

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3642736号

(P3642736)

(45) 発行日 平成17年4月27日(2005.4.27)

(24) 登録日 平成17年2月4日(2005.2.4)

(51) Int. Cl.⁷

G02B 27/22

F I

G02B 27/22

請求項の数 16 (全 19 頁)

(21) 出願番号	特願2000-548766 (P2000-548766)	(73) 特許権者	000005049 シャープ株式会社 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
(86) (22) 出願日	平成11年5月11日(1999.5.11)	(74) 代理人	100078282 弁理士 山本 秀策
(65) 公表番号	特表2002-514788 (P2002-514788A)	(72) 発明者	モセリー, リチャード ロバート イギリス国 アールエイチ12 5エフキ ュー ウエスト サセックス, ホーシャ ム, トレフォイル クロス 18
(43) 公表日	平成14年5月21日(2002.5.21)	(72) 発明者	ウッドゲイト, グラハム ジョン イギリス国 アールジー9 1エイチエフ オックスフォードシャー, ヘンリー オンテムズ, ビカレイジ ロード 9
(86) 国際出願番号	PCT/JP1999/002434		
(87) 国際公開番号	W01999/059021		
(87) 国際公開日	平成11年11月18日(1999.11.18)		
審査請求日	平成14年1月11日(2002.1.11)		
(31) 優先権主張番号	9810034.0		
(32) 優先日	平成10年5月12日(1998.5.12)		
(33) 優先権主張国	英国 (GB)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 指向性ディスプレイ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

空間光変調器と、
 該空間光変調器を介して所定の方向に光を指向する指向性照明システムと、
 該空間光変調器に関連するパララックスオプティックと、
 を含む指向性ディスプレイであって、
 該空間光変調器、該指向性照明システム、および該パララックスオプティックが協働して、複数の現実の観察ウィンドウを形成し、

該指向性照明システムは、該所定の方向に指向された光によって、該複数の現実の観察ウィンドウの面に複数の第1の概念上の観察ウィンドウを形成し、該複数の第1の概念上の観察ウィンドウの各々は、第1の横方向の範囲を有し、該所定の方向に指向された光は、該パララックスオプティックに入射され、

該パララックスオプティックは該空間光変調器と協働して、該複数の現実の観察ウィンドウの面に複数の第2の概念上の観察ウィンドウを形成し、該複数の第2の概念上の観察ウィンドウの各々は、第2の横方向の範囲を有し、

該複数の現実の観察ウィンドウの各々は、該第1の横方向の範囲および該第2の横方向の範囲の積に等しく、且つ、該第1の横方向の範囲および該第2の横方向の範囲よりも小さい横方向の範囲を有する、指向性ディスプレイ。

【請求項2】

前記指向性照明システムが、少なくとも1つの照明源およびイメージングシステムを含

10

20

む、請求項 1 に記載の指向性ディスプレイ。

【請求項 3】

前記指向性照明システムが複数の個別の光源を含む、請求項 2 に記載の指向性ディスプレイ。

【請求項 4】

前記イメージングシステムがフィールドレンズを含む、請求項 3 に記載の指向性ディスプレイ。

【請求項 5】

前記指向性照明システムが、前記照明源を規定する、バックライトと複数のスリットを有するマスクとを含む、請求項 2 に記載の指向性ディスプレイ。

10

【請求項 6】

前記スリット間の前記マスクの領域が、前記バックライトに向かって反射を行う、請求項 5 に記載の指向性ディスプレイ。

【請求項 7】

前記イメージングシステムがレンチキュラスクリーンを含む、請求項 5 に記載の指向性ディスプレイ。

【請求項 8】

前記レンチキュラスクリーンの各レンチキュールが 1 群のスリットと協働して、それぞれの観察ウィンドウにおける、複数のローブ内で、該スリットをイメージングする、請求項 7 に記載の指向性ディスプレイ。

20

【請求項 9】

前記イメージングシステムは少なくとも 1 つのホログラフィー光学素子を含む、請求項 2 に記載の指向性ディスプレイ。

【請求項 10】

前記照明源は平行光を生成する光源を含む、請求項 9 に記載の指向性ディスプレイ。

【請求項 11】

前記観察ウィンドウは横方向に隣接している、請求項 2 に記載の指向性ディスプレイ。

【請求項 12】

前記観察ウィンドウは、横方向に隣接する観察ウィンドウの、横方向に間隔を空けた対を含む、請求項 2 に記載の指向性ディスプレイ。

30

【請求項 13】

前記パララックスオプティックは、パララックスバリアを含む、請求項 1 に記載の指向性ディスプレイ。

【請求項 14】

前記空間光変調器が、第 1 の空間光変調器および第 2 の空間光変調器を含み、
前記パララックスオプティックが、該第 1 の空間光変調器と協働する第 1 のパララックスオプティックおよび該第 2 の空間光変調器と協働する第 2 のパララックスオプティックを含み、

前記指向性ディスプレイが、該第 1 の空間光変調器からの出力光と該第 2 の空間光変調器からの出力光とを合わせるビーム結合器を含む、請求項 1 に記載の指向性ディスプレイ

40

【請求項 15】

前記照明システムは、複数の個別の光源と、該光源からの光を前記第 1 の空間光変調器および前記第 2 の空間光変調器に向かって指向するビームスプリッタとを含む、請求項 14 に記載の指向性ディスプレイ。

【請求項 16】

切り換え可能ディフューザをさらに含み、
該切り換え可能ディフューザは、前記空間光変調器と協働し、且つ、指向性表示モードを提供する非拡散状態と、無指向性表示モードを提供する拡散状態との間で切り換え可能である、請求項 1 に記載の指向性ディスプレイ。

50

【発明の詳細な説明】

【0001】

(技術分野)

本発明は、例えば3次元(3D)ディスプレイとして使用するための、指向性ディスプレイに関する。このようなディスプレイは、例えば、オフィス環境における専門家向けディスプレイ、3Dビデオゲーム等のエンターテインメントシステム、医療イメージング、バーチャルリアリティ、およびデザインの可視化において使用され得る。

【0002】

(背景技術)

EP 0 656 555は、オートステレオスコピック3D型のオブザーバトラッキング
グツインパネルディスプレイを開示している。このディスプレイは、ビーム結合器を利用
して、2個の独立した光学システムの出力を合わせる。 10

【0003】

EP 0 726 482およびGB 2 297 876は、空間光変調器によって表示
された視野像情報を電子的に変更することによってオブザーバトラッキングを行う、
オートステレオスコピック3Dディスプレイを開示している。観察者の動きに
応答して視野像情報を変更することにより、観察者の個々の目によって正確な
視野像が視認されることを確実にしつつ、観察者を横方向にトラックすることが
できる。

【0004】

EP 0 721 131およびGB 2 296 617は、同様のタイプであるが、
観察者の縦方向の動きをトラックする能力を有する、オブザーバトラッキング
オートステレオスコピック3Dディスプレイを開示している。この場合、縦
方向への観察者の動きは、異なる幅の垂直方向のスライスに視野像情報
を変更することによってトラックされる。 20

【0005】

そのような横方向および縦方向トラッキングディスプレイのために、観察
ウィンドウは均一で、且つ隣接している必要がある。また、観察ウィンドウ
の幅が重要である。3視野像システムでは、ウィンドウの幅が平均的な
両目間の間隔の3分の2であることが必要であるのに対して、4視野像
システムでは、ウィンドウの幅は、両目間の間隔の2分の1であることが
必要である。このようなディスプレイについての適切な視覚条件は、EP 0 6
25 861に開示されたタイプの空間光変調器を用いて達成され得る。しかし、
このよ
うなディスプレイは、さまざまな欠点を有する。例えば、画像解像度が比較
的低く、詳細には、各イメージについて、空間光変調器の空間解像度の3
分の1未満である。さらに、観察ウィンドウの境界における可視アーティ
ファクトを除去するために、高い制作許容範囲が要求される。空間光変
調器上で、イメージの複雑なインターレースが要求される。このタイプの
空間光変調器を提供するために、特注の液晶ディスプレイ(LCD)を製造
するか、従来の(例えばデルタタイプの)LCDパネルを改良する必要がある。 30

