

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6080865号
(P6080865)

(45) 発行日 平成29年2月15日 (2017.2.15)

(24) 登録日 平成29年1月27日 (2017.1.27)

(51) Int. Cl.

F I

G O 2 B 27/22 (2006.01)

G O 2 B 27/22

G O 2 B 5/22 (2006.01)

G O 2 B 5/22

G O 2 B 5/26 (2006.01)

G O 2 B 5/26

H O 4 N 13/04 (2006.01)

H O 4 N 13/04

3 1 0

G O 2 C 7/10 (2006.01)

G O 2 C 7/10

請求項の数 16 (全 43 頁)

(21) 出願番号 特願2014-552225 (P2014-552225)
 (86) (22) 出願日 平成25年1月7日 (2013.1.7)
 (65) 公表番号 特表2015-513685 (P2015-513685A)
 (43) 公表日 平成27年5月14日 (2015.5.14)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2013/020476
 (87) 国際公開番号 W02013/109423
 (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5日 (2016.1.5)
 (31) 優先権主張番号 13/351,432
 (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
 アイルランド共和国 ダブリン 2 ドウ
 オリエ ストリート ドウオリエ チャン
 バース サード フロア
 (74) 代理人 110001210
 特許業務法人 Y K I 国際特許事務所
 (72) 発明者 シルヴァースタイン バリー ディー
 アメリカ合衆国 ニューヨーク ロチェス
 ター ステイト ストリート 343

審査官 右田 昌士

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ダイクロイック層及び吸収層を有する立体視用眼鏡

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

左目光輻射器からの左目像及び右目光輻射器からの右目像を含む立体像を表示面に向か
 って出力する立体表示システムで使用されるフィルタ眼鏡であって、

外側端と内側端とがあるフレームであって、外側端は内側端よりも表示面の近くに配置
 可能であり、内側端は外側端よりもフィルタ眼鏡着用者の目の近くに配置可能であり、左
 目フィルタと右目フィルタを備えたフレームを備え、

左目フィルタが、左目光輻射器からの光のうち60%以上を透過させる一方右目光輻射
 器からの光のうち60%以上を反射するように構成されている左目ダイクロイックフィル
 タスタック、並びに左目光輻射器からの光が透過する割合が右目光輻射器からの光が透過
 する割合に比し大きいように構成されている左目吸収フィルタ層を含み、左目ダイクロイ
 ックフィルタスタックは、左目吸収フィルタ層よりも内側端の近くに配置され、左目吸収
 フィルタ層は、外側端に配置又は左目ダイクロイックフィルタスタックよりも外側端の近
 くに配置され、

右目フィルタが、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構成されている右目ダイクロイックフィル
 タスタック、並びに右目光輻射器からの光が透過する割合が左目光輻射器からの光が透過
 する割合に比し大きいように構成されている右目吸収フィルタ層を含み、右目ダイクロイ
 ックフィルタスタックは、右目吸収フィルタ層よりも内側端の近くに配置され、右目吸収
 フィルタ層は、外側端に配置又は右目ダイクロイックフィルタスタックよりも外側端の近

くに配置され、

右目吸収フィルタ層及び左目吸収フィルタ層は、表示面からの不要光を、右目ダイクロイックフィルタスタック及び左目ダイクロイックフィルタスタックに到達するよりも前に吸収し、右目ダイクロイックフィルタスタック及び左目ダイクロイックフィルタスタックが不要光を表示面のほうに反射しないように構成されている、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、左目フィルタが、右目光輻射器に発し左目フィルタに入射する光のうち表示面方向から来る光の 50%未満を反射させるように構成され、右目フィルタが、左目光輻射器に発し右目フィルタに入射する光のうち表示面方向から来る光の 50%未満を反射させるように構成されているフィルタ眼鏡。

10

【請求項 3】

請求項 1 記載のフィルタ眼鏡であって、左目吸収フィルタ層のうち少なくとも幾層かが左目ダイクロイックフィルタスタック・看者左目間にあり、右目吸収フィルタ層のうち少なくとも幾層かが右目ダイクロイックフィルタスタック・看者右目間にあるフィルタ眼鏡。

【請求項 4】

請求項 3 記載のフィルタ眼鏡であって、左目フィルタが、右目光輻射器に発し左目フィルタの看者左目に最も近い面に入射する光の 50%未満を反射させるように構成され、右目フィルタが、左目光輻射器に発し右目フィルタの看者右目に最も近い面に入射する光の 50%未満を反射させるように構成されているフィルタ眼鏡。

20

【請求項 5】

請求項 1 記載のフィルタ眼鏡であって、左目ダイクロイックフィルタスタックが左目基板の片側、左目吸収フィルタ層のうち少なくとも幾層かが左目基板の他側にあり、右目ダイクロイックフィルタスタックが右目基板の片側、右目吸収フィルタ層のうち少なくとも幾層かが右目基板の他側にあるフィルタ眼鏡。

【請求項 6】

請求項 1 記載のフィルタ眼鏡であって、右目フィルタ及び左目フィルタのフィルタ層が、更に、抗反射被覆を形成する 1 個又は複数個のフィルタ層を含むフィルタ眼鏡。

【請求項 7】

請求項 6 記載のフィルタ眼鏡であって、その抗反射被覆が、対応するダイクロイックフィルタスタックの一部として形成されるフィルタ眼鏡。

30

【請求項 8】

請求項 1 記載のフィルタ眼鏡であって、左目ダイクロイックフィルタスタック及び右目ダイクロイックフィルタスタックが、誘電体、金属、金属酸化物、非金属酸化物、又はその組合せに該当する素材を真空堆積させた層を含むフィルタ眼鏡。

【請求項 9】

請求項 1 記載のフィルタ眼鏡であって、フィルタ層のうち少なくとも一層がナノ粒子溶液により堆積されているフィルタ眼鏡。

【請求項 10】

請求項 1 記載のフィルタ眼鏡であって、左目ダイクロイックフィルタスタック及び右目ダイクロイックフィルタスタックが素材押し出しで製造されているフィルタ眼鏡。

40

【請求項 11】

請求項 1 記載のフィルタ眼鏡であって、左目吸収フィルタ層、右目吸収フィルタ層又はその双方が吸収性顔料又は吸収性染料を含むフィルタ眼鏡。

【請求項 12】

請求項 1 記載のフィルタ眼鏡であって、左目吸収フィルタ層、右目吸収フィルタ層又はその双方がメタマテリアル又はフォトニック結晶を含むフィルタ眼鏡。

【請求項 13】

請求項 1 記載のフィルタ眼鏡であって、左目吸収フィルタ層及び右目吸収フィルタ層がナノ粒子を含むフィルタ眼鏡。

50

【請求項 14】

請求項 13 記載のフィルタ眼鏡であって、そのナノ粒子がウイルス又はタンパク質分子を含むフィルタ眼鏡。

【請求項 15】

請求項 1 記載のフィルタ眼鏡であって、左目光輻射器及び右目光輻射器が固体レーザ又は LED を含むフィルタ眼鏡。

【請求項 16】

請求項 1 記載のフィルタ眼鏡であって、前記左目光輻射器の左目スペクトル帯及び前記右目光輻射器の右目スペクトル帯の半値全幅帯域幅が 15 nm 未満であるフィルタ眼鏡。

【発明の詳細な説明】

10

【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ジタル立体投射システム、特にダイクロイック層及び吸収層を有する改良型の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。

20

【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。

30

【0004】

映画産業がデ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、スペクトルの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

40

50

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)スペクトルに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に対応する都合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。

10

【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。

20

【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。

30

【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。

40

【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

50

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 A_1 及び光源出射角幅 1 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 A_2 及び変調器入射角幅 2 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、光学系が光飢渴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、並びにスペクトルの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 Novalex 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 (Novalex (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 2008/151193 号明細書

【特許文献 20】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)

10

【非特許文献 2】Aydin et al., "Broadband polarization-independent resonant light absorption using ultrathin plasmonic super absorbers" (Nature Communications, p. 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)

20

【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、光飢渴が生じやすい。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。

