

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5813751号

(P5813751)

(45) 発行日 平成27年11月17日 (2015.11.17)

(24) 登録日 平成27年10月2日 (2015.10.2)

(51) Int. Cl.

F I

G09G 5/00 (2006.01)

G09G 5/00 510V

H04N 5/74 (2006.01)

H04N 5/74 D

G03B 21/14 (2006.01)

G03B 21/14 Z

G09G 3/20 (2006.01)

G09G 3/20 680C

G09G 3/20 612U

請求項の数 15 (全 36 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2013-505440 (P2013-505440)
 (86) (22) 出願日 平成23年4月18日 (2011.4.18)
 (65) 公表番号 特表2013-531267 (P2013-531267A)
 (43) 公表日 平成25年8月1日 (2013.8.1)
 (86) 国際出願番号 PCT/EP2011/056173
 (87) 国際公開番号 W02011/134834
 (87) 国際公開日 平成23年11月3日 (2011.11.3)
 審査請求日 平成26年4月2日 (2014.4.2)
 (31) 優先権主張番号 61/356,980
 (32) 優先日 平成22年6月21日 (2010.6.21)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)
 (31) 優先権主張番号 PA201000321
 (32) 優先日 平成22年4月18日 (2010.4.18)
 (33) 優先権主張国 デンマーク (DK)

(73) 特許権者 515182082
 アイマックス ヨーロッパ ソシエテ ア
 ノニム
 ベルギー国 B-1020 ブリュッセル
 エスプラナード 1 BP94
 (74) 代理人 100083806
 弁理士 三好 秀和
 (74) 代理人 100095500
 弁理士 伊藤 正和
 (74) 代理人 100111235
 弁理士 原 裕子

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 プロジェクタによって投影される画像を生成する方法及び画像投影システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第1プロジェクタ及び第2プロジェクタによって投影される第1画像及び第2画像を生成する方法であって、

画像処理回路によって、各画素が一定の画素値を有する複数画素を含む原画像を受け取ることと、

前記画像処理回路によって、前記複数画素の各画素のしきい値を受け取ることであって、各しきい値は、前記第1プロジェクタが投影する各画素の照度の、前記第1プロジェクタ及び前記第2プロジェクタが投影する対応画素の最大照度に対する割合を表すことと、

前記画像処理回路によって、前記複数画素の各画素に対する逆しきい値を生成することであって、前記逆しきい値は最大しきい値から各対応画素に対する前記しきい値を減算することによって決定されることと、

前記画像処理回路によって、拘束付き平滑化フィルタリングプロセスを適用することとを含み、

前記拘束付き平滑化フィルタリングプロセスは、

前記拘束付き平滑化フィルタリングプロセスに上境界画像及び下境界画像を入力することであって、前記上境界画像は、前記原画像の最小照度の画素値である第1最小照度値及び対応する逆しきい値の小さい方の値から決定された複数の上境界画素から形成され、前記下境界画像は、前記原画像の最大照度の画素値である第1最大照度値及び対応するしきい値の大きい方の値から前記対応するしきい値が減算されて決定された複数の下境界画素

10

20

から形成されることと、

前記拘束付き平滑化フィルタリングプロセスに入力された前記下境界画像を一定の膨張半径に基づく膨張操作によって膨張させて、膨張された画像を生成することと、

前記膨張半径に関連付けられたぼかし半径に基づくぼかし操作によって前記膨張された画像をぼかして拘束付き平滑化フィルタリング出力画像を生成することであって、前記拘束付き平滑化フィルタリング出力画像は、任意の画素位置に拘束され、前記原画像よりも高周波成分が低減され、及び、前記下境界画像の対応画素値と前記上境界画像の対応画素値との間にある画定された画素値範囲を有することと、

前記拘束付き平滑化フィルタリング出力画像を前記第 2 画像として前記拘束付き平滑化フィルタリングプロセスから出力することと、

10

前記原画像から前記第 2 画像を減算して前記第 1 画像を生成することと、

前記第 1 画像及び前記第 2 画像を出力することであって、前記第 1 画像は、前記拘束付き平滑化フィルタリングプロセスに基づく前記第 2 画像とは異なる空間周波数成分を有することと、

前記第 1 画像を前記第 1 プロジェクタにより表面上に投影することと、

前記第 2 画像を前記第 2 プロジェクタにより前記表面上に投影することとを含む方法。

【請求項 2】

前記下境界画像は、前記第 1 プロジェクタ又は前記第 2 プロジェクタの照度限界を超える画素値を表す、請求項 1 に記載の方法。

20

【請求項 3】

前記上境界画像は、前記第 1 プロジェクタ又は前記第 2 プロジェクタが前記表面に投影する最大照度画素値を表す、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記画像処理回路によって、前記第 1 プロジェクタ及び前記第 2 プロジェクタが前記表面に投影する各画素に対する前記しきい値を制御することにより、前記第 1 プロジェクタと前記第 2 プロジェクタとの間の照明バランスをとることをさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記画像処理回路によって、前記拘束付き平滑化フィルタリングプロセスの適用前に前記原画像をガンマ復号化することをさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

30

【請求項 6】

前記画像処理回路によって、前記第 1 画像を投影する前に前記第 1 画像をガンマ符号化することと、

前記画像処理回路によって、前記第 2 画像を投影する前に前記第 2 画像をガンマ符号化することと

をさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】

前記画像処理回路によって、前記第 1 画像の投影及び前記第 2 画像の投影前に前記第 1 画像又は前記第 2 画像の少なくとも一つを幾何補正することをさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

40

【請求項 8】

前記第 2 画像を前記第 2 プロジェクタにより前記表面上に投影することは、前記第 2 画像を、前記第 1 プロジェクタにより投影される前記第 1 画像と重ね合わせかつ幾何学的に整合することを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 9】

前記第 1 画像を生成することは、前記第 1 画像の各画素値を、前記しきい値の対応画素の画素値により除算することを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 10】

前記第 2 画像を生成することは、前記第 2 画像の各画素値を、前記逆しきい値の対応画

50

素の画素値により除算することを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 1 1】

画像投影システムであって、
 画像処理回路と、
 第 1 プロジェクタと、
 第 2 プロジェクタと、
 スクリーンと
 を含み、
 前記画像処理回路は、
 各画素が一定の画素値を有する複数画素を含む原画像を受け取ることと、
 前記複数画素の各画素のしきい値を受け取ることであって、各しきい値は、前記第 1 プロジェクタ及び前記第 2 プロジェクタが投影する各画素の最大照度に対する前記第 1 プロジェクタが投影する照度の割合を表すことと、
 前記複数画素の各画素に対する逆しきい値を生成することであって、前記逆しきい値は最大しきい値から各対応画素に対する前記しきい値を減算することによって決定されることと、

10

拘束付き平滑化フィルタリングプロセスを適用することと
 を行うべく構成され、
 前記拘束付き平滑化フィルタリングプロセスは、
 前記拘束付き平滑化フィルタリングプロセスに上境界画像及び下境界画像を入力することであって、前記上境界画像は、前記原画像の最小照度の画素値である第 1 最小照度値及び対応する逆しきい値の小さい方の値から決定された複数の上境界画素から形成され、前記下境界画像は、前記原画像の最大照度の画素値である第 1 最大照度値及び対応するしきい値の大きい方の照度値から前記対応するしきい値が減算されて決定された複数の下境界画素から形成されることと、

20

前記拘束付き平滑化フィルタリングプロセスに入力された前記下境界画像を一定の膨張半径に基づく膨張操作によって膨張させて、膨張された画像を生成することと、

前記膨張半径に関連付けられたぼかし半径に基づくぼかし操作によって前記膨張された画像をぼかして拘束付き平滑化フィルタリング出力画像を生成することであって、前記拘束付き平滑化フィルタリング出力画像は、任意の画素位置に拘束され、前記原画像よりも高周波成分が低減され、及び、前記下境界画像の対応画素値と前記上境界画像の対応画素値との間にある画定された画素値範囲を有することと、

30

前記拘束付き平滑化フィルタリング出力画像を第 2 画像として前記拘束付き平滑化フィルタリングプロセスから出力することと、

前記原画像から前記第 2 画像を減算して第 1 画像を生成することと、
 前記第 1 画像及び前記第 2 画像を出力することであって、前記第 1 画像及び前記第 2 画像は、前記拘束付き平滑化フィルタリングプロセスに基づいて異なることと、
 前記第 2 画像を幾何補正することによりワーブ画像を生成することと

を含み、

前記第 1 プロジェクタは前記第 1 画像を投影し、
 前記第 2 プロジェクタは前記ワーブ画像を投影し、
 前記第 1 プロジェクタにより投影される前記第 1 画像は、前記スクリーン上において、前記第 2 プロジェクタにより投影される前記ワーブ画像と重ね合わせられかつ幾何学的に整合されるように構成される画像投影システム。

40

【請求項 1 2】

前記画像処理回路は、前記第 1 画像及び前記ワーブ画像が前記第 1 プロジェクタ及び前記第 2 プロジェクタの照度限度内にある画素値を有するように構成される、請求項 1 1 に記載の画像投影システム。

【請求項 1 3】

第 1 画像を投影する第 1 プロジェクタと、

50

前記第 1 画像とは異なる空間周波数成分を有する第 2 画像を投影し、投影面上において前記第 1 画像とオーバレイさせる第 2 プロジェクタと、

前記第 1 画像及び前記第 2 画像を生成するべく構成される画像処理回路とを含み、

前記第 1 画像及び前記第 2 画像の生成は、前記画像処理回路が、

各画素が一定の画素値を有する複数画素を含む原画像を受け取ることと、

前記複数画素の各画素のしきい値を受け取ることであって、各しきい値は、前記第 1 プロジェクタ及び前記第 2 プロジェクタが投影する各画素の最大照度に対する前記第 1 プロジェクタが投影する各画素の照度の割合を表すことと、

前記複数画素の各画素に対する逆しきい値を生成することであって、前記逆しきい値は最大しきい値から各対応画素に対する前記しきい値を減算することによって決定されることと、

10

拘束付き平滑化フィルタリングプロセスを適用することと

を含み、

前記拘束付き平滑化フィルタリングプロセスは、

前記拘束付き平滑化フィルタリングプロセスに上境界画像及び下境界画像を入力することであって、前記上境界画像は、前記原画像の最小照度の画素値である第 1 最小照度値及び対応する逆しきい値の小さい方の値から決定された複数の上境界画素から形成され、前記下境界画像は、前記原画像の最大照度の画素値である第 1 最大照度値及び対応するしきい値の大きい方の照度値から前記対応するしきい値が減算されて決定された複数の下境界画素から形成されることと、

20

前記拘束付き平滑化フィルタリングプロセスに入力された前記下境界画像を一定の膨張半径に基づく膨張操作によって入力画像を膨張させて、膨張された画像を生成することと

前記膨張半径に関連付けられたぼかし半径に基づくぼかし操作によって前記膨張された画像をぼかして拘束付き平滑化フィルタリング出力画像を生成することであって、前記拘束付き平滑化フィルタリング出力画像は、任意の画素位置に拘束され、前記原画像よりも高周波成分が低減され、及び前記下境界画像の対応画素値と前記上境界画像の対応画素値との間にある画定された画素値範囲を有することと、

前記拘束付き平滑化フィルタリング出力画像を前記第 2 画像として前記拘束付き平滑化フ

30

ィルタリングプロセスから出力することと、

前記原画像から前記第 2 画像を減算して前記第 1 画像を生成することと、

前記第 1 画像及び前記第 2 画像を出力することと

によって行われる画像投影システム。

【請求項 1 4】

前記画像処理回路は、

前記第 1 プロジェクタ及び前記第 2 プロジェクタの照度限度内にある画素値を有する前記第 1 画像及び前記第 2 画像を生成し、並びに

前記拘束付き平滑化フィルタリングプロセスに基づいて前記第 1 画像とは異なる空間周波数成分を有する前記第 2 画像を生成する

40

べく構成される、請求項 1 3 に記載の画像投影システム。

【請求項 1 5】

前記第 2 プロジェクタの高空間周波数の量が前記第 1 プロジェクタよりも低い、請求項 1 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

標準サイズのシネマスクリーン用に設計される近年の超高精細 4 K デジタルシネマプロジェクタは、非常に大きなスクリーンにとって理想的な解像度を有する一方で当該スクリーンに必要な輝度を欠く。二重スタックプロジェクタは輝度を増加させる有効な方法であ

50

るが、従来の二重スタックを行うことは、当該高精細においては難しい。投影画像の整合性の許容範囲が非常に狭くなり、機械的及び光学的部品の熱に誘発される動き並びにオーディオシステムからの振動により、プレゼンテーション中に満たされることが困難となるからである。一時的投影構成、ホームシネマ等のような他のアプリケーションにおいては、二重スタックプロジェクタの整合性は、ずっと低い解像度での動作であってもメンテナンスすることが困難となる。

【 0 0 0 2 】

プロジェクタの「二重スタック」、すなわち同じ画像を投影する2つのプロジェクタの画像をオーバーレイすること、は輝度を増加させる周知の方法である。しかしながら、従来の二重スタックには、画質を維持するべくプロジェクタの整合性の高度なメンテナンスが必要である。

10

【 0 0 0 3 】

4 K 投影において、従来の二重スタックはオプションとはみなされない。プレゼンテーションの間中、単一 4 K プロジェクタと同等のシャープネス及びディテールを維持することが不可能だからである。これは、巨大スクリーンシアターにとって不幸なことである。4 K プロジェクタが解像度の点で巨大スクリーンに良好に順応するにもかかわらず、利用可能なプロジェクタは概して、巨大スクリーンにとって十分に明るいわけではなく、光出力を倍増するべくスタックにすることが望ましいと思われるからである。

【 発明の概要 】

【 発明が解決しようとする課題 】

20

【 0 0 0 4 】

本発明の目的は、上述の困難性を克服し及び他の利点を提示する二重スタックシステムを提示することにある。例示的アプリケーションは、巨大スクリーンシネマ、シミュレータ、会議のプレゼンテーション、劇の演出、展示、野外投影、従来のシネマ、ホームシネマ、及び投影画像の輝度が考慮される他のアプリケーションであり得る。

【 0 0 0 5 】

本発明の目的はまた、上述のメンテナンス困難性を克服し、及び 4 K 投影でさえも高品質かつ低メンテナンス性の二重スタックシステムを与えるプロジェクタ構成のための新規な画像処理システムを提示することにある。

【 課題を解決するための手段 】

30

【 0 0 0 6 】

しきい値設定リミッタ及び拘束付き平滑化フィルタを含む画像処理回路がソース画像を2つの画像に分割する。当該2つの画像は、一対の二重スタックプロジェクタにより一の投影面上にオーバーレイされると、一緒になってソース画像と実質同一ではあるが高周波成分が著しく少ない一画像を形成する。本発明は、プロジェクタの整合、コンテンツコピーガード、バンディングアーチファクト、及び機器コストの側面において従来の二重スタックに対する利点を提示する。

【 0 0 0 7 】

(一般的記載)

本発明の第1側面によれば、第1プロジェクタ及び第2プロジェクタそれぞれにより投影される第1出力画像及び第2出力画像を生成する方法によって上記目的が満たされる。当該方法は、

40

(a) それぞれがソース値を有する複数画素を含むソース画像を与えることと、

(b) 複数画素の各画素に対してしきい値を与えることとを含み、

第1代替手段において、

(d) 複数画素の各画素に対する一時値であって、(i . i) 各画素に対してソース値の最大値及びその対応しきい値としての第1最大値を決定することと、(i . i i) 各画素に対して第1最大値から対応しきい値を減算することにより中間値を決定することと、(i . i i i) 各画素に対して中間値から一時値を生成することとに同等なプロセスにおいて生成される一時値を含む一時画像を生成することと、

50

又は第２代替手段において、

(c) 複数画素の各画素に対して、それぞれがその対応しきい値の反転である逆しきい値を与えることと、

(d) 複数画素の各画素に対する一時値であって、(i . i) 各画素に対してソース値の最小値及びその対応逆しきい値としての中間値を決定することと、(i . i i) 各画素に対して中間値から一時値を生成することとに同等なプロセスにおいて生成される一時値を含む一時画像を生成することと、