【0006】

EP 0 947 208およびGB 2 320 156は、2個のパララックスエレ
メントを使用して観察ウィンドウの均一性を向上させた、フラットパネル
オートステレオスコピック3Dディスプレイを開示している。一方のパララ
ックスエレメントは、観察ウ
ィンドウを規定するが、例えば回折のために、そのウィンドウ内に不均一
性を形成する。他方のパララックスエレメントは、逆の照明の不均一性を
導き、第1のパララックスエレメントの、望ましくない光学的影響を除去
するか、または低減する。GB 2 320 156の図30に示す実施形態は、指
向性照明システムを開示している。このシステムにおいて、バックライト
およびマスクが複数の光源を形成し、これらの光源は、レンチキュラ
スクリーンによってイメージングされて、観察ウィンドウを形成する。 40

【0007】

オートステレオスコピック3Dディスプレイに不慣れな観察者にとって、
観察ウィンドウまたは観察ゾーンに対して自分自身を正確に位置づけるこ
とは難しいかもしれない。EP 0 860 728およびGB 2 321 815は、
パララックスエレメントと一 50

体化された視覚位置表示器を組み込んだ、フラットパネルオートステレオスコピック3Dディスプレイを開示している。これは、比較的単純な視覚表示を、観察ゾーンまたは観察ウィンドウに対して正確な観察者位置および不正確な観察者位置にいる観察者に提供する。

【0008】

EP 0 829 744、GB 2 317 295、EP 0 887 666およびGB 2 326 728は、指向性ディスプレイにおいて使用するのに適切であり、異なるモードでの動作を可能にする、パララックスバリアを開示している。このようなパララックスバリアは、入射光の偏光には影響を及ぼさない領域によって分離されたパララックスバリアのスリットを規定する、偏光修正ストリップを含む。独立した脱着可能均一偏光子が提供される。さらなる均一偏光子が要求され、LCDのような空間光変調器の入力偏光子または出力偏光子によって提供され得る。脱着可能偏光子を適所に配置して、パララックスバリアが形成されて、3Dビューイングモードを提供する。脱着可能偏光子が光路から除去された場合、偏光修正ストリップおよび分離領域が、2次元(2D)ビューイングモードについて、均一透明光学素子として機能する。

10

【0009】

Mashitaniの"Autostereoscopic LCD image splitter displays", Optics Design number 12, pp36-41 (the Optical Society of Japan, 1997)は、フロントパララックスバリアおよびリアパララックスバリアを有するLCDを含むシングルパネル3Dディスプレイを開示している。2つのパララックスバリアが協働して、シングルパララックスバリア構成によって生成される観察ゾーンよりも、エッジ領域の重複が小さな観察ゾーンを生成する。この構成は、無指向性照明を必要とする。

20

【0010】

この構成は、観察面におけるウィンドウのプロフィールを狭く制限し、表示されたイメージの輝度が低減され、観察者がディスプレイに対して比較的短い横方向の距離を移動すると、増大した強度変化が視認される。また、パララックスバリアのピッチは、LCDの画素ピッチと実質的に同じであることが要求される。このことは、高い位置決め許容範囲および制作許容範囲を要求し、その結果、コストが増大する。

30

【0011】

Noseらの"Rear-lenticular 3D-LCD without eyeglasses", 3D Image Conference 1997, pp219-224は、水平パララックスシステムおよび垂直パララックスシステムが協働して、LCD上の画素(ピクセル)の隣接する行内にインターレースされたイメージで垂直方向に制限された観察ゾーンにおいて、シングルLCDパネルからのオートステレオスコピック3D観察を可能にした、3Dディスプレイを開示している。この構成は、2つのイメージを、標準インターレースビデオフォーマットのインターレースされたフィールドとして表示することを可能にすることにより、LCDへのインターフェースを単純化する。水平パララックスシステムは、観察領域の情報内容と、(垂直パララックスシステムと組み合わせて)観察領域の形成との両方を規定する。指向型照明が要求され、2つのサブシステムへと効果的に分割される。このとき、各サブシステムからの光は、ディスプレイの各部分を通して、観察ゾーンの情報内容を規定する。したがって、指向型照明は、2つの空間的に多重化されたシステムへと効果的に分割される。これらシステムの各々は、LCDの画素のうちいくつかの画素とのみ関係する。

40

【0012】

この構成はまた、実質的にLCDの画素ピッチにおいて、光学素子の位置決めを要求するという欠点を有する。さらに、レンチキュールのピッチがLCDの画素ピッチと実質的に等しいレンチキュラスクリーンが要求される。レンチキュラスクリーンは、特に、標準的な写真技術またはリソグラフィ技術を用いて高い許容範囲に形成され得るパララッ

50

クスバリアと比較した場合、LCD構造体との正確な位置決めを達成するために要求される許容範囲で製造するのが困難であり、且つ高価である。

【0013】

GB 2 252 175は、ダブルパララックスバリア構成を使用するシングルパネルオートステレオスコピック3Dディスプレイを開示している。この構成は、協働して、それらを分離する非照明領域でブロード照明領域を規定する2個の分離したバリアシートを含む。このようにして、偽視観察ゾーンが除去され得る。しかし、そのような構成はまた、ウィンドウプロフィール照明のエッジが拡大するという欠点を有し、観察者が横方向に動くと、イメージ輝度のばらつきが視認される。また、このような構成は、2Dビューイングモードを提供することができない。

10

【0014】

GB 2 317 710は、レンチキュラスクリーンが、リアパララックスバリアを形成するアクティブマスク構成と関連する、指向性ディスプレイを開示している。この組み合わせは、関連する空間光変調器を照射する指向性光源として機能することが考慮され得る。しかし、パララックスオプティックは、空間光変調器とは関連しない。

【0015】

GB 2 272 555は、「ハイブリッドサンドイッチ」型の立体ディスプレイとして公知のディスプレイを開示している。ハイブリッドサンドイッチは、入力パララックスオプティックおよび出力パララックスオプティックを有する空間光変調器を含む。入力パララックスオプティックは、サンドイッチ内のディフューザにおいて光源を効果的にイメージングし、したがって、指向性照明システムとしては機能しない。

20

【0016】

EP 0 570 179は、ハイブリッドサンドイッチが指向性光源と関連する、同様の構成を開示している。しかし、指向性光源は、単に、入力照明の方向をハイブリッドサンドイッチへと変えるために使用される。

【0017】

(発明の開示)

本発明によると、空間光変調器と、上記変調器を介して光を指向する指向性照明システムと、上記変調器に関連するパララックスオプティックとを含む指向性ディスプレイであって、上記照明システムは、光を、複数の第1の概念上の観察ウィンドウに向かう方向に指向し、上記複数の第1の概念上の観察ウィンドウの各々は、第1の横方向の範囲を有し、上記パララックスオプティックは上記変調器と協働して、上記変調器の無指向性照明は、第2の概念上の観察ウィンドウを形成し、上記第2の概念上の観察ウィンドウの各々は、第2の横方向の範囲を有し、上記変調器、上記照明システム、および上記パララックスオプティックが協働して、現実の観察ウィンドウを形成し、上記現実の観察ウィンドウの各々は、上記第1および第2の横方向の範囲の積に等しく、且つ、上記第1および第2の横方向の範囲の各々よりも小さい横方向の範囲を有する、指向性ディスプレイが提供される。

30

【0018】

「観察ウィンドウの横方向の範囲」という文言は、(最も白いイメージについての)光強度が、ウィンドウのピーク強度のx%(xは100未満)よりも大きい、横方向の幅を意味する。理論上は、xは、100未満の任意の数値を有し得るが、実際には、迷光、クロストーク等による影響を受けるような低いxの値は避ける必要がある。

