

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6154321号
(P6154321)

(45) 発行日 平成29年6月28日(2017.6.28)

(24) 登録日 平成29年6月9日(2017.6.9)

(51) Int.Cl.		F I
GO3H 1/08	(2006.01)	GO3H 1/08
GO2B 27/01	(2006.01)	GO2B 27/01
GO3H 1/22	(2006.01)	GO3H 1/22

請求項の数 11 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2013-519160 (P2013-519160)	(73) 特許権者	513010538
(86) (22) 出願日	平成23年7月14日 (2011.7.14)		ツー ツリーズ フォトニクス リミテッ ド
(65) 公表番号	特表2013-540278 (P2013-540278A)		イギリス エムケー5 8エッチエル バ ッキンガムシャー, ミルトン ケインズ, ノウヒル, ローバック ウェイ 23, ビ ューフォート コート
(43) 公表日	平成25年10月31日 (2013.10.31)		
(86) 国際出願番号	PCT/GB2011/051328	(74) 代理人	100116850
(87) 国際公開番号	W02012/007762		弁理士 廣瀬 隆行
(87) 国際公開日	平成24年1月19日 (2012.1.19)	(72) 発明者	クリスマス ジャミーソン
審査請求日	平成26年6月30日 (2014.6.30)		イギリス エムケー5 8エッチエル バ ッキンガムシャー, ミルトン ケインズ, ノウヒル, ローバック ウェイ 23, ビ ューフォート コート, ツー スリーズ フォトニクス リミテッド内
審査番号	不服2015-17147 (P2015-17147/J1)		最終頁に続く
審査請求日	平成27年9月17日 (2015.9.17)		
(31) 優先権主張番号	1011829.7		
(32) 優先日	平成22年7月14日 (2010.7.14)		
(33) 優先権主張国	英国 (GB)		
早期審査対象出願			

(54) 【発明の名称】 2次元／3次元ホログラフィ表示システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光学系と処理システムとを備える、仮想画像を目視者に視認させるための表示システムであって、

前記光学系が、

前記処理システムから受け取ったホログラフィックデータに基づく表示を行うように配置された、空間光変調器と、

前記ホログラフィックデータに従って空間的に変調された光を形成するために、前記空間光変調器を照明するように配置された光源と、

前記空間的に変調された光をフーリエ変換し、目視者から離れた位置にある再生場に、前記ホログラフィックデータに対応する空間領域における2次元ホログラフィック再構成画像を、空間における実像として生成するように配置されたフーリエ変換レンズと、

前記実像としての2次元ホログラフィック再構成画像の仮想画像を表示するように配置された光学目視システムとを備え、

前記光学目視システムは、

光コンバイナと、

前記実像としての2次元ホログラフィック再構成画像と前記光コンバイナとの間に配置されたレンズとを含み、

前記光コンバイナは、使用時に、前記目視者が、前記実像としての2次元ホログラフィック再構成画像の仮想画像と重ね合わされた現実世界の画像を見ることができるよう

10

20

配置されており、

前記処理システムが、

第1の2次元画像の第1のフーリエ変換データと、

第1の実像としての2次元ホログラフィック再構成画像を第1の再生場に位置させる第1のデータと、を組み合わせ、

第1のホログラフィックデータを得、

ここで、第1の実像としての2次元ホログラフィック再構成画像は、第1の2次元画像の2次元再構成であり、

第1のホログラフィックデータを前記空間光変調器に提供し、

ここで、前記光学目視システムにより形成される、第1の実像としての2次元ホログラフィック再構成画像に対応した第1の仮想画像の深さの変更は、前記第1のデータを変更することのみにより、第1の再生場の位置が変更されることによりなされる、

10

表示システム。

【請求項2】

前記処理システムが、

第2の2次元画像の第2のフーリエ変換データと、

第2の実像としての2次元ホログラフィック再構成画像を第2の再生場に位置させる第2のデータと、を組み合わせ、

第2のホログラフィックデータを得、

ここで、第2の実像としての2次元ホログラフィック再構成画像は、第2の2次元画像の2次元再構成であり、

20

第2のホログラフィックデータを前記空間光変調器に提供し、

ここで、

第1の再生場と第2の再生場とは深さ方向に空間的に離れており、

前記光学目視システムにより形成される、第2の実像としての2次元ホログラフィック再構成画像に対応した第2の仮想画像の深さの変更は、前記第2のデータを変更することのみにより、第2の再生場の位置が変更されることによりなされる、