30

【課題を解決するための手段】

【0018】

本発明は、左目像及び右目像を含む立体像を表示面上に表示させるデジタル立体表示システムで使用されるフィルタ眼鏡であって、その左目像が、対応する左目スペクトル帯で発光する複数個の狭帯域固体左目光輻射器によって生成され、右目像が、対応する右目スペクトル帯で発光する複数個の狭帯域固体右目光輻射器によって生成され、左目スペクトル帯が対応する右目スペクトル帯に対しスペクトル隣接且つ実質非重複であるフィルタ眼鏡において、

40

左目フィルタ、右目フィルタ、並びに右目フィルタが看者右目の面前、左目フィルタが看者左目の面前に位置することとなるよう右目フィルタ及び左目フィルタが実装されるフレームを備え、

左目フィルタが、表示面に対向する面である前面及びそれとは逆の側にある背面を有する左目基板、並びに左目基板の前面、背面又はその双方の上に位置する複数個のフィルタ層を有し、

右目フィルタが、表示面に対向する面である前面及びそれとは逆の側にある背面を有する右目基板、並びに右目基板の前面、背面又はその双方の上に位置する複数個のフィルタ層を有し、

50

左目フィルタのフィルタ層が、左目光輻射器からの光のうち60%以上を透過させる一方右目光輻射器からの光のうち60%以上を反射する左目ダイクロイックフィルタスタック、並びに左目光輻射器からの光が透過する割合が右目光輻射器からの光が透過する割合に比し大きい1個又は複数個の左目吸収フィルタ層を含み、

右目フィルタのフィルタ層が、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%以上を反射する右目ダイクロイックフィルタスタック、並びに右目光輻射器からの光が透過する割合が左目光輻射器からの光が透過する割合に比し大きい1個又は複数個の右目吸収フィルタ層を含み、

左目フィルタが、左目光輻射器からの光のうち50%以上を透過させると共に、その左目光輻射器からの透過光に比し右目光輻射器からの透過光の量が5%未満であり、

10

右目フィルタが、右目光輻射器からの光のうち50%以上を透過させると共に、その右目光輻射器からの透過光に比し左目光輻射器からの透過光の量が5%未満である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フレア光の量を抑えること、ひいては視覚的ノイズを抑え且つ画像コントラストを向上させることができる。

【0020】

本発明の一実施形態によれば、フィルタ眼鏡の背面で反射されたフレア光の量を抑えることもできる。これにより、その看者より後に着席している他の看者のフィルタ眼鏡による反射等により生じる光によって、看者の視覚的体験が悪影響を受けることを、防ぐことができる。

20

【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ンネル色スクローリングシーケンスを示す模式図である。

30

【図4A】デジタル立体投射システム内単一色チャンネル、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】デジタル立体投射システム内単一色チャンネル、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ンネルを3個有するデ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。

40

【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本のインテグレーション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個の色チャン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

50

ロールデジタル立体投射システムの模式図である。

【図 1 0】3 個の色チャン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ジタル立体投射システムの模式図である。

【図 1 1 A】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 1 1 B】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 1 2 A】図 1 1 A 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 1 2 B】図 1 1 B 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 1 3】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 1 4】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 1 5 A】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 1 5 B】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 1 6 A】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 1 6 B】図 1 6 A 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 1 6 C】図 1 6 A 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 1 6 D】図 1 6 A 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 1 7 A】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 1 7 B】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 1 7 C】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 1 7 D】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 1 8】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 1 9 A】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 1 9 B】図 1 9 A 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 1 9 C】図 1 9 A 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 1 9 D】図 1 9 A 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 2 0 A】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 2 0 B】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 2 1 A】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 2 1 B】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 2 1 C】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 2 2】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

10

20

30

40

50

。

【図 2 3】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 2 4】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 2 5】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（635 nm 等）や発光波長域（630 ~ 640 nm 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」とであるという場合、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

10

20

30

40

50

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ン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ン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、色別のチャンネル、一般にはR、G及びBの各色チャンネルが設けられる。空間光変調器は各チャン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ンネル毎に、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、個々の色チャン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ン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ンネル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

10

20

30

40

50

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、色チャンネルを赤色チャンネル 40r、緑色チャンネル 40g 及び青色チャンネル 40b の 3 個有するデジタル立体投射システム 100 を模式的に示す。赤色チャンネル 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、緑色チャンネル 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、青色チャンネル 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

10

20

30

40

50

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 4 A 及び図 4 B 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 6 A 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 6 A の構成は、例えば、図 4 B に示した構成の色チャネルで使用される。

【0048】

図 6 A 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 0 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 38 e 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 6 B 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 4 A 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 6 C 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 にインテグレーション

グバー 5 8 が備わっている。照明光学系 9 0 は、レンズ 4 8 を複数個有する第 1 段 9 4 と、同じくレンズ 4 8 を複数個有する第 2 段 9 6 とに分かれている。この例では、第 1 段 9 4 内のレンズ 4 8 が、インテグレーティングバー 5 8 の出射面とプリズム 5 2 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 9 6 内のレンズ 4 8 も、プリズム 5 2 ・空間光変調器 6 0 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 8 2 はダイクロイック面 8 4 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 6 0 を照明するのに使用されている。

【 0 0 5 1 】

図 6 C 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：C o n n e r) 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。

【 0 0 5 2 】

回転プリズム等の屈折素子は、ビーム走査器 5 0 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 6 A ~ 図 6 C 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。

【 0 0 5 3 】

ビーム走査器 5 0 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。

【 0 0 5 4 】

ビーム走査器 5 0 を複数個使用する場合、全ビーム走査器 5 0 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 5 0 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 5 2 を駆動する構成にすればよい。また、単一の回転プリズム 5 2 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 5 2 で転向させる構成や、そのプリズム 5 2 上の互いに異なる部分で光ビームを転向させる構成(図 6 B 参照)にすればよい。

【 0 0 5 5 】

図 4 A、図 4 B 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 4 6 を用い空間光変調器 6 0 を照明するようにすればよい。そのビーム結合器 4 6 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。

【 0 0 5 6 】

ユニフォマイジング光学系 4 4 には、光源 4 2 a 及び 4 2 b 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 6 0 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

10

20

30

40

50

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對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對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免的に角度に敏感で、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オーダーである。これは理想的に見えるが、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。

10

【0063】

図9に、投射光学系70に関し共通光路を使用するデジタル立体投射システム100を模式的に示す。このデジタル立体投射システムには、赤色チャンネル40r、緑色チャンネル40g及び青色チャンネル40bが備わっている。各色チャンネルには、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。各色チャンネルには、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。こうした用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。

20

30

【0064】

各成分色チャン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。

40

【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ンネル当たり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ン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。

50

【 0 0 6 7 】

図 1 0 に、別例に係るデジタル立体投射システム 1 1 0、特に左目像形成システム 4 1 L に係る空間光変調器 6 0 L と右目像形成システム 4 1 R に係る空間光変調器 6 0 R 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 4 1 L には、各成分色スペクトル (R 1、G 1 及び B 1) 毎に 1 個ずつ、都合 3 個の左目光源 4 3 L が備わっている。同様に、右目像形成システム 4 1 R には、各成分色スペクトル (R 2、G 2 及び B 2) 毎に 1 個ずつ、都合 3 個の右目光源 4 3 R が備わっている。各右目光源 4 3 R は、対応する左目光源 4 3 L に対しスペクトル隣接である。

【 0 0 6 8 】

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 4 4、ビーム走査光学系 9 2、照明光学系 9 0 及びダイクロイック面 6 8 を備えており、ダイクロイック面 6 8 の働きで走査光ビームが空間光変調器 6 0 L 及び 6 0 R 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 4 1 L が、それぞれ R、G 及び B スペクトル帯域 (R 1、G 1 及び B 1) に対応する都合 3 通りの走査帯域光 3 4 r、3 4 g 及び 3 4 b を発生させる。同様に、右目像形成システム 4 1 R は、それぞれ R、G 及び B スペクトル帯域 (R 2、G 2 及び B 2) に対応する都合 3 通りの走査帯域光 3 5 r、3 5 g 及び 3 5 b を発生させる。

【 0 0 6 9 】

コントローラシステム (図示せず) は、左目像形成システム 4 1 L 内空間光変調器 6 0 L 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 (R 1、G 1 及び B 1) 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、対応する色チャン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 4 1 R 内空間光変調器 6 0 R 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 (R 2、G 2 及び B 2) 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、対応する色チャンネルに係る画像データに従い変調される。

