸部材はいわゆる当業者にとり周知の様々な形態をとりうる。
【００２４】
別紙図面及び本明細書での説明は、本発明に係る動作の概要を説明するものであり、実際のサイズ乃至スケールを示すためのものではない。本発明に係る部材のうちレーザアレイやその構成部材については、基本構造、形状及び動作原理を明示するため、その寸法を大きめにして描いてある。更に、光学部品を位置決め・実装するための部材等については、本発明の実施に当たり肝要な諸部材に図示・説明を充てるため、その図示・説明を省いてある。
【００２５】
使用されている語のうち「第１」「第２」等の語は、部材間の順序や優先度合いを示すものではない。単に、部材相互間の区別をよりはっきりと示すためのものである。
【００２６】

本明細書では、「色」「波長域」「スペクトル帯域」等の語をほぼ同義に使用している。しかし、文脈によって使い分ける場面もある。例えば、レーザ等の固体光源について述べる場合、そのピーク発光波長（６３５ｎｍ等）や発光波長域（６３０～６４０ｎｍ等）で表すことよりは、その成分色スペクトル帯域（Ｒ（赤）等）で表すことの方が多い。また、本明細書で波長域が「別々」であるという場合、それらの波長域間に実質的に重複がないことを表している。

【００２７】

「観衆」「看者」の語は、いずれも、本発明に係る立体像表示を見る人物という意味で使用されている。「左目像」の語は、観衆の左目によって捉えられるように生成される像を指している。同様に、「右目像」の語は、観衆の右目によって捉えられるように生成される像を指している。

【００２８】

本発明の諸実施形態では、互いに独立なスペクトル隣接光源群を用い立体像表示システムの輝度を向上させる、という課題に挑んでいる。

【００２９】

本明細書の文脈上、「透過域」「通過域」の語を互いに等価であるものと捉えている。

【００３０】

本明細書の文脈上、「スペクトル隣接」とは、互いに同一の成分色に該当していてそのスペクトル帯域が近いけれども、スペクトル帯域同士の重複が概ねない、という意味である。成分色とは、カラー像を形成するに当たり使用される諸色、例えばＲ、Ｇ、Ｂのことであるが、第４の色等々が使用される場合もある。例えば、ある成分色に関しスペクトル隣接色という場合、それらの色が互いに同じ成分色に該当すること、しかし左目像・右目像を弁別できるようそのスペクトル帯域（波長域）の波長的重複が実質的に回避されていること、を表している。

【００３１】

図２に画像生成システムの模式的ブロック構成を示す。この図には、ディジタル立体投射システム１１０の主要構成要素のうち幾つかが示されている。そのうち一つはプロジェクタ装置１２０である。プロジェクタ装置１２０は、スペクトル分離を使用し、左目像及び右目像を、看取スクリーンその他の表示面７２上に発生させる。第１の輻射器群（右目光輻射器１２Ｒ）は、第１赤色スペクトル帯Ｒ１、第１緑色スペクトル帯Ｇ１及び第１青色スペクトル帯Ｂ１にて光を輻射する。輻射された光は、観衆の右目で捉えられる像即ち右目像の生成に使用される。同様に、第２の輻射器群（左目光輻射器１２Ｌ）は、第２赤色スペクトル帯Ｒ２、第２緑色スペクトル帯Ｇ２及び第２青色スペクトル帯Ｂ２にて光を輻射する。輻射された光は、観衆の左目で捉えられる像即ち左目像の生成に使用される。

【００３２】

本発明を好適に実施する際には、左目光輻射器１２Ｌに係るスペクトル帯それぞれと、右目光輻射器１２Ｒに係るスペクトル帯それぞれが、実質的に重複しないようにする。これは、左目光輻射器１２Ｌによってもたらされる光と、右目光輻射器１２Ｒによってもたらされる光を、フィルタ眼鏡７４で効果的に分離できるようにするためである。「実質的に重複しない」とは、一方のスペクトル帯に係る光を無視できない波長のいずれでも、他方のスペクトル帯に係る光のパワー（スペクトルパワー）を無視できる、という意味である。受け容れうる結果が得られる限りスペクトル帯間に若干の重複が残っていてもよい。実施に当たっては、例えば、一方のスペクトル帯に係る光と他方のスペクトル帯に係る光の間の重複量が５％未満、という条件を使用することができる。

【００３３】

フィルタ眼鏡７４は、左目フィルタ７６Ｌ及び右目フィルタ７６Ｒと、それら左目フィルタ７６Ｌ及び右目フィルタ７６Ｒが実装されるフレーム６２とを備えている。フレーム６２の役目は、右目フィルタ７６Ｒを看者の右目面前、左目フィルタ７６Ｌを看者の左目面前に配することである。右目フィルタ７６Ｒのスペクトル透過特性は、右目光輻射器１２Ｒに発しスペクトル帯Ｒ１，Ｇ１，Ｂ１に属する光を透過させると共に、左目光輻射器

１２Ｌに発しスペクトル帯Ｒ２，Ｇ２，Ｂ２に属する光を阻止する（即ち吸収し又は反射する）よう、設計されている。同様に、左目フィルタ７６Ｌのスペクトル透過特性は、左目光輻射器１２Ｌに発しスペクトル帯Ｒ２，Ｇ２，Ｂ２に属する光を透過させると共に、右目光輻射器１２Ｒに発しスペクトル帯Ｒ１，Ｇ１，Ｂ１に属する光を阻止するよう、設計されている。

【００３４】

プロジェクタ装置１２０は、二通りのプロジェクタデバイスを備える構成にすることができる。例えば、左目光輻射器１２Ｌ輻射光投射用の左目イメージング路を提供する色チャネルを伴うプロジェクタと、右目光輻射器１２Ｒ輻射光投射用の右目イメージング路を提供する色チャネルを伴うプロジェクタと、を備える構成である。但し、左目イメージング機能と右目イメージング機能を単一のプロジェクタにまとめることも可能である。それにより、例えば、潜在的な配置特性の長所を顕在化させることや、投射レンズ等の部材に関わるコストを低減することができる。以下の説明では、左目イメージング路及び右目イメージング路を色スクローリングで結合させるタイプのプロジェクタについて詳細な情報を提供する。画像投射分野に係るいわゆる当業者であれば、左目イメージング機能と右目イメージング機能をまとめる手法が他にもあることをご理解頂けよう。本発明の諸実施形態は、スペクトル分離方式を使用する様々な立体投射システムと併用することができる。

【００３５】

図３Ａに、成分色Ｒ、Ｇ及びＢの光からカラー像を発生させるに当たり従来の非立体像用投射装置で使用されてきた色スクロールシーケンスを模式的に示す。図中の画像フレーム２８ａ、２８ｂ、２８ｃ、２６ｄ及び２８ｅは互いに異なる時点のものである。各フレームの画像領域３２は、図示の如く、Ｒ色成分に係る帯域光３４ｒ、Ｇ色成分に係る帯域光３４ｇ、並びにＢ色成分に係る帯域光３４ｂによって、垂直方向に走査されている。画像フレームの下端に達したら上端に戻る、というかたちで各帯域光がスクロールされているので、どの時点をとっても、各色成分が画像フレーム内の１／３ずつを占めている。

【００３６】

垂直方向にスクロールするのは、水平方向にスクロールすると、看者が横方向に動いたときに色帯域の動きが察知されるからである。この現象を一般にレインボウ効果と呼ぶ。また、本シーケンスで帯域光として使用されるのは、例えば、照明部材からの光で空間光変調器を走査することで得た光、或いは空間光変調器からのイメージング光である。走査動作は、看者に察知されない速度（即ち１４４Ｈｚ等といった高い周波数）で周期的に実行する。本シーケンスから読み取れるように、各画像フレーム２８ａ～２８ｅ内にはそれぞれ三通りの成分色が現れており、互いに別の画像領域がそれによって走査されている。本シーケンスで形成される画像においては、Ｒ帯域光３４ｒ、Ｇ帯域光３４ｇ及びＢ帯域光３４ｂで運ばれるＲ、Ｇ及びＢの像コンテンツを使用し個々の画像フレームが形成される。

【００３７】

自明な通り、図３Ａに示した色スクロール方式は非立体カラーイメージング用のものであり、立体カラーイメージングシステムに適用するには難がある。この方式で立体カラー像を提供するとなると、各成分色当たり二通り、都合六通りのスペクトル帯域でスクロールする必要があるからである。それぞれその光源なりのエタンデュを有する６個の光源で単一のチップを照明するとなると、クロストーク防止のため個々の光源間に十分なギャップを設ける必要があるし、個々の色に係る色データから他の色に係る色データへと短時間で遷移させるとなると、利用可能なエタンデュが消尽されたり光学的に高速なレンズが必要になったりする。これは実現可能なことではあるが望ましくないことである。なぜなら、プロジェクタの輝度がかなり制限されることとなるし、光学系のコストがひときわ高い構成になるからである。

【００３８】

画質及び輝度を高めるため、非立体イメージング用映画品質投射システムでは、しばしば、色別のチャネル、一般にはＲ、Ｇ及びＢの各色チャネルが設けられる。空間光変調器

は各チャネル毎に設けられる。こうした構成では、フィルタ、被覆等といった部材の構成及び形状を最適化しやすく、各波長の光についてその性能を高めやすい。

【００３９】

図３Ｂに、本発明の一実施形態に係る立体投射システム向けの色走査方式を示す。この方式では、異なる色成分に係る帯域によってスクロールされる図２の方式と異なり、単一の成分色スペクトル帯域内でスペクトル隣接しているスペクトル帯域によって、画像領域３２がスクロールされている。図示例でスペクトル隣接しているスペクトル帯域３６ａ及び３６ｂはＲ１及びＲ２であり、本実施形態ではそれらＲ１及びＲ２により画像フレーム３８ａ、３８ｂ、３８ｃ、３８ｃ、３８ｄ及び３８ｅがスクロールされる。帯域Ｒ１は立体像のうち左目像の投射、帯域Ｒ２は右目像の投射に使用される。後に詳述する通り、立体像を構成する各色チャネル毎に、これと同様のスペクトルスクロール機構が使用される。更に、個々の色チャネルにて光が同一色成分に属するので、個々の色成分に係る光学部品用の光学被覆をその色成分向けに最適化させることができる。

【００４０】

図４Ａ及び図４Ｂに、本発明の一実施形態に関し単一色チャネル内スペクトル隣接帯域での色スクロールに適した赤色チャネル４０ｒの構成を模式的に示す。まず、光源４２ａからはスペクトル帯域Ｒ１の光ビーム、光源４２ｂからはスペクトル帯域Ｒ２の光ビームが発せられる。照明光学系９０は概ね均一な帯域光を空間光変調器６０に供給し、その変調器６０ではスペクトル隣接帯域それぞれに関し変調が実行される。ビーム走査光学系９２には、帯域光での周期的スクロールを実行するビーム走査器５０が備わっている。ご理解頂けるように、照明光学系９０に複数個のレンズ４８を設ける場合、そのレンズ４８のうち幾つかをユニフォマイジング光学系４４・ビーム走査光学系９２間、他の幾つかをビーム走査光学系９２・空間光変調器６０間に配置するとよい。照明光学系９０は、例えばそのユニフォマイジング光学系４４の出射面を空間光変調器６０上にイメージングすることで、均一な帯域光を発生させる。この方式の長所としては、投射中に光源４２ａ及び４２ｂを連続稼働させうるため、他の立体投射方式に比べ出射光量が多い点がある。

【００４１】

図４Ａに示す構成では、光源４２ａからの光ビームと光源４２ｂからの光ビームをビーム結合器４６で平行光軸上に結合させ、それらスペクトル隣接な光ビームをユニフォマイジング光学系４４、例えばレンズレットアレイやユニフォマイジングバーに送ることで、実質的に均一なスペクトル隣接光ビームを発生させるようにしている。ビーム走査器５０は、その結合されたスペクトル隣接光ビームを照明光学系９０経由で空間光変調器６０に差し向け周期的にスクロールさせる。照明光学系９０ではそのビームによるイメージングのほかビームの整形及び調整が実行される。この図では照明光学系９０がレンズ４８として示されているが、これとは別の或いは複数個の光学部品を含む形態で照明光学系９０を実現することもできる。帯域光間クロストークを防ぐためのビーム分離は、ビーム走査器５０に入射する光ビーム間の空間的乃至角度的分離によって実現できる。角度的分離を実行する場合、他の部品例えばダイクロイックビーム結合器をビーム走査器５０の下流に設け、走査されているビームを平行光軸上に戻すようにするのが望ましい。

【００４２】

空間光変調器６０は、相応の帯域光３６ａ及び３６ｂからなる画像フレーム３８を発生させる。帯域光３６ａ及び３６ｂによるスクロールは前述の通り周期的に実行される。空間光変調器６０は一群の画素を有しており、画像データに従い個別の画素が変調されることでイメージング光を発生させる。空間光変調器画素のうちスペクトル帯域Ｒ１の光で照明されているものは左目像用の画像データ、スペクトル帯域Ｒ２の光で照明されているものは右目像用の画像データに従い変調される。

【００４３】

図４Ｂに示す別の構成では、光源４２ａから来る光ビーム用と、光源４２ｂから来る光ビーム用とに分け、ユニフォマイジング光学系４４及びビーム走査器５０が設けられているので、走査された光ビームが２本発生する。ビーム結合器４６はそれら走査光ビーム同

士を結合させることで結合走査ビームを発生させる。発生した結合光ビームは照明光学系９０により空間光変調器６０上に送られる。このように複数個のビーム走査器５０でビーム走査光学系９２を実現してもよい。

【００４４】

図５に、色チャネルを赤色チャネル４０ｒ、緑色チャネル４０ｇ及び青色チャネル４０ｂの３個有するディジタル立体投射システム１００を模式的に示す。赤色チャネル４０ｒはスペクトル隣接したＲ色のスペクトル帯域Ｒ１及びＲ２、緑色チャネル４０ｇはスペクトル隣接したＧ色のスペクトル帯域Ｇ１及びＧ２、青色チャネル４０ｂはスペクトル隣接したＢ色のスペクトル帯域Ｂ１及びＢ２を扱う。投射光学系７０は、３個ある空間光変調器６０からのイメージング光を表示面７２へと送る。看者は、左目用のフィルタ７６Ｌと右目用のフィルタ７６Ｒを有するフィルタ眼鏡７４越しにその表示面７２を看取する。フィルタ７６Ｌは、左目像用のイメージング光（スペクトル帯域Ｒ１、Ｇ１及びＢ１の光）を選択的に透過させる一方、右目像用のイメージング光（スペクトル帯域Ｒ２、Ｇ２及びＢ２の光）を阻止（吸収又は反射）する。同様に、フィルタ７６Ｒは、右目像用のイメージング光（スペクトル帯域Ｒ２、Ｇ２及びＢ２の光）を選択的に透過させる一方、左目像用のイメージング光（スペクトル帯域Ｒ１、Ｇ１及びＢ１の光）を阻止する。

【００４５】

コントローラシステム８０は、各空間光変調器６０を構成する画素を、立体像用画像データに従い同期的に変調させる。コントローラシステム８０は、ビーム走査器５０との連携を通じ、どの空間光変調器内画素がどのスペクトル隣接帯域の光によってどの時点で照明されるかを察知する。第１スペクトル帯域の光で照明された空間光変調器内画素は左目像用画像データに従い、第２スペクトル帯域の光で照明された空間光変調器内画素は右目像用画像データに従い変調される。第１及び第２スペクトル帯域の光によるスクロールが連続的に行われるので、空間光変調器画素のうちどの部分が左目像用画像データに従い変調されどの部分が右目像用画像データに従い変調されるのかは連続的に切り替わっていく。

