

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6755316号
(P6755316)

(45) 発行日 令和2年9月16日 (2020.9.16)

(24) 登録日 令和2年8月27日 (2020.8.27)

(51) Int. Cl.

F I

G O 1 B 11/00 (2006.01)

G O 1 B 11/00 H

G O 2 B 7/02 (2006.01)

G O 2 B 7/02 H

G O 3 B 35/02 (2006.01)

G O 3 B 35/02

H O 4 N 5/225 (2006.01)

H O 4 N 5/225 4 0 0

H O 4 N 5/225 6 0 0

請求項の数 22 (全 52 頁)

(21) 出願番号 特願2018-532814 (P2018-532814)
 (86) (22) 出願日 平成28年9月14日 (2016.9.14)
 (65) 公表番号 特表2018-534586 (P2018-534586A)
 (43) 公表日 平成30年11月22日 (2018.11.22)
 (86) 国際出願番号 PCT/EP2016/071628
 (87) 国際公開番号 W02017/046121
 (87) 国際公開日 平成29年3月23日 (2017.3.23)
 審査請求日 令和1年9月13日 (2019.9.13)
 (31) 優先権主張番号 15185005.4
 (32) 優先日 平成27年9月14日 (2015.9.14)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
 欧州特許庁 (EP)

(73) 特許権者 517267802
 トリナミクス ゲゼルシャフト ミット
 ベシュレンクテル ハフツング
 ドイツ、67063 ルートヴィッヒスハ
 ーフェン アム ライン、インドゥストリ
 ーシュトラッセ 35
 (74) 代理人 100100354
 弁理士 江藤 聡明
 (72) 発明者 ゼント、ロベルト
 ドイツ、76137 カールスルーエ、ル
 イーゼンシュトラッセ 25
 (72) 発明者 ブルーダー、イングマル
 ドイツ、67271 ノイライニンゲン、
 アム ドレッシュプラッツ 12

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 少なくとも1つの物体の少なくとも1つの画像を記録するカメラ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

少なくとも1つの物体 (112) の少なくとも1つの画像を記録するためのカメラ (110) であって、

少なくとも1つの収束要素 (128) であって、前記収束要素 (128) を通過する光ビーム (132) を収束して少なくとも1つの光学センサ (114) によって受信されるビーム経路に沿って移動させるよう適応される、収束要素 (128) と、

第1の調整可能エリア (136) を有する少なくとも1つの第1のアパーチャ要素 (130) であって、前記収束要素 (128) と前記光学センサ (114) との間の前記ビーム経路内に配置される、第1のアパーチャ要素 (130) と、

第2の調整可能エリア (138) を有する少なくとも1つの第2のアパーチャ要素 (134) であって、前記第1のアパーチャ要素 (130) と前記光学センサ (114) との間の前記ビーム経路内に配置される、第2のアパーチャ要素 (134) と、

前記光ビーム (132) を受信するよう適応される前記少なくとも1つの光学センサ (114) であって、前記第2のアパーチャエリア (138) より大きい前記第1のアパーチャエリア (136) を含む第1のセッティングにおいて少なくとも1つの第1の写真を生成し、次いで前記第1のアパーチャエリア (134) より大きい前記第2のアパーチャエリア (138) を含む第2のセッティングにおいて少なくとも1つの第2の写真を生成するようにさらに適応される、光学センサ (114) と、

前記少なくとも1つの第1の写真と前記少なくとも1つの第2の写真を比較すること

10

20

によって前記少なくとも1つの物体(112)の少なくとも1つの画像を生成するよう設計される少なくとも1つの評価装置(142)とを含むカメラ(110)。

【請求項2】

前記収束要素(128)が収束レンズまたは複合レンズ(156)を含み、前記複合レンズ(156)が第2のアパーチャ装置(134)と併せてテレセントリックレンズ(158)およびハイパーセントリックレンズのいずれかの役割を果たすよう適応される請求項1に記載のカメラ(110)。

【請求項3】

前記第1のアパーチャ要素(130)が前記収束要素(128)の画像空間(166)内の焦点面(164)内に配置される請求項1または2に記載のカメラ(110)。

10

【請求項4】

前記第1のアパーチャ要素(130)および/または前記第2のアパーチャ要素(134)が調整可能なアパーチャストップを含む請求項1から3のいずれか一項に記載のカメラ(110)。

【請求項5】

前記第2のアパーチャ要素(134)が、前記光ビーム(132)の少なくとも1つの特性を空間的に分解する形で修正するよう適応される少なくとも1つの空間光変調装置(172)を含み、空間光変調装置は、複数のピクセル(176)から成るマトリクス(174)を有し、各ピクセル(176)は、前記光ビーム(132)が前記少なくとも1つの光学センサ(114)に到達する前に前記光ビーム(132)のうち前記ピクセル(176)を通過する部分の少なくとも1つの光学特性を個別に修正することが制御可能な請求項1から4のいずれか一項に記載のカメラ(110)。

20

【請求項6】

少なくとも2つの前記ピクセル(176)を別々の変調周波数で周期的に制御するよう適応される少なくとも1つの変調装置をもさらに含む請求項5に記載のカメラ(110)。

【請求項7】

前記空間光変調装置(172)の前記ピクセル(176)が各々、前記第2のアパーチャ要素(134)の前記調整可能エリア(138)が調整可能な形および/または前記光軸(116)に対して垂直な前記第2のアパーチャ要素(138)の前記位置が調整可能な形で個別に制御され得る請求項5または6に記載のカメラ(110)。

30

【請求項8】

前記空間光変調装置(172)の前記ピクセル(176)が各々少なくとも1つのマイクロレンズを含み、前記マイクロレンズが調節可能なレンズである請求項5から7のいずれか一項に記載のカメラ(110)。

【請求項9】

前記光学センサ(114)が無機撮像装置(140)を含む請求項1から8のいずれか一項に記載のカメラ(110)。

【請求項10】

前記無機撮像装置(140)が、ピクセル化無機チップ；ピクセル化有機検出器；CCDチップ、好ましくは多色CCDチップまたはフルカラーCCDチップ；CMOSチップ；IRチップ；RGBチップを含む請求項9に記載のカメラ(110)。

40

【請求項11】

前記光学センサ(114)が少なくとも1つの縦方向光学センサ(184)を含み、前記縦方向光学センサ(184)が少なくとも1つのセンサ領域(186)を含み、前記縦方向光学センサ(184)が前記光ビーム(132)による前記センサ領域(186)の照明に依存する形で少なくとも1つの縦方向センサ信号を生成するよう設計され、照明の総出力が同じであれば前記縦方向センサ信号が前記センサ領域(186)内の前記光ビーム(132)のビーム断面積に依存し、前記評価装置(142)がさらに前記縦方向セン

50

サ信号の評価によって前記物体（１１２）の縦方向位置に関する少なくとも１項目の情報を生成するよう設計される請求項１から１０のいずれか一項に記載のカメラ（１１０）。

【請求項１２】

少なくとも１つの変調装置をもさらに含み、少なくとも１つの変調周波数の使用によって前記光ビーム（１３２）の強度を変調するよう前記変調装置が適応され、前記照明の総出力が同じであれば前記縦方向センサ信号がさらに前記照明の前記変調の前記変調周波数に依存し、前記評価装置（１４２）がさらに前記変調周波数の評価によって前記物体（１１２）の縦方向位置に関する前記少なくとも１項目の情報を生成するよう設計される請求項１１に記載のカメラ（１１０）。

【請求項１３】

前記少なくとも１つの物体（１１２）の少なくとも１つの３次元画像を生成するために、前記少なくとも１つの第１の写真内に含まれる第１の情報と前記少なくとも１つの第２の写真内に含まれる第２の情報を組み合わせるよう、前記評価装置（１４２）が適応される請求項１から１２のいずれか一項に記載のカメラ（１１０）。

【請求項１４】

少なくとも１つの開口部（１２０）を有する少なくとも１つのハウジング（１１８）をもさらに含み、前記収束要素（１２８）が前記開口部（１２０）に配置され、前記少なくとも第１のアパーチャ要素（１３０）、前記第２のアパーチャ要素（１３４）および前記光学センサ（１１４）が前記ハウジング（１１８）の内部に配置される請求項１から１３のいずれか一項に記載のカメラ（１１０）。

【請求項１５】

さらに少なくとも１つの照明源を含む請求項１から１４のいずれか一項に記載のカメラ（１１０）。

【請求項１６】

前記変調装置が照明源を変調させるよう適応される請求項１５に記載のカメラ（１１０）。

【請求項１７】

少なくとも１つの可動物体（１１２）の位置を追跡するための追跡システム（１８０）であって、請求項１から１６のいずれか一項に記載のカメラ（１１０）を少なくとも１個含み、さらに少なくとも１つの、物体（１１２）の一連の位置を追跡するように適合される進路制御装置（１９８）を含み、各位置が特定の時点における物体（１１２）の少なくとも１つの縦方向位置に関する情報のうち少なくとも１つの項目を含む追跡システム（１８０）。

【請求項１８】

少なくとも１つの物体（１１２）の少なくとも１つの画像を記録する方法であって、光ビーム（１３２）を受信するよう適用される少なくとも１つの光学センサ（１１４）の使用により、少なくとも１つの第２のアパーチャ要素（１３４）の第２のアパーチャエリア（１３８）より大きい、少なくとも１つの第１のアパーチャ要素（１３０）の第１のアパーチャエリア（１３６）を含むカメラ（１１０）の第１のセッティングにおいて少なくとも１つの第１の写真を生成し、前記第１のアパーチャエリア（１３６）より大きい前記第２のアパーチャエリア（１３８）を含む前記カメラ（１１０）の第２のセッティングにおいて少なくとも１つの第２の写真を生成する工程であって、前記光ビーム（１３２）は収束要素（１２８）を通過して前記少なくとも１つの光学センサ（１１４）に至るビーム経路上を移動するように収束され、前記第１のアパーチャ要素（１３０）は前記収束要素（１２８）と前記光学センサ（１１４）との間の前記ビーム経路内に配置され、前記第２のアパーチャ要素（１３４）は前記第１のアパーチャ要素（１３０）と前記光学センサ（１１４）との間の前記ビーム経路内に配置される、工程と、

前記少なくとも１つの第１の写真と前記少なくとも１つの第２の写真的比較によって前記少なくとも１つの物体（１１２）の少なくとも１つの画像を生成する工程とを含む方法。

10

20

30

40

50

【請求項 19】

前記第1のアパーチャ要素(130)および/または前記第2のアパーチャ要素(134)が調整可能なアパーチャストップを含み、前記アパーチャストップの前記アパーチャエリアが調整され、および/または前記カメラ(110)の前記光軸(116)に垂直な前記第2のアパーチャ要素(134)の位置が調整される請求項18に記載の方法。

【請求項 20】

前記第2のアパーチャ要素(134)が、前記光ビーム(132)の少なくとも1つの特性を空間的に分解する形で修正するよう適応される少なくとも1つの空間光変調装置(172)を含み、前記空間光変調装置は、複数のピクセル(176)から成るマトリクス(174)を有し、各ピクセル(176)が、前記第2のアパーチャ要素(134)の前記第2の調整可能なエリア(138)が調整され、および/または前記カメラ(110)の前記光軸(116)に垂直な前記第2のアパーチャ要素(134)の前記位置が調整される形で、前記光ビーム(132)が前記少なくとも1つの光学センサ(114)に到達する前に前記光ビーム(132)のうち前記ピクセル(176)を通過する部分の少なくとも1つの光学特性を修正するよう個別に制御される請求項18または19に記載の方法。

10

【請求項 21】

少なくとも2つの第2の写真が生成され、前記少なくとも2つの第2の写真を生成する工程の間で前記カメラ(110)の前記光軸(116)に対して垂直な前記第2のアパーチャ要素(134)の前記位置が調整される請求項19または20に記載の方法。

20

【請求項 22】

撮像用途、カメラ用途、機械視覚または光リソグラフィーにおける計測学用途、品質管理用途、監視用途、安全用途、製造用途、自動車用途、自律運転用途、ナビゲーション用途、ローカライゼーション用途、娯楽用途、家庭用途から成る群から選択される使用目的のためのカメラ(110)に関する請求項1から16のいずれか一項に記載のカメラ(110)を使用する方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、少なくとも1個の物体の少なくとも1枚の画像、特に3次元画像を光学的に記録することにより、物体の位置を深度に関して判定するカメラに関する。さらに、本発明は、追跡システム、少なくとも1つの物体の少なくとも1つの画像を光学的に記録する方法およびカメラの特異的用途にも関する。

30

【背景技術】**【0002】**

少なくとも1つの物体の少なくとも1つの画像を光学的に記録する様々なカメラが知られており、カメラは一般的に少なくとも1つの開口部を有するハウジングを含み、開口部に配置される収束レンズなどの収束要素は、収束要素を通過する光ビームを収束して、ハウジング内に配置される少なくとも1つの光学センサによって受信される光軸に沿ったビーム経路上を移動させるように適応される。一般的に、光学センサはピクセル化無機チップなど無機撮像センサ；ピクセル化有機検出器；CCDチップ、好ましくは多色CCDチップまたはフルカラーCCDチップ；CMOSチップ；IRチップ；RGBチップを含む。

40

【0003】

さらに、F i P 効果を採用する光学センサも知られている。国際公開第2012/110924 A 1号および国際公開第2014/097181 A 1号ではそれぞれ、少なくとも1つの光学センサを含むカメラを開示しており、この光学センサは少なくとも1つのセンサ領域を示す。本発明では、光学センサは、センサ領域の照明に依存する形で少なくとも1個のセンサ信号を生成するよう設計される。いわゆる「F i P 効果」に従って、センサ信号は、照明の総出力が同じである場合、照明の幾何学形状、特にセンサエリア上の照

50

明のビーム断面積に依存する。検出器はさらに、少なくとも1つの幾何学的情報項目をセンサ信号から生成するように設計された少なくとも1個の評価装置を有する。物体の3D画像を提供するため、少なくとも1つの縦方向光学センサおよび少なくとも1つの横方向光学センサを含む組み合わせが提案される。

【0004】

上述の装置および検出器により、具体的には国際公開第2012/110924A1号および国際公開第2014/097181A1号において開示されている検出器によって様々な優位性が示唆されているものの、依然、特に、簡潔で費用効率的でありながらも信頼性が高い、特に3D画像を記録する空間カメラに関して、改良が必要である。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】国際公開第2012/110924A1号

【特許文献2】国際公開第2014/097181A1号

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

したがって、本発明が解決しようとする課題は、この種の既知の装置および方法の不利点を少なくとも実質的に回避する、少なくとも1つの物体の少なくとも1つの画像を光学的に記録する装置および方法を明確にすることである。特に、3D画像を記録するための、単純で費用効率が高いながらも信頼性のある、改善された空間カメラが望ましいと思われる。

【課題を解決するための手段】

【0007】

この課題は、独立特許請求項の特徴を有する本発明によって解決される。個別にまたは組み合わせて実現することができる本発明の有利な発展形態は、従属請求項および/または以下の明細書および詳細な実施形態において提示される。

【0008】

本明細書で使用されるとき、「有する」、「含む」および「含有する」という表現、ならびにそれらの文法上の変形は、非排他的な形で使用される。したがって、「AはBを有する」という表現、および「AはBを含む」または「AはBを含有する」という表現は、AはBのほかに、1個または複数のさらなる構成要素および/または成分を含有するという事実と、AにおいてB以外の構成要素、成分または要素が存在しない状況も指す場合がある。

【0009】

本発明の第1の態様において、少なくとも1つの物体の少なくとも1つの画像を光学的に記録する、特に物体の3D画像を記録することにより、物体の位置を深度に関して判定するカメラが開示される。

【0010】

「物体」は一般的に、生物物体および非生物物体から選択される1個の任意の物体であってもよい。したがって、一例として、少なくとも1個の物体は1個または複数の物品および/または1個の物品を構成する1個または複数の部分を含み得る。付加的にまたは代替的に、物体は、少なくとも1個の生物および/またはその1つ以上の部分、例えばユーザなど人間および/または動物の1つ以上の身体部分であってもよい。

【0011】

本明細書で使用されるとき、「位置」は一般的に、空間内の物体の配置および/または配向に関する情報の任意の項目を指す。この目的に対し、一例として、1つまたは複数の座標系を使用してよく、また物体の位置は1つ、2つ、または3つ以上の座標の使用によって判定され得る。一例として、1つまたは複数のデカルト座標系および/または他の種類の座標系が使用され得る。一例において、この座標系は、カメラが有している予め設

10

20

30

40

50

定された位置および／または配向の座標系であってもよい。以下にてさらに詳しく概説されるとおり、カメラは、カメラの主たる視野方向を構成し得る光軸を有し得る。光軸は、 z 軸など、座標系における 1 つの軸を形成し得る。さらに、1 つまたは複数の付加的な軸、好ましくは z 軸に対して垂直な軸を設けてもよい。

【0012】

したがって、一例として、光軸が z 軸を構成し、また付加的に z 軸に対して垂直かつ互いに垂直である x 軸と y 軸が提供され得る座標系がカメラ向けに採用され得る。一例として、光学センサは、この座標系の原点など、この座標系における特定の点に所在し得る。この座標系において、 z 軸に平行または逆平行な方向を、縦方向と見なすことができ、また z 軸に沿った座標を、縦方向座標と見なすことができる。縦方向に対して垂直な任意の方向を横方向と見なすことができ、 x 座標および／または y 座標を横方向座標と見なすことができる。

10

【0013】

あるいは、他の種類の座標系を使用してもよい。したがって、一例として、光軸が z 軸を形成する極座標系を使用することができ、また z 軸からの距離および極角を付加的座標として使用することができる。同じく、 z 軸に平行または逆平行な方向を縦方向と見なすことができ、また z 軸に沿った座標を縦方向座標と見なすことができる。 z 軸に対して垂直な任意の方向を横方向と見なすことができ、また極座標および／または極角を横方向座標と見なすことができる。

【0014】

20

本明細書で使用されるとき、カメラは、少なくとも 1 個の物体の少なくとも 1 つの画像を提供するように適合される装置である。このように、カメラは一般的に写真撮影の実施向けに適応される装置である。具体的に、カメラは 3 D 写真撮影、具体的にはデジタル 3 D 写真撮影に使用され得る。このように、カメラはデジタル 3 D カメラを形成するか、またはデジタル 3 D カメラの一部であってもよい。カメラは、固定式装置であるか、または移動式装置であってもよい。さらに、カメラは独立型装置であるか、あるいはコンピュータ、車両または他の装置など、別の装置の一部をも形成し得る。さらに、カメラは携帯型装置であってもよい。カメラの他の実施形態も実現可能である。

【0015】

本明細書で使用されるとき、「写真撮影」という用語は一般的に、少なくとも 1 つの物体の画像情報を取得する技術を指す。本明細書でさらに使用されるとき、「デジタル写真撮影」という用語は一般的に、照明の強度を示す電気信号、好ましくは、デジタル電気信号を生成するよう適応された複数の感光性要素の使用によって、少なくとも 1 つの物体の画像情報を取得する技術を指す。本明細書でさらに使用されるとき、「3 D 写真撮影」という用語は一般的に、3 次元空間における少なくとも 1 つの物体の画像情報を取得する技術を指す。それに伴い、3 D カメラは 3 D 写真撮影の実施向けに適応された装置である。カメラは一般的に、単一の画像、例えば単一の 3 D 画像を取得するために適応され得るか、または複数の画像、例えば一連の画像を取得するために適応され得る。このように、カメラは、例えばデジタルビデオシーケンスの取得など、ビデオ用途向けに適応されたビデオカメラであってもよい。後者の場合、カメラは好ましくは画像シーケンスを保存するためのデータメモリを含む。このように、一般的に、本発明は少なくとも 1 つの物体の撮像用のカメラ、具体的にはデジタルカメラ、より具体的には 3 D カメラまたはデジタル 3 D カメラを指す。上記にて概説のとおり、「撮像」という用語は、本明細書で使用されるとき、一般的に、少なくとも 1 つの物体の画像情報の取得を指す。

30

40

【0016】

カメラは、実現可能な何らかの形で少なくとも 1 個の物体の少なくとも 1 つの画像を提供するように適合され得る。したがって、情報は例えば電子的、視覚的、聴覚的に、あるいはこれらの任意の組合せの形で提供され得る。画像はさらに、カメラのデータ記憶装置または別個の装置に保存するか、および／または無線インターフェースおよび／または有線インターフェースなど、少なくとも 1 つのインターフェースを介して提供することがで

50

きる。

【0017】

本発明に記載の少なくとも1つの物体の光学画像を記録するカメラは、

- 少なくとも1つの収束要素であって、収束要素を通過する光ビームを収束して少なくとも1つの光学センサによって受信されるビーム経路に沿って移動させるように適応される、収束要素と、

- 第1の調整可能エリアを有する少なくとも1つの第1のアパーチャ要素であって、収束要素と光学センサとの間のビーム経路内に配置される、第1のアパーチャ要素と、

- 第2の調整可能エリアを有する少なくとも1つの第2のアパーチャ要素であって、第1のアパーチャ要素と光学センサとの間のビーム経路内に配置される、第2のアパーチャ要素と、

- 光ビームを受信するよう適応される少なくとも1つの光学センサであって、第2のアパーチャエリアより大きい第1のアパーチャエリアを含む第1のセッティングにおいて少なくとも1つの第1の写真を生成し、次いで第1のアパーチャエリアより大きい第2のアパーチャエリアを含む第2のセッティングにおいて少なくとも1つの第2の写真を生成するようにさらに適応される、光学センサと、

- 少なくとも1つの第1の写真と少なくとも1つの第2の写真とを比較することによって少なくとも1つの物体の少なくとも1つの画像を生成するよう設計される少なくとも1つの評価装置

