

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6821714号  
(P6821714)

(45) 発行日 令和3年1月27日(2021.1.27)

(24) 登録日 令和3年1月8日(2021.1.8)

(51) Int.Cl. F 1  
**HO4N 5/232 (2006.01)** HO4N 5/232  
**HO4N 17/00 (2006.01)** HO4N 17/00 200  
**G03B 43/00 (2021.01)** G03B 43/00  
**G06T 7/80 (2017.01)** G06T 7/80

請求項の数 19 (全 26 頁)

(21) 出願番号 特願2018-567814 (P2018-567814)  
(86) (22) 出願日 平成29年6月27日 (2017.6.27)  
(65) 公表番号 特表2019-530261 (P2019-530261A)  
(43) 公表日 令和1年10月17日 (2019.10.17)  
(86) 國際出願番号 PCT/US2017/039600  
(87) 國際公開番号 WO2018/005561  
(87) 國際公開日 平成30年1月4日 (2018.1.4)  
審査請求日 令和2年6月24日 (2020.6.24)  
(31) 優先権主張番号 62/355,805  
(32) 優先日 平成28年6月28日 (2016.6.28)  
(33) 優先権主張国・地域又は機関  
米国(US)

早期審査対象出願

(73) 特許権者 514108838  
マジック リープ、 インコーポレイテッド  
Magic Leap, Inc.  
アメリカ合衆国 フロリダ 33322,  
プランテーション、ウエスト サンライズ  
ブルバード 7500  
7500 W SUNRISE BLVD  
, PLANTATION, FL 33322  
USA  
(74) 代理人 100078282  
弁理士 山本 秀策  
(74) 代理人 100113413  
弁理士 森下 夏樹

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 改良されたカメラ校正システム、標的、およびプロセス

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

システムであって、  
複数のカメラを保持するための搭載表面を有する可動プラットフォームと、  
複数の平面状の標的領域を有するモザイク式の凹面形標的であって、前記モザイク式の  
凹面形標的の主軸は、前記可動プラットフォームに向かって配向され、前記可動プラット  
フォームは、前記モザイク式の凹面形標的から離間されている、モザイク式の凹面形標的  
と、

カメラを前記可動プラットフォームの上に装填するための入力スタッカ機構、および前  
記カメラを前記可動プラットフォームから装填解除するための出力スタッカ機構と  
を備える、システム。

## 【請求項 2】

前記可動プラットフォームは、コンベヤベルトである、請求項 1 に記載のシステム。

## 【請求項 3】

前記可動プラットフォームは、前記複数のカメラの焦点距離に対応する距離を隔てて前  
記モザイク式の凹面形標的から離間されている、請求項 1 に記載のシステム。

## 【請求項 4】

前記複数のカメラからの各カメラは、前記可動プラットフォーム上のある位置に位置し  
、前記位置は、設定された距離を隔てて 1 つの別のカメラから離間されており、前記各カ  
メラ画像捕捉方向は、前記モザイク式の凹面形標的に向いている、請求項 1 に記載のシス

10

20

テム。

【請求項 5】

カメラ較正画像を記憶するためのデータ構造をさらに備え、前記データ構造内の行は、前記可動プラットフォーム上の位置に位置する前記複数のカメラからのカメラに対応し、列は、前記可動プラットフォームに沿って前記モザイク式の凹面形標的に対して指定された位置において前記カメラによって捕捉される前記モザイク式の凹面形標的の画像に対応する、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 6】

カメラ較正を実施するための方法であって、

複数のカメラを可動プラットフォームの上に搭載することであって、前記複数のカメラは、複数の平面状の標的領域を有するモザイク式の凹面形標的に向かって配向される、カメラ画像捕捉方向を有する、ことと、

前記可動プラットフォームを動作させ、前記複数のカメラを前記標的に対して指定された位置に偏移させることと、

前記複数のカメラが、前記標的に対して前記指定された位置に位置するとき、前記可動プラットフォームの移動を一時停止させ、前記複数のカメラの各々から画像を捕捉することと、

前記指定された位置の各々において各カメラによって捕捉された画像の集合から観察される視覚的パターンを使用して、前記複数のカメラを較正することと  
を含む、方法。

【請求項 7】

前記平面状の標的領域のいくつかまたは全ては、複数の個別マーカを備え、前記視覚的パターンは、前記個別マーカの画像と、チェックカードパターンのコーナーポイントとを含む、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 8】

前記画像は、フィルタリングされる、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 9】

前記複数のカメラを較正することは、前記画像からの個別マーカの識別を含み、前記個別マーカは、A r u c o または C h a r u c o 標的に対応する、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 10】

前記複数のカメラを較正することは、前記複数のカメラのための内的パラメータおよび外的パラメータを導出することを含む、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 11】

前記複数のカメラからの各カメラは、前記可動プラットフォーム上のある位置に位置し、前記位置は、設定された距離を隔てて 1 つの別のカメラから離間されており、前記各カメラ画像捕捉方向は、前記モザイク式の凹面形標的に向いている、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 12】

データ構造にカメラ較正画像を記憶することをさらに含み、前記データ構造内の行は、前記可動プラットフォーム上の位置に位置する前記複数のカメラからのカメラに対応し、列は、前記可動プラットフォームに沿って前記モザイク式の凹面形標的に対して前記指定された位置において前記カメラによって捕捉される前記モザイク式の凹面形標的の画像に対応する、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 13】

その上に一連の命令を記憶しているコンピュータ可読媒体であって、前記一連の命令は、プロセッサによって実行されると、前記プロセッサにカメラ較正を実施するための方法を実行させ、前記方法は、

複数のカメラを可動プラットフォームの上に搭載することであって、前記複数のカメラは、複数の平面状の標的領域を有するモザイク式の凹面形標的に向かって配向される、カメラ画像捕捉方向を有する、ことと、

10

20

30

40

50

前記可動プラットフォームを動作させ、前記複数のカメラを前記標的に対して指定された位置に偏移させることと、

前記複数のカメラが、前記標的に対して前記指定された位置に位置するとき、前記可動プラットフォームの移動を一時停止させ、前記複数のカメラの各々から画像を捕捉することと、

前記指定された位置の各々において各カメラによって捕捉された画像の集合から観察される視覚的パターンを使用して、前記複数のカメラを較正することと  
を含む、コンピュータ可読媒体。

#### 【請求項 1 4】

前記平面状の標的領域のいくつかまたは全ては、複数の個別マーカを備え、前記視覚的パターンは、前記個別マーカの画像と、チェックカーボードパターンのコーナーポイントとを含む、請求項 1 3 に記載のコンピュータ可読媒体。 10

#### 【請求項 1 5】

前記画像は、フィルタリングされる、請求項 1 3 に記載のコンピュータ可読媒体。

#### 【請求項 1 6】

前記複数のカメラを較正することは、前記画像からの個別マーカの識別を含み、前記個別マーカは、Aruc o またはCharuco 標的に対応する、請求項 1 3 に記載のコンピュータ可読媒体。

#### 【請求項 1 7】

前記複数のカメラを較正することは、前記複数のカメラのための内的パラメータおよび外的パラメータを導出することを含む、請求項 1 3 に記載のコンピュータ可読媒体。 20

#### 【請求項 1 8】

前記複数のカメラからの各カメラは、前記可動プラットフォーム上のある位置に位置し、前記位置は、設定された距離を隔てて1つの別のカメラから離間されており、前記各カメラ画像捕捉方向は、前記モザイク式の凹面形標的に向いている、請求項 1 3 に記載のコンピュータ可読媒体。

#### 【請求項 1 9】

前記方法は、データ構造にカメラ較正画像を記憶することをさらに含み、前記データ構造内の行は、前記可動プラットフォーム上の位置に位置する前記複数のカメラからのカメラに対応し、列は、前記可動プラットフォームに沿って前記モザイク式の凹面形標的に対して前記指定された位置において前記カメラによって捕捉される前記モザイク式の凹面形標的の画像に対応する、請求項 1 3 に記載のコンピュータ可読媒体。 30

#### 【発明の詳細な説明】

#### 【技術分野】

#### 【0001】

本願は、概して、1人以上のユーザのための双方向の仮想現実および拡張現実を促進するための、カメラ較正のためのシステムおよび方法に関する。

#### 【背景技術】

#### 【0002】

カメラは、多くの場合、画像またはビデオを捕捉するために採用される。カメラによって捕捉されたデータは、種々の異なる目的および状況において使用される。例えば、ウェアラブルデバイスは、1つ以上のオンボードカメラを含み、そのウェアラブルデバイスのユーザの周囲の周囲環境に関する画像データを提供してもよい。1つの実施例は、ユーザへの立体的なディスプレイを通じた拡張現実の提示のための画像を捕捉するように構成される、2つの前方向きに配向されたカメラを特徴とする、立体視的なウェアラブルグラスである。ウェアラブルグラスはまた、ユーザの目線の画像を捕捉するために後方向きに配向されたカメラを含んでもよい。 40

#### 【0003】

カメラ較正は、多くの場合、カメラおよびカメラによって捕捉された画像データから抽出される情報の精度および正確度を確実にするために実施される。カメラ較正プロセスは 50

、内的パラメータおよび外的パラメータ等のカメラの較正データの判定を可能にする、画像を産出するカメラデバイスの真のパラメータを判定する。内的パラメータは、限定ではないが、焦点、焦点距離、主点、および変形係数を含む。外的パラメータは、限定ではないが、複数のカメラ間の位置関係、およびセンサ間の並進オフセットおよび回転オフセットを含む。

#### 【0004】

従来、カメラ較正プロセスは、手動で、単一のチェックカーボード標的を移動して、一連の多数の異なるポーズを通して実施される。各ポーズにおいて、チェックカーボード標的は、完全に静止した状態に保持される一方で、カメラは、チェックカーボードの全体がカメラの視野内に維持されることを確実にしながら、標的の画像を捕捉する。このサイクルは、全てのポーズが処理されるまで継続する。

10

#### 【0005】

このアプローチは、きわめて労力を要しつつ時間がかかるため、このタイプの較正プロセスには、多くの欠点が、存在する。そのうえ、多数のポーズを通して標的を移動させるための要件は、較正プロセスのさらにより高い費用および複雑性を作成する高額かつ複雑な標的移動デバイスが導入されない限り、較正プロセス内に変動性の著しい可能性をもたらし、かつ反復可能な結果を得ることがさらにできなくなる状況をもたらす。これらの問題は、従来のカメラ較正プロセスが、多数のカメラが時間効率的かつ反復可能な様式で較正される必要がある大量生産において使用不可能であることを意味する。

20

#### 【発明の概要】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0006】

したがって、カメラ較正を実装するための改良されたアプローチの必要性が、存在する。

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0007】

本開示の実施形態は、カメラが移動する搬送装置の上に搭載され、多平面較正標的の画像を捕捉する、カメラ較正を実施するために、改良された方法、システム、および装置を提供する。多平面較正標的は、いくつかの実施形態では、バックライトで照らされた標的である。較正プロセスは、捕捉される画像数を低減させながら、同時に全体の情報密度を維持することによって最適化される。

30

#### 【0008】

1つの実施形態では、カメラ較正を実施するための方法は、複数のカメラを可動プラットフォームの上に装填するステップを含む。複数のカメラは、複数の平面状の標的領域を有するモザイク式の凹面形標的に向かって配向される、カメラ画像捕捉方向を有する。本方法はまた、可動プラットフォームを動作させ、複数のカメラを標的に対して指定された位置に偏移させるステップを含む。本方法は、複数のカメラが、標的に対して指定された位置に位置するとき、可動プラットフォームの移動を一時停止させ、複数のカメラのそれから画像を捕捉するステップをさらに含む。そのうえ、本方法は、指定された位置のそれぞれにおいて各カメラによって捕捉された画像の集合から観察される視覚的パターンを使用して、複数のカメラを較正するステップを含む。