40

【0019】

上記照明システムは、少なくとも1つの照明源およびイメージングシステムを含んでもよい。

【0020】

上記照明システムは複数の個別の光源を含んでもよい。

【0021】

上記イメージングシステムはフィールドレンズを含んでもよい。

50

【 0 0 2 2 】

上記照明システムは、上記照明源を規定する、バックライトと複数のスリットを有するマスクとを含んでもよい。上記スリット間の上記マスクの領域が、上記バックライトに向かって反射を行ってもよい。上記イメージングシステムは、レンチキュラスクリーンを含んでもよい。上記レンチキュラスクリーンの各レンチキュールは、1群のスリットと協働して、それぞれの観察ウィンドウにおける、複数のローブ内で、上記スリットをイメージングしてもよい。

【 0 0 2 3 】

上記イメージングシステムは、少なくとも1つのホログラフィー光学素子を含んでもよい。上記照明源は、平行光を生成する光源を含んでもよい。

10

【 0 0 2 4 】

上記観察ウィンドウは横方向に隣接してもよい。

【 0 0 2 5 】

上記観察ウィンドウは、横方向に隣接する観察ウィンドウの、横方向に間隔を空けた対を含んでもよい。

【 0 0 2 6 】

上記パララックスオプティックは、パララックスバリアを含んでもよい。

【 0 0 2 7 】

上記空間光変調器が、第1および第2の空間光変調器を含んでもよく、上記パララックスオプティックが、上記第1および第2の空間光変調器と協働する第1および第2のパララックスオプティックをそれぞれ含んでもよく、上記ディスプレイが、上記第1および第2の空間光変調器からの出力光を合わせるビーム結合器を含んでもよい。上記照明システムは、複数の個別の光源と、上記光源からの光を上記第1および第2の空間光変調器に向かって指向するビームスプリッタとを含んでもよい。

20

【 0 0 2 8 】

上記ディスプレイは、上記空間光変調器と協働し、且つ、指向性表示モードを提供する非拡散状態と、無指向性表示モードを提供する拡散状態との間で切り換え可能な、切り換え可能ディフューザをさらに含んでもよい。

【 0 0 2 9 】

したがって、指向性照明が、指向性ディスプレイパネルの領域全体を通過するような光で照明ゾーンを形成する、指向性ディスプレイを提供することが可能である。指向性ディスプレイパネルは、照明ゾーンの全体または一部において可視であるイメージ情報内容を規定する。イメージング光学素子を用いて指向性照明を提供することにより、照明ゾーンの中央部分において均一な照明が提供され、ゾーンがシャープなエッジを有する、改良された照明ゾーンプロフィールが達成され得る。パララックスバリア等のパララックスオプティックを使用して、ゾーンの情報内容を規定することにより、低レベルのクロストークが提供される。

30

【 0 0 3 0 】

ビーム結合器型で、電子トラッキング型のオートステレオスコピック3Dディスプレイを提供することがさらに可能である。このような構成は、可動部品を要求せず、オブザーバトラッキングの間に、視覚的ちらつきアーティファクトがほとんどまたは全く形成されない。例えばEP 0 726 482、EP 0 721 131、GB 2 297 876、およびGB 2 296 617に開示された3視野像システムと比較して、向上した、トラッキングの間の許容範囲のために、4ウィンドウシステムが提供され得る。視野像スライシングによる縦方向のトラッキングが提供され得、ビデオ入力速度での高速オブザーバトラッキングが達成され得る。空間光変調器の空間解像度の2分の1に等しいイメージ解像度が提供され得る。空間光変調器は、標準的な液晶ディスプレイによって、いかなる修正も要求することなく実現し得る。このような構成は、他のフラットパネル2視野像インターレース型ディスプレイと同じディスプレイインターフェーシングを利用し得る。パララックスオプティックとしてのパララックスバリアの場合、幅広のスリットを

40

50

採用して、光効率を向上し、回折の影響を低減し得る。製造中、全てのエレメントを適所に固定して、頑丈なディスプレイを提供し得る。いくつかの実施形態において、立体モードおよび2Dモードの動作を、容易に提供し得る。

【0031】

例えば、2視野像オートステレオスコピックディスプレイに固定された観察者位置について、偽視観察領域を除去することができる。このような構成は、低減されたクロストークを有し得、且つ、2Dモードに電子的に切り換え可能である。さらに、不慣れな観察者であっても、観察領域に対して自分を正確に位置づける際に実質的な困難を有さないで、さらなる観察者位置表示を提供する必要がない。

【0032】

(発明を実施するための最良の形態)

添付の図面を参照しつつ、例示によって、本発明をさらに説明する。図中、同じ参照符号は同じ部分を示す。

【0033】

図1に示すオートステレオスコピック3Dディスプレイは、小型の照明システムを用いるビーム結合器型である。このディスプレイは、マスクセット2の背後に配置されたバックライト1を含む。マスクセット2は、個々の光源として機能する垂直方向に延びる平行スリットが内部に形成された不透明層の形態をしている。レンチキュラーシート3は、マスクセット2の前面に配置され、複数の垂直方向に延びる平行円筒形集光レンズエレメントまたはレンチキュールを含む。レンチキュールの各々は、マスクセット2のスリットのうちの2つのスリットからなる群の上に配置される(これは図1およびそれ以降の図面には明示せず、この点については概略的である)。デバイス1、2、および3は、小型照明器を構成する。

【0034】

空間光変調器(SLM)4は、小型照明器(1、2、3)の前面に配置され、例えば、画素が列状に配置された液晶デバイス(LCD)を含む。画像情報が、2つの立体視野像が、SLM4上に空間的に多重化されるように、SLM4に供給される。詳細には、画素列が交互に、立体視野像の交互の視野の垂直方向のストリップを表示する。パララックスバリアの形態のパララックスエレメント5が、SLM4の前面に配置される。パララックスバリア5は、平行であり且つ横方向に均一な間隔を空けた、垂直方向に延びるスリットを含む。パララックスバリア5の各スリットは、SLM4の2つの画素列に対応する。

【0035】

上記ディスプレイは、それぞれ同じタイプであり且つデバイス1~5と同じ構成の、第2のバックライト11、第2のマスクセット12、第2のレンチキュラーシート13、第2のSLM14、および第2のパララックスエレメント15をさらに含む。ビーム結合器6は、デバイス1~5からの光が透過され、デバイス11~15からの光が観察ウィンドウ7に向かって反射されるように構成される。ビーム結合器6は、例えば、透過された光の色が反射された光の色と適合するような色特性を有する、部分的に銀コーティングされたミラーを含む。このことは、適切な光学的コーティングをビーム結合器6に施すこと、および/または、色バランスまたはSLM4および14を形成するLCDの「ガンマ」を調節することにより達成され得る。さらに、小型照明器の強度は、観察ウィンドウの照明が適合するように適合される。

【0036】

図2は、小型照明器(1、2、3)を、この照明器が生成する光路と共に示す。照明領域または「第1の概念上の観察ウィンドウ」8によって示されるように、レンチキュラーシート3のレンチキュールの各々が、マスクセット2の2つの関連するスリットのイメージを形成する。レンチキュラーシート3のレンチキュールのピッチは、マスクセット2のスリットのピッチの2倍よりもわずかに小さく、2つのスリットからなる群のイメージが第1の概念上の観察ウィンドウ8において一致するような視点の補償が提供される。ウィンドウ8の横方向の幅または範囲は、平均的な両目間の間隔の2分の1に実質的に等しく、

10

20

30

40

50

したがって、約 3 2 m m である。ウィンドウ 8 は、同じ量だけ横方向に間隔が空けられている。

【 0 0 3 7 】

観察ウィンドウの横方向の幅または範囲は、横方向の幅 $w(x)$ として規定され、この規定された幅について、ウィンドウ内の光強度は、ウィンドウ内の光強度のピークまたは最大値の $x\%$ よりも大きい（なお、ここで、 x は 1 0 0 未満である）。 x は任意に選択され得るが、ウィンドウとウィンドウとの間のクロストーク、光の散乱等の効果によって、強度が変形され得るので、非常に低い値は避ける必要がある。