請求項1に記載の表示システム。

【請求項3】

前記空間光変調器が画素化された回折素子のアレイを備える、

30

請求項1に記載の表示システム。

【請求項4】

第1の仮想画像および第2の仮想画像が目視者に同時に存在するように見える、

請求項2に記載の表示システム。

【請求項5】

前記空間光変調器が反射LCOS空間光変調器である

請求項1～4のいずれか一項に記載の表示システム。

【請求項6】

HUD（ヘッドアップディスプレイ）を構成する請求項1～7のいずれか一項に記載の表示システム。

40

【請求項7】

前記2次元ホログラフィック再構成画像の少なくとも1つの回折次数と、ゼロ次を選択的に遮断するように構成された空間フィルタをさらに備える、

請求項1～6のいずれか一項に記載の表示システム。

【請求項8】

第1の仮想画像が2次元ビデオの連続フレームの1フレームである、

請求項1～7のいずれか一項に記載の表示システム。

【請求項9】

画素化された前記アレイが直径4.5 μm ～12 μm の間の画素からなる、

請求項3に記載の表示システム。

50

【請求項 10】

仮想画像を目視者に視認させるための方法であって、

第1の2次元画像の第1のフーリエ変換データと、第1の実像としての2次元ホログラフィック再構成画像を第1の再生場に位置させる第1のデータと、を組み合わせ、

第1のホログラフィックデータを生成するステップと、

前記ホログラフィックデータを、位相変調する空間光変調器に書き込むステップと、

前記ホログラフィックデータに従って光を空間的に変調するために、前記空間光変調器を照明するステップと、

前記空間的に変調された光をフーリエ変換し、目視者から離れた位置にある再生場に、前記空間光変調器により表示されたホログラフィックデータに対応する空間領域における2次元ホログラフィック再構成画像を、空間における実像として生成するステップと、ここで、第1の実像としての2次元ホログラフィック再構成画像は、第1の2次元画像の2次元再構成であり、

光学目視システムを用いて、前記実像としての2次元ホログラフィック再構成画像の仮想画像を表示するステップと、を含み、

前記光学目視システムは、

光コンバイナと、

前記実像としての2次元ホログラフィック再構成画像と前記光コンバイナとの間に配置されたレンズとを含み、

前記光コンバイナは、使用時に、前記目視者が、前記実像としての2次元ホログラフィック再構成画像の仮想画像と重ね合わされた現実世界の画像を見ることができるよう配置されており、

前記光学目視システムにより形成される、第1の実像としての2次元ホログラフィック再構成画像に対応した第1の仮想画像の深さの変更は、前記第1のデータを変更することのみにより、第1の再生場の位置が変更されることによりなされる、

方法。

【請求項 11】

前記2次元ホログラフィック再構成画像の少なくとも1つの回折次数を選択的に遮断するために、前記2次元ホログラフィック再構成画像を空間的にフィルタリングするステップ

をさらに含む、

請求項10に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、表示システムおよび画像を表示する方法に関する。実施形態は、仮想画像表示のシステムおよび方法に関し、いくつかの実施形態は、ヘッドアップ・ディスプレイ・システムに関する。

【背景技術】

【0002】

物体から散乱する光は、振幅と位相両方の情報を含む。この振幅および位相の情報は、例えば、干渉じまを含むホログラムを形成する周知の干渉法によって感光板上に取り込むことができる。ホログラムは、ホログラムを適切な光で照明することにより、元の物体を表す画像、すなわちホログラフィック再構成を形成するように再構成され得る。

【0003】

コンピュータ生成ホログラフィは、フーリエ法を使用して干渉プロセスを数値的にシミュレートし得る。

【0004】

ホログラフィ法を2次元画像プロジェクタにおいて使用することが提案されている。

【0005】

図1を参照すると、フーリエレンズ(120)を介して、この場合はおおむね平面状の波面としての空間光変調器(140)上へ光を当てる光源100が示されている。空間光変調器は、反射し、多数の位相変調素子のアレイからなるものである。光は空間光変調器によって反射され、2つの部分、すなわち、(ゼロ次と呼ばれる)第1の鏡面反射される部分と、位相変調素子によって空間的に変化する位相の波面を形成するように変調されている第2の部分とからなる。空間光変調器による反射のために、すべての光はおおむね光源(100)の方へ反射され、そこで光は、系の軸に対して45°に配置された開口(160)を有する反射鏡に当たる。光の画像部分のすべてが反射鏡により、系の軸に対しておおむね平行な画面(180)へ向けて反射される。フーリエレンズ(120)の作用のために、画面(180)に当たる光は、位相変調素子へ適用された情報が由来する画像の再構成である実像を形成する。

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

実施形態は、ホログラフィック再構成の仮想画像を形成し、空間における仮想画像の適応位置制御を提供するための改善された2次元リアルタイムプロジェクトに関する。そして、さらに好ましい実施形態は、再構成の空間的フィルタリングを可能にする。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の態様は添付の独立請求項に定義されている。

20

【0008】

要約すると、空間光変調器(SLM)が、プロジェクトを形成するために、SLMを正しく照明することによって再構成することができる所望の画像の位相のみのフーリエ変換を集合的に表す位相変調素子のアレイを形成する。位相のみの分布はホログラムと呼ばれ得る。画像は、ホログラフィック再構成として説明され得る。SLMの素子を画素と呼んでもよい。

【0009】

ホログラフィック再構成は、仮想画像を形成するための光学目視システムによって画像化される。発明者は、ホログラムに可変レンズ法(variable lensing)データを提供することにより、目視者に対する仮想画像の位置を変更することができることを認めている。これにより、表示システムに「深さ」が提供され、仮想画像を目視者から異なる距離において提示させて、擬似3次元システムをリアルタイムで提供することができる。特に、発明者は、中間再構成を形成することにより、空間的フィルタリングが、ホログラムによって生成されるより高い回折次数を除去するように行われ得ることを認めている。これにより、特に、ヘッドアップディスプレイといったリアルタイム用途のための改善された目視システムが生じる。

