

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2020-513699

(P2020-513699A)

(43) 公表日 令和2年5月14日(2020.5.14)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>H04N 5/74 (2006.01)</b>	H04N 5/74 D	5C058
<b>H04N 9/31 (2006.01)</b>	H04N 9/31 790	5C060
<b>H04N 13/324 (2018.01)</b>	H04N 13/324	5C061
<b>H04N 13/341 (2018.01)</b>	H04N 13/341	5C182
<b>H04N 13/363 (2018.01)</b>	H04N 13/363	

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 25 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2019-527313 (P2019-527313)  
 (86) (22) 出願日 平成29年11月20日 (2017.11.20)  
 (85) 翻訳文提出日 令和1年6月26日 (2019.6.26)  
 (86) 国際出願番号 PCT/CA2017/051382  
 (87) 国際公開番号 WO2018/094513  
 (87) 国際公開日 平成30年5月31日 (2018.5.31)  
 (31) 優先権主張番号 62/425,947  
 (32) 優先日 平成28年11月23日 (2016.11.23)  
 (33) 優先権主張国・地域又は機関  
 米国 (US)

(71) 出願人 519176740  
 レアリザシオンズ インコーポレイテッド  
 モントリオール  
 カナダ国、ケベック、エイチ2アール 2  
 ワイ5、モントリオール、サンテュルバン  
 7275、ビューロー 400  
 (74) 代理人 100079108  
 弁理士 稲葉 良幸  
 (74) 代理人 100109346  
 弁理士 大貫 敏史  
 (74) 代理人 100117189  
 弁理士 江口 昭彦  
 (74) 代理人 100134120  
 弁理士 内藤 和彦

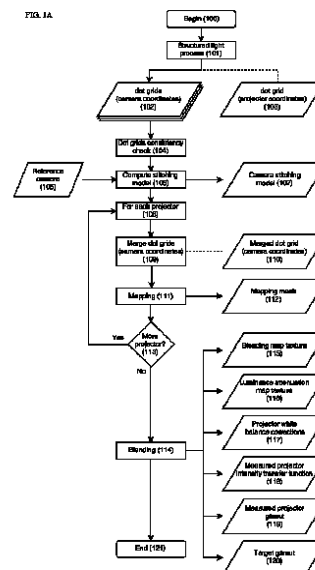
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 自動校正投射システムおよび方法

## (57) 【要約】

画像を表示するためのプロジェクタのシステムを自動的に校正するための方法であって、方法は、プロジェクタから投射面に画素を選択的に投射するステップと、投射面にわたり投射された画素を感知するステップと、選択的に投射された画素および感知された画素に基づいてプロジェクタ/スクリーンマッピングを導出するステップと、プロジェクタ/スクリーンマッピングに基づいて画素補正関数を導出するステップと、グラフィックプロセッサユニット (GPU) のグラフィカルパイプライン内のマッピングメッシュにテクスチャマップを適用することによって画素補正関数を格納するステップと、少なくともミスアライメントを補正する補正画素データを生成するために入力画像画素データに画素補正関数を適用するステップと、補正画素データを用いてプロジェクタを駆動するステップとを備える。

【選択図】 図1A



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

画像を表示するためのプロジェクタのシステムを自動的に校正するための方法であって

、

プロジェクタから投射面に画素を選択的に投射するステップと、

前記投射面にわたり投射された前記画素を感知するステップと、

前記選択的に投射された画素および前記感知された画素に基づいてプロジェクタ / スクリーンマッピングを導出するステップと、

前記プロジェクタ / スクリーンマッピングに基づいて画素補正関数を導出するステップと、

10

グラフィックプロセッサユニット (GPU) のグラフィカルパイプライン内のマッピングメッシュにテクスチャマップを適用することによって前記画素補正関数を格納するステップと、

少なくともミスアライメントを補正する補正画素データを生成するために、入力画像画素データに前記画素補正関数を適用するステップと、

前記補正画素データを用いて前記プロジェクタを駆動するステップとを備える方法。

**【請求項 2】**

前記画素補正関数は、共通領域における複数の投射のミスアライメントを補正する、請求項 1 に記載の方法。

20

**【請求項 3】**

前記画素補正関数は、投射画像にわたる強度のばらつきを補正する、請求項 1 に記載の方法。

**【請求項 4】**

前記画素補正関数は、投射画像にわたる欠陥を補正する、請求項 1 に記載の方法。

**【請求項 5】**

前記画素補正関数は、色収差を補正する、請求項 1 に記載の方法。

**【請求項 6】**

前記画素補正関数は、回転歪みを補正する、請求項 1 に記載の方法。

**【請求項 7】**

30

前記画素補正関数は、前記入力画像の滑らかなワーピングを実行する、請求項 1 に記載の方法。

**【請求項 8】**

前記テクスチャマップは、前記画素補正関数の一部が、前記グラフィカルパイプラインと前記プロジェクタとの間で、または前記プロジェクタ内で直接、前記画素データに適用されるように、前記グラフィックプロセッサユニット (GPU) の前記グラフィカルパイプライン内の前記マッピングメッシュに適用される、請求項 1 に記載の方法。

**【請求項 9】**

前記テクスチャマップは、前記プロジェクタが、前記グラフィカルパイプライン内の前記補正画素データから駆動されるように、前記グラフィックプロセッサユニット (GPU) の前記グラフィカルパイプライン内の前記マッピングメッシュに適用される、請求項 1 に記載の方法。

40

**【請求項 10】**

複数のプロジェクタが提供され、前記プロジェクタの各々は、前記プロジェクタの前記グラフィカルパイプラインの各々に前記テクスチャマップの一部を備える、請求項 1 に記載の方法。

**【請求項 11】**

前記画素補正関数は、重複する画素アレイのミスアライメントを補正する、請求項 10 に記載の方法。

**【請求項 12】**

50

前記画素補正関数は、重複する投射領域をブレンドする、請求項 10 に記載の方法。

【請求項 13】

各複数色に個別のテクスチャマップが提供される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 14】

前記プロジェクタ出力は、前記投射面からずれた位置にある光学センサによって感知される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 15】

前記光学センサは、少なくとも 1 つのカメラを備える、請求項 14 に記載の方法。

【請求項 16】

前記プロジェクタ/スクリーンマッピングを導出するステップは、  
センサ/スクリーンマッピングを導出するステップと、  
プロジェクタ/センサマッピングを導出するステップと、  
前記センサ/スクリーンマッピングと前記プロジェクタ/センサマッピングとを構成することによって前記プロジェクタ/スクリーンマッピングを導出するステップと  
を備える、請求項 15 に記載の方法。 10

【請求項 17】

前記センサ/スクリーンマッピングを導出するステップは、  
前記投射面に校正パターンを投射するステップと、  
前記光学センサで前記投射された校正パターンを見ることによってセンサ空間内の画素と投射面位置とのマッピングを作成するステップと  
を備える、請求項 16 に記載の方法。 20

【請求項 18】

前記プロジェクタ/センサマッピングを導出するステップは、前記プロジェクタ出力を感知する間にプロジェクタ画素を選択的に駆動するステップを備える、請求項 17 に記載の方法。

【請求項 19】

前記プロジェクタ出力は、平坦面に投射される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 20】

前記プロジェクタ出力は、曲面に投射される、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 21】

前記プロジェクタ出力は、不規則面に投射される、請求項 1 に記載の方法。 30

【請求項 22】

観察者の位置を測定するステップと、  
前記観察者の位置に応答して画像画素データにリアルタイム視差補正を実行するステップと  
を更に備える、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 23】

前記観察者の目の各々に異なる画像を提供するステップを更に備える、請求項 22 に記載の方法。

【請求項 24】

前記観察者の目の各々にフレームトリガシャッタを提供するステップを更に備える、請求項 23 に記載の方法。 40

【請求項 25】

投射偏光制御を提供するステップを更に備える、請求項 23 に記載の方法。

【請求項 26】

赤/青色付きグラスを提供するステップを更に備える、請求項 23 に記載の方法。

【請求項 27】

複数色を投射するステップと、  
前記観察者の目の各々に個別の狭帯域色フィルタを用いるステップと  
を更に備える、請求項 23 に記載の方法。 50

## 【請求項 28】

画像を表示するためのプロジェクタのセットを自動的に校正するためのシステムであって、

投射面にプロジェクタ出力を投射するためのプロジェクタと、

前記投射面にわたり投射された前記プロジェクタ出力を感知するための、前記投射面に対して動かすことが可能な少なくとも1つのセンサと、

表示するための最終画像の前記投射面における位置を感知するための少なくとも2つのアクティブLEDマーカと、

プロジェクタ画素を選択的に駆動し、前記少なくとも1つのセンサからの前記感知されたプロジェクタ出力を読み取ることによって、プロジェクタ/スクリーンマッピングを決定し、

10

少なくともミスアライメントを補正するために入力画像画素データに画素補正関数を適用するために構成された少なくとも1つのプロセッサであって、前記少なくとも1つのプロセッサは、前記補正画素データを用いて前記プロジェクタを駆動し、前記画素補正関数は、前記プロジェクタ/スクリーンマッピングに基づいてプロジェクタ座標空間とスクリーン座標空間との間でマッピングする、少なくとも1つのプロセッサとを備えるシステム。