40

#### 【0009】

1つ以上の実施形態では、いくつかまたは全ての平面状の標的領域は、複数の個別マーカを含んでもよく、視覚的パターンは、個別マーカの画像と、チェックカーボードパターンのコーナーポイントとを含んでもよい。画像は、フィルタリングされてもよい。複数のカメラを較正するステップは、画像からの個別マーカを識別するステップを含んでもよい。個別マーカは、ArucoまたはCharuco標的に対応してもよい。

#### 【0010】

1つ以上の実施形態では、複数のカメラを較正するステップは、複数のカメラのための内的パラメータおよび外的パラメータを導出するステップを含んでもよい。モザイク式の

50

凹面形標的は、複数の平面状の標的領域からの角度付けられた継目によって形成される湾曲の半径を含んでもよい。モザイク式の凹面形標的は、モザイク式の凹面形標的へのバックライトを含んでもよい。複数の平面状の標的領域はそれぞれ、六角形形状を含んでもよい。

#### 【0011】

1つ以上の実施形態では、モザイク式の凹面形標的はまた、モザイク式の凹面形標的を固定された配向に搭載するための搭載ブラケットを含んでもよい。可動プラットフォームは、コンベヤベルトであってもよい。可動プラットフォームは、複数のカメラの焦点距離に対応する距離を隔ててモザイク式の凹面形標的から離間されてもよい。入力スタック機構は、カメラを可動プラットフォームの上に装填してもよく、出力スタック機構は、カメラを可動プラットフォームから装填解除してもよい。10

#### 【0012】

別の実施形態では、コンピュータ可読媒体は、その上に、プロセッサによって実行されると、プロセッサにカメラ較正を実施するための方法を実行させる一連の命令を記憶し、本方法は、複数のカメラを可動プラットフォームの上に装填するステップを含む。複数のカメラは、複数の平面状の標的領域を有するモザイク式の凹面形標的に向かって配向される、カメラ画像捕捉方向を有する。本方法はまた、可動プラットフォームを動作させ、複数のカメラを標的に対して指定された位置に偏移させるステップを含む。本方法は、複数のカメラが、標的に対して指定された位置に位置するとき、可動プラットフォームの移動を一時停止させ、複数のカメラのそれぞれから画像を捕捉するステップをさらに含む。そのうえ、本方法は、指定された位置のそれぞれにおいて各カメラによって捕捉された画像の集合から観察される視覚的パターンを使用して、複数のカメラを較正するステップを含む。20

#### 【0013】

1つ以上の実施形態では、いくつかまたは全ての平面状の標的領域は、複数の個別マーカを含んでもよく、視覚的パターンは、個別マーカの画像と、チェックカードパターンのコーナーポイントとを含んでもよい。画像は、フィルタリングされてもよい。複数のカメラを較正するステップは、画像からの個別マーカを識別するステップを含んでもよい。個別マーカは、ArucoまたはCharuco標的に対応してもよい。

#### 【0014】

1つ以上の実施形態では、複数のカメラを較正するステップは、複数のカメラのための内的パラメータおよび外的パラメータを導出するステップを含んでもよい。モザイク式の凹面形標的は、複数の平面状の標的領域からの角度付けられた継目によって形成される湾曲の半径を含んでもよい。モザイク式の凹面形標的は、モザイク式の凹面形標的へのバックライトを含んでもよい。複数の平面状の標的領域はそれぞれ、六角形形状を含んでもよい。

#### 【0015】

1つ以上の実施形態では、モザイク式の凹面形標的はまた、モザイク式の凹面形標的を固定された配向に搭載するための搭載ブラケットを含んでもよい。可動プラットフォームは、コンベヤベルトであってもよい。可動プラットフォームは、複数のカメラの焦点距離に対応する距離を隔ててモザイク式の凹面形標的から離間されてもよい。入力スタック機構は、カメラを可動プラットフォームの上に装填してもよく、出力スタック機構は、カメラを可動プラットフォームから装填解除してもよい。40

#### 【0016】

別の実施形態では、カメラ較正を実施するためのシステムは、モザイク式の凹面形標的の主軸が、可動プラットフォームに向かって配向されるように、複数のカメラおよび複数の平面状の標的領域を有するモザイク式の凹面形標的を保持するための搭載表面を有する、可動プラットフォームを含む。可動プラットフォームは、モザイク式の凹面形標的から離間されてもよい。

#### 【0017】

50

20

30

40

50

1つ以上の実施形態では、可動プラットフォームは、コンベヤベルトであってもよい。可動プラットフォームは、複数のカメラの焦点距離に対応する距離を隔ててモザイク式の凹面形標的から離間されてもよい。システムはまた、カメラを可動プラットフォームの上に装填するための入力スタック機構と、カメラを可動プラットフォームから装填解除するための出力スタック機構とを含んでもよい。

#### 【0018】

1つ以上の実施形態では、いくつかまたは全ての平面状の標的領域は、複数の個別マーカを含んでもよく、視覚的パターンは、個別マーカの画像と、チェックカードパターンのコーナーポイントとを含んでもよい。画像は、フィルタリングされてもよい。複数のカメラを較正するステップは、画像からの個別マーカを識別するステップを含んでもよい。個別マーカは、ArucoまたはCharuco標的に対応してもよい。

10

#### 【0019】

1つ以上の実施形態では、複数のカメラを較正するステップは、複数のカメラのための内的パラメータおよび外的パラメータを導出するステップを含んでもよい。モザイク式の凹面形標的は、複数の平面状の標的領域からの角度付けられた継目によって形成される湾曲の半径を含んでもよい。モザイク式の凹面形標的は、モザイク式の凹面形標的へのバックライトを含んでもよい。複数の平面状の標的領域はそれぞれ、六角形形状を含んでもよい。モザイク式の凹面形標的はまた、モザイク式の凹面形標的を固定された配向に搭載するための搭載ブラケットを含んでもよい。

20

#### 【0020】

別の実施形態では、カメラ較正の標的は、複数の平面状の領域を有するモザイク式の凹面形構造を含む。加えて、いくつかまたは全ての平面状の領域は、複数の個別マーカをその上有する。さらに、モザイク式の凹面形構造は、複数の平面状の領域からの角度付けられた継目によって形成される湾曲の半径を有する。

#### 【0021】

1つ以上の実施形態では、標的の湾曲の半径は、ArucoまたはCharuco標的に対応する。標的はまた、バックライトを含んでもよい。複数の平面状の領域はそれぞれ、六角形形状を含んでもよい。標的はまた、標的を固定された配向に搭載するための搭載ブラケットを含んでもよい。

#### 【0022】

30

本明細書に説明かつ図示される個々の実施形態はそれぞれ、他のいくつかの実施形態の任意のものの構成要素および特徴から容易に分離される、またはそれらと容易に組み合わされ得る、個別の構成要素および特徴を有する。

#### 【0023】

本開示の目的および利点のさらなる詳細が、以下に、詳述される説明、図面、および請求項の中で説明される。前述の一般的な説明および以下の詳述される説明は両方とも、例示的かつ説明的であり、本開示の範囲に関して限定することは意図されない。

本願明細書は、例えば、以下の項目も提供する。

##### (項目1)

カメラ較正を実施するための方法であって、  
複数のカメラを可動プラットフォームの上に搭載することであって、前記複数のカメラは、複数の平面状の標的領域を有するモザイク式の凹面形標的に向かって配向される、カメラ画像捕捉方向を有する、ことと、

40

前記可動プラットフォームを動作させ、前記複数のカメラを前記標的に対して指定された位置に偏移させることと、

前記複数のカメラが、前記標的に対して前記指定された位置に位置するとき、前記可動プラットフォームの移動を一時停止させ、前記複数のカメラの各々から画像を捕捉することと、

前記指定された位置の各々において各カメラによって捕捉された画像の集合から観察される視覚的パターンを使用して、前記複数のカメラを較正することと

50

を含む、方法。

(項目 2 )

前記平面状の標的領域のいくつかまたは全ては、複数の個別マーカを備え、前記視覚的パターンは、前記個別マーカの画像と、チェックカードパターンのコーナーポイントとを含む、項目 1 に記載の方法。

(項目 3 )

前記画像は、フィルタリングされる、項目 1 または 2 のいずれか一方に記載の方法。

(項目 4 )

前記複数のカメラを較正することは、前記画像からの個別マーカを識別することを含み、前記個別マーカは、Aruc o または Charuco 標的に対応する、項目 1 - 3 に記載の方法。

10

(項目 5 )

前記複数のカメラを較正することは、前記複数のカメラのための内的パラメータおよび外的パラメータを導出することを含む、項目 1 - 4 に記載の方法。

(項目 6 )

前記モザイク式の凹面形標的は、前記複数の平面状の標的領域からの角度付けられた継目によって形成される湾曲の半径を含む、項目 1 - 5 に記載の方法。

(項目 7 )

前記モザイク式の凹面形標的は、前記モザイク式の凹面形標的へのバックライトを備える、項目 1 - 6 のいずれかに記載の方法。

20

(項目 8 )

前記複数の平面状の標的領域の各々は、六角形形状を含む、項目 1 - 7 に記載の方法。

(項目 9 )

前記モザイク式の凹面形標的は、前記モザイク式の凹面形標的を固定された配向に搭載するための搭載ブラケットをさらに備える、項目 1 - 8 に記載の方法。

(項目 10 )

前記可動プラットフォームは、コンベヤベルトである、項目 1 - 9 に記載の方法。

(項目 11 )

可動プラットフォームは、前記複数のカメラの焦点距離に対応する距離を隔てて前記モザイク式の凹面形標的から離間される、項目 1 - 10 に記載の方法。

30

(項目 12 )

入力スタック機構は、カメラを前記可動プラットフォームの上に装填し、出力スタック機構は、前記カメラを前記可動プラットフォームから装填解除する、項目 1 - 11 に記載の方法。

(項目 13 )

コンピュータ可読媒体であって、前記コンピュータ可読媒体は、その上に、一連の命令を記憶しており、前記命令は、プロセッサによって実行されると、プロセッサに項目 1 - 12 に記載の方法のうちの任意のものを実行させる、コンピュータ可読媒体。

(項目 14 )