又は第３代替手段において、

(c) 複数画素の各画素に対して、それぞれがその対応しきい値の反転である逆しきい値を与えることと、

(d) 複数画素の各画素に対する一時値であって、(i . i) 各画素に対してソース値の最大値及びその対応しきい値としての第１最大値を決定することと、(i . i i) 各画素に対して第１最大値から対応しきい値を減算することにより第１差値を決定することと、(i . i i i) 各画素に対してソース値の最小値及びその対応逆しきい値としての第１最小値を決定することと、(i . i v) 各画素に対して第１差値の最小値及び第１最小値としての中間値を決定することと、(i . v) 各画素に対して中間値から一時値を生成することとに同等なプロセスにおいて生成される一時値を含む一時画像を生成することと、

又は第４代替手段において、

(c) 複数画素の各画素に対して、それぞれがその対応しきい値の反転である逆しきい値を与えることと、

(d) 複数画素の各画素に対する一時値であって、(i . i) 各画素に対してソース値の最大値及びその対応しきい値としての第１最大値を決定することと、(i . i i) 各画素に対して第１最大値から対応しきい値を減算することにより第１差値を決定することと、(i . i i i) 各画素に対してソース値の最小値及びその対応逆しきい値としての第１最小値を決定することと、(i . i v) 各画素に対して第１差値と第１最小値との間の値を含む第１値範囲から中間値を決定することと、(i . v) 各画素に対して中間値から一時値を生成することとに同等なプロセスにおいて生成される一時値を含む一時画像を生成することと、

及びすべての代替手段において、

(e) 複数画素の各画素に対する第１出力値であって、各画素に対して一時値及びソース値から生成される第１出力値を含む第１出力画像を生成することと、(f) 複数画素の各画素に対する第２出力値であって、一時値から生成される第２出力値を含む第２出力画像を生成することと

を含む。

【０００８】

本発明の第１側面に係る方法はさらに、第１代替手段において、

(c) 複数画素の各画素に対して、それぞれがその対応しきい値の反転である逆しきい値を与えることを含む。

【０００９】

前記複数画素の各画素に対するしきい値は、各画素に対する最大しきい値及び最小しきい値を有する区間に制限される。対応しきい値の反転である各逆しきい値は、各画素に対する最大しきい値マイナスしきい値と等しいか又はほぼ等しいものとして理解される。

【００１０】

一時値を生成するプロセスはさらに、すべての代替手段において、(i . v i) 各画素に対して中間値を平滑化することと、第３及び第４代替手段において(i . v i) 第１差値及び／又は第１最小値を平滑化することとを含む。

【００１１】

画素の中間値を平滑化することは、本明細書において、少なくとも一つの他の画素、例えば隣接画素、の中間値を含むことと理解される。画素の第１差値を平滑化することは、本明細書において、少なくとも一つの他の画素、例えば隣接画素、の第１差値を含むこと

10

20

30

40

50

と理解される。画素の第 1 最小値を平滑化することは、本明細書において、少なくとも一つの他の画素、例えば隣接画素、の第 1 最小値を含むことと理解される。平滑化は、スプラインフィルタ、メンブレンフィルタ、及び / 又はエンベロープフィルタを含む。

【 0 0 1 2 】

平滑化は、当該平滑化後の中間値を第 1 値範囲からの値に制限するべく構成される。平滑化は第 1 膨張操作を含む。第 1 膨張操作は第 1 膨張半径を含む。第 1 膨張半径は 4 画素、又は一時画像の幅の約 0 . 3 % である。平滑化は第 1 ぼかし操作を含む。第 1 膨張操作は、第 1 ぼかし操作よりも前に行われる。第 1 ぼかし操作は、第 1 膨張半径とほぼ等しいか又は小さい第 1 ぼかし半径を含む。第 1 ぼかし操作は、第 1 ガウシアンぼかし操作を含む。第 1 ガウシアンぼかし操作は、第 1 ぼかし半径の 1 / 3 にほぼ等しい、4 / 3 画素とほぼ等しいか若しくは小さい、又は一時画像の幅の約 0 . 1 % の標準偏差を有する。第 1 ぼかし操作は、第 1 平均フィルタリング操作を含む。

10

【 0 0 1 3 】

一時値を生成する方法はさらに、(i . v i i) 各画素に対して中間値の最小値及び逆しきい値としての第 2 最小値を決定することと、(i . v i i i) 各画素に対して第 2 最小値を平滑化することにより第 2 平滑値を生成することと、(i . i x) 各画素に対して第 2 平滑値から一時値を生成することとを含む。

【 0 0 1 4 】

画素の第 2 最小値を平滑化することは、本明細書において、少なくとも一つの他の画素、例えば隣接画素、の第 2 最小値を含むことと理解される。第 2 最小値の平滑化は、スプラインフィルタ、メンブレンフィルタ、及び / 又はエンベロープフィルタを含む。

20

【 0 0 1 5 】

第 2 最小値の平滑化は第 2 膨張操作を含む。第 2 膨張操作は第 2 膨張半径を含む。第 2 膨張半径は 2 画素、又は一時画像の幅の約 0 . 1 7 % である。第 2 膨張半径は可変である。第 2 膨張半径は、ゼロを含む第 2 値範囲において可変である。第 2 最小値の平滑化は第 2 ぼかし操作を含む。第 2 膨張操作は、第 2 ぼかし操作よりも前に行われる。第 2 ぼかし操作は、第 2 膨張半径とほぼ等しいか又は小さい第 2 ぼかし半径を含む。第 2 ぼかし半径は可変である。第 2 ぼかし半径は、ゼロを含む第 3 値範囲において可変である。第 2 ぼかし半径及び第 2 膨張半径は、一方が他方の関数として変化するように結合される。

【 0 0 1 6 】

30

第 2 ぼかし操作は、第 2 ガウシアンぼかし操作を含む。第 2 ガウシアンぼかし操作は、第 1 ぼかし半径の 1 / 3 にほぼ等しい、2 / 3 画素とほぼ等しいか若しくは小さい、又は一時画像の幅の約 0 . 0 5 5 % の標準偏差を有する。

【 0 0 1 7 】

第 2 ぼかし操作は、第 2 平均フィルタリング操作を含む。

【 0 0 1 8 】

ソース画像を与えることは、(i i . i) 第 1 ガンマ符号化により符号化されたガンマ符号化ソース画像を与えることと、(i i . i i) ガンマ符号化ソース画像の、第 1 ガンマ符号化に対応する第 1 ガンマ復号化を行うことによりガンマ復号化ソース画像を生成することと、(i i . i i i) ガンマ復号化ソース画像をソース画像として出力することとを含む。

40

【 0 0 1 9 】

本発明の第 1 側面に係る方法はさらに、

(g) 第 1 プロジェクタの第 2 ガンマ復号化に対応する、第 1 出力画像の第 2 ガンマ符号化を行うことを含む。

【 0 0 2 0 】

本発明の第 1 側面に係る方法はさらに、

(h) 第 2 プロジェクタの第 3 ガンマ復号化に対応する、第 2 出力画像の第 3 ガンマ符号化を行うことを含む。

【 0 0 2 1 】

50

一時値を生成するプロセスはさらに、すべての代替手段において、 (i, x) 各画素に対して中間値の第1色補正を行うことを含み、第3及び第4代替手段において、 (i, x) 各画素に対して中間値及び/又は第1差値の第1色補正を行うことを含む。

【0022】

すべての代替手段において第1色補正は、中間値を補正して、対応するソース値とほぼ同じ第1色相を得るべく構成され、第3及び第4代替手段において第1色補正は、第1差値及び/又は中間値を補正して、対応するソース値とほぼ同じ第1色相を得るべく構成される。第1色補正は、 (iii, i) $R6$ 、 $G6$ 、及び $B6$ がソース画像の画素色であり、 $R11$ 、 $G11$ 、及び $B1$ が各画素に対する第1中間値決定後の画素色値である場合に、各画素に対して $R11/R6$ 、 $G11/G6$ 、及び $B11/B6$ の最大値に等しい定数 K を計算することと、 (iii, ii) 各画素に対して中間値を、定数 K を乗算したソース値に置換することにより中間値を補正することとに同等なプロセスを含む。

10

【0023】

本発明の第1側面に係る方法はさらに、 (i) 第2出力画像の空間解像度を低下させること及び/又は第2出力画像に対してぼかし操作を行うことを含む。本発明の第1側面に係る方法はさらに、 (j) 第1出力画像を暗号化することを含む。本発明の第1側面に係る方法はさらに、 (k) 第1出力画像を第1記録媒体に記録することを含む。本発明の第1側面に係る方法はさらに、 (l) 第1記録媒体から第1出力画像を抽出することを含む。本発明の第1側面に係る方法はさらに、 (m) 第2出力画像を第2記録媒体に記録することを含む。

20

【0024】

本発明の第1側面に係る方法はさらに、 (n) 第2記録媒体から第2出力画像を抽出することを含む。本発明の第1側面に係る方法はさらに、 (o) 第2プロジェクタが投影する画像を第1プロジェクタが投影する画像に整合させるべく構成される、第2出力画像の幾何補正を行うことを含む。

【0025】

一時値を生成するプロセスはさらに、 (i, xi) 複数画素の各画素に対する中間値に対して収縮操作を行うこと、好ましくはハーフ画素、フル画素、一時画像の幅の 0.04% 、又は一時画像の幅の 0.08% の半径を有するグレースケール収縮操作を行うこと、を含む。

30

【0026】

第4代替手段において、各画素に対してソース値が第1値範囲から除外される。第4代替手段において、第1値範囲はさらに第1差値及び第1最小値を含む。

【0027】

第1出力値は、 (iv, i) 各画素に対してソース値から一時値を減算することにより第2差値を決定することと、 (iv, ii) 第2差値から第1出力値を生成することとに同等なプロセスにおいて各画素に対して生成される。

【0028】

第1出力値は、 (iv, i) 各画素に対してソース値から一時値を減算することにより第2差値を決定することと、 (iv, ii) 各画素に対して第2差値をしきい値で除算することにより第1比を生成することと、 (iv, iii) 各画素に対して第1比から第1出力値を生成することとに同等なプロセスにおいて各画素に対して生成される。

40

【0029】

第2出力値はさらに、逆しきい値から生成される。第2出力値は、 (v, i) 各画素に対して一時値を逆しきい値で除算することにより第2比を生成することと、 (v, ii) 各画素に対して第2比から第2出力値を生成することとに同等なプロセスにおいて各画素に対して生成される。

【0030】

複数画素の各画素に対するしきい値は、第1プロジェクタ及び第2プロジェクタからの均一かつ最大強度画像の投影での若しくは第1プロジェクタ及び第2プロジェクタのそれ

50

それからの均一かつ最大強度画像の投影での、又は第1プロジェクタからの均一かつ最大強度画像の投影での若しくは第2プロジェクタからの均一かつ最大強度画像の投影での、投影面上の対応位置において第1プロジェクタが寄与する全体照度の一部を表す。

【0031】

複数画素の各画素に対するしきい値は、投影面上の対応位置において第1プロジェクタが寄与する全体照度を、均一かつ最大強度画像の投影での対応位置における第1プロジェクタ及び第2プロジェクタのそれぞれからの全体照度の組み合わせによって除算することから導出される。

【0032】

本発明の第1側面に係る方法はさらに、(p)整合パターンを含むように一時画像を調整することを含む。

10

【0033】

本発明の第1側面に係る方法はさらに、
(q)整合パターンを与えることと、
(r)整合パターンを一時画像に加算することにより一時画像を調整することと、
(s)一時画像を、(vi.i)各画素に対して一時値の最小値及びその対応ソース値としての第4最小値を決定することと、
(vi.i)各画素に対して一時値を第4最小値に調整することとに同等なプロセスにより調整することと

を含む。

20

【0034】

整合パターンは、グリッド、メッシュ、バーコード、及び/又はセマコードを含み、代替的に又は付加的に整合パターンは、要素の規則パターン及び/又は要素の不規則パターンを含み、代替的に又は付加的に整合パターンは、ドット及び/若しくは十字線の規則パターン並びに/又はドット及び/若しくは十字線の不規則パターンを含む。

【0035】

本発明の第2側面によれば、第1プロジェクタ及び第2プロジェクタによる投影面上に第1出力画像及び第2出力画像を二重スタックする方法によって上記目的が満たされる。当該方法は、

(aa)第1出力画像及び第2出力画像を投影面上にオーバーレイするべく第1プロジェクタ及び第2プロジェクタを位置決め及び配向することと、

30

(ab)本発明の第1側面に係る方法により第1出力画像及び第2出力画像を生成することと、

(ac)第1出力画像及び第2出力画像を第1プロジェクタ及び第2プロジェクタそれぞれに供給することと、

(ad)第1出力画像及び第2出力画像を第1プロジェクタ及び第2プロジェクタそれぞれにより投影することと

を含む。

【0036】

第1プロジェクタ及び第2プロジェクタは、投影面上に重ね合わせ画像を生成する。本発明の第2側面に係る方法はさらに、

40

(ae)重ね合わせ画像の第1キャプチャ画像を記録することと、

(af)第1キャプチャ画像への第1プロジェクタの第1寄与を決定することと、

(ag)第1寄与から第1フィードバック画像を生成することと、

(ah)特徴トラッキング及び/又はマッチングにより第1フィードバック画像及び第1出力画像から第1セットの整合不良ベクトルを生成することと、

(ai)第1セットの整合不良ベクトルを含む第1ワーピングにより第1キャプチャ画像の第1ワーブ画像を生成することと、

(aj)第1ワーブ画像から第1出力画像を減算することにより第2フィードバック画像を生成することと、

50

(a k) 特徴トラッキング及び / 又は特徴マッチングにより第 2 フィードバック画像及び第 2 出力画像から第 2 セットの整合不良ベクトルを生成することと、

(a l) 第 1 セットの整合不良ベクトル及び第 2 セットの整合不良ベクトルから第 3 セットの整合不良ベクトルを生成することと、

(a m) 第 3 セットの整合不良ベクトルから第 1 出力画像及び / 又は第 2 出力画像の第 1 幾何補正を導出することと

を含む。

【 0 0 3 7 】

第 1 プロジェクタの第 1 寄与を決定することは、第 1 キャプチャ画像の高域通過フィルタリングを含む。

10

【 0 0 3 8 】

本発明の第 3 側面によれば、第 1 プロジェクタ及び第 2 プロジェクタによる投影面上への第 1 出力画像及び第 2 出力画像の二重スタックの補正を導出する方法によって上記目的が満たされる。当該方法は、

(b a) 第 1 出力画像及び第 2 出力画像を投影面上にオーバーレイするべく第 1 プロジェクタ及び第 2 プロジェクタを位置決め及び配向することと、

(b b) 第 1 ソース画像に対する整合パターンを含む本発明の第 1 側面の一例に係る方法により生成される第 1 出力画像及び第 2 出力画像を含む、第 1 ソース画像に対する第 1 出力を生成することと、

(b c) 第 1 出力の第 1 出力画像及び第 2 出力画像を、第 1 プロジェクタ及び第 2 プロジェクタそれぞれに供給することと、

20

(b d) 第 1 出力の第 1 出力画像及び第 2 出力画像を、第 1 プロジェクタ及び第 2 プロジェクタそれぞれによって投影面上に投影することと、

(b e) 投影面上に投影される第 1 出力の第 1 出力画像及び第 2 出力画像を含む第 1 キャプチャ画像を記録することと、

(b f) 第 1 キャプチャ画像における第 1 出力の整合不良パターンの寄与を検出することと、

(b g) 第 1 出力の整合不良パターンの検出された寄与から第 2 出力画像に対する幾何補正を導出することと

を含む。

30

【 0 0 3 9 】

本発明の第 2 側面に係る方法はさらに、

(b h) 第 1 ソース画像の後に表示される第 2 ソース画像に対する第 2 出力であって、第 2 ソース画像に対する整合パターンを含む本発明の第 1 側面の一例に係る方法により生成される第 1 出力画像及び第 2 出力画像を含む第 2 出力を生成することと、

