

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6692640号
(P6692640)

(45) 発行日 令和2年5月13日 (2020.5.13)

(24) 登録日 令和2年4月17日 (2020.4.17)

(51) Int. Cl.

F I

HO 4 N 5/225 (2006.01)
GO 2 B 7/02 (2006.01)
GO 3 B 17/17 (2006.01)
GO 3 B 19/07 (2006.01)

HO 4 N 5/225
GO 2 B 7/02 Z
GO 3 B 17/17
GO 3 B 19/07

請求項の数 26 (全 29 頁)

(21) 出願番号 特願2015-537741 (P2015-537741)
(86) (22) 出願日 平成25年10月10日 (2013.10.10)
(65) 公表番号 特表2016-500962 (P2016-500962A)
(43) 公表日 平成28年1月14日 (2016.1.14)
(86) 国際出願番号 PCT/US2013/064381
(87) 国際公開番号 W02014/062481
(87) 国際公開日 平成26年4月24日 (2014.4.24)
審査請求日 平成28年9月21日 (2016.9.21)
審査番号 不服2018-10436 (P2018-10436/J1)
審査請求日 平成30年8月1日 (2018.8.1)
(31) 優先権主張番号 61/716,339
(32) 優先日 平成24年10月19日 (2012.10.19)
(33) 優先権主張国・地域又は機関
米国 (US)

(73) 特許権者 595020643
クゥアルコム・インコーポレイテッド
QUALCOMM INCORPORATED
アメリカ合衆国、カリフォルニア州 92
121-1714、サン・ディエゴ、モア
ハウス・ドライブ 5775
(74) 代理人 100108855
弁理士 蔵田 昌俊
(74) 代理人 100109830
弁理士 福原 淑弘
(74) 代理人 100158805
弁理士 井関 守三
(74) 代理人 100112807
弁理士 岡田 貴志

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 フォールデッドオブティクスを用いたマルチカメラシステム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光学システムであって、

第1の視野を有するように配置された第1のカメラと、前記第1のカメラは、

光の向きを変えるように構成された光リダイレクタと、

第1のレンズと前記第1のレンズを動かすための第1のアクチュエータとを備える第1のレンズアセンブリと、前記第1のレンズアセンブリは、前記光リダイレクタの光学的に下流に配置される、

前記第1の視野を表す光を受け取るように構成された第1の画像センサと、前記第1の画像センサは、前記光リダイレクタと前記第1のレンズアセンブリとの両方の光学的に下流に配置される、

を備え、

前記第1の視野と少なくとも部分的に重なり合う第2の視野を有するように配置された第2のカメラと、前記第2のカメラは、

第2のレンズと前記第2のレンズを動かすための第2のアクチュエータとを備える第2のレンズアセンブリと、

前記第2の視野を表す光を受け取るように構成された第2の画像センサと、前記第2の画像センサは、前記第2のレンズアセンブリの光学的に下流に配置される、

を備え、

ここにおいて、前記第1の画像センサおよび前記第2の画像センサは、同じ平面にない

10

20

、
を備え、

前記第 1 のレンズは前記第 2 のレンズとは異なる焦点距離を有する、光学システム。

【請求項 2】

前記第 1 の画像センサは、前記第 1 の画像センサと前記第 2 の画像センサとがゼロでない角度で交差するように、前記第 2 の画像センサと非平行である、請求項 1 に記載の光学システム。

【請求項 3】

前記第 1 のレンズアセンブリは、前記光リダイレクタと前記第 1 の画像センサとの間に配置され、前記第 1 のレンズアセンブリは、前記第 1 の画像センサと交差する第 1 の光軸を定める、請求項 2 に記載の光学システム。

【請求項 4】

前記第 1 のレンズアセンブリは第 1 の光軸を定め、前記光リダイレクタは、前記第 1 の光軸に対してゼロでない角度で入射する光を受け取り、前記第 1 の光軸と同一直線上の光を出力するように構成される、請求項 3 に記載の光学システム。

【請求項 5】

前記光リダイレクタは、屈折によって光を再度曲げる (re-angle) ように構成されたプリズムを備える、請求項 4 に記載の光学システム。

【請求項 6】

前記第 1 のアクチュエータは、第 1 のコマンドを受け取ることに応じて前記第 1 のレンズを動かすように構成され、前記第 2 のアクチュエータは、第 2 のコマンドを受け取ることに応答して前記第 2 のレンズを動かすように構成される、請求項 5 に記載の光学システム。

【請求項 7】

1 つまたは複数のプロセッサを備え、前記 1 つまたは複数のプロセッサが、

前記第 1 の画像センサで測定される光に基づいて前記第 1 のアクチュエータに前記第 1 のコマンドを発することと、

前記第 2 の画像センサで測定された光に基づいて前記第 2 のアクチュエータに前記第 2 のコマンドを発することと、

を行うように構成される、請求項 6 に記載の光学システム。

【請求項 8】

前記 1 つまたは複数のプロセッサは、

前記第 1 の画像センサで測定された光に基づいたシーンの第 1 の画像および前記第 2 の画像センサで測定された光に基づいた前記シーンの第 2 の画像を作ることと、前記第 1 の画像は前記第 1 の視野を有し、前記第 2 の画像は前記第 2 の視野を有する、

前記第 1 のおよび第 2 の画像のうちの少なくとも一方を、前記第 1 のおよび第 2 の画像のうちの他方に対してアラインすることと、

を行うように構成される、請求項 7 に記載の光学システム。

【請求項 9】

前記光リダイレクタは、鏡およびプリズムのうちの少なくとも 1 つを備える、請求項 1 に記載の光学システム。

【請求項 10】

1 つまたは複数のプロセッサを備え、前記 1 つまたは複数のプロセッサが、

前記第 1 の画像センサで測定された光に基づいて前記第 1 のアクチュエータに第 1 のコマンドを発することと、

前記第 2 の画像センサで測定された光に基づいて前記第 2 のアクチュエータに第 2 のコマンドを発することと、

前記第 1 の画像センサで測定された光に基づいたシーンの第 1 の画像および前記第 2 の画像センサで測定された光に基づいた前記シーンの第 2 の画像を作ることと、前記第 1 の画像は前記第 1 の視野を有し、前記第 2 の画像は前記第 2 の視野を有する、

前記第 1 のおよび第 2 の画像のうちの少なくとも一方を、前記第 1 のおよび第 2 の画像のうちの他方に対してアラインすることと、

を行うように構成され、

ここにおいて、前記第 1 のアクチュエータは、前記第 1 のコマンドを受け取ることに応答して前記第 1 のレンズを動かすように構成され、前記第 2 のアクチュエータは、前記第 2 のコマンドを受け取ることに応答して前記第 2 のレンズを動かすように構成される、

請求項 1 に記載の光学システム。

【請求項 1 1】

前記 1 つまたは複数のプロセッサは、

前記アラインされた第 1 の画像を前記アラインされた第 2 の画像と合成することと、

前記合成画像をメモリに保存することと、

を行うように構成される、請求項 1 0 に記載の光学システム。

10

【請求項 1 2】

前記合成画像は合成視野を有し、前記合成視野は、前記第 1 の視野と前記第 2 の視野との間の前記重なり合いのうちの少なくとも一部を備える、請求項 1 1 に記載の光学システム。

【請求項 1 3】

前記 1 つまたは複数のプロセッサは、

前記第 1 の視野と前記第 2 の視野との間の重なり合いを構成する第 3 の視野を有する第 3 の画像を作る、

ことを行うように構成される、請求項 1 0 に記載の光学システム。

20

【請求項 1 4】

撮影の方法であって、

光学システムの第 1 のカメラで、前記第 1 のカメラは第 1 の視野を有するように配置され、前記第 1 のカメラは、(a) 光リダイレクタ、(b) 第 1 のレンズと前記第 1 のレンズを動かすための第 1 のアクチュエータとを備える第 1 のレンズアセンブリ、および(c) 第 1 の画像センサを備える、

前記光リダイレクタを用いて、前記第 1 の視野を表す第 1 の光の向きを変えることと、前記向きを変えられた第 1 の光を前記第 1 のレンズを通して進行させることと、前記進行された第 1 の光を前記第 1 の画像センサで受け取ることと、

30

前記光学システムの第 2 のカメラで、前記第 2 のカメラは、前記第 1 の視野と少なくとも部分的に重なり合う第 2 の視野を有するように配置され、前記第 2 のカメラは、(a) 第 2 のレンズと前記第 2 のレンズを動かすための第 2 のアクチュエータとを備える第 2 のレンズアセンブリ、および(b) 第 2 の画像センサを備え、ここにおいて、前記第 1 の画像センサおよび前記第 2 の画像センサは、同じ平面にない、

前記第 2 の視野を表す第 2 の光を前記第 2 のレンズを通して進行させることと、前記進行された第 2 の光を前記第 2 の画像センサで受け取ることと、

を備え、

前記第 1 のレンズは前記第 2 のレンズとは異なる焦点距離を有する、方法。

【請求項 1 5】

前記第 1 の画像センサは、前記第 1 の画像センサと前記第 2 の画像センサとがゼロでない角度で交差するように、前記第 2 の画像センサと非平行である、請求項 1 4 に記載の方法。

40

【請求項 1 6】

前記第 1 のレンズアセンブリは、前記光リダイレクタと前記第 1 の画像センサとの間に配置され、前記第 1 のレンズアセンブリは、前記第 1 の画像センサと交差する第 1 の光軸を定める、請求項 1 5 に記載の方法。

【請求項 1 7】

前記第 1 のレンズアセンブリは第 1 の光軸を定め、前記光リダイレクタは、前記第 1 の光軸に対してゼロでない角度で入射する第 1 の光を受け取り、前記第 1 の光軸と共線的な

50

第 1 の光を出力するように構成される、請求項 1 6 に記載の方法。

【請求項 1 8】

前記光リダイレクタは、屈折によって光を再度曲げる (re-angle) ように構成されたプリズムを備える、請求項 1 7 に記載の方法。

【請求項 1 9】

前記第 1 のアクチュエータは、第 1 のコマンドを受け取ることに応じて前記第 1 のレンズを動かすように構成され、前記第 2 のアクチュエータは、第 2 のコマンドを受け取ることに応答して前記第 2 のレンズを動かすように構成される、請求項 1 8 に記載の方法。

【請求項 2 0】

受け取られた第 1 の光を前記第 1 の画像センサで測定することと、
受け取られた第 2 の光を前記第 2 の画像センサで測定することと、
測定された第 1 の光に基づいて、前記第 1 のアクチュエータに前記第 1 のコマンドを発することと、
測定された第 2 の光に基づいて、前記第 2 のアクチュエータに前記第 2 のコマンドを発することと、
を備える、請求項 1 9 に記載の方法。

【請求項 2 1】

前記第 1 のコマンドに応答して前記第 1 のアクチュエータが動いた後に、第 1 の画像が前記第 1 の視野を有するように、測定された第 1 の光に基づいて、シーンの前記第 1 の画像を作ることと、

前記第 2 のコマンドに応答して前記第 2 のアクチュエータが動いた後に、第 2 の画像が前記第 2 の視野を有するように、測定された第 2 の光に基づいて、前記シーンの前記第 2 の画像を作ることと、

前記第 1 のおよび第 2 の画像のうちの少なくとも一方を、前記第 1 のおよび第 2 の画像のうちの他方に対してアラインすることと、
を備える、請求項 2 0 に記載の方法。

【請求項 2 2】

前記光リダイレクタは、鏡およびプリズムのうちの少なくとも 1 つを備える、請求項 1 4 に記載の方法。

【請求項 2 3】

前記第 1 の画像センサで測定された第 1 の光に基づいて前記第 1 のアクチュエータに第 1 のコマンドを発することと、前記第 1 のアクチュエータは前記第 1 のコマンドに応答して動く、

前記第 2 の画像センサで測定された第 2 の光に基づいて前記第 2 のアクチュエータに第 2 のコマンドを発することと、前記第 2 のアクチュエータは前記第 2 のコマンドに応答して動く、

前記第 1 の画像センサで測定された第 1 の光に基づいたシーンの第 1 の画像を作ることと、前記第 1 の画像は前記第 1 の視野を有する、

前記第 2 の画像センサで測定された第 2 の光に基づいた前記シーンの第 2 の画像を作ることと、前記第 2 の画像は前記第 2 の視野を有する、

前記第 1 のおよび第 2 の画像のうちの少なくとも一方を、前記第 1 のおよび第 2 の画像のうちの他方に対してアラインすることと、
を備える、請求項 1 4 に記載の方法。

【請求項 2 4】

前記アラインされた第 1 の画像を前記アラインされた第 2 の画像と合成することと、
前記合成画像をメモリに保存することと、
を備える、請求項 2 3 に記載の方法。