【 0 0 3 8 】

小型照明器 (1 1、1 2、1 3) も同じ様態で動作するが、ビーム結合器 6 における反射によって光路は曲げられる。小型照明器およびビーム結合器の相対的位置および配向は、小型照明器からの照明領域が、共通の面内で横方向に互いに交互に生じ、実際の観察ウィンドウ 7 を形成するように構成される。小型照明器 (1、2、3) からの第 1 のウィンドウ 8 a および 8 b を図 1 に示し、小型照明器 (1 1、1 2、1 3) によって形成される第 1 のウィンドウを 8 c および 8 d に示す。

10

【 0 0 3 9 】

図 3 は、第 1 の概念上の観察ウィンドウ 8 上に、光集束型のフィールドレンズ 1 0 によってイメージングされる、規定された空間範囲の拡散光源 9 を含む照明システムの異なる形態を示す。フィールドレンズ 1 0 は、例えば、フレネルレンズであり得、円筒形集光型または球形集光型である。

20

【 0 0 4 0 】

図 4 a は、別のタイプの指向性照明システムを示す。このシステムは、平行光を生成する光源等の適切な光源から入力照明 1 7 を提供されるホログラフィー光学素子 1 6 を含む。ホログラフィー光学素子 1 6 は、均一型であり、第 1 の概念上の観察ウィンドウ 8 を生成する。

【 0 0 4 1 】

図 4 b は、同様ではあるが、デュアル空間多重ホログラフィー光学素子 1 6 を有する指向性照明システムを示す。素子 1 6 の各サブセクションは 2 つのウィンドウ 8 のうち、一方のウィンドウを生成する。

【 0 0 4 2 】

図 5 a は、1、2、3 のような照明システムによって観察ウィンドウ 7 の面に生成された第 1 の概念上の観察ウィンドウの輝度プロフィールを示す。これは、例えば、S L M 4 およびパララックスバリア 5 が省略された場合に、図 1 の照明システム (1、2、3) によって生成される輝度プロフィールである。観察ウィンドウ 7 上に光源をイメージングする指向性照明システムは、シャープなエッジを有する中央の均一性の良好な各ウィンドウの輝度プロフィールを生成する。しかし、例えば、光の散乱または不完全な表面品質のために、ウィンドウ間の望ましくない高さのクロストークレベルが生成され得る。このようなクロストークは 5 % よりも小さくなり得るが、しかし依然観察者に対してかなり可視であり、観察時の不快感および目の疲れの大きな原因である。

30

【 0 0 4 3 】

図 5 b は、L C D 4 およびパララックスバリア 5 の光学的性能を示す。詳細には、図 5 b は、例えば、指向性照明システム (1、2、3) が無指向性照明源と交換され、S L M 4 の全ての画素が最大に透過を行う光学的状態にある場合に、S L M 4 およびパララックスバリア 5 によって生成される強度プロフィールの形態の、第 2 の概念上の観察ウィンドウ 8 ' を示す。このプロフィールは、2 組のイメージデータを表示する S L M 4 の画素のセットのウィンドウ面における視認度に直接対応する。各画素セットは、S L M 4 の別の列に配置される。

40

【 0 0 4 4 】

図示のように、L C D 4 の前面 (または L C D 4 の背後) に配置され得るパララックスバリア 5 は、隣接する画素列からの光が隣接する第 2 の概念上の観察ウィンドウ 8 ' に制限

50

されるように、観察ウィンドウ 7 の面からの視認性を制限する。観察者の目が、1 つの、32 mm の幅のウィンドウ 8 ' 内にある場合、この目は、全ての第 2 の画素列からの光を受光するのに対し、隣接するウィンドウ 8 ' 内の目は、他の画素列からの光を受光する。指向性照明器 (1、2、3) および (11、12、13) は照明を分散させるのに対して、パララックスエレメント 5 および 15 は、SLM 4 および 14 と協働して、画像情報へのアクセスを制限する。パララックスエレメント 5 および 15 は、第 1 の概念上の観察ウィンドウ 8 を形成せず、単に、各概念上のウィンドウ 8 内で可視となる SLM 4 および 14 の画素を制限する。

【 0045 】

図 5 c は、例えば、SLM の全ての画素が最大に透過を行う光学的状態にある、図 1 の指向性照明システム (1、2、3)、SLM 4、およびパララックスバリア 5 によって生成される強度プロファイルの形態で、実際の観察ウィンドウ 7 を示す。パララックスバリアは、(適切に幅広なスリット幅を選択することにより強い回折が回避される場合) 非常に高いコントラスト比および優れた表面品質のために、良好なクロストーク性能を提供する。図 5 b に示すように、このようなパララックスエレメントは、シャープなエッジの観察領域を生成することができない。したがって、指向性照明システムとパララックスオプティックとの組み合わせは、均一に照明された観察ウィンドウ 7 に、シャープなエッジおよび低いクロストークを提供しない。

【 0046 】

実際の観察ウィンドウ 7 の横方向の範囲 $W_{1-5}(x)$ (以下に規定する) は、次式によって与えられる。

【 0047 】

$$W_{1-5}(x) = W_{1-3}(x) \cdot W_{4,5}(x)$$

ここで、 $W_{1-3}(x)$ は、第 1 の概念上の観察ウィンドウ 8 の横方向の範囲であり、 $W_{4,5}(x)$ は、第 2 の概念上の観察ウィンドウ 8 ' の横方向の範囲である。この式は、100 未満であり、且つ、例えばクロストークの影響によって悪影響を受けたウィンドウプロファイルの「ベース領域」についてよりも大きな x の全ての値について有効である。例えば、 x は、5 より大きいかもしれない。また、そのような x の値全てについて、 $W_{1-5}(x)$ は、 $W_{1-3}(x)$ よりも小さく、且つ、 $W_{4,5}(x)$ よりも小さい。

【 0048 】

図 6 は、図 1 のディスプレイがどのようにより多くの観察ウィンドウを生成し得るかを示す。SLM 4 は、画素セット A および C を提供するように示されるのに対して、SLM 14 は、画素セット B および D を提供するように示される。これらの画素セットが可視である観察ウィンドウを、同様に A、B、C、および D で示す。

【 0049 】

レンチキュラーシート 3 および 13 の各レンチキュールとマスクセット 2 および 12 のセットの対応する群とによって形成されたイメージに加えて、各レンチキュールは、図 6 の 19 および 20 に示すように、オーダー + 1 および - 1 の隣接するローブにおける、スリットの隣接する群のイメージを形成する。したがって、ウィンドウおよびそれらウィンドウに含まれる視野像情報は、観察ウィンドウ A ~ D の両サイドで、横方向に繰り返される。ディスプレイによって生成される観察ウィンドウの幅およびピッチは、観察ウィンドウが各ローブ内で実質的に横方向に隣接し、且つ、ローブ自体が実質的に横方向に隣接するように構成される。したがって、均一な照明により、観察者は、望ましくない視覚的アーティファクトを視認することなく、観察領域間およびローブ間を移動することができる。例えば、SLM 4 および SLM 14 が、観察ウィンドウ 7 の全てに同じイメージ情報を表示する場合、実質的にちらつきを視認することなく、観察ウィンドウ 7 間を移動することができる。

【 0050 】

図 1 および図 6 に示すマスクセットおよびレンチキュラーシートを用いる指向性照明システムの場合、複数のローブの生成は自然に起こる。同様に、図 4 a および図 4 b に示すホ

10

20

30

40

50

ログラフィー光学素子 16 は、繰り返しパターンを生成するように構成され得る。図 3 に示した照明システムの場合、複数のローブの生成は、均一な横方向のピッチを有する光源 9 のパターンを繰り返すことによって達成され得る。

【0051】

EP 0 726 482、GB 2 297 876、EP 0 721 131、および GB 2 296 617 に開示されているように、観察者が拡大された観察領域にわたって 3D イメージを視認し得るように観察自由度を増大させるために、電子オブザーバトラッキングが提供され得る。図 7 は、観察者の位置の横方向のトラッキングをどのように行い得るかを示す。2つのローブにおける観察ウィンドウを A ~ D に示す。ここでは、観察者の目の相対的な横方向の位置を、4つの観察者の位置について示す。「画素セット A は観察ウィンドウ A 内で可視である」等のように、各観察ウィンドウにおいて可視である画素セットも同じ文字で示す。