## 【請求項 29】

前記少なくとも2つのアクティブLEDマーカは、

前記少なくとも2つのLEDマーカを順にオンにすることと、

20

センサ/マーカ位置を導出することと、

マーカ/画像マッピングを導出することと、

前記センサ/マーカ位置と前記マーカ/画像マッピングとを構成することと

によって、表示するための前記最終画像の前記投射面における正しい位置を感知する、請求項28に記載のシステム。

## 【請求項 30】

画像を表示するためのプロジェクタのシステムを自動的に校正するための方法であって、

プロジェクタから投射面に画素を選択的に投射するステップと、

前記投射面にわたって投射された前記画素を感知するステップと、

30

誤検出されたまたは誤ラベル付きの構造化光符号化点を除去するステップと、

前記選択的に投射された画素および前記感知された画素に基づいて、プロジェクタ/スクリーンマッピングを導出するステップと、

前記プロジェクタ/スクリーンマッピングに基づいて、画素補正関数を導出するステップと、

前記画素補正関数を格納するステップと、

少なくともミスアライメントを補正する補正画素データを生成するために、入力画像画素データに前記画素補正関数を適用するステップと、

前記補正画素データを用いて前記プロジェクタを駆動するステップと

を備える方法。

40

## 【請求項 31】

前記誤検出されたまたは誤ラベル付きの構造化光符号化点は、機械学習プロセスによって除去される、請求項30に記載の方法。

## 【請求項 32】

前記誤検出されたまたは誤ラベル付きの構造化光符号化点を除去するステップは、

前記プロジェクタから前記投射面に校正パターン画素を選択的に投射するステップと、

前記投射面にわたり投射された前記パターン画素を感知するステップと、

機械学習プロセスによって、誤ったまたは誤ラベル付きの構造化光符号化点を検出するステップと、

前記検出された校正パターンにおける誤ったまたは誤ラベル付きの校正パターン点を補

50

正または削除するステップと  
を備える、請求項 30 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複数のプロジェクタ自動校正システムおよび方法に関する。

【背景技術】

【0002】

水平方向に 360 度かつ垂直方向に 180 度まで投射することが可能でなくてはならない、建物の壁または大勢の人を収容することができる大型膨張式ドームにおけるような非  
10 常に大型の投射システムは、現在の投射技術に関する大きな課題である。そのような設備  
に関して、様々なプロジェクタからの重複するディスプレイを結合することが一般的である。  
米国特許第 6,377,306 号、6,525,772 号において、Johnson  
氏他は、非ランパーシアン面において重複は 25% 以上でなくてはならないことを決定し  
た。プロジェクタのレンダリング、アライメント、およびマッチングの品質を達成するた  
めに、システムの複数の校正態様を実現することが必須であり、これは、熟練者にとつ  
ても時間のかかる作業である。

【0003】

投射面において高精度で配置された単一のシームレスで均一かつ大きな画像を実現する  
ためのプロジェクタのグループに関して、克服すべき数々の問題が存在する。本明細書で  
20 一般に意図される補正の種類は、複数のプロジェクタによって重複された領域の合計強度  
が残りの投射面と同様の強度であるようにするプロジェクタ間でのブレンディング画像補  
正を含む (Harville、2006)。さらに、スクリーン、または建物の床、壁、  
および天井などの複雑な静止面に、あるいはたとえば膨張式ドームなどの一時的なものに  
おいて投射される画像の幾何学的校正を行わなければならない。手動の幾何学的校正の場  
合、最新技術は一般に、成し遂げるために手のかかる相当な精度の適用を伴う。米国特許  
第 8,777,418 号において、Wright 氏他は、自動校正方法を提示したが、こ  
の方法は、複数回反復して動作すること、およびスクリーン上のマーカを必要とする。米  
国特許第 9,369,683 号において、Timoner 氏他は、マーカを用いる手動お  
30 よび半自動両方の校正方法を提示した。

【0004】

投射ベースのディスプレイは、場合によっては、多くの場合プロジェクタの不完全な光  
学部品の結果生じる色ごとのチャンネルにおける、幾何学的歪みに悩まされる。またこれら  
は、プロジェクタ内およびプロジェクタ間での強度のばらつき、色の光沢、プロジェクタ  
間での色の不一致、変化する黒レベル、様々な入力出力曲線などにも悩まされる。複数  
プロジェクタ構成における様々な種類のプロジェクタの使用または古いプロジェクタと真新  
しいプロジェクタとを組み合わせることにより、投射面における著しい強度および色の不  
一致が生じ得る。米国特許第 7,038,727 号において、Majumder 氏他は、  
プロジェクタ間の強度のばらつきを補正する方法を提示した。

【0005】

プロジェクタ間での、また特に各ユニットに関する色および強度の変化は、複数の投射  
ユニットの使用に関する補償を実現するために補正されなければならない (Pagani  
、2007)。米国特許第 6,456,339 号において、Surati 氏他は、カメラ  
の使用、および変更されたジオメトリ、色、および明るさを有する修正画像を処理後に提  
供することによってプロジェクタのアライニングおよびマッチングプロセスを単純化する  
ための画素補正関数およびルックアップテーブルによる画像処理を開示した。各プロジェ  
クタの投射画素からのフィードバックを取得するために、たとえば校正されたカラーカメ  
ラなどの光学センサの 1 つまたはアレイを用いることは、投射面に単一のシームレスで均  
一な校正画像を実現するために投射画素の各々を見当合わせ、校正、および補正すること  
を可能にする。高品質の色再現、均一性、および強度を有するシームレスな単一画像を生  
40 50

成するために複数のプロジェクタシステムを校正（見当合わせ、ブレンディング、強度、色）するための方法が存在するが、プロセスを完了するために、いくつかの手動または半手動動作を行うことが必要である。これは特に、たとえば複数の投射ショーが次々に提供されるドーム内での巡回投射の場合など、急速に移動および再設置される必要がある設備の場合、問題となる。投射システムの要素（プロジェクタ、カメラ、レンズなど）が変更され、移動され、または単にわずかに非整列である場合、2つのショーの間に急速に再校正が行われなければならない。

#### 【0006】

校正プロセス中、環境条件または妨害が、誤ったまたは誤ラベル付きの検出点を生成することにより、問題を手動で補正し、または校正プロセスを再開する人間の介入なしでは校正が不可能になり得る。米国特許第7,893,393号において、Webb氏は、そのような誤検出されたまたは誤ラベル付きの点のための方法を提示するが、この方法は、動作するためにパラメトリック局面方程式を必要とする。

10

#### 【0007】

上記欠点に対処するために、所望の方法は、臨時または定期的プロジェクタおよびカメラの配置または変更の後に行われる、投射面における補正された合成画像のモーフィング、ブレンディング、色、明るさ、および高精度の配置を含む急速自動校正機能を提供しなければならない。

#### 【0008】

以下の米国特許は、本発明に関連する他のシステムを開示するものである。Sukthankar氏他によるUS6,618,076号、Chang氏によるUS7,306,341号、およびSajadi氏他によるUS9,195,121号。

20

#### 【0009】

他の参考文献

#### 【0010】

コンピュータグラフィックスおよびアプリケーションに関する第10回太平洋会議(2002)の議事録における、Brown, M.S., Seales, W.B., "A Practical and Flexible Tiled Display System"

#### 【0011】

Harville, M., Culbertson, B. Sobel, I., Gelc, D., Fitzhugh, A., Tanguay, D., "Practical Method for Geometric and Photometric Correction of Tiled Projector Displays on Curved Surfaces," Conference on Computer Vision and Pattern Recognition Workshop (2006)

30

#### 【0012】

Pagani, A., Stricker, D., "Spatially uniform colors for projectors and tiled displays," Journal of the Society for Information Display, Vol. 15, no. 9, pp. 679 - 689 (2007)

40

#### 【0013】

Billot, A., Gilboa, I., Schmeidler, D., "Axiomatization of an Exponential Similarity Function," Mathematical Social Sciences, Vol. 55, Issue 2, pp. 107 - 115, (2008)

#### 【発明の概要】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0014】

1つの態様において、本発明は、投射面に適切に配置されたシームレスな単一画像を生成するために必要な校正プロセス全体を統合することによって、複数の2Dプロジェクタ

50

合成画像の手動または半手動校正および配置の欠点を克服するものである。画像の配置は、投射面においてアクティブ発光ダイオード（ＬＥＤ）ビジュアルタグを用いることによって実現される。

【課題を解決するための手段】

【００１５】

本発明によると、複数の２Ｄビデオプロジェクタからのシームレス画像を自動的に校正および配置するためのシステムおよび方法が提供される。このプロセスは、３つのサブプロセスに副分割され得る。第１のサブプロセスは、プロジェクタの画素を少なくとも１つのカメラの画素に見当合わせすることによるカメラ／プロジェクタシステムの校正に関する。提案される見当合わせの方法は、従来技術よりも堅固であり表面の均一化を必要としない校正プロセスを提供するために、機械学習アルゴリズムによって誤検出されたまたは誤ラベル付きの点を除去するための投射された校正試験パターンの新規の整合性チェックを含む。この第１のサブプロセスは、１または複数のプロジェクタが動かされる度、または１または複数のカメラが移動されると、繰り返される。

10

【００１６】

第２のサブプロセスは、各カメラの画素に関してＬＥＤアクティブマーカの位置を見当合わせすることによる、投射面を用いるカメラの校正に関する。各ＬＥＤマーカは、プロジェクタによって表示される最終画像の座標に関連する。したがって、最終画像のジオメトリは、ＬＥＤマーカの位置およびそれらのアクティブ化順序に依存する。第２のサブプロセスは、少なくとも１つのカメラまたはＬＥＤマーカが移動された場合のみ、繰り返される。

20

【００１７】

第３のサブプロセスは、プロジェクタの全体が単一プロジェクタのみである印象を与えるためにプロジェクタの画素の画素マトリックスおよび画素の明るさを変更するために、プロジェクタの画素にマッピングおよびブレンディングパラメータを適用することに関する。画素のマトリックスおよび画素の明るさの修正は、最初の２つの校正ステップまたはサブプロセスの間に情報を収集することによって実現される。マッピングおよびブレンディングは、グラフィック処理ユニット（ＧＰＵ）のグラフィカルパイプライン内のマッピングメッシュにテクスチャマップを適用することによって実現され、これは、たとえばリアルタイムでブレンディングパラメータを補正するためまたは最終画像のジオメトリを修正するために追加の再計算を必要とする画素対応表の使用などによる他の既知の方法よりも高速である。これらの再計算ステップに要する追加の時間は、使用されているプロジェクタの数および必要な画像解像度に基づいて増加する。また、たとえばプロジェクタ間でホワイトバランスを維持することに着目する色域ブレンディングなどの他の既知の方法よりも良好な色均一性を得るために、幾何学的色ブレンディングの前にホワイトバランスが行われる。