【００４６】

投射光学系７０は、例えば、３個の色チャネルから来る光ビームを（例えばビーム結合光学系を使用し）結合させた後、その結合光ビームを単一の投射レンズ越しに投射する。投射光学系７０は、或いは、表示面７２上で位置が揃うよう、３個の色チャネルから来る光ビームを色チャネル別の投射レンズ越しに投射する。

【００４７】

図４Ａ及び図４Ｂを参照して先に説明した通り、ビーム走査光学系９２は１個又は複数個のビーム走査器５０を有している。ビーム走査光学系９２を用い帯域光スクロールを実行する手法は複数通りある。ビーム走査光学系９２は照明用光路上の相応な位置に配置すればよい。図６Ａに、本発明の一実施形態に関し、走査素子が１個の素子即ち回転プリズム５２であるビーム走査器５０を模式的に示す。この構成では、各成分色帯域内のスペクトル隣接帯域毎に回転プリズム５２が設けられる。プリズム５２を回転させると、屈折により光ビーム（ここではスペクトル帯域Ｒ１の光ビーム）の出射位置が変わり、空間光変調器６０がそのビームによって周期的にスクロールされることとなる。図６Ａの構成は、例えば、図４Ｂに示した構成の色チャネルで使用される。

【００４８】

図６Ａのうち上段の図では、プリズム５２が、光ビームがプリズム表面に直交方向から入射するような向きになっている。この場合、光ビームは、その向きを変えずにプリズム５２から出射される。中段の図では、プリズム５２が軸Ｏ回りで回転し、光ビームがプリズム表面に斜め方向から入射するような向きになっている。この場合、光ビームは、下方に屈折し空間光変調器の下部に入射する。下段の図では、プリズム５２が更に回転し、光ビームがプリズム５２の別の面に入射するような向きになっている。この場合、光ビームは、上方に屈折し空間光変調器の上部に入射する。注記すべきことに、入射してくる光ビームにはある程度の空間的な（並びに角度的な）拡がりがあるので、プリズムの姿勢によ

っては、入射ビームのうちある部分の光線と他の部分の光線とがプリズム上の別の面に入射することがある。この場合、光線のうち一部は上方、他の一部は下方に転向される。即ち、図３中の画像フレーム３８ｅの如く、帯域光が上下に分かれ、一部がその画像フレーム中の上部、他の一部が下部を組成する状態になる。

【００４９】

図６Ｂに、ビーム走査器５０の別例構成として、ある色チャネルに属するスペクトル隣接帯域（図示例ではＲ１及びＲ２）のうち一方に係る帯域光と他方に係る帯域光とが、単一の回転プリズム５２により同時走査される構成を模式的に示す。これは図４Ａに例示した構成に適する構成である。図示例の場合、スペクトル帯域Ｒ１に係る光ビームと、スペクトル帯域Ｒ２に係る光ビームとが、プリズム５２に入射する。プリズム５２が回転すると、両光ビームが屈折により同期的に転向される。

【００５０】

図６Ｃに、ビーム走査器５０の更なる別例構成として、ある色チャネルに属するスペクトル隣接帯域（図示例ではＲ１及びＲ２）のうち一方に係る帯域光と他方に係る帯域光とが、単一の回転プリズム５２により同時走査される構成の別例を模式的に示す。この構成では、回転プリズム５２に入射する２本の光ビームが、互いに異なる角度で飛来している。それらスペクトル隣接な光ビームは、それぞれユニフォマイジング光学系４４でユニフォマイズされる。この例では、そのユニフォマイジング光学系４４にインテグレーティングバー５８が備わっている。照明光学系９０は、レンズ４８を複数個有する第１段９４と、同じくレンズ４８を複数個有する第２段９６とに分かれている。この例では、第１段９４内のレンズ４８が、インテグレーティングバー５８の出射面とプリズム５２との間にテレセントリシティが生じるように構成・配置されている。同様に、第２段９６内のレンズ４８も、プリズム５２・空間光変調器６０間にテレセントリシティが生じるように構成・配置されている。ダイクロイック結合器８２はダイクロイック面８４を１個又は複数個有する結合器であり、走査光ビームを平行光軸上に送り出し空間光変調器６０を照明するのに使用されている。

【００５１】

図６Ｃに示した多角型の構成は、特許文献６（名称：カラー照明スクロールを伴う投射システム(Projection system with scrolling color illumination), 発明者：Ｃｏｎｎｅｒ）記載のものに似ている。特許文献６記載の投射システムは、空間光変調器の諸部分を互いに異なる色帯域で同時に照明するスクロール用プリズムアセンブリを備えている。このシステムでは、白色光を複数通りの色帯域に分割し、スクロール用プリズムを介し別々の方向へと伝搬させる。スクロール色帯域の光は、個々別々の色帯域がスクロール用プリズムアセンブリから互いに平行に出射していくよう、反射によって結合される。但し、特許文献６には、互いに別の光源から来るスペクトル隣接帯域の光でスクロールを行わせ立体像を投射する点に関し教示がない。

【００５２】

回転プリズム等の屈折素子は、ビーム走査器５０として好適に使用できる部材の一種である。本願では、「プリズム」「プリズム素子」等の語を、光学系での常識に従い、概ねその光入射面が平坦なｎ面多角柱状光学素子のうち光屈折性のある透明固体素材で形成されている透明素子、なる意味で使用している。ご理解頂けるように、形状及び表面輪郭に関しいう限り、光学的な意味でのプリズムの範囲は幾何学的定義によるそれよりも広く、より広範な範囲を包含している。図６Ａ～図６Ｃにはその断面が正方形の正方プリズムを示したが、切り子面の個数を４個超にした方が走査結果がよくなる場合も多い。例えば、六角プリズムや八角プリズムを用いた実施も可能である。

【００５３】

ビーム走査器５０として使用できるその他の部材としては、回転ミラーその他の反射性部材、ビーム光路を並進させて可変光屈折を起こす部材、反復運動部材例えばガルバノメータ駆動ミラー、枢動型のプリズム、ミラー乃至レンズ等がある。

【００５４】

ビーム走査器５０を複数個使用する場合、全ビーム走査器５０の回転を同期させること、ひいては各スペクトル帯域に係る画像データ同士を同期させることが重要となる。図示しないが、その手法の一つとしては、互いに別のビーム走査器５０に係る運動光学部品が共通のモータで制御されるよう光学的な構成を工夫する、という手法がある。例えば、単一の軸及び単一のモータで複数個のプリズム５２を駆動する構成にすればよい。また、単一の回転プリズム５２を用い複数通りのスペクトル帯域を走査する場合、複数通りの方向から来る光ビームをそのプリズム５２で転向させる構成や、そのプリズム５２上の互いに異なる部分で光ビームを転向させる構成（図６Ｂ参照）にすればよい。

【００５５】

図４Ａ、図４Ｂ及び図５に例示した通り、ビーム光路をスペクトル隣接帯域間で互いに平行にするには、ビーム結合器４６を用い空間光変調器６０を照明するようにすればよい。そのビーム結合器４６としては、ダイクロイックビーム結合器等、本件技術分野で既知の各種ビーム結合光学系を使用することができる。

【００５６】

ユニフォマイジング光学系４４には、光源４２ａ及び４２ｂから来る光ビームを調整し、実質的に均一な走査用光ビームを発生させる働きがある。本願では、この表現「実質的に均一」を、空間光変調器６０に入射する光ビームの強度が十分に一定であり、看者がその違いを視認できない、という意味で使用している。実際には、ユニフォマイズされた光ビームの強度が約３０％の精度で一定であればよい。そうすれば、発生する変動の大部分が、ユニフォマイズされたビームのエッジに向かい低レベルになる。ユニフォマイジング光学系４４としては、本件技術分野で既知の諸構成、例えばインテグレーティングバーやレンズレットアレイを使用することができる。

【００５７】

図７Ａに、図４Ａに示した構成で使用可能なユニフォマイジング光学系４４の一例を示す。このユニフォマイジング光学系４４では、光ビームをユニフォマイズするのに一対のレンズレットアレイ５４が使用されている。空間的に隣接する光ビームのうち１本（例えばスペクトル帯域Ｒ１に係る方）はレンズレットアレイ５４の上半分を通り、もう１本（例えばスペクトル帯域Ｒ２に係る方）は同じレンズレットアレイ５４の下半分を通る。５６は不透明なブロックであり、スペクトル隣接帯域間で光ビームを遮りクロストークを防ぐのに使用されている。こうした構成であれば、一色帯域当たり１個のレンズレットアレイ構造でよいのでコストを抑えることができる。

【００５８】

図７Ｂに、図４Ａに示した構成で使用可能なユニフォマイジング光学系４４の別例を示す。このユニフォマイジング光学系４４では、光ビームをユニフォマイズするのに一対のインテグレーティングバー５８が使用されている。空間的に隣接する光ビームのうち１本（例えばスペクトル帯域Ｒ１に係る方）は上側のインテグレーティングバー５８を通り、もう１本（例えばスペクトル帯域Ｒ２に係る方）は下側のインテグレーティングバー５８を通る。

【００５９】

先に述べた通り、実施に当たっては、イメージング光をビーム走査光学系９２に通しつつ、ユニフォマイジング光学系４４の出射面を空間光変調器６０上に照明光学系９０でイメージングする構成にするのが望ましい。いわゆる当業者には自明な通り、こうした機能は、様々な構成の照明光学系９０で実現することができる。図８に、照明光学系９０が第１段９４と第２段９６に分かれていて、各段がレンズ４８を２個ずつ有する構成を示す。第１段９４内のレンズ４８は、インテグレーティングバー５８の出射面の像を中間像面９８上、即ちビーム走査器５０の一構成部材たるプリズム５２の位置に発生させる。第２段９６は、その中間像面９８の像を空間光変調器６０上に発生させることで、実質的に均一な帯域光３６ａ及び３６ｂをもたらす。空間光変調器は、プリズム５２の回転に伴いそれら帯域光によって走査される。レンズ４８を適宜用いれば、中間像の倍率をプリズム５２のサイズに従い調整することや、走査帯域光の倍率を空間光変調器６０のサイズに従い調

整することができる。

【００６０】

コントローラシステム８０（図５参照）は、各空間光変調器６０を構成する画素群を、立体像用画像データに従い同期的に変調させる。コントローラシステム８０内論理回路は、各光帯域３６ａ及び３６ｂの位置に相応するよう、左目像コンテンツに係る画像データ及び右目像コンテンツに係る画像データを供給する。コントローラシステム８０としては、例えばコンピュータやプロジェクタシステム専用のプロセッサ乃至マイクロプロセッサを使用することができる。ハードウェア内に組み込んでもよい。

【００６１】

本発明を実施するに当たっては、レーザ、発光ダイオード（ＬＥＤ）等の固体光源をはじめ、そのスペクトル帯域の半値全幅（ＦＷＨＭ）が１５ｎｍ以下の狭帯域光源、特にそのスペクトル帯域幅が１０ｎｍ以下の狭帯域光源を使用するのが望ましい。他種光源、例えば量子ドット光源や有機発光ダイオード（ＯＬＥＤ）光源も使用することができる。更に、その色チャネル向けのスペクトルコンテンツを通すフィルタを１個又は複数個の白色光源に付加したものも使用することができる。多色光乃至白色光を諸色の光に分解する手法は、画像投射分野ではいわゆる当業者にとり周知である。そうした手法は、例えば、Ｘ－ｃｕｂｅ（登録商標）、フィリップス（登録商標）プリズム等といった標準的なデバイスを相応の光調整・供給手法と組み合わせる形態にて実行することができる。

【００６２】

レーザを使用する大きな利点としては、スペクトル隣接スペクトル帯の帯域幅を抑制でき、隣接帯域間の分離度を増して色域を拡げられる点がある。これは、個々の目のフィルタが不可避的に角度に敏感で、非直交方向からの入射によりフィルタエッジ遷移の波長がシフトするので、有益なことである。この角度敏感性は光フィルタ設計の分野で広く知られている問題である。従って、狭帯域輻射を使用することは、この問題を解決し、多量のクロストークを発生させることなく共通のシフトを発生させるのに役立つ。多くのレーザでは帯域幅が１ｎｍオーダである。これは理想的かに見えるが、他の要素、例えばスペックル低減のようにスペクトル帯が広い方がよい要素もある。（スペックルは、光学部品の欠陥によるコヒーレント光の干渉によって生じる。）スペックルはどのような種類の光源でも生じるが、ＬＥＤ更にはレーザのような狭帯域光源で最も顕著になる。好適なスペクトル分離を提供すること及びスペックル感度を低下させることを折衷させるとしたら、好ましい帯域幅は５～１０ｎｍの範囲内である。１５～２０ｎｍのスペクトル分離が実現できれば、フィルタの角度感度問題を緩和するのに一般には十分である。

【００６３】

図９に、投射光学系７０に関し共通光路を使用するディジタル立体投射システム１００を模式的に示す。このディジタル立体投射システムには、赤色チャネル４０ｒ、緑色チャネル４０ｇ及び青色チャネル４０ｂが備わっている。各色チャネルには、スペクトル隣接帯域の対毎に１個又は複数個の光源アレイ（例えばレーザアレイ光源）が備わっている。スペクトル隣接帯域のうち左目用のスペクトル帯（Ｒ２，Ｇ２，Ｂ２）に係る光ビームは光源４２ａ、右目用のスペクトル帯（Ｒ１，Ｇ１，Ｂ１）に係る光ビームは光源４２ｂで発生させる。各色チャネルには、光源４２ａ及び４２ｂからの光ビームを共通の方向へと転向させる光転向プリズム３０が設けられており、左目及び右目スペクトル帯（例えばスペクトル帯域Ｒ１及びＲ２）の空間隣接光ビームからなる結合光ビームを発生させるのに使用されている。スペクトル隣接帯域のうち右目スペクトル帯（例えばＲ１）に由来する光ビームはその結合光ビームの一方の側に、左目スペクトル帯（例えばＲ２）に由来する光ビームは他方の側に集まっている。こうした使途に使用できる光転向プリズム３０としては、例えば、前掲の特許文献３（名称：独立多波長光源を用いたプロジェクタ(Projector using independent multiple wavelength light sources)，発明者：Ｓｉｌｖｅｒｓｔｅｉｎ，譲受人：本願出願人，審査に係属中）に記載のものがある。

【００６４】

各成分色チャネルの結合光ビームは、対応するユニフォマイジング光学系４４、ビーム

走査光学系９２及び照明光学系９０を通り更にダイクロイック面６８で反射される。これにより、対応する空間光変調器６０上に、走査第１帯域光３６ａ及び走査第２帯域光３６ｂがもたらされる。コントローラシステム８０（図５参照）は、その空間光変調器内の画素群を立体像用画像データに従い同期的に変調させる。即ち、空間光変調器画素のうち第１帯域光（例えばＲ１内の光）で照明されるものを左目像用画像データ、第２帯域光（例えばＲ２内の光）で照明されるものを右目像用画像データに従い変調させる。

【００６５】

空間光変調器６０にて生じる変調イメージング光ビームは、ダイクロイック面６８を透過した後、ダイクロイック面８４複数個を有するダイクロイック結合器８２の働きで共通光軸上に結合される。その結合光ビームは、投射光学系７０によって図示しない表示面上に投射され、装着しているフィルタ眼鏡７４（図５参照）を介し看者によって看取される。

【００６６】

図９に示した構成では、赤色、緑色及び青色の各成分色チャネル当たり１個、都合３個の空間光変調器６０が使用されている。各空間光変調器６０は、対応する成分色チャネルにて使用したスペクトル隣接帯域に係るスクロール帯域光によって照明される。こうした空間光変調器は、そのディジタル立体投射システム１００内でも高価格且つ複雑な構成部材の一つとなりがちである。