【 0 0 7 0 】

ダイクロイック結合器 8 2 に備わるダイクロイック面 8 4 は、左目像形成システム 4 1 L からのイメージング光並びに右目像形成システム 4 1 R 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 7 0 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 8 4 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 4 3 R 由来のイメージング光に相応するスペクトル帯域 (R 2、G 2 及び B 2) の光を透過させる一方、左目光源 4 3 L 由来のイメージング光に相応するスペクトル帯域 (R 1、G 1 及び B 1) 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 8 4 として使用可能なスペクトルコームフィルタをもたらず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。

【 0 0 7 1 】

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

10

【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

20

【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 R_1 、 G_1 、 B_1 及び左目用スペクトル帯 R_2 、 G_2 、 B_2 の配置を示す。各スペクトル帯の中心波長は R_1 、 G_1 、 B_1 、 R_2 、 G_2 、 B_2 、帯域幅は W_{R_1} 、 W_{G_1} 、 W_{B_1} 、 W_{R_2} 、 W_{G_2} 、 W_{B_2} 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（ $B_1 < B_2 < G_1 < G_2 < R_1 < R_2$ ）。

30

【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。

40

【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。

50

【 0 0 7 6 】

図 1 1 B 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 R_1 , G_1 , B_1 及び左目用スペクトル帯 R_2 , G_2 , B_2 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 ($B_1 < B_2 < G_2 < G_1 < R_1 < R_2$)。スペクトル帯 G_1 及び G_2 の配置を、図 1 1 A に示した順ではなく図 1 1 B 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。

【 0 0 7 7 】

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、各色チャン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、各色チャン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。

【 0 0 7 8 】

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。

【 0 0 7 9 】

フィルタ眼鏡 7 4 (図 5) に備わる右目フィルタ 7 6 R 及び左目フィルタ 7 6 L 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 1 2 A に、右目フィルタ 7 6 R の透過率 (右目フィルタ透過率 7 8 R) 及び左目フィルタ 7 6 L の透過率 (左目フィルタ透過率 7 8 L) の例を示す。この例は、図 1 1 A 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 7 8 R は、右目用スペクトル帯 R_1 , G_1 , B_1 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 R_2 , G_2 , B_2 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 7 8 L は、左目用スペクトル帯 R_2 , G_2 , B_2 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 R_1 , G_1 , B_1 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 7 8 R 及び左目フィルタ透過率 7 8 L 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 7 7 B 及び 1 個のコンティギュアスなエッジフィルタ透過帯 7 7 E 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。

【 0 0 8 0 】

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 7 6 R 及び左目フィルタ 7 6 L 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 7 6 R 及び左目フィル

10

20

30

40

50

タ 7 6 L 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。

【 0 0 8 1 】

図 1 2 B に、右目フィルタ 7 6 R の透過率（右目フィルタ透過率 7 9 R ）及び左目フィルタ 7 6 L の透過率（左目フィルタ透過率 7 9 L ）の別例を示す。この例は、図 1 1 B 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 1 2 B に示した特性は、図 1 2 A 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 7 8 R 及び左目フィルタ透過率 7 8 L が、いずれも、1 個の帯域通過フィルタ透過帯 7 7 B 及び 1 個のエッジフィルタ透過帯 7 7 E 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 G 1 ・右目赤色スペクトル帯 R 1 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 B 2 ・左目緑色スペクトル帯 G 2 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 1 2 A に示した配置では 5 個であるのに対し、図 1 2 B 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 7 4 は大量に製造する必要があるからである。図 1 2 B 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。

【 0 0 8 2 】

フィルタ眼鏡 7 4（図 5）に備わる右目フィルタ 7 6 R 及び左目フィルタ 7 6 L 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 7 6 L、右目フィルタ 7 6 R 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 1 2 A 中の右目フィルタ透過率 7 8 R 及び左目フィルタ透過率 7 8 L や図 1 2 B 中の右目フィルタ透過率 7 9 R 及び左目フィルタ透過率 7 9 L 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。

【 0 0 8 3 】

また、左目フィルタ 7 6 L、右目フィルタ 7 6 R 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、熱プラスチックファイニ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。

【 0 0 8 4 】

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 7 6 R を透過する光のうち左目光輻射器 1 2 L に発する光の量を、右目フィルタ 7 6 R を透過する光のうち右目光輻射器 1 2 R 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 7 6 L を透過する光のうち右目光輻射器 1 2 R に発する光の量を、左目フィルタ 7 6 L を透過する

光のうち左目光輻射器 1 2 L 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。

【 0 0 8 5 】

図 1 3 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 R 1 及び左目赤色スペクトル帯 R 2 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 7 9 L は、左目赤色スペクトル帯 R 2 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 R 1 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 7 5 がある。この領域では、右目赤色スペクトル帯 R 1 に属する光の少量が、左目フィルタ透過率 7 9 L 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。

10

【 0 0 8 6 】

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 】

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

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

20

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、 $P_L(\quad)$ 及び $P_R(\quad)$ はそれぞれ左目光輻射器 1 2 L 又は右目光輻射器 1 2 R に発する光のスペクトルパワー分布、 $T_L(\quad)$ 及び $T_R(\quad)$ はそれぞれ左目フィルタ 7 6 L 又は右目フィルタ 7 6 R 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 (1 A) 及び (1 B) 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。

30

【 0 0 8 7 】

デジタル立体投射システム 1 1 0 (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。

40

【 0 0 8 8 】

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とき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にデ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 1 3 中の S は、右目赤色スペクトル帯 R 1 ・左目赤色スペクトル帯 R 2 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。

50

【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。

10

【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に、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、例えば緑色チャンネルスペクトル帯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。)

20

【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、交差的に生じるように、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。

30

40

【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

50

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 15 A 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 15 A 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 76 R 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 76 R 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 66 F 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 66 F は表示面 72 に対向しており、その裏面即ち背面 66 R 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 196 R 及び左目像データを運ぶ左目入射光 196 L がある。右目入射光 196 R の多くは右目フィルタ 76 R を透過し、透過した光即ち右目透過光 198 R 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 196 L の多くは、左目反射光 197 L 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 76 L (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 76 R の背面 66 R に入射する。この光(図中の左目入射光 186 L)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 187 L 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 76 L (図 15 A 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 15 B に、図 15 A 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 66 R 上に存する構成を示す。その右目フィルタ 76 R の挙動は全体として図 15 A 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 16 A に、典型的な右目ダイクロイックフィルタ透過率 170 R 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 170 R 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 16 B は、右目ダイクロイックフィルタ透過率 170 R を呈する右目フィルタ 76 R 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 175 R 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 175 L となっている。前述の通り、左目透過光 175 L 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 ()) は、大凡、

10

20

30

40

50

$$R_D(\quad) = (1 - T_D(\quad)) \quad (2)$$

に等しい。この式中、 $T_D(\quad)$ 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

10

20

30

40

50

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 E x c i t o n から入手可能な A B S 647 及び A B S 658、米国ペンシルバニア州シンプソン所在の G e n t e x C o r p . から入手可能な F i l t r o n A S e r i e s 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。

10

【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ゾ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。

20

【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。

30

【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。

40

【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。

50

【 0 1 1 6 】

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 8 6、吸収フィルタ層 8 7 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 8 6 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。

【 0 1 1 7 】

図 1 8 に、吸収フィルタ層 8 7 (図 1 7 A) が呈しうる右目吸収フィルタ透過率 1 7 2 R の例を、図 1 6 A に示した右目ダイクロイックフィルタ透過率 1 7 0 R 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 8 6 及び吸収フィルタ層 8 7 を図 1 7 A 又は図 1 7 B 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 () は次の式

$$T_H() = T_D() T_A() \quad (3)$$

で求まる。この式中、 T_D () はダイクロイックフィルタ透過率、 T_A () 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 () は次の式

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

で求まる。この式中、 R_D () 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 $1 - T_D$ () に等しい。この等式は、反射光が吸収フィルタ層 8 7 を透過し、ダイクロイックフィルタスタック 8 6 によって反射され、吸収フィルタ層 8 7 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。

