

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5860897号
(P5860897)

(45) 発行日 平成28年2月16日(2016.2.16)

(24) 登録日 平成27年12月25日(2015.12.25)

(51) Int.Cl.

F I

G O 2 B 27/22 (2006.01)

H O 4 N 13/04 (2006.01)

G O 3 B 35/18 (2006.01)

G O 3 H 1/22 (2006.01)

G O 3 H 1/16 (2006.01)

G O 2 B 27/22

H O 4 N 13/04 8 4 0

H O 4 N 13/04 5 2 0

H O 4 N 13/04 1 3 0

G O 3 B 35/18

請求項の数 12 (全 14 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2013-542566 (P2013-542566)
 (86) (22) 出願日 平成23年12月9日(2011.12.9)
 (65) 公表番号 特表2014-507674 (P2014-507674A)
 (43) 公表日 平成26年3月27日(2014.3.27)
 (86) 国際出願番号 PCT/EP2011/072359
 (87) 国際公開番号 W02012/076702
 (87) 国際公開日 平成24年6月14日(2012.6.14)
 審査請求日 平成26年10月21日(2014.10.21)
 (31) 優先権主張番号 102010062728.3
 (32) 優先日 平成22年12月9日(2010.12.9)
 (33) 優先権主張国 ドイツ(DE)

(73) 特許権者 507230267
 シーリアル テクノロジーズ ソシエテ
 アノニム
 SEEREAL TECHNOLOGIE
 S S. A.
 ルクセンブルグ大公国 ムンスバッハ エ
 ルー5365, パルク ダクティヴィテ
 シルダール, 6 ビー
 (74) 代理人 100076428
 弁理士 大塚 康徳
 (74) 代理人 100112508
 弁理士 高柳 司郎
 (74) 代理人 100115071
 弁理士 大塚 康弘

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ディスプレイ用光変調装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

制御手段により制御可能な空間光変調器及び少なくとも1つの制御可能な回折装置を有し、3Dモード及び2Dモードにおいて制御可能な、3Dシーンを提示するディスプレイ用光変調装置であって、

可干渉性光線を用いて変化する眼球位置に観察者ウィンドウが生成可能であり、

前記少なくとも1つの制御可能な回折装置は、

電極と、

制御可能材料と、を有し、

前記制御手段は、少なくとも1次元において、拡散特性を示す関数と、プリズム特性及びレンズ特性の少なくともいずれかを示す関数とを符号化するように前記制御可能な回折装置の前記電極に制御電圧を印加することで、前記関数のうちの少なくとも1つの関数を与える位相プロファイルを有する回折格子として前記制御可能な回折装置を機能させ、

前記拡散特性を示す関数を与える位相プロファイルを有する回折格子は、3Dモード及び2Dモードにおいて前記観察者ウィンドウのサイズを制御可能な、検出された眼球位置までの距離に応じた可変周波数により制御される位相シフトを実現する

ことを特徴とする光変調装置。

【請求項 2】

前記光線の回折角は、前記制御可能な回折装置の、同時に電圧の印加が指定される可変数の電極により変更されることを特徴とする請求項1に記載の光変調装置。

10

20

【請求項 3】

前記位相シフトは、空間周波数スペクトル及びその値範囲の少なくともいずれかに基づき、前記制御手段により選択された一連のランダムな位相シフト量により制御可能であることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の光変調装置。

【請求項 4】

前記観察者ウィンドウをリサイズするために用いられる位相シフト量の最大範囲が縮小されることを特徴とする請求項 3 に記載の光変調装置。

【請求項 5】

位相シフト量は、制御値である観察者の眼球位置の取りうる座標に対する位相シフト量を含むテーブルから取得可能であることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の光変調装置。

10

【請求項 6】

前記拡散特性を示す関数は、位相シフト量を用いて符号化することで、前記制御可能な回折装置を対応する回折格子として機能させることが可能であり、

該位相シフト量は、反復フーリエ変換手法を用いて計算可能であることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の光変調装置。

【請求項 7】

前記反復フーリエ変換の計算は、少なくとも値の 1 次元分布を示す複素行列値を用いて実行され、

少なくとも 1 つの回折格子は、前記計算された位相シフト量を用いて少なくとも 1 方向において前記制御可能な回折装置が前記少なくとも 1 つの関数を与える位相プロファイルを有するように符号化され、

20

前記回折格子は、前記 1 次元分布により定義された強度分布を示すことを特徴とする請求項 6 に記載の光変調装置。

【請求項 8】

前記観察者ウィンドウのサイズは、前記拡散特性を示す関数が前記制御可能な回折装置に符号化されるように前記電極に電圧を与えることにより、あるいは光源の非合焦結像により、少なくとも 1 次元において制御可能であり、

観察者面に近接する平面に対し、球状の位相プロファイルが実現されるように、前記制御可能な回折装置が回折格子として機能する

30

ことを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の光変調装置。

【請求項 9】

前記拡散特性を示す関数は、位相プロファイルを用いて回折格子として前記制御可能な回折装置を制御することで実現され、

拡散角は、前記制御手段により 2 D モードが提供される観察者の眼球に対する観察者ウィンドウを生成するように制御可能である

ことを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の光変調装置。

【請求項 10】

局所的に検出された観察者の眼球位置に対する前記 2 D モード用の拡散特性を示す関数が提供され、

40

前記 3 D モードは、他の観察者の眼球位置に対して維持される

ことを特徴とする請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載の光変調装置。

【請求項 11】

少なくとも立体視画像コンテンツ及びホログラム像コンテンツのいずれかが、前記光変調装置において制御可能に提示可能であることを特徴とする、請求項 1 乃至 10 のいずれか 1 項に記載の光変調装置を備えたディスプレイ。