とを含む。

【0018】

本発明では、上に挙げた構成要素は別々の構成要素であってもよい。あるいは、上に挙げた構成要素のうち複数を1つの構成要素に一体化してもよい。さらに、少なくとも1個の評価装置は、転送装置および光学センサから独立した別個の評価装置として形成され得るが、好ましくはセンサ信号を受信できるよう光学センサに接続され得る。あるいは、少なくとも1個の評価装置を完全にまたは部分的に、光学センサに一体化してもよい。

【0019】

好ましくは、少なくとも1つの物体の光学画像を記録するために適応されるカメラは、少なくとも1つの物体の光学画像を、特に、可能な限り他の物体および/または照明源による干渉を受けずに記録できるよう、少なくとも1つのハウジング、特に単一のハウジングを含む。したがって、好ましくは、ハウジングは少なくとも1つの開口部を有する硬質ケースを含み、ハウジングの開口部に少なくとも1つの収束要素が配置される一方、主に上述の理由により、ハウジングの内部に少なくとも1つの光学センサが配置される。加えて、カメラのさらなる要素もハウジングの内部または外部に配置され得る。好ましくは、少なくとも1つの第1のアパーチャ要素のほか、少なくとも1つの第2のアパーチャ要素がハウジングの内部に配置され得る一方、少なくとも1つの物体の画像を少なくとも1つ生成するよう設計された少なくとも1つの評価装置が、カメラの目的および/または設計に応じてハウジングの内部または外部に配置され得る。さらに、カメラの付加的要素、特に少なくとも1つの照明源、少なくとも1つの変調装置および/または少なくとも1つの撮像装置も、技術的および/または設計関連の検討事項に応じてハウジングの内部または外部に配置され得る。

【0020】

本発明によれば、カメラは少なくとも1つの転送装置を含み、転送装置は少なくとも1つの収束要素および少なくとも1つの第1のアパーチャ要素を含む。本発明では、収束要素を通過する光ビームを収束して、少なくとも1つの光学センサによって受信されるビーム経路に沿って、好ましくはカメラの光軸に沿って移動させるように適応される収束要素は、入射光ビームに対して収束特性を示す光学要素を含み得る。好ましくは、この目的のため、光学レンズ、特に1つまたは複数の屈折レンズ、特に凸レンズまたは薄い両凸レンズなど薄い収束性屈折レンズ、および/または1つまたは複数の凸型ミラー、および/または後で詳しく説明するテレセントリックレンズまたはハイパーセントリックレンズの役

10

20

30

40

50

割を果たすよう適応され得る複合レンズが、共通の光軸に沿って配列され得る。

【 0 0 2 1 】

最も好ましくは、物体から発生する光ビームは最初に、収束要素および第1のアパーチャ要素を含む少なくとも1つの転送装置を通して移動し、その後、第1のアパーチャ要素と光学センサとの間のビーム経路内に配置された第2のアパーチャ要素を通して移動し、最終的に1つまたは複数の光学センサに衝突し得る。本明細書で使用されるとき、「転送装置」という用語は、物体から発生する少なくとも1つの光ビームをカメラ内の光学センサへと転送するよう構成設定され得る光学要素を指す。このように、物体から伝播する光を光学センサへと供給するよう転送装置を設計することができ、この供給は任意的に、転送装置の結像特性により、そうでなければ非結像特性によって有効化することができる。特に、転送装置は、電磁放射が光学センサに供給される前に、その電磁放射を収集するよう設計され得る。

10

【 0 0 2 2 】

加えて、少なくとも1つの転送装置は結像特性を有し得る。結果的に、転送装置は少なくとも1つの結像要素、例えば少なくとも1つのレンズおよび/または少なくとも1つの曲面鏡を有するが、何故ならそのような結像要素の場合、例えばセンサ領域上での照明の幾何学形状は、例えば転送装置と物体との間の距離といった相対的配置に依存し得るからである。本明細書で使用されるとき、転送装置は、特に物体が光学センサの可視範囲内に配列される場合に、物体から発生する電磁放射が完全に光学センサへ転送されるような形で設計され得る。

20

【 0 0 2 3 】

加えて、転送装置はまた、例えば変調転送装置を使用するなどにより、光ビームの変調向けに使用され得る。本発明では、変調転送装置を、入射光ビームが光学センサに衝突し得る前に入射光ビームの周波数および/または強度を変調させるよう適応させることができる。本発明では、変調転送装置は光ビームを変調させる手段を含み得る、および/または変調装置によって制御することができ、変調転送装置は評価装置の一部であってもよく、および/または少なくとも部分的に別個のユニットとして実装され得る。

【 0 0 2 4 】

収束要素に加え、転送装置はさらに、既に上述のとおり、少なくとも1つの第1のアパーチャ要素をも含み、これは「フィールドアパーチャ」と表わされる場合もある。加えて、カメラはさらに、第1のアパーチャ要素と光学センサとの間のビーム経路内に配置される少なくとも1つの第2のアパーチャ要素をも含み、これは「出口アパーチャ」と呼ばれる場合もある。一般的な用法として、「アパーチャ要素」という用語は、後で光学センサに衝突する入射光ビームのビーム経路上に配置される光学要素を指し、アパーチャ要素は入射光ビームの一部のみ通過させ得る一方、入射光ビームの他の部分は制止および/または反射され、例えば光学センサの外部の1つまたは複数の標的へと向かう。結果として、「アパーチャ要素」という用語は、不透明な本体と、その不透明な本体に挿入された開口部とを有する光学要素を指し、その不透明な本体は、入射光ビームのさらなる通過を制止および/または反射するよう適応され得る一方、入射光のうち、通常は「アパーチャ」と呼ばれる開口部に衝突し得る部分がアパーチャ要素を通過し得る。このように、アパーチャ要素は「絞り」または「ストップ」と呼ばれる場合もあり、「アパーチャストップ」という用語は、焦点面に到達する入射光ビームの輝度を制限する形でストップが適応される場合に使用され得る一方、「フィールドストップ」または「フレアストップ」という用語はストップが他の目的のために適応される場合に使用され得る。

30

40

【 0 0 2 5 】

好ましくは、アパーチャ要素の開口部は調整可能であってもよい。したがって、アパーチャ要素はアパーチャの開口度を各々調整可能に対応する調整可能エリアを有し得る。結果として、調整可能エリアはアパーチャ要素の開口度の指標となり得る。この目的に対し、アパーチャの開口部は、開口度が異なる少なくとも2通りの個別の状態の間で切り替え可能であってもよい。したがって、一例として、アパーチャの開口部は、異なる開口度を

50

示す少なくとも2通りの個別の状態の間で切り替え可能であってもよい。さらなる一例として、アパーチャの開口部は、段階的にといったように、開口度の増加または減少を示し得る3通り、4通り、5通りまたは6通り以上の個別の状態の間で切り替え可能であってもよい。ただし、さらなる例も可能である。代替的に、アパーチャ要素の開口部は任意の範囲内で連続的な形で、例えば「虹彩絞り」または単に「虹彩」とも呼ばれる調整可能な絞りの使用によって切り替え可能であってもよい。

【0026】

好ましくは、アパーチャ要素の開口部は、特にアパーチャ要素の中心が複数の異なる個別の状態の間で保持され得る形で、アパーチャ要素の中心に配置され得る。本発明では、アパーチャ要素は、特に、カメラのハウジングの内部で、アパーチャ要素の中心がカメラの光軸と合致する形で配置され得る。代替的に、複数の異なる個別の状態の間でのアパーチャの開口部の切り替えに加え、アパーチャ要素の位置、特にアパーチャ要素の中心はさらに、複数の異なる個別の状態のうち少なくとも2通りの状態の間でカメラの光軸に対して垂直となり得る形で調整可能であってもよい。ただし、例えばアパーチャ要素の中心がカメラの共通の光軸から外れる位置に配置され得る場合など、他の配列も可能となり得る。

【0027】

代替的に、本発明に記載のアパーチャ要素は、入射光ビームの一部だけの通過を許容すると同時に、入射光ビームの他の部分は制止および/または反射され、例えば光学センサの外部の1つまたは複数の標的へと向かう状態になるように適応され得る、ピクセル化光学要素を含み得る。特に、ピクセル化光学要素は、略して「SLM」とも呼ばれる少なくとも1つの空間光変調装置を含み得、SLMは、入射光ビームの少なくとも1つの特性を空間的に分解する形で修正するよう、特に入射光ビームの伝達性および/または反射性を局所的に修正するよう適応され得る。この目的に対し、SLMは複数のピクセルから成るマトリクスを含み得、これらのピクセルは各々、光ビームの一部の各ピクセルの通過を許容するまたは許容しないために、個別にアドレス指定可能とし得る。本発明では、各ピクセルを通過し得ない光ビームの部分は、吸収され得、および/または、例えば特にこの目的のために提供され得る1つまたは複数の標的に向けて反射され得る。このように、SLMは本発明に記載のアパーチャ要素の種類の片方または両方、すなわち第1のアパーチャ要素と、好ましくは第2のアパーチャ要素も提供する能力を示し得る。この目的に対し、SLMのピクセルは各々、特に好適な一実施形態において、複数のマイクロレンズから成る配列を含み得、これらのマイクロレンズは各々、好ましくは調節可能なレンズであってもよい。代替的または付加的に、SLMのピクセルは各々、さらに特に好適な一実施形態において、複数のマイクロミラーから成る配列を含むデジタルマイクロミラーデバイス(DMD)を含み得、これらのマイクロミラーは各々、好ましくは調節可能なミラーであってもよい。後者の類の入射光ビームの空間変調は、「デジタルライトプロセッシング(登録商標)」または「DLP」と呼ばれる場合もある。さらに、カメラは少なくとも2つのピクセルを別々の変調周波数で周期的に制御するよう適応され得る少なくとも1つの変調装置をも含み得る。

【0028】

さらに、空間光変調装置のピクセルの各々を個別に制御可能となり得ることから、アパーチャ要素の調整可能エリアは、伝達性および/または反射性が異なる複数の状態の間で調整可能となり得る。代替的または付加的に、アパーチャ要素の位置、例えばカメラの光軸に対して垂直なアパーチャ要素の位置などもさらに調整可能となり得る。これらの目的に対し、選択された数の個別のピクセルは各々、選択された数のピクセルのアドレス指定によって生成されたアパーチャエリアを入射光ビームが通過できる状態にするという形で制御され得る。後でさらに詳しく記載されるとおり、カメラの光軸を基準にアパーチャ要素の位置を調整することにより、収束要素の真正面に位置しない物体も結果的に観察可能となり得る。その結果、本発明に記載のカメラの視覚的範囲を、特に既知のテレセントリックレンズ系またはハイパーセントリックレンズ系に関して、拡大することができる。

【0029】

さらに、本発明に記載のカメラは少なくとも1つの光学センサ、すなわち1つまたは複数の物体の少なくとも1つの光学画像を取得することが可能である装置をも含む。

【0030】

特に好適な一実施形態において、光学センサは少なくとも1つの撮像装置を含み得る。本明細書で使用されるとき、「撮像装置」という用語は一般的に、1次元、2次元または3次元の、物体または物体の一部の画像を生成可能な装置を指す。このように、本発明に記載のカメラは、I R カメラまたはR G B カメラ、すなわち3つの別々の接続で、赤色、緑色および青色として指定される3原色を送達するよう設計されたカメラとして使用され得る。したがって、一例として、少なくとも1つの撮像装置は、ピクセル化有機カメラ要素、好ましくはピクセル化有機カメラチップ；ピクセル化無機カメラ要素、好ましくはピクセル化無機カメラチップ、より好ましくはC C D チップまたはC M O S チップ；モノクロムカメラ要素、好ましくはモノクロムカメラチップ；多色カメラ要素、好ましくは多色カメラチップ；フルカラーカメラ要素、好ましくはフルカラーカメラチップから成る群から選択される少なくとも1つの撮像装置であるか、またはこれを含み得る。撮像装置は、モノクロム撮像装置、マルチクロム撮像装置および少なくとも1つのフルカラー撮像装置から成る群から選択される少なくとも1つの装置であるか、またはこれを含み得る。マルチクロム撮像装置および／またはフルカラー撮像装置は、当業者であれば認識することになるとおり、フィルタ技術の使用により、および／または固有の色感度技法あるいは他の技法の使用により生成され得る。撮像装置の他の実施形態も可能である。本発明において、撮像装置は、物体の複数の部分領域を連続的におよび／または同時に撮像するよう設計され得る。一例として、物体の部分領域は、例えば撮像装置の解像限界によって定められ且つ電磁放射が発せられる物体の1次元、2次元または3次元領域であってもよい。この文脈において、撮像とは、物体の各部分領域から発生する電磁放射が、例えばカメラの少なくとも1つの任意の伝送装置によって、撮像装置に供給されることを意味すると理解されるべきである。電磁線は、物体自体によって、例えば発光放射の形で生成され得る。代替的にまたは付加的に、少なくとも1つのカメラは、物体を照らす少なくとも1つの照明源を含み得る。

【0031】

特に、撮像装置は、例えば、特に少なくとも1つの列走査および／または線走査を使用する走査法により、複数の部分領域を連続的に撮像するよう設計され得る。ただし、他の実施形態も可能であり、例えば複数の部分領域が同時に撮像される実施形態も可能である。撮像装置は、物体の部分領域の撮像中、部分領域に関連付けられた信号、好ましくは電子信号を生成するよう設計される。信号はアナログ信号および／またはデジタル信号であってもよい。一例として、電子信号は各部分領域と関連付けられ得る。それに伴い、電子信号は同時に生成されるか、または時間的にずれる形で生成され得る。一例として、列走査中または線走査中、例えば或る線内で一列に並んだ、物体の部分領域に対応する電子信号のシーケンスが生成され得る。さらに、撮像装置は、例えば1つまたは複数のフィルタ、および／または電子信号を処理および／または前処理するアナログデジタルコンバータといった1つまたは複数の信号処理装置を含み得る。

【0032】

さらなる一実施形態において、光学センサはさらに、少なくとも1つのさらなる空間光変調装置（S L M）をも含み得る。上述のとおり、S L Mは複数のピクセルから成るマトリクスを含み得、これらのピクセルは各々、個別にアドレス指定可能とし得る。光学センサの目的に対し、空間光変調装置のピクセルは、信号成分の評価によって画像ピクセルに関する深度情報が判定され得る形で、画像の画像ピクセルに割り当てられ得る。結果的に、画像ピクセルの深度情報を、例えば撮像装置によって取得されたような2次元画像と組み合わせ、少なくとも1つの3次元画像を生成することができる。

【0033】

さらに特に好適な一実施形態において、光学センサは少なくとも1つの、好ましくはカ

メラのハウジングの内部に配置され得る、好ましくは単一で個別の縦方向光学センサを含み得る。本発明では、縦方向光学センサは少なくとも1つのセンサ領域、すなわち縦方向光学センサ内で入射光ビームによる照明に対して感受性のエリアを有する。本明細書で使用されるとき、「縦方向光学センサ」は一般的に、光ビームによるセンサ領域の照明に依存する形で少なくとも1個の縦方向のセンサ信号を生成するよう設計された装置であり、縦方向センサ信号は、照明の総出力が同じである場合、いわゆる「F i P 効果」に従って、センサ領域内の光ビームのビーム断面積に依存する。したがって、縦方向センサ信号は一般的に、深度と表わすこともできる縦方向位置の指標となる任意の信号であってもよい。一例として、縦方向センサ信号はデジタル信号および/またはアナログ信号であるか、またはこれを含み得る。一例として、縦方向センサ信号は電圧信号および/または電流信号であるか、またはこれを含み得る。付加的にまたは代替的に、縦方向センサ信号はデジタルデータであるか、またはこれを含み得る。縦方向センサ信号は単一の信号値および/または一連の信号値を含み得る。縦方向センサ信号はさらに、複数の個別の信号を組み合わせることにより、例えば複数の信号の平均化および/または複数の信号の商の形成によって導き出される任意の信号をも含み得る。

10

【0034】

さらに、照明の総出力が同じである場合、縦方向センサ信号は照明の変調の変調周波数に依存し得る。縦方向光学センサおよび縦方向センサ信号の潜在的实施形態については、センサ領域内の光ビームのビーム断面積および変調周波数に対する依存性を含め、国際公開第2012/110924A1号および第2014/097181A1号のいずれかまたは両方において開示されている光学センサを参照するとよい。これに関する限り、カメラは、特に異なる変調の場合に少なくとも2つの縦方向センサ信号を検出するよう、特に少なくとも2つの縦方向センサ信号をそれぞれ異なる変調周波数にて検出するよう設計され得る。評価装置は、少なくとも2つの縦方向センサ信号から幾何学情報を生成するよう設計され得る。国際公開第2012/110924A1号および国際公開第2014/097181A1号のように、それは、曖昧さを解消することができ、および/または例えば照明の総出力は一般的に未知であるという事実を考慮に入れることができる。

20

【0035】

具体的に、F i P 効果は太陽電池など光検出器において、より好ましくは有機半導体検出器など有機光検出器において観察され得る。したがって、少なくとも1つの縦方向光学センサは少なくとも1つの有機半導体検出器および/または少なくとも1つの無機半導体検出器を含み得る。このように、一般的に光学センサは少なくとも1つの半導体検出器を含み得る。より好ましくは、少なくとも1つの半導体検出器は少なくとも1つの有機材料を含む有機半導体検出器であってもよい。このように、本明細書で使用されるとき、有機半導体検出器は、有機色素および/または有機半導体材料など少なくとも1つの有機材料を含む光学検出器である。少なくとも1つの有機材料に加え、有機材料または無機材料から選択され得る1つまたは複数のさらなる材料も含まれ得る。このように、有機半導体検出器は有機材料のみ含む完全有機半導体検出器として、あるいは1つまたは複数の有機材料と1つまたは複数の無機材料とを含むハイブリッド検出器として設計され得る。ただし、他の実施形態も実現可能である。このように、1つまたは複数の有機半導体検出器および/または1つまたは複数の無機半導体検出器の組み合わせが実現可能である。

30

40

【0036】

第1の実施形態において、半導体検出器は有機太陽電池、色素太陽電池、色素増感太陽電池、固形色素太陽電池、固形色素増感太陽電池から成る群から選択され得る。一例として、具体的には少なくとも1つの縦方向光学センサが上述のF i P 効果を提供する場合には少なくとも1つの光学センサ、あるいは複数の光学センサを備える場合には1つまたは複数の光学センサが、色素増感太陽電池(D S C)、好ましくは固形色素増感太陽電池(s D S C)であるか、またはこれらを含み得る。本明細書で使用されるとき、D S C は一般的に少なくとも2つの電極を有する構成を指し、これらの電極のうち少なくとも1つは少なくとも部分的に透明であり、少なくとも1つのn型半導体金属酸化物、少なくとも1

50

つの色素、および少なくとも1つの電解質またはp型半導体材料が電極間に埋め込まれる。s D S Cの場合、電解質またはp型半導体材料は固形材料である。一般的に、本発明の範囲内で1つまたは複数の光学センサ向けにも使用され得るs D S Cの潜在的構成については国際公開第2012/110924A1号、米国特許第2012/0206336A1号、国際公開第2014/097181A1号または米国特許第2014/0291480A1号のうち1つまたは複数を参照するとよい。

【0037】

その全内容が参照によって本明細書に組み込まれる、国際公開第2016/120392A1号において開示されているさらなる一実施形態において、本発明に記載の縦方向光学センサは、少なくとも1つの第1電極と、少なくとも1つの第2電極と、1つの光伝導性材料から成る、特に第1電極と第2電極との間に埋め込まれた1つの層とを含み得る。本発明において、光伝導性材料は、好ましくはセレン、金属酸化物、第4族の元素または化合物、第3族-第5族化合物、第2族-第6族化合物、およびカルコゲニドから成る群から選択され得、カルコゲニドは硫化物カルコゲニド、好ましくは硫化鉛(PbS)；セレン化カルコゲニド、好ましくはセレン化鉛(PbSe)；テルル化カルコゲニド、好ましくはテルル化カドミウム(CdTe)；三元カルコゲニド、好ましくはテルル化水銀カドミウム(HgCdTe)、テルル化水銀亜鉛(HgZnTe)、または硫セレン化硫化鉛(PbSSe)；および四元以上のカルコゲニドから成る群から選択される無機光伝導性材料であってもよい。代替的または付加的に、光伝導性材料は、好ましくはフタロシアニン、金属フタロシアニン、ナフタロシアニン、金属ナフタロシアニン、ペリレン、アントラセン、ピレン、オリゴチオフェン、ポリチオフェン、フラレン、ポリビニルカルバゾールまたはこれらの組み合わせから成る群から選択される有機光伝導性材料であってもよい。ただし、上述のF i P効果を示し得る他の材料も実現可能となり得る。

【0038】

複数の異なる縦方向光学センサが入射光ビームに対して異なるスペクトル感度を示し得る場合など、特定の一実施形態において、カメラは少なくとも2つの縦方向光学センサを含んでもよく、その場合、各々の縦方向光学センサを、少なくとも1つの縦方向光学センサ信号を生成するよう適応させることができる。一例として、10°以下、好ましくは5°以下の角度許容差といった、わずかな角度許容差の許容範囲で、それら複数の縦方向光学センサのセンサエリアまたはセンサ表面の向きを平行にすることができる。本発明では、好ましくはカメラの光軸に沿ったスタックの形で配列され得る、カメラの縦方向光学センサのすべてが、好ましくは透明であってもよい。したがって、光ビームは第1の透明な縦方向光学センサを通過した後、他の縦方向光学センサに、好ましくは順次、衝突し得る。このように、物体からの光ビームは順次、光学カメラ内に存在するすべての縦方向光学センサに到達し得る。