【 0 1 1 8 】

図 1 9 A に、式 (3) を用い図 1 8 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 1 7 3 R を示す。右目ハイブリッドフィルタ透過率 1 7 3 R は一組の右目用スペクトル帯 R 1 , G 1 , B 1 及び一組の左目用スペクトル帯 R 2 , G 2 , B 2 上に重畳されている。図 1 6 A に図 1 9 A を照らすと、右目ハイブリッドフィルタ透過率 1 7 3 R が右目ダイクロイックフィルタ透過率 1 7 0 R によく似ていることがわかる。

【 0 1 1 9 】

図 1 9 B は、右目ハイブリッドフィルタ透過率 1 7 3 R のもとで右目フィルタ 7 6 R 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 8 1 % が右目透過光 1 7 5 R となっている。これは、図 1 6 B に示した例即ちダイクロイックオン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 1 7 5 L になっていない。これは、ダイクロイックオンの構成に比べ、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。

【 0 1 2 0 】

図 1 9 C 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 1 7 4 R を示す。図 1 6 C と比較すると、左目用スペクトル帯 R 2 , G 2 , B 2 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。

【 0 1 2 1 】

図 1 9 D は、右目ハイブリッドフィルタ反射率 1 7 4 R のもとで右目フィルタ 7 6 R 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 1 7 6 R、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 1 7 6 L となっている。これは、ダイクロイックオンの構成に比べ、左目反射光の量が 1 2 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 7 4 からの反射によるフレア光の量が顕著に低減される。

【 0 1 2 2 】

注記すべきことに、吸収フィルタ層 8 7 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 1 2 A 及び図 1 9 A ~ 図 1 9 D 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 1 2 B 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 8 6 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 8 7 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。

【 0 1 2 3 】

先に述べた通り、他の看者がまとっているフィルタ眼鏡 7 4 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 2 0 A 及び図 2 0 B に、表示面 7 2 からの入射光 2 3 0 の一部が後の看者 1 6 0 がまとっているフィルタ眼鏡 7 4 によって反射され、その反射光 2 3 5 が前の看者 1 6 2 がまとっているフィルタ眼鏡 7 4 の背面に入射している状況を示す。図 1 5 A 及び図 1 5 B を参照して説明した通り、この光の一部は前の看者 1 6 2 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 1 6 0 及び前の看者 1 6 2 の頭部が同じ高さにあるか（図 2 0 A ）それとも異なる高さにあるか（図 2 0 B ）によって強弱が生じる。一般的な座席配置の場合、図 2 0 B に示すように、前の看者 1 6 2 の頭部は後の看者 1 6 0 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 7 4 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 1 6 0 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 1 6 2 が後の看者 1 6 0 の直前且つ同レベルにいる場合、前の看者 1 6 2 がまとっている機能的に同様なフィルタ眼鏡 7 4 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 7 4 の反射光が前の看者 1 6 2 に係るフィルタ眼鏡 7 4 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。

【 0 1 2 4 】

図 2 1 A 及び図 2 1 B に、本発明の一実施形態に係るフィルタ眼鏡 2 0 0 を示す。この眼鏡 2 0 0 は、右目フィルタ 7 6 R 及び左目フィルタ 7 6 L 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 2 1 A はフィルタ眼鏡 2 0 0 の側面図、図 2 1 B は斜視図である。この眼鏡 2 0 0 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 2 0 0 の装着者の前に着席している別の看者や表示面 7 2 （図 2 0 A ）から離れる方向に進んでいく。フレーム 2 1 0 に備わるリム 2 1 5 の働きで、右目フィルタ 7 6 R 及び左目フィルタ 7 6 L が鉛直方向に対し傾斜角 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 2 0 0 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。

【 0 1 2 5 】

通常の看取環境では、傾斜角 を約 $5 \sim 20^\circ$ にするのが望ましい。フィルタ眼鏡 2 0 0 装着者・表示面 7 2 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 7 2 の下部に発した光がフィルタ眼鏡 2 0 0 に水平線より約 14° 下の方向から入射する一方、表示面 7 2 の上部に発した光がフィルタ眼鏡 2 0 0 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 7 2 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 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。

【 0 1 2 6 】

左目フィルタ 7 6 L 及び右目フィルタ 7 6 R 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。

【 0 1 2 7 】

実施に当たっては、左目フィルタ 7 6 L 及び右目フィルタ 7 6 R 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 2 2 0 をフレーム 2 1 0 に付設するのが望ましい。好ましくは、リム 2 1 5 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 を付与するようにする。また、図 2 1 C に示すように、フレーム 2 1 0 にヒンジ機構 2 2 5 を設け、リム 2 1 5 の枢動で傾斜角 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。

10

【 0 1 2 8 】

図示例では、左目フィルタ 7 6 L 及び右目フィルタ 7 6 R 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 7 6 L 及び右目フィルタ 7 6 R 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。

【 0 1 2 9 】

図 2 2 及び図 2 3 に、本発明の一実施形態に係るフィルタ眼鏡 2 0 0 を後の看者 1 6 0 及び前の看者 1 6 2 が装着している状況を示す。フィルタ眼鏡 2 0 0 のリム 2 1 5 は、左目フィルタ 7 6 L 及び右目フィルタ 7 6 R 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 7 2 (図 2 2 では省略) からの入射光 2 3 0 が後の看者 1 6 0 のフィルタ眼鏡 2 0 0 に備わる左目フィルタ 7 6 L 及び右目フィルタ 7 6 R によって反射されることにより生じる反射光 2 3 5 が、他の看者例えば前の看者 1 6 2 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 1 6 0 に係るフィルタ眼鏡 2 0 0 からの反射光 2 3 5 が、前の看者 1 6 2 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 2 3 5 が表示面 7 2 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。

20

【 0 1 3 0 】

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 2 4 に、赤色可調光輻射器 1 5 2 r 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 1 4 0 r の構成を模式的に示す。赤色可調光輻射器 1 5 2 r 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 1 5 2 r から輻射される光は右目像形成用のスペクトル帯 R 1 に属する光であり、第 2 の状態にて赤色可調光輻射器 1 5 2 r から輻射される光は左目像形成用のスペクトル帯 R 2 に属する光である。タイミングチャート 1 5 4 に示すように、コントローラシステム 8 0 は、所定の時間的シーケンスに従い赤色可調光輻射器 1 5 2 r を制御しスペクトル帯 R 1 及び R 2 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 1 5 2 r の色状態は、高速例えば約 6 0 H z でスイッチングさせるようにする必要がある。

30

40

【 0 1 3 1 】

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 4 4 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 6 0 に入射する。空間光変調器 6 0 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 8 0 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 7 0 を用い表示面 7 2 上に投射される。

【 0 1 3 2 】

図 2 5 に、赤色イメージングチャネル 1 4 0 r 、緑色イメージングチャネル 1 4 0 g 及

50

び青色イメージングチャンネル 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、それぞれ緑色チャンネル及び青色チャンネルで使用される。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、50 psec（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る。

10

【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が製造しているデジタル光プロセッサ(DLP;登録商標,デ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。

20

【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。

30

【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 インテグレーションバー、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、9