【請求項 12】

前記光変調装置は、少なくとも 2 つの観察者に対する観察者ウィンドウを制御するための制御可能な回折装置を有し、

ディスプレイが 3 D モードで動作している場合、3 D シーンを提示するために、眼球位

50

置に対する２つの観察者ウィンドウのサイズは、同時に制御可能に変更可能であることを特徴とする請求項１１に記載のディスプレイ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、制御部により制御可能な、少なくとも１つの空間光変調器及び少なくとも１つの回折装置を有し、３Ｄシーン像の３次元提示用ディスプレイのための光変調装置に関する。

【背景技術】

【０００２】

本発明の応用分野は、例えばホログラム方式または自動立体視方式ディスプレイ等の、３Ｄシーンをホログラム等に符号化可能、あるいは３Ｄシーンの立体視画像を２次的及びまたは３次的に提示可能な、観察者ウィンドウを有するディスプレイを含む。観察者は、少なくとも１つの観察者ウィンドウが観察者の眼球位置に一致した場合に、３Ｄシーンをホログラム再現あるいは立体視画像として知覚できる。

【０００３】

ホログラム方式ディスプレイを使用することで、観察者ウィンドウが瞳に一致した場合に、観察者は、観察者ウィンドウ及びスクリーンにより補われる再構成空間において、オブジェクトの再構成シーンを見ることができ、瞳は、再現が生成される必要がある、特定の眼球位置に配置される。しかしながら、観察者が横方向あるいはディスプレイの光軸方向に移動する場合、観察者ウィンドウはもはや観察者の瞳に一致しなくなり、その結果、観察者は完全な再現を見ることができなくなるだろう。観察者に完全な再現を再び見せるために、観察者ウィンドウの位置は、瞳の新たな位置（眼球位置）に再度一致させられる必要がある。

【０００４】

この点において、例えば独国特許出願公開第１０ ２００５ ０２３ ７４３号公報や国際公開第２００７／１３１８１７号公報等により、回折素子を利用して新たな眼球位置を横方向及び／または軸方向に観察者ウィンドウを移動することが従来技術として知られている。このようにした場合、新たな眼球位置に対する観察者ウィンドウのサイズは、例えば制御可能な光変調器の面であってよい参照面に対する距離に依存して、定義された方法で適応される必要がある。

【０００５】

例えば独国特許出願公開第１０ ２００８ ０４３ ６２０号公報や国際公開第０３／０１９９５２号公報のような多数の文献に、３Ｄシーンを３次的に提示可能であり、少なくとも１人の観察者が、スイートスポットとしても言及される観察者ウィンドウを介してこれらのシーンを見ることができ、自動立体視ディスプレイが開示されている。ここでも、観察者ウィンドウは、変化する観察者の眼球位置に生成されることが可能である。

【０００６】

自動立体視ディスプレイにおいて、光源の反射角は、レンズアレイにより観察者面に光源を結像することにより形成される観察者ウィンドウのサイズを決定する。参照面（例えばディスプレイまたは光変調器の面）への軸方向の距離が変化する場合、観察者ウィンドウのサイズも同様に変わることが知られており、これにより、場合によっては２つの異なる眼球に対する観察者ウィンドウが重なり、個々の観察者による３次元提示の知覚が妨げられる問題が生じうる。観察者ウィンドウがより小さくなる場合、３Ｄシーンが完全に３次的に知覚されない問題が発生しうる。

【０００７】

同様のことが、ホログラムディスプレイが単一視差モードにおいて１次元符号化方式で動作し、瞳のサイズに対応するサイズを有する観察者ウィンドウが非干渉性方向に生成される場合に適用される。

【０００８】

10

20

30

40

50

さらに、自動立体視方式やホログラム方式ディスプレイは、３Ｄ（３次元モード）から２Ｄ（２次元）モードに切り替え可能なように設計されることが要求される。このようにするために、例えば米国特許第５８９７１８４号公報に見られるように、切り替え可能な拡散器（光散乱素子）が光軸上に追加的に配置される。３Ｄモードにおいて、例えば拡散器は透明で、非拡散状態にある。少なくとも瞳の直径に対応すべきである、生成される観察者ウィンドウのサイズは、３Ｄモードにおける検出された眼球位置とディスプレイとの距離に連続的に適応される。

【０００９】

２Ｄモードにおいて、拡散器は拡散状態に切り替えられる。観察者ウィンドウは、少なくとも１人の観察者の両方の眼球あるいは全ての観察者の全ての眼球をカバーする大きさとされるべきである。切り替え可能な拡散器や上述した偏向素子のような追加の光学素子は、３次元像コンテンツを提示するディスプレイを、より複雑に、より高価に、そしてより誤差の影響を受けやすくする。

【００１０】

切り替え可能な拡散素子自体は、例えば国際特許出願ＰＣＴ／ＥＰ２０１０／０５８６２５（国際特許出願公開第２０１０／１４９５８７号公報）により知られている。文献ＰＣＴ／ＥＰ２０１０／０５８６２５に開示される内容は、本文献に完全に援用されるべきである。