10

【0052】

第 1 の観察者位置において、観察者の左目は一方のローブの観察窓 D 内にあり、観察者の右目は同じローブの観察窓 B 内にある。左イメージ情報は、画素セット C および D によって表示され、右イメージ情報は、画素セット A および B によって表示される。次の位置では、左目は観察ウィンドウ C へと移動し、右目は観察ウィンドウ A へと移動したところである。したがって、画素セットによって表示されたイメージ情報を変更する必要はない。

【0053】

次の観察者位置において、左目は観察ウィンドウ C の真ん中にあり、右目は観察ウィンドウ A の真ん中にある。左イメージ情報が画素セット B および C によって表示され、右イメージ情報が画素セット A および D によって表示されるようにイメージデータが変更される。最後に示した観察者位置では、左目が第 1 のローブの観察ウィンドウ B と観察ウィンドウ C との間の境界上にあり、右目が第 1 のローブの観察ウィンドウ A と第 2 のローブの観察ウィンドウ D との間の境界上にある。したがって、観察者がさらに右側へ移動する場合、観察者の左右の目は、画素セットによって表示されるイメージデータを変更する必要なく、それぞれ左右の視野像を見続ける。

20

【0054】

観察者の各目によって観察されるイメージの解像度は、SLM 4 および 14 の各々の空間解像度の半分である。したがって視認される解像度は、1つの SLM を用いるディスプレイ上に表示される解像度の 2 倍である。さらに、3 ウィンドウトラッキングシステムに関して、観察自由度トラッキング許容範囲が向上する。このようなシステムにおいて、通常の動作時に、目がウィンドウの境界に理論上最も近いものは 11 mm であり、図 8 に示した 4 ウィンドウシステムについて、これは、16 mm に増大する。したがって、トラッキングシステムの精度および速度が緩和され、かつ/または、既存の構成要素および制御で性能の向上が達成され得る。

30

【0055】

図 8 は、図 1 に示したディスプレイと同様のタイプであるが、1 セットの光源 9 を用いて SLM 4 および 14 を照明するタイプの、ビーム結合器ディスプレイを示す。光源 9 からの光は、ビームスプリッタ 21 に向かって指向される。ビームスプリッタ 21 は、約半分の光を反射し、残りの光を透過する。反射された光はミラー 22 によって、大型フレネルレンズ 10 a の形態のフィールドレンズへと反射される。フレネルレンズ 10 a は、SLM 4、パララックスバリア 5、およびビーム結合器 6 を介して、観察ウィンドウ 7 上に光をイメージングする。ビーム結合器 21 を透過した光は、ミラー 23 によって、同様のフレネルレンズ 10 b へと反射される。フレネルレンズ 10 b は、SLM 14 およびパララックスバリア 5 を介し、ビーム結合器 6 からの反射によって、観察ウィンドウ 7 上にイメージを映す。

40

【0056】

スイッチ可能ランプを含むものとして光源 9 を示す。以下に説明するように、複数のローブを提供するために、光源 9 が繰り返される必要があり、図 8 に示すランプはスイッチ可

50

能であり、それにより、オブザーバトラッキング動作の間は必要でないランプはスイッチオフされ得る。

【0057】

図9aは、図1に示すタイプであるが、パララックスバリア5および15を、EP 0829744、GB 2317295、EP 0887666、およびGB 2326728に開示されたタイプのパララックスバリアと置き換えたディスプレイを示す。SLM4のためのパララックスバリアは、偏光バリア25および脱着可能偏光子26を含む。偏光バリア25は、偏光を変化させないバリア領域によって分離された、SLM4からの光の偏光を90°回転させるスリット領域を含む。例えば、SLM4は、偏光バリア25上に入射した光が規定された直線偏光を有するように、線形の出力偏光子を有するLCDを含み得る。脱着可能偏光子26は、バリア25のスリット領域からの光が透過され、バリア領域からの光が消去されるような偏光方向を有する。あるいは、偏光子26および28は、ディスプレイの出力に配置され、ビーム結合器6の後方に配置された、1つの偏光子へと組み合わせられ得る。

10

【0058】

同様に、SLM14に関連するパララックスバリアは、バリア25および偏光子26とそれぞれ同じタイプの偏光バリア27および脱着可能偏光子26を含む。

【0059】

このディスプレイは、レンチキュラーシート3とSLM4との間に配置された切り換え可能ディフューザ29およびレンチキュラーシート13とSLM14との間に配置された切り換え可能ディフューザ30をさらに含む。ディフューザ29および30は、例えば、ディスプレイを通る光路に物理的に挿入し得、且つこの光路から物理的に除去し得る拡散シートを含み得る。あるいは、ディフューザは、低拡散状態と高拡散状態との間で切り換え可能なように電子的に制御され得る。このようなデバイスの例として、ポリマー分散型液晶(PDLC)が挙げられる。

20

【0060】

図9aは、オートステレオスコピック3Dモードでのディスプレイの動作を示す。ディフューザ29および30は、低拡散状態またはクリア状態にあり、偏光子26および27は適所に配置される。したがって、ディフューザ29および30が、ディスプレイの動作に実質的な影響を及ぼさないのに対して、偏光バリア25および27ならびに脱着可能偏光子26および28は、SLM4および14の前面において、パララックスバリアとして機能する。したがって、ディスプレイは、以下に説明するように動作する。

30

【0061】

図9bは、立体3Dモードまたは高解像度2Dモードでのディスプレイの動作を示す。脱着可能偏光子26および28が除去され、ディフューザ29および30が拡散状態に切り換えられている。

【0062】

偏光子26および28の除去により、パララックスバリアが無機能化され、拡散状態でのディフューザ29および30の動作が、照明システムを無指向性にする。したがって、30に示す観察領域全体にわたって、SLM4および14の両方の画素の全てが可視である。観察補助機具なしで観察した場合、観察者の両眼は、SLM4および14の全体を観察し、SLM4および14の各々の空間解像度の2倍の2Dイメージが表示され得る。あるいは、SLM4および14の出力偏光子が、直交偏光を提供するように構成される場合、広範囲の観察領域にわたって、適切な偏光ガラスを介して立体視的に使用され得る。

40

【0063】

図9aおよび図9bに示すディスプレイがフロントパララックスバリア型であるのに対して、図10aおよび図10bに示すディスプレイはリアパララックスバリア型である。したがって、偏光バリア25は、SLM4と切り換え可能ディフューザ29との間に配置されるのに対して、偏光バリア27は、SLM14と切り換え可能ディフューザ30との間に配置される。偏光子26は固定され、バックライト1とマスクセット2との間に配置さ

50

れる。それに対して、偏光子 28 は、固定されるか、または永続的に光路内に存在し、且つ、バックライト 11 とマスクセット 12 との間に配置される。

【0064】

図 10 a は、ディフューザ 29 および 30 がクリア状態にある、オートステレオスコピック 3D モードの動作を示す。以下に、動作を十分に説明する。

【0065】

図 10 b は、立体 3D モードまたは 2D モードでの動作を示す。切り換え可能ディフューザ 29 および 30 は、拡散状態にある。これは 2 つの影響を有する。第 1 に、小型照明器の指向性が損なわれる。第 2 に、偏光子 26 および 27 からの偏光された光の偏光が解消され、偏光バリア 25 および 27 がパララックスバリアとして機能しなくなる。したがって、このモードでの動作は、図 9 b を参照して上で説明した動作と実質的に同じである。