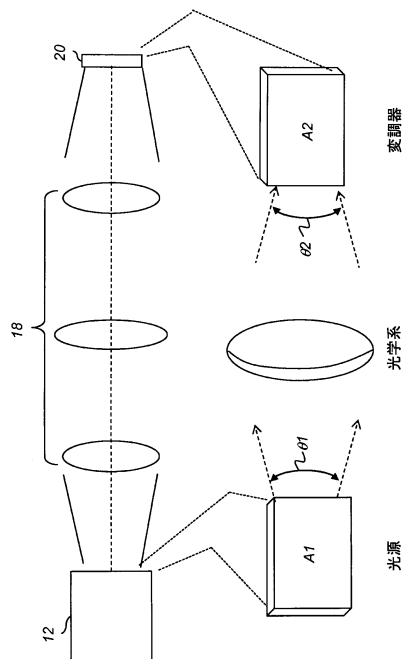
40

50

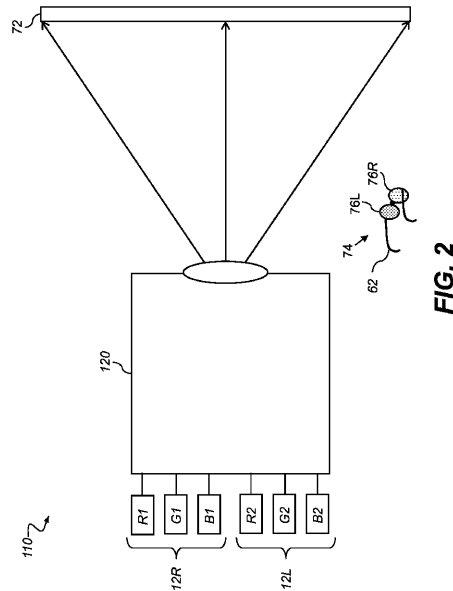
2 ビーム走査光学系、94 第1段、96 第2段、100, 110 デジタル立体
 投射システム、120 プロジェクタ装置、130, 135 グラフ、140b 青色イ
 メージングチャンネル、140g 緑色イメージングチャンネル、140r 赤色イメージ
 ングチャンネル、150 立体イメージングシステム、152b 青色可調光輻射器、152
 g 緑色可調光輻射器、152r 赤色可調光輻射器、154 タイミングチャート、1
 60 後の看者、162 前の看者、170R 右目ダイクロイックフィルタ透過率、1
 71R 右目ダイクロイックフィルタ反射率、172R 右目吸収フィルタ透過率、17
 3R 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、17
 6L, 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、 傾斜
 角、 1 光源出射角幅、 2 変調器入射角幅。

10

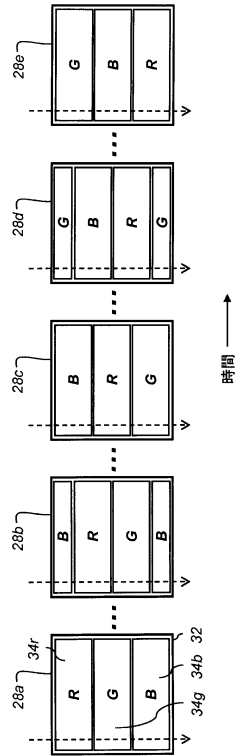
【図1】



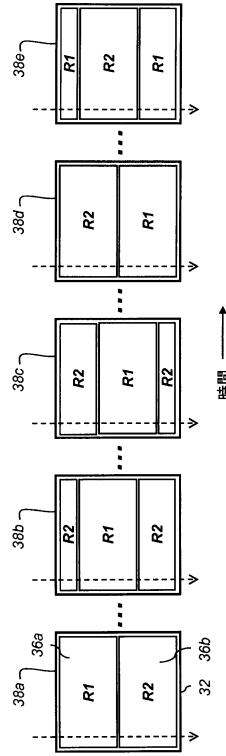
【図2】



【 図 3 A 】



【 図 3 B 】



【 図 4 A 】

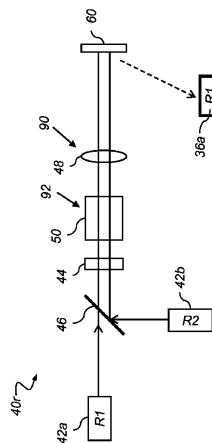


FIG. 4A

【 図 4 B 】

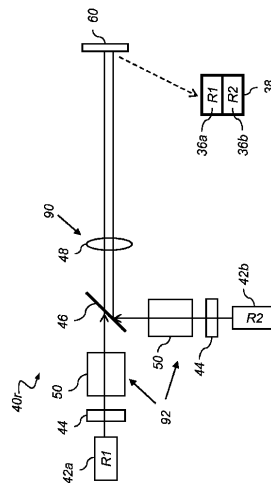
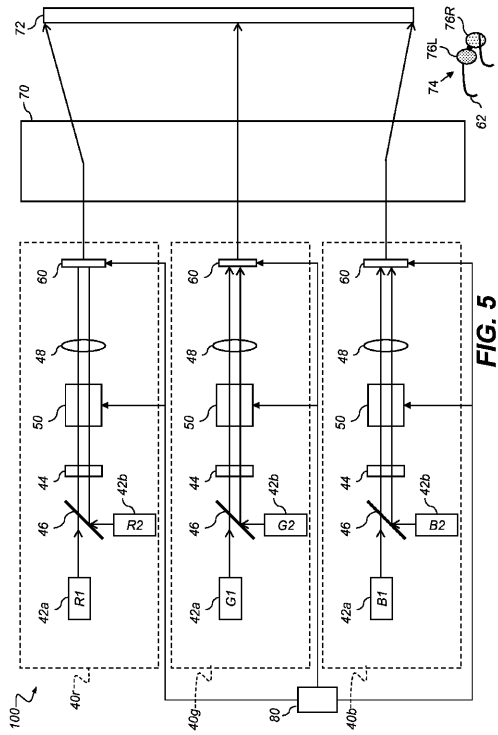
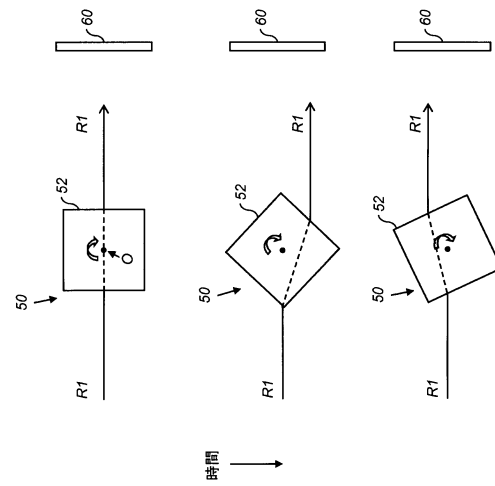