【請求項 2 5】

前記合成画像は合成視野を有し、前記合成視野は、前記第 1 の視野と前記第 2 の視野との間の前記重なり合いのうちの少なくとも一部を備える、請求項 2 4 に記載の方法。

【請求項 2 6】

前記第 1 の視野と前記第 2 の視野との間の重なり合いを構成する第 3 の視野を有する第 3 の画像を作ること、

を備える、請求項 2 3 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

[0001] 本開示は、マルチカメラアレイを含む撮像システム及び方法に関するものである。特に、本開示は、画質を維持又は向上させつつロープロファイル撮像システム及びモバイルデバイスを可能にするシステム及び方法に関するものである。

10

【背景技術】

【0002】

[0002] 多くのモバイルデバイス、例えば、携帯電話及びタブレットコンピューティングデバイス、は、静止画像及び/又は映像画像をキャプチャするために使用者によって操作することができるカメラを含む。モバイルデバイスは、典型的には相対的に小型であるように設計されているため、カメラ又は撮像システム(imaging system)はロープロファイル(low-profile)にモバイルデバイスを維持するために可能な限り薄型に設計することが重要である。様々な従来のデバイスでは、モバイルデバイスの厚さは、撮像センサを側面において回転させ及びセンサへの光線を曲げるために反射デバイスを用いることによって可能な限り薄く維持されている。しかしながら、この特定の解決方法はそれほどロバスト(robust)でない。その理由は、撮像センサの幅及びピクセルピッチがカメラの最高の解像度を決定することができるためである。

20

【0003】

[0003] その他の従来のデバイスでは、モバイルデバイスの厚さは、撮像システムの焦点距離を短くすることによって可能な限り薄く維持される。しかしながら、システムの焦点距離が可能な限り短くなるように設計されるときには様々な問題が発生する可能性がある。例えば、システムの焦点距離と視野は反比例の関係にあるため、焦点距離を短くすることは、例えば、約 60 度以上の視野で、画像が自然の画像をから不自然な広い視野の画像なる程度にまで視野を拡大させるおそれがある。さらに、レンズのロールオフ(roll-off)、例えば、画像の中心と比較して画像の縁部付近の光又は輝度が失われることは、焦点距離が短くなるのに従って増大することがある。従って、モバイルデバイス内の撮像システムの焦点距離が短くされるのに応じて、望ましくないレンズのロールオフに起因して画質が劣化するおそれがある。

30

【0004】

[0004] さらに、様々なモバイルデバイス内の撮像システムの変調伝達関数(MTF)は、画像の中央と比較して画像の縁部付近においてより低い解像度を作り出すことがあり、それは、MTF ロールオフと呼ぶことができる。MTF ロールオフも焦点距離と反比例の関係にあるため、モバイルデバイスにおける短くされた焦点距離は、画像の縁部における解像度を低下させるおそれがある。さらに、より短い焦点距離は、レンズの主光線の入射角を大きくするおそれがあり、それも、望ましくないアーティファクトを生み出す可能性があり、ピクセル間での増大した光と電氣的漏話、及びより低いセンサ MTF 性能を含む。従って、画質を維持又は向上させつつモバイルデバイス内の撮像システムの厚さを薄くすることが有利であることができる。

40

【発明の概要】

【0005】

[0005] ここにおいて説明されるフォールドドオブティクセンサアレイ(folded optic sensor array)及び画像キャプチャ技法は、焦点距離を短くせずに及びセンサアレイの視野における画像の解像度を低下させずにロープロファイル画像キャプチャデバイスを創作することを可能にする。一次面及び二次面を用いてアレイ内の各センサ方に光を向けることによって、及び、入光を一次面と二次面との間で集

50

束させるために使用されるレンズアセンブリを配置することによって、センサアレイは、レンズアセンブリに垂直な平らな基板上に配置することができる。より長い焦点距離は、光学ズーム、等の特徴を実装することを可能にし、及び、伝統的なモバイルカメラによって一般的に与えられるスペースよりも大きいスペースを要求するより複雑な光学を組み入れること、例えば、より多くの光学素子を追加すること、を可能にする。カメラの鋭さ (acuity) は、カメラの角解像度を意味し、カメラが遠く離れた物体をどれだけ良く解像するかを定義し、焦点距離に比例し、従って、より長いカメラから直接利益を受ける。

【0006】

[0006] 実施形態の一部は、ターゲット画像を備える入光をアレイ内のセンサによるキャプチャのために複数の部分に分割するために、例えば、複数の表面を有する中央鏡を採用することができる。その他の実施形態は、複数の面を有するプリズムを採用することができ、各面は、ターゲット画像を備える光の一部分をアレイ内のセンサの方に向ける。分割された光の各部分は、レンズアセンブリ内を通過させ、センサの真上又は真下に配置された表面で反射させ、各センサが画像の一部分をキャプチャするようにすることができる。幾つかの状況では、アレイ内の各センサは、アレイ内の近隣センサによってキャプチャされる部分とわずかに重なり合う画像の部分の一部分をキャプチャすることができ、これらの部分は、例えば、画像スティッチング (stitching) 技法によって組み立ててターゲット画像にすることができる。

【0007】

[0007] 一実施形態により、画像キャプチャシステムは、複数の画像センサと、複数のレンズアセンブリと、シーンの少なくとも一部分を備える光を複数のレンズアセンブリのうちの少なくとも1つ内を通すために配置された一次面と、複数の二次面と、複数の部分的な画像を組み立ててターゲット画像にするように構成された処理モジュールと、を備え、複数の画像センサの各々は、複数の視野のうちの1つを有し、複数の視野の各々は、シーンの実質的に異なる部分を備え、各レンズアセンブリは、複数の画像センサのうちの1つに対応し、二次面の各々は、光の少なくとも一部分を複数のレンズアセンブリのうちの1つから複数の画像センサのうちの1つ内に向け、複数の画像センサの各々は、複数の部分的画像のうちの1つをキャプチャし、複数の部分的画像のうちの各々は、複数の視野のうちの1つに対応する。

【0008】

[0008] 画像キャプチャシステムは、実質上平らな基板をさらに備えることができる。複数の画像センサ、複数のレンズアセンブリ、一次面及び二次面は、様々な適切な構成で基板上に配置することができる。一次面は、1つ以上の反射面を備えることができ、幾つかの実施形態では、ターゲット画像シーンを備える入光を向けるように構成された1つ以上の面を備えるプリズムであることができる。

【0009】

[0009] 他の実施形態により、ターゲット画像シーンをキャプチャするための方法が提供され、方法は、複数の画像センサを提供するステップであって、複数の画像センサの各々は、複数の視野のうちの1つを有し、複数の視野の各々は、シーンの実質的に異なる部分を有するステップと、複数のレンズアセンブリを提供するステップであって、各レンズアセンブリは、複数の画像センサのうちの1つに対応するステップと、シーンの少なくとも一部分を備える光を少なくとも1つの一次面を用いて複数のレンズアセンブリのうちの各々の方に向けるステップと、複数のレンズアセンブリの各々からの光を複数の二次面を用いて複数の画像センサのうちの対応する1つの方に向けるステップと、複数の部分的画像をキャプチャするステップであって、複数の部分的画像の各々は、複数の画像センサのうちの1つによってキャプチャされ及び複数の視野のうちの1つに対応するステップと、複数の部分的画像をターゲット画像に組み立てるステップと、を備える。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【 0 0 1 0 】画像キャプチャの様々な態様が、添付図面において例によって示され、ただし、例によって限定するものではない。

【図 1 A】【 0 0 1 1 】フォールデッドオプティックセンサアセンブリの実施形態の横断面側面図である。

【図 1 B】【 0 0 1 2 】図 1 A のフォールデッドオプティックセンサアセンブリの投影された視野の実施形態の上から見た図である。

【図 2】【 0 0 1 3 】画像キャプチャデバイスの一実施形態のブロック図である。

【図 3 A】【 0 0 1 4 】フォールデッドオプティックセンサレイの実施形態のブロック図である。

【図 3 B】【 0 0 1 5 】図 3 A のフォールデッドオプティックセンサレイの実施形態の透視図である。

10

【図 3 C】【 0 0 1 6 】図 3 A - B のフォールデッドオプティックセンサレイの一実施形態の概略図である。

【図 4】【 0 0 1 7 】コンポーネントの角度関係を示したフォールデッドオプティックセンサアセンブリの一実施形態の横断面側面図である。

【図 5 A】【 0 0 1 8 】フォールデッドオプティックセンサレイの他の実施形態の透視図である。

【図 5 B】【 0 0 1 9 】フォールデッドオプティックセンサレイのさらに他の実施形態の透視図である。

【図 5 C】【 0 0 2 0 】図 5 A - B のフォールデッドオプティックセンサレイの投影視野の実施形態の概略図である。

20

【図 6 A】【 0 0 2 1 】フォールデッドオプティックセンサレイの他の実施形態の透視図である。

【図 6 B】【 0 0 2 2 】図 6 A のフォールデッドオプティックセンサレイの投影視野の実施形態の概略図である。

【図 7】【 0 0 2 3 】カスケード式フォールデッドオプティックセンサレイの実施形態のブロック図である。

【図 8】【 0 0 2 4 】フォールデッドオプティックセンサアセンブリの他の実施形態の横断面側面図である。

【図 9】【 0 0 2 5 】フォールデッドオプティック画像キャプチャプロセスの実施形態を示した図である。

30

【発明を実施するための形態】

【 0 0 1 1 】

【 0 0 2 6 】ここにおいて開示される実装は、モバイル撮像用途に関するシステム、方法及び装置を提供する。例えば、ここにおいて説明されるように、画質を維持又は向上させつつモバイルデバイスのフォームファクタを低減させるのが望ましいであろう。ここにおいて開示される実装は、撮像システムの視野にわたって複数の撮像センサ及び／又は複数のレンズを採用することによって撮像システムの厚さを薄くするためにモバイルデバイスにおいて使用することができる。様々な実装において、カメラ及び／又は撮像レンズのアレイを 1 つ以上の反射面に隣接させて提供することができる。センサのアレイは、複数の、重なり合う画像をキャプチャすることができ、それらは、高い画質及び解像度を維持しながら単一の画像を形成するために 1 つにスティッチ (s t i t c h) することができる。複数のセンサを基板上に横方向に間隔をあけて、又はシステム内において互いに隣接させて配置することによって、撮像システムの全体的な高さ又は厚さを小さくすることができる。様々な実装において、開示されるシステムは、相対的に長い光学路の長さを含むいわゆるフォールデッドオプティックシステムであることができる。焦点距離を実質的に短くしないことによって、上述される画質の低下を回避することができ、その一方で、高さが低くなった撮像システムを維持することができる。

40

【 0 0 1 2 】

【 0 0 2 7 】開示される概念の数多くのその他の実装が可能であることが評価されるべき

50

である。開示された実装によって様々な利点を達成させることができる。例えば、撮像システムを含むモバイルデバイスの全体的な厚さを、モバイルデバイスで使用される従来の撮像システムと比較して薄くすることができる。さらに、センサアレイの視野全体における画像の解像度を向上させることができ及び伝統的なカメラにおいて見受けられる解像度のロールオフを回避することができる（例えば、解像度が縁部において低下することがある）。さらに、システムの視野全体における複数のレンズの使用は、視野全体における総合的な有効解像度を向上させることができる。さらに、複数のレンズの使用は、カメラの焦点距離を長くし、従って、カメラの鋭さを向上させることができる。

【 0 0 1 3 】

[0 0 2 8] 様々なアレンジメントにおいて、各カメラの視野は、特定の目的、例えば、後処理の後に焦点を調整する能力を可能にする、を達成させるために重なり合う（overlapped）ことができる。さらに、2つの同時画像をキャプチャしてそれらを結合させるために高ダイナミックレンジカメラを実装することができる。さらに、アレイ内の各カメラのレンズとセンサとの間の焦点距離を変えることによってオートフォーカス用途を実装することができる。ここにおいて説明されるように、様々なその他の利点及び実装を達成させることができる。

10

【 0 0 1 4 】

[0 0 2 9] これらの実施形態は、ハードウェア、ソフトウェア、ファームウェア、又はそれらの組み合わせにおいて実装できることを当業者は認識するであろう。当業者は、情報及び信号は様々な異なる技術及び技法のうちのいずれかを用いて表すことができることを理解するであろう。例えば、上記の説明全体を通じて参照されることがあるデータ、命令、コマンド、情報、信号、ビット、シンボル、及びチップは、電圧、電流、電磁波、磁場、磁粒子、光学場、光学粒子、又はそれらのあらゆる組合せによって表すことができる。

20

【 0 0 1 5 】

[0 0 3 0] 以下の説明では、例に関する徹底的な理解を提供するために具体的な詳細が与えられる。しかしながら、それらの例はこれらの具体的な詳細なしで実践可能であることが当業者によって理解されるであろう。例えば、それらの例を不必要に詳細に説明して曖昧にすることがないように電気的コンポーネント/デバイスはブロック図で示すことができる。その他の例では、該コンポーネント、その他の構造及び技法は、それらの例についてさらに説明するために詳細に示すことができる。