項目 1 - 12 に記載の方法のうちの任意のものを実装するための手段を備える、カメラ較正を実施するためのシステム。

40

【図面の簡単な説明】

【0024】

本開示がより深く理解されるように、本開示のいくつかの実施形態が、ここで、添付図面を参照して、実施例としてのみ説明されるであろう。

【0025】

【図 1 A】図 1 A および 1 B は、本開示のいくつかの実施形態による、カメラ較正を実施するための例示的システムを図示する。

【図 1 B】図 1 A および 1 B は、本開示のいくつかの実施形態による、カメラ較正を実施するための例示的システムを図示する。

50

【図2】図2は、本開示のいくつかの実施形態による、多平面標的の内部の図を提供する。

【図3A】図3Aは、例示的なArucoマーカーを示し、図3Bは、例示的なCharuco標的を示す。

【図4A】図4A-Cは、本開示のいくつかの実施形態による、標的のためのフレームワークを図示する。

【図4B】図4A-Cは、本開示のいくつかの実施形態による、標的のためのフレームワークを図示する。

【図4C】図4A-Cは、本開示のいくつかの実施形態による、標的のためのフレームワークを図示する。

【図5】図5は、バックライトで照らされた標的を有する較正システムの実施形態を図示する。

【図6】図6は、複数の列のカメラのアレイが、1つ以上のコンベヤベルトの上に設置され、標的の画像を捕捉する、例示的アプローチを図示する。

【図7】図7は、カメラ較正を実施するためのアプローチのフローチャートを示す。

【図8A】図8A-8Sは、本開示のいくつかの実施形態による、較正プロセスのための例示的実施例を提供する。

【図8B】図8A-8Sは、本開示のいくつかの実施形態による、較正プロセスのための例示的実施例を提供する。

【図8C】図8A-8Sは、本開示のいくつかの実施形態による、較正プロセスのための例示的実施例を提供する。

【図8D】図8A-8Sは、本開示のいくつかの実施形態による、較正プロセスのための例示的実施例を提供する。

【図8E】図8A-8Sは、本開示のいくつかの実施形態による、較正プロセスのための例示的実施例を提供する。

【図8F】図8A-8Sは、本開示のいくつかの実施形態による、較正プロセスのための例示的実施例を提供する。

【図8G】図8A-8Sは、本開示のいくつかの実施形態による、較正プロセスのための例示的実施例を提供する。

【図8H】図8A-8Sは、本開示のいくつかの実施形態による、較正プロセスのための例示的実施例を提供する。

【図8I】図8A-8Sは、本開示のいくつかの実施形態による、較正プロセスのための例示的実施例を提供する。

【図8J】図8A-8Sは、本開示のいくつかの実施形態による、較正プロセスのための例示的実施例を提供する。

【図8K】図8A-8Sは、本開示のいくつかの実施形態による、較正プロセスのための例示的実施例を提供する。

【図8L】図8A-8Sは、本開示のいくつかの実施形態による、較正プロセスのための例示的実施例を提供する。

【図8M】図8A-8Sは、本開示のいくつかの実施形態による、較正プロセスのための例示的実施例を提供する。

【図8N】図8A-8Sは、本開示のいくつかの実施形態による、較正プロセスのための例示的実施例を提供する。

【図8O】図8A-8Sは、本開示のいくつかの実施形態による、較正プロセスのための例示的実施例を提供する。

【図8P】図8A-8Sは、本開示のいくつかの実施形態による、較正プロセスのための例示的実施例を提供する。

【図8Q】図8A-8Sは、本開示のいくつかの実施形態による、較正プロセスのための例示的実施例を提供する。

【図8R】図8A-8Sは、本開示のいくつかの実施形態による、較正プロセスのための例示的実施例を提供する。

10

20

30

40

50

例示的実施例を提供する。

【図8S】図8A-8Sは、本開示のいくつかの実施形態による、較正プロセスのための例示的実施例を提供する。

【図9】図9は、較正を実施するためにカメラによって捕捉された画像データを処理するためのアプローチのフローチャートを示す。

【図10】図10は、本開示のいくつかの実施形態が実装され得るコンピュータシステムを描写する。

#### 【発明を実施するための形態】

##### 【0026】

ここに、種々の実施形態が、当業者が本開示を実践することを可能にするように本開示の例証的実施例として提供される図面を参照して、詳細に説明されるであろう。とりわけ、下記の図面および実施例は、本開示の範囲を限定する意図はない。本開示のある要素が、既知の構成要素（または方法またはプロセス）を使用して部分的または完全に実装され得るが、本開示の理解のために必要であるそのような既知の構成要素（または方法またはプロセス）の部分のみが説明され、そのような既知の構成要素（または方法またはプロセス）の他の部分の詳細説明は、本開示を不明瞭にしないように省略されるであろう。さらに、種々の実施形態は、例証として本明細書に言及される構成要素の現在と将来の既知の均等物をも包含する。

10

##### 【0027】

図1Aおよび1Bは、本開示のいくつかの実施形態による、カメラ較正を実施するための例示的システム100を図示する。システム100は、可動プラットフォームデバイス（例えば、コンベヤベルト104）が複数のカメラのための複数の設置位置を含む較正を実施するための複数カメラ接近部を提供する。図1Aおよび1Bに図示されるシステム100では、コンベヤベルト104は、4台のカメラ110a-dのための4つの位置（位置1、2、3、および4）を含み、任意の所与の時間に同時較正を受ける。しかしながら、本開示の代替実施形態は、同時に較正を受ける任意の数のカメラを保持することができる複数カメラ較正プラットフォームを含み得、したがって、本開示は、具体的にそのように請求されない限り、同時較正に対するカメラのいかなる特定の数にも限定されないことに留意されたい。

20

##### 【0028】

30

標的102は、その上に位置する複数の平面状の標的部分を有する略部分的に球形な形状を含む。完全FOV（視野）標的は、撮像機の全ての区分が、検出可能な点によって被覆されることを確実にし、該撮像機は、入射光をデジタル出力信号に変換するカメラの内側のセンサ（例えば、CMOSまたはCCDセンサ）に対応する。いくつかの実施形態では、標的102は、カメラ110a-dの焦点距離に設定される球の半径を有するモザイク式の球形標的を備える。

##### 【0029】

動作時、較正されるべきカメラは、入力スタックリ112からコンベヤベルト104上に装填される。所与の時間において、複数のカメラが、コンベヤベルト104上に位置付けられる。カメラはそれぞれ、それらの画像捕捉方向を標的102に向けて、設定距離を隔てて相互から離間された指定された位置に位置する。

40

##### 【0030】

コンベヤベルト104は、カメラの場所を入力スタックリ112の方向から出力スタックリ114の方向に偏移させるように動作する。コンベヤベルト104の移動は、カメラが較正のための設定位置に到達すると、一時停止される。この図に示されるように、コンベヤベルト104は、カメラ110dが位置1に位置し、カメラ110cが位置2に位置し、カメラ110bが位置3に位置し、かつカメラ110aが位置4に位置すると、一時停止される。

##### 【0031】

コンベヤが一時停止されると、個別の位置における各カメラは、標的102の画像を捕

50

捉する。各カメラによって画像が捕捉された後、コンベヤは、カメラが次の後続位置に偏移し、標的 102 の別の画像を捕捉するよう再度移動する。この様式で、各カメラは、位置 1、2、3、4 のそれぞれから、標的 102 の画像を連続的に捕捉するであろう。いったんカメラが各位置 1 - 4 から画像を撮影し終えると、その位置の次の偏移は、そのカメラを出力スタック 114 の中に設置させるであろう。

#### 【0032】

カメラによって捕捉された画像は、標的 102 内のいくつかまたは全てのマーカ平面を含む。以下により詳細に議論されるように、例えば、カメラのための内的パラメータおよび外的パラメータを判定することによってカメラを較正するために、捕捉された画像の内容から、計算が、実施される。

10

#### 【0033】

このアプローチは、多種多様の角度付けられた平面が各ショットの中で検出可能であり、ロバストな較正結果のために価値を有するものであることを確実にする。それはまた、頭部搭載追跡システム等の空間的制約のある用途の上に存在するもの等の広角レンズに対し、ショット毎に最大数の標的表面に合焦することを確実にする。A qui fi 単一画像較正装具等の多平面捕捉を実施する代替的な試みは、実質的により大きな占有面積を要求するが、試験下のカメラの F O V を完全には網羅しない。

#### 【0034】

図 2 は、本開示のいくつかの実施形態による、標的 102 の内部の図を提供する。いくつかの実施形態では、標的 102 は、各小面 / 平面領域 202 が個別の平面状の標的を含む、複数の平面状の領域から成る多面構造である。いくつかの実施形態では、平面状の標的は、Charuco または Aruco 標的として実装される。例示的な Aruco マークが、図 3 A に図示される。Aruco / Charuco 標的と典型的なチェックカードとの間の主要な差異は、Aruco / Charuco 標的が、相互に明白に異なる個々のマーカを含むことである。

20

#### 【0035】

Aruco / Charuco 標的はそれぞれ、所与のマーカおよびその空間内位置を一意に識別するパターン / マーカを含む。Aruco / Charuco 標的は個々のマーカから構成されるため、これは、カメラが較正点を得るためにその完成形態の標的の全体を見る必要がないことを意味する。代わりに、カメラは、標的の画像を部分的にのみ捕捉することができ、依然として、その標的から較正を実施することが可能である。

30

#### 【0036】

Aruco 標的とは異なり、Charuco 標的は、チェックカードの使用を伴い、Aruco 標的の個々のマーカ特徴を組み合わせる。このアプローチは、あるタイプの計算のための限局化の判定を改良する役割を果たす。図 3 B は、例示的な Charuco 標的 316 を図示する。

#### 【0037】

Charuco または Aruco 標的の使用は、たとえ標的全体がフレーム内に存在しない場合であっても、画像捕捉が有効な状態であることを確実にする。これは、例えば、一連のカメラが連続的に図 1 A - B に図示されるような定常状態の標的を通過するよう移動されている場合に生じ得る。したがって、本開示のいくつかの実施形態のこの特徴は、全ての標的および部分要素を各ショット内に明確に視認可能であるようにする必要性に起因する、カメラの精密な位置合わせおよび緊密に制御された光を要求する標準的なチェックカード標的を使用する代替アプローチに対して、明白に異なる利点を提供する。

40

#### 【0038】

図 4 A - C は、本開示のいくつかの実施形態による、標的 102 のためのフレームワークを図示する。図 4 A は、標的 102 の凹面形 / 球形の内部の中が見える、標的 102 の正面図である。

#### 【0039】

複数の切子形 / モザイク式の平面状部分 404 が、一定角度の遷移で縁間を接触させて

50

積み重ねられ、標的 102 を形成する。切子形の平面状部分 404 はそれぞれ、六角形の構造として形成されてもよいが、他の多角形形状もまた、本開示の範囲内である。切子形の平面状部分 404 のそれぞれの間の縫部の角度は、標的 102 の全体的な部分的球形形状の所望される半径によって判定される。前述のように、1つの実施形態では、半径は、概して、較正されているカメラの焦点距離に整合するように構成される。

#### 【0040】

切子形の平面状部分 404 のサイズは、各小面の上に設置されるべき Charuco または Aruco 標的の所望される全体的なサイズ、および / または各小面の上に設置されるべき個々のマーカの数によって判定される。

#### 【0041】

図 4B および 4C は、コンベヤベルトに対して所与の位置および配向に標的 102 を搭載するために標的 102 の背面に取り付けられた、搭載ブラケット 402 を示す。コンベヤベルト上のカメラは、標的 102 に対して移動することが可能であるため、これは、標的が、カメラが複数のポーズから標的の画像を捕捉することを可能にする較正プロセスの間に位置的に調節される必要がないことを意味することに留意されたい。したがって、搭載ブラケット 402 は、構造的に強くかつ効率的に製造可能であることの両方である係止位置ブラケットとして構成することができる。

#### 【0042】

各平面状部分を隣接する平面状部分に取り付けるために、ブラケット 406 が、採用される。これらのブラケット 406 は、1つの平面状部分を、その隣接した平面状部分に対して固定された位置に確実に保持する役割を果たすことができる、任意の好適な構成を含む。いくつかの実施形態では、ブラケット 406 は、平面状部分 404 をその隣接した平面状部分に対して適切な継合角度で搭載するために、角度付けられた湾入形状を含む。

#### 【0043】

図 5 は、1つ以上の光源 502 が標的 102 のバックライトとして提供される、バックライトで照らされた標的 102 を有する較正システム 500 の実施形態を図示する。その上に黒色のチェッカーボード / Aruco / Charuco マーカを有する白色標的の背後で強いバックライトを使用することによって、ゲインおよび露出設定は、試験下のカメラ上でそれらの最小の設定値に低減され、較正に対して低雑音、運動安定性の画像をもたらすことができる。十分な強度を伴い、これはまた、マーカ検出のロバスト性を増加させ、および / またはモーションブラーを低減させる、画像からの非照明要素をマスキングする役割を果たす。いくつかの実施形態では、標的は、不透明であるが、他の実施形態は、異なる透明性レベルの範囲を有する標的を採用してもよい。

#### 【0044】

このように、鏡面性は、著しく低減および / または完全に排除される。これは、概して、標的の画像の認識を除去し、例えば、画像を横断した白色の「しみ」が較正プロセスの間に生じ得る、鏡面性が、外側の反射から生じるためである。バックライトで照らされた標的は、比較的に明るいため、これは、カメラ露光が、唯一の検出可能な照明が標的からのものであり、いかなる鏡面性をも著しく最小限にさせるように十分に低いレベルであることを可能にする。加えて、全体的な構成プロセスは、較正システム全体の処理能力を増加させる役割を果たす、より急速な露光設定からの増加された検出速度に起因して、より急速に実施されることができる。

#### 【0045】

構成システムの処理能力要件に応じて、複数の列のカメラが、本開示のいくつかの実施形態内の較正を受けることができる。図 6 は、複数の列のカメラのアレイ 602 が、1つ以上のコンベヤベルトの上に設置され、標的 102 の画像を捕捉する、例示的アプローチを図示する。標的 102 は、アレイ 602 内のカメラの焦点が、標的 602 に適切に配向されることを確実にするように位置付けられる、および / または構成される。各カメラは、既知の場所に存在し、かつ標的 102 の各平面状の標的表面からオフセットされているため、これは、本明細書に説明される技術が、本実施形態内の較正を実施するために完全