【0039】

しかし、少なくとも1つの物体の完全な画像を取得する能力を得るには、カメラ内部に1つまたは複数の縦方向光学センサが存在するだけでは十分でないと考えられる。むしろ、カメラは付加的に少なくとも1つの横方向光学センサを含み得る。本明細書で使用されるとき、「横方向光学センサ」という用語は一般的に、物体からカメラへと移動する少なくとも1つの光ビームの横方向位置を判定するように適合される装置を指す。「位置」という用語については、上記の定義を参照するとよい。したがって、好ましくは、横方向位置はカメラの光軸に対して垂直な少なくとも1つの次元における少なくとも1つの座標であるか、または係る座標を含み得る。一例として、横方向位置は、光軸に対して垂直な平面内、例えば横方向光学センサの感光性センサ表面上に光ビームによって生成される光点の位置であってもよい。一例として、平面内の位置はデカルト座標および/または極座標において示され得る。他の実施形態も実現可能である。横方向光学センサの潜在的実施形態については、国際公開第2014/097181A1号を参照するとよい。ただし、他の実施形態も実現可能である。

【0040】

これに関する限り、本発明に記載のカメラは、国際公開第2014/097181A1号において開示されているような複数の光学センサから成るスタックを、特に1つまたは複数の縦方向光学センサが1つまたは複数の横方向光学センサと組み合わせられる形で含み得る。しかし、本発明によれば、複数の光学センサから成るスタックは、単一で個別の縦方向光学センサと、単一の光学センサ内に付加的に組み込まれ得る単一で個別の横方向光学センサとの組み合わせ、例えば、その全内容が参照によって本明細書に組み込まれる、国際公開第2016/092449A1号に記載されているようなハイブリッドセンサであってもよいという点が有利となり得る。ただし、例えば物体の深度のみ判定すればよい場合のように、横方向光学センサを含まず、単一で個別の縦方向光学センサのみ含み得る実施形態もやはり有利であり得る。

10

【0041】

横方向光学センサは、少なくとも1つの横方向センサ信号を提供し得る。本発明では、横方向センサ信号は一般的に、横方向位置の指標となる任意の信号であってもよい。一例として、横方向センサ信号はデジタル信号および/またはアナログ信号であるか、またはこれを含み得る。一例として、横方向センサ信号は電圧信号および/または電流信号であるか、またはこれを含み得る。付加的にまたは代替的に、横方向センサ信号はデジタルデータであるか、またはこれを含み得る。横方向センサ信号は単一の信号値および/または一連の信号値を含み得る。横方向センサ信号はさらに、複数の個別の信号を組み合わせることにより、例えば複数の信号の平均化および/または複数の信号の商の形成によって導き出され得る任意の信号を含んでもよい。

20

【0042】

国際公開第2012/110924A1号および/または国際公開第2014/097181A1号に記載の開示と似た第1の実施形態において、横方向光学センサは、少なくとも1個の第1電極、少なくとも1個の第2電極および少なくとも1個の光起電材料を有する光検出器であってもよく、光起電材料は第1電極と第2電極との間に埋め込まれ得る。このように、横方向光学センサは、1個または複数の有機光検出器など1個または複数の光検出器、最も好ましくは1個または複数の色素増感有機太陽電池(DSC、色素太陽電池ともいう)、例えば1個または複数の固体色素増感有機太陽電池(sDSC)であるか、またはこれらを1個または複数含み得る。このように、検出器は少なくとも1個の横方向光学センサの役割を果たす1個または複数のDSC(1個または複数のsDSCなど)および少なくとも1個の縦方向光学センサの役割を果たす1個または複数のDSC(1個または複数のsDSCなど)を含み得る。

30

【0043】

その全内容が参照によって本明細書に組み込まれる、国際公開第2016/120392A1号において開示されているさらなる一実施形態において、本発明に記載の横方向光学センサは、少なくとも1つの第1電極と、少なくとも1つの第2電極と、1つの光伝導性材料から成る、特に第1電極と第2電極との間に埋め込まれた1つの層とを含み得る。このように、横方向光学センサは本明細書において別途記載の光伝導性材料のうち1つ、特にカルコゲニド、好ましくは硫化鉛(PbS)またはセレン化鉛(PbSe)を含み得る。同じく、光伝導性材料層は、均質な結晶相、ポリ結晶相、ナノ結晶相および/または非晶質相から選択される組成物を含み得る。好ましくは、好ましくはインジウムスズ酸化物(ITO)または酸化マグネシウム(MgO)を含み、第1電極および第2電極の役割を果たし得る透明な伝導性酸化物の2つの層の間に光伝導性材料層が埋め込まれ得る。ただし、他の材料も、特に光学スペクトルの範囲内の所望の透明性範囲に応じて実現可能となり得る。

40

【0044】

さらに、少なくとも2個の電極が、横方向センサ信号の記録用として存在し得る。好ましくは、少なくとも2個の電極を、実際には、少なくとも2個の物理的電極の形で配列することができ、各物理的電極は、導電性材料、好ましくは金属製導電性材料、より好ましくは金属製高導電性材料、例えば銅、銀、金、もしくはこれらの種類の材料を含む合金ま

50

たは組成物を含み得る。本発明では、少なくとも2個の物理的電極を各々、好ましくは個々の電極と光学センサ内の光伝導層との間での直接的電氣的接触が達成され得る形で、特に横方向センサ信号を、例えば光学センサと評価装置との間の移送経路における付加的抵抗に起因する損失が可能な限り少ない状態で取得することを目的に、配列することができる。

【0045】

好ましくは、例えば、その全内容が参照によって本明細書に組み込まれる、国際公開第2016/051323A1号に詳しく記載されているように、横方向光学センサの電極のうち少なくとも1つは少なくとも2つの部分電極を有する分割電極であってもよく、横方向光学センサはセンサエリアを有し得、少なくとも1つの横方向センサ信号はセンサエリア内での入射光ビームのx位置および/またはy位置を示し得る。

10

【0046】

例えば、横方向光学センサはセンサエリアを含み得、センサエリアは好ましくは物体からカメラへと移動する光ビームに対して透明であってもよい。したがって、横方向光学センサは、1つまたは複数の横方向、たとえばx方向および/またはy方向における、光ビームの横方向位置を判定するよう適応され得る。この目的に対し、少なくとも1つの横方向光学センサはさらに、少なくとも1つの横方向センサ信号を生成するよう適応され得る。したがって、横方向光学センサの横方向センサ信号を評価することによって、物体の横方向位置に関する情報を少なくとも1項目生成するよう、評価装置を設計することができる。さらに、物体の横方向位置に関して少なくとも1つの横方向光学センサを使用して得られる情報と、物体の縦方向位置に関して少なくとも1つの縦方向光学センサを使用して得られる情報とを組み合わせることにより、物体の3次元位置に関する情報を取得することができる。この情報は結果的に、両方の種類の情報の使用による、物体の3次元画像の記録に使用され得る。したがって、評価装置は、特に、物体認識アルゴリズム、特徴認識アルゴリズム、画像変換アルゴリズム、および画像比較アルゴリズムのうち1つまたは複数、特に、2つの写真に写っている、該当する物体または特徴を評価して物体の縦方向位置に関する情報を効率的に取得できる形で採用するよう、規定され得る。

20

【0047】

本発明によれば、少なくとも1つの光学センサはさらに、カメラの第1のセッティングにおいて少なくとも1つの第1の写真を生成し、カメラの第2のセッティングにおいて少なくとも1つの第2の写真を生成するよう適応される。本明細書で使用されるとき、「セッティング」という用語は、カメラの特異的な調整、特に、カメラの内部に含まれるアパーチャ要素のアパーチャエリアに関する調整を指す。より詳細には、第1のセッティングは、第1のアパーチャエリアが第2のアパーチャエリアよりも大きくなるように第1アパーチャ要素と第2のアパーチャ要素が調整されるという、カメラの第1の特異的調整を含む。同様に、第2のセッティングは、第2のアパーチャエリアが第1のアパーチャエリアよりも大きくなるように第1アパーチャ要素と第2のアパーチャ要素が調整されるという、カメラの第2の特異的調整を含む。下記にて説明するとおり、第1のセッティングは「フロントモード」と呼ばれる場合もある一方、対照的に、第2のセッティングは「ノーマルモード」と呼ばれる場合もある。

30

40

【0048】

本明細書で使用されるとき、「フロントモード」という用語は、本発明に記載のカメラのアパーチャ要素が個々のアパーチャエリアを受け持ち、収束要素はレンズ系の前方の視野方向に位置する入射瞳が付加的に物体の前方に配置される形で挙動するレンズ系と見なすことができるという、第1のセッティングを指す。一般的な用法として、「入射瞳」という用語は、レンズ系の前方、すなわち「物体空間」とも呼ばれる、レンズ系の方向において衝突してくる光ビームに向かう側で記録されるアパーチャの光学画像を指す。同様に、レンズ系の後方、すなわち「画像空間」とも呼ばれる、レンズ系の方向において衝突してくる光ビームの方向と同じ向き側で記録されるアパーチャの画像は、通常、「射出瞳」と呼ばれる。したがって、アパーチャストップの前方にレンズが存在しないピンホールカ

50

メラでは、入射瞳の位置とサイズがアパーチャストップの位置およびサイズと同一である。1つまたは複数の光学要素をピンホール前方に配置すると、それぞれ、光学要素の倍率に関する光学的特性に応じて画像が拡大されるか、または縮小される結果となり得る。

【0049】

一方、入射瞳はレンズ系と物体双方の前方の視野方向に配置され得る。これは特に、レンズ系と物体との間に入射瞳が位置する、「エントセントリックレンズ」と呼ばれる場合もある通常のレンズと対照的である。

【0050】

特に好適な一実施形態において、入射瞳は、例えば、無限遠の視野方向に配置され得、これは物体空間テレセントリックレンズの使用によって達成され得る。この目的に対し、第1のアパーチャ要素は、好ましくはレンズの画像空間内の焦点面内に配置され得る。一般的な用法として、「焦点面」という用語は、光軸に対して垂直に配置される、レンズの焦点が位置する面を指す。結果として、物体の直交射影が生成され得る。言い換えれば、光軸に位置するアパーチャの中心を通過し得る斜光線は結果的に、レンズ系の前方の光軸と平行になり得る。結果として、無限遠の入射瞳を含むテレセントリックレンズの倍率は、物体とテレセントリックレンズとの間の距離とは無関係であることが分かる。結果的に、この特性は、物体空間テレセントリックレンズを計測学用途、例えば機械視覚または光リソグラフィなどに使用することを可能にする。ただし、物体空間テレセントリックレンズにおけるこの特別な優位性は、テレセントリックレンズの使用によって撮像され得る空間を費やして得られる。したがって、テレセントリックレンズはテレセントリックレンズによって撮像されることになる物体と同程度の大きさである必要がある。言い換えれば、テレセントリックレンズの使用によって画像が記録される元の物体のサイズは結果的に、テレセントリックレンズのサイズによって制限される。

【0051】

第1の実施例において、テレセントリックレンズは単にアパーチャストップをレンズの複数の焦点のうち1つに配置することによって得られる。一例として、物体空間テレセントリックレンズは、レンズに衝突する入射光ビームから規定されるとおり、レンズの後方に位置するレンズの焦点にアパーチャストップを配置することによって得られる。しかし、一般的に、テレセントリックレンズは複合レンズとして形成され得る。物体空間テレセントリックレンズの機能向けに採用され得る複合レンズの特に好適な一実施例が、後述の図に詳しく描かれている。

【0052】

上記と対照的に、第2のセッティングで使用されるノーマルモードは、本発明に記載のカメラにおいて、カメラのアパーチャ要素が個々のアパーチャエリアを受け持ち、収束要素はテレセントリックレンズとして挙動しないレンズ系として見なすことができるというセッティングを指す。したがって、レンズ系の倍率は、通常のカメラから既知であるとおり、物体とレンズとの間の距離に依存することが分かる。

【0053】

結果的に、レンズ系の倍率が物体とカメラとの間の距離に依存しない第1の写真を記録し（フロントモードでの第1のセッティング）、レンズ系の倍率が実際に物体とカメラとの間の距離に依存する第2の写真を記録し（ノーマルモードでの第2のセッティング）、第1の写真と第2の写真を比較することにより、1つまたは複数の物体の画像が得られる。この目的に対し、第1の写真に含まれる1つまたは複数の物体の第1のサイズを、第2の写真にも含まれる1つまたは複数の物体の第2のサイズと比較し、それを基に、特に専用設計の評価装置を使用して1つまたは複数の物体の距離を導き出すことが、特に有利となり得る。

【0054】

代替的な一実施例において、入射瞳は、無限遠ではないが引き続きレンズ系と物体双方の前方の視野方向に配置され得、これは「ペリセントリックレンズ」と呼ばれる場合もあるハイパーセントリックレンズの使用によって達成され得る。この目的に対し、第1のア

パーチャ要素はレンズの画像空間内の焦点面から外れた位置であってもよい。一般的な用法として、ハイパーセントリックレンズは光ビームが物体に向かって収束する形で設計され、これは光線が平行の状態を維持するテレセントリックレンズ、および光ビームが分岐する形で挙動する通常のレンズまたはエントセントリックレンズの双方と対照的である。結果として、入射瞳はレンズの周辺域を移動するにつれ、物体空間から認知され得る。結果的に、物体の特徴をすべて含む単一画像が取得され得ることにより、物体の多様な特徴の分析を迅速に、信頼できる形で、同時に行うことが可能となる。この特性は、ハイパーセントリックレンズを機械視覚において、特に頻度の高いところでは飲料、製薬および化粧品産業での消費者製品検査に使用することを可能にする。

【0055】

既に上述のとおり、特に既知のテレセントリックレンズ系またはハイパーセントリックレンズ系に関して、カメラの第1のセッティングと第2のセッティングとの間で、またはカメラの第1のセッティングおよび/または第2のセッティングの範囲内で、カメラの光軸を基準にアパーチャ要素の位置を付加的に調整することにより、本発明に記載のカメラの視覚的範囲を拡大することができる。本明細書で使用されるとき、「アパーチャ要素の位置の調整」という用語は、カメラによって撮影される2回の露出間でのアパーチャ要素の移動を指し得る。結果的に、収束要素の真正面に位置しない物体も観察可能となり得る。好適な一実施例において、少なくとも1つの第1の写真がノーマルモードで撮影される一方、一連の複数の第2の写真はフロントモードで撮影され得る。本発明では、第2の写真各々において、カメラの光軸を基準とするアパーチャ要素の位置が異なる値となり得る一方、第1の写真では各々、カメラの光軸を基準とするアパーチャ要素の位置が保持され得る。結果的に、フロントモードで撮影される複数の別々の第2の写真の間で、視野方向を変えることが可能となり得る。結果として、拡大後の視覚的範囲の観察が実現可能となり得、これは特に、少なくとも1つの物体をカメラで追跡する場合に有用となり得る。

【0056】

このように、本発明に記載のカメラは、少なくとも1つの第1の写真と少なくとも1つの第2の写真を比較することによって少なくとも1つの物体の少なくとも1つの画像を生成するように設計される、少なくとも1つの評価装置を含む。本明細書で使用されるとき、「評価装置」という用語は一般的に、少なくとも1つの物体の少なくとも1つの画像、特に少なくとも1つの物体の少なくとも1つの3次元画像を、特に物体の位置に関する様々な情報項目を考慮に入れることによって生成するように設計される、任意の装置を指す。一例として、評価装置は、1個または複数の特定用途向け集積回路(ASIC)などの1個または複数の集積回路、および/または1個または複数のコンピュータ、好ましくは1個または複数のマイクロコンピュータおよび/またはマイクロコントローラなどの1個または複数のデータ処理装置であるか、またはこれらを含み得る。付加的な構成要素は、例えばセンサ信号を受信および/または前処理するための、1個または複数のADコンバータおよび/または1個または複数のフィルタなど、1個または複数の前処理装置および/またはデータ取得装置で構成され得る。本明細書で使用されるとき、センサ信号は一般的に、カメラ内部で使用されるような光学センサのセンサ信号を指す。さらに、評価装置は、1個または複数のデータ記憶装置を含み得る。さらに、上記にて概説のとおり、評価装置は、1つまたは複数の無線インターフェースおよび/または1つまたは複数の有線インターフェースなど、1つまたは複数のインターフェースを含み得る。

【0057】

少なくとも1個の評価装置は、少なくとも1つのコンピュータプログラム、例えば情報項目を生成する工程を実行または補助する少なくとも1つのコンピュータプログラムを実行するように適合され得る。一例として、センサ信号を入力変数として使用することによって第1の写真と第2の写真的比較を実行し得る、1つまたは複数のアルゴリズムが実装され得る。

【0058】

評価装置は、少なくとも1個の横方向センサ信号を評価することによって情報のうち少

10

20

30

40

50

なくとも1つの項目を生成し、また少なくとも1個のセンサ信号を評価することによって物体の色に関する情報の項目を生成するように設計された少なくとも1個のデータ処理装置、特に電子データ処理装置を特に含み得る。したがって、評価装置は、センサ信号を入力変数として使用し、かつこれらの入力変数を処理することによって、物体の少なくとも1つの画像を生成するように設計される。処理は並行して、または続発的に、さらには複合的な形で実行され得る。評価装置は、例えば少なくとも1つの保存された関係および/または既知の関係を計算および/または使用して、これらの情報項目を生成するための任意のプロセスを使用し得る。センサ信号に加え、1つまたは複数のさらなるパラメータおよび/または情報項目が、前記の関係、例えば変調周波数に関する情報のうち少なくとも1つの項目に影響し得る。この関係は、経験的に、解析的にまたは準経験的に判定され得る、また判定可能であり得る。特に好ましくは、この関係は、少なくとも1つの校正曲線、複数の校正曲線からなる少なくとも1つの組、少なくとも1つの関数または上述の可能性の組合せを含む。1つまたは複数の校正曲線は、例えば一連の値およびそれらに関連する関数値の形、例えばデータ保存装置および/またはテーブルに保存され得る。ただし、代替的にまたは付加的に、少なくとも1つの校正曲線を、例えばパラメータ化された形で、および/または、関数式の形で保存することもできる。センサ信号を画像へと処理する場合について、別々の関係が使用され得る。あるいは、センサ信号処理について少なくとも1つの複合的な関係も使用され得る。様々な可能性が考えられ、これらを組み合わせることもできる。

10

【0059】

20

カメラは、前述のとおり、少なくとも1個の評価装置を有する。特に、例えば、少なくとも1つの照明源を制御するように、および/またはカメラの少なくとも1つの変調装置を制御するように評価装置が設計されることによって、少なくとも1個の評価装置は、カメラを完全にまたは部分的に制御または駆動するようにも設計され得る。評価装置は、特に、複数のセンサ信号など、1つまたは複数のセンサ信号、例えば連続的な複数のセンサ信号が異なる照明変調周波数において取得される、少なくとも1つの測定周期を実行するよう設計され得る。

【0060】

評価装置は、上述のとおり、少なくとも1つのセンサ信号の評価によって物体の少なくとも1つの画像を生成するように設計される。物体の位置は静的であってもよく、または物体の少なくとも1つの運動、例えばカメラまたはその一部と物体またはその一部との間での相対運動を含んでさえもよい。この場合、相対運動は一般的に、少なくとも1つの線形運動および/または少なくとも1つの回転運動を含み得る。運動情報項目は、例えば位置情報のうち少なくとも1つの項目はまた、速度情報のうち少なくとも1つの項目および/または加速度情報のうち少なくとも1つの項目、例えば物体またはその一部とカメラまたはその一部との間における少なくとも1つの相対速度に関する情報の少なくとも1つの項目を含み得るといったように、例えば、異なる時点で取得される情報のうち複数の項目の比較によっても得られる。

30

【0061】

上述のとおり、物体空間テレセントリックレンズを取得するためにレンズの画像空間内の焦点面に第1のアーチャ要素を配置すると、レンズ系の倍率が物体とカメラとの間の距離に依存しないフロントモードの状態にある第1のセッティングにおいて第1の写真を記録し、レンズ系の倍率が物体とカメラとの間の距離に依存するノーマルモードの状態にある第2のセッティングにおいて第2の写真を記録し、第1の写真と第2の写真を比較することにより、1つまたは複数の物体の画像の取得が可能になり得る。この目的に対し、評価装置は第1の写真と第2の写真を比較することによって物体の画像を生成するよう設計される。このように、好ましくは、評価装置は具体的に、第1の写真に含まれる物体の第1のサイズを、第2の写真にも含まれる物体の第2のサイズと比較し、この比較を基に物体の距離を導き出すよう設計され得る。一例として、この比較は、各々の写真に写っている物体と、両方の写真に写っている同じ物体の相互の一致を識別するための適切な方法

40

50

の適用によって実施され得る。

【0062】

上述の、光学センサが少なくとも1つのさらなる空間光変調装置（SLM）をも含む得るという、さらなる実施形態において、評価装置はさらに、画像の画像ピクセルに空間光変調装置のピクセルを割り当てるよう適応されてもよく、その場合、評価装置はさらに、信号成分の評価によって画像ピクセルの深度情報を判定するよう適応され得る。したがって、評価装置は、少なくとも1つの3次元画像を生成するために、画像ピクセルの深度情報を、例えば撮像装置によって記録された2次元画像と組み合わせるよう適応され得る。

【0063】

本発明のさらなる実施形態は、物体から検出器へと伝播する光ビームの性質に言及する。本明細書で使用されるとき、光という用語は一般的に、可視スペクトル範囲、紫外スペクトル範囲および赤外スペクトル範囲のうちの1つまたは複数のスペクトル範囲の電磁放射を指す。その中で、可視スペクトル範囲という用語は一般的に380nmから780nmのスペクトル範囲を指す。赤外光（IR）スペクトル範囲という用語は一般的に780nmから1000μmの範囲の電磁放射を指し、780nmから1.4μmの範囲は通常、近赤外光（NIR）スペクトル範囲と表わされ、15μmから1000μmの範囲は遠赤外光（FIR）スペクトル範囲と表わされる。紫外スペクトル範囲という用語は一般的に1nm～380nmの範囲、好ましくは100nm～380nmの範囲の電磁放射を指す。好ましくは、本発明の範囲内で使用される光は可視光、すなわち可視スペクトル範囲内の光である。