【発明の概要】

【００１１】

本発明の目的は、３Ｄモード及び／または２Ｄモードにおいて、変化する眼球位置に３Ｄシーンを提示するディスプレイを提供することである。３Ｄシーンの自動立体視画像あるいはホログラム像の提示及び２Ｄモードへの変更の双方は、可能な限り少ない光学部品を用いて実現されるべきである。このようなディスプレイは、複数の観察者に同時に使用されるべきである。

【００１２】

発明は、制御部により制御可能な、制御可能な空間光変調器を有する光変調装置及び少なくとも１つの制御可能な回折装置を有し、３Ｄシーンを提示するために３Ｄモード及び２Ｄモードにおいて制御可能なディスプレイに基づき、観察者ウィンドウは、変化する眼球位置に可干渉性光線を用いて生成可能である。

【００１３】

本発明によれば、オブジェクトは、電極と、少なくとも１次元においてプリズム関数及び／またはレンズ関数、及び拡散関数が、位相プロファイルを有する回折格子であって、任意の提示モードで観察者ウィンドウの既定サイズが制御可能な、検出された眼球位置までの距離に応じた可変周波数により制御される位相シフトを有する、拡散関数を示す回折格子として制御可能に符号化可能な制御可能材料とにより実現されうる。ここで、回折装置に符号化された拡散関数は、このような光変調装置において２Ｄモードを実現することが可能なように通常とは別に配置され、少なくとも１次元で制御可能でなければならない拡散素子の形で追加の光学素子を置換する。検出された眼球位置が、回折装置まで様々な距離を有する場合、放射される光線の回折角は、好ましくは観察者ウィンドウの既定サイズが３Ｄモードに変化しないで留まるように制御されうる。

【００１４】

観察者のＺ（軸方向）トラッキングのために、制御可能な回折装置に符号化されたレンズ関数の焦点距離が変化する場合、観察者ウィンドウは新たな観察者面に生成されうる。しかしながら、観察者ウィンドウのサイズあるいは少なくとも水平方向の幅は、非干渉性方向において、観察者ウィンドウと参照面との距離に比例して変化する。非常に小さい観察者ウィンドウはもはや瞳全体をカバーせず、非常に大きい観察者ウィンドウは隣の眼球とのクロストークを引き起こしうる。この課題は、本発明で解決されうる。例えば観察者ウィンドウの既定サイズの２～３ｃｍは、該幅が検出された様々な眼球位置に対して回折装置により明確に制御される場合、眼球位置が軸方向において変化した際に維持されうる

10

20

30

40

50

。

【 0 0 1 5 】

回折格子として符号化された位相シフトにより、光変調器を介して放射された光線は、好ましくは同時にアドレスされる電極の数を変化することにより変更される回折角を有する。

【 0 0 1 6 】

本発明を実装するために、拡散関数を実現する位相値として符号化された制御値計算について、2つの異なる方法が好ましくは用いられうる。位相値は、例えばランダム位相値のシーケンスとして計算される、あるいは反復方式を用いるフーリエ変換を用いて計算され、観察者面に生成される観察者ウィンドウにおいて、強度分布が定義される。

10

【 0 0 1 7 】

本発明によれば、位相シフトは、制御部により空間周波数スペクトル及び/または値範囲から選択された、ランダム位相値のシーケンスを用いて制御されうる。該方法は、少ない計算能力で実装可能であるという利点を有する。観察者ウィンドウは検出された眼球位置において光の連続的な強度分布を示し、観察者ウィンドウははっきりと定義されない。

【 0 0 1 8 】

位相値の範囲が低減して周波数が維持される方式を用いる場合、観察者ウィンドウのサイズは、同様に变化されうる（ここでは、その幅が低減される）。位相値範囲の最大位相は、例えば2に代わりになり得る。

【 0 0 1 9 】

位相値は、計算時間を低減するために、観察者の眼球の取りうる位置の座標に対する位相値の形式で、制御値を含むテーブルから読み出されてもよい。

20

【 0 0 2 0 】

拡散関数は、光線が制御部により2Dモードが実現されるサイズを有する観察者ウィンドウを観察者の眼球に対して生成する、回折格子としての位相プロファイルを有して制御可能に符号化可能である。従って、本発明によれば、3Dモードから2Dモードへの切り替えは、光軸上の追加の切り替え可能な拡散素子を制御する必要なく実現されうる。拡散関数が回折格子を符号化する方式で制御される場合、観察者ウィンドウの既定サイズは、観察者のために3Dモードが2Dモードに制御可能に切り替え可能であるように、変化せずに留まる、あるいは制御可能に変化されうる。2Dモードから3Dモードへの変更は、回折装置がそれに応じて制御される発明の光変調装置を用いて同様に実現されうる。

30

【 0 0 2 1 】

また拡散関数は、回折格子として、反復フーリエ変換の方式で計算可能である位相値を用いて制御可能に符号化可能である。

【 0 0 2 2 】

反復フーリエ変換の計算は、少なくとも値の1次元分布で示され、少なくとも1つの方向において少なくとも1つの回折格子が符号化可能な複素行列値を用いて実行され、観察者ウィンドウの強度分布、及びサイズあるいは少なくとも水平方向の幅が定義される。

【 0 0 2 3 】

観察者ウィンドウのサイズは、回折装置に拡散関数を符号化する方式で、あるいは少なくとも部分的に可干渉性の光線を放射する光源を非合焦状態で結像する方式で、少なくとも1次元において制御可能である。従って、球状位相プロファイルは、観察者面近くの面に非合焦状態で結像するために、回折装置に回折格子として符号化可能である。