30

【００１８】

本発明によって提案されるマッピングおよびブレンディング方法は、「幾何学的ワープ」に基づき、２つのパスしか必要としない。第１のパスにおいて、補正対象の画像はメッシュにレンダリングまたはワープされる。メッシュの各頂点の座標は、校正中に投射された構造化光点の座標に対応する。メッシュの各頂点は、２つの関連ＵＶ座標を有する。これらは、補正対象の画像のレポジトリにおける座標である。メッシュの各頂点は、補正対象の画像内の点に関連する。これらのＵＶ座標は、校正カメラのセンサにおける構造化光点の検出位置に対応する。画像ワーピングは、リアルタイムで行われ、非常に高い解像度のために最適化される。したがって、ＵＶ座標を単純に修正することによって最終画像のジオメトリをリアルタイムで修正するために本発明を使用することが全体として可能であり、これは、そのような過去の方法に必要なようなルックアップテーブルの追加の再計算を必要としない。アンチエイリアシングフィルタリングとともに第２のパスにおいてブレンディングが起こる過去の方法とは異なり、本発明は、画素の幾何学的補正と同時にフラグメントシェーダにおいてブレンディングを実行することにより、少ない計算時間し

40

50

か要さない。

【0019】

本発明によると、画像を表示するためのプロジェクタのシステムを自動的に校正するための方法が提供され、この方法は、プロジェクタから投射面に画素を選択的に投射するステップと、投射面にわたり投射された画素を感知するステップと、選択的に投射された画素および感知された画素に基づいてプロジェクタ/スクリーンマッピングを導出するステップと、プロジェクタ/スクリーンマッピングに基づいて画素補正関数を導出するステップと、グラフィックプロセッサユニット（GPU）のグラフィカルパイプライン内のマッピングメッシュにテクスチャマップを適用することによって画素補正関数を格納するステップと、少なくともミスアライメントを補正する補正画素データを生成するために、入力画像画素データに画素補正関数を適用するステップと、補正画素データを用いてプロジェクタを駆動するステップとを備える。

10

【0020】

実施形態において、画素補正関数は、共通領域における複数の投射のミスアライメントを補正する。

【0021】

実施形態において、画素補正関数は、投射画像にわたる強度のばらつきを補正する。

【0022】

実施形態において、画素補正関数は、投射画像にわたる欠陥を補正する。

20

【0023】

実施形態において、画素補正関数は、色収差を補正する。

【0024】

実施形態において、画素補正関数は、回転歪みを補正する。

【0025】

実施形態において、画素補正関数は、入力画像の滑らかなワーピングを実行する。

【0026】

実施形態において、テクスチャマップは、画素補正関数がグラフィカルパイプラインとプロジェクタとの間で画素データに適用されるように、グラフィックプロセッサユニット（GPU）のグラフィカルパイプライン内のマッピングメッシュに適用される。

30

【0027】

実施形態において、テクスチャマップは、プロジェクタが、グラフィカルパイプライン内の補正画素データから駆動されるように、グラフィックプロセッサユニット（GPU）のグラフィカルパイプライン内のマッピングメッシュに適用される。

【0028】

実施形態において、複数のプロジェクタが提供され、プロジェクタの各々は、プロジェクタのグラフィカルパイプラインの各々にテクスチャマップの一部を備える。

【0029】

実施形態において、画素補正関数は、重複する画素アレイのミスアライメントを補正する。

40

【0030】

実施形態において、画素補正関数は、重複する投射領域をブレンドする。

【0031】

実施形態において、各複数色に個別のテクスチャマップが提供される。

【0032】

実施形態において、プロジェクタ出力は、投射面からずれた位置にある光学センサによって感知される。

【0033】

実施形態において、光学センサは、少なくとも1つのカメラを備える。

【0034】

実施形態において、プロジェクタ/スクリーンマッピングを導出するステップは、セン

50



サ / スクリーンマッピングを導出するステップと、プロジェクタ / センサマッピングを導出するステップと、センサ / スクリーンマッピングとプロジェクタ / センサマッピングとを構成することによってプロジェクタ / スクリーンマッピングを導出するステップとを備える。

【 0 0 3 5 】

実施形態において、センサ / スクリーンマッピングを導出するステップは、投射面に校正パターンを投射するステップと、光学センサで投射された校正パターンを見ることによってセンサ空間内の画素と投射面位置とのマッピングを作成するステップとを備える。

【 0 0 3 6 】

実施形態において、プロジェクタ / センサマッピングを導出するステップは、プロジェクタ出力を感知する間にプロジェクタ画素を選択的に駆動するステップを備える。

10

【 0 0 3 7 】

実施形態において、プロジェクタ出力は、平坦面に投射される。

【 0 0 3 8 】

実施形態において、プロジェクタ出力は、曲面に投射される。

【 0 0 3 9 】

実施形態において、プロジェクタ出力は、不規則面に投射される。

【 0 0 4 0 】

実施形態において、方法は更に、観察者の位置を測定するステップと、観察者の位置に応答して画像画素データにリアルタイム視差補正を実行するステップとを備える。

20

【 0 0 4 1 】

実施形態において、方法は更に、観察者の目の各々に異なる画像を提供するステップを備える。

【 0 0 4 2 】

実施形態において、方法は更に、観察者の目の各々にフレームトリガシャッタを提供するステップを備える。

【 0 0 4 3 】

実施形態において、方法は更に、投射偏光制御を提供するステップを備える。

【 0 0 4 4 】

実施形態において、方法は更に、赤 / 青色付きグラスを提供するステップを備える。

30

【 0 0 4 5 】

実施形態において、方法は更に、複数色を投射するステップと、観察者の目の各々に個別の狭帯域色フィルタを用いるステップとを備える。

【 0 0 4 6 】

また、画像を表示するためのプロジェクタのセットを自動的に校正するためのシステムも提供され、システムは、投射面にプロジェクタ出力を投射するためのプロジェクタと、投射面にわたり投射されたプロジェクタ出力を感知するための、投射面に対して動かすことが可能な少なくとも1つのセンサと、表示するための最終画像の投射面における位置を感知するための少なくとも2つのアクティブLEDマーカと、プロジェクタ画素を選択的に駆動し、少なくとも1つのセンサからの感知されたプロジェクタ出力を読み取ることによって、プロジェクタ / スクリーンマッピングを決定し、少なくともミスアライメントを補正するために入力画像画素データに画素補正関数を適用するために構成された少なくとも1つのプロセッサであって、少なくとも1つのプロセッサは、補正画素データを用いてプロジェクタを駆動し、画素補正関数は、プロジェクタ / スクリーンマッピングに基づいてプロジェクタ座標空間とスクリーン座標空間との間でマッピングする。

40

【 0 0 4 7 】

実施形態において、少なくとも2つのアクティブLEDマーカは、少なくとも2つのLEDマーカを順にオンにすることと、センサ / マーカ位置を導出することと、マーカ / 画像マッピングを導出することと、センサ / マーカ位置とマーカ / 画像マッピングとを構成することとによって、表示するための最終画像の投射面における正しい位置を感知する。

50

## 【 0 0 4 8 】

また、画像を表示するためのプロジェクタのシステムを自動的に校正するための方法も提供され、方法は、プロジェクタから投射面に画素を選択的に投射するステップと、投射面にわたって投射された画素を感知するステップと、誤検出されたまたは誤ラベル付きの構造化光符号化点を除去するステップと、選択的に投射された画素および感知された画素に基づいて、プロジェクタ/スクリーンマッピングを導出するステップと、プロジェクタ/スクリーンマッピングに基づいて、画素補正関数を導出するステップと、画素補正関数を格納するステップと、少なくともミスアライメントを補正する補正画素データを生成するために、入力画像画素データに画素補正関数を適用するステップと、補正画素データを用いてプロジェクタを駆動するステップとを備える。

10

## 【 0 0 4 9 】

実施形態において、誤検出されたまたは誤ラベル付きの構造化光符号化点は、機械学習プロセスによって除去される。

## 【 0 0 5 0 】

実施形態において、誤検出されたまたは誤ラベル付きの構造化光符号化点を除去するステップは、プロジェクタから投射面に校正パターン画素を選択的に投射するステップと、投射面にわたり投射された上記パターン画素を感知するステップと、機械学習プロセスによって、誤ったまたは誤ラベル付きの構造化光符号化点を検出するステップと、検出された校正パターンにおける誤ったまたは誤ラベル付きの校正パターン点を補正または削除するステップとを備える。