30

【0010】

次に、本発明の実施形態を、添付の図面に合わせて説明する。

【図面の簡単な説明】

【0011】

40

【図1】従来のホログラフィック画像ディスプレイの基本原理を示す図である。

【図2】反射SLMの一例を示す概略図である。

【図3】ディスプレイを示す概略図である。

【図4】仮想画像の位置においてレンズ法情報を変化させることの影響を示す図である。

【図5】LCOS SLMデバイスを示す概略図である。各図において、類似の参照番号は類似の部分を目指す。

【発明を実施するための形態】

【0012】

許容できる品質のホログラフィック再構成を生じさせることができるホログラムを生成するには位相情報だけで十分であることがわかっている。すなわち、ホログラム中の振幅

50

情報は廃棄することができる。これにより必要なレーザ光源の出力を低減することができるが、これには他の利点もある。したがって、フーリエベースのコンピュータ生成ホログラフィ法は、位相情報だけを使用して策定されている。

【0013】

ホログラムによって再構成される画像は、ホログラムのフーリエ変換によって与えられる。したがって、ホログラムは物体のフーリエ変換を表す位相のみのパターンであるのに対して、再構成される画像（またはホログラフィック再構成）は、振幅と位相両方の情報を含み得る。

【0014】

Gerchberg - Saxton (ジャーチバーグ・ザクストン) 法は、振幅情報だけを含み入力画像データから位相のみのホログラムを計算するための反復アルゴリズムの一例である。このアルゴリズムは、ランダム位相パターンから開始し、これを振幅データと結合して複合データを形成する。複合データに対して離散フーリエ変換が行われ、結果として得られるデータセットは、振幅と位相からなるフーリエ成分である。振幅情報は均一な値に設定され、位相は、利用可能な位相値にマッチするように量子化される。次いで逆離散フーリエ変換が行われる。その結果は別の複合データセットであり、その場合、振幅情報がターゲット画像で上書きされ、プロセスが繰り返される。したがって、Gerchberg - Saxton アルゴリズムは、空間領域とフーリエ (スペクトル) 領域との間でデータセット (振幅および位相) を繰り返し変換する間に、空間制約条件およびスペクトル制約条件を反復して適用する。

【0015】

Gerchberg - Saxton アルゴリズムおよびその派生アルゴリズムは、多くの場合、直接バイナリ・サーチ・アルゴリズムといった「非フーリエ変換」アルゴリズムよりずっと高速である。Gerchberg - Saxton に基づく修正アルゴリズムが策定されている。例えば、参照により本明細書に組み込まれる同時係属の公開 PCT 出願 WO 2007 / 131650 を参照されたい。

【0016】

これらの改良型の技法は、2次元ビデオ投影が実現されるのに十分な速度でホログラムを計算することができる。本明細書で説明する実施形態は、そのような修正 Gerchberg - Saxton アルゴリズムを使用して計算されるコンピュータ生成ホログラムを使用した2次元ビデオ投影に関するものである。

【0017】

ホログラフィを用いて生成される2次元ビデオ画像は、特に、鮮明度および効率の点で、従来の投影2次元画像に優る著しい利点を有することが知られている。しかし、現在のホログラム生成アルゴリズムの計算およびハードウェアが複雑であるため、そのリアルタイム用途での使用が妨げられている。最近、これらの問題が解決された。例えば、参照により本明細書に組み込まれる公開 PCT 出願 WO 2005 / 059881 を参照されたい。

【0018】

位相のみのホログラフィックデータを表示するには、位相変調デバイスが必要である。これらのデバイスは、振幅を変調しないため、一般に光透過性である。したがって、例えば光が吸収により失われることがない。これには、すべての再構成光がホログラフィック再構成の作成に使用されるという大きな利点がある。これは言い換えると、よりエネルギー効率のよい表示システムということになる。

【0019】

位相変調デバイスは画素化されてもよく、各画素は回折素子として働くことになる。各画素からの回折パターンは、再生場 (replay field) と呼ばれる画面における複雑な干渉パターンを生じさせる。この複雑な関係のために、ホログラム上の各画素は、再構成される画像の複数の部分に寄与する。

【0020】

位相変調デバイスの一例が空間光変調器 (S L M) である。典型的には、 S L M は、アドレス指定可能な位相変調素子のフィールドを有する。ある S L M では位相変調素子は素子の線形または 1 次元アレイであり、別の S L M では 2 次元アレイが設けられる。簡潔にするために、多くの S L M は、全体として四角い位相変調素子の規則的な 2 次元アレイを有する。しかし、位相変調素子が同様のサイズおよび形状を有する必要はない。

【 0 0 2 1 】

図 2 に、本開示による、 L C O S といいた反射 S L M を使用した再生場位置におけるホログラフィック再構成の生成の一例を示す。

【 0 0 2 2 】

光源 (2 1 0) 、例えばレーザやレーザダイオードなどが、コリメーティングレンズ (2 1 1) を介して S L M (2 4 0) を照明するように配置されている。コリメーティングレンズは、光のおおむね平面状の波面を S L M に入射させる。波面の方向はわずかにオフノーマルである (すなわち、透明層の面に対して直角から 2 、 3 度ずれている) 。この配置は、光源からの光が S L M の鏡面反射する背面から反射され、位相変調層と相互作用して射出波面 (e x i t i n g w a v e f r o n t) (2 1 2) を形成するというものである。射出波面 (2 1 2) は、その焦点が画面 (2 2 5) のところにあるフーリエ変換レンズ (2 2 0) を含む光学系へ当てられる。