40

【 0 0 2 4 】

回折装置の別の実施形態において、球状位相プロファイルを伴うレンズ関数は回折格子として符号化可能であり、観察者面近くの面における観察者ウィンドウのサイズが非干渉性方向において1次元に制御可能である。

【 0 0 2 5 】

プリズムまたはレンズ関数を実現するために位相プロファイルで制御可能な回折格子は、入射光を偏向あるいは合焦のみしうる。観察者ウィンドウから知覚可能な像コンテンツ

50

、即ち3Dディスプレイにおいてホログラム方式あるいは自動立体視方式で見ることが
できる3Dシーンを描画しうるコンテンツは、分離されたSLMにおいて生成される。制御
可能な回折格子を用いて生成される観察者ウィンドウのサイズは、特定の観察者（眼球位
置が検出された）距離に対して、対応する観察者の瞳サイズに合致するように定義される
。

【0026】

検出された眼球位置に対して、計算された屈折率変調が生成可能となるように、回折装
置の制御可能材料に制御値が符号可能であることに応じて、放射された光線は、プリズム
関数（外反屈）及び／またはレンズ関数（観察者ウィンドウの軸方向シフト）及び／また
は拡散関数を用いて変調されうる。

10

【0027】

光変調装置において、光拡散は局所的に検出された観察者の眼球位置に対して2Dモー
ドで生じ、3Dモードは他の観察者の眼球位置に対してアクティブで留まる。このため、
2Dモードにおける、特定の観察者に対する3Dシーンの提示に係る対応する拡散関数は
、回折装置の制御可能材料に符号化可能である。

【0028】

回折装置は、例えば制御可能材料として少なくとも1つの制御可能な液晶（LC）層、
あるいは屈折率が制御可能な個体結晶層を含みうる。

【0029】

2次元に制御可能な回折格子を用いることで、観察者ウィンドウは横方向及び／または
軸方向の様々な眼球位置に生成されうる。

20

【0030】

観察者ウィンドウの既定サイズあるいは幅の2～3cmは、例えば3Dモードのために
、少なくとも軸方向において眼球位置の距離が変化した場合に変化せずに留まりうる。発
明によれば、観察者ウィンドウは、回折格子として符号化された拡散関数を用いて検出さ
れた眼球位置の各々に制御可能に生成可能である。

【0031】

また本発明は、上述した光変調装置を有するディスプレイを含み、立体視方式及び／ま
たはホログラム方式の像コンテンツが、該光変調装置において制御可能に提示可能である
。

30

【0032】

観察者ウィンドウのサイズについての制御可能な変更と、本発明に係る光に屈折及び回
折の影響を与える制御可能な装置を用いるディスプレイにおける提示モードの変更との組
み合わせは、ディスプレイにおいて光学手段の数が低減されることを好適に可能にする。

【0033】

発明は、図面を用いて以下により詳細に開示及び説明される。図面は概略図であり、3
Dディスプレイの同一の構成要素には、全ての図面において同一の参照符号が付されてい
る。3Dディスプレイは、ホログラム方式あるいは自動立体視方式ディスプレイであって
よい。

【図面の簡単な説明】

40

【0034】

【図1A】従来技術を示す、ディスプレイの光変調装置と距離に比例して幅が変化する観
察者ウィンドウとを示した上面図

【図1B】本発明に係る、光変調装置と、幅が距離に適應される、生成された観察者ウ
ィンドウとを示した上面図

【図2A】本発明に係る、様々なサイズを有する観察者ウィンドウを制御するための例示
的な位相プロファイル

【図2B】本発明に係る、観察者ウィンドウの既定サイズに対する、例示的な、予め設定
された水平方向の強度分布

【図3A】本発明に係る、様々なサイズを有する観察者ウィンドウを制御するための例示

50

的な位相プロファイル

【図 3 B】本発明に係る、観察者ウィンドウの既定サイズに対する、例示的な、予め設定された水平方向の強度分布

【図 4 A】本発明に係る、様々なサイズを有する観察者ウィンドウを制御するための例示的な位相プロファイル

【図 4 B】本発明に係る、観察者ウィンドウの既定サイズに対する、例示的な、予め設定された水平方向の強度分布

【図 5】拡散関数を制御可能に符号化可能な位相プロファイルについての制御値を求める反復変換方法を示した図

【発明を実施するための形態】

10

【0035】

本発明について、回折装置を介して放出される光線は、回折装置の制御された層における屈折率変調を経て、プリズム関数及び/またはレンズ関数及び拡散関数を用いて変調されうる。これらの関数を用いることで、光線は規定の方向に少なくとも1次元に偏向及び/または拡散されうる。光線の偏向または拡散は、回折格子としての電圧プロファイルを用いて、これらの関数が制御可能層、例えば液晶(LC)材料に、少なくとも1次元に制御可能に符号化可能である。

【0036】

制御可能材料を制御するために、回折装置は平行に並んで配置され、縞形あるいは線形である多数の電極を有する電極アレイを有する。

20

【0037】

またディスプレイは、光変調装置が制御部により適宜制御される場合に、少なくとも一部が可干渉性である入射光線が立体視的あるいはホログラム的に符号化された3Dシーンの像で変調される光変調装置を含む。3Dシーンは、ホログラムディスプレイを用いてホログラム的に再構成可能、あるいは自動立体視ディスプレイを用いて3次元的に知覚可能である。