20

## 【図面の簡単な説明】

## 【 0 0 5 1 】

【図 1 A】本発明の例示的な実施形態に係る、カメラ/プロジェクタ見当合わせアルゴリズムのブロック図である。

【図 1 B】本発明の例示的な実施形態に係る、構造化光プロセスのブロック図である。

【図 2】本発明の例示的な実施形態に係る、LEDマーカ見当合わせプロセスのブロック図である。

【図 3】本発明の例示的な実施形態に係る、プロジェクタ補正プロセスのブロック図である。

【図 4】本発明の例示的な実施形態に係る、投射補正プロセスのためのGPUシェーダのブロック図である。

30

【図 5 A】本発明の例示的な実施形態に係る、校正モードでプロジェクタ校正プロセスにおいて用いられるハードウェアのブロック図である。

【図 5 B】本発明の例示的な実施形態に係る、レンダリングモードでプロジェクタ校正プロセスにおいて用いられるハードウェアのブロック図である。

## 【発明を実施するための形態】

## 【 0 0 5 2 】

図 1 A を参照すると、プロジェクタ見当合わせプロセスのブロック図が示される。図は、プロジェクタを見当合わせするプロセスを開始する「開始」ブロック 100 で始まる。「構造化光プロセス」ブロック 101 において、プロセスは、投射および構造化光検出を開始する。使用されるアルゴリズムに関わらず、目的は、カメラの基準フレーム画素（ブロック 102 を参照）においてプロジェクタの画素にわたる既知の基準点（ブロック 103 を参照）を見つけ出すことである。「点格子（カメラ座標）」ブロック 102 において、プロセスは、カメラの座標系によって検出された点の座標を含む表を用いる。各ペア（カメラ、プロジェクタ）に 1 つの表が存在する。N 個のプロジェクタおよび M 個のカメラが存在する場合、 $N \times M$  個の表が存在する。「点格子（プロジェクタ座標）」ブロック 103 において、プロセスは、プロジェクタの座標系における既知の点の座標を含む表を用いる。各プロジェクタに 1 つの表が存在する。「点格子整合性チェック」ブロック 104 において、プロセスは、機械学習アルゴリズムを用いて、誤検出されたまたは誤ラベル付きの点を除去する。基準カメラ 105 は、ステッチングのための基準として用いられる。

40

50

「ステッチングモデルを算出する」ブロック106において、プロセスは、検出された点の座標（ブロック102を参照）を用いてカメラのステッチングモデルを計算する。ブロック106の出力は、基準カメラ105に関してカメラのステッチングのためのモデル（ホモグラフィマトリックス）を格納するために「カメラステッチングモデル」ブロック107へ送信される。基準カメラ105を除き、各カメラに関するホモグラフィマトリックスが用いられる。「プロジェクトごとに」ブロック108において、各プロジェクトについてループが開始される。「点格子（カメラ座標）をマージする」ブロック109において、プロセスは、基準カメラ105の平面において特定のプロジェクトのカメラによって検出された点（ブロック102を参照）と、カメラステッチングモデル107とをマージする。「マージされた点格子（カメラ座標）」ブロック110において、ブロック109からの結果が受信される。ブロック110は、基準カメラ105によって検出された点の座標を含む表を含む。（ブロック112における、ループの終点において）各プロジェクトに1つの表が存在する。「マッピング」ブロック111において、プロジェクトのマッピング動作が実行される。各プロジェクトについて点の2D格子が構成される（ブロック112を参照）。格子点は、プロジェクトの座標系における既知の点である（ブロック103を参照）。検出されなかった点が除去される。その後、メッシュの面を形成するために、この点のセットにドローネ三角形分割が実行される。各メッシュ点に関連するテクスチャUV座標は、基準カメラの座標系（ブロック110を参照）におけるこの点の座標である。「マッピングメッシュ」ブロック112において、取得されたブロック110のプロセス結果は、プロジェクトをマッピングするために必要な情報を含む点の2Dメッシュである。ループの終点において、プロジェクトと同じ数の2Dメッシュが存在する。「更なるプロジェクト」ブロック113において、プロセスは、プロジェクトが更に存在するかを確認し、存在する場合、ブロック108へ戻る。そうでない場合、プロセスは、「ブレンディング」ブロック114へ続き、プロジェクトのブレンディング動作を進める。ブロック103および110から取得された情報を用いて、プロジェクト間の重複がモデル化される。このように各プロジェクトに関する幾何学的ブレンディング画像を作成することができ、画像の各画素は、プロジェクトの対応する画素の光強度を決定する。カメラを用いてプロジェクトの3色型色覚を測定することによって、プロジェクトのホワイトバランスおよび色域（「測定されたプロジェクト色域」ブロック119）が計算され得る。ホワイトバランスに対する補正は、「プロジェクトホワイトバランス補正」ブロック117において計算され、幾何学的ブレンディング画像は、「ブレンディングマップテクスチャ」ブロック115において算出される。「測定されたプロジェクト強度伝達関数」ブロック118においてプロジェクトの強度伝達関数を構成するために、各プロジェクトの白色点の明るさは、様々なレベルの強度において測定される。各プロジェクトの各画素の最大強度の測定は、明るさ減衰画像を計算するために用いられ、この画像の各画素は、「輝度減衰マップテクスチャ」ブロック116におけるプロジェクトの画素の明るさの減衰レベルに対応する。画素の減衰は、プロジェクトのセットにおける最下画素の最大強度レベルに従って計算される。ブロック120における「ターゲット色域」は、プロジェクトセットの共通の実現可能な色域を定義する。これは、ブロック119における「測定されたプロジェクト色域」全体を用いて算出される。「ブレンディングマップテクスチャ」ブロック115において、プロセスは、各プロジェクトに、そのプロジェクトの解像度の画像を用いる。画像の各画素は、プロジェクトに対応する画素の明るさを決定する。「輝度減衰マップテクスチャ」ブロック116において、プロセスは、各プロジェクトに、そのプロジェクトの解像度の画像を用いる。画像の各画素は、プロジェクトに対応する画素の明るさの減衰を決定する。「プロジェクトホワイトバランス補正」ブロック117において、プロセスは、各プロジェクトに、1つが赤色レベルに関し、1つが緑色レベルに関し、1つが青色レベルに関する3つの係数を用いる。「測定されたプロジェクト強度伝達関数」ブロック118は、輝度入力値に関してプロジェクト輝度応答を格納するために表を用いる。「測定されたプロジェクト色域」ブロック119は、プロジェクト色域および強度を特徴付けるために、CIE-XYZ色空間における、1つが赤色に関し、1つが緑色に関し

、１つが青色に関し、１つが黒色に関し、１つが白色に関する５つの比色測定値を用いる。「ターゲット色域」ブロック１２０は、共通の実現可能なターゲット色空間の色域を特徴付けるために、利得に関連するＣＩＥ- $x$  $y$ 値のセットを用いる。プロジェクタごとに異なり得る利得値を除き、ＣＩＥ- $x$  $y$ 値は、全てのプロジェクタに関して同じである。  
【００５３】

図１Ｂを参照すると、本発明の例示的な実施形態に係る、（図１Ａにも示される）構造化光プロセス１０１が示される。構造化光を生成および検出するためのプロセスは、「全てのプロジェクタを用いて黒枠を表示する」第１のステップ１０１ｂを伴う「開始」ステップ１０１ａで始まる。プロセスは、ステップ１０１ｃにおける「プロジェクタごとの」反復を伴うステップ１０１ｃにおいて継続する。プロセスは、プロジェクタの画素のマーキングにおいて点格子を生成することによって「点格子を生成する」ステップ１０１ｄにおいて継続する。プロセスは、「点格子プロジェクタ座標」ブロック１０３（図１Ａを参照）において継続する。プロセスは、点格子を符号化するために構造化光パターンを生成することによって「構造化光パターンを生成する」ステップ１０１ｅにおいて継続する。プロセスは、各構造化光パターンについて以下のステップを反復することによって「構造化光パターンごとに」ステップ１０１ｆにおいて継続する。プロセスは、プロジェクタにパターンを投射することによって「パターンを投射する」ステップ１０１ｇにおけるステップにおいて継続する。プロセスは、各カメラについて以下のステップを反復することによって「カメラごとに」ステップ１０１ｈにおいて継続する。プロセスは、カメラによってピクチャを捕捉することによって「ピクチャを捕捉する」ステップ１０１ｉにおいて継続する。プロセスは、カメラによって構造化光パターンを検出することによって「構造化光パターンを検出する」ステップ１０１ｊにおいて継続する。プロセスは、更なるカメラがあるか否かを確認することによって「更なるカメラ？」ブロック１０１ｋにおいて継続する。ある場合、プロセスはステップ１０１ｈへ折り返す。ない場合、プロセスは、更なるパターンがあるか否かを確認することによって「更なるパターン？」ブロック１０１ｌへ続く。ある場合、プロセスはステップ１０１ｆへ折り返す。ない場合、プロセスは、「点格子カメラ座標」ブロック１０２（図１Ａを参照）へ続く。プロセスは、プロジェクタに黒枠を表示することによって「黒枠を表示する」ステップ１０１ｍにおいて継続する。プロセスは、更なるプロジェクタがあるか否かを確認することによる「更なるプロジェクタ？」ブロック１０１ｎにおいて継続する。ある場合、プロセスはステップ１０１ｃへ折り返す。ない場合、構造化光を生成および検出するためのプロセスは、「終了」ステップ１０１ｏで終わる。

【００５４】

図２Ａを参照すると、本発明の例示的な実施形態に係る、基準カメラ１０５（図１Ａを参照）の座標系におけるＬＥＤマーカ見当合わせプロセスのブロック図が示される。プロセスは、「全てのＬＥＤマーカをオンにする」ステップ２０１において、「開始」ステップ２００で始まる。プロセスは、各カメラを用いて画像を捕捉すること、および基準カメラ１０５（図１Ａを参照）の視点からの単一画像を取得するためにステッチングモデル１０７（図１Ａを参照）を適用することによって、「捕捉およびステッチする」ステップ２０２において継続する。プロセスは、ステップ２０２で捕捉された画像における各ＬＥＤマーカの位置を検出することによって「ＬＥＤマーカ位置を検出する」ステップ２０３において継続する。ＬＥＤマーカの位置は、「ＬＥＤマーカＲＯＩ」ブロック２０４において関心領域（ＲＯＩ）として表される。プロセスのこの段階において、偽陽性および偽陰性が存在し得る。「ＬＥＤマーカＲＯＩ」ブロック２０４は、ステップ２０２における画像捕捉における各ＬＥＤマーカの位置である、ステップ２０３の結果を受信する。プロセスは、光信号によって最終的に伝送されるＬＥＤマーカＩＤを符号化することによって「ＬＥＤマーカＩＤを符号化する」ステップ２０５において継続する。プロセスは、ステップ２０５で識別されたＬＥＤマーカＩＤを符号化する各ビットについて反復することによって「ＬＥＤマーカＩＤを符号化するビットごとに」ステップ２０６において継続する。プロセスは、各ＬＥＤマーカについて反復することによって「ＬＥＤマーカごとに」ステ