30

【 0 0 1 6 】

[0 0 3 1] 例は、プロセスとして説明することができ、それは、フローチャート、流れ図、有限状態図、構造図、又はブロック図として描かれることが注記される。フローチャートは、動作を順次のプロセスとして描くが、動作の多くは、並行して、又は同時に行うことができ、及び、プロセスは繰り返すことができる。さらに、動作の順序は、再編することができる。プロセスは、その動作が完了されたときに終了される。プロセスは、メソッド、関数、プロシージャ、サブルーチン、サブプログラム、等に対応することができる。プロセスがソフトウェア関数に対応するときには、その終了は、呼び出し関数又は主関数に戻ることに対応する。

40

【 0 0 1 7 】

[0 0 3 2] 今度は図 1 A - B を参照し、典型的なフォールデッドオプティクスマルチセンサアセンブリ 100 がより詳細に説明される。図 1 A において示されるように、センサアセンブリ 100 は、画像センサ 105、125、反射面 110、135、レンズアセンブリ 115、130、中央反射面 120 を含むことができ、すべて基板 150 に取り付けられる。

【 0 0 1 8 】

[0 0 3 3] 画像センサ 105、125 は、幾つかの実施形態では、電荷結合素子（CCD）、相補型金属酸化膜半導体センサ（CMOS）、又は、光を受け取り、受け取られた画像に応答して画像データを生成するあらゆるその他の画像検知デバイスを備えることが

50

できる。画像センサ 105、125 は、静止写真の画像データを得ることができ及びキャプチャされた映像ストリーム内での動きに関する情報も提供することができる。センサ 105、125 は、個々のセンサであることができ、又は、センサのアレイ、例えば、3 × 1 アレイ、を表すことができる。しかしながら、当業者によって理解されるように、開示される実装ではあらゆる適切なセンサのアレイを使用することができる。

【0019】

[0034] センサ 105、125 は、図 1A に示されるように基板 150 上に載せることができる。幾つかの実施形態では、平らな基板 150 に取り付けることによってすべてのセンサが 1 つの平面上に存在することができる。基板 150 は、適切な実質上平らな材料であることができる。中央反射面 120 及びレンズアセンブリ 115、130 も同様に基板 150 に取り付けることができる。センサアレイ又はアレイ（複数）、複数のレンズアセンブリ、及び複数の一次的及び二次的な反射面又は屈折面を取り付けるために複数の構成が可能である。

10

【0020】

[0035] 幾つかの実施形態では、中央反射面 120 は、ターゲット画像シーンからセンサ 105、125 の方に光を向けるために使用することができる。中央反射面 120 は、1 つの鏡又は複数の鏡であることができ、及び入光を画像センサ 105、125 に適切に向けるために必要に応じて平らであること又は形状を有することができる。例えば、幾つかの実施形態では、中央反射面 120 は、入ってきた光線を、レンズアセンブリ 115、130 を通じてセンサ 105、125 に反射させるために鏡のサイズ及び形状であることができる。中央反射面 120 は、ターゲット画像を備える光を複数の部分に分割し、異なるセンサにおいて各部分を指向することができる。例えば、中央反射面 120 の第 1 の側 122 は、第 1 の視野 140 に対応する光の部分の左センサ 105 に送ることができ、第 2 の側 124 は、第 2 の視野 145 に対応する光の第 2 の部分を右センサ 125 方向に送る。画像センサの視野 140、145 がまとまって少なくともターゲット画像を網羅することが評価されるべきである。

20

【0021】

[0036] 受光センサが各々複数のセンサのアレイである幾つかの実施形態では、中央反射面は、ターゲット画像の異なる部分を各センサの方に送るために互いに角度が付けられた複数の反射面から成ることができる。アレイ内の各センサは、実質的に異なる視野を有することができ、及び、幾つかの実施形態では、視野は、重なり合うことができる。中央反射面の幾つかの実施形態は、レンズシステムを設計時に自由度を高めるために複雑な平面でない表面を有することができる。さらに、中央面は反射面として説明されるが、その他の実施形態では、中央面は、屈折型であることができる。例えば、中央面は、複数の面で構成されるプリズムであることができ、各面は、シーンを備える光の部分をセンサのうちの 1 つの方に向ける。

30

【0022】

[0037] 中央反射面 120 から反射された後は、光は、レンズアセンブリ 115、130 内を通すことができる。中央反射面 120 及びセンサ 105、125 及び反射面 110、135 の間には 1 つ以上のレンズアセンブリ 115、130 を装備することができる。レンズアセンブリ 115、130 は、各センサの方に向けられるターゲット画像部分を集束させるために使用することができる。

40

【0023】

[0038] 幾つかの実施形態では、各レンズアセンブリは、1 つ以上のレンズと、ハウジング内の複数の異なるレンズ位置の間でレンズを移動させるためのアクチュエータと、を備えることができる。アクチュエータは、ボイスコイルモータ（VCM）、マイクロエレクトロニクス機械システム（MEMS）、又は形状記憶合金（SMA）であることができる。レンズアセンブリは、アクチュエータを制御するためのレンズ駆動装置をさらに備えることができる。

【0024】

50

【 0 0 3 9 】 伝統的なオートフォーカス技法は、レンズ 1 1 5、1 3 0 と各センサアセンブリの対応するセンサ 1 0 5、1 2 5 との間の焦点距離を変えることによって実装することができる。幾つかの実施形態では、これは、レンズバレル (l e n s b a r r e l) を移動させることによって完遂させることができる。その他の実施形態は、中央鏡を上下させることによって又はレンズアセンブリに対する鏡の角度を調整することによって焦点を調整することができる。該実施形態は、アセンブリが各センサの焦点を個々に調整するのを可能にすることができる。さらに、幾つかの実施形態は、例えば、液体レンズのようなレンズをアセンブリ全体の上に置くことによって、アセンブリ全体の焦点を一度に変えることが可能である。幾つかの実施形態では、カメラアレイの焦点を変えるためにコンピュータ写真術 (c o m p u t a t i o n a l p h o t o g r a p h y) を使用することが

10

【 0 0 2 5 】

【 0 0 4 0 】 センサの反対側の中央鏡 1 2 0 の周囲には、複数の側部反射面、例えば、反射面 1 1 0 及び 1 3 5、を装備することができる。レンズアセンブリ内を通った後は、側部反射面 1 1 0、1 3 5 は、下方の平らなセンサ 1 0 5、1 2 5 の上に光を反射させることができる。描かれるように、センサ 1 0 5 は、反射面 1 1 0 の下方に配置することができる。センサ 1 2 5 は、反射面 1 3 5 の下方に配置することができる。しかしながら、その他の実施形態では、センサは、側部反射面の上方に存在することができ、側部反射面は、光を下方に反射させるように構成することができる。側部反射面及びセンサのその他の適切な構成が可能であり、各レンズアセンブリからの光がセンサの方に向けられる。幾つか

20

【 0 0 2 6 】

【 0 0 4 1 】 図 1 B において示されるように、各センサの視野 1 4 0、1 4 5 は、そのセンサと関連付けられた中央鏡 1 2 0 の表面によって物体スペース (o b j e c t s p a c e) 内に入るように操作することができる。各カメラの視野を物体フィールド上の異なる位置に移動させることができるように鏡を傾ける及び / 又はアレイ内のプリズムを移動させるために機械式方法を採用することができる。これは、例えば、高ダイナミックレンジカメラを実装するために、カメラシステムの解像度を向上させるために、又はplenoptics (p l e n o p t i c s) カメラシステムを実装するために使用することが

各センサの (又は各 3 × 1 アレイの) 視野は、物体スペース内に投影することができ、各センサは、そのセンサの視野によるターゲットシーンの部分を備える部分的画像をキャプチャすることができる。幾つかの実施形態では、反対側のセンサアレイ 1 0 5、1 2 5 に関する視野 1 4 0、1 4 5 は、ある量 1 5 0 だけ重なり合うことができる。重なり合い 1 5 0 を低減させて単一の画像を形成するため、2 つの反対側のセンサアレイ 1 0 5、1 2 5 からの画像を結合するために以下において説明されるスティッチングプロセスを使用することができる。スティッチングプロセスの幾つかの実施形態は、部分的画像をひとつにスティッチする際に共通の特徴を識別するために重なり合い 1 5 0 を採用することができる。重なり合う画像をひとつにスティッチ後は、スティッチされた画像は、最終画像を形成するために、希望されるアスペクト比、例えば、4 : 3 又は 1 : 1、に従って

30

40

【 0 0 2 7 】

【 0 0 4 2 】 図 2 は、1 つ以上の画像センサアセンブリ 2 1 5 a - n にリンクされた画像プロセッサ 2 2 0 を含む一組のコンポーネントを有するデバイス 2 0 0 の高位ブロック図である。画像プロセッサ 2 2 0 は、ワーキングメモリ 2 0 5、メモリ 2 3 0、及びデバイスプロセッサ 2 5 0 と通信中であり、それらは、記憶装置 2 1 0 及び電子ディスプレイ 2 2 5 と通信中である。

【 0 0 2 8 】

【 0 0 4 3 】 デバイス 2 0 0 は、携帯電話、タブレットコンピュータ、パーソナルデジタルアシスタント、等であることができる。ここにおいて説明されるように厚さが薄くされ

50

た撮像システムが利点を提供するポータブルコンピューティングデバイスは数多く存在する。デバイス200は、静止型のコンピューティングデバイス又は薄い撮像システムが有利であるあらゆるデバイスであることもできる。デバイス200ではユーザが複数の用途を利用可能である。これらの用途は、伝統的写真及び映像上の用途、高ダイナミックレンジ撮像、パノラマ写真及び映像、ステレオスコープ撮像、例えば、3D画像又は3D映像を含むことができる。

【0029】

【0044】画像キャプチャデバイス200は、外部の画像をキャプチャするための画像センサアセンブリ215a-nを含む。画像センサアセンブリ215a-nは、各々、図1Aに関して上述されるように、センサと、レンズアセンブリと、ターゲット画像の一部分を各センサに向けるための一次的および二次的反射面又は屈折面と、を備えることができる。概して、Nの画像センサアセンブリ215a-nを使用することができ、Nは2である。従って、ターゲット画像は、Nの部分に分割することができ、Nのセンサアセンブリの各センサは、そのセンサの視野に従ってターゲット画像の一部分をキャプチャする。しかしながら、幾つかの実施形態は、1つのみの画像センサアセンブリを採用することができ、画像センサアセンブリ215a-nは、ここにおいて説明されるフォールデッドオプティック撮像デバイスの実装に適したあらゆる数の画像センサアセンブリを備えることができることが理解されるであろう。センサ数は、図4に関してより詳細に説明されるように、システムのより低いz高を達成するために、又は、その他の目的、例えば、プレノオプティックカメラの視野と重なり合うそれを有し、後処理の後に画像の焦点を調整する能力を可能にする、というニーズを満たすために増加させることができる。その他の実施形態は、高ダイナミックレンジカメラに適する視野重なり構成を有することができ、2つの同時画像をキャプチャしてそれらをひとつに結合する能力を可能にすることができる。画像センサアセンブリ215a-nは、キャプチャされた画像を画像プロセッサ220に送信するためにカメラプロセッサ220に結合することができる。

【0030】

【0045】画像プロセッサ220は、以下においてより詳細に説明されるように、高質のステッチされた画像を出力するためにターゲット画像のNの部分に受信された画像データに関して様々な処理を行うように構成することができる。プロセッサ220は、汎用の処理ユニット又は撮像用に特に設計されたプロセッサであることができる。画像処理動作の例は、クロッピング、スケーリング（例えば、異なる解像度）、画像ステッチング、画像形式変換、色内挿、色処理、画像フィルタリング（例えば、空間画像フィルタリング）、レンズアーティファクト又は欠陥の補正、等を含む。プロセッサ220は、幾つかの実施形態では、複数のプロセッサを備えることができる。幾つかの実施形態は、各画像センサ専用のプロセッサを有することができる。プロセッサ220は、1つ以上の専用画像信号プロセッサ（ISP）又はプロセッサのソフトウェア実装であることができる。

【0031】

【0046】示されるように、画像プロセッサ220は、メモリ230及びワーキングメモリ205に接続される。例示される実施形態では、メモリ230は、キャプチャ制御モジュール235、画像ステッチングモジュール240、及びオペレーティングシステム245を格納する。これらのモジュールは、様々な画像処理及びデバイス管理タスクを行うことをデバイスプロセッサ250の画像プロセッサ220に行わせる命令を含む。ワーキングメモリ205は、メモリ230のモジュールに入っているプロセッサ命令のワーキングセットを格納するために画像プロセッサ220によって使用することができる。代替として、ワーキングメモリ205は、デバイス200の動作中に作られたダイナミックデータを格納するために画像プロセッサ220によって使用することもできる。