10

20

30

40

50

に使用可能であることを意味する。

#### 【0046】

図7は、上記に説明された装置およびシステムを使用してカメラ較正を実施するためのアプローチのフローチャートを示す。702において、カメラは、コンベヤ装置上の指定された位置におけるコンベヤ装置の上に装填される。前述のように、較正されるべきカメラは、所与の時間に、複数のカメラが潜在的にコンベヤ装置上に位置付けられる、入力スタックからコンベヤベルトの上に装填されてもよい。カメラはそれぞれ、それらの画像捕捉方向を標的に向けて、規定距離を隔てて相互から離間された指定された位置に位置する。

#### 【0047】

704において、画像は、コンベヤ装置上のカメラのそれぞれからの標的の捕捉物である。コンベヤ装置は、カメラの場所を画像捕捉位置のそれぞれに順に移動させるために使用される。したがって、移動／一時停止／画像捕捉／再度移動のサイクルは、各カメラが各指定された位置から画像を撮影するまで反復される。

#### 【0048】

706において、捕捉された画像が、コンピュータ可読媒体内に記憶される。較正分析が、次いで、画像データに関して実施され、カメラデバイスのための較正パラメータを生成することができる。その後、710において、較正されたカメラが、コンベヤ装置から出力スタックの上に装填解除されることができる。

#### 【0049】

図8Aから8Sは、本開示のいくつかの実施形態による、本較正プロセスのための例示的実施例を提供する。図8Aは、複数のカメラのための複数の設置位置を有するコンベヤベルト104を含む、カメラ較正を実施するための例示的システムを示す。ここで、コンベヤベルト104は、較正のために4つのカメラを同時に支持するための4つの位置1、2、3、および4を有するように構成される。前述のように、標的102は、いくつかまたは全ての平面状の標的部分がAruc oおよび/またはCharuc o標的を含む、複数の平面状の標的部分を有する略部分的に球形の形状を含む。

#### 【0050】

データベース622は、較正システム内で較正を受けるカメラによって捕捉されるべき画像データを保持するように較正される。データベース622は、コンベヤベルト104上の各適切な位置において捕捉されるべき画像のための、画像データ内容を個別に記憶するためのデータ部分を含む、データ構造を備える。ここで、データベース622は、位置1のための画像データを保持するための、部分624-1と、位置2のための画像データを保持するための、部分624-2と、位置3のため画像データを保持するための、部分624-3と、位置4のための画像データを保持するための、部分624-4とを含む。

#### 【0051】

図8Bに示されるように、較正されるべきカメラ610aが、(例えば、入力スタックから)コンベヤベルト104の上に装填される。例証のために、この時点において、コンベヤベルト104の上に以前に装填された他のカメラは、存在しないと仮定される。しかしながら、他のカメラのための較正がすでに進行中である場合、図8Bに示される時間枠において、他のカメラもまた、コンベヤベルト104上に示されるであろう。

#### 【0052】

図8Cは、カメラ610aを位置1の中に偏移させるコンベヤベルト104の移動を図示する。この時点において、図8Dに示されるように、コンベヤベルト104は、一時停止し、カメラ610aが標的102の画像を捕捉することを可能にする。カメラ610aによって捕捉された画像は、標的102内のAruc o / Charuc o標的内のいくつかまたは全てのマーカを含む。

#### 【0053】

図8Eに示されるように、捕捉された画像は、データベース622内に記憶される。特に、カメラ610aに対して、データベース622内にエントリが、作成され、カメラ6

10

20

30

40

50

10 aに対するそのエントリ内の場所 624 - 1 が、位置 1 に対して捕捉された画像データを記憶するために採用される。

#### 【0054】

この時点において、図 8 F に示されるように、コンベヤベルト 104 は、再度移動し始め、カメラ 610 a を新たな位置に偏移させる。較正されるべき次のカメラ 610 b もまた、コンベヤベルト 104 の上に装填される。コンベヤベルトの上に同時に設置されるカメラ 610 a および 610 b はそれぞれ、所定の距離を隔てて相互から離間される指定された位置に位置する。

#### 【0055】

図 8 G は、カメラ 610 a および 610 b を、それぞれ、位置 1 および 2 に偏移させるためのコンベヤベルト 104 の移動を図示する。この時点において、図 8 H に示されるように、コンベヤベルト 104 は、一時停止し、カメラ 610 a および 610 b がそれらの個別の位置から標的 102 の画像を捕捉することを可能にする。

10

#### 【0056】

図 8 I に示されるように、捕捉された画像は、次いで、データベース 622 の中に記憶される。610 a によって捕捉された画像に対して、新たな画像が、データベース 622 内の、このカメラに対してすでに作成された同一のエントリの中に記憶されるが、新たな画像は、位置 2 に対して捕捉された画像データを記憶するための、そのエントリ内の場所 624 - 2 の中に設置される。カメラ 610 b に関して、このカメラに対してデータベース 622 内に新たなエントリが、作成され、捕捉された画像は、その新たなエントリに対する場所 624 - 1 内に記憶される。

20

#### 【0057】

図 8 J に示されるように、コンベヤベルト 104 は、再度移動し始め、カメラ 610 a および 610 b を新たな位置に偏移させる。この時点において、較正されるべき次のカメラ 610 c が、コンベヤベルト 104 の上に装填される。前述のように、コンベヤベルトの上に同時に設置されるカメラ 610 a、610 b、および 610 c はそれぞれ、所定の距離を隔てて相互から離間される指定された位置に位置する。

#### 【0058】

図 8 K は、カメラ 610 a、610 b、および 610 c を、それぞれ、位置 1、2、および 3 に相応して移動させるためのコンベヤベルト 104 の移動を示す。この時点において、図 8 L に示されるように、コンベヤベルト 104 は、一時停止し、カメラ 610 a、610 b、および 610 c がそれらの個別の位置から標的 102 の画像を捕捉することを可能にする。

30

#### 【0059】

図 8 M に図示されるように、カメラ 610 a、610 b、および 610 c に対して捕捉された画像は、次いで、データベース 622 の中に記憶される。カメラ 610 a によって捕捉された画像に対して、新たな画像が、データベース 622 内の、このカメラに対してすでに作成された同一のエントリの中に記憶されるが、新たな画像は、位置 3 に対して捕捉された画像データを記憶するための、そのエントリ内の場所 624 - 3 の中に設置される。同様に、カメラ 610 b によって捕捉された新たな画像に関して、画像データは、データベース 622 内の、このカメラ 610 b に対してすでに作成された同一のエントリの中に記憶されるが、新たな画像は、位置 2 に対して捕捉された画像データを記憶するための、そのエントリ内の場所 624 - 2 の中に設置される。カメラ 610 c に関して、このカメラに対するデータベース 622 内に新たなエントリが、作成され、捕捉された画像は、カメラ 610 c に対するその新たなエントリに対する場所 624 - 1 内に記憶される。

40

#### 【0060】

図 8 N は、カメラ 610 a、610 b、および 610 c をそれらの新たな位置に偏移させるためのコンベヤベルト 104 の移動を示す。較正されるべき次のカメラ 610 d もまた、コンベヤベルト 104 の上に装填される。前述のように、コンベヤベルトの上に同時に設置されるカメラ 610 a、610 b、610 c、および 610 d はそれぞれ、所定の

50

距離を隔てて相互から離間される指定された位置に位置する。

#### 【0061】

図8Oは、カメラ610a、610b、610c、および610dを、それぞれ、位置1、2、3、および4に移動させるためのコンベヤベルト104の移動を示す。この時点において、図8Pに示されるように、コンベヤベルト104は、一時停止し、カメラ610a、610b、610c、および610dがそれらの個別の位置から標的102の画像を捕捉することを可能にする。

#### 【0062】

図8Qに図示されるように、カメラ610a、610b、610c、および610dに対して捕捉された画像は、次いで、データベース622の中に記憶される。カメラ610aによって捕捉された画像に対して、新たな画像が、このカメラに対して前述のような同一のエントリの中に記憶されるが、新たな画像は、位置4に対して捕捉された画像データを記憶するための、そのエントリ内の場所624-4の中に設置される。カメラ610bによって捕捉された新たな画像に関して、画像データは、データベース622内の、このカメラ610bに対してすでに作成された同一のエントリの中に記憶されるが、新たな画像は、位置3に対して捕捉された画像データを記憶するための、そのエントリ内の場所624-3の中に設置される。カメラ610aによって捕捉された画像に対して、画像が、データベース622内の、このカメラ610cに対してすでに作成された同一のエントリの中に記憶されるが、新たな画像は、位置2に対して捕捉された画像データを記憶するための、そのエントリ内の場所624-2の中に設置される。カメラ610dに関して、データベース622内に新たなエントリが、作成され、捕捉された画像は、カメラ610dに対するその新たなエントリに対する場所624-1内に記憶される。

#### 【0063】

コンベヤベルトは、ここで、再度移動し始め、較正を受けているカメラの位置を偏移させる。この時点において、カメラ610aは、位置1-4のそれぞれから画像を捕捉した。したがって、図8Rに示されるように、カメラ610aは、ここで、コンベヤベルト104から装填解除ができる。

#### 【0064】

したがって、本アプローチは、各カメラを、標的102の画像を捕捉するために、その連続的に要求される位置に自動的に移動させるように動作した。画像が各カメラによって捕捉された後、コンベヤは、カメラが標的102の別の画像を捕捉するために次の後続の位置に偏移するように再度移動する。この様式で、各カメラは、位置1、2、3、および4のそれぞれから標的102の画像を連続的に捕捉するであろう。いったんカメラが各位置1-4から画像を撮影し終えると、その位置の次の偏移は、そのカメラを出力スタック114の中に設置させるであろう。

#### 【0065】

図8Sに示されるように、カメラ610aに対する画像データは、較正モジュール802によって処理され、画像データを処理することができる。種々の角度付けられた平面から捕捉された異なる視覚的パターン（例えば、チェックカーボードおよびマーカ画像のコーナーポイントを含む）は、捕捉された画像から識別可能であり、内的パラメータおよび外的パラメータ等の較正結果を生成するために使用される。

#### 【0066】

1つ以上のユーザは、制御システム804を使用して、較正システムおよび/または較正モジュール802とインターフェースをとる、およびそれを動作させてもよい。制御システム804および較正モジュール802は、1つ以上のハードウェアシステム、ソフトウェアアプリケーション、またはハードウェアおよびソフトウェアの組み合わせを動作させる、それとインターフェースをとる、またはそれを実装するために使用され得る、任意のタイプのコンピュータステーションを備える。そのようなコンピュータシステムの実施例は、例えば、ネットワーク化された、またはクラウド系のコンピュータプラットフォームに接続された、サーバ、ワークステーション、パーソナルコンピュータ、または遠隔コ

10

20

30

40

50

ンピュータ端末を含む。コンピュータシステムは、ポインティングオブジェクトを操作するためのマウスまたはキーボード等の、システムのアクティビティに対する動作制御を提供するために、ユーザのための1つ以上の入力デバイスを備える。コンピュータシステムはまた、分析結果または制御インターフェースを表示するためのディスプレイモニタ等の表示デバイスと関連付けられてもよい。

#### 【0067】

画像データおよび／または分析結果は、コンピュータ可読記憶媒体620内に記憶されてもよい。コンピュータ可読記憶媒体620は、コンピュータ可読記憶媒体620に位置するデータへの即座のアクセスを可能にするハードウェアおよび／またはソフトウェアの任意の組み合わせを含む。例えば、コンピュータ可読記憶媒体620は、オペレーティングシステムによって動作可能に管理されるコンピュータメモリおよび／またはハードドライブ記憶装置、および／またはネットワークアタッチストレージ(NAS)、ストレージエリアネットワーク(SAN)、またはクラウドストレージ等のネットワーク化された記憶デバイス内の遠隔記憶装置として実装され得る。コンピュータ可読記憶媒体620はまた、永続記憶装置および／または非永続記憶装置上に記憶装置を有する電子データベースシステムとして実装され得る。10