(b i) 第 2 出力の第 2 出力画像及び第 2 出力画像を、第 1 プロジェクタ及び第 2 プロジェクタそれぞれに供給することと、

(b j) 第 2 出力の第 2 出力画像及び第 2 出力画像を、第 1 プロジェクタ及び第 2 プロジェクタそれぞれによって投影面上に投影することと、

(b k) 投影面上に投影される第 2 出力の第 1 出力画像及び第 2 出力画像を含む第 2 キャプチャ画像を記録することと、

40

(b l) 第 2 キャプチャ画像における第 2 出力の整合不良パターンの寄与を検出することと、

(b m) 第 2 出力の整合不良パターンの検出された寄与から第 2 出力画像に対する幾何補正を導出することと

を含む。

【 0 0 4 0 】

本発明の第 2 側面に係る方法はさらに、

(b h) 第 1 ソース画像の後に表示される第 2 ソース画像に対する第 2 出力であって、第 2 ソース画像に対する整合パターンを含む本発明の第 1 側面の一例に係る方法により生成

50

される第1出力画像及び第2出力画像を含む第2出力を生成することと、

(b i) 第2出力の第2出力画像及び第2出力画像を、第1プロジェクタ及び第2プロジェクタそれぞれに供給することと、

(b j) 第2出力の第2出力画像及び第2出力画像を、第1プロジェクタ及び第2プロジェクタそれぞれによって投影面上に投影することと、

(b k) 投影面上に投影される第2出力の第1出力画像及び第2出力画像を含む第1キャプチャ画像を記録することと、

(b l) 第1キャプチャ画像における第2出力の整合不良パターンの寄与を検出することをさらに含む、第1キャプチャ画像における第1出力の整合不良パターンの寄与を検出することと、

(b m) 第1出力及び第2出力の整合不良パターンの検出された寄与から第2出力画像に対する幾何補正を導出することと

を含む。

【0041】

第1キャプチャ画像における第1出力の整合不良パターンの寄与を検出すること及び第2キャプチャ画像における第2出力の整合不良パターンの寄与を検出することはさらに、第1キャプチャ画像及び第2キャプチャ画像の時間平均化を含む。第1出力及び第2出力の整合不良パターンの寄与を検出することは高域通過フィルタリングを含む。

【0042】

第1出力の整合不良パターン及び第2出力の整合不良パターンは同じであり得る。第1出力の整合不良パターン及び第2出力の整合不良パターンは異なり得る。第2出力の整合不良パターンは、第1出力の整合不良パターンから生成し得る。第2出力の整合不良パターン及び第1出力の整合不良パターンが、時間の関数として周期的であるサイクリック関数により生成される。

【0043】

本発明の第4側面によれば、第1プロジェクタ及び第2プロジェクタにより投影される第1色の第1出力画像及び第2出力画像を生成し、並びに第1プロジェクタ及び第2プロジェクタにより投影される第2色の第1出力画像及び第2出力画像を生成する方法によって上記目的が満たされる。当該方法は、

(c a) 本発明の第1側面に係る方法により第1色の第1出力画像及び第2出力画像を生成することと、

(c b) 本発明の第1側面に係る方法により第2色の第1出力画像及び第2出力画像を生成することと

を含む。

【0044】

本発明の第5側面によれば、第1色投影用の第1プロジェクタ及び第2プロジェクタにより投影される第1色の第1出力画像及び第2出力画像を生成し、並びに第2色投影用の第1プロジェクタ及び第2プロジェクタにより投影される第2色の第1出力画像及び第2出力画像を生成する方法によって上記目的が満たされる。当該方法は、

(c a) 本発明の第1側面に係る方法により第1色の第1出力画像及び第2出力画像を生成することと、

(c b) 整合パターンを含む本発明の第1側面の一例に係る方法により第2色の第1出力画像及び第2出力画像を生成することと

を含む。

【0045】

第1色及び第2色は、ステレオスコープ画像の左色及び右色を表す。第1色及び第2色は、2色のカラーモデル、例えばRGBカラーモデル、を表す。

【0046】

本発明の第4及び第5側面において、第1色の第1出力画像及び第2出力画像を生成することは、整合パターンを含む本発明の第1側面の一例に係る方法により行われる。第1

10

20

30

40

50

色は、第2色よりも短い光波長を表す。第1色は青を、第2色は緑、黄、又は赤を表す。

【0047】

第2色の第1出力画像及び第2出力画像を生成することは、整合パターンを含む本発明の第1側面の一例に係る方法により行われる。第1色の第1出力画像及び第2出力画像を生成する場合の整合パターンと第2色の第1出力画像及び第2出力画像を生成する場合の整合パターンとは同じ又はほぼ同じ形状を有する。第1色の第1出力画像及び第2出力画像を生成する場合の整合パターンと第2色の第1出力画像及び第2出力画像を生成する場合の整合パターンとは同じ又はほぼ同じ寸法を有する。

【0048】

本発明の第4側面に係る方法はさらに、第1プロジェクタ及び第2プロジェクタにより投影される第3色の第1出力画像及び第2出力画像を生成するべく構成される。当該方法はさらに、(cc)本発明の第1側面に係る方法により第3色の第1出力画像及び第2出力画像を生成することを含む。

10

【0049】

第1色、第2色、及び第3色は、3色のカラーモデル、例えばRGBカラーモデル、を表す。

【0050】

本発明の第4及び第5側面に係る方法はさらに、第3色投影用の第1プロジェクタ及び第2プロジェクタにより投影される第3色の第1出力画像及び第2出力画像を生成するべく構成される。当該方法はさらに、

20

(cc)本発明の第1側面に係る方法により第3色の第1出力画像及び第2出力画像を生成することを含む。

【0051】

ソース画像の第1画素の第1ソース値が第1色を表し、ソース画像の第2画素の第2ソース値が第2色を表し、及びソース画像の第3画素の第3ソース値が第3色を表し、第1、第2、及び第3画素の色が第2色相を画定する。第1中間値が第1画素の中間値であり、第2中間値が第2画素の中間値であり、及び第3中間値が第3色相を画定する第3画素の中間値である。当該方法はさらに、

(cd)第1、第2、及び第3中間値に色調整を受けさせることを含む。

【0052】

30

色調整は、第1、第2、及び第3中間値を、第2色相と等しいか又はほぼ等しい第3色相を画定するように調整するべく構成される。色調整は、(vii.i)第1ソース値により除算された第1中間値として第1部分を計算することと、(vii.ii)第2ソース値により除算された第2中間値として第2部分を計算することと、(vii.iii)第3ソース値により除算された第3中間値として第3部分を計算することと、(vii.iv)第1、第2、及び第3部分の最大値として第2最大値を計算することと、(vii.v)第1中間値を、第2最大値が乗算された第1ソース値に置換することと、(vii.vi)第2中間値を、第2最大値が乗算された第2ソース値に置換することと、(vii.vii)第3中間値を、第2最大値が乗算された第3ソース値に置換することとに同等である。

40

【0053】

本発明の第6側面によれば、第1プロジェクタ及び第2プロジェクタそれぞれにより投影される第1出力画像及び第2出力画像を生成するシステムによって上記目的が満たされる。当該システムは、本発明の第1側面に係る方法を行うコンピュータ及び/又は一以上の回路を含む。本発明の第6側面に係るシステムはさらに、本発明の第1側面に係るソース画像を与える画像ソースを含む。

【0054】

本発明の第7側面によれば、第1出力画像及び第2出力画像を二重スタックするシステムによって上記目的が満たされる。当該システムは、第1プロジェクタ、第2プロジェクタ、並びに本発明の第2側面に係る方法を行うコンピュータ及び/又は一以上の回路を含

50

む。本発明の第7側面に係るシステムはさらに、本発明の第2側面に係るソース画像を与える画像ソースを含む。本発明の第7側面に係るシステムはさらに、本発明の第2側面に係る重ね合わせ画像の第1キャプチャ画像を記録するカメラを含む。

【0055】

本発明の第8側面によれば、第1出力画像及び第2出力画像の二重スタックの補正を導出するシステムによって上記目的が満たされる。当該システムは、第1プロジェクタ、第2プロジェクタ、並びに本発明の第3側面に係る方法を行うコンピュータ及び/又は一以上の回路を含む。当該システムはさらに、重ね合わせ画像の第2キャプチャ画像を記録するカメラを含む。

【0056】

本発明の第9側面によれば、第1プロジェクタ及び第2プロジェクタにより投影される第1色の第1出力画像及び第2出力画像、並びに第1プロジェクタ及び第2プロジェクタにより投影される第2色の第1出力画像及び第2出力画像を生成するシステムによって上記目的が満たされる。当該システムは、本発明の第5及び/又は第6側面に係る方法を行うコンピュータ及び/又は一以上の回路を含む。

【0057】

本発明の第10側面によれば、第1色投影用の第1プロジェクタ及び第2プロジェクタにより投影される第1色の第1出力画像及び第2出力画像、並びに第2色投影用の第1プロジェクタ及び第2プロジェクタにより投影される第2色の第1出力画像及び第2出力画像を生成するシステムによって上記目的が満たされる。当該システムは、本発明の第5側面に係る方法を行うコンピュータ及び/又は一以上の回路を含む。

【0058】

本発明の第7側面によれば、第1プロジェクタ及び第2プロジェクタを含む投影システムによって上記目的が満たされる。第1プロジェクタは、第1ランプと、入力端及び出力端を有する第1統合ロッドであって、入力端を介して第1ランプから光を受け取り出力端において均一な照明を生成するべく構成される第1統合ロッドと、当該統合ロッドの出力端における均一な照明をフィルタリングするべく構成される第1プロジェクタフィルタと、第1空間光変調器チップと、第1プロジェクタフィルタを当該光変調器チップ上に結像させる第1照明システムと、第1射出瞳であって、これを介して第1空間光変調器チップからの光が第1プロジェクタから出る第1射出瞳とを含む。第2プロジェクタは、入力端及び出力端を有する第2統合ロッドであって、入力端を介して第2ランプから光を受け取り出力端において均一な照明を生成するべく構成される第2統合ロッドと、当該統合ロッドの出力端における均一な照明をフィルタリングするべく構成される第2プロジェクタフィルタと、第2空間光変調器チップと、第2プロジェクタフィルタを当該光変調器チップ上に結像させる第2照明システムと、第2射出瞳であって、これを介して第2空間光変調器チップからの光が第2プロジェクタから出る第2射出瞳とを含む。第1プロジェクタフィルタは、第1射出瞳を介して出る光を波長シフトさせるべく構成され、第2プロジェクタフィルタは、第2射出瞳を介して出る光を波長シフトさせるべく構成される。

【0059】

第1プロジェクタフィルタは第1通過帯域及び第1保護帯域を画定し、第2プロジェクタフィルタは、第1通過帯域とは重ならない第2通過帯域を画定する。第2保護帯域は第1保護帯域と重なってよい。

【0060】

第1プロジェクタフィルタは第1帯域ストップを画定し、第1プロジェクタはさらに、第1通過帯域及び第1保護帯域の第1統合及び画定の出力端からの均一な照明をフィルタリングするべく構成される第1補助フィルタであって、第1帯域ストップが第1保護帯域とマッチング又はほぼマッチングする第1補助フィルタを含み、第2プロジェクタフィルタは、第1通過帯域とは重ならない第2通過帯域及び第1保護帯域と重なる第2保護帯域を画定する。

【0061】

10

20

30

40

50

第1プロジェクタフィルタは第1帯域ストップを画定し、第1プロジェクタはさらに、第1通過帯域及び第1保護帯域の第1統合及び画定の出力端からの均一な照明をフィルタリングするべく構成される第1補助フィルタであって、第1帯域ストップは第1保護帯域とマッチング又はほぼマッチングし、第2プロジェクタフィルタは第2帯域ストップを画定する第1補助フィルタを含み、第2プロジェクタはさらに、第1通過帯域とは重ならない第2通過帯域及び第1保護帯域とは重ならない第2保護帯域の第1統合及び画定の出力端からの均一な照明をフィルタリングするべく構成される第2補助フィルタであって、第2帯域ストップが第2保護帯域とマッチング又はほぼマッチングする第2補助フィルタを含む。

【0062】

第2補助フィルタはフラットであり第2均一厚さを有する。第1補助フィルタはフラットであり第1均一厚さを有する。

【0063】

第1プロジェクタフィルタは第1均一厚さを画定し、及び/又は第2プロジェクタフィルタは第2均一厚さを画定する。第1プロジェクタフィルタは第1変化厚さを有し、及び/又は第2プロジェクタフィルタは第2変化厚さを有する。第1プロジェクタフィルタは第1曲率を画定し、及び/又は第2プロジェクタフィルタは第2曲率を画定する。第1プロジェクタフィルタは第1プロジェクタフィルタの第1中心部分に第1フラットエリアを画定し、及び/又は第2プロジェクタフィルタは第2プロジェクタフィルタの第2中心部分に第2フラットエリアを画定する。第1プロジェクタフィルタは第1プロジェクタフィルタの第1周縁部分に第1湾曲形状を画定し、及び/又は第2プロジェクタフィルタは第2プロジェクタフィルタの第2周縁部分に第2湾曲形状を画定する。第1プロジェクタフィルタは第1透明基板、好ましくは第1ガラス基板、に載置され、第2プロジェクタフィルタは第2透明基板、好ましくは第2ガラス基板、に載置される。第1プロジェクタフィルタはダイクロイックであり、及び/又は第2プロジェクタフィルタはダイクロイックである。

【0064】

第1プロジェクタフィルタは第1統合ロッドの出力端に配置され、及び/又は第2プロジェクタフィルタは第2統合ロッドの出力端に配置される。第1統合ロッドは出力端に第1幅を有する第1アパチャを画定し、第1プロジェクタフィルタは第1幅に等しいか又はほぼ等しい第1半径を有する第1球形面を画定し、及び/又は第2統合ロッドは出力端に第2幅を有する第2アパチャを画定し、第2プロジェクタフィルタは第2幅に等しいか又はほぼ等しい第2半径を有する第2球形面を画定する。

【0065】

本発明の第12側面によれば、一連の3次元画像を生成するシステムによって上記目的が満たされる。当該システムは、本発明の第1側面に係る方法を繰り返し適用することにより、第1出力画像及び第2出力画像を含む左出力であって当該一連の3次元画像の左透視画像を表す左出力を生成するコンピュータ及び/又は一以上の回路であって、本発明の第1側面に係る方法を繰り返し適用することにより、第1出力画像及び第2出力画像を含む右出力であって当該一連の3次元画像の対応右透視画像を表す右出力を生成するべくさらに構成されるコンピュータ及び/又は一以上の回路と、投影スクリーンと、当該コンピュータ及び/又は一以上の回路に接続され、かつ、当該投影スクリーン上の左出力の第1出力画像を投影するべく構成される左透視第1プロジェクタと、当該コンピュータ及び/又は一以上の回路に接続され、かつ、当該投影スクリーンの右出力の第1出力画像を投影するべく構成される右透視第1プロジェクタと、当該コンピュータ及び/又は一以上の回路に接続され、かつ、当該投影スクリーン上の左出力の第2出力画像と右出力の第2出力画像とを交互に投影するべく構成される左/右透視第2プロジェクタとを含む。

【0066】

本発明の第12側面によれば、一連の3次元画像を生成するシステムによって上記目的が満たされる。当該システムは、本発明の第1側面に係る方法を繰り返し適用することにより、

10

20

30

40

50

より、第1出力画像及び第2出力画像を含む左出力であって当該一連の3次元画像の左透視画像を表す左出力を生成するコンピュータ及び/又は一以上の回路であって、本発明の第1側面に係る方法を繰り返し適用することにより、第1出力画像及び第2出力画像を含む右出力であって当該一連の3次元画像の対応右透視画像を表す右出力を生成するべくさらに構成されるコンピュータ及び/又は一以上の回路と、投影スクリーンと、当該コンピュータ及び/又は一以上の回路に接続され、かつ、当該投影スクリーン上の左出力の第1出力画像を投影するべく構成される左透視第1プロジェクタと、当該コンピュータ及び/又は一以上の回路に接続され、かつ、当該投影スクリーン上の右出力の第1出力画像を投影するべく構成される右透視第1プロジェクタと、当該コンピュータ及び/又は一以上の回路に接続され、かつ、当該投影スクリーン上の左出力の第2出力画像を投影するべく構成される左透視第2プロジェクタと、当該コンピュータ及び/又は一以上の回路に接続され、かつ、当該投影スクリーン上の右出力の第2出力画像を投影するべく構成される右透視第2プロジェクタとを含む。