ップ207において継続する。プロセスは、現在のIDビットが1であることを確認することによって「現在のIDビットは1か？」ブロック208において継続する。1である場合、プロセスは、LEDマーカをオンにすることによって「LEDをオンにする」ステップ209において継続する。1でない場合、プロセスは、LEDマーカをオフにすることによって「LEDをオフにする」ステップ210において継続する。プロセスは、更なるLEDマーカが存在するか否かを確認することによって「更なるLED？」ブロック211において継続する。ある場合、プロセスはステップ207へ折り返す。ない場合、プロセスは「捕捉およびステッチする」ステップ202へ続く。プロセスは、ROI内の各LEDマーカについて反復することによって「LED ROIごとに」ステップ212において継続する。プロセスは、ROI内の白画素対黒画素の比が閾値より上か下かを確認することによって「閾値」ブロック213において継続する。閾値より上である場合、プロセスは、ステップ212においてLEDマーカIDレジスタへビット1を押し進めることによって「1を押し」ステップ214において継続する。閾値より下である場合、プロセスは、ステップ212においてLEDマーカIDレジスタへビット0を押し進めることによって「0を押し」ステップ215において継続する。プロセスは、LEDマーカIDの伝送中に検出されたビットをレジスタに格納することによって「検出されたLED IDレジスタ」ブロック216において継続する。ブロック204に対応する関心領域(ROI)ごとにレジスタが存在する。プロセスは、ROI内に更なるLEDマーカが存在するかを確認することによって「更なるLED ROI？」ブロック217において継続する。ある場合、プロセスはステップ212へ折り返す。ない場合、プロセスは、更なるビットが存在するか否かを確認することによって「更なるビット？」ブロック218へと続く。ある場合、プロセスはステップ206へ折り返す。ない場合、プロセスは、LEDマーカIDを復号することによって「LEDマーカIDを復号する」ステップ219へ続く。有り得ないまたは怪しいIDを有するROIが削除される。プロセスは、(対応する関心領域の中心にある)LEDマーカの位置を含むステップ219の結果を受信する、「復号された位置付きLEDマーカID」ブロック220において継続する。LEDマーカを見当合わせするためのプロセスは、「終了」ステップ221で終わる。

10

20

30

40

50

#### 【0055】

次に図2Bを参照すると、本発明の実施形態に係る、「捕捉およびステッチプロセス」202が示される。プロセスは、各カメラについて以下のステップを反復することによって「カメラごとに」ステップ202aで始まる。プロセスは、現在の反復を有するカメラを用いて画像を捕捉することによって「フレームを捕捉する」ステップ202bにおいて継続する。プロセスは、更なるカメラが存在するか否かを確認することによって「更なるカメラ？」ブロック202cにおいて継続する。ある場合、プロセスは、ステップ202aへ折り返す。ない場合、プロセスは、基準カメラ105(図1Aを参照)の視点からの単一画像を取得するために、ステップ202bからの捕捉画像にステッチングモデル107(図1Aを参照)を適用することによって「フレームをステッチする」ステップ202dにおいて継続する。プロセスは、ステップ202dの結果を受信する、「ステッチされたフレーム」ブロック202eにおいて継続する。

#### 【0056】

次に図2Cを参照すると、本発明の実施形態に係る、「LEDマーカIDを符号化する」プロセス205が示される。プロセスは、各LEDマーカについて以下のステップを反復することによって「LEDマーカごとに」ステップ205aで始まる。プロセスは、LEDマーカIDを識別することによって「LEDマーカID」ステップ205bにおいて継続する。プロセスは、「1」ブロック205dによってLEDマーカIDを1ずつインクリメントすることによってステップ205cにおいて継続する。プロセスは並行して、校正のために用いられるLEDマーカの数に有する「LEDマーカの数」ブロック205eにおいて継続する。プロセスは、「2」ブロック205gによってLEDマーカの数に2ずつインクリメントすることによってステップ205fにおいて継続する。プロセスは、ステップ205fの結果を符号化するために必要なビット数を計算することによって「

2<sup>n</sup>」ステップ205hにおいて継続する。プロセスは、ステップ205hの結果を受信することによって「LEDマーカIDを符号化するためのビット数」ステップ205iにおいて継続する。プロセスは、ステップ205iによって決定されたビット数でステップ205cからの結果を符号化することによって「符号化する」ステップ205jにおいて継続する。プロセスは、ステップ205jの結果を受信し、符号化されたLEDマーカIDを格納する、「符号化されたLEDマーカID」ブロック205kにおいて継続する。プロセスは、更なるLEDマーカが存在するかを確認することによって「更なるLED？」ブロック205lにおいて継続する。ある場合、プロセスはステップ205aへ折り返す。ない場合、プロセスはステップ206（図2Aを参照）へ続く。

【0057】

10

次に図2Dを参照すると、本発明の実施形態に係る、「LEDマーカIDを復号する」プロセス219が示される。プロセスは、各LEDマーカについて以下のステップを反復することによって「LEDマーカごとに」ステップ219aで始まる。プロセスは、「検出されたLED IDレジスタ」ブロック216（図2Aを参照）において継続する。プロセスは、「1」ブロック219cによってステップ205bから取得されたLEDマーカの数に1ずつデクリメントすることによってステップ219bにおいて継続する。プロセスは、ステップ219bの結果を受信し、復号されたLEDマーカIDを格納する、「復号されたLEDマーカID」ステップ219dにおいて継続する。プロセスは、更なるLEDマーカが存在するかを確認することによって「更なるLED？」ブロック219eにおいて継続する。ある場合、プロセスはステップ219aへ折り返す。ない場合、プロセスはステップ220（図2Aを参照）へ続く。

20

【0058】

図3を参照すると、本発明の例示的な実施形態に係る、プロジェクト補正プロセスが示される。プロセスは、プロセッサの画像の補正に必要なパラメータを入力として取得することによって「開始」ステップ300で始まる。パラメータ301は、入力フレームに適用された強度伝達関数の逆関数である「ソース強度伝達関数」ブロック301aにおいてソース関数から取得され得る。パラメータ301は、補正フレームに適用される強度伝達関数である「ターゲット強度伝達関数」ブロック301bから取得され得る。パラメータ301は、プロジェクト115（図1Aを参照）のブレンディング画像に適用されたパラメータである、「ブレンディングマップパラメータ」ブロック301cから取得され得る。パラメータ301は、「測定されたプロジェクト強度伝達関数」ブロック118、「測定されたプロジェクト色域」ブロック119、「ターゲット色域」ブロック120、「プロジェクトホワイトバランス補正」ブロック117、「マッピングメッシュ」ブロック112、「ブレンディングマップテクスチャ」ブロック115、「輝度減衰」ブロック116、および「復号された位置付きLEDマーカID」ブロック220から取得され得る。プロセスは、パラメータ301を入力として受信し補正パラメータをグラフィックカードに格納する「GPUメモリアップロード」ブロック302において継続する。プロセスは、各フレームについて以下のステップを反復することによって「フレームごとに」ステップ303において継続する。プロセスは、補正するための入力フレームである「入力フレーム」ブロック304において継続する。プロセスは、ブロック304からの補正するためのフレームを格納する「GPUメモリアップロード」ブロック305において継続する。このステップは、補正するためのフレームが既にグラフィックカードに格納されており得る場合、任意選択である。プロセスは、各プロジェクトについて以下のステップを反復することによって「プロジェクトごとに」ステップ306において継続する。プロセスは、プロジェクトのフレームを補正するためにグラフィックカードにインストールされたプログラムである「GPUシェーダ」ブロック307において継続する。プロセスは、プロジェクトのための補正フレームを受信する「補正プロジェクト画像」ブロック308において継続する。プロセスは、更なるプロジェクトが存在するかを確認することによって「更なるプロジェクト？」ブロック309において継続する。ある場合、プロセスはステップ306へ折り返す。ない場合、プロセスは、補正プロジェクト画像をプロジェクトに投

30

40

50

射することによって「補正プロジェクタ画像を投射する」ステップ310へ続く。プロセスは、更なるフレームが存在するか否かを確認することによって「更なるフレーム？」ブロック311において継続する。ある場合、プロセスはステップ306へ折り返す。ない場合、プロセスは「終了」ステップ312で終わる。