【００６７】

図１０に、別例に係るディジタル立体投射システム１１０、特に左目像形成システム４１Ｌに係る空間光変調器６０Ｌと右目像形成システム４１Ｒに係る空間光変調器６０Ｒを併せ空間光変調器が２個だけの構成を模式的に示す。左目像形成システム４１Ｌには、各成分色スペクトル（Ｒ１、Ｇ１及びＢ１）毎に１個ずつ、都合３個の左目光源４３Ｌが備わっている。同様に、右目像形成システム４１Ｒには、各成分色スペクトル（Ｒ２、Ｇ２及びＢ２）毎に１個ずつ、都合３個の右目光源４３Ｒが備わっている。各右目光源４３Ｒは、対応する左目光源４３Ｌに対しスペクトル隣接である。

【００６８】

左目像及び右目像形成システムは、それぞれ、ユニフォマイジング光学系４４、ビーム走査光学系９２、照明光学系９０及びダイクロイック面６８を備えており、ダイクロイック面６８の働きで走査光ビームが空間光変調器６０Ｌ及び６０Ｒ上に送られる構成となっている。この構成では、左目像形成システム４１Ｌが、それぞれＲ、Ｇ及びＢスペクトル帯域（Ｒ１、Ｇ１及びＢ１）に対応する都合３通りの走査帯域光３４ｒ、３４ｇ及び３４ｂを発生させる。同様に、右目像形成システム４１Ｒは、それぞれＲ、Ｇ及びＢスペクトル帯域（Ｒ２、Ｇ２及びＢ２）に対応する都合３通りの走査帯域光３５ｒ、３５ｇ及び３５ｂを発生させる。

【００６９】

コントローラシステム（図示せず）は、左目像形成システム４１Ｌ内空間光変調器６０Ｌを構成する画素群を、左目像用画像データに従い同期的に変調させる。その際、各帯域光（Ｒ１、Ｇ１及びＢ１）によって照明される画素群は、左目像用画像データのうち、対応する色チャネルに係る画像データに従い変調される。同様に、コントローラシステムは、右目像形成システム４１Ｒ内空間光変調器６０Ｒを構成する画素群を、右目像用画像データに従い同期的に変調させる。その際、各帯域光（Ｒ２、Ｇ２及びＢ２）によって照明される画素群は、右目像用画像データのうち、対応する色チャネルに係る画像データに従い変調される。

【００７０】

ダイクロイック結合器８２に備わるダイクロイック面８４は、左目像形成システム４１Ｌからのイメージング光並びに右目像形成システム４１Ｒからのイメージング光を共通光軸上に結合させる。投射光学系７０はその軸上のイメージング光を表示面上に投射する。ダイクロイック面８４としては、相応のノッチ群を有するスペクトルコームフィルタを使用するのが望ましい。即ち、右目光源４３Ｒ由来のイメージング光に相応するスペクトル

帯域（Ｒ２、Ｇ２及びＢ２）の光を透過させる一方、左目光源４３Ｌ由来のイメージング光に相応するスペクトル帯域（Ｒ１、Ｇ１及びＢ１）の光を反射する、という特性のものを使用するのが望ましい。スペクトルコームフィルタは、本件技術分野で既知の諸手法、例えば多層薄膜ダイクロイックフィルタ被覆法や相互押し出しストレッチポリマ膜構造形成法で形成することができる。ダイクロイック面８４として使用可能なスペクトルコームフィルタをもたらすダイクロイックフィルタ形成手法としては、更にルゲートフィルタ法がある。ルゲートフィルタは一種の干渉フィルタであり、深くて狭い阻止域を呈する一方、それ以外のスペクトルでは高くて平坦な通過域を呈する。ルゲートフィルタの製造には、光学膜層内に亘り屈折率を連続的に変化させる製造プロセスが使用される。ルゲートフィルタには、その屈折率が異なる物質による層を幾つか設ける標準的なノッチフィルタに比べ、リプルが少なく高調波反射が生じないという特徴がある。

【００７１】

表１及び表２に、本発明の諸実施形態に係るスペクトル隣接スペクトル帯の例を示す。

【表１】

交互スペクトル隣接スペクトル帯の例

成分色	右目像スペクトル帯	左目像スペクトル帯
赤	625-640nm	655-670nm
緑	505-520nm	535-550nm
青	442-456nm	470-484nm

【表２】

非交互スペクトル隣接スペクトル帯の例

成分色	右目像スペクトル帯	左目像スペクトル帯
赤	625-640nm	655-670nm
緑	535-550nm	505-520nm
青	442-456nm	470-484nm

【００７２】

図１１Ａに、表１に記した例に関し各成分色に係る右目用スペクトル帯Ｒ１，Ｇ１，Ｂ１及び左目用スペクトル帯Ｒ２，Ｇ２，Ｂ２の配置を示す。各スペクトル帯の中心波長はλ_{R1}，λ_{G1}，λ_{B1}，λ_{R2}，λ_{G2}，λ_{B2}、帯域幅はW_{R1}，W_{G1}，W_{B1}，W_{R2}，W_{G2}，W_{B2}である。図１１Ａの配置では、スペクトル帯がその中心波長に従い交互配置されている（$\lambda_{B1}<\lambda_{B2}<\lambda_{G1}<\lambda_{G2}<\lambda_{R1}<\lambda_{R2}$）。

【００７３】

帯域幅は、スペクトル帯毎に相応の幅指標を用い表現することができる。一般に、帯域幅は、そのスペクトル帯の下側エッジ（カットオンエッジ）と上側エッジ（カットオフエッジ）の波長差として定義される。例えば、半値全幅帯域幅の場合、そのスペクトル帯におけるスペクトルパワーがピーク値の半分に低下する波長を以て下側エッジ及び上側エッジとする。また、これとは別の条件に従い下側エッジ及び上側エッジを定義することもできる。例えば、ピーク値の半分ではなく１０％パワーレベルや２５％パワーレベルといったレベルにスペクトルパワーが低下する波長を以てエッジとしてもよい。また、帯域幅を、別のスペクトル帯幅指標（例えばそのスペクトル帯でのスペクトルパワー分布における

標準偏差の複数倍）に従い表現することもできる。

【００７４】

図１１Ａに示した例では、各スペクトル帯の帯域幅が約１０～１５ｎｍ、隣接スペクトル帯間波長差が１５ｎｍ以上となっている。これとは別の帯域幅又は隣接スペクトル帯間波長差を呈する光輻射器を使用し実施してもよい。ディジタル投射システムで使用される一般的な光輻射器の最小帯域幅は、単体レーザの帯域幅に対応する約１ｎｍである。

【００７５】

スペクトル帯の中心波長は、そのスペクトル帯の中心傾向に係る様々な指標を用いて表現することができる。例えば、そのスペクトル帯のピーク波長、重心（セントロイド）波長、下側エッジ・上側エッジ間平均波長等を以て、中心波長とすることができる。

【００７６】

図１１Ｂに、表２に記した例に関し各成分色に係る右目用スペクトル帯Ｒ１，Ｇ１，Ｂ１及び左目用スペクトル帯Ｒ２，Ｇ２，Ｂ２の配置を示す。この例では、それらのスペクトル帯が、各スペクトル帯の中心波長に従い非交互配置されている（$\lambda_{B1}<\lambda_{B2}<\lambda_{G2}<\lambda_{G1}<\lambda_{R1}<\lambda_{R2}$）。スペクトル帯Ｇ１及びＧ２の配置を、図１１Ａに示した順ではなく図１１Ｂに示した順にすることは、後に詳述する通り、フィルタ眼鏡被覆の設計を単純化すること等が可能になるため一般に有益である。

【００７７】

注記すべきことに、使用するＲＧＢ基本色に違いがあるため、右目イメージング路・左目イメージング路間には、一般に、僅かな色域差が生じうる。従って、右目イメージング路で使用される基本色に係るスペクトル帯と、左目イメージング路で使用される基本色に係るスペクトル帯とに対処するには、白バランス、色補正変換等の色処理を別々に分けることが一般的に必要となろう。白バランスは、例えば、１個又は複数個の輻射器における輝度を調整すること、各色チャネルに変換を適用すること、照明タイミングを調整すること、色強度調整用フィルタを適用すること等により実行することができる。色補正変換は、一群の入力色値に係る色発現が所望のそれになるよう、各色チャネルの制御信号を決定するのに使用される。色補正変換は、一般に、ある種の色域マッピングをも包含する。左目イメージング路及び右目イメージング路で使用される基本色に係る色域外に入力色値がある場合に関し、適当な出力色を決定するためである。色補正動作は、色変換行列を適用すること、或いは三次元ルックアップテーブル（３Ｄ　ＬＵＴ）等の色変換手段を適用することにより実行することができる。各組基本色向けにふさわしい色変換を決定する方法は本件技術分野で周知である。

【００７８】

波長ベース立体イメージングシステムでは、更なるスペクトル帯を使用することも可能である。従って、非立体イメージングアプリケーションについてシステムを使用する場合、更なる色域を使用することができる。この目的で使用できる技術の例としては、特許文献７（名称：狭帯域輻射器付２Ｄ／３Ｄスイッチャブルカラー表示装置(2D/3D Switchable Color Display Apparatus with Narrow Band Emitters)，発明者：Ｅｌｌｉｎｇｅｒ　ｅｔ　ａｌ．，譲受人：本願出願人）に記載のものがある。

【００７９】

フィルタ眼鏡７４（図５）に備わる右目フィルタ７６Ｒ及び左目フィルタ７６Ｌは、それぞれ、右目像及び左目像のうち対応する像に係るスペクトル帯を通過させるが別の像に係るスペクトル帯は阻止する、というスペクトル透過特性を呈するように設計される。図１２Ａに、右目フィルタ７６Ｒの透過率（右目フィルタ透過率７８Ｒ）及び左目フィルタ７６Ｌの透過率（左目フィルタ透過率７８Ｌ）の例を示す。この例は、図１１Ａに示した交互スペクトル帯配置で使用されうるものである。右目フィルタ透過率７８Ｒは、右目用スペクトル帯Ｒ１，Ｇ１，Ｂ１に属する光の大半を透過させる一方、左目用スペクトル帯Ｒ２，Ｇ２，Ｂ２に属する光の大半を阻止するように設計されている。同様に、左目フィルタ透過率７８Ｌは、左目用スペクトル帯Ｒ２，Ｇ２，Ｂ２に属する光の大半を透過させる一方、右目用スペクトル帯Ｒ１，Ｇ１，Ｂ１に属する光の大半を阻止するように設計さ

れている。この例では、右目フィルタ透過率７８Ｒ及び左目フィルタ透過率７８Ｌの特性が共にコームフィルタ特性であり、それぞれ２個のコンティギュアスな帯域通過フィルタ透過帯７７Ｂ及び１個のコンティギュアスなエッジフィルタ透過帯７７Ｅを有している。透過帯がコンティギュアスであると認められるのは、その透過帯内の全波長に亘り少なくともある最低透過率（例．５０％）を呈する場合である。

【００８０】

画像輝度に大きな損失が生じないようにするため、右目フィルタ７６Ｒ及び左目フィルタ７６Ｌは、原則として、対応する目のスペクトル帯に属する光のうち少なくとも５０％が透過するように設計される。好ましくは、８０％以上を透過させるように設計する。問題となるクロストークが発生しないようにするため、右目フィルタ７６Ｒ及び左目フィルタ７６Ｌは、原則として、別の目のスペクトル帯に属する光のうち５％未満しか透過させないように設計される。好ましくは、クロストークが実質的に知覚不能となるよう、２％未満しか透過させない設計とする。

【００８１】

図１２Ｂに、右目フィルタ７６Ｒの透過率（右目フィルタ透過率７９Ｒ）及び左目フィルタ７６Ｌの透過率（左目フィルタ透過率７９Ｌ）の別例を示す。この例は、図１１Ｂに示した非交互スペクトル帯配置で使用されうるものである。図１２Ｂに示した特性は、図１２Ａに示した特性に比べ、エッジ遷移の個数が少ない点で有利である。具体的には、右目フィルタ透過率７８Ｒ及び左目フィルタ透過率７８Ｌが、いずれも、１個の帯域通過フィルタ透過帯７７Ｂ及び１個のエッジフィルタ透過帯７７Ｅしか有していない。これが可能になるのは、スペクトル帯の順序を変えたためである。即ち、右目緑色スペクトル帯Ｇ１・右目赤色スペクトル帯Ｒ１間に左目スペクトル帯が介在しておらず、また左目青色スペクトル帯Ｂ２・左目緑色スペクトル帯Ｇ２間に右目スペクトル帯が介在していないからである。そのため、各フィルタにおける低透過率から高透過率へ又は高透過率から低透過率へのエッジ遷移の個数が、図１２Ａに示した配置では５個であるのに対し、図１２Ｂに示した配置では３個しか必要でなくなっている。一般に、フィルタ設計の難度は、エッジ遷移の個数が多いほど高く、また鋭いエッジ遷移が求められるほど高い。その点、帯域通過フィルタ透過帯の個数が少なければエッジ遷移の個数が少なくなるので、そうしたフィルタは顕著に容易に、またより少数のフィルタ層で安価に製造することができる。これは重要な長所である。なぜなら、投射された立体像を鑑賞する観衆一人一人が使用するものであるため、フィルタ眼鏡７４は大量に製造する必要があるからである。図１２Ｂに示した配置の更なる長所としては、逆の目のスペクトル帯が透過帯に漏れ出うるエッジ遷移の個数が少ないため、クロストークが発生する機会が少ない、という点がある。

【００８２】

フィルタ眼鏡７４（図５）に備わる右目フィルタ７６Ｒ及び左目フィルタ７６Ｌは、本件技術分野で既知の手法により製造することができる。例えば、左目フィルタ７６Ｌ、右目フィルタ７６Ｒ又はその双方を、多層薄膜被覆を有する光学面を備えたダイクロイックフィルタとすることができる。多層薄膜被覆は相応のフィルタ透過率、例えば図１２Ａ中の右目フィルタ透過率７８Ｒ及び左目フィルタ透過率７８Ｌや図１２Ｂ中の右目フィルタ透過率７９Ｒ及び左目フィルタ透過率７９Ｌをもたらすように設計することができる。スペクトル透過特性が所望の特性になるよう多層薄膜被覆を設計・製造する手法は、本件技術分野で広く知られている。

【００８３】

また、左目フィルタ７６Ｌ、右目フィルタ７６Ｒ又はその双方を、共押し出しストレッチポリマ膜構造を用い形成される多層ダイクロイックフィルタにすることもできる。そうした構造を生成する方法としては、例えば特許文献８（名称：先鋭化バンデージ光学膜(Optical film with sharpened bandedge)，発明者：Ｗｈｅａｔｌｅｙ　ｅｔ　ａｌ．）に記載のものがある。この方法では、熱プラスティファイングエクストルーダ等のソースからコエクストルージョン装置へと、多様な熱可塑性ポリマ素材の流れが供給される。エクストルーダは、それらポリマ素材からなる多層構造を押し出し成形する。機械操作部を使