【0064】

「光ビーム」という用語は一般的に、特定の方向に放射された一定量の光を指す。したがって、光ビームは、光ビームの伝播方向に対して垂直な方向に所定の拡がりを持つ光線の束であってもよい。好ましくは、光ビームは1つまたは複数のガウスビームパラメータ、例えばビームウエスト、レイリー長またはその他、空間内でのビーム直径および/またはビーム伝播の進展の特徴付けに適する任意のビームパラメータまたは複数のビームパラメータの組合せによって特徴付けられ得る、1つまたは複数のガウス光ビームであるか、またはこれを含み得る。

【0065】

光ビームは物体自体によって発せられ得る、すなわち物体から生じ得る。付加的にまたは代替的に、光ビームの別の発生源も実現可能である。したがって、以下にてさらに詳しく概説されるとおり、物体を照らす1個または複数の照明源は、1つまたは複数の一次光線またはビームなど、例えば所定の特徴を持つ1つまたは複数の一次光線またはビームの使用によって提供され得る。後者の場合、物体からカメラへと伝播する光ビームは、物体および/または物体に接続された反射装置によって反射される光ビームであってもよい。

【0066】

F i Pセンサが使用され得る場合には、少なくとも1個の縦方向センサ信号は、光ビームによる照明の総出力が同じである場合、F i P効果により、少なくとも1個の縦方向光学センサのセンサ領域内の光ビームのビーム断面積に依存する。本明細書で使用されるとき、ビーム断面積という用語は一般的に、特定の位置での光ビームまたは光ビームによって生じる光点の横方向の拡がりを持つ。円形の光点が生成される場合、半径、直径、またはガウスビームウエスト、あるいはガウスビームウエストの2倍が、ビーム断面積の尺度として機能し得る。非円形の光スポットが生成される場合、実現可能な他の方式により、例えば非円形光点と同じ面積を持つ円の断面積の判定により、断面積を判定することができ、これは等価ビーム断面積とも呼ばれる。これに関して、極限值、すなわち縦方向センサ信号の最大値または最小値、特に大域的極限値の観測を、光起電材料など相応の材料に衝突する光ビームの断面積が最小限となり得る条件、例えば光学レンズによる影響に応じてその材料が焦点または焦点付近に位置し得るという条件下で採用することが可能となり得る。極限值が最大値である場合、この観測を正のF i P効果と表わすことができる一

方、極限值が最小値である場合はこの観測を負の F i P 効果と表わすことができる。

【 0 0 6 7 】

このように、センサ領域に実際に含まれる材料と無関係に、ただし光ビームによるセンサ領域の照明の総出力が同じである場合、第 1 のビーム直径またはビーム断面積を有する光ビームは第 1 の縦方向センサ信号を生成し得る一方、第 1 のビーム直径またはビーム断面積とは異なる第 2 のビーム直径またはビーム断面積を有する光ビームは、第 1 の縦方向センサ信号とは異なる第 2 の縦方向センサ信号を生成する。国際公開第 2 0 1 2 / 1 1 0 9 2 4 A 1 のとおり、これらの縦方向センサ信号を比較することにより、ビーム断面積、具体的にはビーム直径に関する少なくとも 1 つの情報項目が生成され得る。したがって、光ビームの総出力および / または強度に関する情報を得るため、および / または縦方向センサ信号および / または光ビームの総出力および / または総強度についての物体の縦方向位置に関する情報のうち少なくとも 1 つの項目を正規化するために、縦方向光学センサによって生成される複数の縦方向センサ信号を比較することができる。したがって、一例として、縦方向光学センサ信号の最大値が検出され得、またすべての縦方向センサ信号が最大値によって除算され得ることにより、正規化された縦方向光学センサ信号が生成され、その後、この信号が、上述の既知の関係をを使用することにより、物体の縦方向情報のうち少なくとも 1 つの項目へと変換され得る。他の正規化方法も実現可能であり、例えば縦方向センサ信号の平均値を使用して正規化し、平均値ですべての縦方向センサ信号を割ってもよい。他の選択肢も可能である。光ビームのビーム断面積と物体の縦方向位置との間の既知の関係における曖昧さを解消するため、この実施形態が、特に評価装置によって使用され得る。したがって、たとえ物体から光学センサへと伝播する光ビームのビーム特性が十分にまたは部分的に既知である場合でも、多くのビームにおいて、ビーム断面は焦点に達する前では狭まり、その後は再び広がる。したがって、光ビームが最も狭いビーム断面積を有する焦点の前後において、光ビームの伝播の軸に沿って、光ビームが同じ断面を有する複数の位置が生じる。したがって、一例として、焦点の前後の距離 $z = 0$ において、光ビームの断面積は同一である。このように、光学センサが単一の縦方向光センサのみ含む場合、光ビームの総体的な出力または強度が既知であれば、光ビームの特定の断面積が判定され得る。この情報を使用することにより、焦点からの各縦方向光センサの距離 $z = 0$ が判定され得る。ただし、各縦方向光学センサが焦点の前または後のいずれに位置し得るかを判定するには、付加的な情報、例えば物体および / または光学センサの動きの履歴および / または光学センサが焦点の前または後のいずれにあるかに関する情報が必要となる。

【 0 0 6 8 】

物体から光学センサへと伝播する光ビームの 1 つまたは複数の特性が既知である場合、物体の縦方向位置に関する情報のうち少なくとも 1 つの項目を、少なくとも 1 個の縦方向光学センサ信号と物体の縦方向位置との間における既知の関係から導き出すことができる。既知の関係を、1 つのアルゴリズムおよび / または 1 つもしくは複数の較正曲線として、評価装置に保存することができる。一例として、具体的に特にガウスビームに関して、ビーム直径またはビームウエストと物体の位置との間の関係を、ビームウエストと縦方向座標との間のガウス関係を使用することにより、容易に導き出すことができる。したがって、評価装置を、好ましくは光ビームの伝播方向における少なくとも 1 つの伝播座標上の光ビームのビーム直径の既知の依存性から、および / または光ビームの既知のガウスプロファイルから、物体の縦方向位置に関する情報のうち少なくとも 1 つの項目を判定するために、光ビームのビーム断面積および / または直径を光ビームの既知のビーム特性と比較するよう適応させることができる。

【 0 0 6 9 】

上述のとおり、物体の少なくとも 1 つの縦方向座標に加え、物体の少なくとも 1 つの横方向座標も判定され得る。したがって、一般的に、評価装置はさらに、物体の少なくとも 1 つの横方向座標を、少なくとも 1 個の横方向光学センサ上での光ビームの位置の判定によって判定するように適合させることができ、少なくとも 1 個の横方向光学センサはピクセル化された、セグメント化された、または大面積の横方向光学センサであってもよく、

10

20

30

40

50

これについては国際公開第2014/097181A1号においてもさらに概説される。

【0070】

さらに、本発明に記載のカメラは、物体からカメラへと移動する少なくとも1つの変調後の光ビームを生成することが可能であり得る少なくとも1つの変調装置を含み得、その結果、物体の照明および/または光学センサの少なくとも1つのセンサ領域、例えば少なくとも1つの縦方向光学センサの少なくとも1つのセンサ領域の照明を変調させ得る。好ましくは、変調装置は例えばビームを周期的に遮断する装置の採用などにより、周期的変調を生成するために採用され得る。一例として、光学センサは、少なくとも1つの縦方向光学センサの少なくとも1つのセンサ領域など、物体および/または光学センサの少なくとも1つのセンサ領域における、0.05Hz~1MHz、例えば0.1Hz~10kHzの周波数での照明変調をもたらすよう設計され得る。これに関しては、照明変調は、照明の総出力を、好ましくは周期的に、特に単一の変調周波数で周期的に、あるいは複数の変調周波数で同時および/または連続的に変化させるプロセスを意味すると理解される。特に、周期的変調は、照明の総出力の最大値と最小値との間で有効化され得る。本発明では、最小値は0であってもよいが、例えば完全な変調を有効化する必要がないよう、最小値は0より大きい値であってもよい。特に好ましい形で、少なくとも1回の変調は例えば影響を受ける光ビームの正弦波変調、正方形変調、または三角形変調など、周期的な変調であるか、または周期的変調を含む変調であってもよい。さらに、変調は例えば平方正弦波関数、または $\sin(t^2)$ 関数(t は時間を表わす)など、複数の正弦波関数の線形結合であってもよい。本発明の特定の効果、優位性および実現可能性を実証するため、本発明では概して正方形変調が変調の典型的形状として採用されるが、この表現は本発明の範囲をこの特定の变調形状に限定する意図があるわけではない。この例を参考に、当業者であれば、異なる変調形状を採用する場合に関連するパラメータや条件の適応方法をかなり容易に認識し得る。

【0071】

変調は、例えば物体と光学センサとの間のビーム経路において、例えば前記ビーム経路内に配列されている少なくとも1つの変調装置によって有効化され得る。ただし、代替的にまたは付加的に、以下に記載のとおり、物体を照らすための任意の照明源と物体との間のビーム経路において、例えば前記ビーム経路内に配列されている少なくとも1つの変調装置によって変調装置を有効化することもできる。これらの可能性の組み合わせも考えられる。この目的のため、少なくとも1つの変調装置は、例えば、好ましくは一定速度で回転し、したがって照明を周期的に遮断することができる、少なくとも1つの遮断ブレードまたは遮断ホイールを含むビームチョップまたは他の種類の周期的ビーム遮断装置を含み得る。ただし代替的にまたは付加的に、1つまたは複数の異なる種類の変調装置、例えば電気光学効果および/または音響光学効果に基づく変調装置の使用も可能である。同じく代替的にまたは付加的に、少なくとも1つの任意の照明源自体を、例えば照明源自体が変調強度および/または総出力、例えば周期的変調総出力を有することによって、および/または前記照明源がパルス照明源、例えばパルスレーザとして具現化されることによって、変調照明を生成するよう設計することもできる。したがって、一例として、少なくとも1つの変調装置を照明源に完全にまたは部分的に組み込んでもよい。さらに、代替的にまたは付加的に、カメラは例えば調節可能なレンズなど、それ自体が例えば、少なくとも1つの転送装置に衝突する入射光ビームが少なくとも1つの縦方向光学センサに衝突する前に転送装置を横切ることができるよう、入射光ビームの総強度および/または総出力を変調させる、特に周期的に変調させることによって照明を変調させるよう設計され得る少なくとも1つの任意選択的な転送装置を含み得る。さまざまな可能性が実現可能である。

【0072】

物体から出る光は、物体自体から生じてよいが、任意に、異なる起点を有していてもよく、この起点から物体へと伝播し、その後、光学センサへと伝播してもよい。後者の場合、例えば使用されている少なくとも1つの照明源に影響され得る。照明源は様々な形で具現化され得る。このように、照明源は例えばカメラの一部である一方でカメラハウジング

10

20

30

40

50

の外側に、特に別個の光源として配列され得る。照明源は物体から離れて配置され、或る距離から物体を照らし得る。代替的にまたは付加的に、照明源は物体に接続されるか、さらには物体の一部とされてもよく、したがって、一例として、物体から発生する電磁放射は照明源によって直接生成され得る。一例として、少なくとも1個の照明源は物体の表面および/または内部に配置され得、センサ領域を照らす手段となる電磁放射を直接生成し得る。この照射源は、例えば環境光源であるかこれを含み得る、および/または人工照明源であるかまたはこれを含み得る。一例として、少なくとも1個の赤外線放出装置および/または少なくとも1個の可視光放出装置および/または少なくとも1個の紫外光放出装置を、物体の表面に配置することができる。一例として、少なくとも1個の発光ダイオードおよび/または少なくとも1個のレーザダイオードを、物体の表面および/または内部に配置することができる。照明源は特に、以下に挙げる照明源のうち1つまたは複数を含み得る：レーザ、特にレーザダイオード（ただし原則として、代替的にまたは付加的に、他の種類のレーザも使用され得る）；発光ダイオード；白熱電球；ネオンライト；炎源；有機光源、特に有機発光ダイオード；構造化された光源。代替的にまたは付加的に、他の照明源も使用され得る。特に好適なのは、例えば多数のレーザの場合に少なくともおおよそ当てはまるとおり、ガウスビームプロファイルを有する1つまたは複数の光ビームを生成するように照明源が設計される場合である。任意の照明源のさらなる潜在的実施形態については、国際公開第2012/110924A1号および国際公開第2014/097181A1号の1つを参照するとよい。ただし、他の実施形態も実現可能である。

【0073】

少なくとも1個の任意の照明源は、一般的に、紫外スペクトル範囲、好ましくは200nm380nmの範囲；可視スペクトル範囲（380nm～780nm）；赤外スペクトル範囲、好ましくは780nm～15μmの範囲のうち少なくとも1つに該当する光を放出し得る。最も好ましくは、少なくとも1個の照明源は、可視スペクトル範囲、好ましくは500nm～780nm、最も好ましくは650nm～750nmまたは690nm～700nmの範囲の光を放出するように適合される。本発明において特に好適なのは、縦方向センサのスペクトル感度に関連付けられ得るスペクトル範囲を照明源が示し得る場合、特に、個々の照明源によって照らされ得る縦方向センサが高い強度のセンサ信号を提供し得ることを確保する結果、十分な信号対ノイズ比での光分解能評価が可能となり得る場合である。

【0074】

本発明のさらなる一態様において、少なくとも1個の可動物体の位置を追跡する追跡装置が提供される。本明細書で使用されるとき、追跡システムは、少なくとも1個の物体または物体の少なくとも一部における、一連の過去の位置に関する情報を収集するように適合される装置である。付加的に、追跡システムは、少なくとも1個の物体または物体の少なくとも一部について予測される少なくとも1つの将来の位置に関する情報を提供するように適合され得る。追跡システムは少なくとも1個の進路制御装置を有し得、進路制御装置は完全にまたは部分的に電子装置として、好ましくは少なくとも1個のデータ処理装置、より好ましくは少なくとも1個のコンピュータまたはマイクロコントローラとして具現化され得る。同じく、少なくとも1個の進路制御装置は少なくとも1個の評価装置を含み得、および/または少なくとも1個の評価装置の一部であってもよく、および/または完全にまたは部分的に少なくとも1個の評価装置と同一であってもよい。さらに、追跡システムは、物体に接続可能な少なくとも1つのビーコン装置、特に国際公開第2014/097181A1号に詳しく記載されているような1つまたは複数のビーコン装置をも含み得る。

【0075】

追跡システムは、本発明に記載の少なくとも1個のカメラ、例えば上記に挙げた1つまたは複数の実施形態において開示されているような、および/または下記の1つまたは複数の実施形態において開示されているような、少なくとも1個のカメラを含む。追跡システムはさらに、少なくとも1個の進路制御装置をも含む。追跡システムは、複数のカメラ

間において重複する容積内での少なくとも1個の物体に関する深度情報の信頼性のある取得を可能にする1つ、2つ又はそれ以上のカメラ、特に複数の同一のカメラを含み得る。進路制御装置は物体の一連の位置を追跡するように適合され、各位置は特定の時点における物体の位置に関する情報のうち少なくとも1つの項目を含む。この目的に対し、好ましくは上述のような、特に、カメラの光軸に対して垂直な第2のアパーチャ要素における複数の異なる位置で一連の複数の第2の写真を生成することによって視覚的範囲を拡大させたカメラが採用され得る。

【0076】

本発明のさらなる一態様において、少なくとも1つの物体の少なくとも1つの画像を記録する方法が開示される。この方法は、好ましくは本発明に記載の少なくとも1個のカメラ、例えば上記または下記にてさらに詳しく記載される1つまたは複数の実施形態において開示されるような、少なくとも1個のカメラを使用し得る。このように、この方法の任意の実施形態については、カメラの様々な実施形態の説明を参照するとよい。

【0077】

上記方法は、以下に挙げる工程を含み、これらは所定の順序で、または異なる順序で実行され得る。さらに、列記されていない付加的な方法工程も提供され得る。さらに、この方法工程のうち複数、さらにはすべてが、少なくとも部分的に同時に実行され得る。さらに、該方法工程のうち複数、さらにはすべてが、2回、さらには3回以上、反復的に実行され得る。

【0078】

本発明に記載の方法は、

- 光ビームを受信するよう適用される少なくとも1つの光学センサの使用により、少なくとも1つの第2のアパーチャ要素の第2のアパーチャエリアより大きい、少なくとも1つの第1のアパーチャ要素の第1のアパーチャエリアを含む第1のセッティングにおいて少なくとも1つの第1の写真を生成し、第1のアパーチャエリアより大きい第2のアパーチャエリアを含む第2のセッティングにおいて少なくとも1つの第2の写真を生成する工程であって、光ビームは収束要素を通過して少なくとも1つの光学センサに至るビーム経路上を移動するように収束され、第1のアパーチャ要素は収束要素と光学センサとの間のビーム経路内に配置され、第2のアパーチャ要素は第1のアパーチャ要素と光学センサとの間のビーム経路内に配置される、工程と、

- 少なくとも1つの第1の写真と少なくとも1つの第2の写真的比較によって少なくとも1つの物体の少なくとも1つの画像を生成する工程とを含む。

【0079】

特に、第1の写真はカメラの第1のセッティングにおいて生成され得る一方、第2の写真はカメラの第2のセッティングにおいて生成され得る。本発明では、第1のセッティングはカメラのフロントモード、すなわち第1のアパーチャエリアが第2のアパーチャエリアよりも大きくなる形で第1のアパーチャ要素と第2のアパーチャ要素が調整されるという、カメラの第1の特異的調整において記録され得る。同様に、第2のセッティングはカメラのノーマルモード、すなわち第2のアパーチャエリアが第1のアパーチャエリアよりも大きくなる形で第1のアパーチャ要素と第2のアパーチャ要素が調整されるという、カメラの第2の特異的調整において記録され得る。結果的に、または記録と同時に、第1の写真と第2の写真は、少なくとも1つの物体の画像、特に物体の3次元画像を取得するために、好ましくはこの目的のために適応される評価装置の採用により、互いに比較され得る。

【0080】

好適な一実施形態において、第1のアパーチャ要素および/または第2のアパーチャ要素は調整可能なアパーチャストップを含んでいてもよく、その場合、各アパーチャ要素について、アパーチャストップのアパーチャエリアは各々のアパーチャエリアを取得する目的で調整され得る。

【0081】

代替的な一実施形態において、アパーチャ要素、好ましくは第2のアパーチャ要素は、光ビームの少なくとも1つの特性を空間的に分解する形で修正するよう適応され得る少なくとも1つの空間光変調装置を含み得る。本発明では、空間光変調装置は複数のピクセルから成るマトリクスを有し、各ピクセルは、光ビームが少なくとも1つの光学センサに到達する前に光ビームのうちピクセルを通過する部分の少なくとも1つの光学特性を修正するよう、個別に制御され得る。特に、空間光変調装置のピクセルは、アパーチャ要素の調整可能エリアが調整される形で制御され得る。

【0082】

代替的または付加的に、光軸に対して垂直なアパーチャ要素の位置も調整され得る。特に、光軸に対して垂直な第2のアパーチャ要素の位置の調整により、収束要素の真正面に位置するとは限らない特定の物体も観察され得る。本発明では、一連の複数の第2の写真が生成され得、光軸に対して垂直な第2のアパーチャ要素の位置を別々の第2の写真の生成工程の間で調整することができ、それにより、フロントモードで撮影された複数の異なる第2の写真の間で視野方向を変えることができ、その結果、拡大された視覚的範囲の観察が可能となる。

【0083】

本発明に記載の方法に関するさらなる詳細については、前述および/または後述の、カメラに関する説明を参照するとよい。

【0084】

本発明のさらなる一態様において、本発明に記載の検出器の使用が開示される。この態様ではカメラを撮像用途またはカメラ用途、特に、位置測定、特に交通技術における位置測定；娯楽用途；セキュリティ用途；ヒューマンマシンインターフェース用途；追跡用途；走査用途；立体視用途；写真撮影用途；撮像用途またはカメラ用途；少なくとも1つの空間のマップ生成用のマッピング用途；車両向けのホーミング用または追跡用のビーコンカメラ；熱シグネチャ（背景と比べ高温か低温か）による物体の位置測定；機械視覚用途；ロボット工学用途から成る群から選択される用途を好ましくは目的とする、3次元撮像用途または3次元カメラ用途を目的に使用され得る。

【0085】

したがって、一般的に、カメラなど本発明に記載の装置を様々な分野での用途に応用することができる。具体的に、カメラを以下から成る群から選択される用途を目的に適用することができる：交通技術における位置測定；娯楽用途；セキュリティ用途；ヒューマンマシンインターフェース用途；追跡用途；写真撮影用途；地図作成用途；少なくとも1つの空間のマップ生成用のマッピング用途；車両向けのホーミング用または追跡用のビーコンカメラ；モバイル用途；ウェブカム；音響装置；ドルビーサラウンド音響システム；コンピュータ周辺機器；ゲーミング用途；カメラまたはビデオ用途；監視用途；自動車用途；輸送用途；物流用途；車両用途；航空機用途；船舶用途；宇宙船用途；ロボット用途；医療用途；スポーツ用途；建築用途；工事用途；製造用途；機械視覚用途；飛行時間カメラ、レーダ、ライダ、超音波センサまたは干渉分光法から選択される少なくとも1つのセンシング技術との併用。付加的にまたは代替的に、局所および/または全地球測位システムでの用途、特に乗用車または他の車両（例：鉄道、自動二輪車、自転車、貨物輸送トラック）、ロボットまたは歩行者用の陸標ベースの測位および/または航法での用途も挙げられる。さらに、屋内測位システムも潜在的用途として、例えば家庭用品および/または製造、物流、監視または保守技術で使用されるロボットが挙げられる。