#### 【0059】

次に図4を参照すると、本発明の例示的な実施形態に係る、プロジェクタの画像を補正するためにグラフィックカードに実装される投射補正プロセスのためのGPUシェーダが示される。プロセスは、「各メッシュ頂点の入力フレームテクスチャUV座標を算出する」ための第1のステップ401を伴う「開始」ステップ400で始まる。ステップ401は、「復号された位置付きLEDマーカID」ブロック220（図2Aを参照）からのLEDマーカ座標の関数として、「マッピングメッシュ」ブロック112（図1Aを参照）からのマッピングされたメッシュ頂点に関連するUV座標を更新する。プロセスは、プロジェクタの各画素について以下のステップを反復することによって「プロジェクタ画素ごとに」ステップ402を継続する。プロセスは、「入力フレーム」ブロック304から取得された現在のプロジェクタ画素UV座標における入力画素値を算出することによって、「現在のプロジェクタ画素UV座標における入力画素を算出する」ステップ403において継続する。プロセスは、入力フレーム画素（RGB - 赤色緑色青色）を線形化することによって「線形化する」ステップ404において継続する。このステップ404は、「ソース強度伝達関数」ブロック301aを入力として受信し、強度伝達関数を逆強度伝達関数で相殺する。プロセスは、「プロジェクタホワイトバランス補正」ブロック117（図1Aを参照）からの三原色RGBの補正係数でホワイトバランス補正を適用することによって「ホワイトバランス補正」ステップ405において継続する。色補正機能が組み込まれたプロジェクタの場合、シェーダにおいてホワイトバランス補正は適用されない。プロセスは、ターゲット色域を用いて、RGB（赤色緑色青色）色空間の画素の値をCIE - x y Y 1930色空間に変換することによって「RGBからx y Y CIE 1930へ」のステップ406において継続する。色補正機能が組み込まれたプロジェクタの場合、ターゲット色域はプロジェクタ設定において直接設定され、シェーダは、色空間変換のためにデフォルト色域（たとえばsRGB、Rec. 709、Rec. 2020、SMPTE - Cなど）を用いる。プロセスは、ブロック301c（図3を参照）のブレンディングパラメータの関数として「プロジェクタ画素x y座標におけるブレンディングマップテクスチャ値」ブロック115の画素のブレンディングの値を適応させる、「ブレンディング値にブレンディングパラメータを適用する」ステップ407において継続する。プロセスは、ブロック116（図1Aを参照）からの画素の減衰の値およびステップ406からのフレーム内の画素の輝度の値で、ステップ407からのブレンディング画素の値を乗算することを伴う、「Yチャンネルに輝度強度補正を適用する」ステップ408において継続する。プロセスは、測定されたプロジェクタ色域を用いて、CIE - x y Y 1930色空間における画素の値をRGB（赤色緑色青色）色空間に変換することによって、「x y Y CIE 1930からRGBへ」のステップ409において継続する。色補正機能が組み込まれたプロジェクタの場合、測定されたプロジェクタ色域はプロジェクタ設定において直接設定され、シェーダは、色空間変換のためにデフォルト色域（たとえばsRGB、Rec. 709、Rec. 2020、SMPTE - Cなど）を用いる。プロセスは、ステップ409からの結果を非線形化することによって「非線形化する」ステップ410において継続する。このステップ410は、ブロック301b（図3を参照）のターゲット強度伝達関数を画素のRGB（赤色緑色青色）成分に適用することによって実現される。またこのステップ410は、測定されたプロジェクタ強度伝達関数118（図1Aを参照）も入力として用いる。プロセスは、ステップ410の結果を受信および格納することによって「補正画素」ステップ411において継続する。補正画素の値RGBは、プロジェクタによって投射されるものである。プロセスは、更なる画素が存在するか否かを確認することによって「更なる画素？」ブロック412において継続する。ある場合、プロセスはステップ402へ折り返す。ない場合、プロセスは「補正プロジェクタ画像」ブロック

10

20

30

40

50

308 (図3を参照)へ続き、「終了」ステップ413で終わる。

【0060】

図5Aを参照すると、本発明の例示的な実施形態に係る、校正モードで「プロジェクタ校正プロセス」ブロック500において用いられるハードウェアが示される。ハードウェアは、ブロック501における「プロジェクタ#1」、ブロック502における「プロジェクタ#2」、およびブロック503における「プロジェクタ#n」を含み、これらは全てブロック500における「投射校正プロセス」にリンクされる。またハードウェアは、ブロック504における「カメラ#1」、ブロック505における「カメラ#2」、およびブロック506における「カメラ#n」も含み、これらは全てブロック500における「投射校正プロセス」にリンクされる。またハードウェアは、ブロック507における「LEDマーカ#1」、ブロック508における「LEDマーカ#2」、およびブロック509における「LEDマーカ#n」も含み、これらは全てブロック500における「投射校正プロセス」にリンクされる。

10

【0061】

図5Bを参照すると、本発明の例示的な実施形態に係る、レンダリングモードで「プロジェクタ校正プロセス」ブロック500において用いられるハードウェアが示される。ハードウェアは、ブロック501における「プロジェクタ#1」、ブロック502における「プロジェクタ#2」、およびブロック503における「プロジェクタ#n」を含み、これらは全てブロック500における「投射校正プロセス」にリンクされる。

20

【0062】

静止2次元画像の表示は、上述した技術によって改善され得るが、これらと同じ技術が、リアルタイム3次元画像の表示にも同様に適用され得る。1つのアプローチは、観察者の位置を測定し、表示画像にリアルタイム視差補正を実行することである。この技術はたとえば、隣接した部屋または部屋の一部への窓として壁面ディスプレイを出現させる方法として用いられ得る。フル壁面ディスプレイは、単一の連続したより大きな空間の一部であるような幻影をもたらし得る。屋外で観察される半球状ディスプレイは、どの角度から見ることができる3次元物体であるように見え得る。

【0063】

両眼キューは、それぞれの目に異なる画像を供給することによって提供され得る。この問題への標準的なアプローチは、それぞれの目用のフレームトリガシャッター、投射偏光制御、赤/青色付きグラスを含む。他のアプローチは、それぞれの目に個別の狭帯域色フィルタを用いて6色を投射することであってよい。

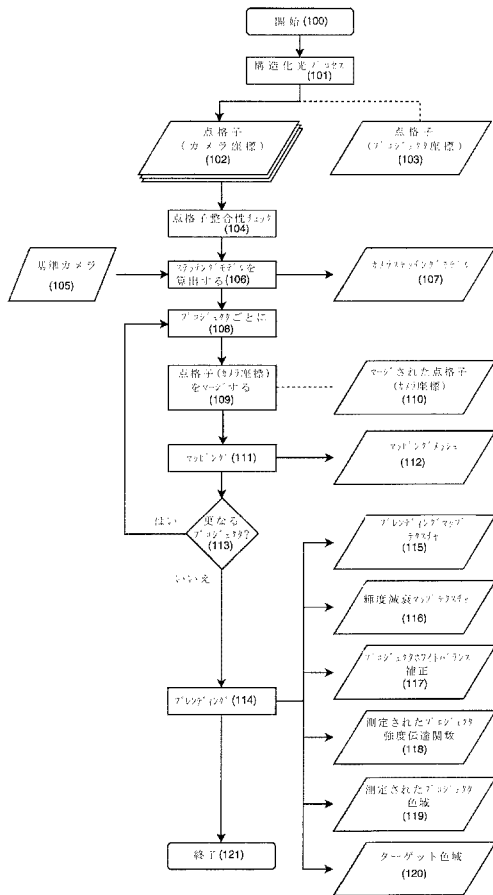
30

【0064】

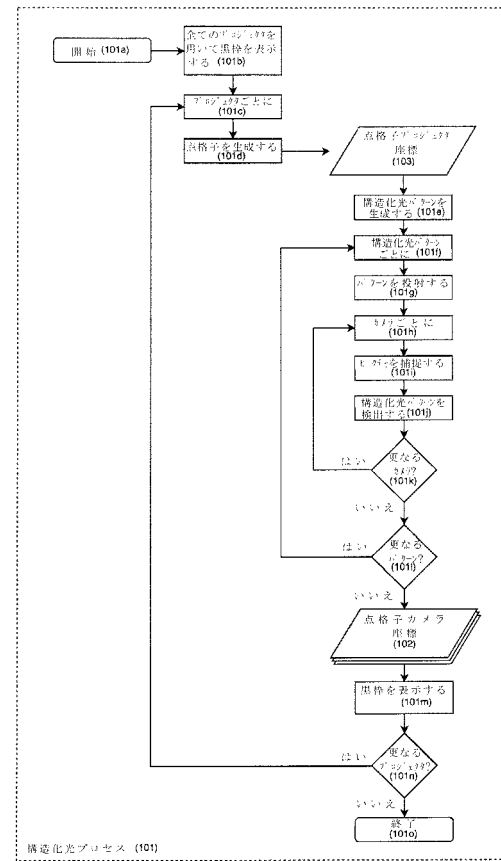
特許請求の範囲は、例に記載された好適な実施形態によって限定されてはならず、全体として説明と一致する最も広範囲の解釈を与えられなければならない。