【0038】

図1A及び1Bは、様々なサイズの観察者ウィンドウを有するディスプレイを概略的に示した上面図である。それはホログラム方式あるいは自動立体視方式3Dディスプレイであってよい。

30

【0039】

図1Aは、距離 d_1 離れた眼球位置において規定のサイズあるいは水平方向の幅を有する観察者ウィンドウSP1、SP2を有し、距離 d_2 離れた眼球位置において、距離 d_2 に比例して変化されたサイズあるいは水平方向の幅を有する観察者ウィンドウSP1'、SP2'ディスプレイDを示している。距離 d_2 において、観察者ウィンドウは互いに重なりを有するほどの大きさを有する。眼球位置 d_2 における観察者の眼球は、右眼用の観察者ウィンドウに左目用の像コンテンツの、またその逆も同様の妨害クロストークがあることを知覚するだろう。該クロストークは、3D知覚の品質を損なうだろう。この効果は従来技術において知られている。

【0040】

40

観察者ウィンドウSP1、SP2の中心間は、通常の願間距離に対応して約65mmの距離を有していることが好ましい。ホログラム方式あるいは自動立体視方式のディスプレイの3Dモードにおいて3Dシーンが知覚可能な観察者ウィンドウは、最適には各々2~3cmの幅を有するべきである。

【0041】

図1Bを参照すると、本発明に係るディスプレイDは、少なくとも1つの光変調装置と、制御可能な空間光変調器及び少なくとも1つの制御可能な回折装置を制御する制御部とを有する。言及した構成要素は、各々図において示されていない。

【0042】

回折装置は、電極を介して制御可能である制御可能材料、例えば指向性が制御可能な液

50

晶（ＬＣ）分子を含んでいてよい。回折格子は、平行に並んで配置された、行列の形状であってもよい線形電極を使用して制御されることが好ましい。電圧プロファイルを生成するように、各々の電極に電位が与えられる。ＬＣ分子は電圧に応じて配向され、これにより特定の屈折率プロファイルが生成される。回折装置を介して放出された光線は、該分子の配向に従って位相シフトが与えられうる。

【００４３】

検出された眼球位置において観察者ウィンドウが生成可能なように光線が偏向されることが要求される、屈折率プロファイル及び各電極に対する対応する電位は、検出された眼球位置に対して計算される。また、拡散関数についての位相プロファイルは、観察者ウィンドウのサイズが光線を用いて検出された眼球位置に対して制御可能に適応可能であるように追加的に制御されうる。

10

【００４４】

具体的には、少なくとも１次元において回折格子として拡散関数が局所的に変更された周波数を有する位相プロファイルを用いて符号化可能であるように、制御可能材料は可変数の電極を用いて制御されうる。

【００４５】

また、観察者ウィンドウのサイズは、横方向及び／または軸方向の様々な眼球位置において２次的に制御された回折格子を用いて生成されうる。

【００４６】

図１Ｂを参照すると、本発明に係る２つの観察者ウィンドウＳＰ１'及びＳＰ２'は、重ならないように定義された最適サイズを有し、ディスプレイＤとの距離ｄ２において放出された光線を用いて生成されうる。ディスプレイの３次元提示モードであるものと理解されるべきである３Ｄモードにおける３Ｄシーンの知覚は、クロストークによる妨げなく可能となる。

20

【００４７】

提示されるシーンの左右のステレオ画像が存在しない場合、あるいは制御部により全ての観察者に対して３Ｄモードが充分光束に実現できない場合、回折装置を異なって制御することで観察者ウィンドウにおいて２Ｄモードが実現されうる。このため、回折格子は、観察者ウィンドウが観察者の両方の眼球をカバーするように生成可能な、放射された光線の拡散角が定義されて符号化される必要がある。

30

【００４８】

本発明によれば、３Ｄ／２Ｄの切り替えは、制御可能材料に１次元に符号化された拡散関数を変調することにより、少なくとも１つの観察者に対して実現可能である。

【００４９】

一実施形態において、ディスプレイは、２Ｄモードの拡散角が検出された第２の眼球のペアに対して制御可能に符号化可能であり、３Ｄモードが検出された第１の眼球ペアに維持される光変調装置を有しうる。立体視画像あるいはホログラム像は、光変調器において連続的に示され、第１及び第２の観察者に対して生成可能であり、回折格子の様々な制御に従って様々なサイズを有しうる観察者ウィンドウにおいて共有されうる。

【００５０】

レンズ関数は、球状位相プロファイルを用いて回折格子として符号化され、プリズム関数は、線形位相プロファイルを用いて回折格子として符号化される。本発明によれば、２つの異なる手法を用いて計算された位相値を用いて、拡散関数は符号化されうる。

40

【００５１】

第１の手法では、観察者ウィンドウのサイズあるいは水平方向の幅を制御するランダム位相値が決定あるいは計算される。拡散関数は、例えばレンズ関数及び／またはプリズム関数が既に符号化された回折装置に対して追加で符号化されうる。また、ランダム位相のシーケンスは、０～２の範囲から任意に選択された値を用いて生成される。疑似ランダム位相のシーケンスを、疑似乱数関数を用いて計算された値とともに使用することが可能である。

50

【 0 0 5 2 】

観察者ウィンドウのサイズあるいは少なくとも水平方向の幅は、ランダム位相シーケンスに基づいて制御されるランダム位相シーケンスの周波数あるいは位相シフトにより調整可能である。水平方向の最大幅は、1つの電極から最近接する電極へのランダム値で位相を変更することにより制御可能である。水平方向の幅は、以下のように容易に計算される。