FIG. 4B

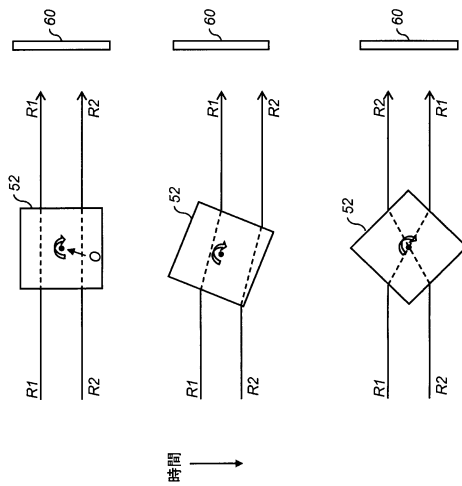
【図 5】



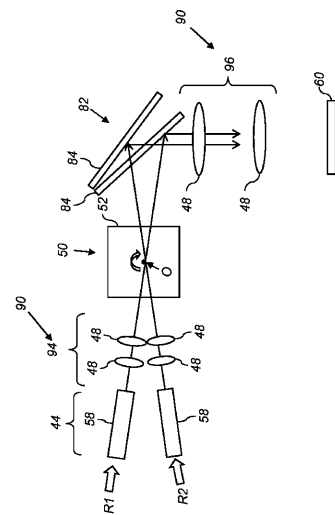
【図 6 A】



【図 6 B】



【図 6 C】



【図 7 A】

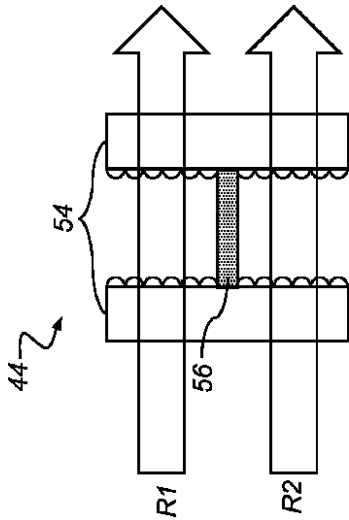


FIG. 7A

【図 7 B】

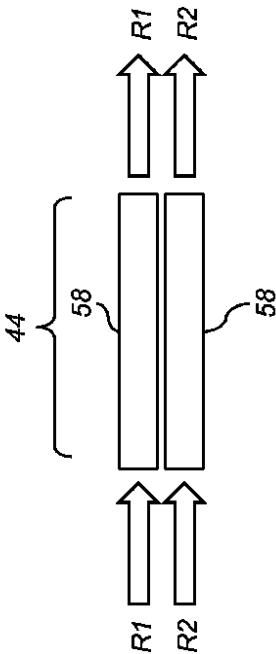


FIG. 7B

【図 8】

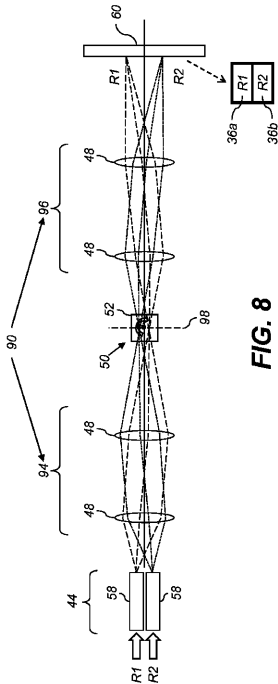


FIG. 8

【図 9】

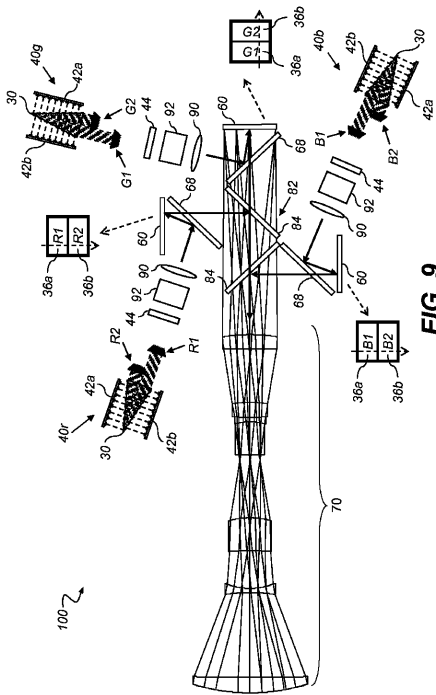


FIG. 9

【図 10】

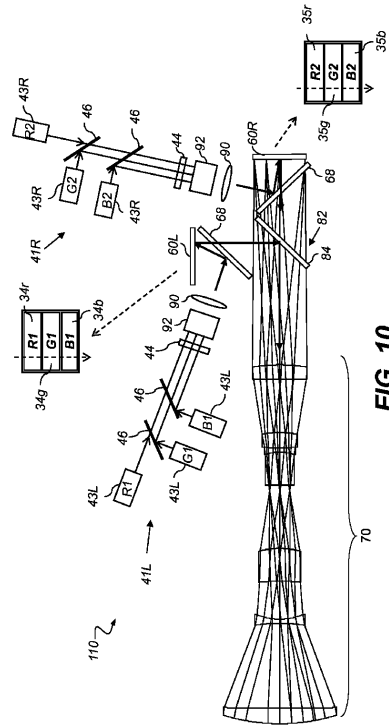
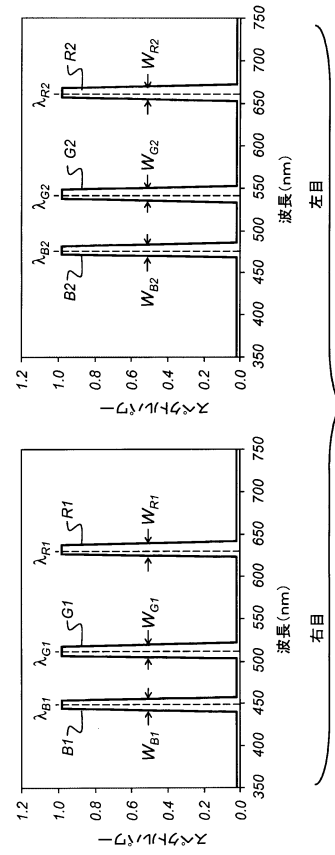
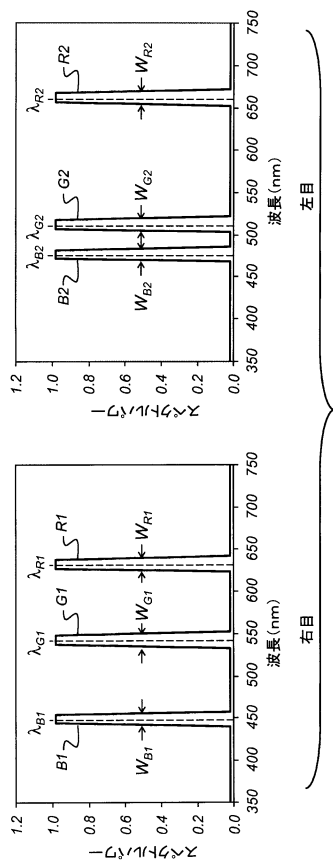