10

【0066】

図 11 に示すディスプレイは、平行光を生成する光源 1 a および 1 b と共に、小型照明器をホログラフィー光学素子 16 a および 16 b と置き換えて、図 4 a および図 4 b に示したタイプの指向性照明器を提供する点で、図 1 に示したディスプレイとは異なる。従来の光学よりもホログラフィー光学素子が優れている点は、従来の光学システムからの軸のずれたイメージングに関連する収差を増大させることなく、軸のずれた観察ゾーンを生成し得る点にある。光源 1 a および 1 b は、平行光を提供するものとして示したが、素子 16 a および 16 b のリア照明が、ホログラムの記録波面に対応するような、他のタイプの光源も使用し得る。

20

【0067】

図 12 は、公知のタイプの、フロントパララックスバリア型の、シングルパネルオートステレオスコピック 3D ディスプレイを示す。このディスプレイによって生成される観察ウィンドウを 7 に示す。ここで、L は、左目の視野像が可視であるウィンドウを示し、R は、右目の視野像が可視であるウィンドウを示す。観察者 A について示すように、観察者の左目および右目が、それぞれ左および右の観察ウィンドウに配置される場合、観察者は、3D イメージが表示されているのを正確に視認する（整像観察）。しかし、観察者は、観察者 B について示すように、左目が右ウィンドウ内に、且つ右目が左ウィンドウ内にあるように配置され得る。これは偽視観察と呼ばれ、不快な混乱した印象を与え、誤った奥行き情報へと導き得る。不慣れな観察者にとって、整像観察と偽視観察とを区別するのは困難であり得る。

30

【0068】

図 13 は、別個の間隔を空けた 3 組の観察ウィンドウ 7 a、7 b、および 7 c を形成する、図 1 に示したタイプの小型照明器（1、2、3）を有するシングルパネルオートステレオスコピック 3D ディスプレイを示す。このディスプレイは、図 1 に示したタイプの、1 つの SLM 4 および 1 つのパララックスバリア 5 をさらに含み、2 視野像ディスプレイを提供する。マスク 2 のリア表面は、光を再使用できるように反射性を有するように形成され、ディスプレイの照明効率を向上させる。

【0069】

図 13 に、隣接する観察ウィンドウ間の平均的な両目間隔に実質的に等しい照明されないギャップが存在するように、観察ウィンドウ 7 a、7 b、および 7 c を生成するものとして、ディスプレイを示す。したがって、観察者が、観察ウィンドウの面内の偽視観察位置に存在することができなくなり、偽視観察が不可能になる。

40

【0070】

図 14 に、SLM 4 およびパララックスバリア 5 の組み合わせによって生成されるウィンドウのパターン 32 を示す。小型照明器によって生成された照明プロフィールを 33 に示し、得られた情報分布を 34 に示す。観察ウィンドウの逆の対が抑制されるので、偽視観察が防がれ、不慣れな観察者によるディスプレイの使用が簡単になる。さらに、ディスプレイは、図 12 に示したタイプの従来のディスプレイについてよりも低いクロストークを示す。詳細には、有効な観察ウィンドウはそれぞれ、隣接する照明されたウィンドウを 1

50

つだけ有し、反対側のウィンドウは照明不足により抑制されるので、所望のウィンドウの両側に隣接するウィンドウから広がり、それによりクロストークを引き起こす光が減少される。光は、一方の側部からのみ拡がり得、クロストークの量は実質的に半減される。したがって、クロストークの結果の結果として生成される望ましくない視覚的アーティファクトが、実質的に低減される。

【0071】

上で説明した指向性照明システムのいずれかが使用されてもよく、図15は、小型照明器を、図11に示したタイプのホログラフィー照明システムと置き換えた、平行光を生成する光源1およびホログラフィー光学素子16を有する、図13に示したタイプのディスプレイを示す。

10

【0072】

図16は、図13に示したタイプであるが、パララックスバリアが図9a~図10bを参照して説明したのと同じタイプの偏光バリア25によって形成される、リアパララックスバリアタイプのディスプレイを示す。偏光バリア25は、小型照明器(1、2、3)からの偏光された光を受光する場合、SLM4の入力偏光子と協働して、パララックスバリアとして機能する。この小型照明器は、マスクが不透明ストリップによって分離された偏光子シートのストリップを含むように、偏光子がマスク2と組み合わせられている点で、図10aに示した照明器とは異なる。上記ディスプレイは、非拡散モードの切り換え可能ディフューザエレメント29を用いて、図13を参照してこれまでに説明した3Dオートステレオスコピックモードで動作する。

20

【0073】

図17は、2Dモードで動作する図16のディスプレイを示す。ディフューザ29は拡散モードに切り換えられ、偏光されたマスク2によって生成された偏光を消去し、照明器(1、2、3)の指向性を消去する。したがって、パララックスバリアが無効にされ、照明器(1、2、3)が、近ランバート光源として機能して、全解像度2Dイメージが、広い角度範囲にわたって観察可能となる。

【0074】

(産業上の利用可能性)

上記の本発明によると、指向性照明は、指向性ディスプレイパネルの全領域を通過する光で照明ゾーンを形成する、指向性ディスプレイを提供することができる。指向性ディスプレイパネルは、照明ゾーンの全体または一部において可視であるイメージ情報内容を規定する。イメージング光学素子を使用して、指向性照明を提供することにより、照明ゾーンの中央部分に均一な照明が提供され、このゾーンがシャープなエッジを有するような、向上した照明ゾーンプロフィールが達成される。パララックスバリア等のパララックスオプティックを使用して、上記ゾーンの情報内容を規定することにより、低レベルのクロストークが提供される。

30

【0075】

ビーム結合器型で、電子トラッキング型のオートステレオスコピック3Dディスプレイを提供することがさらに可能である。このような構成は、可動部品を要求せず、オブザーバトラッキングの間に、視覚的ちらつきアーティファクトがほとんどまたは全く形成されない。トラッキングの間の許容範囲の向上のために、4ウィンドウシステムが提供され得る。視野像スライシングによる縦方向のトラッキングが提供され得、ビデオ入力速度での高速オブザーバトラッキングが達成され得る。空間光変調器の空間解像度の2分の1に等しいイメージ解像度が提供され得る。空間光変調器は、標準的な液晶ディスプレイによって、いかなる修正も要求することなく実現し得る。このような構成は、他のフラットパネル2視野像インターレース型ディスプレイと同じディスプレイインターフェーシングを利用し得る。パララックスオプティックとしてのパララックスバリアの場合、幅広のスリットを採用して、光効率を向上し、回折の影響を低減し得る。製造中、全てのエレメントを適所に固定して、頑丈なディスプレイを提供し得る。いくつかの実施形態において、立体モードおよび2Dモードの動作を、容易に提供し得る。

40

50

【0076】

例えば、2視野像オートステレオスコピックディスプレイに固定された観察者位置について、偽視観察領域を除去することができる。このような構成は、低減されたクロストークを有し得、且つ、2Dモードに電子的に切り換え可能である。