【 0 0 5 3 】

光の回折を記述した式 $\sin(\theta) = \lambda / p$ (波長 λ は 532 nm で電極ピッチ p は $1 \mu\text{m}$) に従えば、拡散角 θ の解は 32° である。拡散角 θ は、観察者ウィンドウの最大幅 w を、 $w = \tan(\theta) \times d$ (d は図 1 B における装置あるいは 3 D ディスプレイと観察者面との距離) により定義される。この例では、水平方向の幅 w は、距離 d が 0.7 m の位置において 0.44 m である。幅 w は、観察者ウィンドウの中心から、強度がゼロになるそのエッジに向かって計測される。これは、回折装置の 1 である曲線因子に適用される。即ち、回折装置はいかなる非透過領域も有さない。

【 0 0 5 4 】

より小さい水平方向の幅 w は、例えばランダム位相シーケンスの周波数が低下される、あるいは該ランダム位相シーケンスにより制御される位相シフトがより小さくなるように実現される。ここで位相は、隣接する 2 つの電極間だけでなく、全ての他の電極間にランダム値を適用することにより変調される。この例では、 $p = 2 \mu\text{m}$ の上述した図を用いると、観察者ウィンドウの幅 w は約半分の 0.19 m になるだろう。また位相シフトは、貴定数の電極、例えば 2 以上の隣接する電極が同一のランダム位相シーケンスで制御されるように制御される。

【 0 0 5 5 】

回折装置の制御された電極の各々について、レンズ関数、プリズム関数、及び拡散関数の位相値は、これらの関数が 1 つの回折格子により同時に実現される場合、合計位相値を得るために加算される。合計位相値が $0 \sim 2\pi$ の値範囲内に存在しない場合、合計位相値が $0 \sim 2\pi$ の値範囲に含まれるように必要に応じて複数回 2π が加算あるいは減算される。電極に印加される電圧は、対応する位置において該合計値により回折格子が位相を変調するような値である。

【 0 0 5 6 】

拡散関数を実現するように制御される回折格子は、検出された眼球位置との距離に応じて変化する周波数において制御可能に符号化された位相シフトを示す。これらの位相シフトは、それらが適宜制御される場合に、検出された眼球位置から光変調器までの距離に応じて、観察者ウィンドウのサイズが少なくとも水平方向に変調可能であるように、放射された光線の拡散角を調整する。さらに、観察者ウィンドウにおいて実現される 3 D シーンの提示モードが与えられるに違いない。

【 0 0 5 7 】

観察者ウィンドウの水平方向の幅の制御は、図 2 及び 3 に示される。図 2 A は、 x 座標 x L C G の関数である回折格子として符号化された位相値 ϕ を例示的に示している。図 2 B は、眼球位置についての観察者面における x 座標 x O b の関数である、観察者ウィンドウにおける強度分布 I を示している。位相値は、 0 と 2π との間の高周波数において計算され、幅広の観察者ウィンドウが実現可能となる。

【 0 0 5 8 】

図 3 A 及び 3 B は、図 2 と同様のスケールにおいて、回折装置に符号化された位相プロファイル及び観察者ウィンドウにおける結果としての強度分布 I であり、位相値は 0 と 2π との間のより低周波数の周波数スペクトルを用いて計算された。図 3 B における観察者ウィンドウについての図 3 A における位相シフトの数は、図 2 A における物より小さい。これらの位相シフトを用いることで、観察者ウィンドウは、サイズが新たな眼球位置についてわずかに変化するのみで実現可能である。観察者面における観察者ウィンドウのサイズは、周波数スペクトルを変更することにより、光の任意の波長において変更される。

【 0 0 5 9 】

光線についての位相シフトについては拡散角は、ランダム位相の最大周波数及び／または値範囲を変調することにより制御されうる。制御される新たな観察者ウィンドウは、小さい値範囲及び／または低い最大周波数を用いる位相プロファイルの結果である位相シフトを介して小さい角度にのみ変更されうる、即ち拡げられるあるいは狭められる。従って、ランダム位相は、ディスプレイと観察者面との距離の変化に従って観察者ウィンドウのサイズを変更するために用いられることが好ましい。

【 0 0 6 0 】

高周波數位相シフトは、局所的な限定領域において多数の様々な位相値を示す、符号化された位相値シーケンスになるものと理解されるべきである（図 2 A 参照）。一方、低周波数の位相シフトにおいて、該局所的な限定領域における様々な位相値の数はより低い（図 3 A 参照）。

10

【 0 0 6 1 】

図 4 A 及び 4 B は、観察者ウィンドウの幅が低減されうる回折格子を制御する代替手法を示している。位相値の最大周波数を低減する代わりに、位相値の範囲が低減されうる。図 4 A を参照すると、最大位相値は例えば図 2 A のような 2 の代わりに となる。

【 0 0 6 2 】

これらの例は、観察者ウィンドウのサイズあるいは水平方向の幅及び必然の光学的効果を制御するランダム位相値を示すために、回折格子として符号化可能である乱数の算術計算手法を示すものである。該手法は、少ない計算能力のみを必要とする利点を有するが、観察者ウィンドウにおいてははっきりと定義されない、ガウス分布のような強度分布を引き起こす。