【0086】

したがって、第1に、本発明に記載の装置は携帯電話機、タブレットコンピュータ、ラップトップ、スマートパネルまたは他の固定型または移動型または着用例のコンピュータまたは通信アプリケーションにおいて使用され得る。このように、本発明に記載の装置は少なくとも1個の活性光源、例えば可視光範囲または赤外光スペクトル範囲の光を放出する光源と、性能向上を目的に組み合わせられ得る。このように、一例として、本発明に記載

10

20

30

40

50

の装置はカメラおよび／またはセンサとして、例えば環境、物体および生物を走査および／または検出するモバイルソフトウェアと組み合わせて使用され得る。本発明に記載の装置はさらに、撮像効果を高めるために、従来型カメラなど２Ｄカメラと組み合わせることもできる。本発明に記載の装置はさらに、監視および／または記録目的に、あるいはモバイル機器を制御する入力装置として、特に音声および／またはジェスチャ認識と組み合わせて使用することもできる。したがって、具体的に、ヒューマンマシンインターフェースの役割を果たす、入力装置とも呼ばれる本発明に記載の装置は、携帯電話機などモバイル機器を介して他の電子装置または構成要素を制御する目的などモバイル用途において使用され得る。一例として、本発明に記載の少なくとも１個の装置を含むモバイルアプリケーションを、テレビジョン、ゲームコンソール、音楽再生機器または音楽装置または他の娯楽装置の制御用として使用することができる。

10

【００８７】

さらに、本発明に記載の装置はコンピューティング用途向けのウェブカムまたは他の周辺機器においても使用され得る。このように、一例として、本発明に記載の装置は撮像、記録、監視、走査、または運動検出用のソフトウェアと組み合わせて使用され得る。ヒューマンマシンインターフェースおよび／または娯楽装置の文脈で概説されているとおり、本発明に記載の装置は特に、顔面表現および／または身体表現による命令付与に有用である。本発明に記載の装置は、マウス、キーボード、タッチパッド、マイクロフォンなどのような他の入力生成装置と組み合わせることができる。さらに、本発明に記載の装置は例えばウェブカムの使用により、ゲーム用途にも使用され得る。さらに、本発明に記載の装置は仮想トレーニング用途および／またはビデオ会議においても使用され得る。さらに、本発明に記載の装置は、仮想現実または拡張現実用途において、特に頭部装着型表示装置を着用する際、使用される手、腕または物体の認識または追跡にも使用され得る。

20

【００８８】

さらに、本発明に記載の装置は、上記にて部分的に説明したとおり、携帯型音響装置、テレビジョン装置およびゲーム装置においても使用され得る。具体的に、本発明に記載の装置は、電子装置、娯楽装置などの制御装置として使用され得る。さらに、本発明に記載の装置は、２Ｄ表示技法および３Ｄ表示技法などにおける眼球検出または視線追跡向けに、特に拡張現実用途および／または表示装置に視線が向けられているか否かの認識および／または表示装置に視線が向けられている方向の認識向けの透明表示装置と併せて使用され得る。さらに、本発明に記載の装置は、仮想現実または拡張現実用途との関連において、特に頭部装着型表示装置を着用する際、部屋、境界または障害物を探索する目的にも使用され得る。

30

【００８９】

さらに、本発明に記載の装置は、例えばＤＳＣカメラなどデジタルカメラ、またはそれに含まれるものとして、および／またはＳＬＲカメラなどレフレックスカメラにおいて、またはそれに含まれるものとして、使用され得る。これらの用途については、上述のような携帯電話機などモバイルアプリケーションにおける本発明に記載の装置の使用を参照するとよい。

【００９０】

40

さらに、本発明に記載の装置はセキュリティ用途または監視用途向けにも使用され得る。このように、一例として、本発明に記載の少なくとも１個の装置を、ある物体が所定の区域内または区域外に存在する場合に信号を発する１個または複数のデジタルおよび／またはアナログの電子機器と組み合わせることができる（例：銀行または博物館での監視用途）。具体的に、本発明に記載の装置は光学的暗号化に使用され得る。本発明に記載の少なくとも１個の装置の使用による検出を、ＩＲ、Ｘ線、ＵＶ－ＶＩＳ、レーダまたは超音波カメラなど、波長を補完する他の検出装置と組み合わせることができる。本発明に記載の装置をさらに、低光量環境での検出を可能にする、活性赤外光源と組み合わせることもできる。本発明に記載の装置は一般的に、能動型カメラシステムと比べ有利であるが、何故なら具体的に、例えばレーダ用途、超音波用途、ＬＩＤＡＲまたは同様の能動型装置の

50

場合のように、本発明に記載の装置は第三者によって検出され得る信号を能動的に送信することを回避するからである。このように、一般的に、本発明に記載の装置は、移動中の物体を、認識されず、かつ気付かれずに追跡するために使用され得る。加えて、本発明に記載の装置は一般的に、従来の装置と比べ、不正操作されにくく、過敏になりにくい。

【0091】

さらに、本発明に記載の装置の使用により3D検出が容易かつ正確になることを踏まえ、本発明に記載の装置は一般的に、顔面、身体および人の認識および識別に使用され得る。その場合、本発明に記載の装置は、識別または個人化を目的とする他の検出手段、例えばパスワード、指紋、虹彩検出、音声認識または他の手段と組み合わせられ得る。このように、本発明に記載の装置は一般的に、セキュリティ装置および他の個人化用途において使用され得る。

10

【0092】

さらに、本発明に記載の装置は生産物識別用3Dバーコードリーダとして使用され得る。

【0093】

前述のセキュリティ用途および監視用途に加え、本発明に記載の装置は一般的に、空間および区域の監視およびモニタリングにも使用され得る。このように、本発明に記載の装置は、空間および区域の測量およびモニタリング向けに、また一例として、禁止区域への侵入が発生した場合の警報の発動または実行に使用され得る。したがって、本発明に記載の装置は一般的に、建物監視または博物館において、任意で他の種類のセンサと組み合わせて、例えば運動センサまたは熱センサと組み合わせて、あるいは画像増倍管または画像強調装置および/または光電子増倍管と組み合わせて、監視目的に使用され得る。さらに、本発明に記載の装置は公共空間または混雑空間において、潜在的に危険有害な活動、特に犯罪、例えば駐車場で盗盗の実行、または空港における置き去りの手荷物など置き去りの物体の検出にも使用され得る。

20

【0094】

さらに、本発明に記載の装置は、有利にはビデオおよびカムコーダの用途など、カメラ用途にも適用され得る。したがって、本発明に記載の装置は運動捕捉および3D映画撮影に使用され得る。その場合、本発明に記載の装置は一般的に、従来の光学装置と比べ、多数の利点を提供する。このように、本発明に記載の装置は一般的に、光学構成要素に関して要求される複雑性が低減される。例えば、一例として、レンズを1個しか持たない本発明に記載の装置の提供などにより、従来の光学装置と比べ、レンズ数を少なくすることができる。複雑性が低減されることから、超小型装置が、例えばモバイル用途向けに可能である。高品質のレンズを複数有する従来の光学システムは一般的に、概して大型のビーム分割装置が必要となるといった理由により、大型である。さらに、本発明に記載の装置は一般的に、自動焦点カメラなど、合焦/自動合焦装置向けにも使用され得る。さらに、本発明に記載の装置は光学顕微鏡法、特に共焦点顕微鏡法にも使用され得る。

30

【0095】

さらに、本発明に記載の装置は一般的に、自動車技術および輸送技術の技術分野においても適用可能である。このように、一例として、本発明に記載の装置は例えば適応型クルーズコントロール、非常用ブレーキアシスト、車線離脱警告、サラウンドビュー、死角検出、交通標識検出、交通標識認識、車線認識、後部横断通行警告、前方走行中の交通または車両の接近に応じて前照灯強度/距離を適応させるための光源認識、適応型前方照明システム、上向き前照灯自動制御、前方照明システムにおける適応型カットオフ照明、グレア防止上向き前方照明システム、前照灯照明による動物、障害物などのマーキング、後部横断通行警告およびその他、高度運転者支援システムなど運転者支援システムまたは他の自動車/交通用途向けに、距離センサおよび監視センサとして使用され得る。さらに、本発明に記載の装置は、特に衝突回避のために運転者の操作を予測するよう適応され得る、運転者支援システムにも使用され得る。さらに、本発明に記載の装置は、本発明に記載のカメラの使用によって得られる位置情報の第1および第2の時間導関数の分析などにより

40

50

、速度および／または加速度の測定にも使用され得る。この特徴は一般的に、自動車技術、輸送技術または全般的交通技術に適用可能である。他の分野の技術への応用も実現可能である。屋内測位システムにおける具体的用途として、輸送における乗客の配置の検出、より具体的にはエアバッグなど安全システムの使用の電子制御が挙げられる。本発明では、エアバッグの使用は特に、エアバッグの使用が乗員の負傷、特に重傷の原因となる危険性が生じる形で乗員が車両内に配置される状況において防ぐことができる。さらに、乗用車、鉄道、航空機などの輸送手段、特に自律型輸送手段において、本発明に記載の装置を、運転者が交通に気を配っているか、あるいはアルコールまたは他の薬物の消費が原因で注意力散漫、眠気または疲労または運転不能の状態であるか否かの判定に使用することができる。

10

【0096】

これらまたは他の用途において、本発明に記載の装置は一般的に単独の装置として、あるいは他のセンサ装置と組み合わせて、例えばレーダおよび／または超音波装置と組み合わせて使用され得る。具体的に、本発明に記載の装置は自律型運転および安全対策向けに使用され得る。さらに、これらの用途において、本発明に記載の装置は、赤外センサ、音波センサであるレーダセンサ、2次元カメラまたは他の種類のセンサと組み合わせて使用され得る。これらの用途では、本発明に記載の装置の概して受動的な性質が有利である。このように、本発明に記載の装置は一般的に信号放出を必要としないことから、能動型センサ信号が他の信号源と干渉するリスクを回避することができる。本発明に記載の装置は具体的に、標準的な画像認識ソフトウェアなど、認識ソフトウェアと組み合わせて使用され得る。このように、本発明に記載の装置によって提供されるような信号およびデータは一般的に、容易に処理可能であり、したがって一般的に、計算能力に対する要求は、確立された立体視システム、例えばL I D A Rよりも低い。空間要求が低いことから、カメラなど本発明に記載の装置を車両内の事実上どこでも、例えばフロントガラスの表面または裏面、前方フード、バンパ、ライト、ミラーまたは他の場所に設置することができる。本発明に記載のカメラを、例えば車両の自律運転を可能にするために、またはアクティブセーフティの概念の性能を向上させるために組み合わせることができる。このように、本発明に記載の様々な装置を、本発明に記載の他の1個または複数の装置および／または従来型のセンサと、例えばリアウィンドウ、サイドウィンドまたはフロントウィンドウ、バンパまたはライトにおいて、組み合わせることができる。

20

30

【0097】

本発明に記載の少なくとも1個のカメラを、1個または複数の降雨検出センサと組み合わせることも可能である。これは、本発明に記載の装置が一般的に、とりわけ豪雨の間は、レーダなど従来型のセンサ技術よりも有利であるという事実による。本発明に記載の少なくとも1個の装置を、少なくとも1つ従来型のセンシング技術、例えばレーダと組み合わせることにより、気象条件に応じた複数の信号の適正な組み合わせを選択するソフトウェアを実現することができる。

【0098】

さらに、本発明に記載の装置は一般的に、ブレーキアシストおよび／またはパーキングアシストおよび／または速度測定にも使用され得る。速度測定は車両と一体化され得るか、または車両外において、例えば交通規制時における他の車両の速度測定向けに使用され得る。さらに、本発明に記載の装置は、駐車場で空き駐車スペースを検出する目的にも使用され得る。

40

【0099】

さらに、本発明に記載の装置は一般的に視覚、特に暗視能力、霧中視界または煙中視界など、視認が困難な条件下での視覚を目的に使用され得る。この目的を達成するため、光学センサは、霧中または煙中に存在する粒子など小粒子、あるいは霧または煙霧中に存在する水滴など小さい水滴が入射光を反射しないか、またはごく一部しか反射しないと考えられる波長範囲内で少なくとも感受性となり得る。一般的に知られているとおり、入射光ビームの反射は、入射光ビームの波長が粒子または水滴それぞれのサイズを超える場合、

50

小さいかまたはごくわずかとなり得る。さらに、暗視能力は身体や物体から放出される熱放射の検出によって可能となり得る。このように、赤外光（I R）スペクトル範囲、好ましくは近赤外光（N I R）スペクトル範囲内で特に感受性となり得る、光学センサは、たとえ夜間、煙中、霧中、または煙霧中であっても良好な視認性を提供し得る。

【 0 1 0 0 】

さらに、本発明に記載の装置は、医療システムおよびスポーツの分野でも使用され得る。例えば、医療技術分野では、内視鏡などに使われる外科用ロボット工学が挙げられるが、何故なら上記にて概説のとおり、本発明に記載の装置は必要な容積が少なく済み、他の装置に組み込むことができるからである。具体的に、内視鏡など医療用装置において3D情報を捕捉するために使用され得る、本発明に記載の装置は、レンズが1個あればよい。さらに、本発明に記載の装置は、運動の追跡および分析を可能にするために、適切なモニタリングソフトウェアと組み合わせられ得る。これにより、内視鏡または外科用メスなど医療用装置の位置を瞬間的に、磁気共鳴撮像、X線撮像または超音波撮像などから取得された医療用撮像結果と重ね合わせることができる。これらの用途は具体的に、例えば脳手術および遠隔診断および遠隔治療など、精密な位置情報が重要となる医療処置において有益である。さらに、本発明による装置は、3Dボディスキャンにも使用され得る。ボディスキャンは医療分野において、歯科手術、形成手術、肥満手術または美容整形手術などに適用され得るか、あるいは筋膜疼痛症候群、癌、身体醜形傷害または他の疾患などの医療診断文脈において適用され得る。ボディスキャンはさらに、スポーツ用具の人間工学的使用な使用または適合を評価する目的で、スポーツ分野でも適用され得る。

【 0 1 0 1 】

ボディスキャンはさらに、衣類の分野において、衣類の適切なサイズやフィッティングの判定などにも使用され得る。この技術はテーラードの衣類、あるいはインターネットまたはセルフサービスのショッピング装置、例えばマイクロキオスク装置または顧客コンシェルジュ装置などから注文した衣類または履物の文脈で使用され得る。衣類分野におけるボディスキャンは、正装する顧客をスキャンする場合に特に重要である。

【 0 1 0 2 】

さらに、本発明による装置は、人数計数システムの文脈において、例えばエレベーター、列車、バス、乗用車、または航空機内の人数の計数、あるいは玄関、扉、通路、小売店舗、スタジアム、娯楽会場、博物館、図書館、公共の場所、映画館、劇場などを通過する人数の計数を目的に使用され得る。さらに、人数計数システムにおける3D機能は、計数される人々に関する詳細情報、例えば身長、体重、年齢、体力などの情報を取得または推定する目的にも使用され得る。この情報は、ビジネスインテリジェンス測定基準向けに、および/または地域社会において人数を数えることによって魅力または安全性を高めるためのさらなる最適化に使用され得る。小売環境において、人数計数の文脈における本発明による装置は、再来店顧客または買物客の往来の認識、買物行動の評価、実際に購入する来訪者の割合の評価、交代勤務の最適化、あるいは商店街における来訪者1人当たり原価のモニタリングなどに使用され得る。さらに、人数計数システムは身体計測調査にも使用され得る。さらに、本発明による装置は公共輸送システムにおいて、輸送距離に応じた自動運賃課金にも使用され得る。さらに、本発明による装置は子どもの遊び場において、特に負傷した子どもまたは危険な活動に関わっている子どもの認識による、遊具との付加的相互交流の実現および/または遊具の安全な使用の確保等にも使用され得る。

【 0 1 0 3 】

さらに、本発明に記載の装置は建設用具、例えば物体または壁までの距離を判定する距離計、あるいは表面が平面かどうかを評価する道具、物体を順序通りに整列または配置するための道具、あるいは建設環境などで使用するための検査用カメラにおいて使用され得る。

【 0 1 0 4 】

さらに、本発明に記載の装置はトレーニング、遠隔指導または競技目的など、スポーツおよび運動の分野でも適用され得る。具体的に、本発明に記載の装置はダンス、エアロビ

クス、フットボール、サッカー、バスケットボール、野球、クリケット、ホッケー、陸上競技、水泳、ポロ、ハンドボール、パレーボール、ラグビー、相撲、柔道、フェンシング、ボクシング、ゴルフ、自動車レース、レーザタグ、戦場シミュレーションなどの分野でも適用され得る。本発明に記載の装置はスポーツと試合の両方において、ボール、バットまたは剣の位置および運動などを検出するため、例えば試合を監視するため、審判をサポートするため、またはスポーツにおける特定の状況において判定を行うため、とりわけ自動判定を行うため、例えば、実際に得点またはゴールがあったか否の判定を行うために使用され得る。

【0105】

さらに、本発明に記載の装置は自動車レースまたは自動車運転訓練または自動車安全訓練などの分野において、車両の位置または進路、あるいは従前の進路または理想的な進路からの逸脱などを判定する目的にも使用され得る。

【0106】

本発明による装置はさらに、楽器の練習の補助、特に遠隔レッスン、例えばフィドル、バイオリン、チェロ、ベース、ハープ、ギター、バンジョーまたはウクレレなど弦楽器、ピアノ、オルガン、キーボード、ハープシコード、ハーモニウムまたはアコーディオンなど鍵盤楽器、およびノまたはドラム、ティンパニ、マリンバ、木琴、ビブラホン、ボンゴ、コンガ、タンバル。ジャンベまたはタブラなど打楽器のレッスンの補助にも使用され得る。

【0107】

本発明による装置はさらに、トレーニングの奨励およびノまたは運動の調査および是正を目的に、リハビリテーションおよび理学療法においても使用され得る。この場合、本発明による装置は遠隔診断にも適用され得る。

【0108】

さらに、本発明による装置はマシンビジョンの分野でも適用され得る。したがって、1個または複数の本発明による装置を、例えば自律運転およびノまたはロボットの作業に関する受動的制御ユニットとして使用することができる。移動するロボットと組み合わせることにより、本発明による装置は、自律的な移動およびノまたは部品の不具合の自律的な検出を実現することができる。本発明による装置は、例えばロボットと生産部品と生物との間での衝突（に限られない）などの事故を回避するために、製造および安全性の監視にも使用され得る。ロボット工学では、ロボットが人間を認識しないと人間に重傷を負わせてしまうおそれがあることから、人間とロボットとの安全な直接の相互作用が争点となることが多い。本発明に記載の装置は、ロボットが物体や人間の位置をより良好かつ迅速に判断し、安全な相互作用を可能にする上で役立ち得る。本発明に記載の装置の受動的性質を踏まえ、本発明に記載の装置は能動型装置よりも有利と考えられ、およびノまたはレーダ、超音波、2Dカメラ、IR検出など、既存の解決手段を補う目的に使用され得る。本発明に記載の装置における1つの特別な利点は、信号干渉の可能性が低いことである。したがって、複数のセンサが同じ環境で同時に、信号干渉のリスクを伴うことなく作動し得る。このように、本発明に記載の装置は一般的に、高度に自動化された生産環境、例えば限定するものではないが、自動車産業、鋁業、鉄鋼産業などにおいて有用となり得る。本発明に記載の装置は、例えば2D撮像、レーダ、超音波、IRなど他のセンサと組み合わせて、品質管理または他の目的など、生産における品質管理にも使用され得る。さらに、本発明に記載の装置は表面品質の評価向けに、例えば製品の表面平坦性または指定された寸法の遵守状況の調査などを目的に、数マイクロメートルから数メートルの範囲に至るまで、使用することができる。他の品質管理用途も実現可能である。製造環境において、本発明に記載の装置は食品または木材など天然生産物の加工に特に有用であり、複雑な3次元構造によって大量の廃棄物の発生を回避する。さらに、本発明に記載の装置は、タンクやサイロなどの充填レベルのモニタリングに使用され得る。さらに、本発明に記載の装置は複雑な製品の部品検査、特に欠落部品、不完全な部品、緩んでいる部品、または低品質の部品の検査向けに、例えば自動光学検査または印刷回路基板に関連する検査、組立品ま

10

20

30

40

50

たは部分組立品の検査、工学的構成要素の検証、エンジン部品検査、木材品質検査、ラベル検査、医療用具検査、製品配向検査、包装検査、食品包装検査、あるいは他の種類の部品に関連する検査にも使用され得る。

【 0 1 0 9 】

さらに、本発明に記載の装置は車両、列車、航空機、船舶、宇宙船および他の交通用途にも使用され得る。このように、交通用途の文脈においては上述の用途に加え、航空機や車両など向けの受動型追跡システムも挙げられる。本発明に記載の1個のカメラを、移動中の物体の速度および/または方向のモニタリングに使用することが実現可能である。具体的に、陸地、海および空(宇宙空間を含む)における高速移動中の物体の追跡が挙げられる。具体的に、本発明に記載のカメラを、固定型および/または移動型の装置に装着することができる。本発明に記載の少なくとも1個の装置の出力信号を、例えば別の物体の自律移動または誘導移動のための誘導機構と組み合わせることができる。したがって、追跡対象物体と操縦される物体との間での衝突を回避するか、または可能にするための用途が実現可能である。本発明に記載の装置は一般的に有用かつ有利であるが、その背景には要求される計算能力が低く、瞬時に応答することと、検出システムの受動的性質のおかげで一般的に、レーダなど能動型システムと比べ、見つかりにくく、攪乱されにくいという点がある。本発明に記載の装置は、速度制御装置や航空交通制御装置に特に有用であるが、これらに限られるわけではない。さらに、本発明に記載の装置は、有料道路の自動料金徴収システムでも使用され得る。