FIG. 10

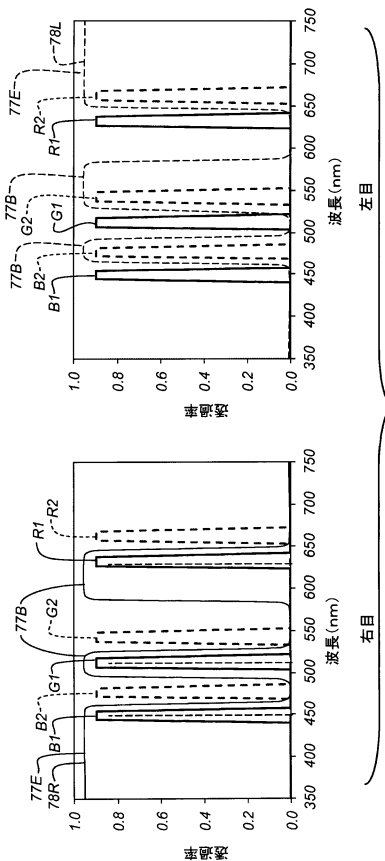
【図 11 A】



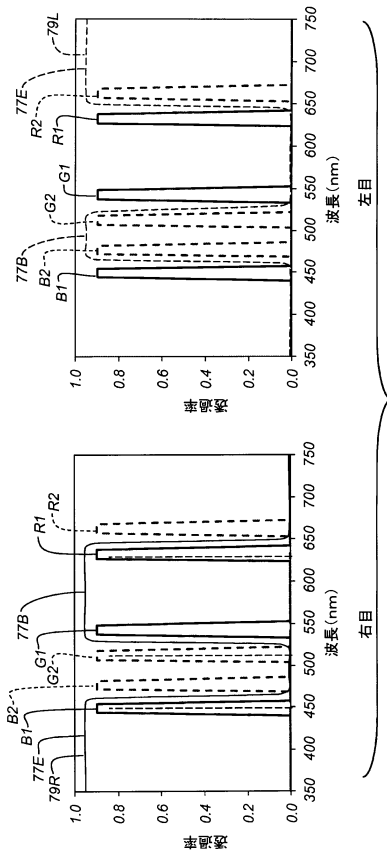
【図 11 B】



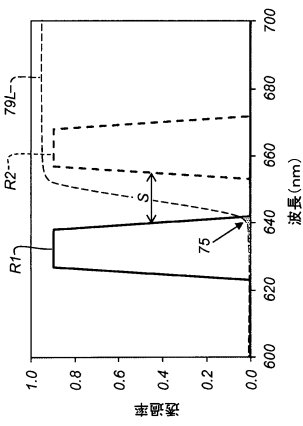
【図 12 A】



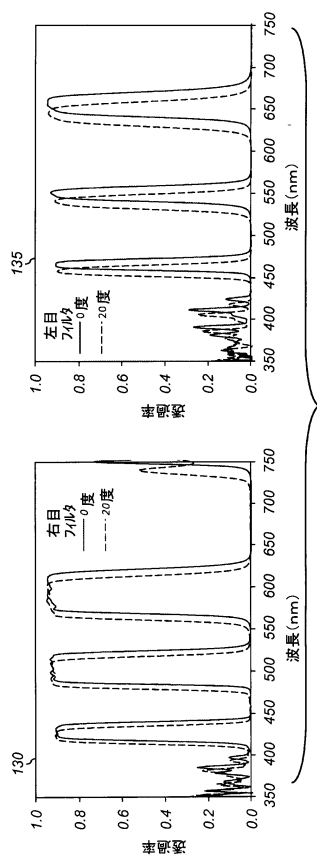
【図 1 2 B】



【図 1 3】



【図 1 4】



【図 1 5 A】

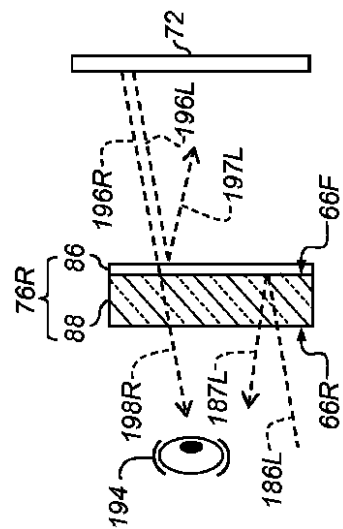


FIG. 15A

【図 15 B】

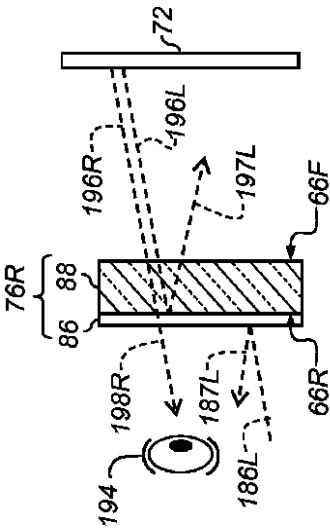
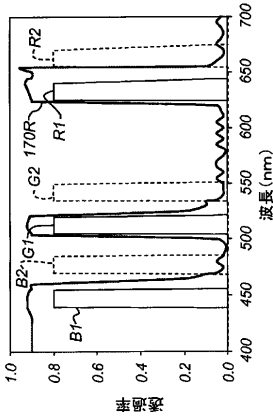
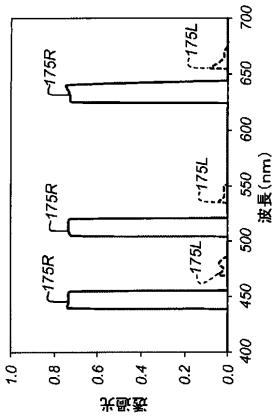


FIG. 15B

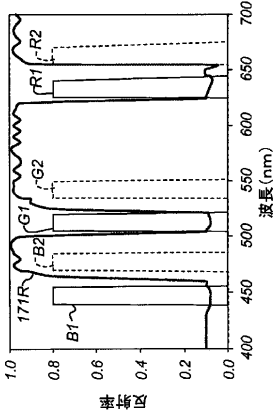
【図 16 A】



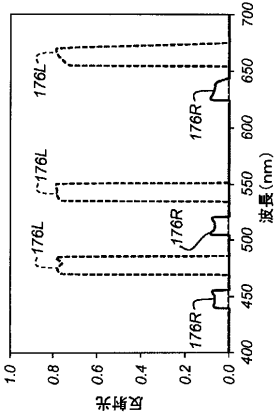
【図 16 B】



【図 16 C】



【図 16D】



【図 17A】

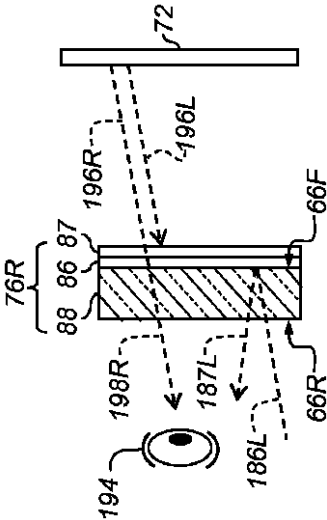


FIG. 17A

【図 17B】

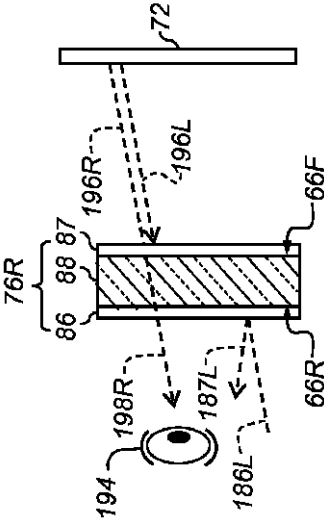


FIG. 17B

【図 17C】

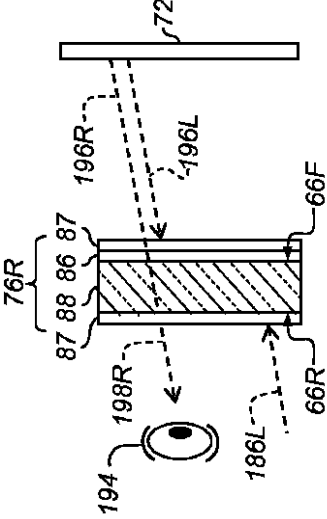


FIG. 17C

【図 17 D】

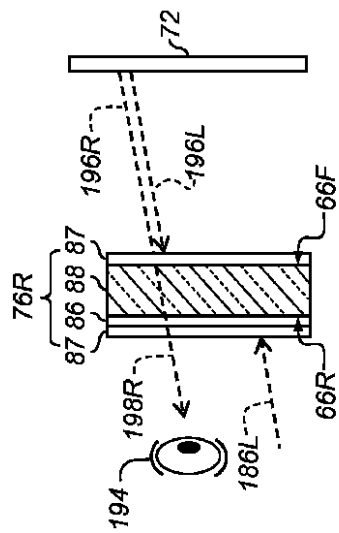
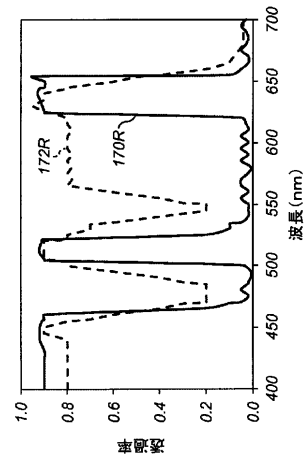
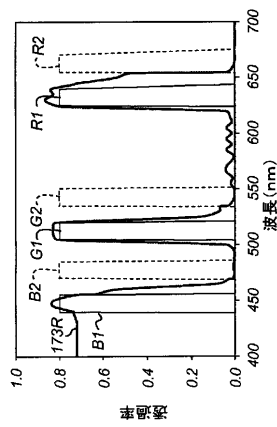