10

【0067】

第12側面及び/又は第13側面において、左透視第1プロジェクタは、当該左透視第1プロジェクタにより投影される光を偏光させる左偏光フィルタを含み、右透視第1プロジェクタは、当該右透視第1プロジェクタにより投影される光を偏光させる右偏光フィルタを含む。左偏光フィルタ及び右偏光フィルタは直交か又はほぼ直交の偏光方向を有する。

【0068】

20

左偏光フィルタ及び右偏光フィルタは対向する円偏光方向を有する。投影スクリーンは非偏光解消性である。第12側面及び/又は第13側面に係るシステムはさらに、時間変化偏光ユニットを含む。

【図面の簡単な説明】**【0069】**

本発明の異なる側面に係る複数実施例が図面に示される。

【0070】

【図1】従来技術の一例を示す。

【図2】本発明の好ましい実施例を示す。

【図3】好ましい実施例の詳細を示す。

30

【図4】好ましい実施例において生成される異なる画素値を示す。

【図5】好ましい実施例において生成される異なる画素値を示す。

【図6】好ましい実施例において生成される異なる画素値を示す。

【図7】好ましい実施例において生成される異なる画素値を示す。

【図8】好ましい実施例の異なる出力の例を示す。

【図9】好ましい実施例の異なる出力の例を示す。

【図10】本発明の代替実施例を示す。

【図11】本発明の代替実施例を示す。

【図12】本発明の代替実施例を示す。

【図13】没入型ステレオスコープ投影構成を示す。

40

【図14】本発明に係る投影システムの好ましい実施例を示す。

【図15】本発明に係る投影システムの好ましい実施例を示す。

【図16】本発明に係る投影システムの好ましい実施例を示す。

【図17】本発明に係る投影システムの好ましい実施例を示す。

【図18】本発明の代替実施例を示す。

【図19】図18に関して記載する代替実施例の処理及び出力を示す。

【発明を実施するための形態】**【0071】**

本発明は、例示的な構成により以下に記載されるが、これらに限られるものとみなされることを意図しない。説明を目的として、グレースケールシステムが使用されて本発明が

50

記載される一方、記載の構成は、三刺激（例えばRGB）カラー投影システムの色平面にも適用できる。また、標準色空間変換技術を使用することにより、他の色空間（例えばYPbPr）を使用する投影システムに対しても使用できる。さらに、ソース画像信号とプロジェクタとの間の、例えば色相調整、黒色点及び白色点等に適合する色補正回路も含まれることは明かである。さらに、画像投影システムはいくつかの記載で使用される一方、記載の構成は、動画を構成する一シーケンスの静止画上で動作することもできる。本明細書ではモノスコープ投影システムが使用されるが、本発明は、ステレオスコープのアプリケーションに使用される一セットの投影システム、又は別個の左目入力及び右目入力を有するか若しくは二重フレームレート入力を有する動的ステレオスコーププロジェクタにも同様に適用できる。画素値が0から1の範囲で記載される一方、現実的実装においては他の範囲も選択される可能性が高い。複数の操作が別個の回路により行われるように記載される一方、現実的実装においてこれらは、コンピュータメモリ又はグラフィックスカードメモリにソフトウェアアルゴリズム、ルックアップテーブル等として実装される可能性が高い。当業者にとって明らかな、さらなる修正的、付加的、及び代替的構成も本発明の範囲に含まれることが意図される。

【0072】

図1は、従来技術の構成の概略図を示す。従来型二重スタックは、実質同一のプロジェクタすなわち第1プロジェクタ1及び第2プロジェクタ2を含む。各々は投影面3に画像を投影し、各々は画像生成器4の符号化ガンマに対応する復号化ガンマ関数を有する。画像生成器4は、一アレイの画素値を含むソース画像信号を出力する。概略図における接続線は画像信号経路を示す。画像生成器の出力が第1プロジェクタ1の入力に及びワーピング回路5の入力に供給される。ワーピング回路5の出力が第2プロジェクタ2の入力に供給される。ワーピング回路5は、第2プロジェクタ2により投影される画像の幾何補正を行う。これにより、当該画像が、プロジェクタ1により投影される画像と整合し、両投影画像間の機械的整合不良が補償される。熱振動等に起因する機械的及び光学的部品の動きを補償するには繰り返しの再較正が必要となる。

【0073】

図2は、本発明の第1実施例の概略図を示す。図1の構成に対しては、画像スプリット関数が付加されている。画像スプリット関数は、ガンマ復号化回路6、第1ガンマ符号化回路7、第2ガンマ符号化回路8、画像バッファ9、明化画像リミッタ10、第1画像減算回路11、暗化画像リミッタ12、第2画像減算回路13、第1拘束付き平滑化フィルタ14、第2拘束付き平滑化フィルタ15、画像反転回路16、第1画像除算回路101、及び第2画像除算回路102を含み、これらがすべて接続されて当該図面に示されている。

【0074】

ガンマ復号化回路6は画像生成器4の符号化ガンマにマッチングされ、第1ガンマ符号化回路7は第2プロジェクタ2の復号化ガンマにマッチングされ、及び、第2ガンマ符号化回路8は第1プロジェクタ1の復号化ガンマにマッチングされる。したがって、ガンマ復号化回路6の出力と、第1ガンマ符号化回路7と、第2ガンマ符号化回路8との間の回路における操作はすべて、一貫したガンマで行われる。このことは、画素値が線形強度を表すことを意味し、投影面3の一ポイントにおいて結果的に得られる重ね合わせ照度は、第1ガンマ符号化回路7に及び第2ガンマ符号化回路8に入力される画像の対応する画素値の合計の関数となる。

【0075】

画像バッファ9は、双方のプロジェクタが均一かつ最大強度の画像を入力に供給する場合に第1プロジェクタ1が投影面3上の対応位置に寄与する照度部分の表示を、各画素値に対して保持するしきい画像Tを格納する。この実施例においては、第1プロジェクタ1及び第2プロジェクタ2は実質同一なので、第1プロジェクタ1はすべての位置において照度の半分に寄与し、Tにおけるすべての画素値は0.5である。この実施例の代替的構成において、プロジェクタが同一ではなく最大照度の空間分布が異なる。この場合Tは、

0 から 1 の変化値を備える画素を有する画像となる。

【 0 0 7 6 】

画像バッファ 9 のコンテンツ T 及びガンマ復号化回路 6 の出力が、明化リミッタ 1 0 に供給される。明化画像リミッタ 1 0 は、すべての画素位置において当該 2 つの入力の高い方にある画像を計算し、その結果を第 1 画像減算回路 1 1 に出力する。第 1 画像減算回路 1 1 は T を減算し、その結果を拘束付き平滑化フィルタ 1 4 の下境界画像入力 L B に供給する。この画像の画素値は、第 1 プロジェクタ 1 が単独では再現することができない強度量を表す。したがって、第 2 プロジェクタ 2 の最小強度が対応画素位置において寄与する必要がある。

【 0 0 7 7 】

画像バッファ 9 のコンテンツ T は画像反転回路 1 6 に供給され、画像反転回路 1 6 の出力は暗化画像リミッタ 1 2 に供給される。さらに、ガンマ復号化回路 6 の出力も暗化画像リミッタ 1 2 に供給される。暗化画像リミッタ 1 2 は、すべての画素位置において当該 2 つの入力の低い方にある画像を計算し、その結果を拘束付き平滑化フィルタ 1 4 の上境界画像入力 U B に出力する。この画像は、第 2 プロジェクタ 2 が寄与すべき最大強度、すなわち対応画素位置において第 2 プロジェクタが寄与できる最大強度により制限される望ましい結果的な画素強度、を表す。

【 0 0 7 8 】

第 1 拘束付き平滑化フィルタ 1 4 は、わずかな高周波成分のみを備える一般に滑らかかつぼけた出力画像を計算する。当該出力画像は、いずれの画素位置においても、下境界画像 L B の対応画素値から上境界画像の対応画素値までの範囲内にある画素値を有するように実質的に拘束される。図 3 は、拘束付き平滑化フィルタ 1 4 の例示的構成のプロセスフローチャートを示す。拘束付き平滑化フィルタ 1 4 は、下境界入力画像 L B 上に膨張半径 r_1 を有するグレースケール膨張操作を行う。その後、グレースケール膨張操作の結果上に r_1 以下のぼかし半径 r を有するぼかし操作を行う。その後、ぼかし操作の結果上に上境界入力画像 U B を有する暗化画像制限操作を行い、ぼかし操作の結果における画素値を、上境界入力画像 U B の対応画素値以下となるように制限する。暗化画像制限操作の結果が第 1 拘束付き平滑化フィルタの出力となる。代替的に、暗化画像制限操作は省略してもよく、ぼかし操作の結果が第 1 拘束付き平滑化フィルタの出力とされてよい。膨張半径 r_1 は 4 画素であり、かつ、ぼかし半径 r_1' は r_1 と等しい。代替的に、膨張半径 r_1 は下境界入力画像 L B の幅の $1/300$ であり、かつ、ぼかし半径 r_1' は r_1 と等しい。ぼかし操作は、標準偏差 $1/3 * r_1'$ を有するガウシアンぼかし操作である。または、ぼかし操作は平均フィルタリング操作である。代替的構成において、第 1 拘束付き平滑化フィルタ 1 4 は、スプラインに基づくか若しくはメンブレンに基づくエンベロープフィルタ又はグロー効果フィルタを含む。

【 0 0 7 9 】

第 1 拘束付き平滑化フィルタ 1 4 の出力が第 2 拘束付き平滑化フィルタ 1 5 の下境界入力に供給され、画像反転回路 1 6 の出力が第 2 拘束付き平滑化フィルタ 1 5 の上境界入力に供給される。第 2 拘束付き平滑化フィルタ 1 5 は、膨張半径 r_2 及びぼかし半径 r_2' を有する第 1 拘束付き平滑化フィルタ 1 4 と類似する操作を行う。膨張半径 r_2 は 2 画素であり、かつ、ぼかし半径 r_2' は r_2 と等しい。代替的に、膨張半径 r_2 は、第 2 拘束付き平滑化フィルタ 1 5 の下境界入力画像の幅の $1/600$ であり、かつ、ぼかし半径 r_2' は r_2 と等しい。代替的構成において、第 2 拘束付き平滑化フィルタ 1 5 はぼかしフィルタに置換される。第 2 拘束付き平滑化フィルタ 1 5 の膨張半径 r_2 は調整可能であり、ぼかし半径 r_2' は調整された場合の r_2 に従うように設定される。なお、 $r_2 = 0$ かつ $r_2' = 0$ の場合、第 2 拘束付き平滑化フィルタ 1 5 の出力は下境界入力と等しい。すなわち、第 1 拘束付き平滑化フィルタ 1 4 の出力と等しい。

【 0 0 8 0 】

ガンマ復号化回路 6 の出力及び第 2 拘束付き平滑化フィルタ 1 5 の出力が画像減算回路 1 3 に供給される。画像減算回路 1 3 は、第 2 拘束付き平滑化フィルタ 1 5 の出力をガン

10

20

30

40

50

マ復号化回路 6 の出力から減算することにより画像を計算する。減算結果が第 1 画像除算回路 101 の第 1 入力に供給される。画像バッファ 9 からの出力画像 T が第 1 画像除算回路 101 の第 2 入力に供給される。第 1 画像除算回路 101 が第 1 入力を第 2 入力により除算し、除算結果が第 2 ガンマ符号化回路 8 の入力に供給される。したがって、第 1 画像除算回路 101 は、第 2 画像減算回路 13 の出力画像における、0 から対応画素値 T までの範囲にある画素値を、T における画素値で除算することによりスケール化する。これにより、結果的に出力される画素値は、0 から 1 の範囲にスケール化される。

【0081】

第 2 拘束付き平滑化フィルタ 15 の出力画像はさらに第 2 画像除算回路 102 の第 1 入力に供給され、画像反転回路 16 の出力は第 2 画像除算回路 102 の第 2 入力に供給される。第 2 画像除算回路 102 は第 1 入力を第 2 入力により除算し、除算結果が第 1 ガンマ符号化回路 7 の入力に供給される。したがって、第 2 画像除算回路 102 は、第 2 拘束付き平滑化フィルタ 15 の出力画像における、0 から対応画素値 T の逆数までの範囲にある画素値を、T における画素値の逆数で除算することによりスケール化する。これにより、結果的に出力される画素値は、0 から 1 の範囲にスケール化される。

【0082】

第 1 ガンマ符号化回路 7 の出力はワーピング回路 5 の入力に供給され、ワーピング回路 5 の出力は第 2 プロジェクタ 2 の入力に供給される。第 2 ガンマ符号化回路 8 の出力は第 1 プロジェクタ 1 の入力に供給される。

【0083】

代替的な、第 1 実施例の単純化された構成において、暗化画像リミッタ 12 は省略してよく、均一かつ最大強度の画像が第 1 拘束付き平滑化フィルタ 14 の上境界入力に供給されてよい。

【0084】

図 4 は、当該処理の異なるステージにおける一列の画素の例示的部分の値のグラフを示す。図 4 の第 1 グラフはガンマ復号化回路 6 の出力を示し、第 2 グラフは暗化リミッタ 12 の出力を示し、及び第 3 グラフは第 1 画像減算回路 11 の出力を示す。

【0085】

図 5 は、3 画素の膨張半径 r_1 及び r_1 に実質的に等しいぼかし半径 r_1' を有する拘束付き平滑化フィルタ 14 の操作の異なるステージにおける一列の画素の例示的部分の値のグラフを示す。図 5 の第 1 グラフにおいて、膨張操作の結果が黒線として示される。下境界入力に暗いグレーで示され、上境界入力に明るいグレーで示される。第 2 グラフは、ぼかし操作の結果を同様に示し、第 3 グラフは暗化操作の結果を示す。

【0086】

図 6 は、一列の画素における値の 3 つの例示的グラフを示す。図 6 の第 1 グラフは、 $r_1 = 3$ 画素かつ $r_2 = 0$ であって、 r_1' が r_1 と実質的に等しく、 r_2' が r_2 に実質的に等しい場合の第 2 拘束付き平滑化フィルタ 15 の出力を示す。第 2 グラフは画像減算回路 13 の出力を示し、第 3 グラフは、第 2 拘束付き平滑化フィルタ 15 及び画像減算回路 13 の出力の合計値を示す。上述のように当該合計値は、投影画像の整合が実質完全な場合、当該操作が一貫したガンマで行われることにより、投影面 3 上にある対応列の画素の結果的な照度に直接変換される。この例において $r_2 = 0$ の場合、ガンマ符号化回路に対する入力画像の合計は、ガンマ復号化回路 6 の出力と等しい。したがって、ガンマ復号化回路 6 は、投影画像の完全な整合を有するガンマ復号化ソース画像であり、投影面 3 上の結果的な画像は、画像生成器 4 の出力に実質完全に対応する。この状態は「完全再構成」ということができる。「完全再構成」状態においてのみ機能するこの実施例の代替的構成においては、第 2 拘束付き平滑化フィルタ 15 が省略される。

【0087】

図 6 の第 1 グラフが示すように、第 2 拘束付き平滑化フィルタ 15 の出力における高空間周波数の量は、ガンマ復号化回路 6 の出力画像におけるものよりも著しく低い。その結果、従来型二重スタック構成よりも一般に滑らかかつぼかしが与えられた画像が、第 2 プ

10

20

30

40

50

ロジェクタ 2 により投影される。

【 0 0 8 8 】

本発明の第 1 の利点は、第 2 プロジェクタ 2 の滑らかな画像が、投影画像の整合不良を小さくすることにより導入される可視のアーチファクトを低減することにある。多くの場合、従来型二重スタック構成において可視性の高いアーチファクトを導入していたフル画素以上の整合不良が目立たない。