20

【 0 0 6 3 】

また計算時間は、例えば観察者の眼球の取りうる位置の座標に対する位相値の形式で制御値を含むテーブルから位相値が読み出されることで低減されうる。

【 0 0 6 4 】

また、観察者ウィンドウのサイズまたは水平方向の幅を制御するために回折装置に符号化される拡散関数の位相プロファイルは、反復フーリエ変換を用いる第 2 の手法を用いて発見されうる。該手法は、第 1 の手法よりもより多くの計算能力を必要とするが、観察者の少なくとも 1 つの眼球に対して正確に低減された制限を有する既定の強度分布を有する、生成可能な観察者ウィンドウを許容する。

30

【 0 0 6 5 】

拡散関数は、観察者面における少なくとも 1 つの眼球位置における既定の強度分布について、フーリエ変換を使用して計算されうる。符号化された回折格子は入射光の位相を変調するのみであるため、一定の振幅を有する位相値のみが計算され、符号化されるべきである。反復フーリエ変換（I F T）を用いるこれらの位相値の計算は、特定の停止基準に到達するまで、回折装置の面と観察者面との間におけるフーリエ変換及び逆フーリエ変換が必要であることが知られている。

【 0 0 6 6 】

反復フーリエ変換手法のプロセスが図 5 に示され、以下簡潔に説明される。2 つの行列 M 1 及び M 2 において可能な行列値の変換及び逆変換が、反復計算プロセスの 4 つの計算ステップを用いて実行される。反復計算プロセスは複数回繰り返され、行列 M 1 及び M 2 は同数の複素行列値を有する。M 1 の行列値の絶対値は、観察者面における強度分布の平方根を示す。行列 M 2 の行列値の位相は、回折装置の回折格子における位相分布を示す。行列 M 1 及び M 2 は、1 次元または 2 次元の値分布を用いて計算されうる。観察者面における強度分布は、1 次元の値分布を用いて 1 つの方向において制御可能である。2 つの 1 次元回折格子が交差方式、即ち 90 度の角度で回折装置の面に制御可能に符号化される場合、あるいは 2 次元の回折格子が用いられる場合、拡散された光線の強度分布は、観察者面における 2 つの横方向において制御可能である。

40

【 0 0 6 7 】

50

M 1 の複素行列値の絶対値は、反復の開始における振幅値を含み、振幅値の平方根は、観察者面において定義される共同分布に対応し、M 1 のセットポイント値を形成する。定義される強度分布は、行列 M 1 の走査点において計算される。M 1 の行列値の位相は、任意の値が与えられる。反復において繰り返される 4 つの計算ステップは、次のとおりである。

S 1 : 行列 M 1 から行列 M 2 へのフーリエ変換 F T

S 2 : M 2 の行列値の絶対値を値 1 に設定し、M 2 の行列値の位相を変更せずに保持

S 3 : 行列 M 2 から行列 M 1 への逆フーリエ変換 F T'

S 4 : M 1 の行列値の絶対値をセットポイント値に設定し、M 1 の行列要素の位相を変更せずに保持

10

【 0 0 6 8 】

これらの 4 つの計算ステップは、反復プロセスにおいて繰り返され、M 1 の行列値の絶対値は、ますますセットポイント値に近づく。現在の振幅値がセットポイント値から非常にわずかにのみ外れた、即ち停止基準である 1 0 % 未満となった場合に反復は停止される。そして、反復が停止された際に得られる M 2 の行列値は、任意の距離における拡散角ひいては既定のサイズあるいは水平方向の幅を有する観察者ウィンドウを生成するように電極を制御するために用いられる。

【 0 0 6 9 】

観察者面が回折格子のフーリエ面ではない場合、フーリエ変換 F T あるいは逆フーリエ変換 F T' の代わりにフレネル変換が計算に使用される。変換は、観察者面と回折格子のフーリエ面との距離に依存する球状位相プロファイルあるいは逆球状位相プロファイルにおいて異なる。

20

【 0 0 7 0 】

I F T 手法は、既定の強度分布を有する観察者ウィンドウが生成可能な回折格子についての制御値を計算する。特に、約 2 ~ 3 c m の好適な幅及び格子関数を適宜制御することにより生成される好適な矩形強度分布を有する観察者ウィンドウを可能にする。I F T 手法を用いて計算され、位相値を用いて生成され、取得された観察者ウィンドウが観察者の眼球の各々に配置される場合、眼球は様々な強度分布を用いて均一に照射され、検出されていない観察者眼球への光あるいは像コンテンツのクロストークは低減されうる。

【 0 0 7 1 】

30

I F T 手法は、ディスプレイにおいてリアルタイムに用いられうる。行列 M 2 の行列値は、3 D ディスプレイの観察者面におけるそれぞれの強度分布について前もって計算され、必要に応じて取得可能なテーブルに格納されることが好ましい。

【 0 0 7 2 】

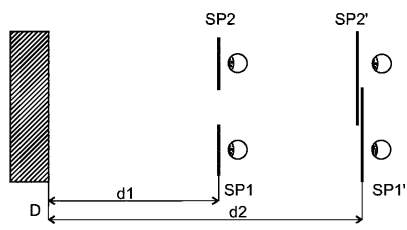
また、光源は観察者ウィンドウを拡げるために非合焦方式で結像されてもよい。このため、非干渉性の方向において観察者面に近接する面に光源が結像されるような焦点距離を有する回折装置に、レンズ関数は制御可能に符号化される。従って、それらは観察者面において拡散されて知覚可能であり、観察者ウィンドウは非干渉性の方向において拡張可能である。