【0032】

【0047】上記のように、画像プロセッサ220は、メモリに格納された幾つかのモジュールによって構成される。キャプチャ制御モジュール235は、撮像センサアセンブリ

10

20

30

40

50

215a-nの焦点位置を調整することを画像プロセッサ220に行わせる命令を含むことができる。キャプチャ制御モジュール235は、デバイス200の全体的な画像キャプチャ機能を制御する命令をさらに含むことができる。例えば、キャプチャ制御モジュール235は、撮像センサアセンブリ215a-nを用いてターゲット画像シーンの生画像データをキャプチャすることを画像プロセッサ220に行わせるためのサブルーチン呼び出す命令を含むことができる。次に、キャプチャ制御モジュール235は、センサアセンブリ215a-nによってキャプチャされたNの部分的画像に関してスティッチング技法を実行し、スティッチ及びクロップされたターゲット画像を撮像プロセッサ220に出力するために画像スティッチングモジュール240を呼び出すことができる。キャプチャ制御モジュール235は、キャプチャされるべきシーンのプレビュー画像を出力するために、及びある一定の時間間隔でプレビュー画像を更新するために、又は生画像データ内のシーンが変化したときに、生画像データに関するスティッチング動作を行うために画像スティッチングモジュール240を呼び出すこともできる。

10

【0033】

【0048】画像スティッチングモジュール240は、キャプチャされた画像データに関するスティッチング及びクロッピング技法を実行することを画像プロセッサ220に行わせる命令を備えることができる。例えば、Nのセンサ215a-nの各々は、各センサの視野に従ったターゲット画像の部分を含む部分的画像をキャプチャすることができる。図1Bに関して上述されるように、及び図3C、4C、5B及び6Bに関して後述されるように、視野は、重なり合うエリアを共有することができる。単一のターゲット画像を出力するために、画像スティッチングモジュール240は、高解像度のターゲット画像を生成するために複数のNの部分的画像を結合することを画像プロセッサ220に行わせることができる。ターゲット画像の生成は、既知の画像スティッチング技法を通じて行うことができる。画像スティッチングの例は、米国特許出願第11/623,050号(Docket 060170)において見つけることができ、それは、ここにおける引用によってそれ全体が組み入れられている。

20

【0034】

【0049】例えば、画像スティッチングモジュール240は、互いに対するNの部分的画像の回転及び整合性を決定するために特徴をマッチングさせるためにNの部分的画像の縁に沿って重なり合うエリアを比較するための命令を含むことができる。部分的画像の回転及び/又は各センサの視野の形状に起因して、結合された画像は、イレギュラーな形状を成すことがある。従って、Nの部分的画像を整合及び結合した後は、画像スティッチングモジュール240は、希望される形状及びアスペクト比、例えば、4:3の長方形又は1:1の正方形に合わせて結合された画像をクロッピングすることを画像プロセッサ220に行わせるサブルーチン呼び出すことができる。クロッピングされた画像は、ディスプレイ225において表示するために又は記憶装置210に格納するためにデバイスプロセッサ250に送ることができる。

30

【0035】

「0050」オペレーティングシステムモジュール245は、デバイス200のワーキングメモリ205及び処理リソースを管理することを画像プロセッサ220に行わせる。例えば、オペレーティングシステムモジュール245は、ハードウェアリソース、例えば、撮像センサアセンブリ215a-n、を管理するためのデバイスドライバを含むことができる。従って、幾つかの実施形態では、上述される画像処理モジュールに入っている命令は、これらのハードウェアリソースと直接対話せず、その代わりに、オペレーティングシステムコンポーネント270内に配置された標準的なサブルーチン又はAPIを通じて対話することができる。オペレーティングシステム245内の命令は、これらのハードウェアコンポーネントと直接対話することができる。オペレーティングシステムモジュール245は、デバイスプロセッサ250と情報を共有することを画像プロセッサ220にさらに行わせることができる。

40

【0036】

50

【0051】デバイスプロセッサ250は、キャプチャされた画像、又はキャプチャされた画像のプレビューをユーザに表示するためにディスプレイ225を制御するように構成することができる。ディスプレイ225は、撮像デバイス200の外部に存在することができる。又は、撮像デバイス200の一部であることができる。ディスプレイ225は、画像をキャプチャする前にプレビュー画像を表示するビューファインダを提供するように構成することもでき、又は、メモリに格納された又はユーザによって最近キャプチャされたキャプチャされた画像を表示するように構成することができる。ディスプレイ225は、LCD又はLED画面を備えることができ、及び、タッチ感応技術を実装することができる。

【0037】

【0052】デバイスプロセッサ250は、データ、例えば、キャプチャされた画像を表現するデータ、を記憶モジュール210に書き込むことができる。記憶モジュール210は、伝統的なディスクデバイスとして図形で表される一方で、記憶モジュール210は、あらゆるメディアデバイスとして構成することができることを当業者は理解するであろう。例えば、記憶モジュール210は、ディスクドライブ、例えば、フロッピー（登録商標）ディスクドライブ、ハードディスクドライブ、光学ディスクドライブ又は磁気-光学ディスクドライブ、又はソリッドステートメモリ、例えば、FLASHメモリ、RAM、ROM、及び/又はEEPROM、を含むことができる。記憶モジュール210は、複数のメモリユニットも含むことができ、及び、それらのメモリユニットのうちのいずれか1つは、画像キャプチャデバイス200内に存在するように構成することができる。又は、画像キャプチャデバイス200の外部に存在することができる。例えば、記憶モジュール210は、画像キャプチャデバイス200内に格納されたシステムプログラム命令が入っているROMメモリを含むことができる。記憶モジュール210は、キャプチャされた画像を格納するように構成され、カメラから取り外すことができるメモリカード又は高速メモリを含むこともできる。

【0038】

【0053】図2は、プロセッサ、撮像センサ、及びメモリを含むための別個のコンポーネントを有するデバイスを描いているが、これらの別個のコンポーネントは特定の設計目標を達成するために様々な方法で結合することができることを当業者は認識するであろう。例えば、代替実施形態においては、メモリコンポーネントは、コストを節約するために及び性能を向上させるためにプロセッサコンポーネントと結合することができる。

【0039】

【0054】さらに、図2は、幾つかのモジュールを備えるメモリコンポーネント230とワーキングメモリを備える別個のメモリ205とを含む2つのメモリコンポーネントを例示するが、当業者は、異なるメモリアーキテクチャを利用する幾つかの実施形態を認識するであろう。例えば、ある設計は、メモリ230に入っているモジュールを実装するプロセッサ命令の格納のためにROM又はスタティックRAMメモリを利用することができる。プロセッサ命令は、画像プロセッサ220による実行を容易にするためにRAM内にローディングすることができる。例えば、ワーキングメモリ205は、RAMメモリを備えることができ、命令は、プロセッサ220による実行前にワーキングメモリ205内にローディングされる。

【0040】

【0055】図3A-Cを参照し、フォールデッドオプティックセンサアレイ300の一実施形態がより詳細に説明される。アレイ300は、センサアセンブリの2つの3×1ロー（row）と、中央光方向変更面335、例えば、鏡、とを備える。図1Aにおいて示されるように、センサアセンブリA-Fは、各々、画像センサと、レンズアセンブリと、二次反射面と、を含むことができる。センサアレイ300構成の幾つかの実施形態は、82度の視野を有することができる。

【0041】

【0056】図3A及び3Bにおいて例示されるように、センサアセンブリA305、センサアセンブリB310、及びセンサアセンブリC315は、中央鏡335の1つの側部

10

20

30

40

50

337における第1の軸に沿って隣接して互いに平行に整合される。センサアセンブリD320、センサアセンブリE325、及びセンサアセンブリF330は、中央鏡335の反対側の側部338における第2の軸に沿って隣接して互いに平行に整合される。第1及び第2の軸は、中央鏡335の中央の対称線に平行に整合される。軸上の各センサアセンブリ間には均一のギャップが存在するとして描かれているが、このギャップの量は可変であり、幾つかの実施形態は、センサを1つのグループとしてシリコンウェハーから切断することによって、間にギャップが存在しない状態でセンサを配置することができる。

【0042】

[0057] 図3Bは、3つの個別の鏡面337、338及び339を表示する中央鏡335の透視図である。鏡面337は、ターゲット画像の一部分を備える光をセンサアセンブリ320の方に向ける。ターゲット画像のこの部分は、センサ320の視野に対応する。鏡面338は、ターゲット画像の他の部分をセンサアセンブリ325の方に向け、鏡面339は、ターゲット画像の第3の部分をセンサアセンブリ330の方に向ける。図3Bによって例示される図には示されていないが、中央鏡の反対側は、センサアセンブリ305、310、及び315の方に光を反射させる3つの類似の表面を備える。

【0043】

[0058] アレイ300内の各センサの視野が図3Cに示される。視野360は、センサ320に対応し、視野365は、センサ325に対応し、視野370は、センサ330に対応する。中央鏡面337及び338の相対的角度に部分的に起因して、視野360及び365は、三角形の重なり部分を共有する。視野365及び370も、同じ仕様の三角形の重なり部分を共有することができる。中央鏡335は、対称線に関して対称であるため、視野345、350、及び355は、視野360、365及び370として互いに類似する関係を有することができる。視野365及び350は、長方形の重なり部分を共有する。幾つかの実施形態では、アレイ内のセンサは、例示される視野に従って複数の画像をキャプチャすることができ、ターゲット画像を生成するために複数の画像をひとつにステッチし及びクロップして長方形の境界340にすることができる。

【0044】

[0059] 図4は、センサ405と、レンズシステム495と、第1の反射面480と、第2の反射面401と、を備えるフォールデッドオプティックセンサアセンブリ400の一実施形態を例示する。

【0045】

[0060] フォールデッドオプティックセンサアセンブリ400において、第1の反射面480は、センサ405が取り付けられている平面に対して角度 θ_1 で配置することができる。第2の反射面401は、センサ405が取り付けられている平面に対して角度 θ_2 で配置することができる。センサ405は、対角の視野 θ_v 及びセンサの高さによって少なくとも部分的に決定されるセンサの高さ h_s の視野を有することができる。レンズシステム495は、第1の反射面480からの距離445に配置することができ、レンズシステム495の受光縁部上のポイント d_1 から反射面480上のポイント Q_1 までの中央軸に沿って測定される。レンズシステムは、第2の反射面401からの距離430に配置することができ、レンズシステム495の送光縁部上のポイント d_2 から反射面401上のポイント Q_2 までの中央軸に沿って測定される。

【0046】

[0061] ターゲット画像シーンを備える入射光475は、第1の反射面480の方に走行する。入射ビーム475は、表面480のポイント P_1 に当たり、表面480から反射され、反射されたビーム470としてレンズシステム495の方に走行する。入射ビーム475は、レンズシステム495の受光縁部に対して角度 θ_i を形成し、反射されたビーム470は、レンズシステム495の受光縁部に対して角度 θ_r を形成する。入射ビーム475と反射されたビーム470との間の反射角は、変数 θ によって表される。

【0047】

[0062] 反射されたビーム470は、レンズシステム495に入り、直径465の1

10

20

30

40

50

つ以上のレンズ内を通過する。レンズシステム 495 は、長さ 435 及び直径 425 を有する。レンズシステム内において、ターゲット画像は高さが 460 である。距離 440 は、レンズシステム 495 の縁部からのレンズダイアフラムの位置をマークする。収束レンズを採用する実施形態では、光は、焦点 R において収束し、レンズシステム 495 の他方の側から出て行く。

【0048】

【0063】レンズシステム 495 を出た後は、光 455 のビームは、第 2 の反射面 401 上に入射する。入射ビーム 455 は、表面 480 のポイント P_i に当たり、表面 401 から反射され、反射されたビーム 450 としてセンサ 405 の方に走行する。反射されたビーム 450 は、レンズシステム 495 の送光縁部に対して角度 θ_i を形成し、入射ビーム 455 は、レンズシステム 495 の送光縁部に対して角度 θ_i を形成する。入射ビーム 455 と反射されたビーム 450 との間の反射角は、変数 θ_i によって表される。

10

【0049】

【0064】幾つかの 2D 実施形態において上記の変数間の関係は、次の方程式によって定義される。

【0050】

$$\begin{aligned} &= - \frac{H}{2} \\ &= \left(- \frac{H}{2} \right) / 2 \\ &= - \frac{H}{4} \end{aligned}$$

【0065】フォールデッドオプティクスを有するシステム 400 の最小 Z 高 490 は、最小後側焦点距離 (back focal length) によって決定される。最小後側焦点距離は、レンズシステムの直径 425 に関する最大値を計算するために使用することができる。レンズシステムの直径 425 は、センサ 420 までの Z 距離の値及び鏡 485 の最上部までの Z 距離の値を決定する。センサ 420 までの Z 距離及び鏡 485 の最上部までの Z 距離の値を合計することは、システム 480 に関する最小の Z 高を提供する。