10

【 0 1 1 0 】

20

本発明に記載の装置は一般的に、受動的用途に使用され得る。受動的用途の例として港湾または危険区域での船舶の誘導や、航空機の離着陸時の誘導が挙げられる。この場合、精密な誘導のため、固定型の既知の能動的標的が使用され得る。同じものを、鉱山用車両など、危険であるが適切に定められている経路での車両運転に使用することができる。さらに、本発明に記載の装置は、自動車、列車、飛行物体、動物など、急速に接近する物体の検出にも使用され得る。さらに、本発明に記載の装置は、物体の速度または加速度の検出、あるいは時間に応じた位置、速度および/または加速度のうち1つまたは複数の追跡による物体の動きの予測にも使用され得る。

【 0 1 1 1 】

さらに、上記にて概説のとおり、本発明に記載の装置はゲーム分野でも使用され得る。例えば、本発明に記載の装置は、サイズ、色、形状などが同一または異なる複数の物体と併用する場合、例えば運動を内容に組み入れるソフトウェアとの組み合わせによる運動検出の場合、受動的であってもよい。特に、運動をグラフィック出力へと実装する用途が実現可能である。さらに、命令を付与するための本発明に記載の装置の用途が、例えばジェスチャ認識または顔面認識用の、本発明に記載の1個または複数の装置の使用によって実現可能である。本発明に記載の装置は、例えば低光量条件またはその他、周囲条件の増強が必要となる状況下で作動できるよう、能動型システムと組み合わせることができる。付加的にまたは代替的に、本発明に記載の1個または複数の装置と1個または複数のIR光源またはVIS光源との組み合わせも可能である。本発明によるカメラを、例えば特別な色、形状、他の装置に対する相対位置、移動速度、光、装置の光源の変調に使用される周波数、表面特性、使用材料、反射特性、透明度、吸収特性などをシステムとそのソフトウェアによって容易に区別することができる特殊装置と組み合わせることも可能である。装置は、他にも数ある可能性の中で特に、スティック、ラケット、クラブ、銃、ナイフ、ホイール、リング、ステアリングホイール、ボトル、ボール、グラス、花瓶、スプーン、フォーク、キューブ、ダイス、フィギュア、人形、テディ、ピーカ、ペダル、スイッチ、手袋、宝飾品、楽器または楽器を演奏するための補助用具、例えばピック、ドラムスティックなどに類似するものであってもよい。他の選択肢も実現可能である。

30

40

【 0 1 1 2 】

さらに、本発明に記載の装置は、高温または他の発光プロセスなどが原因でそれ自体が発光する物体の検出および/または追跡にも使用され得る。発光部分は排気流などであっ

50

てもよい。さらに、本発明に記載の装置は、反射性物体の追跡や、これらの物体の回転または配向の分析にも使用され得る。

【0113】

さらに、本発明に記載の装置は、一般に建築、建設および地図製作の分野でも使用され得る。このように、本発明に記載の1個または複数の装置は一般的に、田園地帯または建物など、環境的区域の測定および/またはモニタリングに使用され得る。その場合、本発明に記載の1個または複数の装置を他の方法および装置と組み合わせるか、あるいはもっぱら建築プロジェクト、変化する物体、住宅などの進捗および正確性のモニタリングを目的に使用することができる。本発明に記載の装置は、部屋、街路、住宅、コミュニティまたは景観（地上または上空からの双方）に関する地図を作成するために、スキャンされた環境の3次元モデルを生成する目的で使用され得る。潜在的な適用分野の例として建設、地図作成、不動産管理、土地測量などが挙げられる。一例として、本発明に記載の装置を、ドローンまたはマルチコプターなど飛行可能な手段に搭載し、畑、生産工場または景観など、建物、煙突、生産現場、農業生産環境のモニタリング、救出活動の支援、危険な環境での作業の支援、屋内または屋外の火災現場での消防隊の支援、人間、動物または移動物体の搜索またはモニタリングのため、あるいはスキーまたはサイクリングなどスポーツを実施中の人々の追従および記録など、ヘルメット、マーク、ビーコン装置などの追従によって実現可能な娯楽目的に使用することができる。本発明に記載の装置を、障害物の認識、既定の経路の追従、端部、パイプ、建物などの追従、あるいは環境の大域的または局所的マップの記録に使用することができる。さらに、本発明に記載の装置を、ドローンの屋内または屋外での所在特定および配置、気圧センサが十分に正確でない屋内でのドローンの高度の安定化、あるいは複数のドローンの動きの調和または空中での再充電または燃料補給など、複数のドローンの相互作用を目的に使用することができる。

【0114】

さらに、本発明による装置は、家屋内での基本的な電化製品関連サービス、例えばエネルギーまたは負荷の管理、遠隔診断、ペット関連電化製品、児童関連電化製品、児童監視、電化製品関連監視、高齢者または病人の補助またはサービス提供、家屋の保安および/または監視、電化製品の操作の遠隔制御、そして自動保守補助の相互接続、自動化および制御のための、CHAI N（欧州家電機器委員会相互運用ネットワーク）など、家庭用電化製品の相互接続ネットワーク内で使用され得る。さらに、本発明による装置は、空調システムなど冷暖房システムにおいて、特定の温度または湿度への調整対象となる部屋の部分を、特に1人または複数の人の位置に応じて判定するために使用され得る。さらに、本発明による装置は、家事に使用され得る奉仕ロボットまたは自律型ロボットなど、家庭用ロボットにおいても使用され得る。本発明による装置は多種多様な目的、例えば衝突回避または環境地図作成に使用され得るだけでなく、使用者の識別、任意の使用者についてのロボットの性能の個人化、セキュリティ目的、あるいはジェスチャ認識または顔面認識にも使用され得る。一例として、本発明による装置は、ロボット掃除機、床洗浄ロボット、乾拭きロボット、衣類のアイロン掛け用ロボット、動物用トイレロボット（猫用トイレロボットなど）、侵入者を発見するセキュリティロボット、芝刈りロボット、自動プール洗浄機、雨樋洗浄ロボット、窓洗浄ロボット、おもちゃのロボット、テレプレゼンスロボット、移動能力が低い人々の友達になるソーシャルロボット、または手話通訳ロボットにおいて使用され得る。高齢者など移動能力が低い人々の文脈において、本発明による装置を有する家庭用ロボットは、物体の拾い上げ、運搬、そして物体や使用者との安全な形での相互交流のために使用され得る。さらに、本発明による装置は、危険物を扱うロボットまたは危険な環境で働くロボットにも使用され得る。非限定的な一例として、本発明に記載の装置は、化学物質または放射性物質など危険物（特に災害発生後）、あるいは地雷、不発弾など他の危険物または潜在的危険物を扱うロボットまたは無人遠隔制御型車両への搭載、あるいは燃えている物体の近くまたは被災地の付近など不安全な環境内又はその調査、あるいは空中、海上、地下などでの有人または無人での救出活動に使用され得る。

【0115】

さらに、本発明による装置は、家庭用機器、モバイル機器または娯楽装置、例えば冷蔵庫、電子レンジ、洗濯機、窓のブラインドまたはシャッター、家庭用警報器、空調機器、暖房機器、テレビジョン、音響装置、スマートウォッチ、携帯電話機、電話機、食器洗浄機、またはストーブなどにおいて、人の存在の検出、装置の内容または機能のモニタリング、あるいは人との相互交流および／または人に関する情報の別の家庭用機器、モバイル機器または娯楽装置との共有にも使用され得る。本発明では、本発明に記載の装置は高齢者、障害者、全盲または視覚障害者のための、例えば物体の保持、運搬または拾い上げなど家事または作業の支援の装置、あるいは安全システムにおける、環境中の障害物を伝達するよう適応された光学信号および／または音声信号による支援に使用され得る。

【0116】

10

本発明による装置はさらに、農業分野において、例えば害虫、雑草および／または菌類や昆虫によって全体または部分的に感染するおそれのある作物植物の感染状況の検出および選別にも使用され得る。さらに、作物収穫の場合、本発明による装置を使用しなければ収穫用機器によって負傷する可能性のあるシカなどの動物の検出に、本発明による装置を使用することもできる。さらに、本発明による装置は、畑または温室での植物の成長を観察するため、特に畑または温室内の任意の領域について、さらには任意の植物について、水または肥料または作物保護製品の量を調整するために使用され得る。さらに、農業用バイオテクノロジー分野において、本発明による装置は植物のサイズおよび形状のモニタリングにも使用され得る。

【0117】

20

さらに、本発明による装置を、化学物質または汚染物質を検出するセンサ、電子嗅覚チップ、バクテリアまたはウイルスなどを検出する微生物センサチップ、ガイガーカウンタ、触覚センサ、熱センサなどと組み合わせることもできる。これは例えば危険または困難な作業、例えば感染性の高い患者の治療、きわめて危険な物質の取扱いまたは除去、高度汚染区域（高放射能区域または化学物質漏出）の浄化、あるいは農業での害虫駆除向けに構成されるスマートロボットの製造に使用され得る。

【0118】

本発明に記載の1個または複数の装置はさらに、物体のスキャン向けに、例えばCADまたは同様のソフトウェアと組み合わせて、例えば付加製造および／または3Dプリンティング向けにも使用され得る。その場合、本発明に記載の装置の高い寸法精度を、例えばx方向、y方向またはz方向において、あるいはこれらの方向の任意の組み合わせで、例えば同時に利用することができる。これに関して、反射光または散乱光を提供し得る表面上の被照明スポットのカメラからの距離の判定を、被照明スポットから光源までの距離とは事実上無関係に実施することができる。本発明におけるこの特性は、三角測量または飛行時間(TOF)方式など既知の方法と正反対で、既知の方法では光源から被照明スポットまでの距離は先験的に既知であるか、または帰納的に計算されることにより、カメラから被照明スポットまでの距離が判定可能でなければならない。これとは対照的に、本発明に記載のカメラの場合、スポットが適度に照らされているだけで十分と考えられる。さらに、本発明に記載の装置は金属表面など反射表面の走査向けに、それらが個体表面を含み得るかまたは液体表面を含み得るかを問わず、使用することができる。さらに、本発明に記載の装置は例えばパイプライン検査ゲージなど、検査および保守の際にも使用され得る。さらに、生産環境において、本発明に記載の装置は、自然に成長する物体など定義困難な形状の物体が相手の作業、例えば野菜または他の自然生産物の形状またはサイズによる選別、あるいは加工ステップに必要な精度よりも低い精度で製造される食肉または物体などの生産物の切断にも使用され得る。

30

40

【0119】

さらに、本発明による装置は、車両またはマルチコプターなどを例えば屋内空間または屋外空間経由で自律移動または部分自律移動させることを可能にするための、局所航行システムにも使用され得る。非限定的な一例として、物体を拾い上げ、それらを様々な位置に配置するために、自動化された貯蔵施設を通して移動する車両が挙げられる。屋内航行

50

はさらに、商店街、小売店舗、博物館、空港または鉄道駅における可動物品、可動装置、手荷物、顧客または従業員の位置の追跡、あるいは地図上での現在位置など場所特定情報、または販売された物品に関する情報の利用者への提供などにも使用され得る。

【0120】

さらに、本発明に記載の装置は、自動二輪車の安全運転の確保、例えば速度、傾斜、接近中の障害物、道路の凹凸、またはカーブのモニタリングによる自動二輪車運転支援などにも使用され得る。さらに、本発明に記載の装置は、列車または路面電車の衝突回避にも使用され得る。

【0121】

さらに、本発明に記載の装置は、携帯型装置において、包装物または小包の、物流プロセス最適化のためのスキャンにも使用され得る。さらに、本発明に記載の装置は、さらなる携帯型装置、例えば個人用買物装置、RFIDリーダ、病院または医療環境において使用するための医療用携帯型装置、あるいは患者または患者の健康に関連する情報の入手、交換または記録、あるいは小売環境または医療環境向けのスマートバッジなどにも使用され得る。

【0122】

上記にて概説のとおり、本発明に記載の装置はさらに、製造、品質管理または識別の用途、例えば生産物識別またはサイズ識別（最適な場所または包装物の発見、廃棄物低減などの目的）にも使用され得る。さらに、本発明に記載の装置は物流用途に使用され得る。したがって、本発明に記載の装置は、載荷または包装容器または車両の最適化に使用され得る。さらに、本発明に記載の装置は、製造分野における表面損傷のモニタリングまたは制御、レンタル車両などレンタル物品のモニタリングまたは制御、および/または損害評価など保険用途にも使用され得る。さらに、本発明に記載の装置は、最適な材料の取扱いなど、特にロボットとの組合せにおける、材料、物体または道具のサイズの識別向けに使用され得る。さらに、本発明に記載の装置は、タンクの充填レベル観察など、生産工程管理に使用され得る。さらに、本発明に記載の装置は、限定されるものではないが、タンク、パイプ、反応装置、道具など生産用資産の保守にも使用され得る。さらに、本発明に記載の装置は3D品質マークの分析にも使用され得る。さらに、本発明に記載の装置は、歯の詰め物、歯列矯正具、義歯、衣類などのテーラードの物品の製造にも使用され得る。本発明に記載の装置は、1つまたは複数の3Dプリンタとの組み合わせによる、迅速な試作品製作、3D複製などにも使用され得る。さらに、本発明に記載の装置は、1個または複数の物品の形状検出にも、例えば海賊品や偽造品の摘発のために使用され得る。

【0123】

さらに、本発明に記載の装置はジェスチャ認識の文脈で使用され得る。この文脈で、ジェスチャ認識と本発明に記載の装置の組み合わせは、特に、身体、身体部位または物体の運動を介して情報を機械に伝達するためのヒューマンマシンインターフェースとして使用され得る。本発明では、情報は、好ましくは、物体の指差し、手話の適用（聴覚障害者向けの適用など）や、手を振る動作による数字、承認、不承認などを意味する仕草の実行（人との接近、退去、挨拶や、物体を押す、物体を手にとることを誰かに要求する場合など）により、あるいはスポーツまたは音楽の分野においてや、準備運動など手または指の運動において、特に手または手の部位（指など）の動作を介して伝達され得る。さらに、情報は腕または脚の動作により、例えばスポーツ、音楽、娯楽、エクササイズ、または機械の機能訓練などを目的とする場合における腕、脚、両腕、両脚、または腕と脚の組み合わせの回転、蹴り、握り、捻り、回転、スクローリング、ブラウジング、押し、曲げ、パンチ、揺さぶりといった動作によって伝達され得る。さらに、情報は全身または身体的主要部位の動作、例えばジャンプ、回転、あるいは空港職員または交通警察による「右へ曲がれ」、「左へ曲がれ」、「前進せよ」、「減速せよ」、「止まれ」、または「エンジンを止めよ」などの情報を伝達するための手話、あるいは泳ぐ真似、飛び込む真似、走る真似、射撃する真似など複雑な仕草、あるいはヨガ、ピラティス、柔道、空手、ダンス、またはバレエなどにおける複雑な動作または身体位置によって伝達され得る。さらに、情報は

、コンピュータプログラムにおける仮想ギター機能を制御するためのモックアップギターの使用、コンピュータプログラムにおける仮想ギター機能を制御するための本物のギターの使用、電子書籍を読むための本物またはモックアップの書物の使用、あるいは仮想文書におけるページの移動またはブラウジング、コンピュータプログラムにおける描画のための本物またはモックアップのペンの使用など、モックアップ装置に相当する仮想装置を制御するための本物またはモックアップの装置の使用によって伝達され得る。さらに、情報の伝達は例えば音、振動または動作など、使用者へのフィードバックに連動され得る。

【0124】

音楽および/または楽器の文脈で言えば、本発明に記載の装置はジェスチャ認識と組み合わせ、楽器の練習、制御、録音、モックアップ楽器の使用を介した、またはエアギターなど単に楽器の存在を装うことによる音楽の演奏または録音（騒音防止または録音の実施を目的とする場合など）、あるいは仮想のオーケストラ、アンサンブル、バンド、ビッグバンド、聖歌隊などの指揮、あるいは練習、録音または娯楽を目的とする場合などに使用され得る。

10

【0125】

さらに、安全および監視の文脈で言えば、本発明に記載の装置はジェスチャ認識と組み合わせ、歩行または身体の動きによる人の認識など人の動作プロファイルの認識、あるいは個人を識別する仕草または動きなど、アクセスまたは識別制御としての手または身体部位または全身の仕草または動きの認識に使用され得る。

【0126】

20

さらに、スマートホーム用途またはもののインターネットの文脈で言えば、本発明に記載の装置はジェスチャ認識と組み合わせ、家電製品および/または家庭用装置、例えば冷蔵庫、セントラルヒーティング、空調、電子レンジ、製氷機または湯沸かし器など、あるいはテレビジョンセット、スマートフォン、ゲームコンソール、ビデオレコーダー、DVDプレーヤー、パーソナルコンピュータ、ラップトップ、タブレットなど娯楽装置、またはこれらの組み合わせ、または家庭用装置と娯楽装置の組み合わせを相互に接続するネットワークの一部として家庭用装置の中央制御または非中央制御用に使用され得る。

【0127】

さらに、仮想現実または拡張現実の文脈で言えば、本発明に記載の装置はジェスチャ認識と組み合わせ、仮想現実アプリケーションまたは拡張現実アプリケーションの動きの制御または機能の制御、例えば仕草、ジェスチャ、身体の動きまたは身体部位の動きなどを使用するゲームのプレイまたは制御、あるいは仮想世界の中での移動、仮想物体の操作、スポーツ、芸術、工芸、音楽またはゲームにおけるボール、チェス駒、碁石、楽器、道具、ブラシなど仮想物体を使用しての練習またはプレイなどに使用され得る。

30

【0128】

さらに、医療の文脈で言えば、本発明に記載の装置はジェスチャ認識と組み合わせ、リハビリ訓練や遠隔診断の補助、あるいは手術または治療のモニタリングまたは調査、医用画像と医療装置の重ね合わせおよび表示、あるいは磁気共鳴断層撮影法またはX線撮影などからの予め記録された医用画像と手術中または治療中に記録される内視鏡または超音波などからの画像の重ね合わせおよび表示に使用され得る。

40

【0129】

さらに、製造および工程自動化の文脈で言えば、本発明に記載の装置はジェスチャ認識と組み合わせ、ロボット、ドローン、無人自律車両、サービスロボットの制御、教示またはプログラミングのために、例えば可動物体などにおけるプログラミング、制御、製造、操作、補修または教え込みなどの目的に、あるいは安全上の理由または保守目的などでの物体またはエリアの遠隔操作に使用され得る。

【0130】

さらに、ビジネスインテリジェンス測定の文脈で言えば、本発明に記載の装置はジェスチャ認識と組み合わせ、人数計数、顧客動向調査、あるいは顧客が時間や物体を費やす場所、顧客が試験、取得、探査などを行うエリアの調査に使用され得る。

50

【0131】

さらに、本発明に記載の装置は日曜大工またはプロ用の道具、特に電動式、モーター駆動式または動力式の道具、例えばドリル機械、鋸、のみ、ハンマー、レンチ、ステーブルガン、ディスクカッター、金属鋏および金属ニブラー、アングルグラインダー、ダイグラインダー、ドリル、ハンマードリル、ヒートガン、レンチ、サンダー、エングレーパー、ネイラー、糸鋸、ビスケットジョイナー、木材ルーター、かんな、ポリッシャー、タイルカッター、洗浄機、ローラー、ウォールチェイサー、木摺、イパクトドライバー、ジョインター、塗装用ローラー、スプレーガン、ほぞ継ぎ機、または溶接機などに、特に製造時の精度補助、最低限または最大限の距離の維持、または安全対策を目的に使用され得る。

【0132】

さらに、本発明に記載の装置は視覚障害者の補助に使用され得る。さらに、本発明に記載の装置は、小売店舗環境、医療用途、生産環境などで使用され得るタッチ画面において、例えば衛生上の理由から直接接触を避ける目的で使用され得る。さらに、本発明に記載の装置は農業生産環境において、例えば安定洗浄ロボット、卵収集機、搾乳機、収穫機、農場用機械類、刈り取り機、集材機、コンバインハーベスター、トラクター、耕運機、鋤、石抜き機、馬鋤、ストリップティル、ばらまき機、種蒔き機（ジャガイモ種蒔き機など）、肥料拡散機、噴霧器、スプリンクラーシステム、スワサー、ベイラー、ローダー、フォークリフト、草刈り機などに使用され得る。

【0133】

さらに、本発明に記載の装置は、児童または障害者などコミュニケーションの技量または可能性が限られる人または動物向けに衣類、靴、メガネ、帽子、義肢、歯列矯正具を選定および/または適応する目的で使用され得る。さらに、本発明に記載の装置は倉庫、物流、流通、輸送、荷物の積み降ろし、スマート製造、インダストリー4.0などの文脈で使用され得る。さらに、製造の文脈で言えば、本発明に記載の装置は加工、分注、曲げ加工、材料取り扱いなどの文脈で使用され得る。

【0134】

本発明に記載の装置は1つまたは複数の他の種類の測定装置と組み合わせてもよい。このように、本発明に記載の装置は例えば飛行時間(TOF)検出器、ステレオカメラ、ライトフィールドカメラ、ライダ、レーダ、ソナー、超音波検出器または干渉分光法など、1つまたは複数の他の種類のセンサまたは検出器と組み合わせてもよい。本発明に記載のカメラを1つまたは複数の他の種類のセンサまたは検出器と組み合わせる場合、本発明に記載のカメラおよび少なくとも1つのさらなるセンサまたは検出器は各々が独立的な装置として、本発明に記載のカメラが少なくとも1つのさらなるセンサまたは検出器から分離する形で設計され得る。代替的に、本発明に記載のカメラおよび少なくとも1つのさらなるセンサまたは検出器は完全にまたは部分的に、単一の装置として一体化または設計され得る。