【 0 0 2 3 】

フーリエ変換レンズは、 S L M から光を受け、周波数・空間変換を行って、空間領域で画面 (2 2 5) においてホログラフィック再構成を生成する。

【 0 0 2 4 】

このプロセスで、光源からの光は、 S L M (2 4 0) 全体に、また位相変調層全体におおむね均一に配光される。位相変調層を出る光は、画面全体に配向され得る。画面の特定の画像領域とどの 1 つの位相変調素子との間にも対応関係はない。

【 0 0 2 5 】

図 3 を参照すると、前述の S L M ベースのシステムを使用した本開示による実施形態が示されている。図 3 には、ホログラフィック再構成 (3 1 0) の実像を提供するための S L M ベースのシステム (3 0 5) を有するヘッドアップディスプレイ (3 0 0) が示されている。ホログラフィック再構成は、いわゆる再生場のところに形成される。再生場の空間位置は、本明細書で説明する実施形態に従って変更され得る。

【 0 0 2 6 】

ディスプレイは、光コンバイナ (3 2 0) と、ホログラフィック再構成 (3 1 0) とコンバイナ (3 2 0) との間に配置されたレンズ (3 3 0) とからなる。この配置は、コンバイナ (3 2 0) の方を見ている目視者 (3 4 0) に、コンバイナ (3 2 0) の背後の、目視者から距離 d のところにあるホログラフィック再構成 (3 1 0) の仮想画像 (3 5 0) が見えるというものである。そのようなシステムは、例えば、ヘッドアップディスプレイやヘッドマウントディスプレイにおいて使用することができる。

【 0 0 2 7 】

光学系 (3 3 5) は、焦点距離 f を有し、目視者から距離 $e d$ のところに位置するレンズからなっていてよい。ホログラフィック再構成 (3 1 0) は、レンズの背後の実距離 $o d$ のところにある。ホログラフィック再構成 (3 1 0) がレンズ (3 3 0) の焦点面に配置される場合には、目視者 (3 4 0) は画像 (3 5 0) が無限遠にあると感じる。

【 0 0 2 8 】

しかし、ホログラフィック再構成 (3 1 0) がレンズ (3 3 0) の焦点距離よりもレンズ (3 3 0) に近い場合には、画像 (3 5 0) はもはや無限遠ではなくなる。

【 0 0 2 9 】

ホログラフィック再構成がレンズの焦点距離よりもレンズ (3 3 0) に近いとすれば、画像 (3 5 0) を、無限遠より近くに見え、仮想距離 $v d$ のところに見えるように構成することができる。その計算は以下の通りである。

【 0 0 3 0 】

10

20

30

40

50

$$od = \frac{1}{\left(\frac{1}{f} - \frac{1}{-vd}\right)}$$

【 0 0 3 1 】

前述の再生場の位置は、空間光変調器（ 3 8 0 ）に当てられる位相のみのレンズ法データのレンズ法特性を変更することによって変更されてもよい。よって、第 1 のレンズ法特性については、実像（ 3 1 0 ）の位置を相対的にレンズ（ 3 3 0 ）に近いものとしてとすることができ、レンズ法データの第 2 の値については、実像 3 1 0 はレンズ（ 3 3 0 ）から相対的により遠い。これは、仮想画像ディスプレイによって作成される画像（ 3 5 0 ）の見かけ上の深さが変更され得ることを意味する。

10

【 0 0 3 2 】

要約すると、S L M（ 3 8 0 ）の位相変調素子に適用される情報は 2 つの部分、すなわち、最終画像を表す情報を含む第 1 の部分と、負のレンズ法および調整特性を提供する効果を有する第 2 の部分とからなる。この第 2 の部分を変更することにより、ホログラフィック再構成の、したがって仮想画像（ 3 5 0 ）の位置を変更させることが可能である。

【 0 0 3 3 】

十分に速い空間光変調器、適切なコンピュータアルゴリズムを使用し、データを空間光変調器へ適切に書き込むことにより、データの異なるサブフレームを異なる見かけ上の深さのところに画像化することが可能である。S L M は、情報が、標準ビデオフレームにおいて複数回電氣的に書き込まれ、光学的に読み出されるのに十分な速さでなければならない。サブフレームが十分迅速に表示される場合、サブフレームは人間の目視者には同時に存在するように見えるはずである。

20

【 0 0 3 4 】

例えば、全体画像が目視者（ 3 4 0 ）から 2 . 5 メートルのところにあるように見えるが、画像の一部、例えば、目視者にとって特に重要な画像を、その画像化データを別のサブフレームとして提供し、当該サブフレームについてのレンズ法データを変更することにより、当該画像を全体画像面の前にあるように見せることができる。これは、5 0 1、5 0 2、5 0 3、および 5 0 4 で表す 4 つの異なるサブフレーム画像位置が示される図 4 に概略的に示されている。