20

【0051】

【0066】一実施形態においては、センサ 420 までの Z 距離及び二次反射面 430 までの距離の両方が最小であり、アセンブリ 400 は、フォールデッドオプティクスを使用するために要求される最小後側焦点距離を有する。これは、反射されたビーム 450 がレンズシステム 495 と交差せず、センサ 405 がレンズシステム 495 及び第 2 の反射面 401 と交差しないポイントまでレンズシステム 425 の直径が増大されたときに生じることができる。このポイントにおいて、レンズシステム 425 の直径もその最大値に達していることができる。

30

【0052】

【0067】フォールデッドオプティクスを有するシステム 490 の最小 Z 高は、最小後側焦点距離に関連しており、最小後側焦点距離からレンズシステム 425 の直径に関する最大値を計算することができる。フォールデッドオプティクスを有するレンズシステム 425 の後側焦点距離は、第 2 の反射面 401 に距離を及びセンサ 415 に距離を加えることによって計算することができる。一実施形態では、視野 θ_H は、40 度で固定することができる、センサ 405 の高さは、1.6 mm であることができ、センサ 405 は、1 Mpx センサであることができる。後側焦点距離は、レンズ直径 465 が 0.5 mm であるときには 2 mm であることができる。幾つかの実施形態では、フォールデッドオプティックスンサアレイ内のセンサ数は、より低い Z 高を達成するために増やすことができる。

40

【0053】

【0068】一実施形態では、センサ 405 は、1.4 μ m のピクセルピッチを有する 5 MP センサであることができ、視野 θ_H は、65 度であることができる。この実施形態の有効焦点距離は、焦点が無限大であるときには 3.57 mm であることができる。同様に、センサは 5 MP センサと同じ物理的サイズであることができるため、1.12 μ m のピクセルピッチを有する 8 MP センサを有する実施形態の有効焦点距離も 3.57 mm であることができる。これらの実施形態のシステム 490 の Z 高は約 3.9 mm にすることが

50

可能である。

【 0 0 5 4 】

【 0 0 6 9 】 図 5 A 及び 5 B は、対応する視野を有する 6 つのセンサフォールデッドオプティックアレイの 2 つの実施形態を示す。図 4 に関して上述されるように、これらの実施形態のセンサアセンブリは、各々、センサと、レンズシステムと、センサ上に光を誘導するように配置された反射面と、を備えることができる。これらの実施形態で論じられる中央鏡は、別々の反射面のアセンブリとして製造することができ又は複数の反射面を有する単一のプリズムとして製造することができる。

【 0 0 5 5 】

【 0 0 7 0 】 図 5 A は、センサアセンブリ 5 1 0、5 2 0、及び 5 3 0 の第 1 のロー及びセンサアセンブリ 5 4 0、5 5 0、及び 5 6 0 の第 2 のローを中央鏡 5 0 5 の周囲に有するフォールデッドオプティックセンサアレイの他の実施形態を示す。各ロー内のセンサアセンブリは、回転させること又は互いに傾けることができ、このため、センサは、同じ平面内には取り付けられない。例えば、外側センサアセンブリ 5 1 0、5 3 0 及び 5 4 0、5 6 0 は、中央センサ 5 2 0、5 5 0 に対して約 ± 21 度回転させることができる。アセンブリの中心軸は、画像平面と平行な平面内に存在することができる。センサアセンブリ 5 0 0 の幾つかの実施形態は、 $11\text{ mm} \times 12\text{ mm} - 4.5\text{ mm}$ (W x L - Z 高) であることができる。当然のことであるが、実施形態はこれらの回転に限定されず、その他の回転度が企図される。

【 0 0 5 6 】

【 0 0 7 1 】 中央鏡 5 0 5 は、6 つの表面を備えることができ、各表面は、ターゲット画像シーンの一部分を備える光をセンサアセンブリのうちの 1 つの方に向けるように構成される。例えば、表面 5 7 0 は、センサアセンブリ 5 4 0 において光を向けることができ、表面 5 8 0 は、センサアセンブリ 5 5 0 において光を向けることができ、表面 5 9 0 は、センサアセンブリ 5 6 0 において光を向けることができる。一実施形態では、表面 5 7 0 及び 5 9 0 は、 76×31.3 度 (最上部 x 底部) の角度を付けることができ、表面 5 8 0 は、 76.4×0 度 (最上部 x 底部) の角度を付けることができる。図 5 A の透視図では見ることはできないが、中央鏡 5 0 5 の側部は、センサアセンブリ 5 1 0、5 2 0、及び 5 3 0 に対応する 3 つの追加の表面を備えることができる。一実施形態は、10 の面を有するコンプレックスミラー (complex mirror) を備えることができ、そのうちの 6 つは反射面であることができる。中央鏡の幾つかの実施形態は、6 つの面を有するコンプレックスミラーを備えることができ、その他の実施形態は、3 つの別個の楔形の鏡を備えることができる。N のセンサを有するその他の実施形態では、中央鏡は、N の表面を備えることができ、N の表面の各々は、ターゲット画像シーンの一部分を備える光を N のセンサのうちの 1 つの方に向けるように構成される。

【 0 0 5 7 】

【 0 0 7 2 】 図 5 B は、フォールデッドオプティックセンサアレイ 5 0 1 の他の実施形態を示し、6 つのセンサアセンブリ 5 1 1、5 2 1、5 3 1、5 4 1、5 5 1、及び 5 6 1 が、3 つの中央鏡 5 7 1、5 8 1、及び 5 9 1 の集まりの周囲に概して円状に取り付けられる。幾つかの実施形態では、センサアセンブリ 5 1 1 及び 5 4 1 とセンサアセンブリ 5 3 1 及び 5 6 1 との間には約 76 度の角度が存在することができる。センサアセンブリは、同じ平面に、例えば、実質上平らな基板上に、取り付けることができる。幾つかの実施形態では、センサアセンブリ内のセンサは、取り付け面に垂直に配置することができる。各センサは、全フィールドの異なる部分を見ることができる。

【 0 0 5 8 】

【 0 0 7 3 】 中央鏡 5 7 1、5 8 1、及び 5 9 1 も基板上に取り付けることができる。中央鏡 5 7 1、5 8 1、及び 5 9 1 は、各々が、別個の楔形の鏡であることができる。表面 5 7 1 は、両方のセンサアセンブリ 5 3 1 及び 5 6 1 において光を向けることができる。表面 5 8 1 は、2 つの別個の反射面と、センサアセンブリ 5 5 1 において光を向けることができる第 1 の表面と、センサアセンブリ 5 2 1 において光を向けることができる第 2 の

表面と、を備えることができる。表面 5 9 1 は、センサアセンブリ 5 3 1 及び 5 6 1 の両方において光を向けることができる。センサアレイ 5 0 1 の幾つかの実施形態は、1 5 m m × 1 7 m m - 3 . 6 m m (W × L - Z 高) であることができる。

【 0 0 5 9 】

[0 0 7 4] 一実施形態では、アレイ 5 0 1 内のセンサは、5 メガピクセルであり、1 . 4 μ m のピクセルサイズ、4 : 3 の比、及び 3 . 6 1 × 2 . 7 1 m m (W × H) の寸法を有することができる。他の実施形態では、センサは、8 メガピクセルであり、1 . 1 2 μ m のピクセルサイズ、4 : 3 の比、及び 3 . 6 6 × 2 . 7 4 m m (W × H) の寸法を有することができる。各センサの視野は、4 0 度であることができる。幾つかの実施形態におけるアレイ 5 0 1 の全体的サイズは、1 8 × 1 8 - 2 . 5 m m (W × L - Z 高) 以下であることができる。2 0 c m 以上の物体距離において様々なセンサの視野間では 5 % 乃至 1 0 % の重なり合いが存在することができる。角度上の重なり合い (a n g u l a r o v e r l a p) は、物体距離の関数として一定であること、又は漸近的に少なくとも一定であることができる。

10

【 0 0 6 0 】

[0 0 7 5] アレイ 5 0 0 、 5 0 1 の幾つかの実施形態は、図 4 において描かれるレンズシステム 4 9 5 と同様のレンズアセンブリを採用することができる。アレイの幾つかの実施形態におけるすべてのレンズシステムは、同じ焦点距離、レンズ直径及び長さを有することができる、それは、使用可能なセンサエリアを最大化することに関して望ましい結果をもたらすことができる。使用可能なセンサエリアを最大化することは、内側センサ及び外側センサのレンズシステムに関して異なる設計を用いることによって達成させることもできる。幾つかの実施形態では、レンズ直径は、約 1 . 3 m m であることができ、焦点距離は、約 2 . 7 m m であることができる。レンズシステムの最大の可能な長さは、約 2 . 3 m m であることができ、レンズシステムの直径 (高さ) は、約 1 . 6 m m であることができる。アレイ 5 0 1 の全体的な視野は、8 3 度であることができる。

20

【 0 0 6 1 】

[0 0 7 6] 図 5 C は、図 5 A - B のフォールデッドオプティックセンサアレイの投影された視野の実施形態を示す。センサ及び中央鏡構成は、2 つのアレイ実施形態 5 0 0 、 5 0 1 の間で異なるが、それらは、同じ視野構成を共有する。視野 5 1 5 は、センサ 5 1 0 、 5 1 1 に対応し、視野 5 2 5 は、センサ 5 2 0 、 5 2 1 に対応し、視野 5 3 5 は、センサ 5 3 0 、 5 3 1 に対応し、視野 5 4 5 は、センサ 5 4 0 、 5 4 1 に対応し、視野 5 5 5 は、センサ 5 5 0 、 5 5 1 に対応し、視野 5 6 5 は、センサ 5 6 0 、 5 6 1 に対応する。

30

【 0 0 6 2 】

[0 0 7 7] 視野 5 1 5 及び 5 2 5 は、三角形の重なり合いを共有することができ、角度上の重なり合いは、X 方向及び Y 方向において 1 乃至 4 度の間で変化する。幾つかの実施形態では、重なり合いは、4 度超であることができる。例えば、幾つかの実施形態では、重なり合いは、設計として適する場合は 1 0 度以上であることができ、センサエリアの使用効率及び関連する損失に少なくとも部分的に基づく。角度上の重なり合いが 3 度である幾つかの実施形態では、1 m の地点では、視野 5 1 5 及び 5 2 5 は、2 つの重なり合う視野の全体的なキャプチャされたエリアの 3 . 3 % を備える重なり合いを有することができる。視野 5 2 5 及び 5 3 5 、視野 5 4 5 及び 5 5 5 、及び視野 5 5 5 及び 5 6 5 も、同じ仕様の三角形の重なり合いを共有することができる。さらに、視野 5 1 5 及び 5 4 5 は、4 度において 5 . 1 % の三角形の重なり合いを共有することができる。視野 5 3 5 及び 5 6 5 は、同様の重なり合いを共有する。視野 5 2 5 及び 5 5 5 は、センサアレイ 5 0 0 、 5 0 1 において重なり合い、3 度において 3 . 3 % を共有することができる。アレイ全体 5 0 0 、 5 0 1 の視野は、8 2 度であることができる。重なり合う視野の幾つかの実施形態は、長方形 4 : 3 アスペクト比 5 9 6 に合わせてクロッピングすることができ、その結果、1 8 . 8 % の損失となる。その他の実施形態は、1 : 1 正方形アスペクト比 5 9 5 に合わせてクロッピングすることができ、その結果、1 1 . 3 % の損失となる。

40

【 0 0 6 3 】

50

【 0 0 7 8 】その他の実施形態では、視野 5 1 5 及び 5 2 5 は、2つの重なり合う視野の全体的なキャプチャされたエリアの 6 . 7 %を備える 5 . 2 度の重なり合いを有することができる。視野 5 2 5 及び 5 3 5、視野 5 4 5 及び 5 5 5、及び視野 5 5 5 及び 5 6 5 も、同じ仕様の三角形の重なり合いを共有することができる。さらに、視野 5 1 5 及び 5 4 5 は、4 . 9 度において 8 . 5 %の三角形の重なり合いを共有することができる。示されるように、視野 5 3 5 及び 5 6 5 は、同様の重なり合いを共有する。視野 5 2 5 及び 5 5 5 は、センサアレイ 5 0 0、5 0 1 において重なり合い、5 . 3 度において 7 . 5 %を共有することができる。その他の実施形態は、様々な角度においてキャプチャされたエリアのより大きい又はより小さい割合を共有することができる。重なり合う視野の幾つかの実施形態は、長方形 4 : 3 アスペクト比 5 9 6 に合わせてクロッピングすることができ、その結果、2 4 . 2 %の損失となる。その他の実施形態は、最大の長方形に合わせてクロッピングすることができ、その結果、6 . 6 %の損失となる。全体的な視野は、7 6 度であることができる。しかしながら、これらの数字は、重なり合うエリアの視覚上の最適化に基づいたものであり、許容可能損失及び物体距離、等の要因に依存して変化する。