【0135】

このように、非限定的な一例として、本発明に記載の装置はさらにステレオカメラをも含み得る。本明細書で使用されるとき、ステレオカメラは、ある場面または物体の画像を少なくとも2つの別々の視点から捕捉するために設計されるカメラを指す。このように、本発明に記載の装置は少なくとも1つのステレオカメラと組み合わせてもよい。

【0136】

ステレオカメラは当業者にとって一般的に既知であることから、ステレオカメラの機能性は当該技術分野において一般的に既知である。本発明に記載の装置と組み合わせると、付加的な距離情報を提供し得る。したがって、本発明に記載の装置は、ステレオカメラの情報に加え、ステレオカメラによって捕捉される場面内の少なくとも1つの物体の縦方向位置に関する情報の少なくとも1項目を提供するよう、適応され得る。ステレオカメラによって提供される情報、例えばステレオカメラの使用により実施された三角測量結果の評価によって得られる距離情報などは、本発明に記載の装置の使用によって校正および/または妥当性確認され得る。このように、一例として、ステレオカメラは少なくとも1つの

物体の縦方向位置に関する少なくとも1項目の第1の情報を、例えば三角測量結果の使用によって提供する目的で使用され得る一方、本発明に記載の装置を少なくとも1つの物体の縦方向位置に関する少なくとも1項目の第2の情報を提供する目的で使用され得る。第1の情報項目と第2の情報項目は、測定の正確性を改善する目的で使用され得る。このように、第1の情報項目が第2の情報項目の校正に使用され得るか、または第2の情報項目が第1の情報項目の校正に使用され得る。結果的に、本発明に記載の装置は、一例として、ステレオカメラおよび本発明に記載の装置を有するステレオカメラシステムを形成し得、このステレオカメラシステムは本発明に記載の装置によって提供される情報の使用により、ステレオカメラによって提供される情報を校正するよう適応される。

【0137】

10

結果的に、付加的または代替的に、本発明に記載の装置は、ステレオカメラによって提供される第1の情報項目を補正する目的で、本発明に記載の装置によって提供される第2の情報項目を使用するよう適応され得る。付加的または代替的に、本発明に記載の装置は、ステレオカメラの光学的歪みを補正する目的で、本発明に記載の装置によって提供される第2の情報項目を使用するよう適応され得る。さらに、本発明に記載の装置はステレオカメラによって提供されるステレオ情報を計算するよう適応され得、本発明に記載の装置によって提供される第2の情報項目はステレオ情報の計算を加速する目的で使用され得る。

【0138】

20

一例として、本発明に記載の装置は、本発明に記載の装置によって捕捉される場面内の少なくとも1つの仮想物体または実物体をステレオカメラの校正に使用するよう適応され得る。一例として、1つまたは複数の物体および/またはエリアおよび/またはスポットが校正に使用され得る。一例として、少なくとも1つの物体またはスポットの距離は、本発明に記載の装置の使用によって判定され得、ステレオカメラによって提供される距離情報は本発明に記載の装置の使用によって判定されるこの距離を使用して校正され得る。例えば、本発明に記載の装置における少なくとも1つの活性光スポットが、ステレオカメラの校正点として使用され得る。一例として、この活性光スポットは写真内で自由に移動し得る。

【0139】

30

本発明に記載の装置は、この活性距離センサによって提供される情報を使用してステレオカメラを連続的または断続的に校正するよう適応され得る。このように、一例として、校正は周期的、連続的または散発的に発生し得る。

【0140】

さらに、典型的なステレオカメラは、物体の距離に依存する測定誤差または不確実性を示す。この測定誤差は、本発明に記載の装置によって提供される情報と組み合わせると低減され得る。

【0141】

ステレオカメラと他の種類の距離センサとの組み合わせは、当該技術分野において一般的に既知である。例えば、D. Scaramuzza et al., IEEE/RSJ International Conference on Intelligent Robots and Systems, IROS 2007, 4164 - 4169頁、2007において、カメラおよび3Dレーザレンジファインダーにおける自然な場面からの付帯的な自己校正が開示されている。同様に、D. Klimentjew et al., IEEE Conference on Multisensor Fusion and Integration for Intelligent Systems (MFI), 236 - 241頁、2010において、カメラおよび3Dレーザレンジファインダーにおける物体認識用の多重センサ融合が開示されている。当業者であれば認識することになるとおり、当該技術分野において既知であるこれらの構成におけるレーザレンジファインダーを、上述の先行技術文書によって開示されている方法および利点を変更することなく、本発明に記載の少なくとも1つの装置で単純に置換または補完する

50

ことができる。ステレオカメラの潜在的セットアップについては上述の先行技術文書を参照するとよい。さらに、少なくとも1つの任意のステレオカメラにおける他のセットアップおよび実施形態も実現可能である。

【0142】

さらに、本発明に記載の装置は赤外線検出用途、熱検出用途、温度計用途、熱追尾用途、火災検出用途、火災検出用途、煙検出用途、温度感知用途、分光法用途などに使用され得る。さらに、本発明に記載の装置は写真複写用途またはゼログラフィー用途に使用され得る。さらに、本発明に記載の装置は排気ガス、燃焼工程、産業工程、化学工程、食品加工工程などのモニタリングに使用され得る。さらに、本発明に記載の装置は温度制御、動作制御、排気制御、ガス感知、ガス分析、動作感知、化学的感知などに使用され得る。

10

【0143】

好ましくは、本発明に記載のカメラ、方法、ヒューマンマシンインターフェース、娛樂装置、追跡システムおよび様々なカメラ用途のさらなる潜在的詳細について、特に転送装置、縦方向光学センサ、評価装置、および該当する場合は横方向光学センサ、変調装置、照明源および撮像装置に関して、具体的には潜在的材料、設定、用途および更なる詳細に関して、国際公開第2012/110924A1号、米国特許第2012/206336A1号、国際公開第2014/097181A1号、および米国特許第2014/291480A1号のうち1つまたは複数を参照するとよい。これらの文献すべての全内容は参照によって本明細書に含まれる。

【0144】

20

上述のカメラ、カメラの用法および提案される用途は、先行技術と比べ多数の利点を有する。このように、一般的に、簡単でありながらも効率的な、空間内の少なくとも1つの物体の少なくとも1つの画像を正確に記録するカメラが提供され得る。その中で、一例として、物体または物体の一部の3次元画像を、曖昧さを伴わずに迅速かつ効率的な形で記録することができる。

【0145】

本技術分野において既知の装置と比べ、提案されるカメラは高度な簡素さ、具体的にはカメラの光学的設定に関する簡素さを提供する。このように、原則として、収束要素、第1の調整可能なアパーチャエリアを有する第1のアパーチャ要素、第2の調整可能エリアを有する第2のアパーチャ要素、および、第1のアパーチャエリアが第2のアパーチャエリアより大きい場合に第1の写真を生成し、第2のアパーチャエリアが第1のアパーチャエリアより大きい場合に第2の写真を生成するよう適応される光学センサは、第1の写真と第2の写真を比較することによって物体の画像を生成するよう適応される適切な評価装置と併せて、空間内での物体の画像を正確に記録する上で十分である。この構成は具体的にカメラ用途に適する。したがって、撮像および追跡の多数の目的に使用され得る、費用効率的なカメラおよび追跡装置が提供され得る。

30

【0146】

要約すると、本発明の文脈においては以下の実施形態が特に好ましいと考えられる。

【0147】

実施形態1：少なくとも1つの物体を光学的に検出するカメラであって、

40

- 少なくとも1つの収束要素であって、収束要素を通過する光ビームを収束してこの光ビームが少なくとも1つの光学センサによって受信されるビーム経路に沿って移動させるよう適応される、収束要素と、

- 第1の調整可能エリアを有する少なくとも1つの第1のアパーチャ要素であって、収束要素と光学センサとの間のビーム経路内に配置される、第1のアパーチャ要素と、

- 第2の調整可能エリアを有する少なくとも1つの第2のアパーチャ要素であって、第1のアパーチャ要素と光学センサとの間のビーム経路内に配置される、第2のアパーチャ要素と、

- 光ビームを受信するよう適応される少なくとも1つの光学センサであって、第2のアパーチャエリアより大きい第1のアパーチャエリアを含む第1のセッティングにおいて

50

少なくとも1つの第1の写真を生成し、次いで第1のアパーチャエリアより大きい第2のアパーチャエリアを含む第2のセッティングにおいて少なくとも1つの第2の写真を生成するようにさらに適応される、光学センサと、

- 少なくとも1つの第1の写真と少なくとも1つの第2の写真とを比較することによって少なくとも1つの物体の少なくとも1つの画像を生成するよう設計される少なくとも1つの評価装置とを含むカメラ。

【0148】

実施形態2：収束要素が収束レンズを含む実施形態1に記載のカメラ。

【0149】

実施形態3：収束要素が複合レンズを含む実施形態1または2に記載のカメラ。

【0150】

実施形態4：複合レンズが第2のアパーチャ装置と併せてテレセントリックレンズの役割を果たすよう適応される実施形態3に記載のカメラ。

【0151】

実施形態5：テレセントリックレンズが無限遠の入射瞳を含む実施形態4に記載のカメラ。

【0152】

実施形態6：第1のアパーチャ要素が調整可能なアパーチャストップを含む実施形態5に記載のカメラ。

【0153】

実施形態7：第1のアパーチャ要素が収束要素の画像空間内の焦点面内に配置される実施形態1から6のいずれかに記載のカメラ。

【0154】

実施形態8：第1のアパーチャ要素をレンズの複数の焦点のうち1つに配置することによってテレセントリックレンズが得られる実施形態7に記載のカメラ。

【0155】

実施形態9：レンズに衝突する入射光ビームから規定されるとおり、レンズの後方に位置するレンズの焦点にアパーチャストップを配置することによってテレセントリックレンズが得られる実施形態8に記載のカメラ。

【0156】

実施形態10：複合レンズが第2のアパーチャ装置と併せてハイパーセントリックレンズの役割を果たすよう適応される実施形態3に記載のカメラ。

【0157】

実施形態11：第1のアパーチャ要素が収束要素の画像空間内の焦点面から外れる位置に配置される実施形態1から10のいずれかに記載のカメラ。

【0158】

実施形態12：第2のアパーチャ要素が調整可能なアパーチャストップを含む実施形態11に記載のカメラ。

【0159】

実施形態13：光軸に垂直な形で第2のアパーチャ要素が調整可能である実施形態1から12のいずれかに記載のカメラ。

【0160】

実施形態14：光ビームの少なくとも1つの特性を空間的に分解する形で修正するよう適応される少なくとも1つの空間光変調装置を第2のアパーチャ要素を含む実施形態1から13のいずれかに記載のカメラ。

【0161】

実施形態15：空間光変調装置が複数のピクセルから成るマトリクスを有し、各ピクセルが、光ビームが少なくとも1つの光学センサに到達する前に光ビームのうちピクセルを通過する部分の少なくとも1つの光学特性を個別に修正するよう個別に制御可能である実

10

20

30

40

50

施形態 14 に記載のカメラ。

【0162】

実施形態 16：カメラがさらに、少なくとも 2 つのピクセルを別々の変調周波数で周期的に制御するよう適応される少なくとも 1 つの変調装置をも含む実施形態 14 または 15 に記載のカメラ。

【0163】

実施形態 17：空間光変調装置のピクセルが各々、第 2 のアパーチャ要素の調整可能エリアが調整可能である形で個別に制御可能である実施形態 14 から 16 のいずれかに記載のカメラ。

【0164】

実施形態 18：空間光変調装置のピクセルが各々、光軸に対して垂直なアパーチャ要素の位置が調整可能である形で個別に制御可能である実施形態 14 から 17 のいずれかに記載のカメラ。

【0165】

実施形態 19：空間光変調装置のピクセルが各々、マイクロレンズを含み、マイクロレンズが調節可能なレンズである実施形態 14 から 18 のいずれかに記載のカメラ。

【0166】

実施形態 20：空間光変調装置のピクセルが各々、マイクロミラーを含み、マイクロミラーが調節可能なミラーである実施形態 15 から 19 のいずれかに記載のカメラ。

【0167】

実施形態 21：光学センサが少なくとも 1 つの撮像装置を含む実施形態 1 から 20 のいずれかに記載のカメラ。

【0168】

実施形態 22：撮像装置が物体から最も遠い位置に位置する実施形態 21 に記載のカメラ。

【0169】

実施形態 23：光ビームが撮像装置を照らす前に少なくとも 1 つの縦方向光学センサを通過する実施形態 21 または 22 に記載のカメラ。

【0170】

実施形態 24：無機撮像装置が、ピクセル化無機チップ；ピクセル化有機検出器；CCD チップ、好ましくは多色 CCD チップまたはフルカラー CCD チップ；CMOS チップ；IR チップ；RGB チップを含む実施形態 21 から 23 のいずれかに記載のカメラ。

【0171】

実施形態 25：光学センサが少なくとも 1 つの縦方向光学センサを含み、縦方向光学センサが少なくとも 1 つのセンサ領域を有し、縦方向光学センサが光ビームによるセンサ領域の照明に依存する形で少なくとも 1 つの縦方向センサ信号を生成するように設計されており、縦方向センサ信号が、照明の総出力が同じである場合に、センサ領域内の光ビームのビーム断面積に依存する実施形態 1 から 24 のいずれかに記載のカメラ。

【0172】

実施形態 26：評価装置がさらに、縦方向センサ信号を評価することによって、物体の縦方向位置に関する情報を少なくとも 1 項目生成するよう設計される実施形態 25 に記載のカメラ。

【0173】

実施形態 27：少なくとも 1 個の縦方向光学センサが透明な光学センサである実施形態 1 から 26 のいずれかに記載のカメラ。

【0174】

実施形態 28：縦方向光学センサのセンサ領域が全く 1 つの連続するセンサ領域であり、縦方向光学センサ信号がセンサ領域全体にわたり均一である、実施形態 1 から 27 のいずれかに記載のカメラ。

【0175】

10

20

30

40

50

実施形態 29：縦方向光学センサのセンサ領域がセンサエリアであるかまたはセンサエリアを含み、センサエリアは各装置の表面によって形成され、表面が物体に面しているか、または物体から見て外方を向いている状態である実施形態 1 から 28 のいずれかに記載のカメラ。

【0176】

実施形態 30：カメラがセンサ領域の少なくとも一部の電気抵抗または導電性の 1 回または複数回の測定によって縦方向センサ信号を生成するよう適応された実施形態 1 から 29 のいずれかに記載のカメラ。

【0177】

実施形態 31：カメラが少なくとも 1 回の電流 - 電圧測定および / または少なくとも 1 回の電圧 - 電流測定の実施によって縦方向センサ信号を生成するよう適応された実施形態 30 に記載のカメラ。

【0178】

実施形態 32：好ましくは照明の既知の出力を考慮して、また任意で照明が変調される変調周波数を考慮しつつ、照明の幾何形状と、カメラを基準とする物体の相対位置との間における少なくとも 1 つの所定の関係から、物体の縦方向位置に関する情報のうち少なくとも 1 つの項目を生成するよう評価装置が設計される、実施形態 1 から 31 のいずれかに記載のカメラ。

【0179】

実施形態 33：カメラがさらに照明変調用の変調装置を少なくとも 1 個含む、実施形態 1 から 32 のいずれかに記載のカメラ。

【0180】

実施形態 34：光ビームが変調光ビームである実施形態 33 に記載のカメラ。

【0181】

実施形態 35：異なる変調の場合の複数の縦方向センサ信号、特にそれぞれ異なる変調周波数における複数のセンサ信号を検出するようカメラが設計され、その複数の縦方向センサ信号を評価することによって物体の縦方向位置に関する少なくとも 1 つの情報項目を生成するよう評価装置が設計される実施形態 34 に記載のカメラ。

【0182】

実施形態 36：照明の総出力が同じである場合に縦方向センサ信号が照明の変調の変調周波数に依存するような形で縦方向光学センサがさらに設計される実施形態 1 から 35 のいずれかに記載のカメラ。

【0183】

実施形態 37：少なくとも 1 つの物体の少なくとも 1 つの 3 次元画像を生成するために、少なくとも 1 つの第 1 の写真内に含まれる第 1 の情報と少なくとも 1 つの第 2 の写真内に含まれる第 2 の情報を組み合わせるよう、評価装置が適応される実施形態 1 から 36 のいずれかに記載のカメラ。

【0184】

実施形態 38：カメラが少なくとも 2 個の縦方向光学センサを有し、その縦方向光学センサが積層されている、実施形態 1 から 37 のいずれかに記載のカメラ。

【0185】

実施形態 39：縦方向光学センサが光軸に沿って積層される実施形態 38 に記載のカメラ。

【0186】

実施形態 40：縦方向光学センサが縦方向光学センサスタックを形成し、その縦方向光学センサのセンサ領域の配向が光軸に対して直角である実施形態 38 または 39 に記載のカメラ。

【0187】

実施形態 41：物体からの光ビームがすべての縦方向光学センサを好ましくは逐次的に照らすよう縦方向光学センサが配列され、少なくとも 1 つの縦方向センサ信号が個々の

10

20

30

40

50

縦方向光学センサによって生成される実施形態 38 から 40 のいずれかに記載のカメラ。

【0188】

実施形態 42：評価装置が縦方向センサ信号を正規化し、そして光ビームの強度と無関係に物体の縦方向位置に関する情報を生成するように適合される、実施形態 1 から 41 のいずれかに記載のカメラ。

【0189】

実施形態 43：異なる縦方向センサの縦方向センサ信号を比較することにより、光ビームが広がるか狭まるかを認識するよう評価装置が適応される実施形態 42 に記載のカメラ。

【0190】

実施形態 44：少なくとも 1 個以上の縦方向センサ信号からの光ビームの直径の判定によって、物体の縦方向位置に関する少なくとも 1 項目の情報を生成するよう評価装置が適応される実施形態 1 から 43 のいずれかに記載のカメラ。

【0191】

実施形態 45：好ましくは光ビームの伝播方向における少なくとも 1 つの伝播座標上の光ビームのビーム直径の既知の依存性から、および / または光ビームの既知のガウスプロファイルから、物体の縦方向位置に関する少なくとも 1 項目の情報を判定するために、光ビームの直径を光ビームの既知のビーム特性と比較するよう評価装置が適応される実施形態 44 に記載のカメラ。

【0192】

実施形態 46：少なくとも 1 つの開口部を有する少なくとも 1 つのハウジングをさらに含み、収束要素が開口部に配置され、少なくとも第 1 のアパーチャ要素、第 2 のアパーチャ要素および光学センサがハウジングの内部に配置される実施形態 1 から 45 のいずれかに記載のカメラ。

【0193】

実施形態 47：評価装置が少なくとも部分的にカメラのハウジングの外側に配置される実施形態 46 に記載のカメラ。

【0194】

実施形態 48：さらに少なくとも 1 つの照明源を含む実施形態 1 から 47 のいずれかに記載のカメラ。

【0195】

実施形態 49：物体に少なくとも部分的に接続され、および / または物体と少なくとも部分的に同一である照明源、または物体を少なくとも部分的に一次放射で照らすよう設計された照明源から照明源が選択される実施形態 48 に記載のカメラ。

【0196】

実施形態 50：物体上での一次放射の反射によって、および / または一次放射に刺激される物体自体による発光によって光ビームが生成される実施形態 49 に記載のカメラ。

【0197】

実施形態 51：縦方向光学センサのスペクトル感度が照明源のスペクトル範囲によってカバーされる実施形態 50 に記載のカメラ。

【0198】

実施形態 52：照明装置が少なくとも部分的にハウジングの外側に位置する実施形態 51 に記載のカメラ。

【0199】

実施形態 53：さらに少なくとも 1 個の横方向光学センサを含み、その横方向光学センサが物体からカメラへと移動中の光ビームの横方向位置を判定するよう適応されており、その横方向位置がカメラの光軸に対して垂直な少なくとも 1 つの次元での位置であり、横方向光学センサが少なくとも 1 個の横方向センサ信号を生成するよう適応されており、評価装置は横方向センサ信号を評価することにより、物体の横方向に関する少なくとも 1 項目の情報を生成するよう更に設計される実施形態 1 から 52 のいずれかに記載のカメラ

10

20

30

40

50

。

【0200】

実施形態54：横方向光学センサが、少なくとも1個の第1電極、少なくとも1個の第2の電極および2つの別個の透明伝導性酸化物層の間に埋め込まれた少なくとも1種の光伝導性材料を有する光検出器であり、その横方向光学センサがセンサエリアを有し、第1電極および第2電極が透明伝導性酸化物層のうち1つにおいて別々の位置に取付けられ、少なくとも1個の横方向光学センサ信号がセンサ領域内での光ビームの位置を示す実施形態53に記載のカメラ。

【0201】

実施形態55：少なくとも1個の横方向光学センサが少なくとも1個の透明な横方向光学センサを含む実施形態53または54に記載のカメラ。

10

【0202】

実施形態56：横方向光学センサのセンサ領域が横方向光学センサの表面によって形成され、その表面が物体に面しているか、または物体から見て外方を向いている状態である実施形態53から55のいずれかに記載のカメラ。

【0203】

実施形態57：第1電極および/または第2電極が、少なくとも2個の部分電極を含む分割電極である実施形態53から56のいずれかに記載のカメラ。

【0204】

実施形態58：少なくとも4個の部分電極を備える実施形態57に記載のカメラ。

20

【0205】

実施形態59：部分電極を通る電流がセンサ領域内での光ビームの位置に依存する実施形態57または58に記載のカメラ。

【0206】

実施形態60：部分電極を通る電流に従って横方向センサ信号を生成するよう横方向光学センサが適応される実施形態59に記載のカメラ。

【0207】

実施形態61：光学センサ、好ましくは横方向光学センサおよび/または評価装置が、部分電極を通る複数の電流の少なくとも1つの比率から物体の横方向位置に関する情報を導き出すよう適応される実施形態59または60に記載のカメラ。