【図 1 A】



【図 1 B】



【図 2 - 1】

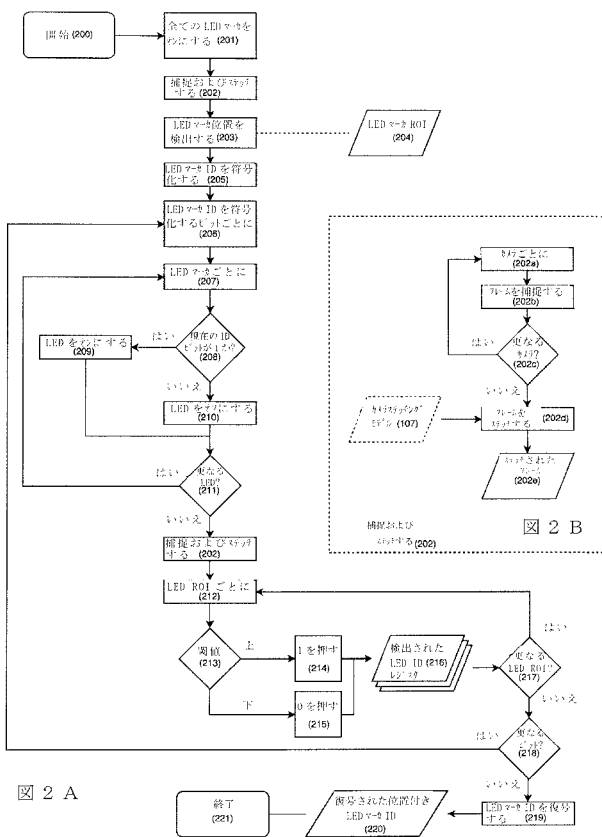


図 2 A

【図 2 - 2】

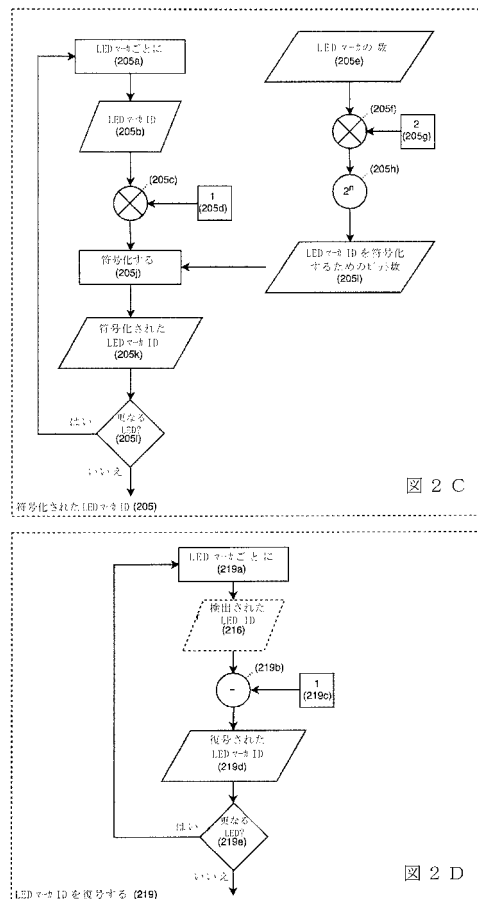
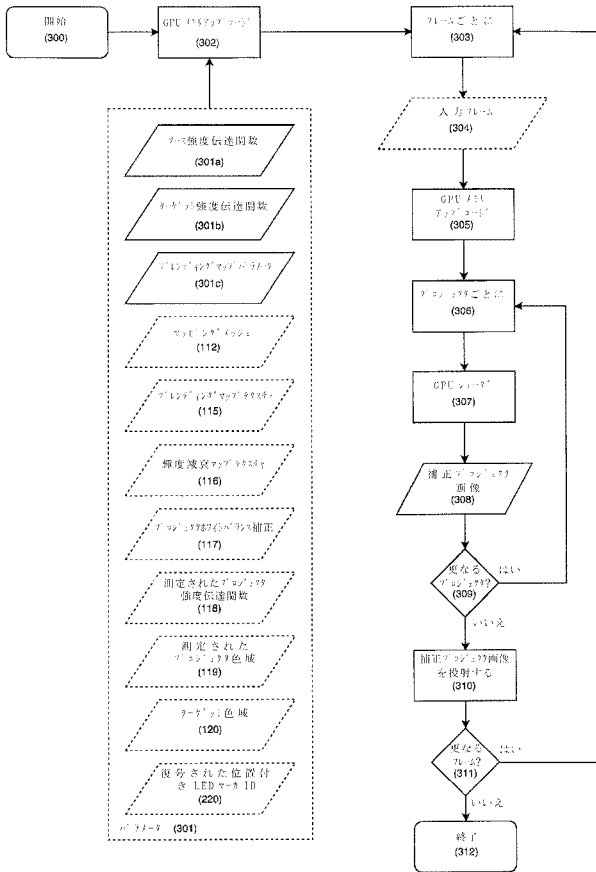


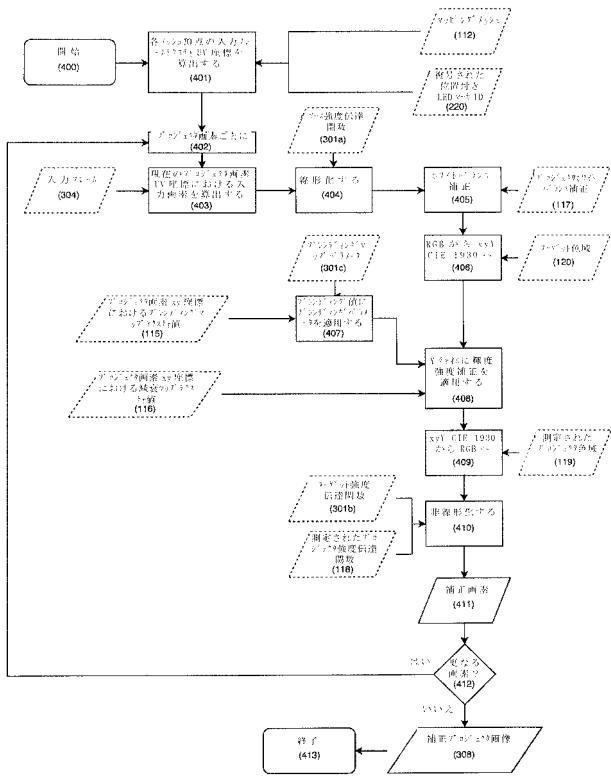
図 2 C

図 2 D

【図 3】



【図 4】



【図 5】

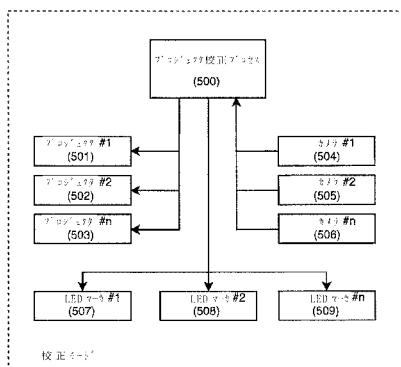


図 5 A

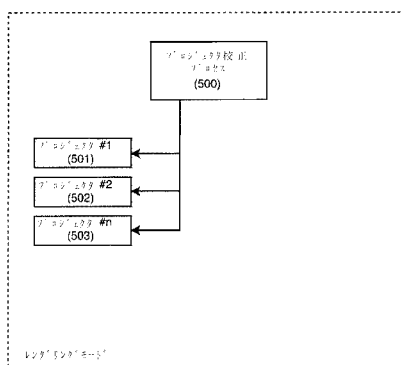


図 5 B

## 【手続補正書】

【提出日】平成30年9月21日(2018.9.21)

## 【手続補正 1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

画像を表示するためのプロジェクタのシステムを自動的に校正するための方法であって、

、  
少なくとも 1 つのプロジェクタから投射面へプロジェクタ出力の画素を選択的に投射するステップと、

前記投射面に対して動かすことが可能な少なくとも 1 つのセンサによって、前記投射面にわたり投射された前記プロジェクタ出力の前記画素を感知するステップと、

前記選択的に投射された画素および前記感知された画素に基づいてプロジェクタ / スクリーンマッピングを導出するステップと、

前記プロジェクタ / スクリーンマッピングに基づいて画素補正関数を導出するステップと、

グラフィックプロセッサユニット (GPU) のグラフィカルパイプライン内のマッピングメッシュにテクスチャマップを適用することによって前記画素補正関数を格納するステップと、

少なくともミスアライメントを補正する補正画素データを生成するために、入力画像画素データに前記画素補正関数を適用するステップと、

前記補正画素データを用いて前記プロジェクタを駆動するステップと、

表示するための最終画像の前記投射面における正しい位置を感知するための少なくとも 2 つのアクティブ LED マーカを提供するステップと  
を含み、

前記少なくとも 2 つのアクティブ LED マーカは、

前記少なくとも 2 つの LED マーカを順にオンにすることと、

センサ / マーカ位置を導出することと、

マーカ / 画像マッピングを導出することと、

前記センサ / マーカ位置と前記マーカ / 画像マッピングとを構成することと

によって、前記最終画像の前記投射面における前記正しい位置を感知する、方法。

【請求項 2】

前記画素補正関数は、共通領域における複数の投射のミスアライメントを補正する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記画素補正関数は、投射画像にわたる強度のばらつきを補正する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記画素補正関数は、投射画像にわたる欠陥を補正する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記画素補正関数は、色収差を補正する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

前記画素補正関数は、回転歪みを補正する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】

前記画素補正関数は、前記入力画像の滑らかなワーピングを実行する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】

前記テクスチャマップは、前記画素補正関数の一部が、前記グラフィカルパイプラインと前記プロジェクタとの間で、または前記プロジェクタ内で直接、前記画素データに適用されるように、前記グラフィックプロセッサユニット（GPU）の前記グラフィカルパイプライン内の前記マッピングメッシュに適用される、請求項１に記載の方法。

【請求項９】

前記テクスチャマップは、前記プロジェクタが、前記グラフィカルパイプライン内の前記補正画素データから駆動されるように、前記グラフィックプロセッサユニット（GPU）の前記グラフィカルパイプライン内の前記マッピングメッシュに適用される、請求項１に記載の方法。

【請求項１０】

複数のプロジェクタが提供され、前記プロジェクタの各々は、前記プロジェクタの前記グラフィカルパイプラインの各々に前記テクスチャマップの一部を備える、請求項１に記載の方法。

【請求項１１】

前記画素補正関数は、重複する画素アレイのミスアライメントを補正する、請求項１０に記載の方法。

【請求項１２】

前記画素補正関数は、重複する投射領域をブレンドする、請求項１０に記載の方法。

【請求項１３】

各複数色に個別のテクスチャマップが提供される、請求項１に記載の方法。

【請求項１４】

前記プロジェクタ出力は、前記投射面からずれた位置にある光学センサによって感知される、請求項１に記載の方法。

【請求項１５】

前記光学センサは、少なくとも１つのカメラを備える、請求項１４に記載の方法。

【請求項１６】

前記プロジェクタ／スクリーンマッピングを導出するステップは、  
センサ／スクリーンマッピングを導出するステップと、  
プロジェクタ／センサマッピングを導出するステップと、  
前記センサ／スクリーンマッピングと前記プロジェクタ／センサマッピングとを構成することによって前記プロジェクタ／スクリーンマッピングを導出するステップと  
を備える、請求項１５に記載の方法。

【請求項１７】

前記センサ／スクリーンマッピングを導出するステップは、  
前記投射面に校正パターンを投射するステップと、  
前記光学センサで前記投射された校正パターンを見ることによってセンサ空間内の画素と投射面位置とのマッピングを作成するステップと  
を備える、請求項１６に記載の方法。