10

【 0 0 6 4 】

【 0 0 7 9 】センサアレイ 5 0 0 の一実施形態では、中央 - 中央の重なり合い (5 2 5、5 5 5) は、3 . 7 度において 5 %であることができ、側部 - 側部の重なり合いは、4 度において 5 . 1 %であることができ、及び、中央 - 側部の重なり合いは、3 . 3 度において 3 . 3 %であることができる。4 : 3 長方形アスペクト比でのクロッピングは、その結果として、1 8 . 8 %の損失になり、可能な限り最大の長方形でのクロッピングは、その結果として、1 1 . 3 %の損失になる。センサアレイ 5 0 1 の一実施形態では、中央 - 中央の重なり合い (5 2 5、5 5 5) は、4 . 7 度で 5 %であることができ、側部 - 側部の重なり合いは、4 度で 5 %であることができ、及び、中央 - 側部の重なり合いは、2 . 2 度で 3 . 6 %であることができる。4 : 3 長方形アスペクト比でのクロッピングは、その結果として、1 9 . 4 %の損失になり、可能な限り最大の長方形でのクロッピングは、その結果として、1 1 . 2 %の損失になる。センサアレイ 5 0 1 の他の実施形態では、中央 - 中央の重なり合い (5 2 5、5 5 5) は、1 . 6 度で 2 . 4 %であることができ、側部 - 側部の重なり合いは、6 . 2 度で 8 %であることができ、及び、中央 - 側部の重なり合いは、4 . 3 度で 6 . 9 %であることができる。4 : 3 長方形アスペクト比でのクロッピングは、その結果として、1 4 . 2 %の損失になり、可能な限り最大の長方形でのクロッピングは、その結果として、1 4 . 2 %の損失になる。全体的な視野は、8 3 度であることができる。一実施形態では、最終画像は、4 : 3 のクロッピング後に約 1 9 メガピクセルであることができる。

20

30

【 0 0 6 5 】

【 0 0 8 0 】システムの全体的な Z 高を制限することは、その結果として、各二次鏡の制限された高さに起因してアレイ内の各センサの一部分が使用不能になるおそれがある。例えば、図 4 において説明されるようなセンサアセンブリを採用し、システムの Z 高が 2 . 5 mm に制限されるアレイ 5 0 1 の一実施形態では、センサ 5 5 1 及び 5 2 1 は、5 4 . 2 %の使用可能なエリアを有することができ、センサ 5 1 1、5 3 1、5 4 1、及び 5 6 1 は、5 2 . 1 %の使用可能なエリアを有することができる。使用可能なセンサの高さは、システムに関する高さ制限の下で約 2 mm であることができる。

40

【 0 0 6 6 】

【 0 0 8 1 】図 6 A は、フォールデッドオプティックセンサアレイ 6 0 0 の他の実施形態を示す。中央鏡 5 0 5 の周囲のセンサアセンブリ 6 1 0、6 2 0、及び 6 3 0 の第 1 のロー及びセンサアセンブリ 6 4 0、6 5 0、及び 6 6 0 の第 2 のローを有するセンサアレイ 6 6 0 0。各ロー内のセンサアセンブリは、回転させること又は互いに傾けることができ、このため、センサは、同じ平面内には取り付けられない。幾つかの実施形態では、画像面及び焦面は平行であることができるため、該構成は、複数の長方形画像を提供する。センサアレイ 6 0 0 の幾つかの実施形態は、1 2 mm x 1 5 mm - 4 . 6 mm (W x L - Z 高) であることができる。

50

【 0 0 6 7 】

[0 0 8 2] 中央鏡 6 7 0 は、6 つの表面を備えることができ、各表面は、ターゲット画像の一部分を備える光をセンサアセンブリのうちの 1 つの方に向けるように構成される。中央鏡の幾つかの実施形態は、6 つの面を有するコンプレックスミラーを備えることができ、その他の実施形態は、3 つの別々の楔形の鏡を備えることができる。例えば、表面 6 7 3 は、センサアセンブリ 6 4 0 において光を向けることができ、表面 6 7 2 は、センサアセンブリ 6 5 0 において光を向けることができ、表面 6 7 1 は、センサアセンブリ 5 6 0 において光を向けることができ、表面 6 7 4 は、センサアセンブリ 6 3 0 において光を向けることができる。図 6 A の透視図では見ることができないが、中央鏡 5 0 5 の反対側は、センサアセンブリ 5 1 0 及び 5 2 0 に対応する 2 つの追加の表面を備えることができる。N のセンサを有するその他の実施形態では、中央鏡は、N の表面を備えることができ、N の表面の各々は、ターゲット画像シーンの一部分を備える光を N のセンサのうちの 1 つの方に向けるように構成される。

10

【 0 0 6 8 】

[0 0 8 3] 図 6 B は、図 6 A のフォールデッドオプティックセンサレイ 6 0 0 の投影された視野の実施形態を示す。視野 6 1 5 は、センサ 6 1 0 に対応し、視野 6 2 5 は、センサ 6 2 0 に対応し、視野 6 3 5 は、センサ 6 3 0 に対応し、視野 6 4 5 は、センサ 6 4 0 に対応し、視野 6 5 5 は、センサ 6 5 0 に対応し、視野 6 6 5 は、センサ 6 6 0 に対応する。

【 0 0 6 9 】

[0 0 8 4] 視野 6 1 5 及び 6 2 5 は、X 方向及び Y 方向において一定であり、Z 方向において漸近的に一定である長方形の重なり合いを共有することができる。角度上の重なり合いが 1 . 8 度である幾つかの実施形態では、1 m の地点では、視野 6 1 5 及び 6 2 5 は、2 つの重なり合う視野の全体的なキャプチャされたエリアの 4 % 乃至 6 % を備える重なり合いを有することができる。視野 6 2 5 及び 6 3 5、視野 6 4 5 及び 6 5 5、及び視野 6 5 5 及び 6 6 5 も、同じ仕様の長方形の重なり合いを共有することができる。中央の視野 6 2 5 及び 6 5 5 は、3 . 4 度で 5 . 1 % の長方形の重なり合いを共有することができる。側部視野 6 1 5、6 4 5、及び 6 3 5 及び 6 6 5 は、3 . 6 度で 5 % の長方形の重なり合いを共有することができる。長方形 4 : 3 アスペクト比に合わせてクロッピングすることは、その結果として、1 5 . 6 % の損失になり、1 : 1 正方形アスペクト比に合わせてクロッピングすることは、その結果として、4 % の損失になる。

20

30

【 0 0 7 0 】

[0 0 8 5] 他の実施形態では、視野 6 1 5 及び 6 2 5 の間での角度上の重なり合いは、3 乃至 5 度であることができ、1 m の地点では、視野 6 1 5 及び 6 2 5 は、2 つの重なり合う視野の全体的なキャプチャエリアの 4 % 乃至 6 % を備える重なり合いを有することができる。視野 6 2 5 及び 6 3 5、視野 6 4 5 及び 6 5 5、及び視野 6 5 5 及び 6 6 5 も、同じ仕様の長方形の重なり合いを共有することができる。中央の視野 6 2 5 及び 6 5 5 は、4 乃至 8 度で 6 % 乃至 8 % の長方形の重なり合いを共有することができる。側部の視野 6 1 5 及び 6 4 5、及び 6 3 5 及び 6 6 5、は、4 乃至 1 0 度で 6 % 乃至 9 % の長方形の重なり合いを共有することができる。長方形 4 : 3 アスペクト比 6 8 0 に合わせてのクロッピングは、その結果として、1 7 . 8 % の損失になり、最大の長方形に合わせてのクロッピングは、その結果として、4 . 5 % の損失になる。全体的な視野は、7 0 乃至 1 2 0 度であることができる。しかしながら、これらの数字は、重なり合うエリアの視覚上の最適化に基づいたものであり、許容可能損失及び物体距離、等の要因に依存して変化する。

40

【 0 0 7 1 】

[0 0 8 6] 図 7 は、複数のセンサアセンブリ 7 0 5 及び複数の中央鏡 7 1 0 を有するフォールデッドオプティックセンサレイの他の実施形態を示す。図 4 に関して上述されるように、各センサアセンブリは、センサと、レンズシステムと、レンズシステムからセンサ上に光を向けるように構成された反射面と、を備えることができる。この実施形態では、中央鏡 7 1 0 のいずれかの側において 2 つの 3 × 1 アレイを備えるセンサアレイが繰り

50

返されており、このため、センサアレイの 2×2 のカスケードアレイが存在する。その他の実施形態は、あらゆる適切なカスケード方式のアレイ構成を採用することができる。

【0072】

【0087】図8は、フォールデッドオプティックセンサアセンブリ800の他の実施形態を示す。基本的には、鏡は、上述される実施形態と比較して位置が反対にされている。例えば、ターゲット画像を備える光は、センサ810、811を囲む2つの一次反射面820、821に入射する。光は、2つのレンズアセンブリ840、841の内部に向けられ、次に、中央の二次反射面830、831において反射されて下方のセンサ810、811に当たる。センサ810、811は、個々のセンサ又はセンサのアレイを表すことができる。

10

【0073】

【0088】図9は、フォールデッドオプティック画像キャプチャプロセス900の実施形態を示す。プロセス900は、ステップ905において開始し、複数の撮像センサアセンブリが存在する。このステップは、以前の画像に関して上述されるセンサアレイ構成のうちのいずれかを含む。センサアセンブリは、図4に関して上述されるように、センサと、レンズシステムと、レンズシステムからセンサ上に光を向けるように配置された反射面と、を含むことができる。次に、プロセス900は、ステップ910に移動し、少なくとも1つの反射面が複数の画像センサの近くに取り付けられている。例えば、このステップは、センサアレイの2つのローの間に中央鏡を取り付けることを備えることが可能であり、中央鏡は、アレイ内の各センサと関連付けられた表面を備える。

20

【0074】

【0089】次に、プロセス900は、ステップ915に移行し、シーンのターゲット画像を備える光が少なくとも1つの反射面から反射されて撮像センサの方に向けられる。例えば、光の一部分を複数の表面の各々から反射させて複数のセンサの各々の方に向けることができる。このステップは、各センサと関連付けられたレンズアセンブリ内を光を通過させることをさらに備えることができ、及び、第2の表面からセンサ上に光を反射させることも含むことができる。ステップ915は、レンズアセンブリを用いて又はいずれかの反射面の動きを通じて光を集束させることをさらに備えることができる。

【0075】

【0090】次に、プロセス900は、ステップ920に移動し、センサがターゲット画像シーンの複数の画像をキャプチャする。例えば、各センサは、そのセンサの視野に対応するシーン部分の画像をキャプチャすることができる。複数のセンサの視野は、物体スペース内の少なくともターゲット画像を網羅する。

30

【0076】

【0091】次に、プロセス900は、ステップ925に移行し、複数の画像から単一の画像を生成するために画像スティッチング法が実行される。幾つかの実施形態では、図2の画像スティッチングモジュール240がこのステップを実行することができる。これは、既知の画像スティッチング技法を含むことができる。さらに、視野内の重なり合うエリアは、複数の画像における重なり合いを生成することができ、それは、スティッチングプロセスにおいて画像を整合させる際に使用することができる。例えば、ステップ925は、隣接する画像の重なり合うエリア内の共通の特徴を識別することと、画像を整合させるためにそれらの共通の特徴を使用することと、をさらに含むことができる。

40

【0077】

【0092】次に、プロセス900は、ステップ930に移行し、スティッチングされた画像が、指定されたアスペクト比、例えば、4:3又は1:1に合わせてクロッピングされる。最後に、プロセスは、ステップ935においてクロッピングされた画像を格納して終了する。例えば、画像は、図2の記憶装置210に格納することができ、又は、ターゲットシーンのプレビュー画像を表示するために図2のワーキングメモリ205に格納することができる。

【0078】

50

用語に関する明確化

【 0 0 9 3 】 ここにおいて開示される実装と関係させて説明される様々な例示的な論理ブロック、モジュール、回路、及びプロセスのステップは、電子ハードウェア、コンピュータソフトウェア、又は両方の組み合わせとして実装可能であることを当業者はさらに評価するであろう。ハードウェアとソフトウェアのこの互換性を明確に例示するため、上記においては、様々な例示的なコンポーネント、ブロック、モジュール、回路、及びステップが、それらの機能の観点で一般的に説明されている。該機能がハードウェアとして又はソフトウェアとして実装されるかは、特定の用途及び全体的システムに対する設計上の制約事項に依存する。当業者は、説明されている機能を各々の特定の用途に合わせて様々な形で実装することができるが、該実装決定は、本発明の典型的な実施形態の適用範囲からの逸脱を生じさせるものであるとは解釈されるべきではない。一部分、又は一部は、全体以下を備えることを当業者は認識するであろう。例えば、ピクセルの集合の一部分は、それらのピクセルの部分集合を意味することができる。