【0077】

さらに、不慣れた観察者であっても、観察領域に対して自分を正確に位置づける際に実質的な困難を有さないで、さらなる観察者位置表示を提供する必要がない。

【図面の簡単な説明】

【図1】 図1は、本発明の第1の実施形態を構成する、オートステレオスコピック3Dディスプレイの概略平面図である。

10

【図2】 図1のディスプレイの指向性照明システムの概略平面図である。

【図3】 図1のディスプレイにおいて使用し得る、別のタイプの指向性照明システムの概略平面図である。

【図4a】 図4aは、図1のディスプレイにおいて使用し得る、ホログラフィー型指向性照明システムの概略平面図である。

【図4b】 図4bは、図1のディスプレイにおいて使用し得る、ホログラフィー型指向性照明システムの概略平面図である。

【図5a】 図5aは、図2に示したタイプの指向性照明システムによって生成される、観察ウィンドウ照明プロフィールを示す。

【図5b】 図5bは、空間光変調器およびパララックスバリアによって生成される、隣接する画素セットの観察ウィンドウにおける、視認度プロフィールを示す。

20

【図5c】 図5cは、図5aおよび図5bのプロフィールを組み合わせることにより達成される観察ウィンドウ性能を示す。

【図6】 図6は、隣接するローブにおける、隣接する観察ウィンドウの形成を示す、図1のディスプレイの概略平面図である。

【図7】 図7は、図6に示した観察者ウィンドウについての、横方向のオブザーバトラッキングを示す図である。

【図8】 図8は、本発明の第2の実施形態を構成する、オートステレオスコピック3Dディスプレイの概略平面図である。

【図9a】 図9aは、本発明の第3の実施形態を構成する、オートステレオスコピック3Dディスプレイの概略平面図である。

30

【図9b】 図9bは、2Dまたは立体モードでの、図9aのディスプレイの動作を示す。

【図10a】 図10aは、本発明の第4の実施形態を構成する、オートステレオスコピック3Dディスプレイの概略平面図である。

【図10b】 図10bは、2Dまたは立体モードでの、図10aのディスプレイの動作を示す。

【図11】 図11は、本発明の第5の実施形態を構成する、オートステレオスコピック3Dディスプレイの概略平面図である。

【図12】 偽視観察ゾーンが存在を示す、公知のタイプのオートステレオスコピック3Dディスプレイの概略平面図である。

40

【図13】 図13は、本発明の第6の実施形態を構成する、オートステレオスコピック3Dディスプレイの概略平面図である。

【図14】 図14は、図13のディスプレイの光学的性能を示す。

【図15】 図15は、本発明の第7の実施形態を構成する、オートステレオスコピック3Dディスプレイの概略平面図である。

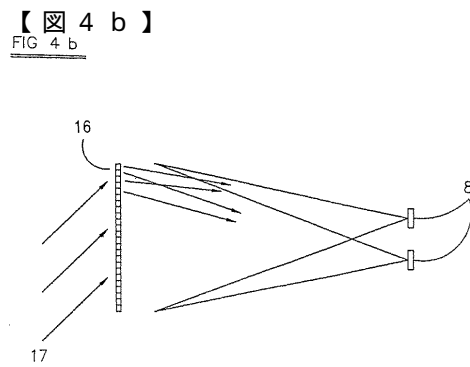
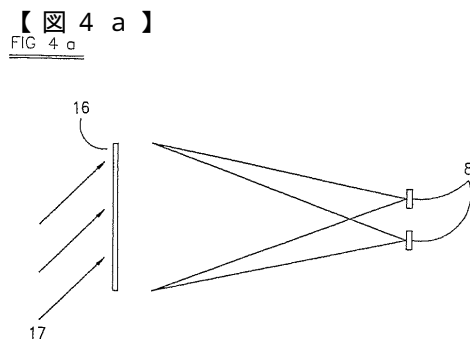
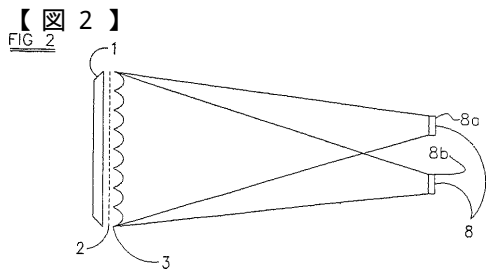
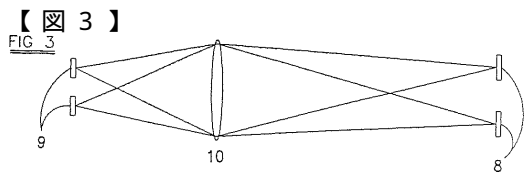
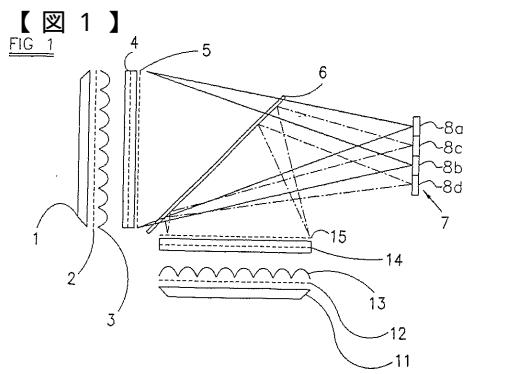
【図16】 図16は、本発明の第8の実施形態を構成する、オートステレオスコピック3Dディスプレイの概略平面図である。

【図17】 図17は、2Dモードでの、図16のディスプレイの動作を示す。

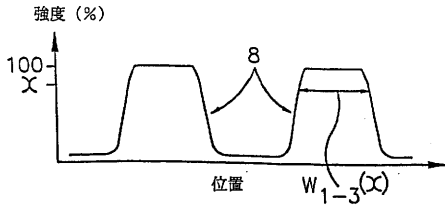
【符号の説明】

50

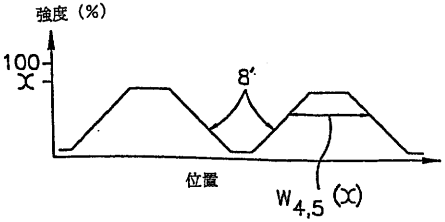
- 1、 1 1 バックライト
- 2、 1 2 マスクセット
- 3、 1 3 レンチキュラーシート
- 5、 1 5 パララックスエレメント
- 6 ビーム結合器
- 7 観察ウィンドウ