30

【 0 0 3 5 】

図 3 の配置は、目視者が実像（ 3 1 0 ）のところに位置する構成とは区別すべきである。そのような構成は、「直視（direct view）」と呼んでもよい。そのような場合、目視者の目はフォーリエレンズとなる。

【 0 0 3 6 】

要約すると、本開示は、ホログラフィック再構成（ 3 1 0 ）がまず空間における実像として形成される仮想画像ディスプレイに関するものである。実像（ 3 1 0 ）は、実像（ 3 1 0 ）の仮想画像（ 3 5 0 ）を生成するレンズ（ 3 3 0 ）にあっての「物体」を形成する。仮想画像（ 3 5 0 ）は、目視者により、図 3 に示すような光コンバイナ（ 3 2 0 ）を介して見られ得る。

40

【 0 0 3 7 】

空間光変調器（ 3 8 0 ）に適用されるレンズ法データを変更することにより、実像（ 3 1 0 ）の位置を変更することができる。したがって、仮想画像（ 3 5 0 ）の位置も変更することができる。

【 0 0 3 8 】

これに対して、目視者が実像（ 3 1 0 ）のところに位置するときには、目視者は、フォーリエレンズとして機能し、そのため、再構成場のすべての回折次数が見える。すなわち、目視者は、1 次再構成の複数のレプリカ、言い換えると複数の再構成を見るはずである。複数の次数の存在は、例えば、特にヘッドアップディスプレイなどにおける混乱につなが

50

り得る。

【 0 0 3 9 】

加えて、再構成されるホログラムの品質も、再構成の回折性の結果であるいわゆるゼロ次問題の影響を受ける。

【 0 0 4 0 】

そのようなゼロ次光は、「雑音」とみなすことができ、例えば、鏡面反射光や、空間光変調器上のパターンによって屈折されない他の光を含む。

【 0 0 4 1 】

この「雑音」は、おおむね、フーリエレンズの焦点に合わせられ、再構成されるホログラムの中心の明るい点が生じることになる。直視の適用例では、ゼロ次は、仮想画像を見るときにかなり注意をそらすものになるはずである。

10

【 0 0 4 2 】

有利には、中間再構成を画像化することにより、中間再構成におけるゼロ次および高次の回折次数を除外することが可能である。これは、例えば、実像 (3 1 0) のところに空間フィルタを位置決めして、1次といった好ましい次数だけを通すための物理開口を設けることなどによって達成されてもよい。

【 0 0 4 3 】

従来、ゼロ次光は単純に締め出されるが、これは明らかに、明るい点を暗い点で置き換えることを意味するはずである。

【 0 0 4 4 】

20

しかし、ホログラムは3次元情報を含むため、再構成を異なる面へ変位させることが可能である。例えば、参照により本明細書に組み込まれる公開 P C T 出願 W O 2 0 0 7 / 1 3 1 6 4 9 などを参照されたい。

【 0 0 4 5 】

本発明の適用例は、特に、ヘッドアップディスプレイおよびヘッドマウントディスプレイを含む。本発明は、目視者から異なる距離または深さのところに異なる情報を有し、複数のサブフレームを積み重ねることにより非常に限られた体積でフル3次元を有し、多数の異なる画像が異なる距離のところにあり、物体の遠近法的追跡を伴い、現実性が高められた、例えば、異なる深さのところで異なる情報を重ね合わせることができるニアアイ (n e a r - e y e) 型拡張現実システムなどを備えるフル・カラー・ホログラムを可能にする。

30

【 0 0 4 6 】

実施形態において、空間光変調器は、L C O S (L i q u i d C r y s t a l o v e r s i l i c o n : シリコン上の液晶) デバイスである。画像品質は、当然ながら、画素数および1画素当たりの可能な位相レベルの数の影響を受ける。

【 0 0 4 7 】

L C O S デバイスは、従来の透過型液晶表示装置のハイブリッドであり、共通の電気導体として働くように前面基板は酸化インジウムスズ (I n d i u m T i n O x i d e) で被覆されたガラスである。下部基板は、シリコン半導体プロセスを使用して作成され、さらに最終的にアルミニウム蒸発プロセスを使用して鏡面反射面が作成され、その場合これらの反射鏡は画素対電極として働く。

40

【 0 0 4 8 】

従来のガラス基板と比べて、これらの装置には、信号線、ゲート線およびトランジスタが鏡面反射面の下にあり、その結果、ずっと高い充填率 (f i l l f a c t o r) (典型的には 9 0 % 超) および高い解像度がもたされるという利点がある。

【 0 0 4 9 】

L C O S デバイスは現在、4 . 5 μ m から 1 2 μ m の間の画素のものが利用可能であり、このサイズは、動作モード、したがって、各画素において必要とされる回路の量によって決定される。