FIG. 17D

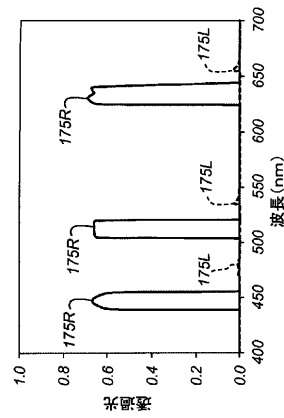
【図 18】



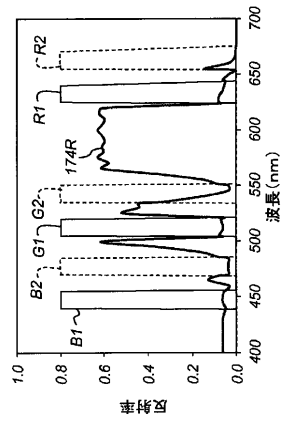
【図 19 A】



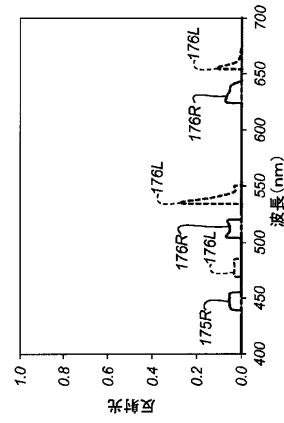
【図 19 B】



【図 19C】



【図 19D】



【図 20A】

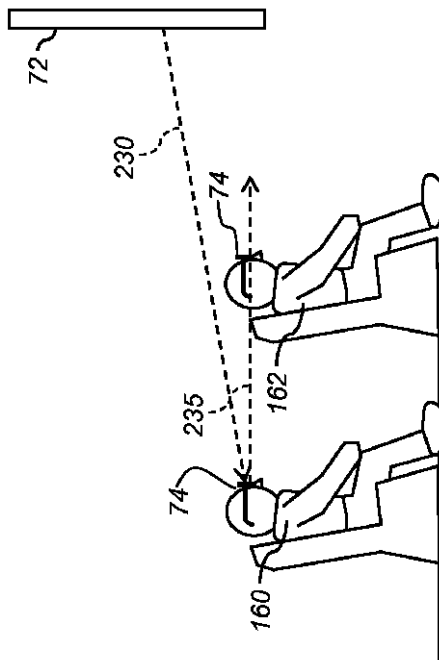


FIG. 20A

【図 20B】

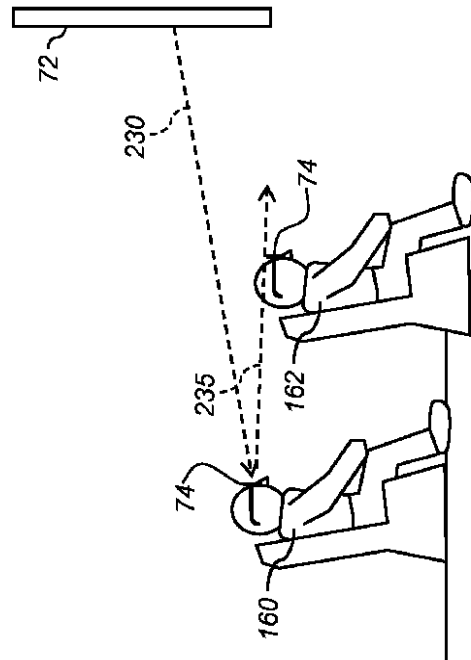
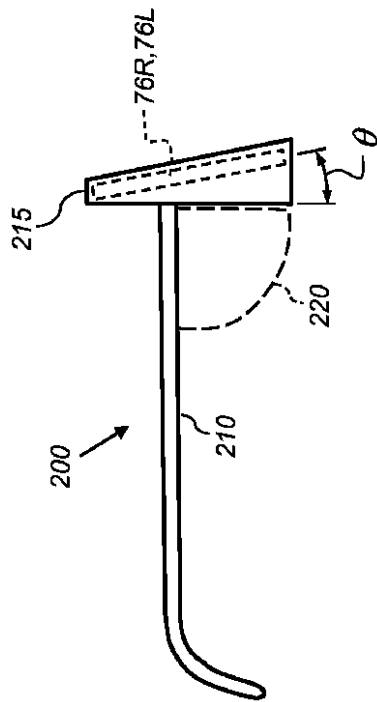
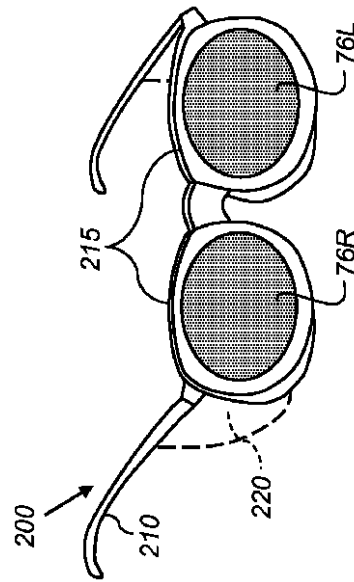


FIG. 20B

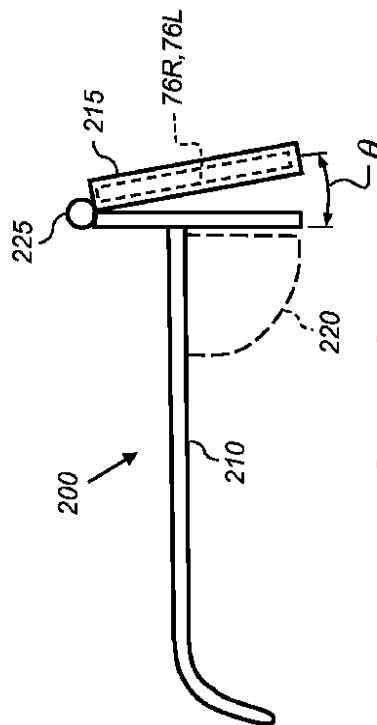
【図 21A】

**FIG. 21A**

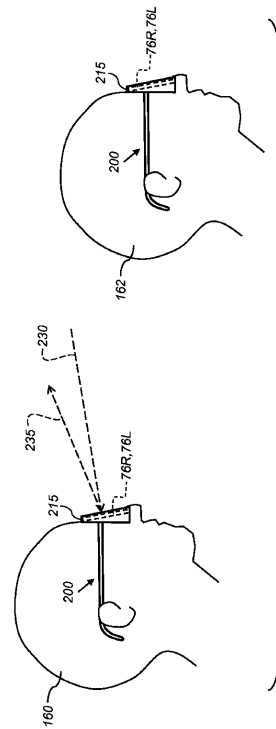
【図 21B】

**FIG. 21B**

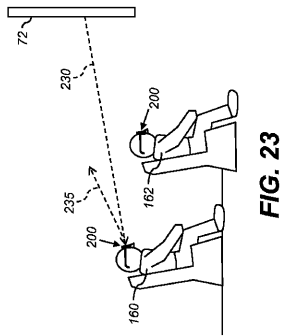
【図 21C】

**FIG. 21C**

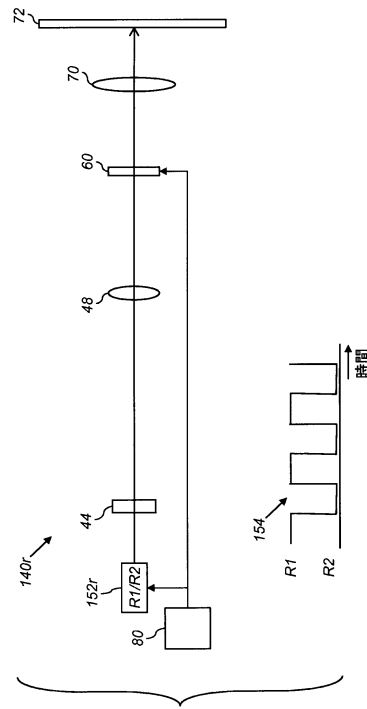
【図 22】

**FIG. 22**

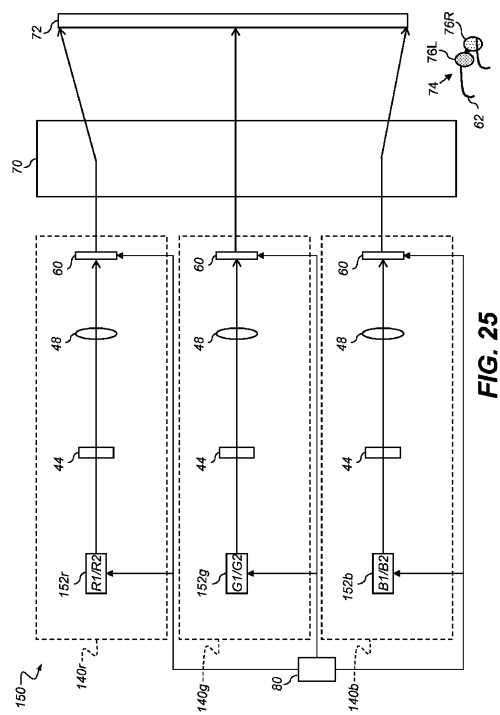
【図 23】



【図 24】



【図 25】



フロントページの続き

(56)参考文献 米国特許出願公開第2011/0063726(US,A1)
米国特許第06283597(US,B1)
米国特許出願公開第2007/0247709(US,A1)
米国特許出願公開第2008/0151193(US,A1)
特表2011-517784(JP,A)
特表2002-509281(JP,A)
特開2004-333561(JP,A)
特開平02-078393(JP,A)
特開昭62-197721(JP,A)
国際公開第2009/045451(WO,A1)
特開昭61-144691(JP,A)
特開2009-229645(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B	27/22	-	27/26
G02B	5/20	-	5/28
G02C	1/00	-	13/00
G03C	5/00	-	11/24
H04N	13/04		