用しその多層構造をストレッチすることで、所望の光学厚にすることができる。

【００８４】

クロストークは、立体イメージングシステムで発生することがある望ましくない偽像、即ち看者の左目（右目）向けに生成された画像コンテンツが右目（左目）向け画像コンテンツに入り込むことで生じる偽像である。これは、主たる画像から空間的にずれた位置を占める微かな物体像（ゴースト像）として看者に知覚されてしまうことがある。問題を孕むクロストークを防ぐには、右目フィルタ７６Ｒを透過する光のうち左目光輻射器１２Ｌに発する光の量を、右目フィルタ７６Ｒを透過する光のうち右目光輻射器１２Ｒに発する光の量に対して、僅かな比率に抑えることが重要である。同様に、左目フィルタ７６Ｌを透過する光のうち右目光輻射器１２Ｒに発する光の量を、左目フィルタ７６Ｌを透過する光のうち左目光輻射器１２Ｌに発する光の量に対して、僅かな比率に抑えることも重要である。

【００８５】

図１３に、波長ベース立体イメージングシステムにおけるクロストークの発生源を示す。この図では、右目赤色スペクトル帯Ｒ１及び左目赤色スペクトル帯Ｒ２を含む波長域がクローズアップされている。図中の左目フィルタ透過率７９Ｌは、左目赤色スペクトル帯Ｒ２に属する光の大半を透過させる一方、右目赤色スペクトル帯Ｒ１に属する光の大半を阻止する特性となっている。しかしながら、図示の通り僅かな重複領域７５がある。この領域では、右目赤色スペクトル帯Ｒ１に属する光の少量が、左目フィルタ透過率７９Ｌの特性によって透過されてしまう。透過された右目光が看者の左目に届くとクロストークが発生し、微かなゴースト像が現れてしまう。

【００８６】

クロストークの量は様々な指標によって表現することができる。そうした指標のうち一つは、次の式

【数１】

$$C_{R\rightarrow L}=\frac{\int P_R(\lambda)T_L(\lambda)d\lambda}{\int P_L(\lambda)T_L(\lambda)d\lambda}\times 100 \qquad (1A)$$

$$C_{L\rightarrow R}=\frac{\int P_L(\lambda)T_R(\lambda)d\lambda}{\int P_R(\lambda)T_R(\lambda)d\lambda}\times 100 \qquad (1B)$$

で表される。この式中、$C_{R\rightarrow L}$は右目像に発し左目像を汚すクロストークの量、$C_{L\rightarrow R}$は左目像に発し右目像を汚すクロストークの量、P_L（λ）及びP_R（λ）はそれぞれ左目光輻射器１２Ｌ又は右目光輻射器１２Ｒに発する光のスペクトルパワー分布、T_L（λ）及びT_R（λ）はそれぞれ左目フィルタ７６Ｌ又は右目フィルタ７６Ｒのスペクトル透過率、λは波長である。ご理解頂けるように、式（１Ａ）及び（１Ｂ）で与えられている指標は、フィルタを通過した所要光の量に対する同フィルタを通過した不要光の量の比率である。一般に、問題のある偽像を避けるには、クロストークの量を、どのような看取条件下でも５％未満にする必要がある。クロストークが概ね知覚されないようにするには、その量を２％未満にするのが望ましい。

【００８７】

ディジタル立体投射システム１１０（図２）で発生するクロストークの量は、様々なファクタにより影響される。例えば、左目用スペクトル帯・右目用スペクトル帯間波長分離量、光輻射器スペクトル帯に係るエッジ遷移の鋭さ、フィルタ透過帯に係るエッジ遷移の鋭さ、光輻射器スペクトル帯・フィルタ透過帯間整列具合等のファクタである。フィルタ透過帯に係るエッジ遷移の場所が往々にして入射角の関数となるので（例．ダイクロイックフィルタの場合）、クロストークの量は看取角の関数になり得る。

【００８８】

左目用スペクトル帯・右目用スペクトル帯間波長差はひときわ重要なファクタであるので、クロストークが生じないようディジタル投射システムを設計する際に必ず考慮しなければならない。この波長差は、下側スペクトル帯の上側エッジ（カットオフエッジ）から上側スペクトル帯の下側エッジ（カットオンエッジ）までの波長間隔として定義することができる。この波長間隔は、各帯域エッジ上の半値点に基づき計測、導出することができる。例えば、図１３中のＳは、右目赤色スペクトル帯Ｒ１・左目赤色スペクトル帯Ｒ２間波長差を表している。問題となるクロストークを避けるのに必要な波長差の量は、フィルタ透過率に現れるエッジ遷移の鋭さや、入射角によるエッジ遷移位置の変化等の諸効果に影響される。

【００８９】

図１４に、波長ベース立体イメージングシステム向けに使用される市販フィルタ群に関し、入射角によるエッジ遷移位置の変化を示す。グラフ１３０に示したのは、右目フィルタにおけるスペクトル透過率曲線の計測結果、特に垂直入射光によるそれと２０°方向からの入射光によるそれである。ご理解頂けるように、エッジ遷移の位置が短波長方向に約５～１０ｎｍシフトしている。こうした波長シフトが生じる原因は、ダイクロイックフィルタスタック内で光が辿る光路が長いことにある。短波長方向に生じるシフトであるため、このシフトはしばしば青方偏倚と呼ばれる。グラフ１３５に示したのは左目フィルタにおける対応するスペクトル透過率曲線の対であり、そのエッジ遷移に同様のシフトが現れている。

【００９０】

エッジ遷移の位置に変動性があるため、通常は、左目用スペクトル帯・右目用スペクトル帯間波長差を十分に拡げることが望まれる。即ち、問題になるクロストーク偽像が発生することがないよう、期待される看守角の範囲に係るエッジ遷移位置の範囲に応じ拡げることが望まれる。特許文献９（名称：３Ｄ画像投射及び鑑賞システム(System for 3D Image Projection Systems and Viewing)，発明者：Ｒｉｃｈａｒｄｓ　ｅｔ　ａｌ．）にはこの問題への言及があり、個々の目のスペクトル帯間、例えば緑色チャネルスペクトル帯Ｇ１・Ｇ２間に相応サイズのノッチ即ちガードバンドを設けることが推奨されている。

【００９１】

光輻射器としては、約１５ｎｍ以下の帯域幅を有する狭帯域光源例えば固体レーザを使用するのが望ましい。そうした構成では、個々の色に係るスペクトル帯それぞれの中心波長を互いに少なくとも２５ｎｍ離れるよう選定すると、それらスペクトル帯間の波長差が少なくとも１０～１５ｎｍとなるので、フィルタが適宜設計されている限り、クロストークに対する十分な保護を提供することができる。この理由を含め幾つかの理由により、狭帯域固体光源を使用する手法は、各基本色のスペクトル帯の帯域幅が一般に４０ｎｍを上回るフィルタ付白色光源を使用する従来手法に比し有利である。（従来のフィルタ付白色光源では、スペクトルを狭くするとシステムの光学的効率が低下するため帯域幅を広くする必要がある。）

【００９２】

左目フィルタ７６Ｌ及び右目フィルタ７６Ｒは、本件技術分野で既知のスペクトルフィルタ技術を用いて製作することができる。波長ベース立体イメージングシステム向けにふさわしいスペクトルフィルタの一例としては、薄膜ダイクロイックフィルタスタックを用い形成されたダイクロイックフィルタがある。ダイクロイックフィルタは、その屈折率が実質的に異なる複数個の透明薄膜層で基板を被覆することにより形成される。その薄膜層は種々の形態で、また真空被覆、イオン堆積等種々の方法で成長させることができる。被覆を形成する際には、想定している範囲に属する入射光波長に比し１／４オーダの厚みを有する層複数個が、交番的に生じるように、素材を堆積させる。被覆層形成に使用可能な素材としては、誘電体、金属、金属酸化物、非金属酸化物、透明ポリマ素材、その組合せ等がある。また、ダイクロイックフィルタスタック層のうち１個又は複数個を、ナノ粒子溶液として堆積させてもよい。ポリマ素材を使用する場合、フィルタスタック層のうち１個又は複数個を素材押し出しで形成することができる。

【００９３】
ダイクロイックフィルタスタック内薄膜層の厚み及び屈折率を適宜調整することで、スペクトル透過率の特性を制御することができる。ダイクロイックフィルタスタックを用い形成されたフィルタを用いることは、十分な層さえあれば、スペクトル透過率曲線の形状を正確に制御できる点で、また非常に鋭いエッジ遷移を実現できる点で有益である。これにより、一方のスペクトル帯群を選択的に透過させるが他方のスペクトル帯群を阻止するフィルタを、好適に実現することができる。
【００９４】
しかしながら、ダイクロイックフィルタには、立体イメージングアプリケーションにふさわしくない特性もある。それは、そのフィルタを透過しなかった光がそのフィルタによって後方反射されることである。図１５Ａに、この現象の望ましくない影響を示す。表示面７２からのイメージング光は、フィルタ眼鏡７４（図１５Ａでは省略）を装着している看者に向かって進んでいく。そのフィルタ眼鏡７４の右目フィルタ７６Ｒは、看者の右目１９４の前に位置している。この例における右目フィルタ７６Ｒは透明基板８８、例えばガラス基板やプラスチック基板の前面６６Ｆ上に、ダイクロイックフィルタスタック８６を配した構成を有している。（前面６６Ｆは表示面７２に対向しており、その裏面即ち背面６６Ｒが看者に対向している。）
【００９５】
入射光には、右目像データを運ぶ右目入射光１９６Ｒ及び左目像データを運ぶ左目入射光１９６Ｌがある。右目入射光１９６Ｒの多くは右目フィルタ７６Ｒを透過し、透過した光即ち右目透過光１９８Ｒが看者の右目１９４に入射することで、看者が右目像を知覚する。左目入射光１９６Ｌの多くは、左目反射光１９７Ｌとして、鑑賞環境中に後方反射される。この反射光が鑑賞環境中で散乱されるとフレア光になる。このフレア光は左目フィルタ７６Ｌ（図５）を透過し看者の左目に入るので、知覚される画像が汚されることとなりうる。フレア光の問題は、観衆の規模が増すほど顕著になる。各フィルタ眼鏡７４からの反射光が表示スクリーンその他、鑑賞環境内にある諸物体乃至構造物へと不本意に送られる結果、視覚的雑音の量が増し画像コントラストが低下することがある。
【００９６】
看者の後方から飛来した左目フレア光の一部は、右目フィルタ７６Ｒの背面６６Ｒに入射する。この光（図中の左目入射光１８６Ｌ）の多くはダイクロイックフィルタスタックにより反射され、左目反射光１８７Ｌとなって戻り右目１９４に入射する。この光の発生源としては、看者の後に着席中の別の看者がまとっているフィルタ眼鏡７４による直接反射や、その他の面による光反射がある。
【００９７】
左目フィルタ７６Ｌ（図１５Ａでは省略）も同様の構造であり、上述の挙動に対し相補的な挙動を呈する。即ち、左目像向けに輻射された画像担持光を概ね透過させる一方、右目像に係る不要光を概ね阻止する。
【００９８】
図１５Ｂに、図１５Ａに示したそれに似ているが、ダイクロイックフィルタスタックが基板８８の背面６６Ｒ上に存する構成を示す。その右目フィルタ７６Ｒの挙動は全体として図１５Ａにおけるそれと同様であるが、ダイクロイックフィルタスタック８６の露出量が少なくひっかき損傷を受けにくい、という長所を有している。
【００９９】
不要反射光の問題をより明らかにするため、図１６Ａに、典型的な右目ダイクロイックフィルタ透過率１７０Ｒを示す。この特性は、右目用スペクトル帯Ｒ１，Ｇ１，Ｂ１で輻射する右目光輻射器及び左目用スペクトル帯Ｒ２，Ｇ２，Ｂ２で輻射する左目光輻射器を有する波長ベース立体投射システムで使用されうる。ご理解頂けるように、ダイクロイックフィルタ透過率１７０Ｒは、右目用スペクトル帯Ｒ１，Ｇ１，Ｂ１に属する光の大半を透過させる一方、左目用スペクトル帯Ｒ２，Ｇ２，Ｂ２に属する光の大半を反射するように設計されている。

【０１００】
図１６Ｂは、右目ダイクロイックフィルタ透過率１７０Ｒを呈する右目フィルタ７６Ｒを透過する光、特に波長に対する関係を示すグラフである。この例では、右目用スペクトル帯に属する入射光のうち９０％超が右目透過光１７５Ｒとなる一方、左目用スペクトル帯に属する光のうち約３％が左目透過光１７５Ｌとなっている。前述の通り、左目透過光１７５Ｌは、看取立体像におけるクロストークの発生源たり得る。
【０１０１】
ダイクロイックフィルタにおける反射率（ダイクロイックフィルタ反射率R_D（λ））は、大凡、
R_D（λ）　（１－T_D（λ））　　（２）
に等しい。この式中、T_D（λ）はダイクロイックフィルタ透過率である。図１６Ｃに、図１６Ａに示した右目ダイクロイックフィルタ透過率に対応する右目ダイクロイックフィルタ反射率１７１Ｒを示す。ご理解頂けるように、右目ダイクロイックフィルタ反射率１７１Ｒは、左目用スペクトル帯Ｒ２，Ｇ２，Ｂ２に属する光の大半を反射するように設計されている。
【０１０２】
図１６Ｄは、右目ダイクロイックフィルタ透過率１７０Ｒを呈する右目フィルタ７６Ｒで反射される光、特に波長に対する関係を示すグラフである。この例では、右目用スペクトル帯に属する入射光のうち１０％未満が右目反射光１７６Ｒとなる一方、左目用スペクトル帯に属する光のうち約９７％が左目反射光１７６Ｌとなっている。前述の通り、この反射光は、鑑賞環境における不要なフレア光の発生源たり得る。
【０１０３】
図１７Ａに、不要反射光の問題を緩和すべくハイブリッドフィルタ構成を採った例を示す。この例では、右目フィルタ７６Ｒが、ダイクロイックフィルタスタック８６に加え、少なくとも１個の波長可変吸収フィルタ層８７を有している。吸収フィルタとは、ある特定の波長にて光を吸収するが、残りの光は透過させるフィルタのことである。（光のごく一部が反射されるような特性でもよい。）一般に、任意波長で鋭いエッジ遷移を呈するスペクトル透過特性は、ダイクロイックフィルタ構成では実現可能であるが、吸収フィルタでは実現することができない。そのため、吸収フィルタは、波長ベース立体イメージングシステムで必要とされる高度な色分離の実現には適さないとされている。しかしながら、吸収フィルタ層をダイクロイックフィルタ層と併用することで、純粋なダイクロイックフィルタを使用する場合に比べ、顕著な性能向上が達成されることが判明した。
【０１０４】
本発明の諸実施形態では、ダイクロイックフィルタスタックが、右目光輻射器からの光のうち６０％以上を透過させる一方、左目光輻射器からの光のうち６０％以上を反射するように設計される。好ましくは、ダイクロイックフィルタスタックにて、右目光輻射器からの光のうち９０％以上を透過させる一方、左目光輻射器からの光のうち９０％以上を反射するべきである。
【０１０５】
同様に、吸収フィルタ層８７は、左目用スペクトル帯に属する光よりも多くの割合で右目用スペクトル帯に属する光を透過させるように設計される。好ましくは、吸収フィルタ層８７にて、右目用スペクトル帯に属する光の大半を透過させる一方、左目用スペクトル帯に属する光の大半を吸収するべきである。
【０１０６】
これらを併せ、ハイブリッド右目フィルタは、右目光輻射器からの光のうち５０％以上を透過させる一方、左目光輻射器からの光のうち大半を阻止するよう構成される。即ち、左目光輻射器からの透過光の量が右目光輻射器からの透過光の５％未満になるよう構成される。吸収フィルタ層９７の吸収特性は、ダイクロイックフィルタスタック８６のみを使用する構成（例．図１５Ａ及び図１５Ｂに示した構成）に比し、右目フィルタ７６Ｒにより反射される左目入射光１９６Ｌの量がかなり少なくなるよう設計される。好適な実施形