【 0 0 5 0 】

50

L C O S デバイスの構造が図 5 に示されている。

【 0 0 5 1 】

L C O S デバイスは、単結晶シリコン基板 (4 0 2) を使用して形成される。L C O S デバイスは、あるギャップ (4 0 1 a) だけ間隔をおいて、基板の上面に配置された四角い平面状のアルミニウム電極 (4 0 1) の 2 次元アレイを有する。各電極 (4 0 1) は、基板 (4 0 2) に埋め込まれた回路 (4 0 2 a) によってアドレス指定することができる。各電極は、個々の平面状の反射鏡を形成している。電極のアレイ上に配向膜 (4 0 3) が配置され、配向膜 (4 0 3) 上に液晶層 (4 0 4) が配置される。第 2 の配向膜 (4 0 5) が液晶層 (4 0 4) 上に配置され、第 2 の配向膜 (4 0 5) 上にガラスなどの平面状の透明層 (4 0 6) が配置される。透明層 (4 0 6) と第 2 の配向膜 (4 0 5) との間には、I T O などの単一の透明電極 (4 0 7) が配置される。

10

【 0 0 5 2 】

四角い電極 (4 0 1) はそれぞれ、透明電極 (4 0 7) および介在する液晶材料の重なり合う領域と相まって、画素と呼ばれることの多い制御可能な位相変調素子 (4 0 8) を定義する。実効画素面積、すなわち充填率は、画素間の空間 (4 0 1 a) を考慮に入れた、光学活性を有する総画素のパーセンテージである。透明電極 (4 0 7) に対して各電極 (4 0 1) に印加される電圧を制御することにより、個々の位相変調素子の液晶材料の特性を変化させ、それによって、素子に入射する光に変遅延が与えられ得る。その効果は、波面に位相のみの変調が提供されるものであり、すなわち、振幅の影響は生じない。

【 0 0 5 3 】

20

反射 L C O S 空間光変調器を使用することの主な利点は、液晶層が、それが透過型デバイスであった場合になるはずの半分の厚さになることである。これは液晶のスイッチング速度を大幅に改善する (動くビデオ画像の投影のためのキーポイント)。また L C O S デバイスは、独自に、位相のみの素子の大きなアレイを小さい開口において表示することができる。小型素子 (典型的にはおおよそ 1 0 ミクロン (ミリメートル)) は、結果として、光学系があまり長い光路を必要としないような実用的な回折角 (数度) をもたらす。

【 0 0 5 4 】

L C O S S L M の小さい開口 (数平方センチメートル) を照明する方が、より大きい液晶デバイスの開口を照明する場合よりも容易である。また L C O S S L M は大きな口径比を有し、画素間にほとんどデッドスペースが生じない (L C O S S L M を駆動するための回路が反射鏡の下に埋め込まれているため)。これは、再生場における光学雑音を低減する際に重要な問題である。

30

【 0 0 5 5 】

上記デバイスは、典型的には、1 0 から約 5 0 までの温度範囲内で動作し、最適なデバイス動作温度は約 4 0 から 5 0 までである。

【 0 0 5 6 】

L C O S デバイスは、その制御電子回路がシリコンバックプレーンに埋め込まれているため、画素の充填率がより高く、デバイスを離れる非分散光 (u n s c a t t e r e d l i g h t) がより少なくなる。

【 0 0 5 7 】

40

シリコンバックプレーンの使用には、画素が光学的に平坦であるという利点があり、これは位相変調デバイスにとって重要である。

【 0 0 5 8 】

カラー 2 次元ホログラフィック再構成を生成することができ、これを成し遂げる方法は主に 2 つである。これらの方法の 1 つは、「F S C (f r a m e - s e q u e n t i a l c o l o u r : フレーム・シーケンス・カラー) 」と呼ばれる。F S C システムでは、3 つのレーザ (赤、緑および青) が使用され、各レーザは、ビデオの各フレームを生成するために S L M において連続して発射される。各色は、人間の目視者に 3 つのレーザの組み合わせからの多色画像が見えるように十分に速いレートで繰り返される (赤、緑、青、赤、緑、青など)。したがって各ホログラムは色別のものである。例えば、1 秒当たり 2

50

5 フレームのビデオでは、第 1 のフレームが赤色レーザを 1 / 7 5 秒にわたって発射することによって生成され、次いで、緑色レーザが 1 / 7 5 秒にわたって発射され、最後に青色レーザが 1 / 7 5 秒にわたって発射されるはずである。次いで、次のフレームが赤色レーザから以下同様に生成されるはずである。

【 0 0 5 9 】

別の方法は、「SSC (spatially separated colours : 空間的に分離された色) 」と呼ばれ、3 つのレーザすべてが同時に発射されるが異なる光路を辿り、例えば、それぞれが異なる SLM を使用し、次いでカラー画像を形成するように組み合わせられることを伴う。

【 0 0 6 0 】

FSC (frame - sequential colour) 法の利点は、全 SLM が色ごとに使用されることである。これは、SLM 上のすべての画素がカラー画像のそれぞれに使用されるために、生成される三色画像の品質が損なわれないことを意味する。しかし、FSC 法の不都合点は、各レーザが 3 分の 1 の時間にわたってしか使用されないために、生成される全体画像が、SSC 法によって生成される対応する画像の約 3 分の 1 の明るさになることである。この欠点には、おそらくは、レーザを過励振することにより、またはより強力なレーザを使用することにより対処できるはずであるが、これにはより多くの電力の使用が必要とされ、より高いコストを伴い、システムのコンパクト性を低下させることになるはずである。