【 0 0 8 9 】

しかしながら、図 6 の第 1 グラフからわかるように、第 2 拘束付き平滑化フィルタ 1 5 の出力は高周波成分が完全になくなっていないわけではない。コントラストが第 1 プロジェクタ 1 のコントラスト再現能力に近いが又はこれ以上であるソース画像の高コントラストエッジにおいては、第 1 拘束付き平滑化フィルタ 1 4 への上境界入力及び下境界入力が密接になり、双方の間の滑らかな「湾曲」（又はむしろ面）を常に生成できるとは限らない。投影画像のこれらのエリアは整合不良に対して最も感受性がある。 r_2 を 0 より高い値に設定することにより、これらのエリアにおいても平滑化を強制して空間周波数成分をさらに低減し、整合不良許容性を増加させることができる。この増加した整合不良許容性の代償は、「完全再構成」達成能力を失い、投影画像の完全整合においてでさえ小さなアーチファクトが導入されることである。当該アーチファクトは、第 1 プロジェクタ 1 が再現できるものよりも高いコントラストを有する、ソース画像のエッジまわりのかすかなハローの形態である。したがって、 r_2 を調整することが、「完全再構成」と「高整合不良耐性」との妥協点を画定することになる。

【 0 0 9 0 】

図 7 は図 6 と同等であるが、ここでは膨張半径 r_2 が 2 画素であり、かつ、ぼかし半径 r_2' が r_2 と実質的に等しい。膨張半径 r_1 は依然 3 画素であり、かつ、ぼかし半径 r_1' は依然 r_1 と実質的に等しい。かすかなハローアーチファクトは、下にある合計のグラフにおいて、最高ピークのすぐ左で可視である。幸運なことに、これらのアーチファクトは投影画像において、網膜（側方マスキング）上の神経反応システムにおける側方抑制ゆえに、人間視覚システムにとって認識不可能である。 r_2 が全体的な投影システムのスクリーン上のコントラストにより決定される制限未満である場合、理論的な「完全再構成」は必ずしも必要ではない。所定タイプの投影システムに対する r_2 の良好な値を決定することは、前列にいる観測者の決定グループに最大コントラストエッジを含むテストパターンを見てもらい r_2 のランダム値を切り換えて、当該グループのメンバーにエッジシャープネスの点で当該画像を評価するように依頼し、エッジシャープネスの低減に誰も気づかない r_2 の値を選択することにより行われる。なお、例えば標準的な低域通過フィルタを選択することとは対照的に、第 2 フィルタリング通過に対しても第 2 拘束付き平滑化フィルタ 1 5 を選択する理由は、この構成が、側方抑制による抑止を受けることがない重要な視覚クローである水又は葉の反射のような小領域のハイライトにおける照度を保持する点にある。

【 0 0 9 1 】

図 8 は、第 2 拘束付き平滑化フィルタ 1 5 の出力の印刷画像を、画像減算回路 1 3 の出力の印刷画像とともに示す。また、第 2 拘束付き平滑化フィルタ 1 5 の出力及び画像減算回路 1 3 の出力を加算することにより計算された結果的な投影オーバーレイ画像のシミュレーションを示す。（ここでの画像には、印刷上観察可能となるようにガンマが適用されている。）

【 0 0 9 2 】

図 9 は、2 画素整合不良により投影された画像の拡大部分の類似するシミュレーションを示す。上の画像は従来型二重スタックの投影シミュレーションであり、下の画像は本発明の第 1 実施例の投影シミュレーションである。

【 0 0 9 3 】

本発明の第 2 の利点は、第 2 拘束付き平滑化フィルタ 1 5 の出力画像が一般に観察可能ではなく、付加的情報が供給されなければ、操作して観察可能な画像にするための十分な

詳細情報を保持しないことにある。これは、信号経路及び画像ストレージが暗号化及び物理的な耐不正変更の要求を受けるコピープロテクトされた投影システムにおいて、ワーピング回路5及び第2プロジェクタ2を含む第2拘束付き平滑化フィルタ15の出力からのすべての信号経路が、暗号化され又は物理的に保護される必要がないということの意味する。図10は、デジタルシネマサーバにおける第1実施例を含む一例を示す。耐不正変更保護ハウジング18が、示されたコンポーネントを取り囲む。第2ガンマ符号化回路8の出力は暗号化回路17に供給され、第1プロジェクタ1は、入力画像信号を解読することができるデジタルシネマプロジェクタである。図11は、デジタルシネマプロジェクタに第1実施例を含めた例である。画像生成器4は、暗号化された画像信号を出力するデジタルシネマサーバであり、解読回路19が当該信号を解読し、及び耐不正変更ハウジング18が、示されたコンポーネントを取り囲む。図12は、デジタルシネマサーバであり得る画像生成器4の暗号化出力を解読する画像解読回路18と、画像信号を暗号化して、当該画像信号の解読が可能なデジタルシネマサーバに当該暗号化信号を出力する画像暗号化回路17とを有するスタンドアロンユニットに含まれる第1実施例の一例を示す。耐不正変更ハウジングが、示されたコンポーネントを取り囲む。図9、10、及び11の構成において、第1ガンマ符号化回路7、ワーピング回路5、及び第2プロジェクタ2は、耐不正変更ハウジングの外部にあって非暗号化信号を処理し、現実的実装を相対的に単純なものとする。

【0094】

第1実施例の代替的構成においては、再サンプリング回路が含まれる。再サンプリング回路は、第1ガンマ符号化回路7からの出力画像を低空間解像度に再サンプリングして結果的な再サンプリング画像をワーピング回路5に供給する。ここで、ワーピング回路及び第2プロジェクタ2は第1プロジェクタ1よりも空間解像度が低い。第1ガンマ符号化回路7の出力には高周波成分がほとんど含まれないので、結果的な画質に対する影響はほんのわずかが又はまったくない。

【0095】

したがって、本発明の第3の利点は、アップグレードコストが低減され、例えば単一2Kプロジェクタを4K及び増加輝度へアップグレードすることを望む劇場において既存の機器への投資が守られることにある。一般に、第2プロジェクタ2に対する緩やかな要求には、第2プロジェクタ2が第1プロジェクタ1とは完全に異なる非対称構成への可能性が開かれている。当該構成は、従来型二重スタックにとって有用とはならないであろうが第1実施例の構成においてはあまり重要でない、低解像度、タイル状システムのわずかな可視混合エッジ又は輝度差、サポートされない暗号化等のような制限を有するが、しかし、良好な黒レベルのような関連する他の利点を有し、第1実施例の一部として使用されない場合は、会議プレゼンテーション、プラネタリウム星野投影等のような専用アプリケーションを提供するべくすでにインストールされているか又は最適化されている。

【0096】

第1実施例のさらなる代替的構成において、画像収縮回路が、第1拘束付き平滑化フィルタ14の出力と第2拘束付き平滑化フィルタ15の下境界入力との間に挿入される。ここで、前記画像収縮回路は、第1拘束付き平滑化回路14から受け取られた画像信号に対してグレースケール収縮操作を行う。グレースケール収縮操作の半径R3は0.5画素又は1画素である。この構成は、整合不良に起因する実際のスクリーン上の画素強度の誤差が、人間視覚システムの非線形的性質ゆえに同じ線形強度でも人間の目にとってはあまり気づかれない高輝度領域にシフトするという利点を表す。

【0097】

第1実施例のさらなる代替的構成において、色補正回路が第1画像減算回路11の出力と第1拘束付き平滑化フィルタ14の下境界入力との間に挿入される。前記色補正回路はさらにガンマ復号化回路6の出力に接続されて、第1画像減算回路11から受け取った画像において、第1拘束付き平滑化フィルタ14の出力の画素が、ガンマ復号化回路6から受け取った画像信号の対応画素と実質同一の色相を有するように画素値を加算する。この

操作は、 (R_6, G_6, B_6) をガンマ復号化回路 6 の出力の画素色値とし、 (R_{11}, G_{11}, B_{11}) を第 1 画像減算回路 11 の出力の画素色値とし、 $\text{Max}(x, y, z)$ を値 x 、 y 、及び z の最高値を返す関数を示す場合に、各画素に対して定数 $K = \text{Max}(R_{11}/R_6, G_{11}/G_6, B_{11}/B_6)$ を計算することと、出力画素色値 $R' = K * R_6$ 、 $G' = K * G_6$ 、及び $B' = K * B_6$ を計算して (R', G', B') を第 1 拘束付き平滑化フィルタ 14 の下境界入力に出力することにより行われる。この構成において、双方のプロジェクタから投影される画像の画素色相は同じであり、いくつかの画像において整合不良アーチファクトの可視性が低減される。

【0098】

第 1 実施例のさらなる代替的構成において、第 1 ガンマ符号化回路 7 からの又は再サンプリング回路からの出力信号が第 1 媒体に記録され、第 2 ガンマ符号化回路 8 の出力が暗号化されて第 2 媒体に記録され、第 1 媒体及び第 2 媒体が同期再生される。第 1 記録媒体の出力がワーピング回路 5 に供給され、ワーピング回路 5 は画像整合に対して較正されて第 2 プロジェクタ 2 にワープ出力を供給する。第 2 媒体の出力はプロジェクタ 1 に供給される。

【0099】

本発明の第 4 の利点は、従来型二重スタック構成により導入されるバンディングアーチファクトを低減できることにある。前記投影面 3 上の異なる結果的強度を多くすることができるため、従来型二重スタックシステムよりも高いダイナミックコントラスト解像度を有するからである。各プロジェクタが、人間視覚システムの丁度可知差異にマッチングされた離散強度ステップを有する従来型二重スタック構成において、投影面 3 上の結果的なオーバレイ画像は、丁度可知差異を超える離散強度ステップを有し得る。これは可視バンディングをもたらし得る。

【0100】

本発明の第 5 の利点は、投影面 3 上に投影される結果的な重ね合わせ画像を撮像するデジタル画像キャプチャシステムに基づく自動再整合システムが、キャプチャ画像を各プロジェクタに由来する成分に分離して、公開プレゼンテーションにおけるシーケンスのフレームを反復することなしに又は特別な反復トレーニングシーケンスを使用することなしにワーピング回路の再較正を行うことにある。例えば、キャプチャ画像の高周波フィルタリングは、第 1 プロジェクタ 1 により投影される画像にのみ関連する画像であって特徴マッチング又はトラッキングを可能とする画像を生成し、第 1 プロジェクタ 1 への入力画像に関するキャプチャ画像から第 1 セットの整合不良ベクトルを特定して当該キャプチャ画像を第 1 プロジェクタ 1 と整合するようにワーピングし、その後、第 1 プロジェクタ 1 に入力される画像のガンマ復号化バージョンを当該キャプチャ画像のガンマ補正かつゲイン補正バージョンから減算する。これにより、第 2 プロジェクタ 2 により投影される画像にのみ関連する画像が得られる。その結果、特徴マッチング又はトラッキングが可能となり、当該キャプチャ画像と第 2 プロジェクタ 2 により投影される画像との間の第 2 セットの整合不良ベクトルが計算され得る。第 1 及び第 2 セットの整合不良ベクトルから、第 3 セットの整合不良ベクトルが計算される。これは、第 1 プロジェクタ 1 により投影される画像と第 2 プロジェクタ 2 により投影される画像との間の整合不良ベクトルである。第 3 セットの整合不良ベクトルからワーピング回路 5 の再較正が行われる。代替的に、RGB 投影システムにおいて、例えばグリッドのような幾何パターンであってしきい画像 T の値を超える画素値のみを有する幾何パターンを一の色平面に含み、他の色平面は同じ幾何パターンを含むがしきい画像 T の値未満の画素値を有する単一整合画像が構成される。したがって、各画素位置に対して、プロジェクタ間の相対的な整合不良ベクトルを得てワーピング回路 5 の再較正を行うことができる。

【0101】

付加的に、第 1 実施例は、プロジェクタの一方が単にソース画像の供給を受ける単一プロジェクタモードに切り換えることができる。この単一プロジェクタモードは、プロジェクタ故障の場合におけるフォールバック操作として機能し、プロジェクタ故障を検出する

10

20

30

40

50

ことができる検出システムにより自動的にアクティブにされる。検出回路はプロジェクタの一部に統合されるか、又は、検出回路は、投影面 3 上に投影される結果的な重ね合わせ画像を撮像するデジタル画像キャプチャシステムに基づく。これにより、ある程度の冗長性がもたらされ、例えば、ランプが切れた場合にシステムは低い輝度ではあるが補正画像を投影し続ける。

【 0 1 0 2 】

図 1 8 は、特に有利な再整合手順をサポートする第 1 実施例のさらなる代替的構成を示す。画像バッファ 1 0 3 が整合パターンを保持し、画像加算回路 1 0 4 及び暗化リミッタ 1 0 5 が加えられる。画像バッファ 1 0 3 の出力は画像加算回路 1 0 4 の一方の入力に供給され、拘束付き平滑化フィルタ 1 5 の出力は画像加算回路 1 0 4 の他方の入力に供給される。画像加算回路 1 0 4 の出力は暗化リミッタ 1 0 5 の一方の入力に供給され、ガンマ補正回路 6 の出力は暗化リミッタ 1 0 5 の他方の入力に供給される。暗化リミッタの出力は画像除算回路 1 0 2 の一方の入力に及び画像減算回路 1 3 の一方の入力に供給される。これらは図面に示されている。画像バッファ 1 0 3 の出力は、黒画像と整合パターンとの間で切り換えることができる。これにより、整合検出が要求されない場合に整合パターンは有効にオフに切り換えることができる。投影画像に対するこれらの付加的な回路要素の効果は、プロジェクタ 2 により投影される画像が、拘束付きの画像バッファ 1 0 3 の出力である拘束付き整合パターンに加算されることにある。これにより、各画素位置における当該付加の結果が依然として、ソース画像の対応画素値の強度と等しいか又はこれ未満となる。プロジェクタ 1 により投影される画像は拘束付き整合画像が減算され、投影面 3 上には完全な整合性をもって 2 つの画像が重ね合わせられる。整合パターンは相殺されて不可視となるので、ソース画像のみが可視となる。しかしながら、整合不良が導入されると、整合パターンは、周囲画素よりも低強度及び高強度のパターン部分として可視となる。これにより、任意の現行整合不良の容易かつ正確な視覚検出が可能となる。低強度及び高強度の位置は、整合不良が配向される方向を示す。例えば、整合パターンの一部が周囲よりも明るい画素値すなわち明るいパターンインプリントとして可視であり、かつ、整合パターンの同じ一部が周囲よりも暗い画素値すなわち暗いパターンインプリントとして可視であって、暗いインプリントが明るいインプリントの右下に位置する場合、これはプロジェクタ 1 が、完全整合が生じる位置に対して右側に及び下エッジ方向に配置されることを示す。このように、整合不良の検出は、投影システムの操作中に実行することができる。補正さえもワーピング回路 5 の調整により行うことができる。

【 0 1 0 3 】

整合パターンは、例えば、規則的な間隔を有する小さなグラフィック要素を含ませることによって、映写技師にとっては依然有用ではあるが一般の観客にはそれほど目立たないように設計することができる。整合パターンは、グリッド、メッシュ、又は、ドット、十字線、若しくは他のグラフィック要素となる任意の規則若しくは不規則パターンであり、バーコード、セマコード、又は他の識別子を含む。

【 0 1 0 4 】

図 1 9 は、図 1 8 の構成の例示的信号を示す。第 1 画像は、加算された可視整合パターンを有する暗化リミッタ 1 0 5 の出力である。第 2 画像は、減算された可視整合パターンを有する画像減算回路 1 3 の出力である。第 3 画像は、完全整合を有する投影面 3 上の結果的な重ね合わせ画像である。第 4 画像は、整合不良が存在する場合の投影面 3 上の結果的な重ね合わせ画像の一例である。