態においては、左目入射光１９６Ｌの５０％未満しか反射されないよう右目フィルタ７６Ｒに左目入射光１９６Ｌの大半を吸収させる。理想的には、右目フィルタ７６Ｒは左目入射光１９６Ｌの大半（例．９０％超）を吸収する。

【０１０７】

実施に当たっては、吸収フィルタ層８７をダイクロイックフィルタスタック８６の上に被覆させてもよい。また、基板又は薄膜層をドーピングすることで吸収フィルタ層８７を形成してもよい。

【０１０８】

吸収フィルタ層８７の形成に使用しうる波長可変吸収素材としては、比較的帯域が狭い吸収顔料及び吸収染料、例えば米国オハイオ州デイトン所在のＥｘｃｉｔｏｎから入手可能なＡＢＳ　６４７及びＡＢＳ　６５８、米国ペンシルバニア州シンプソン所在のＧｅｎｔｅｘ　Ｃｏｒｐ．から入手可能なＦｉｌｔｒｏｎ　Ａ　Ｓｅｒｉｅｓダイアブゾーバ及びコントラストエンハンスメントノッチアブゾーバ等の分子化学物質がある。

【０１０９】

本発明で使用可能な他種の波長可変吸収素材としては、メタマテリアルやレゾナントプラスモニック構造がある。メタマテリアルは光を吸収するよう調整可能な構造適合化ナノ構造である。こうした物質の例は非特許文献１に記載されている。同様に、プラスモニックアブゾーバは、非特許文献２記載の様に、サブ波長スケールで構造化された反射性金属を主として使用することで生成される。

【０１１０】

フォトニック結晶等の他種アブゾーバ構造も使用できる。フォトニック結晶は、吸収素材を通る複数個の光路を介し光を案内するのに使用される。例えば、非特許文献３に、フォトニック結晶を使用した吸収性の向上について記載がある。

【０１１１】

更に他のスペクトルフィルタへのアプローチとしては、ウイルス乃至タンパク質分子の溶液中に基板を浸漬することで生成されるカラー膜等、天然由来ナノパーティクルアブソーバを用いるものがある。実施に当たっては、ウイルスやタンパク質の分子を自動アセンブル型とすることができる。ナノパーティクルウイルス分子を用いたアブゾーバの例としては、非特許文献４記載のものがある。

【０１１２】

実施に当たっては、複数個の吸収フィルタ層８７を設けることができる。例えば、各吸収フィルタ層８７が、左目入射光１９６Ｌを構成するスペクトル帯Ｒ２，Ｇ２，Ｂ２それぞれに属する光を選択的に吸収する構成である。或いは、単一の吸収フィルタ層８７を用い、複数個のスペクトル帯Ｒ２，Ｇ２，Ｂ２の一部に属する光を選択的に吸収させてもよい。

【０１１３】

図１７Ａに示す構成では、ダイクロイックフィルタスタック８６が基板８８の前面６６Ｆ上に位置しており、吸収フィルタ層８７がそのダイクロイックフィルタスタック８６上に位置している。上述した効果を実現するためには、不要光がダイクロイックフィルタスタック８６で反射される前に吸収されることとなるよう、吸収フィルタ層８７を光源（例．表示面７２）とダイクロイックフィルタスタック８６との間に配する必要がある。図１７Ｂに示すように、適正な位置関係が保たれている限り、吸収フィルタ層８７及びダイクロイックフィルタスタック８６を別の要領で配することもできる。この例では、ダイクロイックフィルタスタック８６が背面６６Ｒ上、吸収フィルタ層８７が前面６６Ｆ上に位置している。

【０１１４】

図１７Ａ及び図１７Ｂに示した構成では、（例えば他の看者がまとっているフィルタ眼鏡によって反射された後）右目フィルタ７６Ｒの背面６６Ｒに入射してくる左目入射光１８６Ｌの反射を、好適に防ぐことができない。この光は吸収フィルタ層８７に達する前にダイクロイックフィルタスタック８６に作用するので、左目反射光１８７Ｌとして反射さ

れる余地がある。

【０１１５】

図１７Ｃ及び図１７Ｄに、それぞれ図１７Ａ及び図１７Ｂに示した構成に似ているが、背面６６Ｒ上に第２の吸収フィルタ層８７がある構成を示す。この構成では、右目入射光１９６Ｒについての透過率が僅かに低下するのと引き替えに、左目入射光１９６Ｌ，左目入射光１８６Ｌが共に多く吸収されることとなる。こうした構成では、左目入射光１８６Ｌの反射量が５０％未満になるよう、左目入射光１８６Ｌの大半を吸収させるのが望ましい。理想的には、右目フィルタ７６Ｒに左目入射光１８６Ｌの大半（例．９０％超）を吸収させる。

【０１１６】

また、他の構成に従い層を配分することや他の層と併用することもできる。例えば、ダイクロイックフィルタスタック８６、吸収フィルタ層８７又はその双方の上に更なる保護層を配し、スクラッチ耐性やフェード耐性を付与することができる。第１面反射を抑えるため抗反射被覆を使用することもできる。例えば、ダイクロイックフィルタスタック８６の一部をなすこととなるよう、複数個の薄膜層を以て抗反射被覆を形成してもよい。

【０１１７】

図１８に、吸収フィルタ層８７（図１７Ａ）が呈しうる右目吸収フィルタ透過率１７２Ｒの例を、図１６Ａに示した右目ダイクロイックフィルタ透過率１７０Ｒと共に示す。こうしたスペクトル特性を有するダイクロイックフィルタスタック８６及び吸収フィルタ層８７を図１７Ａ又は図１７Ｂに示したハイブリッドフィルタ配置にて使用した場合、そのハイブリッドフィルタの合成透過率$T_H(\lambda)$は次の式

$$T_H(\lambda) \quad T_D(\lambda)T_A(\lambda) \qquad (3)$$

で求まる。この式中、$T_D(\lambda)$はダイクロイックフィルタ透過率、$T_A(\lambda)$は吸収フィルタ透過率である。（ここでは基板透過率が約１．０であると仮定している。）ハイブリッドフィルタの合成反射率$R_H(\lambda)$は次の式

$$R_H(\lambda) \quad R_D(\lambda)(T_A(\lambda))^2=(1-T_D(\lambda))(T_A(\lambda))^2 \qquad (4)$$

で求まる。この式中、$R_D(\lambda)$はダイクロイックフィルタ反射率であり、式（２）に示したように$1-T_D(\lambda)$に等しい。この等式は、反射光が吸収フィルタ層８７を透過し、ダイクロイックフィルタスタック８６によって反射され、吸収フィルタ層８７を再度透過する、という仮定に基づいている。これは第１面反射率を無視できるという仮定に通じる。

【０１１８】

図１９Ａに、式（３）を用い図１８中のスペクトル透過率から計算した右目ハイブリッドフィルタ透過率１７３Ｒを示す。右目ハイブリッドフィルタ透過率１７３Ｒは一組の右目用スペクトル帯Ｒ１，Ｇ１，Ｂ１及び一組の左目用スペクトル帯Ｒ２，Ｇ２，Ｂ２上に重畳されている。図１６Ａに図１９Ａを照らすと、右目ハイブリッドフィルタ透過率１７３Ｒが右目ダイクロイックフィルタ透過率１７０Ｒによく似ていることがわかる。

【０１１９】

図１９Ｂは、右目ハイブリッドフィルタ透過率１７３Ｒのもとで右目フィルタ７６Ｒを透過する光と、波長との関係を示すグラフである。この例では、右目用スペクトル帯に属する入射光のうち約８１％が右目透過光１７５Ｒとなっている。これは、図１６Ｂに示した例即ちダイクロイックオンリの例に比べて僅かに劣化している。しかしながら、左目用スペクトル帯に属する光のうち約１％しか左目透過光１７５Ｌになっていない。これは、ダイクロイックオンリの構成に比べ、クロストークの量が約３倍も抑圧されていることを表している。このクロストーク抑圧はハイブリッドフィルタ法の更なる長所である。

【０１２０】

図１９Ｃに、式（４）を用い計算された右目ハイブリッドフィルタ反射率１７４Ｒを示す。図１６Ｃと比較すると、左目用スペクトル帯Ｒ２，Ｇ２，Ｂ２に対応する波長領域における反射率が顕著に低下していることがわかる。

【０１２１】

図１９Ｄは、右目ハイブリッドフィルタ反射率１７４Ｒのもとで右目フィルタ７６Ｒから反射される光と、波長との関係を示すグラフである。この例では、右目スペクトル帯に属する入射光のうち７％未満が右目反射光１７６Ｒ、左目用スペクトル帯に属する光のうち約８％が左目反射光１７６Ｌとなっている。これは、ダイクロイックオンリの構成に比べ、左目反射光の量が１２倍以上も抑圧されていることを表している。これにより、フィルタ眼鏡７４からの反射によるフレア光の量が顕著に低減される。

【０１２２】

注記すべきことに、吸収フィルタ層８７は、その立体イメージングシステムでスペクトル帯交互配置（図１２Ａ及び図１９Ａ～図１９Ｄに例示したもの等）が使用されるのかそれとも非交互配置（図１２Ｂに例示したもの等）が使用されるかによらず、ハイブリッドフィルタを構成するダイクロイックフィルタスタック８６により提供されるスペクトル分離を補うのに使用することができる。一般的な設計原理は、個々の目に係るフィルタと併用される吸収フィルタ層８７が、反対の目に係る像のスペクトル帯をより多く吸収するが、その目に係る像形成光のスペクトル帯をあまり吸収しないようにする、というものである。

【０１２３】

先に述べた通り、他の看者がまとっているフィルタ眼鏡７４からの反射でフレア光が生じると、患者の目に映る投射像のコントラストが低下するほか、立体看取経験に悪影響を及ぼす視覚的ノイズが増す。これを説明するため、図２０Ａ及び図２０Ｂに、表示面７２からの入射光２３０の一部が後の看者１６０がまとっているフィルタ眼鏡７４によって反射され、その反射光２３５が前の看者１６２がまとっているフィルタ眼鏡７４の背面に入射している状況を示す。図１５Ａ及び図１５Ｂを参照して説明した通り、この光の一部は前の看者１６２の目へと後方反射されうる。この現象の現れ方には、後の看者１６０及び前の看者１６２の頭部が同じ高さにあるか（図２０Ａ）それとも異なる高さにあるか（図２０Ｂ）によって強弱が生じる。一般的な座席配置の場合、図２０Ｂに示すように、前の看者１６２の頭部は後の看者１６０の頭部よりも低い位置になろう。最悪の場合、フィルタ眼鏡７４で使用されているダイクロイックフィルタによって、後の看者１６０の目に送られなかったスペクトル帯に属する光の多く又は全部が反射される。前の看者１６２が後の看者１６０の直前且つ同レベルにいる場合、前の看者１６２がまとっている機能的に同様なフィルタ眼鏡７４が、そのフィルタの背面に射突したあらゆる光による間違ったスペクトルコンテンツを高度に反射するため、立体像の質及びコントラストが顕著に劣化する。フィルタ眼鏡７４の反射光が前の看者１６２に係るフィルタ眼鏡７４の背面に直に射突しなかった場合でも、その光の一部が投射スクリーンに達する結果、全ての看者にとり画質及びコントラストが劣化する。曲状のフィルタの場合、平坦なフィルタに比べその光を多く散乱させるため、かなりの光がスクリーン上に射突することになる。

【０１２４】

図２１Ａ及び図２１Ｂに、本発明の一実施形態に係るフィルタ眼鏡２００を示す。この眼鏡２００は、右目フィルタ７６Ｒ及び左目フィルタ７６Ｌにて反射された光による画質劣化が緩和されるよう、その構成が工夫されている。図２１Ａはフィルタ眼鏡２００の側面図、図２１Ｂは斜視図である。この眼鏡２００は、反射光の方向を看者位置に対し上向きに転向させることで、後方反射による画質劣化を抑えるように構成されている。反射光は、フィルタ眼鏡２００の装着者の前に着席している別の看者や表示面７２（図２０Ａ）から離れる方向に進んでいく。フレーム２１０に備わるリム２１５の働きで、右目フィルタ７６Ｒ及び左目フィルタ７６Ｌが鉛直方向に対し傾斜角θで配されているため、反射光を上向きに転向させ、フィルタ眼鏡２００装着者の前に着席している他の看者から離すことができる。

【０１２５】

通常の看取環境では、傾斜角θを約５～２０°にするのが望ましい。フィルタ眼鏡２００装着者・表示面７２間の距離が非常に短い場合は傾斜角を大きめにするとよい。極端な例としては、表示面から約１スクリーン高離れた場所に約１／４スクリーン高の高さで看

者が着席している場合がある。この場合、表示面７２の下部に発した光がフィルタ眼鏡２００に水平線より約１４°下の方向から入射する一方、表示面７２の上部に発した光がフィルタ眼鏡２００に水平線より約３７°上の方向から入射する。そのため、全ての反射光を表示面７２の上部より上に差し向けるためには、フィルタを、約３７°の傾斜角に亘り傾斜させる必要がある。この傾斜角は美的間点からすると現実的でない。大抵の観衆看者はスクリーンに対し中心レベル又はそれ以上にいることを好むので、２６°の最大傾斜角にするのがより現実的である。傾斜角θがこのレベルを下回っている場合でも、全看者からスクリーンに戻る光が加算されるので顕著な効果を実現することができる。従って、漏洩光のどのような低減も相応の画質改善につながる。

【０１２６】

左目フィルタ７６Ｌ及び右目フィルタ７６Ｒがダイクロイックフィルタスタックを備えている場合、前述の通り、一般にスペクトル透過率曲線のエッジ遷移がフィルタの傾斜によってシフトされる。この場合、所望のスペクトル透過特性が得られるようにダイクロイックフィルタの設計を調整するのが望ましい。

【０１２７】

実施に当たっては、左目フィルタ７６Ｌ及び右目フィルタ７６Ｒの背面への漏洩光到達が幾らか阻止されるように、不透明なサイドシールド２２０をフレーム２１０に付設するのが望ましい。好ましくは、リム２１５を成形可能素材で形成し、その成形形状を適宜設定することで傾斜角θを付与するようにする。また、図２１Ｃに示すように、フレーム２１０にヒンジ機構２２５を設け、リム２１５の枢動で傾斜角θを変化させられるようにしてもよい。このようにすることで、看取環境に応じ傾斜角を適宜調整することが可能になる。

【０１２８】

図示例では、左目フィルタ７６Ｌ及び右目フィルタ７６Ｒの前面及び背面が実質的に平坦であり、平板として振る舞っている。これとは違い、左目フィルタ７６Ｌ及び右目フィルタ７６Ｒを曲板とし、例えば球面状又は非球面状の曲面を呈するように構成してもよい。この場合、傾斜角は、その曲面に最適フィットする平面を基準に定義される。

【０１２９】

図２２及び図２３に、本発明の一実施形態に係るフィルタ眼鏡２００を後の看者１６０及び前の看者１６２が装着している状況を示す。フィルタ眼鏡２００のリム２１５は、左目フィルタ７６Ｌ及び右目フィルタ７６Ｒを相応の傾斜角で傾斜させるように構成されている。即ち、表示面７２（図２２では省略）からの入射光２３０が後の看者１６０のフィルタ眼鏡２００に備わる左目フィルタ７６Ｌ及び右目フィルタ７６Ｒによって反射されることにより生じる反射光２３５が、他の看者例えば前の看者１６２の頭部より上に差し向けられるように構成されている。結果として、後の看者１６０に係るフィルタ眼鏡２００からの反射光２３５が、前の看者１６２により看取される画像の質に悪影響を及ぼすことが少ない。好ましくは、反射光２３５が表示面７２の上部よりも上に差し向けられるようにする。表示される画像にフレア光が加わらないようにするためである。