#### 【0068】

図9は、カメラによって、そのカメラのための較正を実施するために捕捉された画像データを処理するためのアプローチのフローチャートを示す。根本的には、ピンホールカメラは、典型的なカメラを較正するために使用されることができ、較正プロセスの目的は、そのカメラと関連付けられる基礎パラメータを識別することである。特に、本開示におけるカメラ較正プロセスは、3次元空間／座標とカメラによって異なる位置において捕捉される種々の2次元画像との間の変換のパラメータを判定する。20

#### 【0069】

したがって、902において、画像データが、カメラによってコンベヤベルト上の異なる位置において捕捉された画像から収集される。前述のように、これらの画像は、標的102から既知の距離およびオフセットを隔ててコンベヤベルト上の既知の所定の場所で捕捉された。例証的なシステムは、4つの位置から捕捉された画像を示すが、較正システムおよびその構成要素の具体的な構成に応じて、任意の数の画像が、カメラによって好適に捕捉され、較正のために使用されてもよい。30

#### 【0070】

この時点において、画像データのフィルタリングおよび／または処理が生じてもよい。例えば、Aruco / Charuco標的内の個々のマーカの周囲からの不要なコンテンツ(例えば、輪郭線コンテンツ)が、カメラによって捕捉され得る。そのようなコンテンツは、較正目的に対して不要であり、したがって、データセットから破棄／フィルタリングされてもよい。加えて、任意の原形を損なった／誤りのあるコンテンツもまた、このステージにおいてフィルタリングされてもよい。

#### 【0071】

904において、マーカが、画像データから識別される。Aruco / Charuco標的内の各マーカは、それ自体の個々のコードを有する個々のマーカである。例えば、ハミングコードは、標的内のマーカ毎に一意の署名を生成するために使用されることができる。所与のマーカ内の具体的なパターンが、分析され、マーカ内の各要素の厳密な位置を確認し、パターンが、「デコード」され、半球形の標的102の具体的な平面状の標的表面上の具体的な場所において具体的なマーカを識別する。40

#### 【0072】

906において、カメラのための内的パラメータおよび外的パラメータが、処理されたマーカデータから導出される。これは、標的の場所の所定の知識が、システムが3次元空間内で識別されたマーカ点の対応付けを確立することができることを意味するため、遂行される。本開示では、複数の標的平面が存在し、これらの平面の全ての場所が、相互に関連して把握されているという事実が、座標空間内に多数の付加的な較正点を提供する。し50

たがって、これは、カメラパラメータの精密かつ正確な推定を大いに促進する。例えば、カメラの射影行列を推定するとき、2次元 / 3次元の対応付けのそれぞれに対して線形推定を実施することによって、線形解が、取得されることができる。線形推定の代わりに、またはそれに追加して、非線形計算が使用されてもよいことに留意されたい。例えば、非線形技術は、線形解を最適化するために採用されてもよい。

#### 【0073】

いったんカメラ射影行列が把握されると、例えば、(a) XおよびY軸両方におけるカメラの焦点距離、(b) カメラ(またはカメラセンサ)の光心、および/または(c) 变形係数等の内的パラメータが、導出されることができる。

#### 【0074】

外的パラメータもまた、カメラから導出されてもよい。カメラの外部にある基準データは、外的パラメータを判定するために得られかつ使用されるであろう。外的パラメータは、カメラ基準システムを、例えば、2台のカメラを伴う立体視的システム内の別のカメラに対して等、別の基準システムに平行移動させるために3次元の回転または3次元の平行移動として得られることがある。

#### 【0075】

908において、較正は、コンピュータ可読媒体上の適切な記憶装置の場所内に較正パラメータを記憶することによって終了される。

#### 【0076】

したがって、説明されたものは、カメラが移動する搬送装置の上に搭載され、多平面較正標的の画像を捕捉する、カメラ較正を実施するために、改良された方法、システム、および装置である。多平面較正標的是、いくつかの実施形態では、バックライトで照らされた標的である。較正プロセスは、捕捉される画像数を低減させながら、同時に全体の情報密度を維持することによって最適化される。したがって、本開示の実施形態は、時間がかかり過ぎ、計算上高価であり、かつ大量生産にはまさに明白に不向きである従来のアプローチの問題を解決する。

#### システムアーキテクチャ概要

#### 【0077】

図10は、本開示の実施形態の実装に好適である例証的なコンピュータシステム1400のブロック図である。コンピュータシステム1400は、バス1406、またはプロセッサ1407、システムメモリ1408(例えば、RAM)、静的記憶デバイス1409(例えば、ROM)、ディスクドライブ1410(例えば、磁気または光学)、通信インターフェース1414(例えば、モデムまたはイーサネット(登録商標)カード)、ディスプレイ1411(例えば、CRTまたはLCD)、入力デバイス1412(例えば、キーボード)、およびカーソル制御等のサブシステムおよびデバイスを相互接続する、通信情報に関する他の通信機構を含む。

#### 【0078】

本開示の1つの実施形態に従って、コンピュータシステム1400は、プロセッサ1407によって、システムメモリ1408内に含有される1つ以上の命令の1つ以上のシーケンスを実行する具体的な動作を実施する。そのような命令は、静的記憶デバイス1409またはディスクドライブ1410等の別のコンピュータ可読/使用可能媒体からシステムメモリ1408の中に読み取られてもよい。代替実施形態では、有線回路は、本開示を実装するためにソフトウェア命令の代わりに、またはそれと組み合わせて使用されてもよい。したがって、本開示の実施形態は、ハードウェア回路および/またはソフトウェアのいかなる具体的な組み合わせにも限定されない。1つの実施形態では、用語「論理」は、本開示の全てまたは部分を実装するために使用されるソフトウェアまたはハードウェアの任意の組み合わせを意味するものとする。

#### 【0079】

本明細書に使用されるような用語「コンピュータ可読媒体」または「コンピュータ使用可能媒体」は、実行のためにプロセッサ1407への命令の提供に関する任意の媒体を

指す。そのような媒体は、限定ではないが、不揮発性媒体および揮発性媒体を含む、多くの形態をとり得る。不揮発性媒体は、例えば、ディスクドライブ1410等の光または磁気ディスクを含む。揮発性媒体は、システムメモリ1408等の動的メモリを含む。

【0080】

コンピュータ可読媒体の一般的な形態は、例えば、フロッピー（登録商標）ディスク、フレキシブルディスク、ハードディスク、磁気テープ、任意の他の磁気媒体、CD-ROM、任意の他の光学媒体、パンチカード、紙テープ、孔のパターンを伴う任意の他の物理的媒体、RAM、PROM、EPROM、フラッシュEPROM、任意の他のメモリチップまたはカートリッジ、またはコンピュータ可読の任意の他の媒体を含む。

【0081】

本開示の実施形態では、本開示を実践するための命令のシーケンスの実行が、単一のコンピュータシステム1400によって実施される。本開示の他の実施形態に従って、通信リンク1415（例えば、LAN、PTSN、または無線ネットワーク）によって結合される2つ以上のコンピュータシステム1400が、相互に協調して本開示を実践するために、要求される一続きの命令を実施してもよい。

【0082】

コンピュータシステム1400は、例えば、アプリケーションコード等のプログラムを含むメッセージ、データ、および命令を、通信リンク1415および通信インターフェース1414を通して伝送かつ受信してもよい。受信されたプログラムコードは、それが受信されるにつれてプロセッサ1407によって実行される、および／または後の実行のためにディスクドライブ1410または他の不揮発性記憶装置内に記憶されてもよい。コンピュータシステム1400は、データインターフェース1433を通して外部記憶デバイス1431上のデータベース1432に通信してもよい。

【0083】

前述の明細書では、本開示は、その具体的な実施形態を参照して説明された。しかしながら、種々の修正および変更が、本開示のより広い精神および範囲から逸脱することなくそこに成され得ることが明白となるであろう。例えば、上記に説明されたプロセスフローは、プロセス動作の特定の順序を参照して説明された。しかしながら、説明されたプロセス動作の多くのものの順序は、本開示の範囲または動作に影響を及ぼすことなく変更されてもよい。故に、本明細書および図面は、制限的な意味ではなく例証的な意味に見なされるべきである。

10

20

30

【図 1 A】

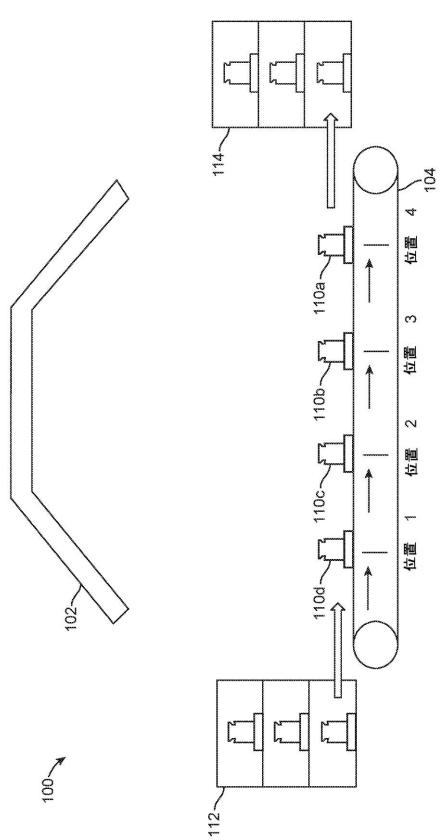


FIG. 1A

【図 1 B】

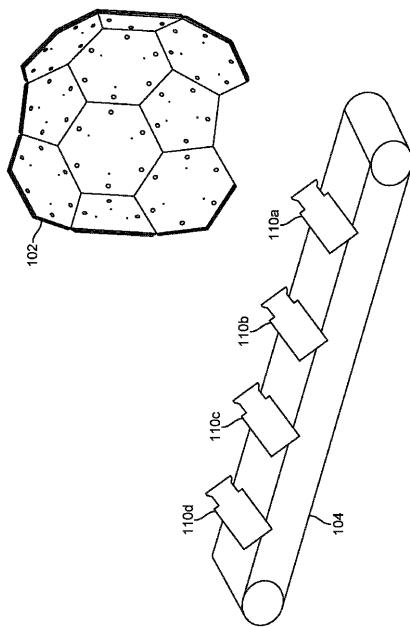


FIG. 1B

【図 2】

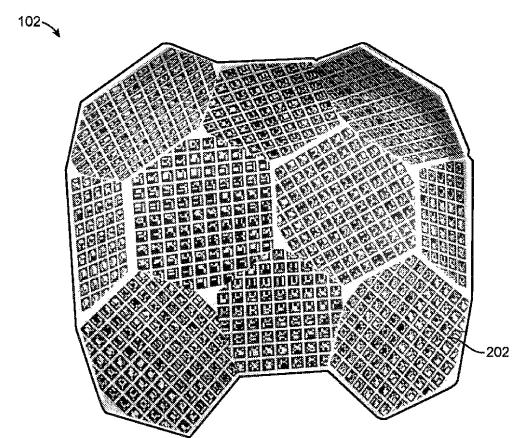


FIG. 2

【図 3 A】

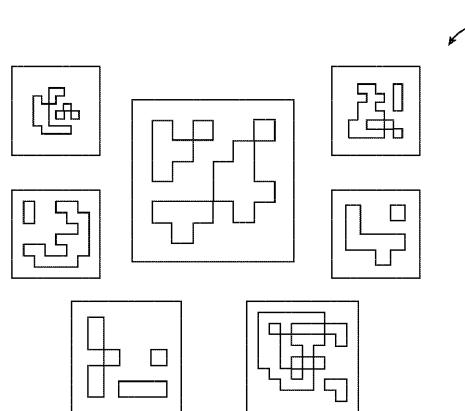
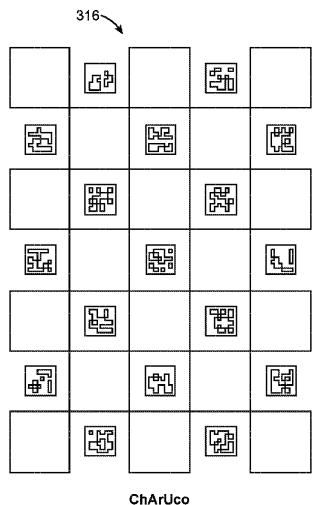