【 0 1 0 5 】

第 1 実施例の複数構成を含むカラー画像投影システムにおいて、第 1 色平面が図 1 8 に示される構成により整合パターンとともに投影され、他の色平面は整合パターンなしで投影される。同じ物理的プロジェクタによって色平面が投影される場合、プロジェクタ及び投影光学系の機械的整合不良が実質同一の色平面に影響を与える。その結果、第 1 色平面から観察される整合不良情報を使用してすべての色平面の整合不良を検出及び補正することができる。これはさらに、特に整合パターンを有する色平面が青色平面である場合、一

般の観客に対する整合パターンの可視性を低減する一方で、映写技師は当該画像を、整合画像を有する色平面と実質同一の色を有する光フィルタを介して観察することができるので、映写技師に対する整合画像の可視性は増加する。

【 0 1 0 6 】

映写技師に手作業で画像を観察してもらうのに代えて、カメラが投影面 3 上に記録された画像を記録して、画像処理システムが整合不良を検出及び補正することができる。画像処理システムは、特徴マッチング又は例えばスケール不変特徴トラッキングのような特徴トラッキングを行うことにより、整合パターン又は整合パターン部分の認識を行うことができる。さらに、カメラは長い露光時間を有し得る。その結果、例えば動画の連続するフレームのような複数の異なる投影画像が一回の露光で画像キャプチャ要素に統合され、すべての非静止画要素にぼかしが与えられるが、静止整合パターンは、整合パターン又は整合パターン部分の認識が容易なように保たれる。例えば、整合パターン又は整合パターン部分は、高域通過フィルタリングにより統合かつぼかしが与えられた画像から分離される。投影されるシーケンスの画像は、カメラの画像キャプチャ要素に後に統合される場合、整合パターン以外の要素のぼかしを増加させるべく前処理することができる。例えばゆっくりとした周期的な動きがシーケンスの動画の静止シーンに導入されるか、又は、動画の一以上又はすべてのフレームにおいて、例えば青色平面のような色平面の一つにぼかしが与えられる。

【 0 1 0 7 】

それぞれが画像の色平面を投影する第 1 実施例の複数構成を含むカラー画像投影システムにおいて、付加的色補正回路が含まれ得る。これは、第 1 拘束付き平滑化フィルタ 1 4 の出力の色チャンネルにおいて画素値を加算して、第 1 拘束付き平滑化フィルタ 1 4 の出力における画素の色相が、ガンマ復号化回路 6 の出力における対応画素の色相と実質同一になるようにする。付加的色補正回路は、各画素に対して、ガンマ復号化回路 6 の出力の対応画素値により除算された第 1 拘束付き平滑化フィルタ 1 4 の出力の画素値である分数値を計算する操作を行う。その後、当該付加的補正回路は、各色平面に対してすなわち第 1 実施例の複数構成のそれぞれに対して当該分数値の最大値を特定する。当該色平面に対する分数値をガンマ復号化回路 6 の出力に乗算することにより新たな画素値が計算され、結果的な画素値が第 2 拘束付き平滑化フィルタ 1 5 の入力に供給される。このカラー投影システムの利点は、第 1 プロジェクタ 1 から及び第 2 プロジェクタ 2 から投影される色相が各画素に対して実質同一となり、整合不良の結果生じる可視アーチファクトをさらに低下させることにある。

【 0 1 0 8 】

特別に有利な構成において、3Dシステムが、第 1 実施例に係る 2 つの画像処理回路と、3 つのプロジェクタと、2 つの定常偏光フィルタと、RealD社のZScreen（登録商標）又はRealD社のZScreenを有するXL偏光ビームスプリッタ構成のような時間変化偏光ユニットと、非偏光解消性投影スクリーンと、偏光子を有するアイウェアを含む。第 1 実施例に係る第 1 画像処理回路には 3D 画像の左透視画像が供給され、第 1 実施例に係る第 2 画像処理回路には前記 3D 画像の左透視画像が供給される。第 1 プロジェクタには前記第 1 画像処理システムの第 2 ガンマ符号化回路 8 の出力が供給され、第 1 偏光フィルタが前記第 1 プロジェクタの光源と前記投影スクリーンとの間の光路に挿入される。第 2 プロジェクタには前記第 2 画像処理システムの第 2 ガンマ符号化回路 8 の出力が供給され、第 2 偏光フィルタが前記第 2 プロジェクタの光源と前記投影スクリーンとの間の光路に挿入される。前記第 1 偏光フィルタ及び前記第 2 偏光フィルタは実質的な直交偏光方向又は対向する円偏光方向を有し、第 3 プロジェクタは、前記第 1 画像処理システムの第 1 ガンマ符号化回路又は再サンプリング回路の出力及び前記第 2 画像処理システムの第 1 ガンマ符号化回路又は再サンプリング回路の出力を交互に投影する。すなわち、一方は左目画像用、他方は右目画像用の 2 つの別個の投影システムがそれぞれ、高周波画像に対して一のプロジェクタを使用し、低周波画像に対して時分割プロジェクタを共有する。

【 0 1 0 9 】

この構成の利点は、第3プロジェクタが、少ない量の高周波成分を有する左及び右透視画像の重ね合わせ画像を交互に投影することにより、このプロジェクタの解像度の点における性能上の要求が緩和されることにある。また、例えばプロジェクタの光出力を実質2倍にする例えばRealD社のXLアダプタのような画像コンバイナを有する偏光ビームスプリッタを利用することにより、ある程度の解像度又は画像シャープネスの代償に基づいてプロジェクタの輝度を最適化することができることにある。ただし、プロジェクタ現実的実装における最大達成可能解像度を制限するという代償がある。このように、4つのプロジェクタでのように同量の光をスクリーンに到達させることが、3つのプロジェクタのみを使用して達成することができる。例えば、7KWキセノンランプをそれぞれ有する3つのプロジェクタを含む3D投影システムが、3D巨大スクリーンを照明するのに十分となり得る7KWランプをそれぞれ有する4つのプロジェクタを含むシステムと同じ輝度をもたらし得る。当該システムは、画像解像度、輝度、画像安定性、コントラスト、ダイナミックレンジ、及びフレームレートのいずれの点でも既存のフィルムベースの巨大スクリーン用3D投影システムに匹敵する。

【 0 1 1 0 】

図13は、合計4つのオーバーレイされたプロジェクタ、すなわち第1左プロジェクタ121、第2左プロジェクタ122、第1右プロジェクタ123、及び第2右プロジェクタ124を有する没入型ステレオスコープ投影構成を示す。第1左プロジェクタ121及び第2左プロジェクタ122は、第1実施例に係る構成の一部であり、ステレオスコープ画像の左ビューを投影する。第1右プロジェクタ123及び第2右プロジェクタ124は、第1実施例に係る構成の一部であり、没入型巨大スクリーンシアターにおける右ビューを投影する。投影面3は、観客の近くに配置されるドーム状スクリーン又は大きなフラットスクリーンである。このため、シアター席125に配置される観客メンバーの視野の大部分が画像で満たさる。観客メンバーはステレオスコープアイウェアを装着する。プロジェクタは、ドーム状スクリーンのエッジ近くに軸外配置され、広角又は魚眼投影光学系を含む。投影光学系は、没入型投影の業界で周知の、観客の前にある「スイートスポット」エリアにおいて画素密度が高くなるように構成される。投影光学系はさらに、画像を垂直方向に引き伸ばして当該ドームの大面积に満たすアナモルフィックアダプタを含む。左目ソース画像及び右目ソース画像の幾何補正を行う付加的ワーピング回路が含まれる。ワーピング回路は、ソース画像の色平面のそれぞれに対して個別に作用するので、当該投影光学系の色収差をさらに補償するべく較正することができる。当該構成における第1実施例に係る画像スプリット回路を含むことに代えて、再生システムを含み得る。これは、少なくとも一の記憶媒体に格納された第1実施例に係る画像スプリット回路からの事前に記録された出力を同期的に再現し、再現された出力をプロジェクタへ供給することができる。記憶媒体は、第1セットの資産を含む少なくとも一のハードディスクを含む。第1セットの資産は、第1左プロジェクタ1のための第1信号と第1右プロジェクタ1のための第2信号とを含む。第1信号は、左ソース画像がガンマ復号化回路6の入力に供給されたときの第2ガンマ符号化回路8の記録出力であり、第2信号は第1右プロジェクタ1のためのものである。第2信号は、右ソース画像がガンマ復号化回路6の入力に供給されたときの第2ガンマ符号化回路8の記録出力である。当該ハードディスクはさらに第2セットの資産を含む。第2セットの資産は、第2左プロジェクタのための第3信号と第2右プロジェクタのための第4信号とを含む。第3信号は、左ソース画像がガンマ復号化回路6の入力に供給されたときの第1ガンマ符号化回路7の記録出力である。第4信号は、右ソース画像がガンマ復号化回路6の入力に供給されたときの第1ガンマ符号化回路7の記録出力である。第1セットの資産はステレオスコープデジタルシネマパッケージの形式でハードディスクに格納され、第2セットの資産もステレオスコープデジタルシネマパッケージの形式でハードディスクに格納される。第1セットの資産は、暗号化形式で格納することもできる。再生システムは、暗号化信号を第1左プロジェクタの入力に供給し及び暗号化信号を第1右プロジェクタの入力に供給することができる。さらに、再生システムから第2左

プロジェクタへの信号経路に配置される第1ワーピング回路が含まれ、再生システムから第2右プロジェクタへの信号経路に配置される第2ワーピング回路が含まれ、第1ワーピング回路及び第2ワーピング回路は画像整合を目的として較正される。

【0111】

図12の構成におけるプロジェクタは、スペクトル分離を使用して左目及び右目ビューを分離する。観客メンバーはダイクロイックスペクトル分離フィルタを有するアイウェアを装着し、プロジェクタはダイクロイックスペクトル分離フィルタを含む。第1左プロジェクタ121及び第2左プロジェクタ122の分離フィルタは実質同一であり、アイウェアの左目分離フィルタは第1左プロジェクタ121及び第2左プロジェクタ122の分離フィルタにマッチングされる。第1右プロジェクタ123及び第2右プロジェクタ124の分離フィルタは実質同一であり、アイウェアの右目分離フィルタは第1右プロジェクタ123及び第2右プロジェクタ124の分離フィルタにマッチングされる。スペクトル分離ステレオスコープ投影は、多くの没入型シネマアプリケーションにおいて魅力的な特別の投影面を必要としないという利点を有する。また、視野の中心部分において非常に良好な画質及びステレオスコープ再現を有するが、視野の中心部分の外側ではアーチファクトを導入するという不利な点を有する。これは、アイウェアのフィルタが、法線方向（垂直方向）ではない角度で当該フィルタに入射する光に対しては、その公称性能と異なるからである。これは、ダイクロイックフィルタの性質に固有の現象である。これらの理由により、スペクトル分離ステレオスコープ投影を目的とする改善されたシステムが以下に提案される。

【0112】

図14は従来技術の一例を示す。第1プロジェクタにおけるランプ20が統合ロッド21に光を放射する。統合ロッド21は、出力端に均一な照明をもたらす。ガラス基板22上に載置されるダイクロイックスペクトル分離フィルタである第1プロジェクタフィルタ23が、照明システム24の実質焦点面にある統合ロッド21の出力部近くに配置される。これにより、第1プロジェクタフィルタ23の画像は実質的に、プロジェクタの空間光変調器チップ25に焦点が合わせられる。第2プロジェクタ（図示せず）も同等に構成されるが、第1プロジェクタフィルタ23と相互排他的な第2プロジェクタフィルタ（図示せず）を有する。第1プロジェクタフィルタ23及び第2プロジェクタフィルタは相互排他的な通過帯域を有し、これらの間には保護帯域と称するスペクトル範囲が存在する。保護帯域においては、第1プロジェクタフィルタ23及び第2プロジェクタフィルタ双方はほとんど透過性がない。アイウェアの左目分離フィルタは、第1プロジェクタフィルタ23の通過帯域を含む一セットの通過帯域を有するダイクロイックフィルタである。アイウェアの右目分離フィルタは、第2プロジェクタフィルタの通過帯域を含む一セットの通過帯域を有するダイクロイックフィルタである。アイウェアの分離フィルタは、頭が鼻からスクリーンに向かって実質直線前方を向いた観客メンバーが観察するときの、当該画像の周縁エリアにある画素から非法線（非垂直）角度で入射する光に対し、部分的に補償するべくわずかに湾曲している。これは、非直交角度で入射する光は、分離フィルタのダイクロイック層間を長い距離移動し、実質法線（垂直）角度で入射する画像中間エリアの画素からの光のフィルタリングと比べ、通過帯域がスペクトルシフトされるフィルタリングを受けるからである。これは、プロジェクタフィルタとのマッチングをもたらし、プロジェクタフィルタの保護帯域により与えられる許容値を超えて低減し、当該画像の周縁部分において色アーチファクト、及び左及び右投影システム間のクロストークのアーチファクト（「ゴースト」）をもたらす。画像の異なる部分からの入射光角度を完全に補償する程度に湾曲した分離フィルタを使用することは通常現実的ではない。これは、アイウェア設計に関する美感上の理由と、両目間の距離が、異なる年齢の集団において著しく変わるからである。画像の周縁部分における残りのアーチファクトを体験することは、あなたの目前に2つのぼやけた穴を有するわずかに色がついた半透明かつ半反射性の材料のシートを、あなたの頭に貼り付けることのように記載できる。穴は画像を完全には覆っておらず、「トンネル視界」の感覚がもたらされる。したがって、画像の周縁部分におけるアーチファ

クトを低減するさらなる手段が通常採用される。当該手段は、プロジェクタフィルタを予め波長シフトさせて、低減された輝度を代償に保護帯域幅を増加させることを含み、さらには、アイウェアの開眼サイズを低減して入射光の可能な角度範囲を制限することを含む。これにより、シャープなかつ心理学的に快適に許容されるあなたの視野の許容境界が導入されるが、明らかに視野が制限されるという代償がある。しかしながら、没入型シネマアプリケーションに対しては、周縁視野のアーチファクトは完全にはなくなる。

【 0 1 1 3 】

図 1 5 は、図 1 4 のシステムの代替的構成を示す。画像の周縁領域における色及びゴーストアーチファクトは、第 1 プロジェクタフィルタ 2 3 及び第 2 プロジェクタフィルタを、プロジェクタの射出瞳においてスペクトル的にフィルタリングされた光が放出角度の関数として波長シフトされるように修正することにより補償される。第 1 プロジェクタフィルタ 2 3 及び第 2 プロジェクタフィルタは、光変調器チップの周縁部分における画素上に焦点を結ぶ光が、光変調器チップの中心部分上に焦点を結ぶ光よりも長いダイクロイック層間距離を移動するように、実質同一の曲線により湾曲される。したがって、光変調器チップの周縁部分に焦点を結ぶ光が、光変調器チップの中心部分に焦点を結ぶ光に対して波長シフトされるので、投影画像の周縁部分の画素から放出される光は、投影画像の中心部分の画素から放出されるに対して波長シフトされる。その結果、画像の周縁部分にある画素に対して、プロジェクタフィルタによるフィルタリングとアイ (e y e) フィルタのフィルタリングの良好なマッチングが得られる。また、標的観察位置における観客メンバーが観察する場合に、画像の周縁部分にあるより多くの画素が、アイフィルタの通過帯域がプロジェクタフィルタの通過帯域を含むようにアイフィルタによりフィルタリングされる。他の位置に配置される他の観客メンバーは、わずかに補償不足又は補償過剰な画像を観察するが、それでも補償がない場合よりも良好な画像を観察する。第 1 プロジェクタフィルタ 2 3 及び第 2 プロジェクタフィルタの湾曲は、統合ロッド 2 1 のアパチャの幅に等しい半径を有する球形である。フィルタにおいて人間視覚システムにより知覚される、製造上の理由から完全には回避できないわずかな色相変化を補償するべく、ソース画像には通常、電子的色補正が適用される。この色補正は通常、画像エリアにわたり空間的に均一である。その代わり、湾曲フィルタを使用する場合この色補正は、人間視覚システムにおいて均一の色相として知覚される投影画像を達成するべく空間的に不均一となり得る。湾曲フィルタを含むことに代えて、変化する厚さの誘電体層を有するダイクロイックフィルタを含むことができる。