【０１３０】

本発明の他の実施形態においては、１個又は複数個の可調光源を有しており少なくとも１個の色チャネルで別々のスペクトル帯を提供可能な立体イメージング装置が提供される。図２４に、赤色可調光輻射器１５２ｒ例えば可調狭帯域固体レーザを有する赤色イメージングチャネル１４０ｒの構成を模式的に示す。赤色可調光輻射器１５２ｒは、複数個の異なる状態にて選択的に光を輻射する。第１の状態にて赤色可調光輻射器１５２ｒから輻射される光は右目像形成用のスペクトル帯Ｒ１に属する光であり、第２の状態にて赤色可調光輻射器１５２ｒから輻射される光は左目像形成用のスペクトル帯Ｒ２に属する光である。タイミングチャート１５４に示すように、コントローラシステム８０は、所定の時間的シーケンスに従い赤色可調光輻射器１５２ｒを制御しスペクトル帯Ｒ１及びＲ２の光を交番的に輻射させる。看者にそのスイッチングを察知されないようにするため、赤色可調光輻射器１５２ｒの色状態は、高速例えば約６０Ｈｚでスイッチングさせるようにする必

要がある。

【０１３１】

輻射された光は、光学部品（例えばユニフォマイジング光学系４４や１個又は複数個のレンズ）によって調光された後に、空間光変調器６０に入射する。空間光変調器６０を構成する画素群は、対応する像即ち右目像又は左目像に係る画像データに従い、コントローラシステム８０によって同期制御される。その結果生じた像は、前述の通り、投射光学系７０を用い表示面７２上に投射される。

【０１３２】

図２５に、赤色イメージングチャネル１４０ｒ、緑色イメージングチャネル１４０ｇ及び青色イメージングチャネル１４０ｂを有するカラー立体イメージングシステム１５０の構成を示す。このシステムでは、図２４に示した赤色可調光輻射器１５２ｒと並び緑色可調光輻射器１５２ｇ及び青色可調光輻射器１５２ｂが使用されている。緑色可調光輻射器１５２ｇ及び青色可調光輻射器１５２ｂは、右目コンテンツ像コンテンツ及び左目像コンテンツを提供すべく、それぞれ緑色チャネル及び青色チャネルで使用される。各可調光輻射器は、同一基本色（赤、緑又は青）に属する少なくとも二通りのスペクトル帯で光を輻射する。この場合、投射光学系７０がビーム結合系、例えば図９に示したダイクロイック結合器８２を有する構成にするとよい。

【０１３３】

ご理解頂けるように、可調光輻射器を使用する立体イメージングシステム１５０は、複数個の光源又は（単一の多色乃至白色光源から来る光をフィルタリングするため）複数バンクのフィルタを必要とする他種の波長ベースイメージングシステムに比し秀でている。例えば、図５に示した構成では光輻射器が６個必要であるが図２５に示した構成では３個でよい。更に、図５に示した構成では、２個の色状態間のスイッチングのため３個のビーム走査器５０が必要となる。

【０１３４】

ある種の可調光輻射器に備わる別の有益な特徴は、複数同時モードの生成、高周波モードホッピング又は中央スペクトル帯周りでの高周波チューニングを通じ、中心波長周りで幾ばくかの波長ジッタを提供するのに使用でき、各時点で輻射光の波長を変化させうることである。この場合、コントローラシステム８０による制御のもと可調光輻射器が第１状態で動作しているときに、第１スペクトル帯内の相異なるピーク波長にて光を順次発生させるよう可調光輻射器を構成することができる。また、可調光輻射器が第２状態で動作しているときに、第１スペクトル帯にスペクトル隣接する第２スペクトル帯内の相異なるピーク波長にて光を順次発生させるよう可調光輻射器を構成することができる。スペクトル帯構成波長域におけるスペクトル出力のランダム性は、高コヒーレント光がもたらす悪影響、例えば多くのレーザ投射システムに見られるスペックルを抑えるのに役立つ。

【０１３５】

図２５中の赤色、緑色及び青色可調光輻射器１５２ｒ、１５２ｇ及び１５２ｂとしては、本件技術分野で既知の様々な可調光源を使用することができる。例えば、可調光輻射器として、可調発光ダイオード（ＬＥＤ）、可調レーザ等の固体光源を使用することができる。可調レーザにおける輻射出力波長切替機構としては、様々な機構を使用することができる。そのうち一つは、非特許文献５記載の如く、複数通りの機械状態間で迅速にスイッチングすることが可能な微細電気機械システム（ＭＥＭＳ）デバイスを用い、光発振器を制御する、という機構である。同文献に記載の装置では、静電的に駆動される誘電ミラーをレーザ構造の上方に懸架し、それを用い波長を調整するようにしている。

【０１３６】

好適な可調レーザを提供する方法としては、バイステーブルレーザを使用する方法がある。非特許文献６には、５０ｐｓｅｃ（ピコ秒）の整数倍でスイッチングされる２セクションモードロックド量子ドットレーザの使用が開示されている。この装置の動作は、利得及びアブゾーバにおけるクロスサチュレーション及びセルフサチュレーション特性と、アブゾーバにおける量子コンファインドスターク効果との相互作用に基づいている。この種

のレーザは、電流注入レベル又は電圧レベルを変化させることで容易にチューニングすることができる。

【０１３７】

本発明で使用可能な可調ＬＥＤとしては、例えば非特許文献７に記載のデバイスがある。このデバイスは、ガリウム窒素ナノロッドをインジウムガリウム窒素の層で被覆し量子井戸を形成する、という仕組みを採っている。その形成時に層の厚みに自然に差が生じるので、印加電圧を変化させることにより、別々の層に電流を注入して輻射光の色を変化させることができる。

【０１３８】

以上、その好適な実施形態を参照しつつ本発明に関し詳細に説明したが、本発明の技術的範囲を逸脱することなく様々な変形及び修正を施せる点をご理解頂きたい。例えば、諸実施形態で使用される光輻射器は本件技術分野で既知のどのような種類のものであってもよい。例えば、レーザその他の発光デバイスからなるアレイ等である。その出射光を同一の光軸上に結合させる手段としては、プリズム以外の結合光学系も使用することができる。

【０１３９】

別紙模式図では光学系をレンズ乃至ブロックとして表記したが、それ以外にも様々な光学部品を使用することができる。照明光乃至イメージング光を相応に導波し調整することができればよい。

【０１４０】

各色チャネル内の空間光変調器６０としては、様々なタイプの空間光変調器を使用することができる。例えば、米国テキサス州ダラス所在のＴｅｘａｓ　Ｉｎｓｔｒｕｍｅｎｔｓが製造しているディジタル光プロセッサ（ＤＬＰ；登録商標，ディジタルマイクロミラーアレイの一種）等のほか、液晶アレイも使用することができる。

【０１４１】

実施に際しては、左目用に１個、右目用に１個というように、色チャネル内に２個の空間光変調器を設け、都合６個の空間光変調器を用いディジタル立体投射システムを構成することができる。或いは、図５に示すように各色チャネル毎に１個の空間変調器を設け、左目像コンテンツと右目像コンテンツでそれらを共用するようにしてもよい。共用する手法としては、色スクローリング等のリソース共有手法を使用することができる。例えば、タイミングパターンに従い複数通りのスペクトル帯を交互にアクティベートする手法である。

【０１４２】

実施に際しては、照明光路上で更なるフィルタリングを施すことで１個又は複数個の光輻射器からのスペクトル成分を減衰させ、スペクトル隣接帯域同士が実質的に重複しないようにすることもできる。

【０１４３】

本発明について、表示スクリーン上に画像を投射するディジタル立体投射システムを例に説明してきたが、いわゆる当業者には自明な通り、本発明は投射を伴わない他種ディジタル立体表示システムにも適用することができる。例えば、ディジタル立体ソフトコピーディスプレイを用い、表示面に左目像及び右目像からなる立体像を直に形成することができる。ソフトコピーディスプレイとしては、本件技術分野で既知の様々な種類の表示技術、例えばＬＥＤディスプレイやＬＣＤディスプレイを使用することができる。

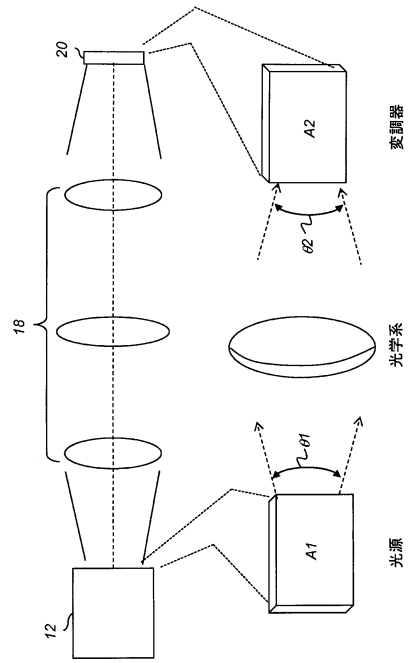
【符号の説明】

【０１４４】

１２　光源、１２Ｌ　左目光輻射器、１２Ｒ　右目光輻射器、１８　光学系、２０　空間光変調器、２８ａ～２８ｅ，３８，３８ａ～３８ｅ　画像フレーム、３０　光転向プリズム、３２　画像領域、３４ｂ，３４ｇ，３４ｒ，３５ｂ，３５ｇ，３５ｒ，３６ａ，３６ｂ　帯域光、４０ｒ　赤色チャネル、４０ｇ　緑色チャネル、４０ｂ　青色チャネル、４１Ｌ　左目像形成システム、４１Ｒ　右目像形成システム、４２ａ，４２ｂ，４３Ｌ，

４３Ｒ　光源、４４　ユニフォマイジング光学系、４６　ビーム結合器、４８　レンズ、５０　ビーム走査器、５２　回転プリズム、５４　レンズレットアレイ、５６　不透明ブロック、５８　インテグレーティングバー、６０，６０Ｌ，６０Ｒ　空間光変調器、６２，２１０　フレーム、６６Ｆ　前面、６６Ｒ　背面、６８，８４　ダイクロイック面、７０　投射光学系、７２　表示面、７４，２００　フィルタ眼鏡、７５　重複領域、７６Ｌ　左目フィルタ、７６Ｒ　右目フィルタ、７７Ｂ　帯域通過フィルタ透過帯、７７Ｅ　エッジフィルタ透過帯、７８Ｌ，７９Ｌ　左目フィルタ透過率、７８Ｒ，７９Ｒ　右目フィルタ透過率、８０　コントローラシステム、８２　ダイクロイック結合器、８６　ダイクロイックフィルタスタック、８７　吸収フィルタ層、８８　基板、９０　照明光学系、９２　ビーム走査光学系、９４　第１段、９６　第２段、９８　中間像面、１００，１１０　ディジタル立体投射システム、１２０　プロジェクタ装置、１３０，１３５　グラフ、１４０ｂ　青色イメージングチャネル、１４０ｇ　緑色イメージングチャネル、１４０ｒ　赤色イメージングチャネル、１５０　立体イメージングシステム、１５２ｂ　青色可調光輻射器、１５２ｇ　緑色可調光輻射器、１５２ｒ　赤色可調光輻射器、１５４　タイミングチャート、１６０　後の看者、１６２　前の看者、１７０Ｒ　右目ダイクロイックフィルタ透過率、１７１Ｒ　右目ダイクロイックフィルタ反射率、１７２Ｒ　右目吸収フィルタ透過率、１７３Ｒ　右目ハイブリッドフィルタ透過率、１７４Ｒ　右目ハイブリッドフィルタ反射率、１７５Ｒ，１９８Ｒ　右目透過光、１７５Ｌ　左目透過光、１７６Ｒ　右目反射光、１７６Ｌ，１８７Ｌ，１９７Ｌ　左目反射光、１８６Ｌ，１９６Ｌ　左目入射光、１９４　右目、１９６Ｒ　右目入射光、２１５　リム、２２０　サイドシールド、２２５　ヒンジ機構、２３０　入射光、２３５　反射光、Ａ１　光源面積、Ａ２　変調器面積、Ｂ，Ｂ１，Ｂ２，Ｇ，Ｇ１，Ｇ２，Ｒ，Ｒ１，Ｒ２　スペクトル帯、Ｏ　軸、Ｓ　波長差、θ　傾斜角、θ１　光源出射角幅、θ２　変調器入射角幅。

【図１】



【図２】

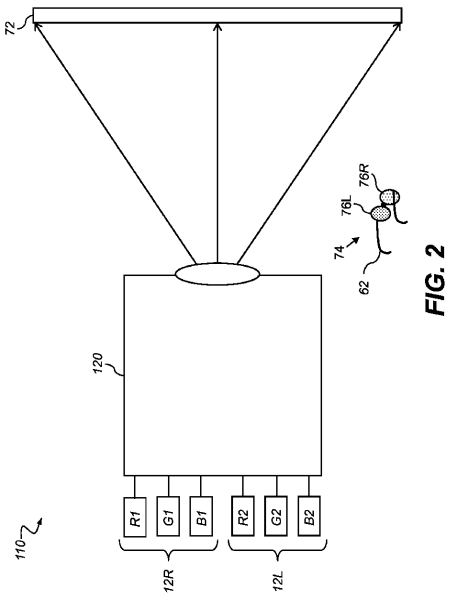
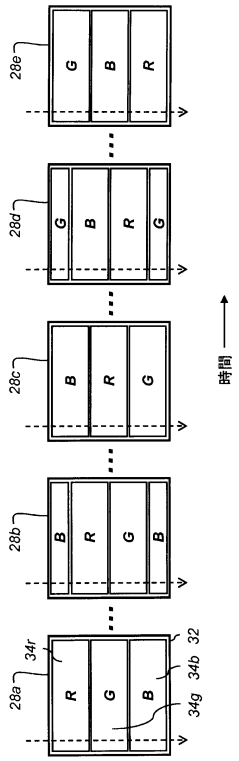
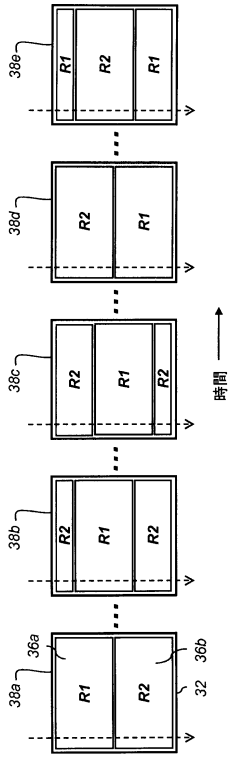