【 0 0 6 1 】

SSC (spatially separated colours) 法の利点は、3 つすべてのレーザが同時に発射されるために画像がより明るいことである。しかし、スペースの限界のためにただ 1 つの SLM だけを使用する必要がある場合には、SLM の表面積を 3 つの等しい部分に分け、事実上 3 つの別々の SLM として働かせることができる。この方法の欠点は、各単色画像に使用できる SLM 表面積が低減されるために、各単色画像の品質が低下することである。したがって、多色画像の品質もそれに対応して低下する。使用できる SLM 表面積の低減は、SLM 上のより少数の画素が使用され、よって、画像の品質が低下し得ることを意味する。画素の品質は、その解像度が低減されるために低下する。

【 0 0 6 2 】

各実施形態は「タイルング」の技法を実施し、タイルングでは SLM の表面積がいくつかのタイルへさらに分割され、各タイルは、元のタイルと同様の、または同一の位相分布において設定される。したがって各タイルは、SLM の全割振り面積が 1 つの大きな位相パターンとして使用された場合よりも小さい表面積のものである。タイル内の周波数成分の数が小さいほど、再構成される画素は、画像が生成されるときにより遠くに分離される。画像はゼロ次の回折次数内で作成され、1 次および後続の次数は、画像と重なり合わないよう十分に遠くに変位され、空間フィルタによって遮断され得ることが好ましい。

【 0 0 6 3 】

前述のように、(タイルングありであれなしであれ) この方法によって生成される画像は、画像画素を形成する点を含む。使用されるタイルの数が大きいほど、これらの点は小さくなる。無限正弦波のフーリエ変換を例にとると、単一周波数が生成される。これは最適な出力である。実際には、ただ 1 つのタイルが使用される場合、これは正弦波の単一位相の入力に対応し、正弦波の終端ノード (end node) から正と負の方向に無限遠まで延在するゼロ値を有する。単一周波数がそのフーリエ変換から生成されるのではなく、基本周波数成分 (principle frequency component) は、そのどちらの側にも一連の隣接する周波数成分を伴って生成される。タイルングの使用は、これらの隣接する周波数成分の振幅を低減し、その直接の結果として、隣接する画像画素間で生じる干渉が (強め合う干渉であれ、弱め合う干渉であれ) より少なくなり、それによって画像品質が改善される。

【 0 0 6 4 】

好ましくは、各タイルは完全なタイルであるが、タイルの部分を使用することも可能である。

【0065】

物体の画像が画像面に対して異なる深さのところに形成され得るように、空間光変調器に適用される画像化データを変更すると同時に空間光変調器上のレンズ法データを変更するステップを含む、画像を表示する方法が提供される。

【0066】

この画像面は、仮想画像化システムにおいて使用され得る。

【0067】

データを変更するステップは、異なる深さのところに形成される複数の画像が人間の目に同時に存在するように見えるように実行され得る。

10

【0068】

S L Mに画像を形成するためのデータを適用するステップと、S L Mを照明するステップと、結果として得られる光を、仮想画像を形成するための光学系に当てるステップとを含む、表示する方法が提供され、S L Mに適用されるデータは第1のデータと第2のデータとを含み、第1のデータは画像のコンテンツに関連し、第2のデータは、S L Mによって少なくとも1つのレンズ法機能を提供するように決定され、この方法は、第2のデータを、異なる深さのところに形成される複数の画像が人間の目に同時に存在するように見えるように変更するステップをさらに含む。

【0069】

20

この方法は、複数の画像が相互に異なるように第1のデータを変更するステップを含んでいてもよい。

【0070】

S L Mと、S L Mを操作するための回路と、S L Mを照明するための照明装置と、S L M上のデータから再構成される仮想画像を形成するように適合された光学系とを備えるディスプレイが提供され、回路は、S L Mに画像を形成するためのデータを適用するように適合されており、適用されるデータは第1のデータと第2のデータとを含み、第1のデータは画像のコンテンツに関連し、第2のデータはS L Mによって少なくとも1つのレンズ法機能を提供するように決定され、回路は、第2のデータを、異なる深さのところに形成される複数の画像が人間の目に同時に存在するように見えるように変更するように適合されている。