FIG. 3A

【図 3 B】



ChArUco

FIG. 3B

【図 4 A】

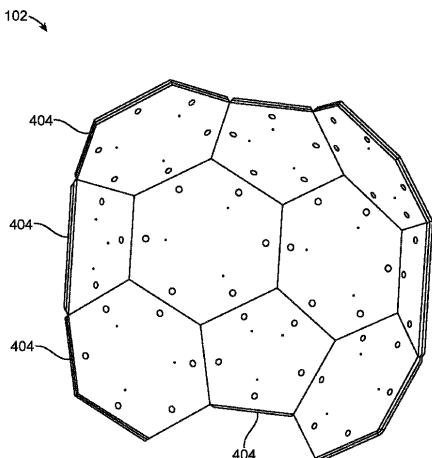


FIG. 4A

【図 4 B】

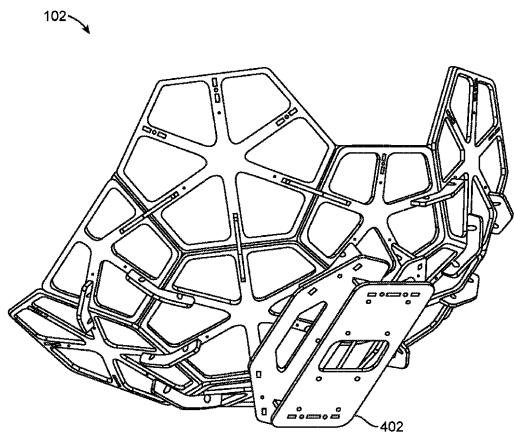


FIG. 4B

【図 4 C】

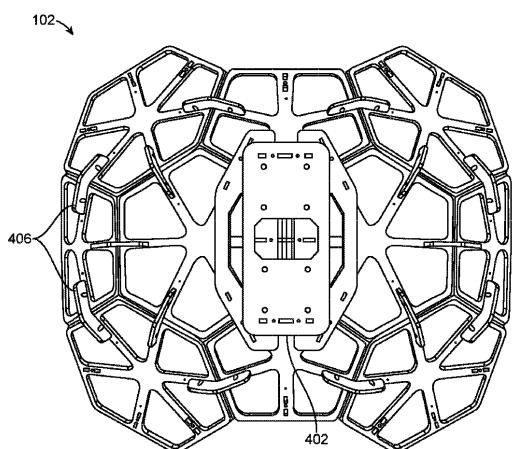
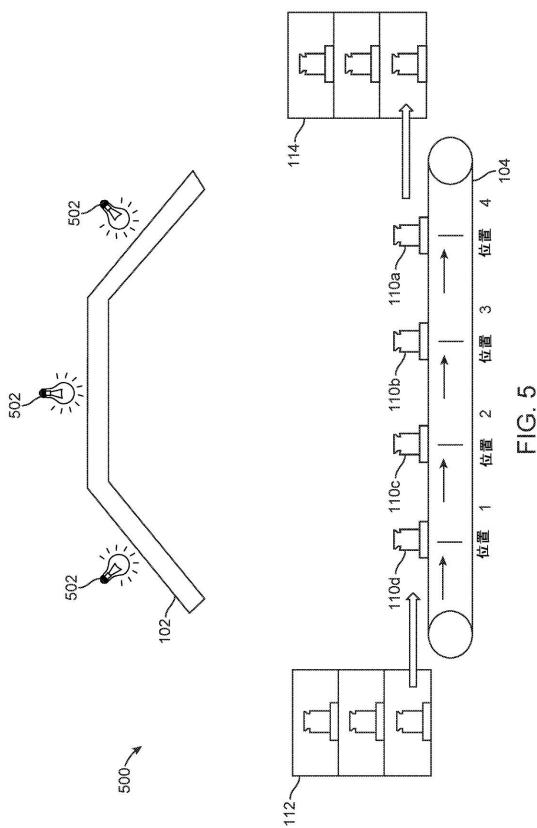
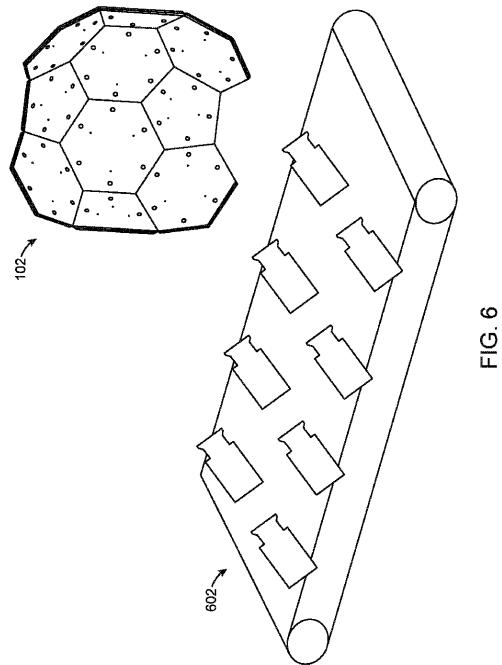