10

【 0 0 7 9 】

【 0 0 9 4 】 ここにおいて開示される実装と関係させて説明される様々な例示的な論理ブロック、モジュール、及び回路は、ここにおいて説明される機能を果たすように設計された汎用プロセッサ、デジタル信号プロセッサ (DSP)、特定用途向け集積回路 (ASIC)、フィールドプログラマブルゲートアレイ (FPGA)、その他のプログラマブル論理デバイス、ディスクリートゲートロジック、ディスクリートトランジスタロジック、ディスクリートハードウェアコンポーネント、又はそれらのあらゆる組合せ、を用いて実装又は実行することが可能である。汎用プロセッサはマイクロプロセッサであることができるが、代替においては、プロセッサは、従来のどのようなプロセッサ、コントローラ、マイクロコントローラ、又はステートマシンであってもよい。プロセッサは、コンピューティングデバイスの組合せ、例えば、DSPと、1つのマイクロプロセッサとの組合せ、複数のマイクロプロセッサとの組合せ、DSPコアと関連する1つ以上のマイクロプロセッサとの組合せ、又はあらゆるその他の構成、として実装することも可能である。

20

【 0 0 8 0 】

【 0 0 9 5 】 ここにおいて開示される実装と関係させて説明される方法又はプロセスのステップは、直接ハードウェア内において、プロセッサによって実行されるソフトウェアモジュール内において、又はそれらの2つの組み合わせ内において具現化することが可能である。ソフトウェアモジュールは、RAMメモリ、フラッシュメモリ、ROMメモリ、EPROMメモリ、EEPROMメモリ、レジスタ、ハードディスク、取り外し可能なディスク、CD-ROM、又は当業において既知であるその他のあらゆる形態の非一時的な記憶媒体において常駐することができる。典型的なコンピュータによって読み取り可能な記憶媒体は、プロセッサがコンピュータによって読み取り可能な記憶媒体から情報を読み出すこと及びコンピュータによって読み取り可能な記憶媒体に情報を書き込むことができるようにプロセッサに結合される。代替においては、記憶媒体は、プロセッサと一体化させることができる。プロセッサ及び記憶媒体は、ASIC内に常駐することができる。ASICは、ユーザ端末、カメラ又はデバイス内に常駐することができる。代替においては、プロセッサ及び記憶媒体は、ユーザ端末、カメラ、又はその他のデバイス内において個別コンポーネントとして常駐することができる。

30

40

【 0 0 8 1 】

【 0 0 9 6 】 見出しは、参照のために及び様々な節を探し出す一助としてここに含められる。これらの見出しは、それらに関して説明される概念の適用範囲を限定することは意図されない。該概念は、明細書全体にわたって適用可能である。

【 0 0 8 2 】

【 0 0 9 7 】 開示される実装に関する前の説明は、当業者が本発明を製造又は使用することを可能にするために提供される。これらの実装に対する様々な修正は、当業者にとって容易に明確になるであろう、及びここにおいて定められる一般原理は、本発明の精神又は

50

適用範囲を逸脱せずにその他の実装に対しても適用することができる。以上のように、本発明は、ここにおいて示される典型的な実装に限定されることが意図されるものではなく、ここにおいて開示される原理及び新規の特徴に一致する限りにおいて最も広範な適用範囲が認められるべきである。

以下に、出願当初の特許請求の範囲に記載された発明を付記する。

[C 1]

シーンのターゲット画像をキャプチャするための画像キャプチャシステムであって、
複数の画像センサであって、前記複数の画像センサの各々は、複数の視野のうちの1つを有し、前記複数の視野の各々は、前記シーンの実質上異なる部分を備える複数の画像センサと、

10

複数のレンズアセンブリであって、各レンズアセンブリは、前記複数の画像センサのうちの1つに対応する複数のレンズアセンブリと、

前記シーンの少なくとも一部分を備える光を前記複数のレンズアセンブリのうちの少なくとも1つ内を通過させるために配置された一次面と、

複数の二次面であって、前記二次面の各々は、前記光の少なくとも一部分を前記複数のレンズアセンブリのうちの少なくとも1つから前記複数の画像センサのうちの1つ内に向け、前記複数の画像センサのうちの各々は、複数の部分的画像のうちの1つをキャプチャし、前記複数の画像センサの各々は、複数の部分的画像のうちの1つをキャプチャし、前記複数の部分的画像の各々は、前記複数の視野のうちの1つに対応する複数の二次面と、

前記複数の部分的画像を前記ターゲット画像に組み立てるように構成された処理モジュールと、を備える、システム。

20

[C 2]

実質上平らな基板をさらに備える C 1 に記載の画像キャプチャシステム。

[C 3]

前記複数のセンサは、前記基板上において互いに隣接して横方向に配置される C 2 に記載の画像キャプチャシステム。

[C 4]

前記複数のセンサは、前記基板上において2つのロー内に配置され、前記一次面は、前記2つのローの間に配置される C 2 に記載の画像キャプチャシステム。

[C 5]

前記複数のセンサは、前記基板上の前記一次面の周囲に円状に配置される C 2 に記載の画像キャプチャシステム。

30

[C 6]

前記一次面は、前記光を反射するように構成されたプリズムを備える C 1 に記載の画像キャプチャシステム。

[C 7]

前記プリズムは、複数の面を備え、前記複数の面の各々は、前記複数の視野のうちの1つを備える前記光の一部分を前記複数のレンズアセンブリのうちの1つの方に反射させる C 6 に記載の画像キャプチャシステム。

[C 8]

前記一次面は、鏡を備える C 1 に記載の画像キャプチャシステム。

40

[C 9]

前記一次面は、複数の反射面を備え、前記複数の反射面の各々は、前記複数の視野のうちの1つを備える前記光の部分を前記複数のレンズアセンブリのうちの1つの方に反射させる C 1 に記載の画像キャプチャシステム。

[C 1 0]

前記複数の二次面は、各々、反射面を備える C 1 に記載の画像キャプチャシステム。

[C 1 1]

シーンのターゲット画像をキャプチャする方法であって、

複数の画像センサを提供することであって、前記複数の画像センサの各々は、複数の視

50

野のうちの1つを有し、前記複数の視野の各々は、前記シーンの実質上異なる部分を備えることと、

複数のレンズアセンブリを提供することであって、各レンズアセンブリは、前記複数の画像センサのうちの1つに対応することと、

前記シーンの少なくとも一部分を備える光を少なくとも1つの一次面を用いて前記複数のレンズアセンブリの各々の方に向けることと、

前記複数のレンズアセンブリの各々からの前記光を複数の二次面を用いて前記複数の画像センサのうちの対応する1つの方に向けることと、

複数の部分的画像をキャプチャすることであって、前記複数の部分的画像の各々は、前記複数の画像センサのうちの1つによってキャプチャされ及び前記複数の視野のうちの1つに対応することと、

前記複数の部分的画像を前記ターゲット画像に組み立てることと、を備える、方法。

[C 1 2]

前記複数の部分的画像を組み立てることは、

前記複数の部分的画像を結合して結合画像にすることと、

前記ターゲット画像を生成するために希望されるアスペクト比に従って前記結合画像をクロッピングすることと、を備えるC 1 1に記載の方法。

[C 1 3]

前記複数の部分的画像を組み立てることは、

前記複数の部分的画像における少なくとも1つの重なり合いエリアを決定することと、

前記少なくとも1つの重なり合いエリアに少なくとも部分的に基づいて前記複数の部分的画像を整合させ、それによって前記シーンを構成する整合された画像を生成することと、を備えるC 1 1に記載の方法。

[C 1 4]

前記ターゲット画像を生成するために希望されるアスペクト比に従って前記整合された画像をクロッピングすることをさらに備えるC 1 3に記載の方法。

[C 1 5]

前記複数のレンズアセンブリを用いて前記複数の部分的画像を集束させることをさらに備えるC 1 1に記載の方法。

[C 1 6]

前記シーンの少なくとも一部分を備える光を前記複数のレンズアセンブリの各々の方に向けることは、少なくとも1つの反射面を用いて前記光を反射させることを備えるC 1 1に記載の方法。

[C 1 7]

少なくとも1つの反射面を用いて前記光を反射させることは、前記複数の視野のうちの1つを備える前記光の部分を複数の反射面を用いて前記複数のレンズアセンブリの各々の方に反射させることを備えるC 1 6に記載の方法。

[C 1 8]

前記シーンの少なくとも一部分を備える光を前記複数のレンズアセンブリの各々に向けることは、少なくとも1つのプリズムを用いて前記光を屈折させることを備えるC 1 1に記載の方法。

[C 1 9]

少なくとも1つのプリズムを用いて前記光を屈折させることは、前記プリズムの複数の面を通じて前記光を屈折させることを備え、前記複数の視野のうちの各々の1つを備える前記光の部分は、前記複数の面のうちの1つを通じて前記複数のレンズアセンブリのうちの1つの方に屈折されるC 1 8に記載の方法。

[C 2 0]

非一時的なコンピュータによって読み取り可能な媒体であって、プロセッサによって実行されたときに、

複数の画像センサを用いてターゲット画像シーンの複数の部分的画像データをキャプチ

10

20

30

40

50

ヤすることと、

前記ターゲット画像の前記複数の部分を結合して前記ターゲット画像にすることと、を備える方法を実行する命令を備え、前記複数の画像センサの各々は、前記シーンの少なくとも一部分を備える光を少なくとも1つの一次面から複数のレンズアセンブリのうちの1つ内を通過させ、次に、複数の二次面のうちの1つから前記光を反射させることによって決定された複数の実質上異なる視野のうちの1つを有し、前記ターゲット画像の前記複数の部分の各々は、前記複数の視野のうちの1つに対応し、

前記第1の視野及び前記第2の視野は、前記シーンを備える光を前記第1及び第2の画像センサの方に反射又は屈折させるように構成される少なくとも1つの表面に少なくとも部分的に基づいて決定される、非一時的なコンピュータによって読み取り可能な媒体。

10

[C 2 1]