【 0 1 1 4 】

湾曲フィルタで補償された画像を見る体験は記載することが難しいが、「補償なしの体験」よりもある程度快適なようである。わずかに色がついた半透明かつ半反射性の材料のシートのぼやけた穴を、あなたの顔がスクリーンに向かって前方に配向されている場合にこれを通して画像全体が見えるように広げるが、今度は当該シートが依然近いながらもあなたの頭から取り外されるので前方をまっすぐ見る方向から頭をそらせる場合に、当該ぼやけた穴のエッジが、まるで薄いカーテンの一对の穴を通して凝視するように、あなたの視野に入るといように記載することができる。

【 0 1 1 5 】

図 1 6 は、第 1 プロジェクタフィルタ 2 3 及び第 2 プロジェクタフィルタそれぞれが、中心領域にフラットエリアを有し、かつ、上述の画像の周縁エリアのアーチファクトを低減する他の手段によっては許容性が十分でない画像の周縁エリアにのみ湾曲形状を有する代替的構成を示す。プロジェクタフィルタの最適な湾曲は、観客メンバーからスクリーンまでの距離、アイフィルタの湾曲、プロジェクタの照明システムのリレーレンズ焦点距離、主観的な美感上の好み、及び他の因子の関数である。「トンネル視界」と「一对の穴を通しての凝視」との妥協が望ましい。

【 0 1 1 6 】

図 1 7 は、図 1 4 の構成に同等なさらなる代替的構成を示すが、ここでは、第 1 ガラス基板 2 6 上に載置される第 1 湾曲ノッチフィルタ 2 7 が、左プロジェクタにおける第 1 プ

10

20

30

40

50

ロジェクタフィルタ 2 3 の前に付加配置され、第 2 ガラス基板上に載置される第 2 湾曲ノッチフィルタが、第 2 プロジェクタにおいて対応して付加される。ノッチフィルタは、保護帯域に実質的にマッチングするノッチを有する。その結果、保護帯域幅は、プロジェクタの射出瞳から出る光の放出角度の関数として広げられる。したがって、観察者が、図 1 4、1 5、及び 1 6 に係る構成において生じる大きな角度に頭を向ける場合、周縁視野におけるアーチファクトが低減され、中心視野におけるゴーストアーチファクトがなくなる。ただし、投影画像の周縁部分における輝度の低減が代償となる。ノッチフィルタは、画像の中心部分にフラットエリアを有する。

【 0 1 1 7 】

本発明は付加的に又は代替的に、入力画像を、しきい値に固定された入力画像である第 1 画像とその残りである第 2 画像とに分離する画像処理回路を特徴とする。第 2 画像が、画素値の部分第 1 画像からエッジ周辺の暗いエリアまで動かすことにより平滑化され、第 2 画像の高周波成分含有量が低減され、同一の 2 つの画像の合計が入力画像と同じままにされる。入力及び出力においてスケール化及びガンマ補正が行われ、実際の輝度重ね合わせが当該計算に確実に適用される。完全整合により、投影されたオーバレイ画像が入力画像に正確に対応する一方、第 2 画像の高周波成分は第 1 画像よりも少なくなる。

【 0 1 1 8 】

第 1 の利点は、本システムが、わずかな整合不良から生じる知覚されるアーチファクトを著しく低減する点にある。人間視覚システムが高周波の誤差よりも低周波成分の誤差に対してはあまり敏感ではないからである。一のプロジェクタが単独で「駆動」できるコントラストよりも高いコントラストを有するエッジが存在する場合にのみ、第 2 画像は高周波成分を含む。しかしながら、人間視覚システムは、いわゆる空間マスキング効果ゆえに 1 5 0 : 1 以上のコントラストのエッジ近くでは低空間解像度を示すので、高コントラストエッジにおける整合不良アーチファクトもまた可視性が低減される。第 1 画像の高周波成分のマスキング効果に起因して十分不可視な程度に穏やかな第 2 画像の低域通過フィルタリングが、高コントラストエッジにおける整合不良アーチファクトをさらにマスキングするのに役立つ。

【 0 1 1 9 】

第 2 の利点は、カメラベースの自動整合システムが、特別な較正シーケンス実行の必要性なしに、フィルム投影中ずっと周期的に、当該フィルムの画像に基づいて再整合を行うことができる点にある。プロジェクタは同一の画像を投影するわけではないので、記録されたスクリーン上の画像から第 1 及び第 2 画像を分離することができる。また、これらの画像から、今度は幾何補正（ワーピング）による電子的再整合を目的として使用することができる整合不良情報を計算することができる。

【 0 1 2 0 】

第 3 の利点は、単一プロジェクタ 2 K システムを、4 K プロジェクタを付加することによって、増加した輝度かつ 4 K 解像度にアップグレードすることができる点にある。第 2 画像の不可視の穏やかな低域通過フィルタリングが可能なので、低解像度プロジェクタを第 2 画像に対して使用して、第 1 プロジェクタのフル高精細度の外見を維持することができる（高輝度のみ）。第 4 の利点は、本システムの結果的な輝度解像度が、高ダイナミックレンジ投影システムにとって重要となり得る単一プロジェクタのそれよりも高い点にある。

【 0 1 2 1 】

本発明は、付加的に又は代替的に以下のポイントを特徴とする。

【 0 1 2 2 】

1. 画像投影システムであって、2 つの画像プロジェクタすなわち第 1 プロジェクタ及び第 2 プロジェクタを含み、前記第 1 プロジェクタ及び前記第 2 プロジェクタはオーバレイ画像を投影面上に投影し、重ね合わせ画像をもたらす。本システムはさらに第 1 画像処理回路を含む。これは入力画像を 2 つの画像に分離する。すなわち、第 1 プロジェクタ画像が前記第 1 プロジェクタへ入力され、第 2 プロジェクタ画像が前記第 2 プロジェクタに

入力される。その結果、前記第 1 プロジェクタが前記第 1 プロジェクタ画像を投影して前記第 2 プロジェクタが前記第 2 プロジェクタ画像を投影している場合、投影面上に形成されるオーバレイ画像は、実質的に前記入力画像対応し、前記第 2 プロジェクタ画像における高空間周波数の量が前記第 1 プロジェクタ画像におけるものよりも少ない。

【 0 1 2 3 】

2. ポイント 1 に記載の画像投影システムであって、色補正回路が前記プロジェクタ双方の入力に付加され、画素値と投影色平面輝度との間の結果的なプロジェクタ伝達関数が実質的に線形かつ同一となるように較正される。これにより、表示面上のポイントにおける結果的な投影色平面輝度が実質的に、前記第 1 プロジェクタ画像の対応画素値と前記第 2 プロジェクタ画像の対応画素値との和の関数となる。このとき、前記第 1 プロジェクタ画像の前記対応画素値が 0 から B 1 の範囲内にあり、かつ、前記第 2 プロジェクタ画像の前記対応画素値が 0 から B 2 の範囲内にある。ここで B 1 は前記第 1 プロジェクタの最大色平面輝度に対応する画素値であり、B 2 は前記第 2 プロジェクタの最大色平面輝度に対応する画素値であり、前記第 2 プロジェクタ画像の計算は、入力画像の実質すべての画素の各画素値に対し B 1 を超える値を計算することを含み、前記第 1 プロジェクタ画像は、前記第 2 プロジェクタ画像を前記入力画像から減算することにより計算される。ここで、前記入力画像の画素値は 0 から B の範囲内にあり、 $B = B 1 + B 2$ が結果的な重ね合わせ画像の最大色平面輝度に対応する画素値となる。

【 0 1 2 4 】

3. ポイント 2 に記載の画像投影システムであって、前記第 2 プロジェクタ画像の前記計算はさらに、前記第 2 プロジェクタ画像の高周波成分が低減されるように、前記第 2 プロジェクタ画像の画素値に量を加算する平滑化プロセスを含む。ここで、前記量はゼロと前記第 1 プロジェクタ画像の対応画素値以内に制限される。

【 0 1 2 5 】

4. ポイント 3 に記載の画像投影システムであって、前記平滑化プロセスは、前記第 2 プロジェクタ画像のエッジにハローを加算することを含む。ここで、ハローは当該エッジの暗い側に延びて当該エッジから距離が増すにつれて次第にフェードする。

【 0 1 2 6 】

5. ポイント 3 又は 4 に記載の画像投影システムであって、前記平滑化プロセスは、前記第 2 プロジェクタ画像の各色平面に適用される重み付きグレースケール膨張を含む。ここで、前記重み付きグレースケール膨張は、構成要素 D によるグレースケール膨張として定義され、入力画素は第 1 にフィルタリングカーネル F の要素により乗算される。

【 0 1 2 7 】

6. ポイント 1 から 5 に記載の画像投影システムであって、畳み込みカーネル L を有する低域通過フィルタ、又は前記第 1 画像処理回路と前記第 2 プロジェクタとの間に挿入される他の平滑化フィルタをさらに含む。

【 0 1 2 8 】

7. ポイント 1 から 6 に記載の画像投影システムであって、前記第 2 プロジェクタは、前記第 1 プロジェクタよりも低い空間解像度を有する。

【 0 1 2 9 】

8. ポイント 5 から 7 に記載の画像投影システムであって、グレースケール膨張構成要素 D は、画像幅の 0.2 % の半径を有する円板形状要素である。フィルタリングカーネル F は、画像幅の 0.2 % の半径を有する距離関数である。畳み込みカーネル L は、画像幅の 0.1 % を有するガウシアンカーネルである。

【 0 1 3 0 】

9. ポイント 1 から 8 に記載の画像投影システムであって、前記投影面上の前記結果的な投影画像の画像を記録することができる少なくとも一つのカメラと、前記カメラにより記録された画像において前記第 1 プロジェクタ画像に由来する第 1 セットの特徴を隔離し、かつ、前記カメラにより記録された前記画像の前記第 2 プロジェクタ画像に由来する第 2 セットの特徴を隔離すること、並びに、前記第 1 セットの特徴及び前記第 2 セットの特

10

20

30

40

50

徴を前記入力画像の特徴に空間相関させて前記相関から空間整合不良情報を計算することができる第2画像処理回路とを含む自動整合システムをさらに含み、さらに、前記整合不良情報に基づいて、前記第1プロジェクタ画像及び前記第2プロジェクタ画像の少なくとも一方を、前記第1投影画像及び前記第2投影画像が幾何学的に整合されるように幾何補正することができる第3画像処理回路を含む。

【0131】

10. ポイント9に記載の画像投影システムであって、前記第2画像処理回路は、前記記録された画像から、前記表示面上のオーバーレイ画像の画素値と色平面輝度との間の伝達関数が前記プロジェクタ伝達関数に実質同一となるように較正される適合記録画像を生成する色補正回路を含む。前記第2画像処理回路は、TをB1以下とした場合に前記適合記録画像のすべての画素値がしきい値T未満となる少なくとも一つの低輝度エリアを特定しようとして、前記低輝度エリア内の少なくとも一つの特徴マッチングエリアにおいて、前記第1プロジェクタ画像との第1セットの特徴のマッチング操作を行い、結果的に第1セットのオフセットベクトルを得る。前記第2画像処理回路は、前記第1セットのオフセットベクトルに基づいて前記適合記録画像の幾何補正を行うことができる。その結果、幾何補正された適合記録画像は前記入力画像と整合される。前記第2画像処理回路は、前記第1プロジェクタ画像を前記幾何補正された適合記録画像から減算し、その結果的な画像に基づき少なくとも一つのエリアにおいて、前記第2プロジェクタ画像との第2セットの特徴のマッチング操作を行い、結果的に第2セットのオフセットベクトルを得る。前記第3画像処理回路は、前記第1セット及び前記第2セットのオフセットベクトルに基づいて、前記第2プロジェクタ画像及び前記第2プロジェクタ画像の少なくとも一方を、前記第1プロジェクタ投影画像及び前記第2投影画像が実質的に幾何学的に整合されるように幾何補正を行うことができる。前記特徴のマッチング操作は、テンプレートマッチング操作、スケール不変特徴トラッキング操作、又は業界周知の他の任意の特徴トラッキング操作である。

【0132】

11. ポイント9及び10に記載の画像投影システムであって、前記自動整合システムは、動画、生中継、静止画像、又は他のコンテンツのプレゼンテーション中に、投影中に生じる幾何学的整合不良を低減するべく繰り返しサイクルを行う。

【0133】

12. ポイント1から11に記載の画像投影システムであって、2つを超えるプロジェクタがオーバーレイ画像を投影し、前記第1画像処理回路が2つを超える画像を出力し、各々は異なる量の空間周波数を有し、前記第2画像処理回路は、前記プロジェクタそれぞれに由来する前記記録された画像の特徴を隔離することができる。

【0134】

13. ポイント1から12に記載の画像投影システムであって、技術的記載に含まれるか又は当業者にとって明らかな任意の修正及び構成をさらに含む。

【0135】

本発明は付加的に又は代替的に以下の付加ポイントの特徴とする。

【0136】

1. 画像投影システムであって、実質的に半球形ドーム形状の投影面と、前記ドーム形状の投影面のエッジ近くに配置される少なくとも一つの画像プロジェクタとを含む。前記画像プロジェクタは、前記ドーム形状の投影面の内側に画像を投影し、投影画像は、前記ドーム形状の投影面の少なくとも70%を覆う。当該システムは、広角投影対物レンズ、魚眼投影対物レンズ、広角コンバージョンレンズ、広角コンバージョンミラー、逆アフォーカル光学系若しくはレトロフォーカス光学系、又はこれらの任意の組み合わせを含み、さらに、入力画像の幾何補正をして補正された出力画像を前記プロジェクタの入力に送る第1画像処理回路を含む。

【0137】

2. 付加ポイント1に記載の画像投影システムであって、画像形成要素とスクリーンと

の間の光路に配置される少なくとも一つのプリズムを含むアナモルフィックアダプタをさらに含む。前記アナモルフィックアダプタは、前記画像を一方向に引き伸ばす。

【 0 1 3 8 】

3．付加ポイント1又は2に記載の画像投影システムであって、前記第1画像処理回路は、前記投影画像が、前記半球形ドーム形状の投影面の実質中心に配置される魚眼プロジェクタからの投影画像と実質同一の幾何学構成を有するように較正される。このとき、前記入力画像は前記魚眼プロジェクタに入力される。

【 0 1 3 9 】

4．付加ポイント1から3に記載の画像投影システムであって、前記第1画像処理回路は、前記入力画像の各色平面の別個の幾何補正を行うことができる。前記第1画像処理回路は、前記幾何補正が前記画像投影システムの光学要素における色収差を補償するように較正される。

10

【 0 1 4 0 】

5．付加ポイント1から4に記載の画像投影システムであって、前記ドーム形状の投影面に位置する少なくとも一つのエリアは、前記投影画像の平均空間解像度よりも高い空間解像度を有する。前記入力画像は、前記補正された出力画像よりも高い空間解像度を有する。前記画像処理回路は実質的に、できる限り多くの空間解像度を前記入力画像から前記出力画像まで保持する。

【 0 1 4 1 】

6．付加ポイント1から5に記載の画像投影システムであって、前記補正された出力画像から反射誤差を計算することができる第2画像処理回路をさらに含む。前記反射誤差画像は、前記入力画像が前記プロジェクタにより表示面上に投影されとした場合に、表示面上の各位置において当該表示面の他の部分から散乱により受け取られる反射光全体の推定である。前記反射誤差画像は、一セットのスクリーン測定値に基づいて計算される。前記反射誤差画像は、ラジオシティ計算により計算される。前記画像処理回路は実質的に、前記反射誤差画像を前記入力画像（ゼロに設定される負の値）から減算する。その結果、前記プロジェクタの入力に送られる補償画像が得られる。

20

【 0 1 4 2 】

7．付加ポイント6に記載の画像投影システムであって、前記反射誤差画像の減算によっては反射光の完全な相殺が達成できない前記補償画像のエリアに局所的コントラスト向上が適用される。