FIG. 4C

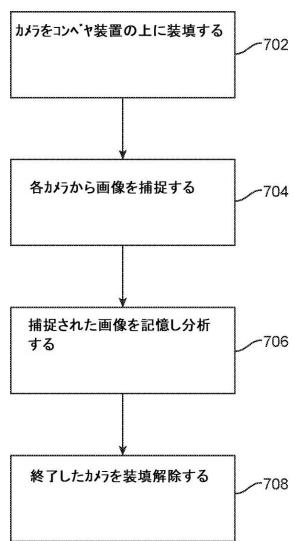
【図5】



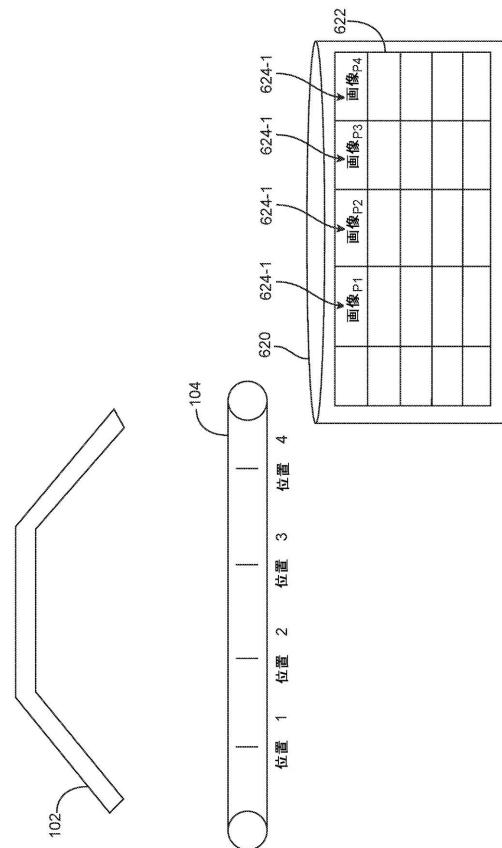
【図6】



【図7】



【図8A】



【図 8 B】

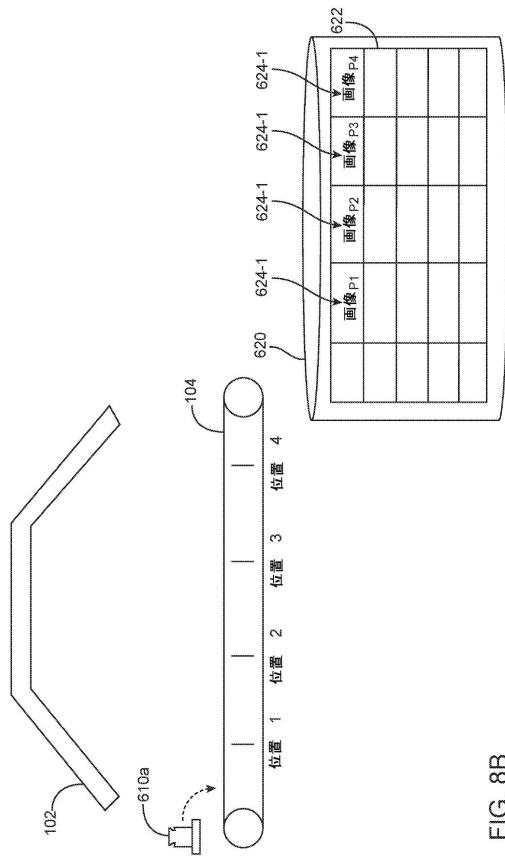


FIG. 8B

【図 8 C】

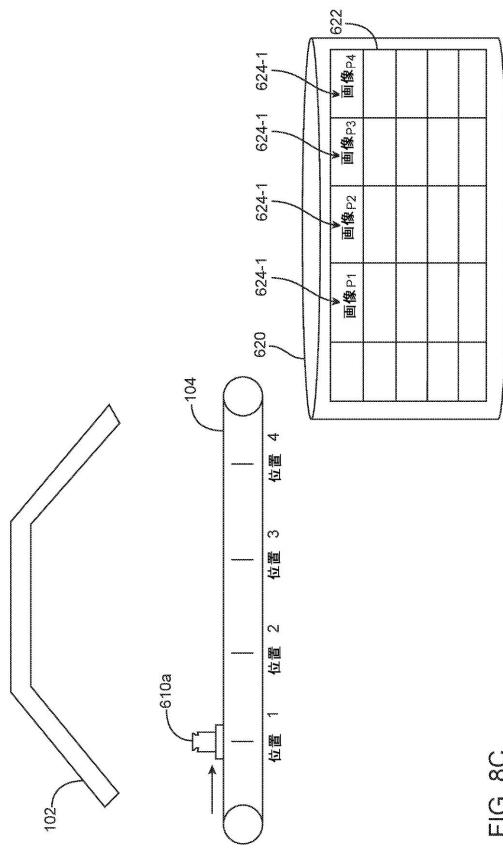


FIG. 8C

【図 8 D】

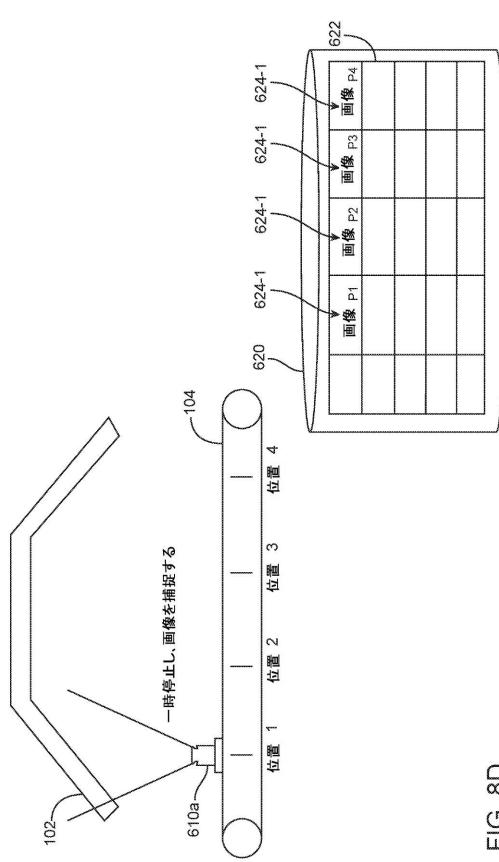


FIG. 8D

【図 8 E】

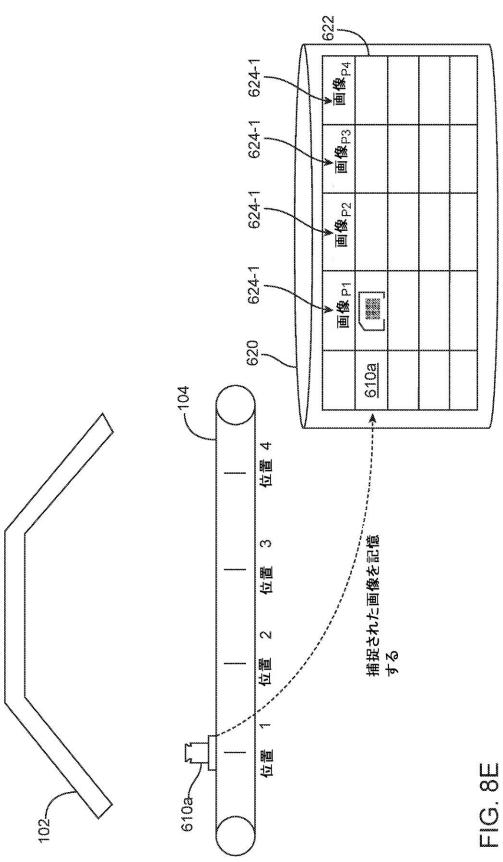


FIG. 8E

【図 8 F】

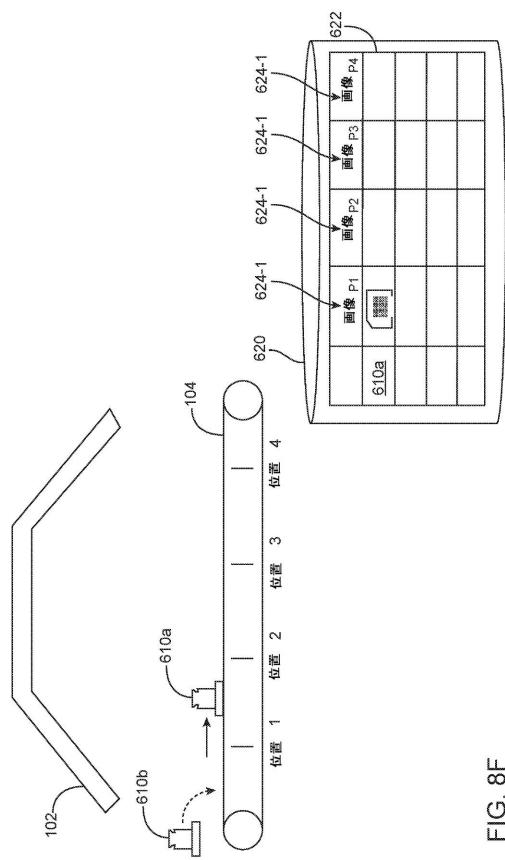


FIG. 8F

【図 8 G】

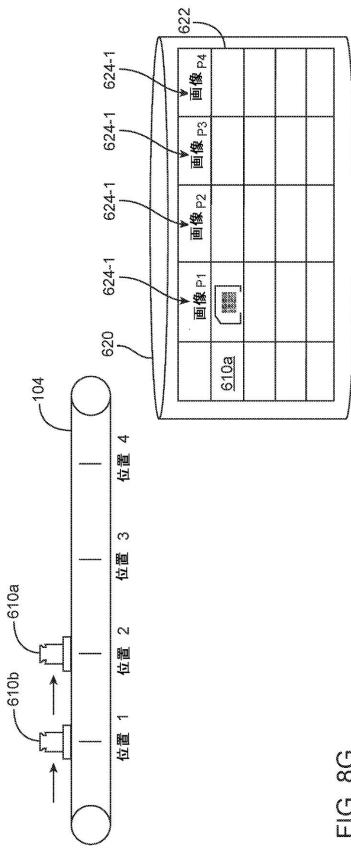


FIG. 8G

【図 8 H】

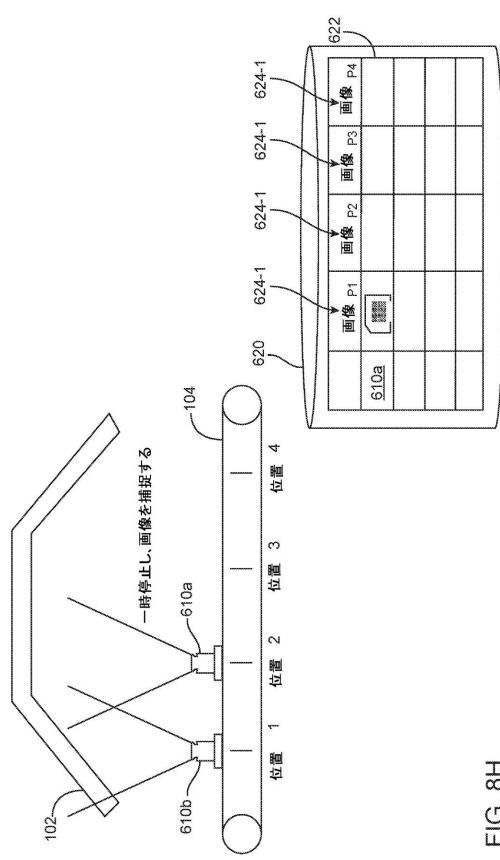


FIG. 8H

【図 8 I】

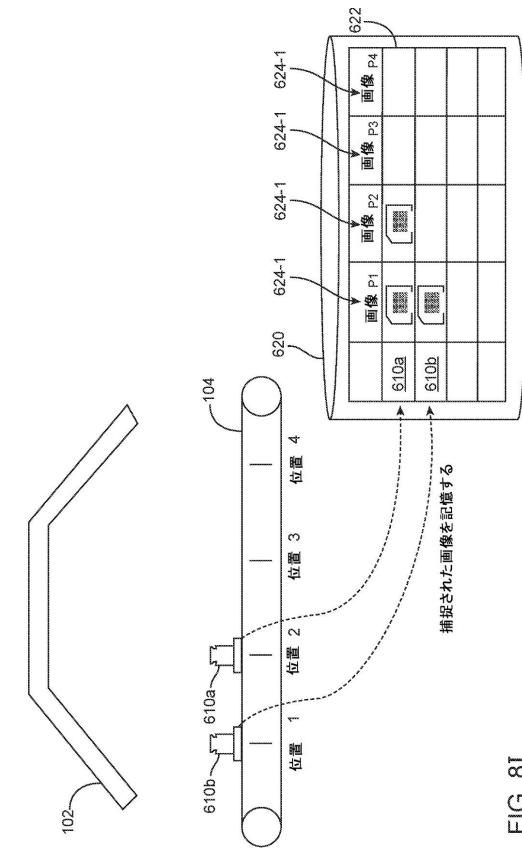


FIG. 8I

【図 8 J】

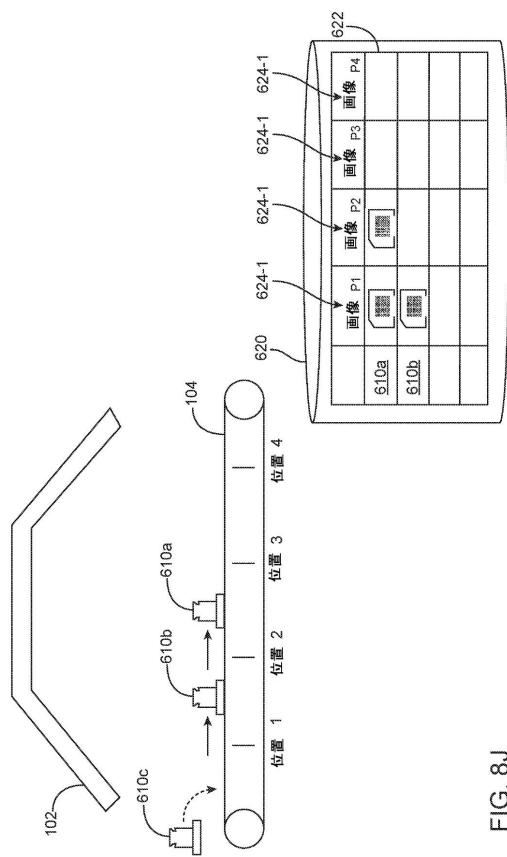


FIG. 8J

【図 8 K】

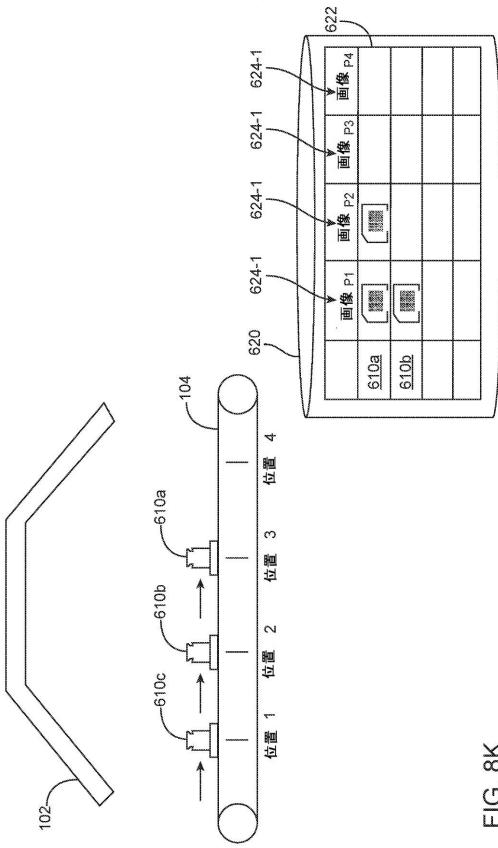


FIG. 8K

【図 8 L】

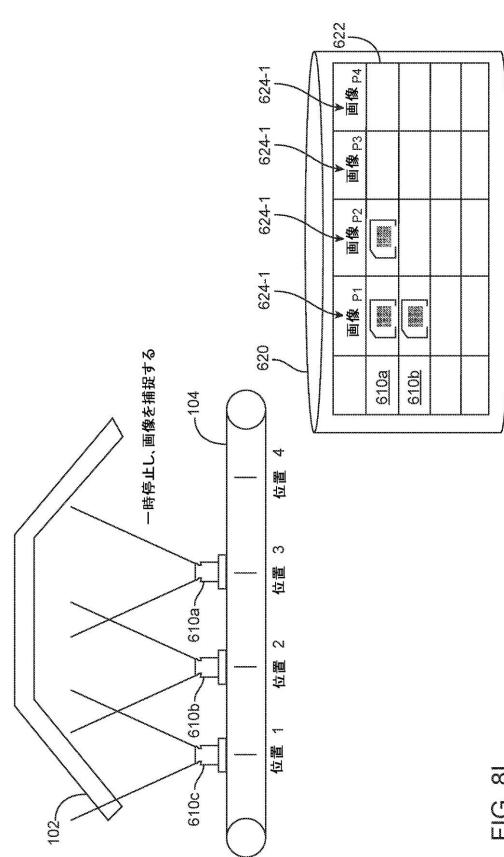


FIG. 8L

【図 8 M】

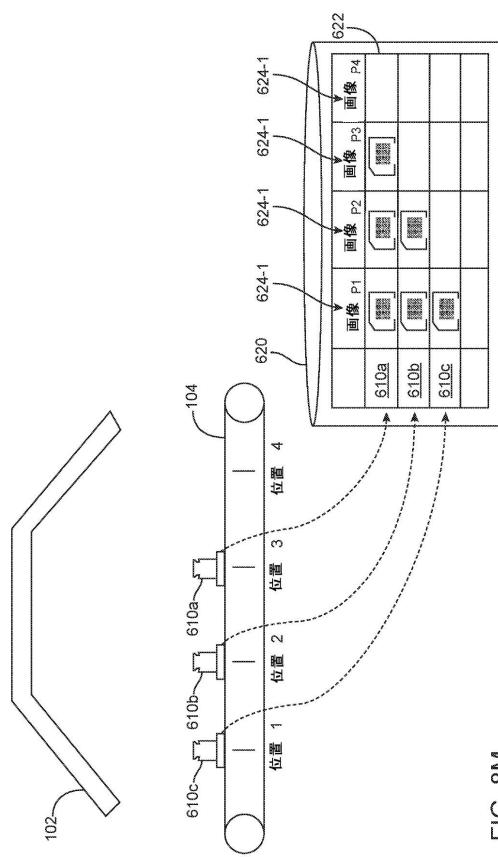


FIG. 8M

【図 8 N】

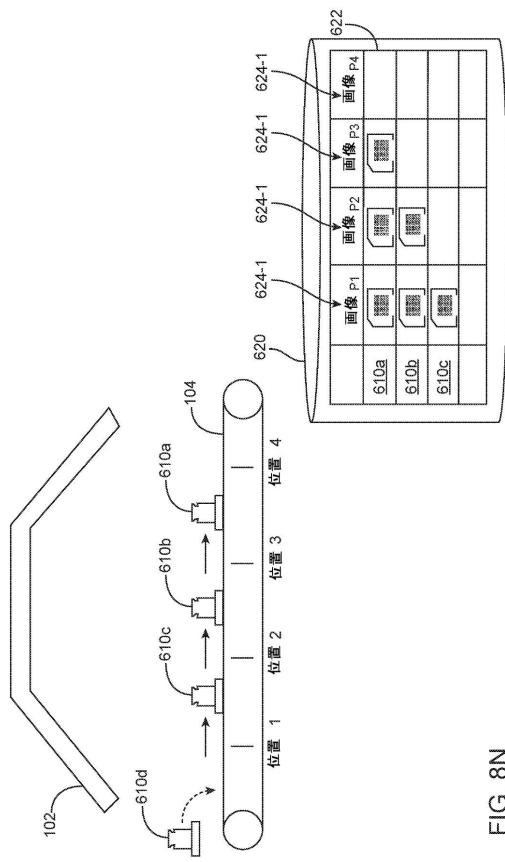


FIG. 8N

【図 8 O】

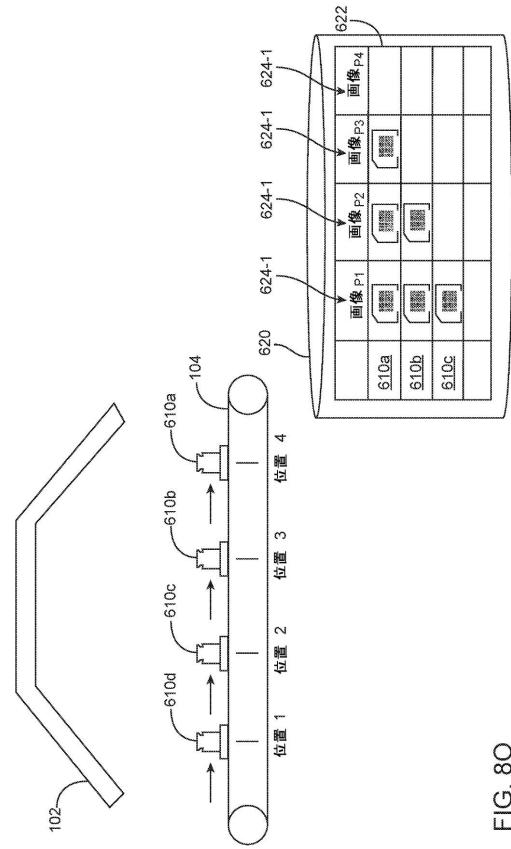


FIG. 8O

【図 8 P】

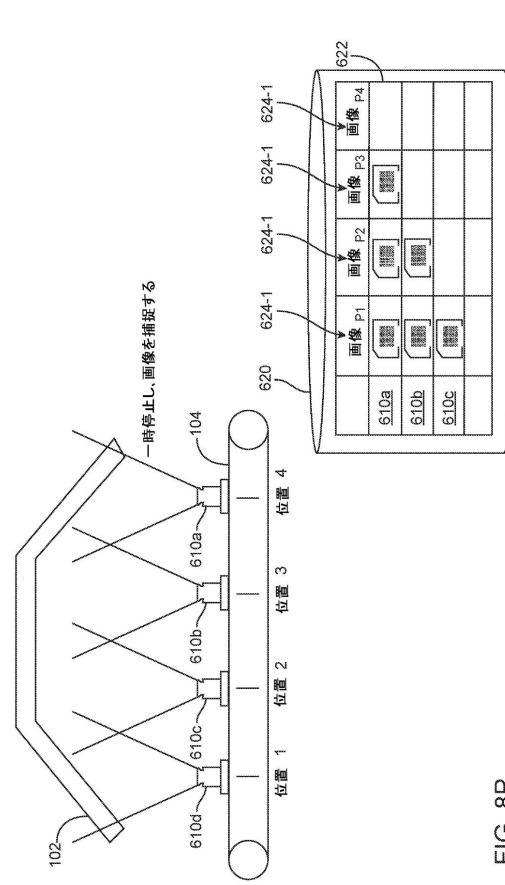


FIG. 8P

【図 8 Q】

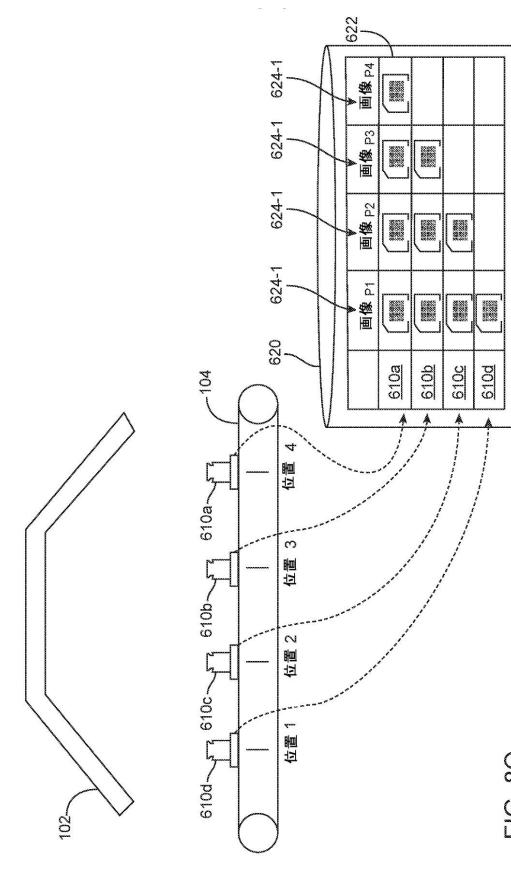


FIG. 8Q

【図 8 R】

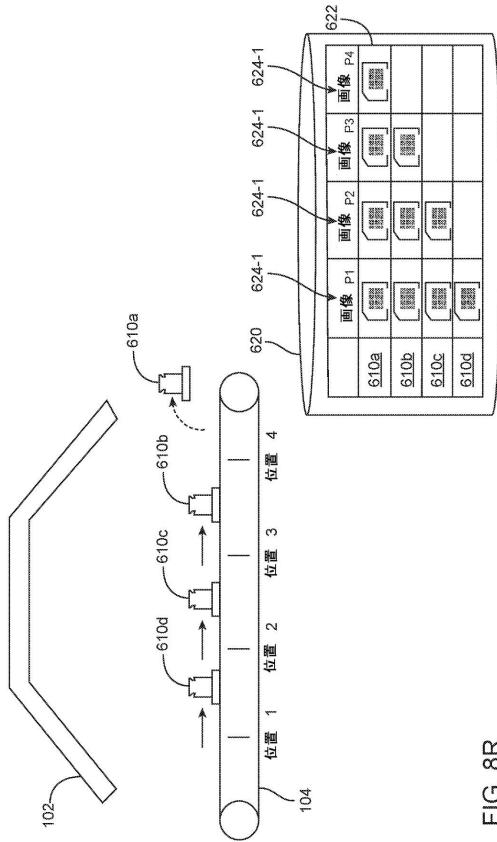