シーンのターゲット画像をキャプチャするための画像キャプチャシステムであって、ターゲット画像シーンの少なくとも一部分を備える光を向けるための手段と、

複数の部分的画像を集束するための手段であって、前記複数の部分的画像の各々は、前記シーンの実質上異なる部分を各々備える複数の視野のうちの1つに対応する手段と、

前記複数の部分的画像をキャプチャするための手段と、

前記複数の部分的画像を結合して前記ターゲット画像にするための手段と、を備える、システム。

【図 1 A】

図 1A

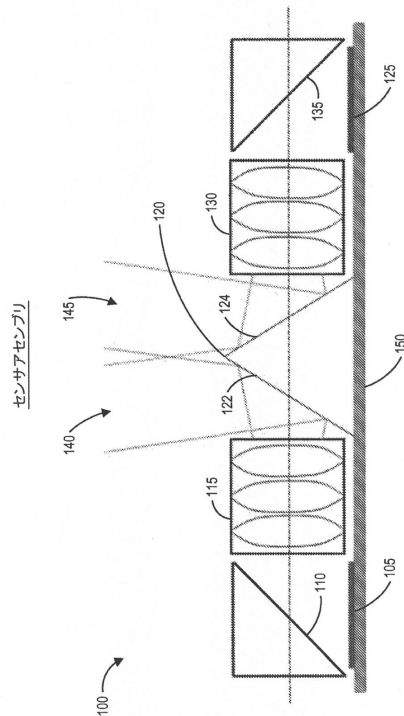


FIG. 1A

【図 1 B】

図 1B

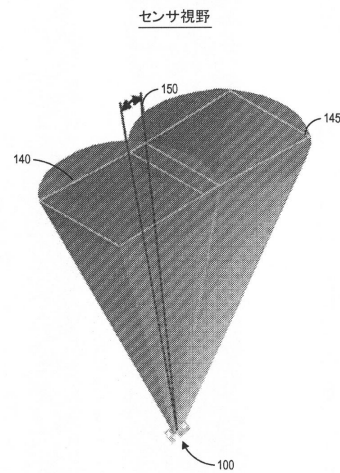


FIG. 1B

【図 2】

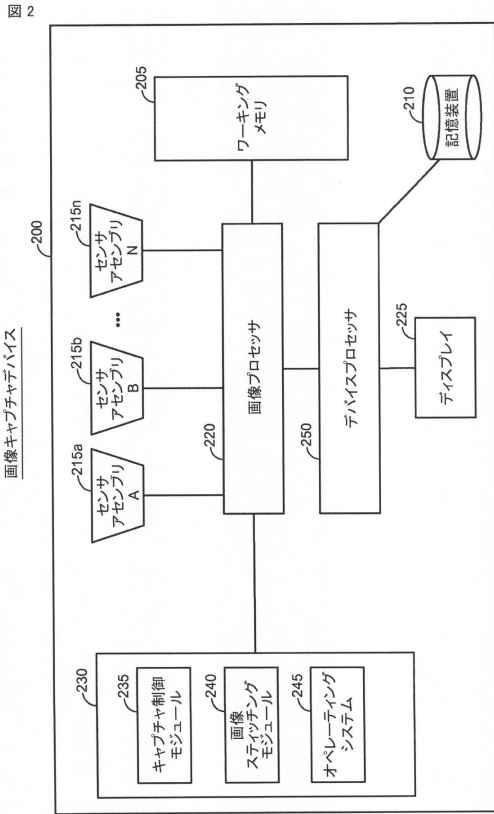


FIG. 2

【図 3 A】

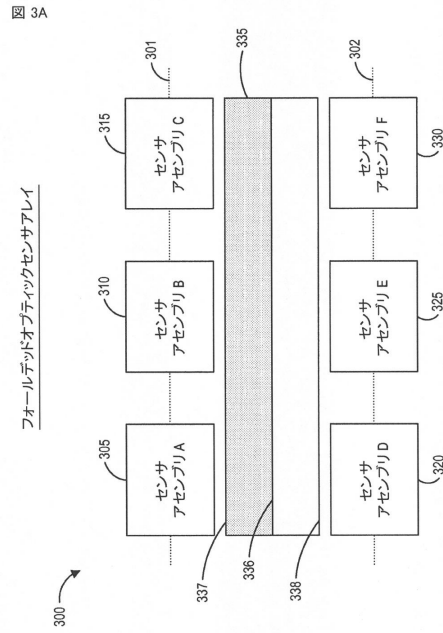


FIG. 3A

【図 3 B】

図 3B フォールデッドオプティックセンサアレイ

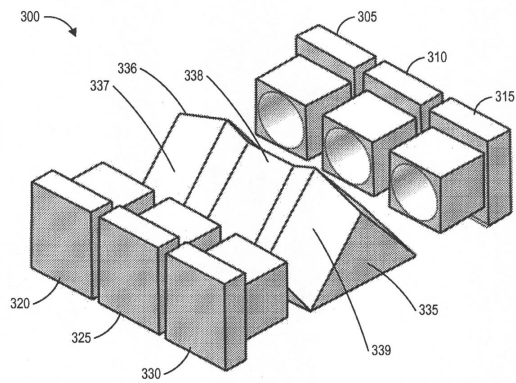


FIG. 3B

【図 3 C】

図 3C フォールデッドオプティックセンサ視野

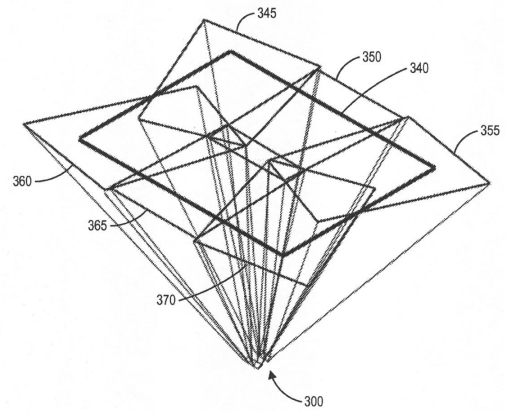
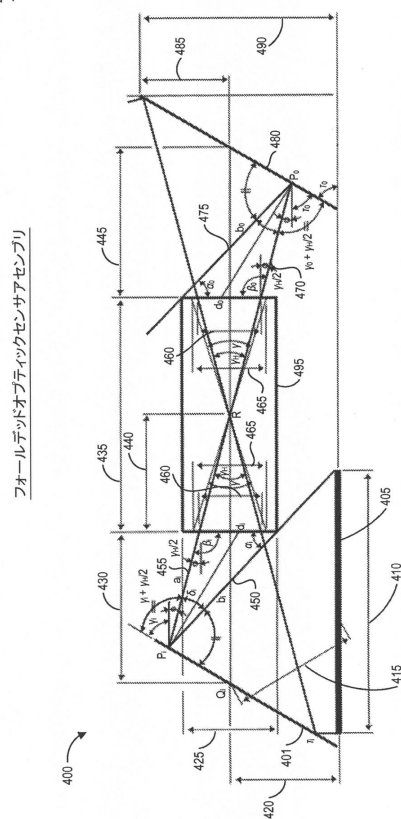


FIG. 3C

【 図 4 】

图 4



【 図 5 A 】

图 5A

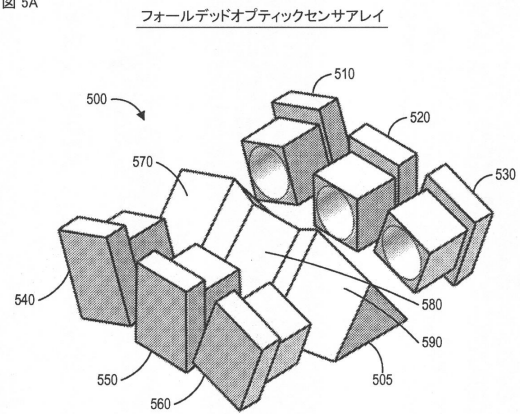


FIG. 5A

【 図 5 B 】

图 5B

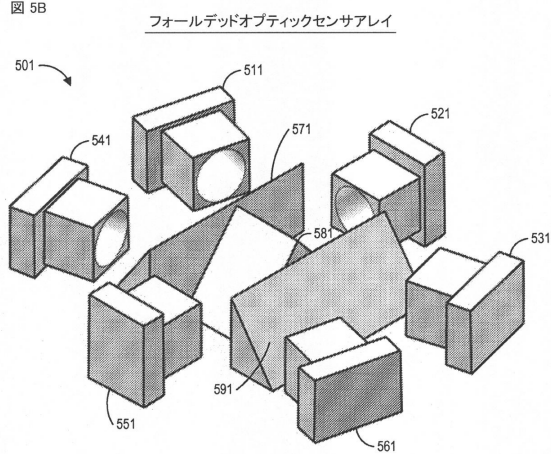


FIG. 5B

【 図 5 C 】

図 5C

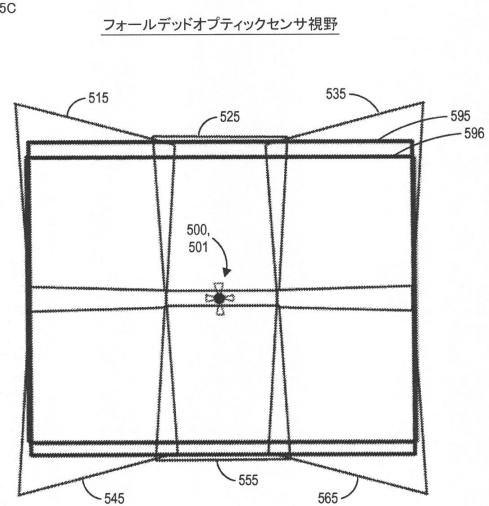


FIG. 5C

【図 6 A】

図 6A

フォールドドオプティックセンサアレイ

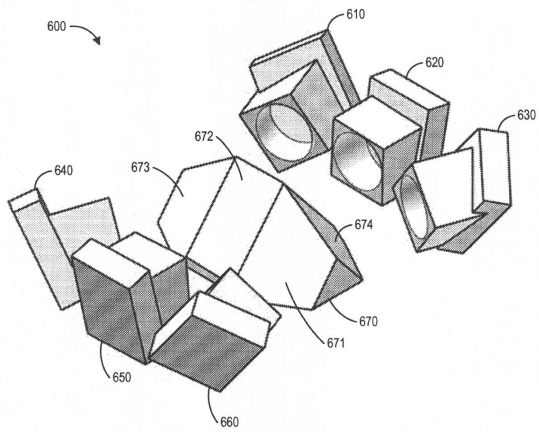


FIG. 6A

【図 6 B】

図 6B

フォールドドオプティックセンサ視野

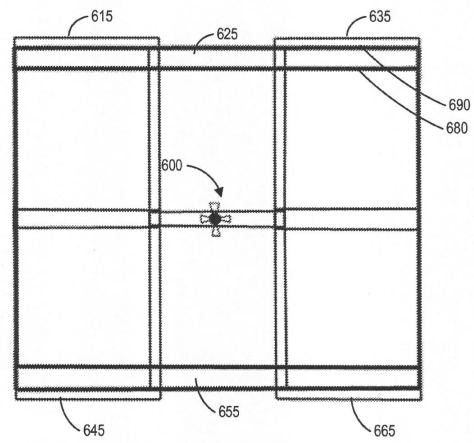


FIG. 6B

【図 7】

図 7

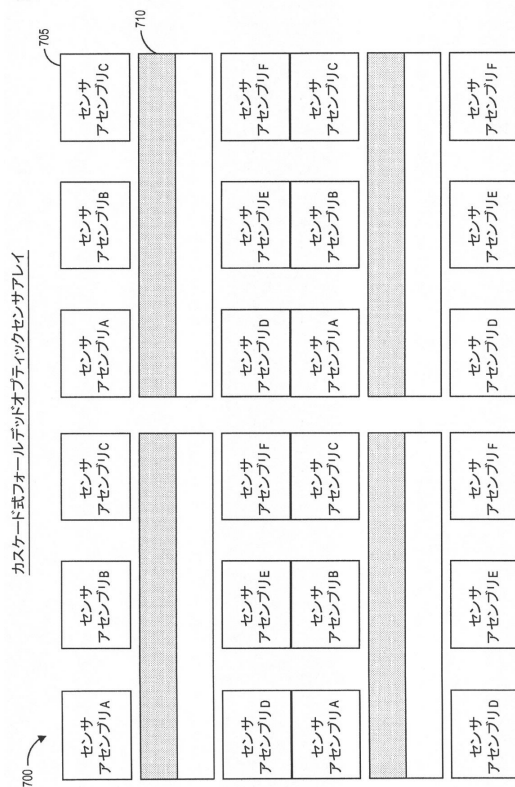


FIG. 7

【図 8】

図 8

フォールドドオプティックセンサアレイ

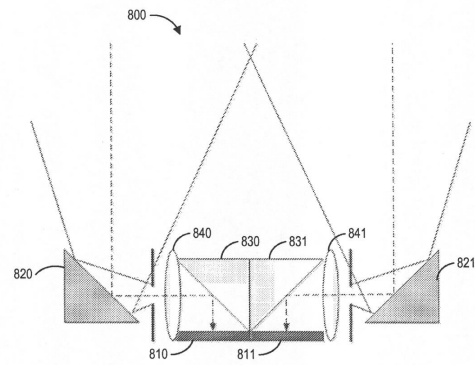


FIG. 8

【図 9】

図 9 900 カスケード式フォールデッドオプティックセンサアレイ

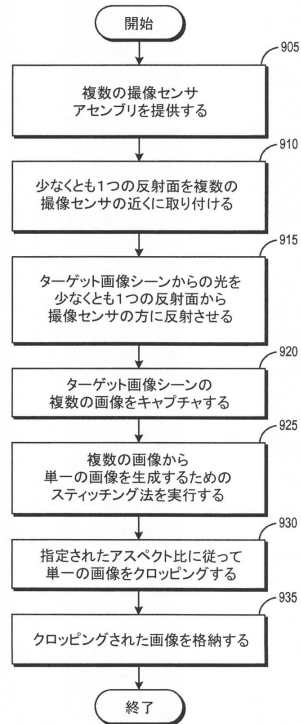


FIG. 9

フロントページの続き

(31)優先権主張番号 13/837,098

(32)優先日 平成25年3月15日(2013.3.15)

(33)優先権主張国・地域又は機関
米国(US)

(74)代理人 100184332

弁理士 中丸 慶洋

(72)発明者 ジョルジーブ、トドー・ジョルジーブ

アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 2 1 2 1 - 1 7 1 4、サン・ディエゴ、モアハウス・ドライブ 5 7 7 5

(72)発明者 オスボーン、トーマス・ベスレイ

アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 2 1 2 1 - 1 7 1 4、サン・ディエゴ、モアハウス・ドライブ 5 7 7 5

(72)発明者 ゴマ、サーギウ・ラドゥ

アメリカ合衆国、カリフォルニア州 9 2 1 2 1 - 1 7 1 4、サン・ディエゴ、モアハウス・ドライブ 5 7 7 5

合議体

審判長 清水 正一

審判官 千葉 輝久

審判官 藤原 敬利

(56)参考文献 特開2002-158913(JP,A)

特開2004-260787(JP,A)

特開昭60-213178(JP,A)

特開平9-214992(JP,A)

特開平6-217184(JP,A)

特開平9-224180(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H04N5/222-5/257

G02B7/02

G03B17/17

G03B19/07