FIG. 2

【図３Ａ】



【図３Ｂ】



【図４Ａ】

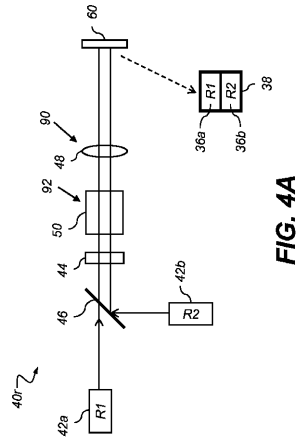


FIG. 4A

【図４Ｂ】

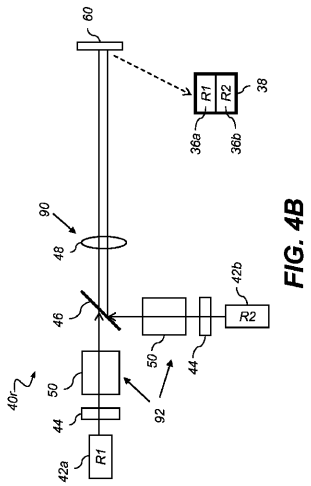


FIG. 4B

【図５】

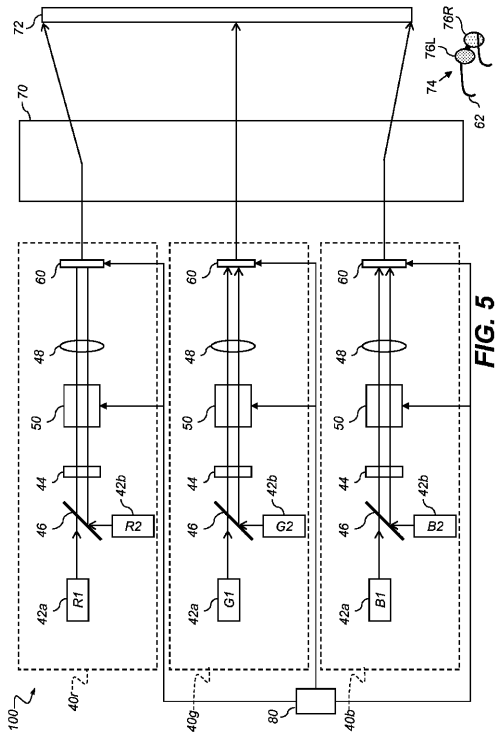
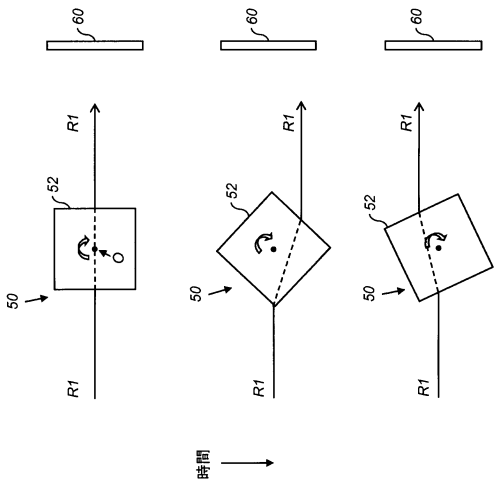
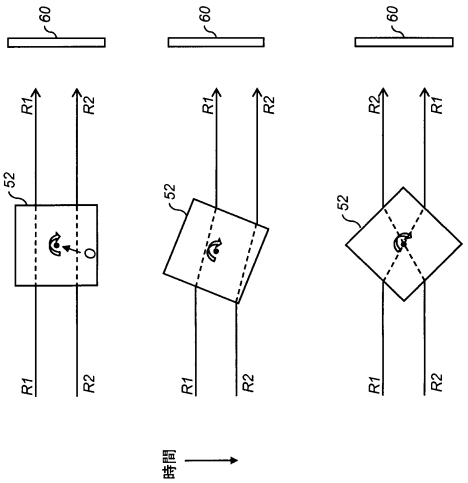


FIG. 5

【図６Ａ】



【図６Ｂ】



【図６Ｃ】

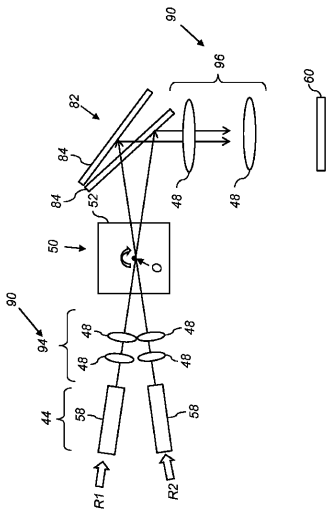


FIG. 6C

【図７Ａ】

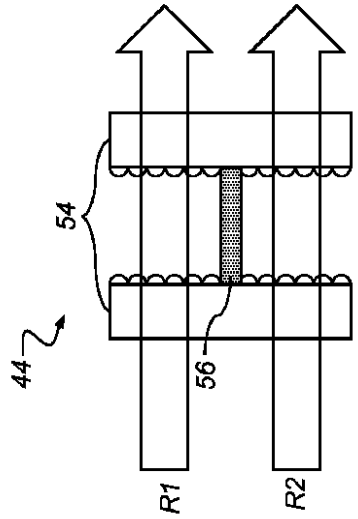


FIG. 7A

【図７Ｂ】

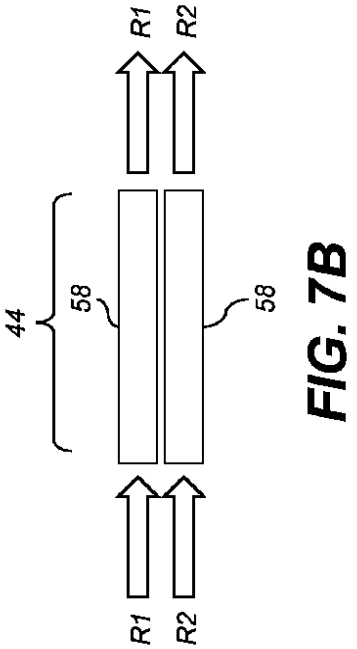


FIG. 7B

【図８】

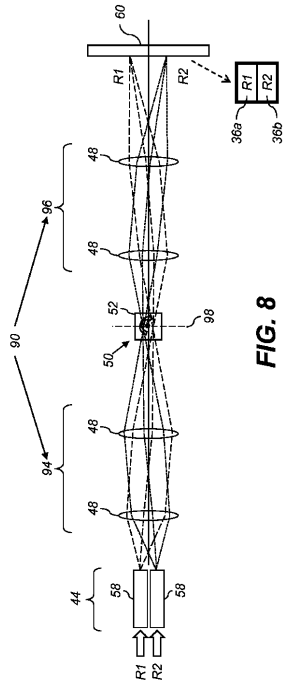


FIG. 8

【図９】

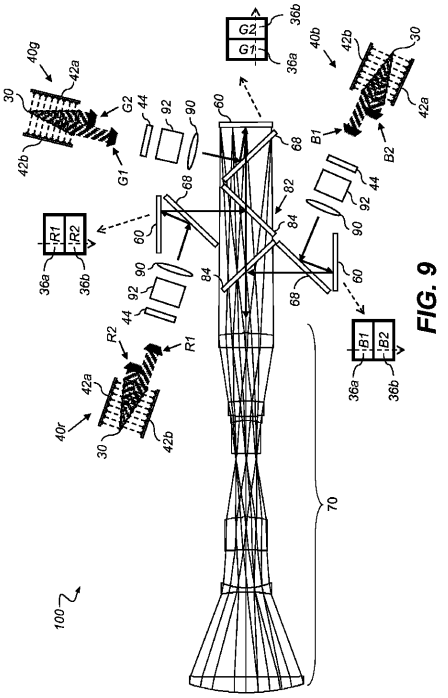


FIG. 9

【図１０】

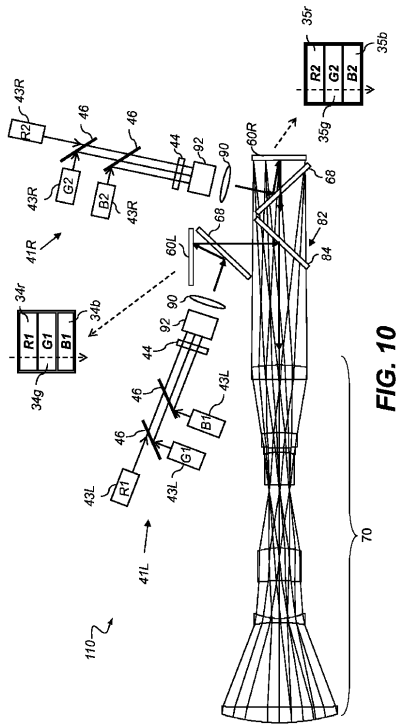
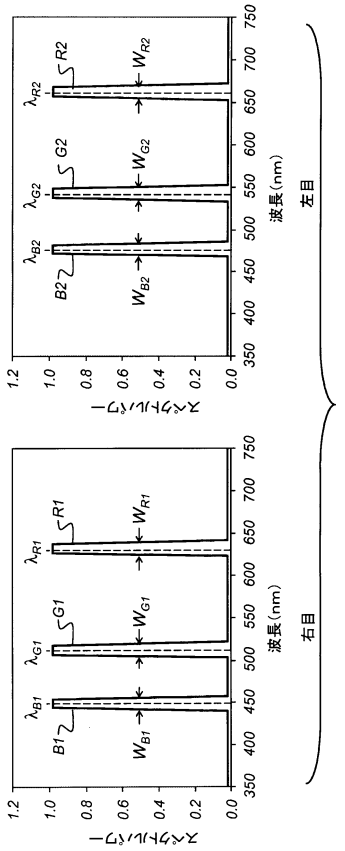
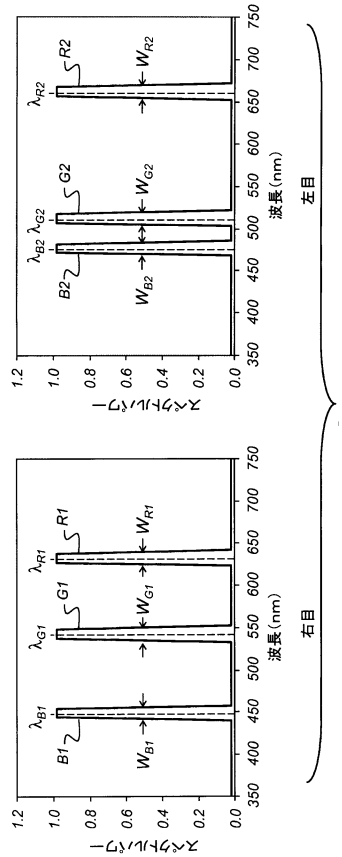


FIG. 10

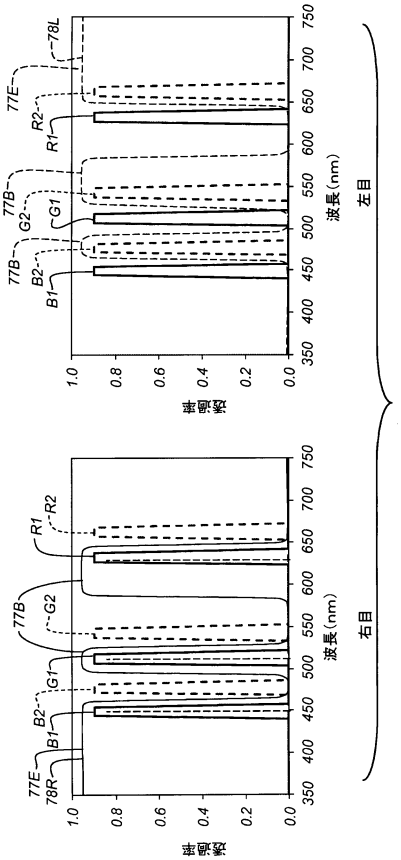
【図１１Ａ】



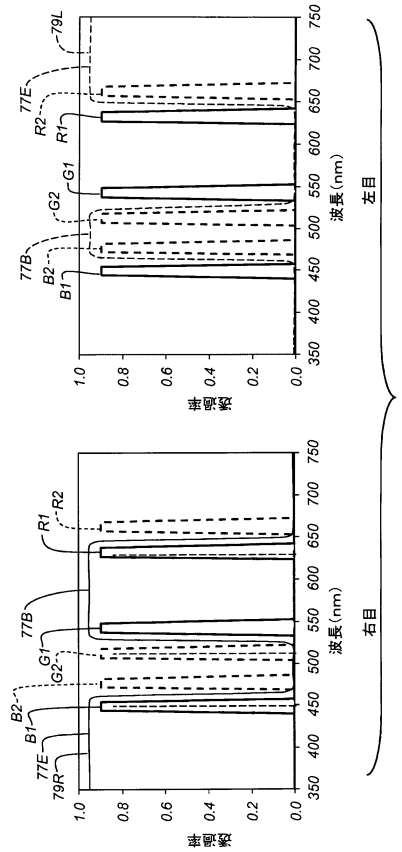
【図１１Ｂ】



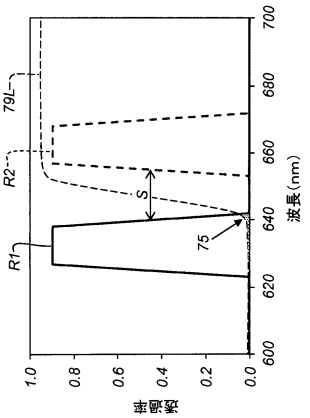
【図１２Ａ】



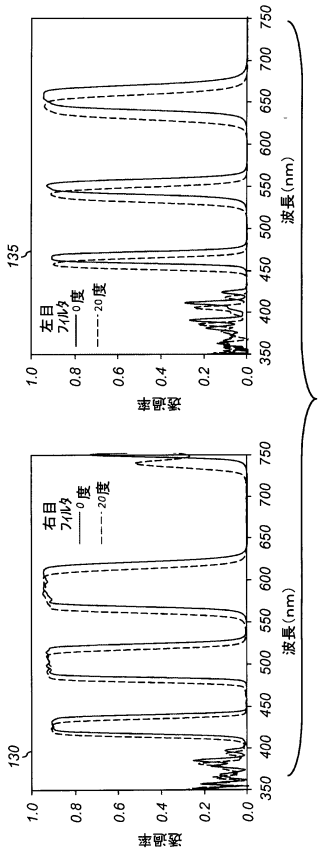
【図１２Ｂ】



【図１３】



【図１４】



【図１５Ａ】

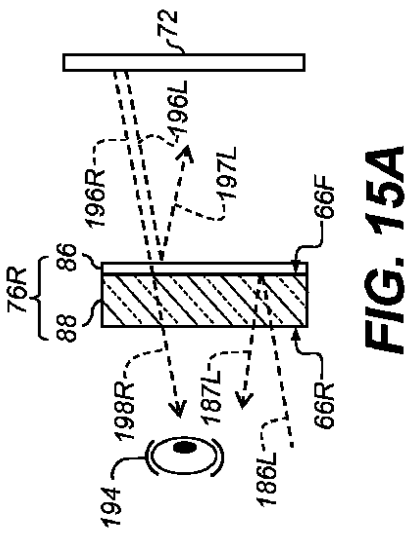


FIG. 15A

【図１５Ｂ】

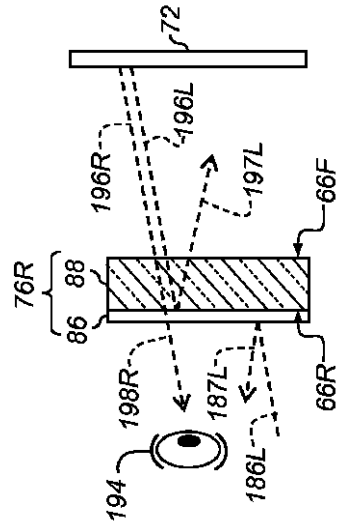
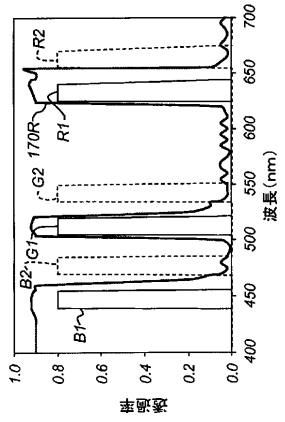
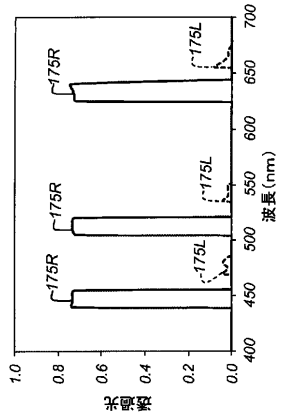