FIG. 8R

【図 8 S】

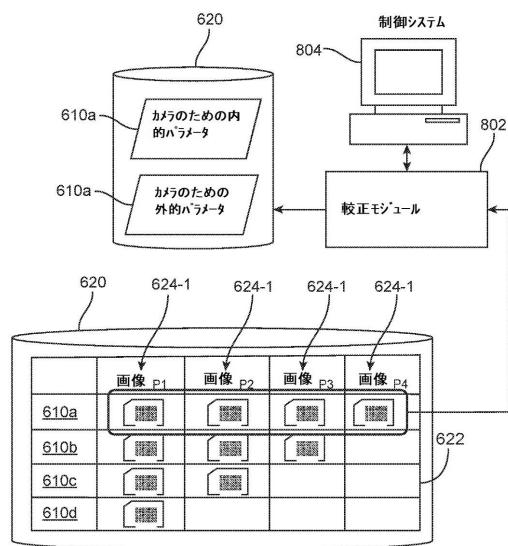


FIG. 8S

【図 9】

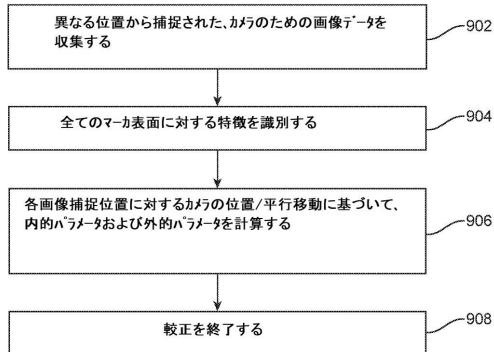


FIG. 9

【図 10】

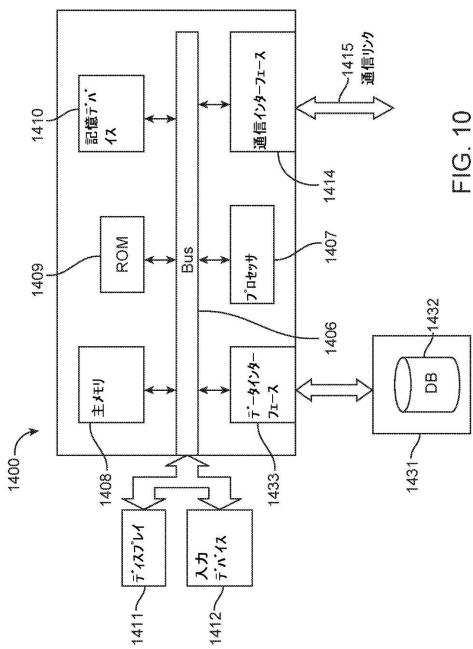


FIG. 10

---

フロントページの続き

(74)代理人 100181674  
弁理士 飯田 貴敏

(74)代理人 100181641  
弁理士 石川 大輔

(74)代理人 230113332  
弁護士 山本 健策

(72)発明者 クランスキー, ジェフリー スティーブン  
アメリカ合衆国 カリフォルニア 95112, サンノゼ, イー テイラーストリート  
350, アパートメント 3109

(72)発明者 ジーダ, フレデリック デニス  
アメリカ合衆国 カリフォルニア 94063, レッドウッドシティ, 2エヌディー アベ  
ニュー 682

(72)発明者 ベソム, グレイス  
アメリカ合衆国 カリフォルニア 95476, ソノマ, ケリー グレン レーン 420

(72)発明者 ツアイ, グレイス シン-イー  
アメリカ合衆国 カリフォルニア 94089, サニーベール, ローレンスステーション  
ロード 1281 ナンバー 465

(72)発明者 グラータ, ジェレミー エー.  
アメリカ合衆国 フロリダ 33076, コーラル スプリングス, エヌダブリュー 109  
ティーエイチ レーン 5696

(72)発明者 ジア, ジヘン  
アメリカ合衆国 フロリダ 33324, プランテーション, エヌダブリュー 90ティーエ  
イチ テラス 822

(72)発明者 ジアン, リ  
アメリカ合衆国 カリフォルニア 94085, サニーベール, レイクサイド ドライブ 1  
267, アパートメント 2070

審査官 益戸 宏

(56)参考文献 特開2014-204198(JP, A)  
国際公開第2017/122500(WO, A1)  
特開2007-135218(JP, A)  
特開2006-121750(JP, A)  
米国特許出願公開第2016/0373734(US, A1)  
米国特許出願公開第2016/0182903(US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N 5/222-257  
G03B 43/00  
G06T 7/80  
H04N 17/00