30

【 0 1 4 3 】

8．付加ポイント7に記載の画像投影システムであって、残余誤差画像が、前記反射誤差画像と前記補償画像の前記補正された出力画像からの減算結果との差として計算される。コントラストが向上された補償画像が、局所的コントラスト向上により前記補償画像から計算される。前記残余誤差画像は、低域通過フィルタリングがされた後に、前記補償画像と前記コントラストが向上された補償画像との間のキー付け操作においてキーとして使用される。キー付け操作の結果的画像は、前記プロジェクタの入力に送られる。

【 0 1 4 4 】

9．付加ポイント7又は8に記載の画像投影システムであって、前記局所的コントラスト向上は、不鮮明マスク操作又は局所トーンマッピング操作である。

40

【 0 1 4 5 】

10．付加ポイント1から9に記載の画像投影システムであって、技術的記載に含まれるか又は当業者にとって明らかな任意の修正及び構成をさらに含む。

【図 1】

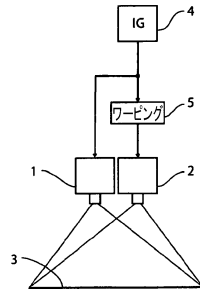


FIG. 1

【図 2】

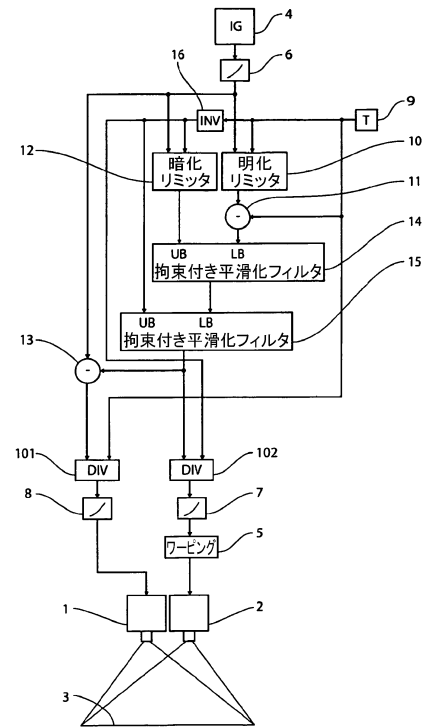


FIG. 2

【図 3】

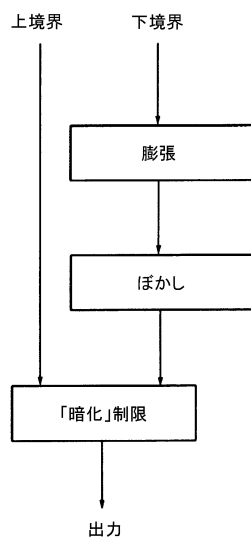


FIG. 3

【図 4】

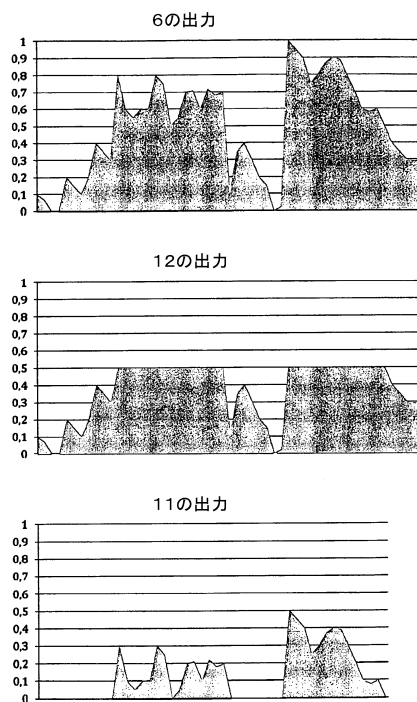


FIG. 4

【図 5】

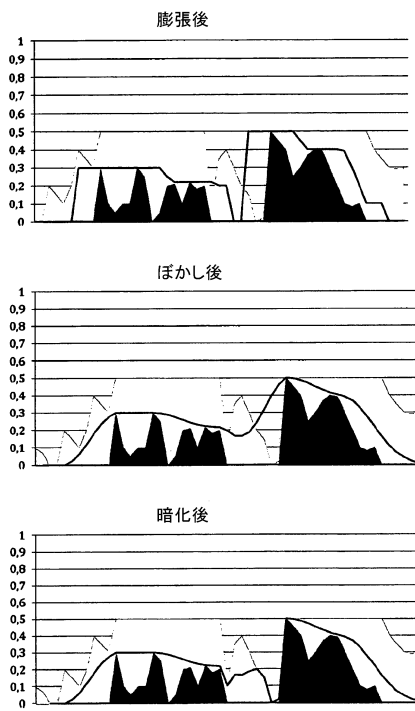


FIG. 5

【図 6】

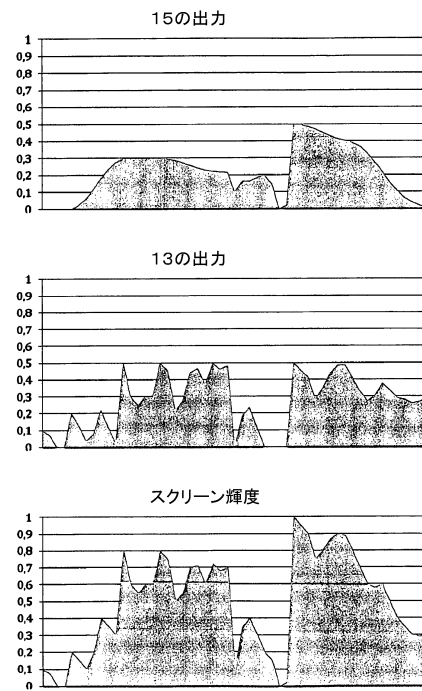


FIG. 6

【図 7】

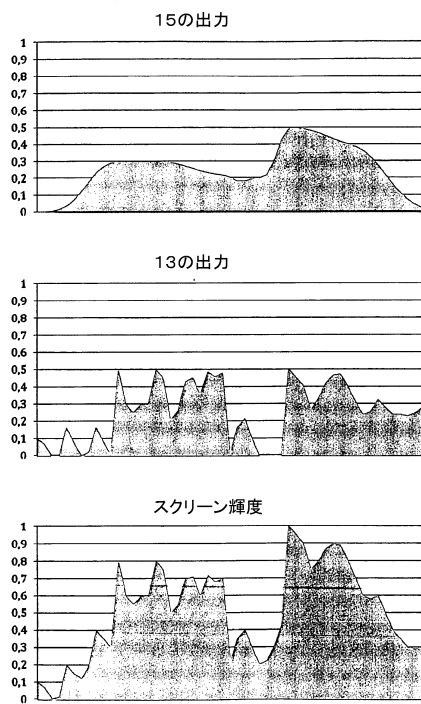


FIG. 7

【図 8】

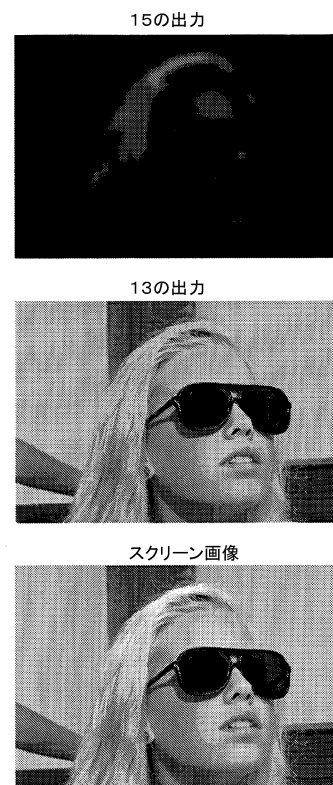


FIG 8

【 図 1 0 】

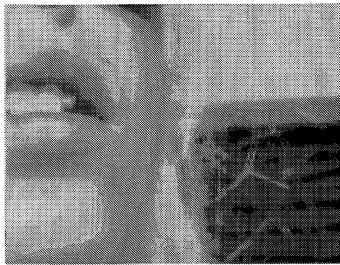


FIG. 9

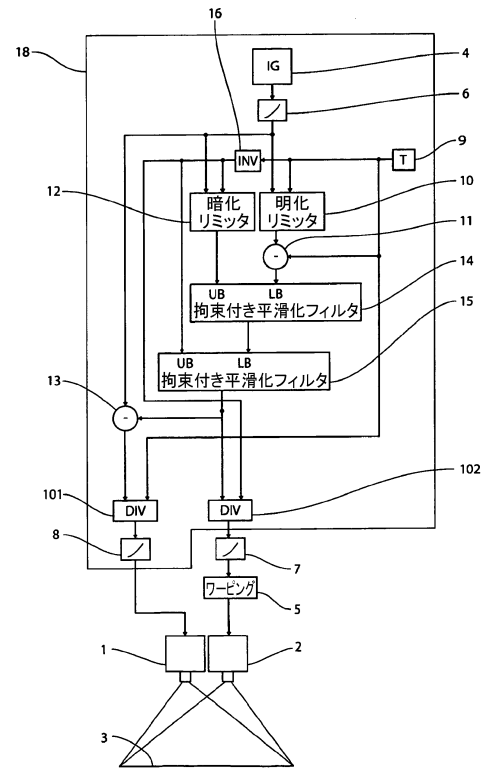


FIG. 10

【 図 1 2 】

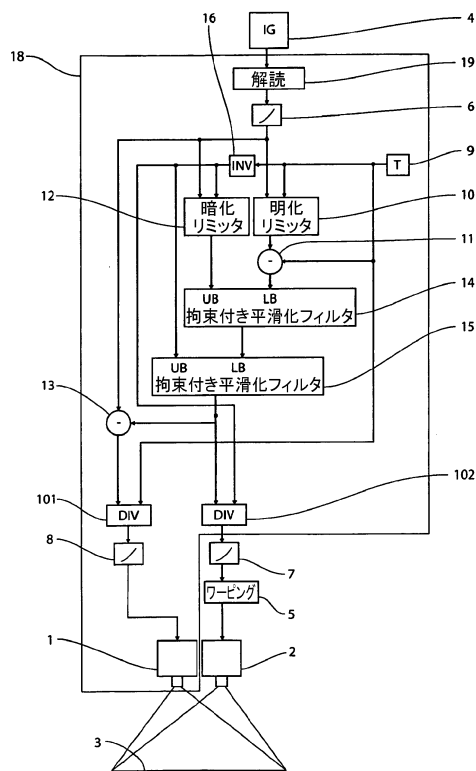


FIG. 11

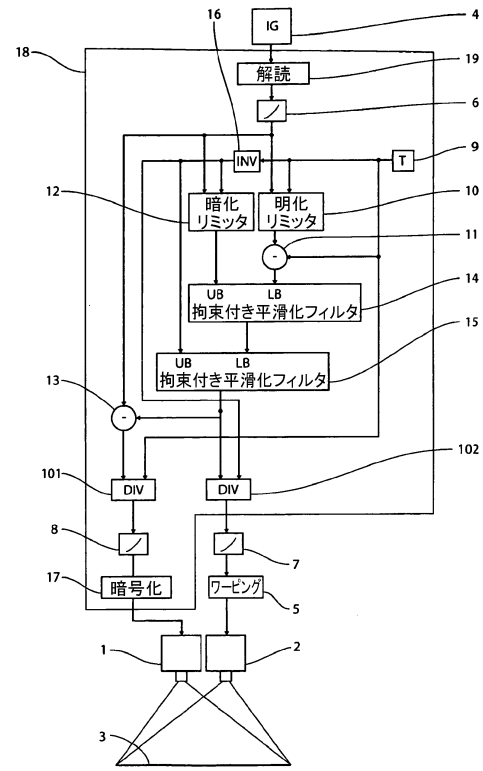


FIG. 12

【図13】

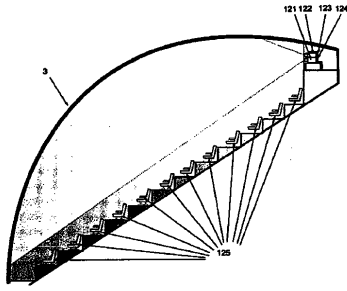


FIG. 13

【図15】

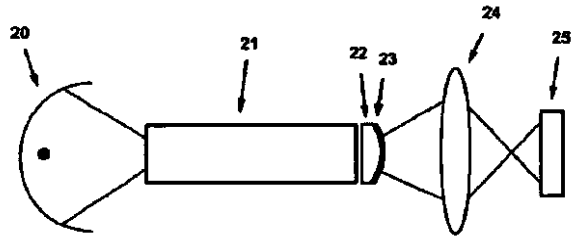


FIG. 15

【図14】

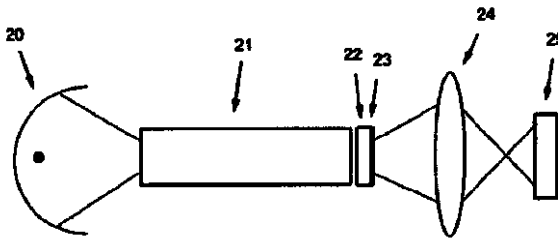


FIG. 14

【図16】

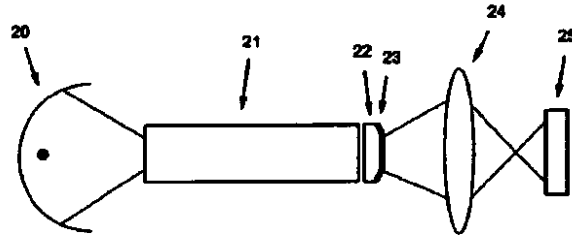


FIG. 16

【図17】

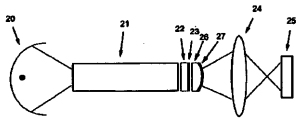


FIG. 17

【図18】

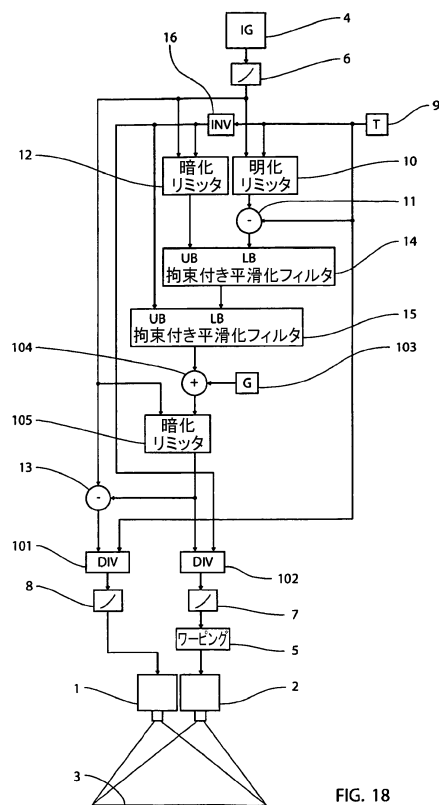
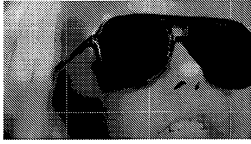


FIG. 18

【図 19】

105の出力



13の出力



完全整合のスクリーン画像



整合不良のスクリーン画像



FIG. 19

フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I		
	G 0 9 G	3/20	6 3 2 G
	G 0 9 G	3/20	6 4 1 Q
	G 0 9 G	3/20	6 3 2 A
	G 0 9 G	3/20	6 4 2 J
	G 0 9 G	3/20	6 5 0 M
	G 0 9 G	3/20	6 3 1 A
	G 0 9 G	3/20	6 9 1 G
	G 0 9 G	5/00	5 1 0 B

(31)優先権主張番号 PA201000320

(32)優先日 平成22年4月18日(2010.4.18)

(33)優先権主張国 デンマーク(DK)

(72)発明者 イーヴァスン、 スティーン スペンストロブ
デンマーク国 ディーケー - 2 8 0 0 コンゲンス リュンビュー ブイ . ストゥーゲンベア
ヴァイ 1 0 エスティ .

審査官 西島 篤宏

(56)参考文献 特開 2 0 0 0 - 1 8 4 3 1 7 (J P , A)

特開 2 0 0 6 - 0 5 4 6 3 2 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

G 0 9 G	5 / 0 0
G 0 3 B	2 1 / 1 4
G 0 9 G	3 / 2 0
H 0 4 N	5 / 7 4