FIG. 15B

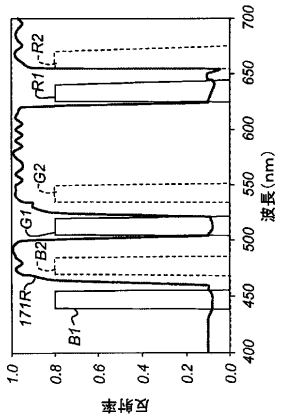
【図１６Ａ】



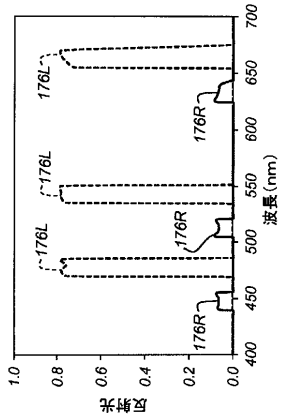
【図１６Ｂ】



【図１６Ｃ】



【図１６Ｄ】



【図１７Ａ】

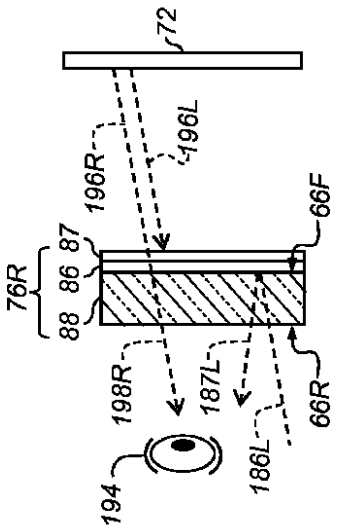


FIG. 17A

【図１７Ｂ】

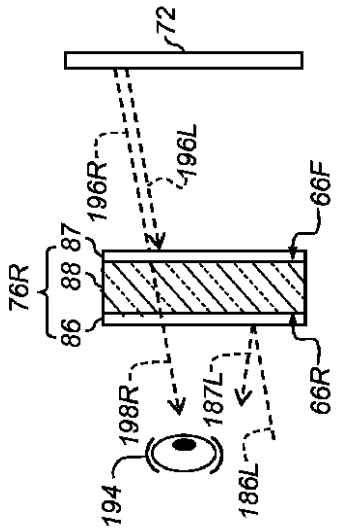


FIG. 17B

【図１７Ｃ】

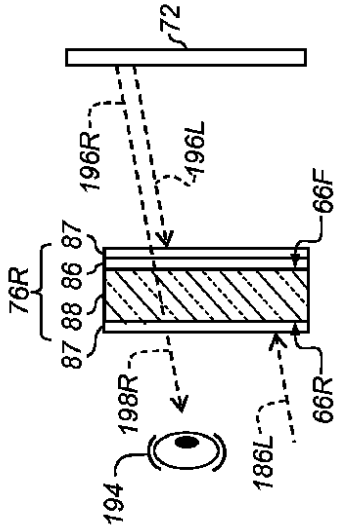


FIG. 17C

【図１７Ｄ】

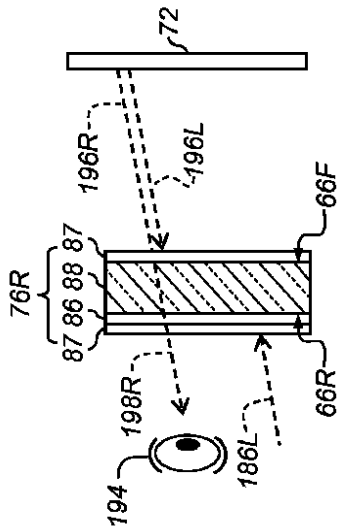
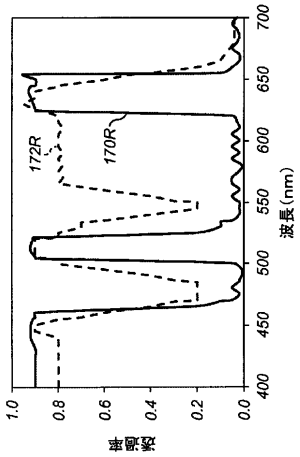
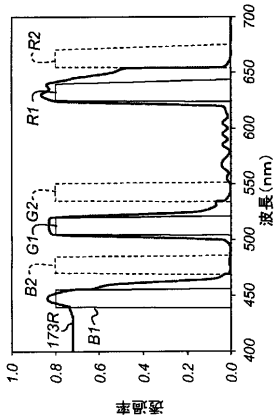


FIG. 17D

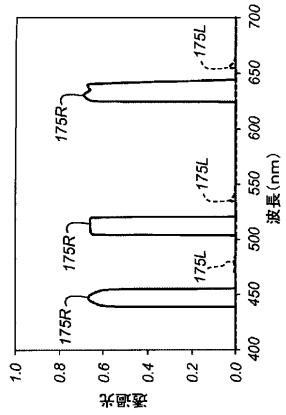
【図１８】



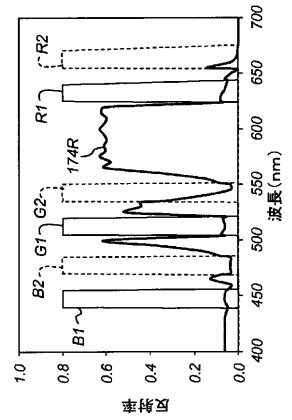
【図１９Ａ】



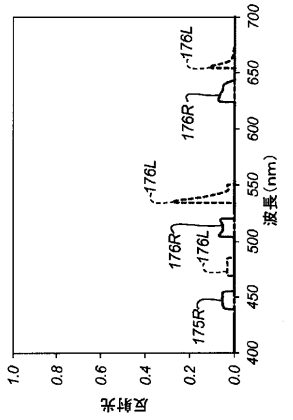
【図１９Ｂ】



【図１９Ｃ】



【図１９Ｄ】



【図２０Ａ】

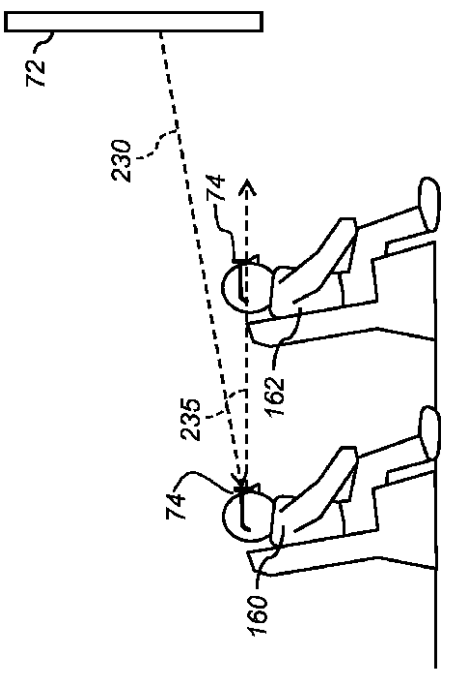


FIG. 20A

【図２０Ｂ】

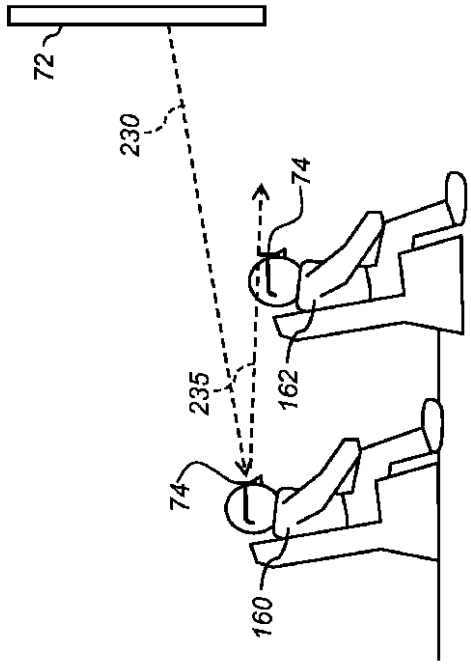


FIG. 20B

【図２１Ａ】

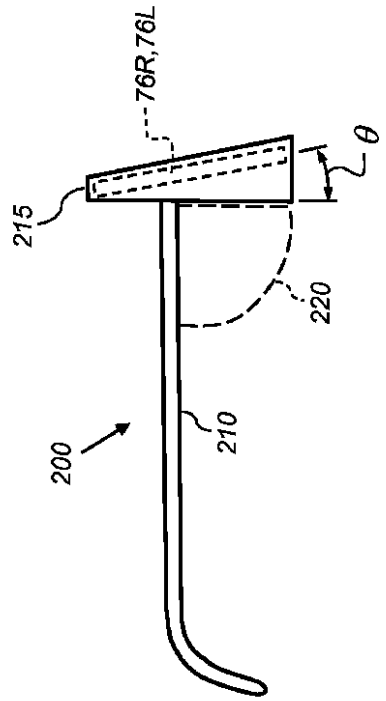


FIG. 21A

【図２１Ｂ】

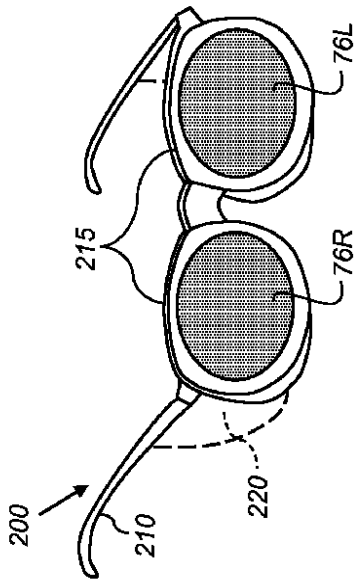


FIG. 21B

【図２１Ｃ】

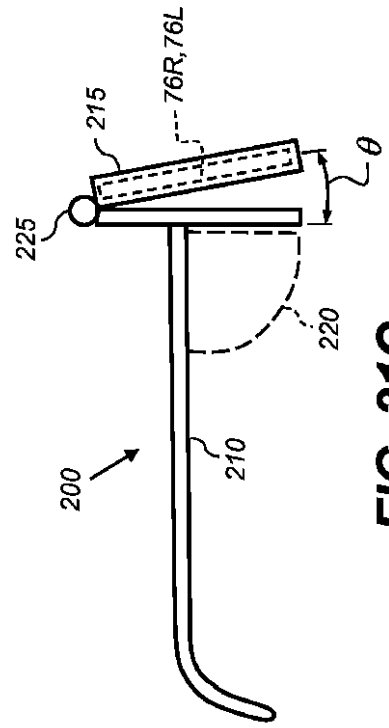


FIG. 21C

【図２２】

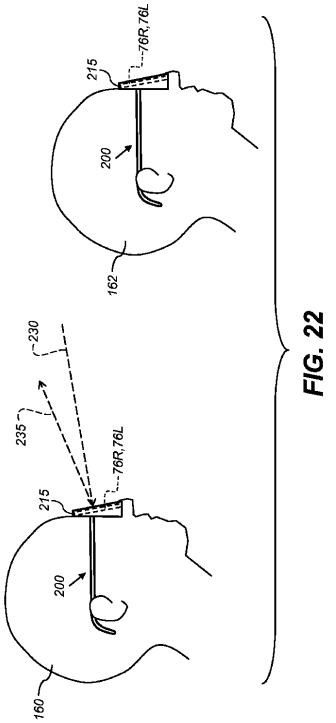


FIG. 22

【図２３】

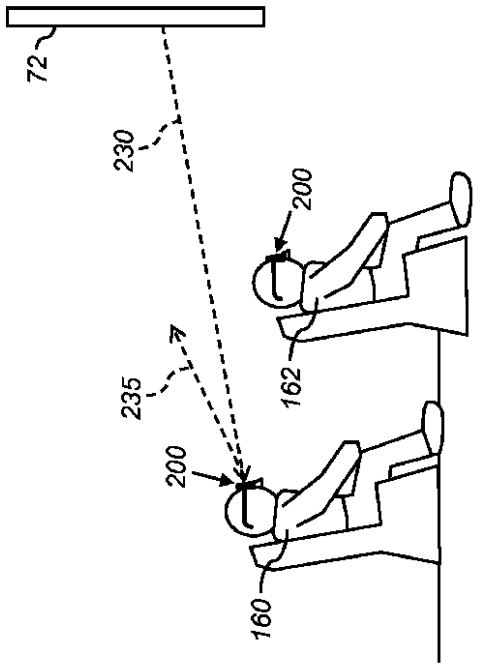
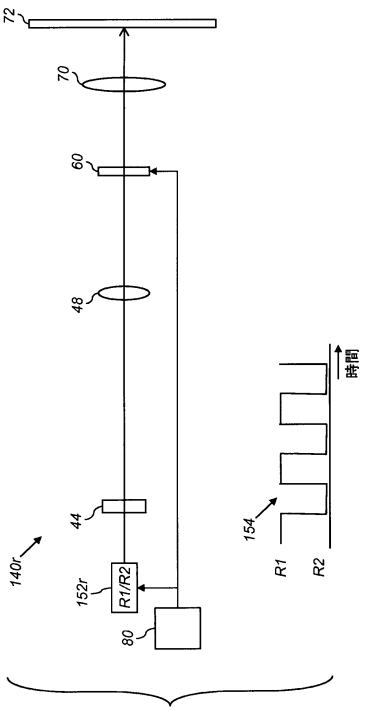


FIG. 23

【図２４】



【図２５】

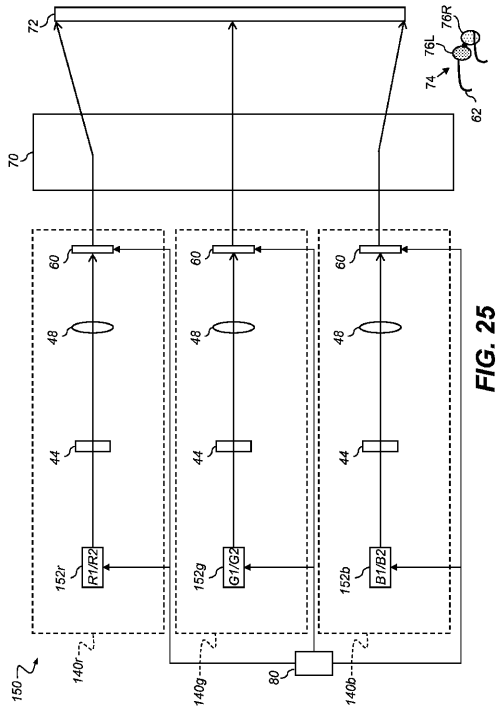


FIG. 25

フロントページの続き

(51)Int.Cl.			FI		
G03B 21/00	*(2006.01)*		H04N	13/04	590
G03B 21/14	*(2006.01)*		G03B	21/00	D
G02B 26/10	*(2006.01)*		G03B	21/14	Z
			G02B	26/10	108

(56)参考文献 米国特許出願公開第２０１１／００６３７２６（ＵＳ，Ａ１）
特表２０１１－５１７７８４（ＪＰ，Ａ）
特開２０１１－０８５９２９（ＪＰ，Ａ）
特開２０１２－０１４０２６（ＪＰ，Ａ）
米国特許第６２７８５０１（ＵＳ，Ｂ１）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｇ０２Ｂ ２７／２２
Ｇ０２Ｃ ７／０２
Ｇ０３Ｂ ２１／００，２１／１４，３５／２６
Ｈ０４Ｎ １３／０４