【請求項１８】

前記プロジェクタ／センサマッピングを導出するステップは、前記プロジェクタ出力を感知する間にプロジェクタ画素を選択的に駆動するステップを備える、請求項１７に記載の方法。

【請求項１９】

前記プロジェクタ出力は、平坦面に投射される、請求項１に記載の方法。

【請求項２０】

前記プロジェクタ出力は、曲面に投射される、請求項１に記載の方法。

【請求項２１】

前記プロジェクタ出力は、不規則面に投射される、請求項１に記載の方法。

【請求項２２】

観察者の位置を測定するステップと、

前記観察者の位置に応答して画像画素データにリアルタイム視差補正を実行するステップと

を更に備える、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 2 3】

前記観察者の目の各々に異なる画像を提供するステップを更に備える、請求項 2 2 に記載の方法。

【請求項 2 4】

前記観察者の目の各々にフレームトリガシャッタを提供するステップを更に備える、請求項 2 3 に記載の方法。

【請求項 2 5】

投射偏光制御を提供するステップを更に備える、請求項 2 3 に記載の方法。

【請求項 2 6】

赤 / 青色付きグラスを提供するステップを更に備える、請求項 2 3 に記載の方法。

【請求項 2 7】

複数色を投射するステップと、

前記観察者の目の各々に個別の狭帯域色フィルタを用いるステップと  
を更に備える、請求項 2 3 に記載の方法。

【請求項 2 8】

画像を表示するためのプロジェクタのセットを自動的に校正するためのシステムであって、

投射面にプロジェクタ出力を投射するための少なくとも 1 つのプロジェクタと、

前記投射面にわたり投射された前記プロジェクタ出力を感知するための、前記投射面に対して動かすことが可能な少なくとも 1 つのセンサと、

表示するための最終画像の前記投射面における正しい位置を感知するための少なくとも 2 つのアクティブ LED マーカと、

プロジェクタ画素を選択的に駆動し、前記少なくとも 1 つのセンサからの前記感知されたプロジェクタ出力を読み取ることによって、プロジェクタ / スクリーンマッピングを決定し、

少なくともミスアライメントを補正するために入力画像画素データに画素補正関数を適用するために構成された少なくとも 1 つのプロセッサであって、前記少なくとも 1 つのプロセッサは、前記補正画素データを用いて前記プロジェクタを駆動し、前記画素補正関数は、前記プロジェクタ / スクリーンマッピングに基づいてプロジェクタ座標空間とスクリーン座標空間との間でマッピングする、少なくとも 1 つのプロセッサと  
を備え、

前記少なくとも 2 つのアクティブ LED マーカは、

前記少なくとも 2 つの LED マーカを順にオンにすることと、

センサ / マーカ位置を導出することと、

マーカ / 画像マッピングを導出することと、

前記センサ / マーカ位置と前記マーカ / 画像マッピングとを構成することと

によって、表示するための前記最終画像の前記投射面における前記正しい位置を感知する、システム。

【請求項 2 9】

画像を表示するためのプロジェクタのシステムを自動的に校正するための方法であって、

少なくとも 1 つのプロジェクタから投射面に画素を選択的に投射するステップと、

前記投射面にわたって投射された前記画素を感知するステップと、

誤検出されたまたは誤ラベル付きの構造化光符号化点を除去するステップと、

前記選択的に投射された画素および前記感知された画素に基づいて、プロジェクタ / スクリーンマッピングを導出するステップと、

前記プロジェクタ / スクリーンマッピングに基づいて、画素補正関数を導出するステッ

ブと、

前記画素補正関数を格納するステップと、

少なくともミスアライメントを補正する補正画素データを生成するために、入力画像画素データに前記画素補正関数を適用するステップと、

前記補正画素データを用いて前記プロジェクタを駆動するステップと  
を備える方法。

【請求項 30】

前記誤検出されたまたは誤ラベル付きの構造化光符号化点は、機械学習プロセスによって除去される、請求項 29 に記載の方法。

【請求項 31】

前記誤検出されたまたは誤ラベル付きの構造化光符号化点を除去するステップは、

前記プロジェクタから前記投射面に校正パターン画素を選択的に投射するステップと、

前記投射面にわたり投射された前記パターン画素を感知するステップと、

機械学習プロセスによって、誤ったまたは誤ラベル付きの構造化光符号化点を検出する  
ステップと、

前記検出された校正パターンにおける誤ったまたは誤ラベル付きの校正パターン点を補正または削除するステップと

を備える、請求項 29 に記載の方法。

## 【 国際調査報告 】

<b>INTERNATIONAL SEARCH REPORT</b>		International application No. <b>PCT/CA2017/051382</b>
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC: <i>H04N 17/00</i> (2006.01), <i>H04N 13/327</i> (2018.01)		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC: <i>H04N 17/00</i> (2006.01), <i>H04N 13/327</i> (2018.01)		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic database(s) consulted during the international search (name of database(s) and, where practicable, search terms used) Databases : Questel WEST, GOOGLE PATENT, IEEE-XPLORE Search Strategy: Key words and filing Date: Automatic calibration projectors, multiple projector calibration, optical sensor, light emitter diode sensor, projection surface, mapping function, projection display, projection pixels, screen mapping, sensed pixels, pixel correction, image pixel, corrected pixel, misalignment, calibration test. GPU.		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	D1: US6456339 B1 (Surati et al.) 24 Sept. 2002 (24.09.2002) Whole document	1-32
Y	D2: US2015/0281661 A1 (Surati et al.) 1 October 2015 (01.10.2015) Abstract, para. [0004], [0045]	1, 8-10, 28-29
Y	D3: US2012/0098937 A1 (Sajadi et al.) 26 April 2012 (26.04.2012) Abstract, para. [0019], [0055], [0078]	1, 8-9
Y	D4: US2008/0192017 A1 (Hilderbrandt et al.) 14 August 2008 (14.08.2008) Abstract, para. [0025]	28-29
Y	D5: US7893393 B2 (Webb et al.) 22 February 2011 (22.02.2011) Abstract, col. 1, lines 24-25	28-29
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family	
Date of the actual completion of the international search		Date of mailing of the international search report 06 February 2018 (06-02-2018)
Name and mailing address of the ISA/CA Canadian Intellectual Property Office Place du Portage I, C114 - 1st Floor, Box PCT 50 Victoria Street Gatineau, Quebec K1A 0C9 Facsimile No.: 819-953-2476		Authorized officer Adel El Hamad (819) 639-3028

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.  
**PCT/CA2017/051382**

Patent Document Cited in Search Report	Publication Date	Patent Family Member(s)	Publication Date
US6456339 B1	24 Sept. 2002 (24.09.2002)	WO200007376 A1	10 February 2000 (10.02.2000)
US2015/0281661 A1	1 October 2015 (01.10.2015)	WO2008115464 A1 US2008/0246781 A1 EP2135446 A1 US8994757 B2	25 September 2008 (25.09.2008) 9 October 2008 (09.10.2008) 23 December 2009 (23.12.2009) 31 March 2015 (31.03.2015)
US2012/0098937 A1	26 April 2012 (26.04.2012)	WO2010129363 A1 US2012/0098937 A1 US9195121 B2	11 January 2010 (11.01.2010) 26 April 2012 (26.04.2012) 24 November 2015 (24.11.2015)
US2008/0192017 A1	14 August 2008 (14.08.2008)	WO2006110141 A2 CA2615228 A1 EP1878003 A1	19 October 2006 (19.10.2006) 19 October 2006 (19.10.2006) 11 January 2008 (16.01.2008)
US7893393 B2	22 February 2011 (22.02.2011)	US2008/0129967 A1	5 June 2008 (05.06.2008)



## フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I	テーマコード ( 参考 )
<b>H 0 4 N 13/334 (2018.01)</b>	H 0 4 N 13/334	
<b>H 0 4 N 13/327 (2018.01)</b>	H 0 4 N 13/327	
<b>H 0 4 N 13/128 (2018.01)</b>	H 0 4 N 13/128	
<b>H 0 4 N 17/00 (2006.01)</b>	H 0 4 N 17/00	H
<b>H 0 4 N 13/366 (2018.01)</b>	H 0 4 N 13/366	
<b>G 0 9 G 5/00 (2006.01)</b>	G 0 9 G 5/00	5 1 0 B
<b>G 0 9 G 5/02 (2006.01)</b>	G 0 9 G 5/00	5 5 0 H
<b>G 0 9 G 5/36 (2006.01)</b>	G 0 9 G 5/00	X
	G 0 9 G 5/02	B
	G 0 9 G 5/00	5 1 0 V
	G 0 9 G 5/36	5 2 0 D
	G 0 9 G 5/00	5 3 0 H

(81)指定国・地域 AP(BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), EP(AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT

(72)発明者 ローンプレ, セバスティアン

カナダ国, ケベック, ジェイ7シー 4エイチ7, ブランビル, リュー マリー - イポリット 9

(72)発明者 ラボンテ, ダニエル

カナダ国, ケベック, ジェイ0ピー 3エー0, サウリエルヴィル, フランダース 9 8

(72)発明者 ブージュ - ブルゲン, ヒューゴ

カナダ国, ケベック, ジェイ7シー 5アール1, ブランビル, リュー デ ポミエ 5 7

Fターム(参考) 5C058 AB07 BA05 BA07 BA10 BA27 BA35 EA02 EA03

5C060 GA01 JA01 JA14 JA20

5C061 AA02 AA03 AA04 AA23 AB12 AB18 BB02 CC05

5C182 AA04 AA12 AA13 AA14 AA31 AC39 BA14 BA26 BB04 BB05

CA22 CA36 CB02 CB11 CC25 CC26 DA18 DA44 DA70