【 0 0 7 3 】

40

従って、追加の光学拡散素子あるいは 3 D / 2 D 切り替え用の切替素子は、本発明を用いることで好ましくは不要となる。

【図 1 A】

Fig. 1a
従来技術

【図 1 B】

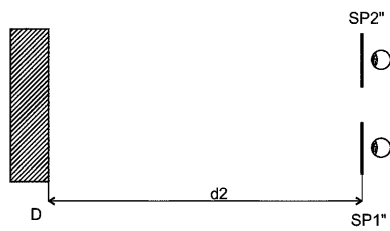


Fig. 1b

【図 2 A】

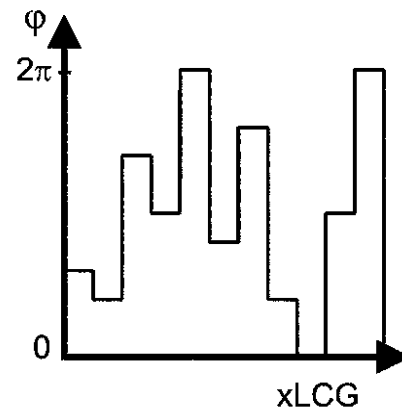


Fig. 2a

【図 2 B】

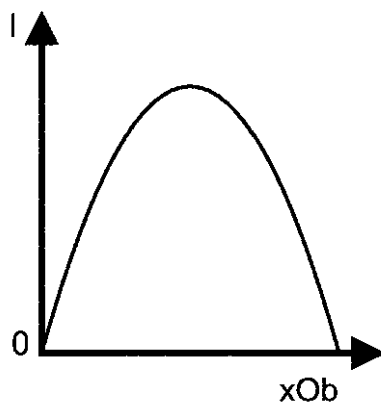


Fig. 2b

【図 3 A】

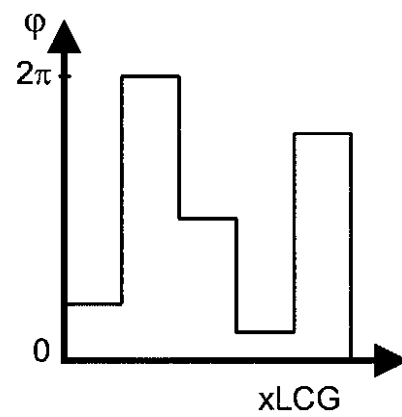


Fig. 3a

【図 3 B】

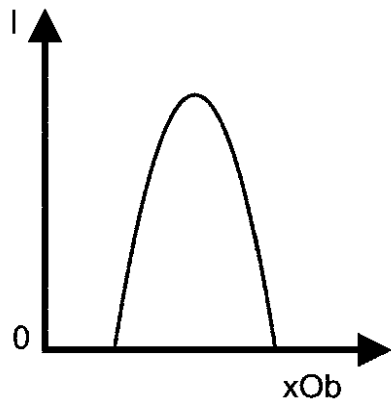


Fig. 3b

【図 4 A】

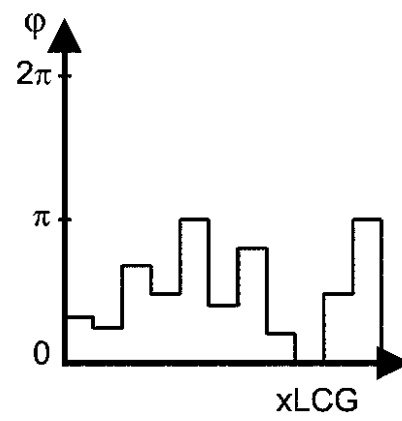


Fig. 4a

【図 4 B】

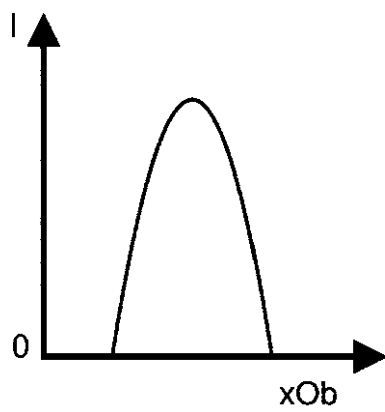


Fig. 4b

【図 5】

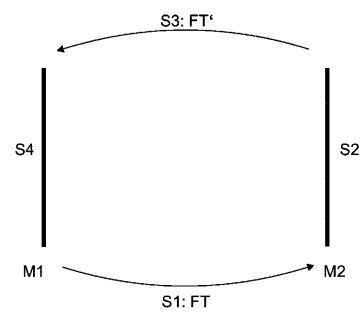


Fig. 5

 フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
 G 0 3 H 1/22
 G 0 3 H 1/16

(74)代理人 100116894
 弁理士 木村 秀二

(74)代理人 100130409
 弁理士 下山 治

(72)発明者 ハウスラー, ラルフ
 ドイツ国 ドレスデン 0 1 3 0 9, メルセブルガー シュトラーセ 1

審査官 右田 昌士

(56)参考文献 特表2010-507954(JP,A)
 特開2000-102038(JP,A)
 国際公開第2010/066700(WO,A1)
 特表2010-520491(JP,A)
 特表2010-507823(JP,A)
 特表2010-528331(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G 0 2 B	2 7 / 2 2	-	2 7 / 2 6
H 0 4 N	1 3 / 0 4		
G 0 3 B	3 5 / 0 0	-	3 7 / 0 6
G 0 3 H	1 / 0 0	-	5 / 0 0