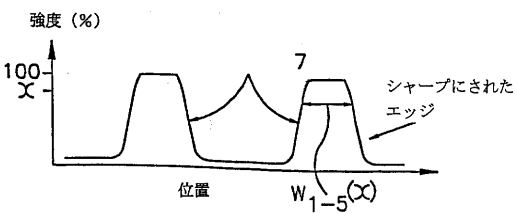
【図 5 a】



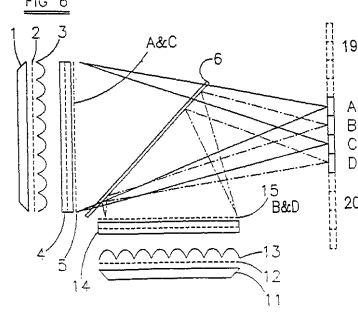
【図 5 b】



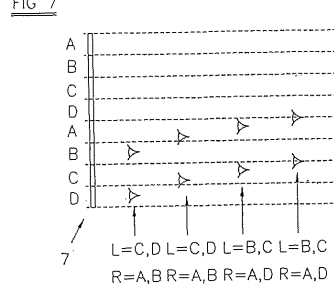
【図 5 c】



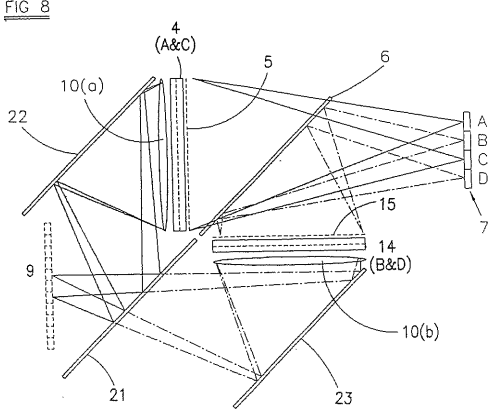
【図 6】



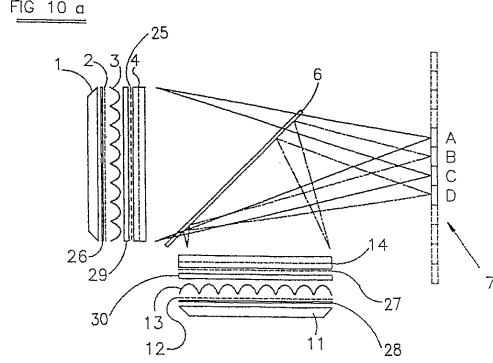
【図 7】



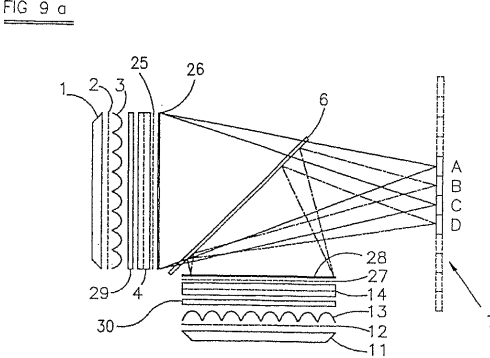
【図 8】



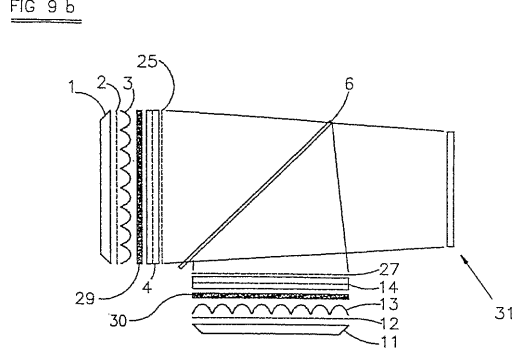
【図 10 a】



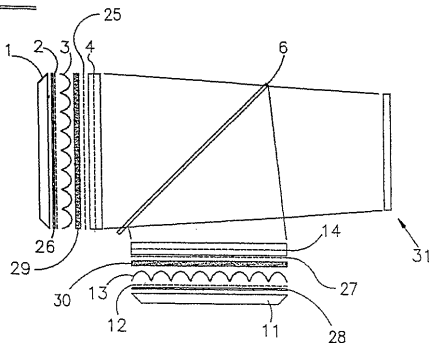
【図 9 a】



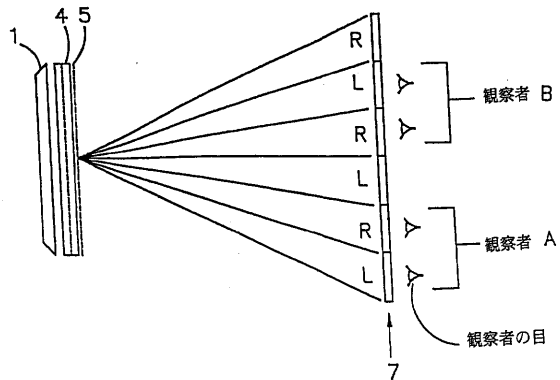
【図 9 b】



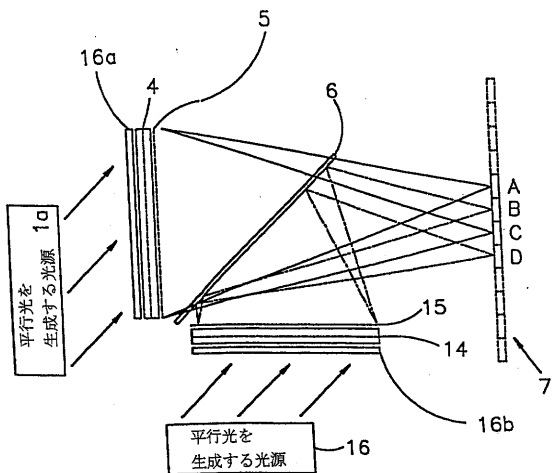
【図 10 b】
FIG 10 b



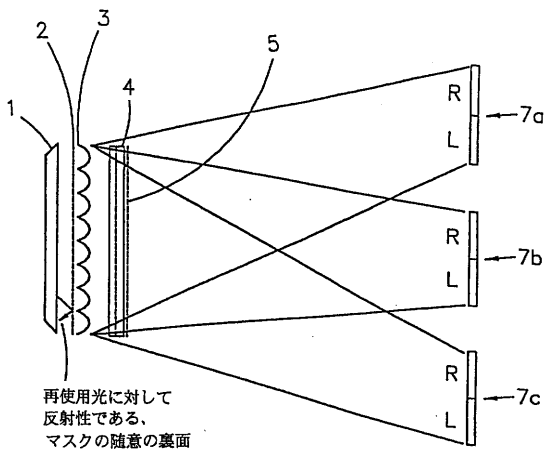
【図 12】



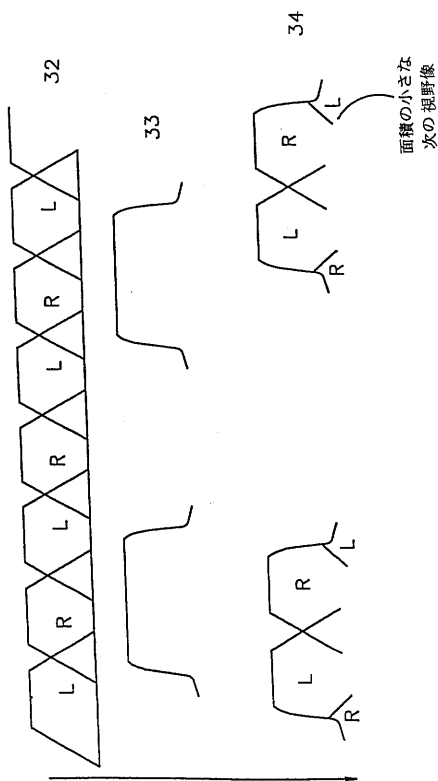
【図 11】



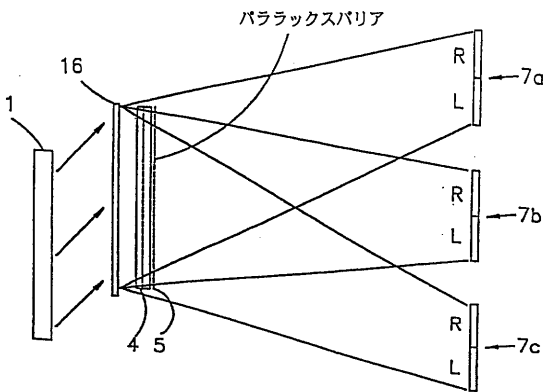
【図 13】



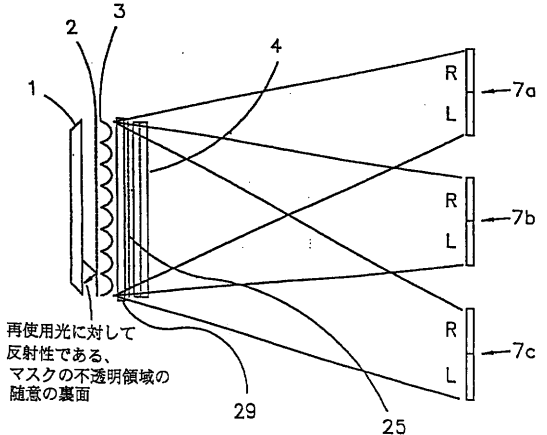
【図 14】



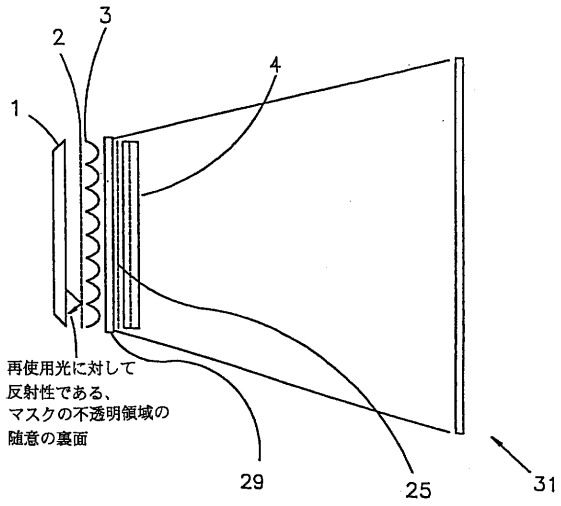
【図 15】



【図 16】



【 図 17 】



フロントページの続き

(72)発明者 エズラ, デイビット
イギリス国 オーエックス10 0アールエル オックスフォードシャー, ウォーリングフォード,
ブライトウェル-カム-ソットウェル, モンクス ミード 19

審査官 三橋 健二

(56)参考文献 特開平07-005455(JP,A)
特開平10-115804(JP,A)
特開平08-242470(JP,A)
特開平08-248355(JP,A)
特開平11-308642(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)
G02B 27/22 - 27/26