30

【0071】

光学系はフーリエレンズを備えていてもよい。

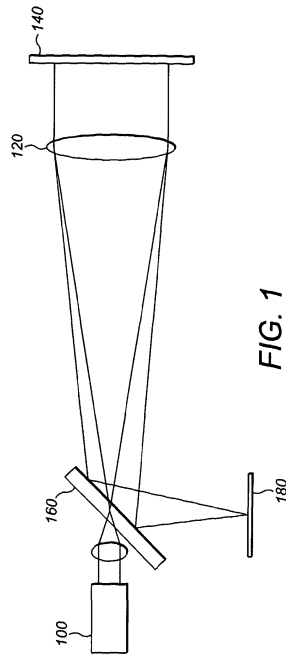
【0072】

ディスプレイは、ヘッドアップディスプレイを形成していてもよい。

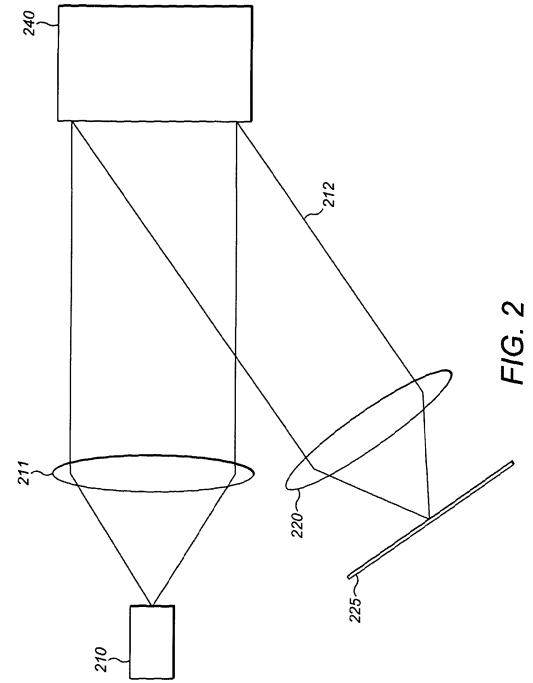
【0073】

本発明は、前述の実施形態だけに限定されず、添付の特許請求の範囲の全範囲に及ぶものである。

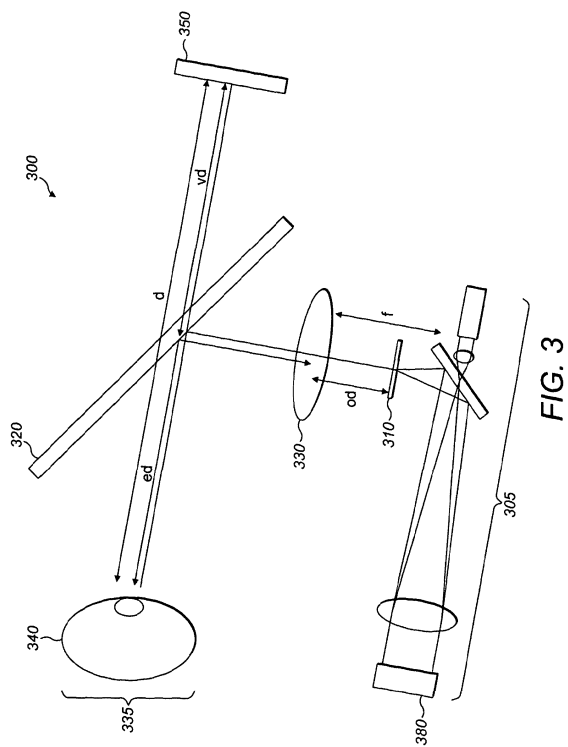
【図 1】



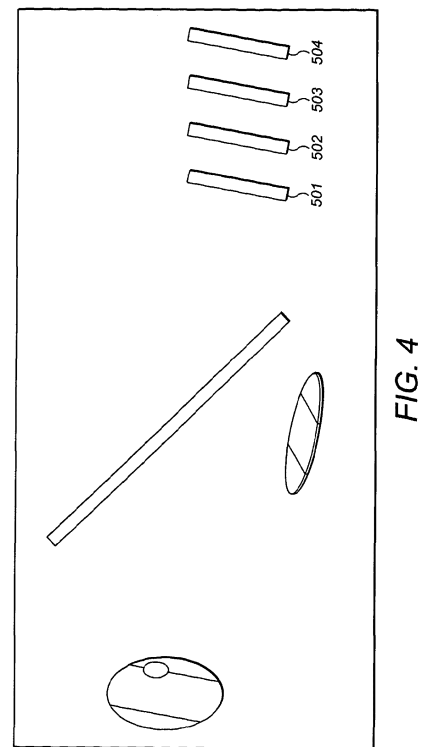
【図 2】



【図 3】



【図 4】



【図 5】

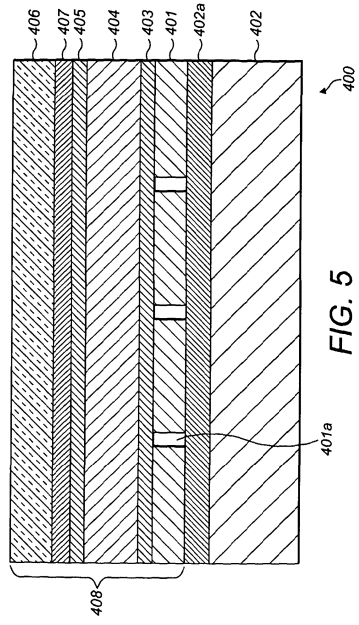


FIG. 5

フロントページの続き

(72)発明者 マシヤノ ダクソン

イギリス エムケー 5 8 エッチエル バッキンガムシャー, ミルトン ケインズ, ノウヒル, ロ
ーバック ウェイ 23, ビューフォート コート, ツー スリーズ フォトニクス リミテッド
内

合議体

審判長 鉄 豊郎

審判官 清水 康司

審判官 河原 正

(56)参考文献 特開平 11 - 3128 (JP, A)

国際公開第 2009/087358 (WO, A1)

国際公開第 2009/156752 (WO, A1)

特開 2010 - 79121 (JP, A)

特開 2010 - 39556 (JP, A)

特開 2006 - 352473 (JP, A)

特開 2010 - 32906 (JP, A)

特開平 11 - 184363 (JP, A)

特開 2009 - 288388 (JP, A)

特表 2009 - 536747 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G03H1/00-1/34

G02B27/01