30

【0208】

実施形態62：少なくとも1個の横方向光学センサが透明な光学センサである実施形態53から61のいずれかに記載のカメラ。

【0209】

実施形態63：光軸に沿って移動する光ビームが横方向光学センサと少なくとも2個の縦方向光学センサの双方に衝突するように、横方向光学センサおよび縦方向光学センサが光軸に沿って積層される実施形態53から62のいずれかに記載のカメラ。

【0210】

実施形態64：光ビームが連続的に横方向光学センサと少なくとも2個の縦方向光学センサを、またはその逆の順に通過する、実施形態63に記載のカメラ。

40

【0211】

実施形態65：光ビームが、縦方向光学センサのうち1個に衝突する前に横方向光学センサを通過する、実施形態64に記載のカメラ。

【0212】

実施形態66：横方向センサ信号が電流および電圧またはそれらから導き出される任意の信号から成る群から選択される実施形態54から65のいずれかに記載のカメラ。

【0213】

実施形態67：横方向光学センサがカメラのハウジング内に位置する実施形態54から66のいずれかに記載のカメラ。

【0214】

50

実施形態 68：少なくとも 1 個の可動物体の位置を追跡する追跡システムであって、実施形態 1 から 67 のいずれかに記載のカメラを少なくとも 1 個含み、さらに少なくとも 1 個の進路制御装置を含み、進路制御装置は、それぞれが特定の時点における物体の位置に関する少なくとも 1 つの情報項目を含む、物体の一連の位置を追跡するように適合される追跡システム。

【0215】

実施形態 69：追跡システムがさらに、物体に接続可能な少なくとも 1 個のビーコン装置を含み、追跡システムは、少なくとも 1 個のビーコン装置の位置に関する情報を光学センサが生成し得るように適合される、実施形態 68 に記載の追跡システム。

【0216】

実施形態 70：少なくとも 1 つの物体の少なくとも 1 つの画像を、特にカメラに関する実施形態 1 から 67 のいずれかに記載のカメラを使用することによって記録する方法であって、

- 光ビームを受信するよう適用される少なくとも 1 つの光学センサの使用により、少なくとも 1 つの第 2 のアパーチャ要素の第 2 のアパーチャエリアより大きい、少なくとも 1 つの第 1 のアパーチャ要素の第 1 のアパーチャエリアを含むカメラの第 1 のセッティングにおいて少なくとも 1 つの第 1 の写真を生成し、第 1 のアパーチャエリアより大きい第 2 のアパーチャエリアを含むカメラの第 2 のセッティングにおいて少なくとも 1 つの第 2 の写真を生成する工程であって、光ビームは収束要素を通過して少なくとも 1 つの光学センサに至るビーム経路上を移動するように収束され、第 1 のアパーチャ要素は収束要素と光学センサとの間のビーム経路内に配置され、第 2 のアパーチャ要素は第 1 のアパーチャ要素と光学センサとの間のビーム経路内に配置される、工程と、

- 少なくとも 1 つの第 1 の写真と少なくとも 1 つの第 2 の写真の比較によって少なくとも 1 つの物体の少なくとも 1 つの画像を生成する工程とを含む方法。

【0217】

実施形態 71：第 1 のアパーチャ要素が収束要素の画像空間内の焦点面内に配置される実施形態 70 に記載の方法。

【0218】

実施形態 72：第 1 のアパーチャ要素が調整可能なアパーチャストップを含み、アパーチャストップのアパーチャエリアが調整される実施形態 70 または 71 に記載の方法。

【0219】

実施形態 73：第 2 のアパーチャ要素が調整可能なアパーチャストップを含み、アパーチャストップのアパーチャエリアが調整される実施形態 70 から 72 のいずれかに記載の方法。

【0220】

実施形態 74：カメラの光軸に垂直な第 2 のアパーチャ要素が調整される実施形態 70 から 73 のいずれかに記載の方法。

【0221】

実施形態 75：第 2 のアパーチャ要素が、光ビームの少なくとも 1 つの特性を空間的に分解する形で修正するよう適応される少なくとも 1 つの空間光変調装置を含み、空間光変調装置が複数のピクセルから成るマトリクスを有する実施形態 71 から 74 のいずれかに記載の方法。

【0222】

実施形態 76：アパーチャ要素の調整可能エリアが調整される形で、光ビームが少なくとも 1 つの光学センサに到達する前に光ビームのうちピクセルを通過する部分の少なくとも 1 つの光学特性を修正するよう各ピクセルが個別に制御される実施形態 75 に記載の方法。

【0223】

実施形態 77：カメラの光軸に対して垂直なアパーチャ要素の位置が調整される形で、

10

20

30

40

50

光ビームが少なくとも１つの光学センサに到達する前に光ビームのうちピクセルを通過する部分の少なくとも１つの光学特性を修正するよう各ピクセルが個別に制御される実施形態 ７５または ７６ に記載の方法。

【 ０ ２ ２ ４ 】

実施形態 ７８：少なくとも２つの第２の写真が生成され、その少なくとも２つの第２の写真を生成する工程の間でカメラの光軸に対して垂直な第２のアパーチャ要素の位置が調整される実施形態 ７０ から ７７ のいずれかに記載の方法。

【 ０ ２ ２ ５ 】

実施形態 ７９：撮像用途、カメラ用途、機械視覚または光リソグラフィにおける計測学用途、品質管理用途、監視用途、安全用途、製造用途、自動車用途、自律運転用途、ナビゲーション用途、ローカライゼーション用途、娯楽用途、家庭用途から成る群から選択される使用目的のためのカメラに関する実施形態 １ から ７８ のいずれかに記載のカメラを使用する方法。

【 ０ ２ ２ ６ 】

本発明のさらなる任意の詳細および特徴は、従属請求項に関して以下に記載される、好ましい模範的实施形態の説明から明らかである。この文脈において、特定の特徴は、単独でまたはいくつかの特徴と組み合わせて実現可能である。本発明は、模範的实施形態に限定されない。模範的实施形態は図面中で概略的に示されている。個々の図面中の同一の参照番号は、同一の要素または同一の機能を有する１つまたは複数の要素あるいは機能に関して互いに対応する要素を指す。

【 ０ ２ ２ ７ 】

具体的に図面の説明は以下の通りである。

【図面の簡単な説明】

【 ０ ２ ２ ８ 】

【図 １】本発明に記載のカメラの模範的な一実施形態を示す図である。

【図 ２】本発明に記載のカメラに採用される転送装置の好適な一実施形態を示す図である。

【図 ３】本発明に記載のカメラに採用されるアパーチャ要素の代替的な一実施形態を示す図である。

【図 ４】本発明に記載のカメラおよびこのカメラを含む追跡システムの模範的な一実施形態を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【 ０ ２ ２ ９ 】

図 １ は、少なくとも１つの物体 １ １ ２ の少なくとも１つの画像を光学的に記録するための、本発明に記載のカメラ １ １ ０ の模範的な一実施形態を、きわめて概略的に示す図である。この特定の実施形態において、カメラ １ １ ０ は、カメラ １ １ ０ の光軸 １ １ ６ に沿って配列される少なくとも１個の光学センサ １ １ ４ を含む。具体的に、光軸 １ １ ６ は、光学センサ １ １ ４ の構成における対称軸および／または回転軸であってもよい。好ましくは、光学センサ １ １ ４ は、カメラ １ １ ０ のハウジング １ １ ８ の内部に配置され得る。ハウジング １ １ ８ における開口部 １ ２ ０ は、特に光軸 １ １ ６ を基準に同心円状に配置され得、好ましくはカメラ １ １ ０ の視野 １ ２ ２ の方向を規定する。座標系 １ ２ ４ が規定され得、その中で光軸 １ １ ６ に対して平行または逆平行の方向が縦方向として規定される一方、光軸 １ １ ６ に対して垂直の方向は横方向として規定され得る。座標系 １ ２ ４ において、図 １ では象徴的に描かれているが、縦方向は z 、横方向はそれぞれ x および y として表されている。ただし、他の種類の座標系 １ ２ ４ も実現可能である。

【 ０ ２ ３ ０ 】

さらに、少なくとも１つの転送装置 １ ２ ０ は、好ましくはカメラ １ １ ０ のハウジング １ １ ８ の開口部 １ ２ ０ に配置される。本発明によれば、転送装置 １ ２ ６ は少なくとも１つの収束要素 １ ２ ８ および少なくとも１つの第１のアパーチャ要素 １ ３ ０ を含む。本発明では、収束要素 １ ２ ８ は、収束要素 １ ２ ８ を通過する光ビーム １ ３ ２ を収束して、光学センサ

114によって受信されるカメラ110の光軸116に沿ったビーム経路上を移動させるよう適応される。したがって、収束要素128は入射光ビーム132に対して収束特性を示し得る。好ましくは、この目的のため、光学レンズ、特に1つまたは複数の屈折レンズ、特に凸レンズまたは薄い両凸レンズなど薄い収束性屈折レンズ、および/または1つまたは複数の凸型ミラー、および/または図2に概略的に描かれている複合レンズが使用され得る。好適な種類の複合レンズのさらなる詳細が図2に記載されている。

【0231】

このように、物体112から発生する光ビーム132は最初に、収束要素128および第1のアパーチャ要素130を含む転送装置126を通してカメラ110の光軸116に沿ったビーム経路上を移動し、その後、第1のアパーチャ要素130と光学センサ114との間のビーム経路内に配置された第2のアパーチャ要素134を通して移動し、最終的に光学センサ114に衝突し得る。第1のアパーチャ要素130と第2のアパーチャ要素134はいずれも、入射光ビーム132の一部だけの通過を許容すると同時に、入射光ビーム132の他の部分は制止および/または反射される。本発明によれば、第1のアパーチャ要素130は第1の調整可能エリア136を含む一方、第2のアパーチャ要素134は第2の調整可能エリア138を含み、これらは、光軸116と垂直な近隣の矢印記号によって図1に象徴的に表わされている。

【0232】

このように、図1の実施形態に記載のとおり、第1のアパーチャ要素130と第2のアパーチャ要素134はいずれも、アパーチャの開口度を調整可能に対応し得る調整可能エリアを有し得る。本発明では、第1のアパーチャ要素130と第2のアパーチャ要素134双方の開口部は、各々のアパーチャ要素130、134の中心がカメラ110の光軸116と一致し得る形で、各々のアパーチャ要素130、134の中心に配置され得る。ただし、他の配列も可能である。さらに、図3に記載のような代替的な一実施形態において、第1のアパーチャ要素130および/または第2のアパーチャ要素134は、入射光ビーム132の一部だけの通過を許容すると同時に、入射光ビームの他の部分は制止および/または反射されるように適応され得る、ピクセル化光学要素を含み得る。ピクセル化光学要素のさらなる詳細が図3に記載されている。

【0233】

既に上述のとおり、本発明に記載のカメラ110は、物体112の少なくとも1つの光学画像を取得することが可能である光学センサ114を少なくとも1つ含む。図1に記載の実施形態では、光学センサ114は、1次元、2次元または3次元の、物体112またはその一部の画像を生成するよう適応される、少なくとも1つの撮像装置140を含む。特に、撮像装置140は、ピクセル化有機カメラ要素、好ましくはピクセル化有機カメラチップ；ピクセル化無機カメラ要素、好ましくはピクセル化無機カメラチップ、より好ましくはCCDチップまたはCMOSチップ；モノクロムカメラ要素、好ましくはモノクロムカメラチップ；多色カメラ要素、好ましくは多色カメラチップ；フルカラーカメラ要素、好ましくはフルカラーカメラチップから成る群から選択される装置であるか、またはこれを含み得る。このように、撮像装置140は、モノクロム撮像装置、マルチクロム撮像装置および少なくとも1つのフルカラー撮像装置から成る群から選択される少なくとも1つの装置であるか、またはこれを含み得る。

【0234】

撮像装置140の他の実施形態（本明細書には不図示）、特に、光学センサ114が少なくとも1つの空間光変調装置（SLM）を含み得る実施形態も可能である。本発明では、SLMは複数のピクセルから成るマトリクスを含み得、これらのピクセルは各々、個別にアドレス指定可能となり得る。さらなる特に好適な一実施形態において、光学センサ114は少なくとも1つのセンサ領域を有する少なくとも1つの縦方向光学センサを含み得、その場合、縦方向光学センサは、光ビーム132によるセンサ領域の照明に依存する形で少なくとも1つの縦方向センサ信号を生成するよう設計され、縦方向センサ信号は、照明の総出力が同じである場合、いわゆる「F i P効果」に従って、センサ領域内の光ビー

10

20

30

40

50

ム 1 3 2 のビーム断面積に依存する。さらに、照明の総出力が同じである場合、縦方向センサ信号は照明の変調の変調周波数に依存し得る。さらに、物体 1 1 2 の完全な画像の取得を可能とするため、付加的に、少なくとも 1 つの横方向光学センサが採用され得、その場合、横方向光学センサは物体 1 1 2 からカメラ 1 1 0 へと移動する少なくとも 1 つの光ビーム 1 3 2 の横方向位置を判定するよう適応される。縦方向光学センサと横方向光学センサの潜在的な実施形態については各々、国際公開第 2 0 1 2 / 1 1 0 9 2 4 A 1 号および国際公開第 2 0 1 4 / 0 9 7 1 8 1 A 1 号を参照するとよい。

【 0 2 3 5 】

本発明によれば、光学センサ 1 1 4 はさらに、カメラ 1 1 0 の第 1 のセッティングにおいて少なくとも 1 つの第 1 の写真を生成し、カメラ 1 1 0 の第 2 のセッティングにおいて少なくとも 1 つの第 2 の写真を生成するよう適応される。本発明では、「フロントモード」とも呼ばれるカメラ 1 1 0 の第 1 のセッティングでは、第 1 のアパーチャエリア 1 3 6 が第 2 のアパーチャエリア 1 3 8 よりも大きくなる形で第 1 のアパーチャ要素 1 3 0 と第 2 のアパーチャ要素 1 3 4 が調整される。同様に、「ノーマルモード」とも呼ばれるカメラ 1 1 0 の第 2 のセッティングでは、第 2 のアパーチャエリア 1 3 8 が第 1 のアパーチャエリア 1 3 6 よりも大きくなる形で第 1 のアパーチャ要素 1 3 0 と第 2 のアパーチャ要素 1 3 8 が調整される。

【 0 2 3 6 】

したがって、フロントモードでは、物体 1 1 2 の正射投影が生成され得るように、収束要素 1 2 8 が、無限遠の入射瞳を含むテレセントリックレンズの役割を果たす。図 2 により詳しく記載のとおり、光軸 1 1 6 に位置する第 1 のアパーチャ 1 3 0 の中心を通過し得る斜光線は結果的に、収束要素 1 2 8 の前方の光軸 1 1 6 と平行である。結果的に、無限遠の入射瞳を有する収束要素 1 2 8 の倍率は、物体 1 1 2 と収束要素 1 2 8 との間の距離とは無関係であることが分かる。他方、ノーマルモードの場合、収束要素 1 2 8 は、テレセントリックレンズの役割を果たすレンズ系とは見なされ得ない。したがって、収束要素 1 2 8 の倍率は、通常そうであるように、物体 1 1 2 と収束要素 1 2 8 との間の距離に依存する。

【 0 2 3 7 】

このように、フロントモードにおける第 1 のセッティングで物体 1 1 2 の第 1 の写真を記録し、ノーマルモードにおける第 2 のセッティングで物体 1 1 2 の第 2 の写真を記録し、第 1 の写真と第 2 の写真を比較することにより、物体 1 1 2 の画像が得られる。この目的に対し、第 1 の写真に含まれる物体 1 1 2 の第 1 のサイズを、第 2 の写真に含まれる物体 1 1 2 の第 2 のサイズと比較することができる。それを基に、物体 1 1 2 の縦方向位置に関する少なくとも 1 項目の情報が判定され得る。

【 0 2 3 8 】

評価装置 1 4 2 は一般的に、光学センサ 1 1 4 のセンサ信号を評価することによって物体 1 1 2 の位置に関する少なくとも 1 項目の情報を生成するよう設計される。この目的に対し、評価装置 1 4 2 は、カメラ 1 1 0 の第 1 のセッティングと第 2 のセッティングを提供し、各々のモードで物体 1 1 2 の第 1 の写真と第 2 の写真を記録し、そして第 1 の写真と第 2 の写真を比較するために、第 1 のアパーチャ調整装置 1 4 4、第 2 のアパーチャ調整装置 1 4 6、写真記録ユニット 1 4 8、および比較装置 1 5 0 によって象徴的に表わされる 1 つまたは複数の電子装置および / または 1 つまたは複数のソフトウェアコンポーネントを含み得る。既に説明のとおり、評価装置 1 4 2 はこのように、上述のカメラ 1 1 0 における 2 種類の異なるセッティング内で光学センサ 1 1 4 によって記録される少なくとも 2 つの写真の比較により、物体 1 1 2 の縦方向位置に関する少なくとも 1 項目の情報を判定するよう適応される。

【 0 2 3 9 】

一般的に、評価装置 1 4 2 はデータ処理装置 1 5 2 の一部であってもよく、および / または 1 つまたは複数のデータ処理装置 1 5 2 を含み得る。評価装置はハウジング 1 1 8 へ完全にまたは部分的に一体化されてもよく、および / または完全にまたは部分的に、無線

10

20

30

40

50

または例えば信号リード線 1 5 4 による有線の形で縦方向光学センサ 1 1 4 に電氣的に接続される別個の装置として具現化され得る。評価装置はさらに、1 つまたは複数の電子ハードウェアコンポーネントなど 1 つまたは複数の付加的コンポーネント、および / または 1 つまたは複数のソフトウェアコンポーネント、例えば 1 つまたは複数の測定ユニットおよび / または 1 つまたは複数の評価ユニットおよび / または 1 つまたは複数の制御ユニット (図 1 には不記載) をも含み得る。評価装置 1 4 2 はさらに、情報項目を生成する工程を実行または補助する少なくとも 1 つのコンピュータプログラムなど、少なくとも 1 つのコンピュータプログラムを実行するよう適応され得る。一例として、センサ信号を入力変数として使用することによって第 1 の写真と第 2 の写真の比較を実行し得る、1 つまたは複数のアルゴリズムが実装され得る。

10

【 0 2 4 0 】

光学センサ 1 1 4 のセンサ領域 1 3 0 を照らす光ビーム 1 3 2 を、発光性物体 1 1 2 によって生成してもよい。代替的または付加的に、光ビーム 1 3 2 を別個の照明源 (本明細書には不図示) によって生成してもよく、これは好ましくは光軸 1 1 6 に沿った開口部 1 2 4 経由でのカメラ 1 1 0 のハウジング 1 1 8 への進入によって光ビーム 1 3 2 が光学センサ 1 1 4 のセンサ領域へ到達するよう構成設定され得る形で、照明源によって生成される光の少なくとも一部を物体 1 1 2 が反射することができるように物体 1 1 2 を照明するよう適応された発光ダイオードなど、周囲光源および / または人工光源を含み得る。

【 0 2 4 1 】

特定の一実施形態において、照明源は変調光源であってもよく、この場合、照明源の 1 つまたは複数の変調特性を、少なくとも 1 個の変調装置によって制御してもよい。代替的または付加的に、照明源と物体 1 1 2 との間、および / または物体 1 1 2 と縦方向光学センサ 1 1 4 との間のビーム経路内で変調を有効化してもよい。さらなる可能性も考えられる。この特定の実施形態において、物体 1 1 2 の位置に関する少なくとも 1 項目の情報を判定するために横方向光学センサ 1 1 4 のセンサ信号を評価する際、1 つまたは複数の変調特性、特に変調周波数を考慮に入れることが、有利となり得る。

20

【 0 2 4 2 】

カメラ 1 1 0 は直線ビーム経路または傾斜ビーム経路、有角ビーム経路、分岐ビーム経路、偏向または分割ビーム経路または他の種類のビーム経路を有し得る。さらに、光ビーム 1 3 2 は各ビーム経路または部分ビーム経路に沿って、1 回または反復的に、一方向または二方向で伝播し得る。以上により、上記の構成要素または以下に詳しく挙げる任意のさらなる構成要素は完全にまたは部分的に、光学センサ 1 1 4 の前方および / または光学センサ 1 1 4 の後方に配置され得る。

30

【 0 2 4 3 】

図 2 は本発明に記載のカメラ 1 1 0 に採用される転送装置 1 2 6 の好適な一実施形態を概略的に示す図である。上述のとおり、転送装置 1 2 6 は少なくとも 1 つの収束要素 1 2 8 および第 1 のアパーチャ要素 1 3 0 を含む。この好適な実施形態において、収束要素 1 2 8 は、第 1 のアパーチャ要素 1 3 0 と併せてテレセントリックレンズ 1 5 8 の役割を果たすよう適応される複合レンズ 1 5 6 を含む。図 2 に記載の複合レンズ 1 5 6 は、テレセントリックレンズ 1 5 8 内で採用されることになる対物レンズの一般的な一例と捉えることができ、例えば https://de.wikipedia.org/wiki/Telezentrisches_Objektiv に例が記載されている (検索日 : 2 0 1 5 年 9 月 1 1 日) 。ただし、上述の目的に適する他の種類の対物レンズも適用可能となり得る。

40

【 0 2 4 4 】

本発明では、収束要素 1 2 8 は無限遠の視野方向 1 2 2 に入射瞳 1 6 0 を有する。図 2 から分かるとおり、収束要素 1 2 8 の前方で光軸 1 1 6 と平行な斜光線を含む光ビーム 1 3 2 は最初に収束要素 1 2 8 を通過し、その結果、光ビーム 1 3 2 は、斜光線がその後光軸 1 1 6 に配置された第 1 のアパーチャ要素 1 3 0 の中心 1 6 2 を通過する形で収束される。本発明によれば、第 1 のアパーチャ要素 1 3 0 は、収束要素 1 2 8 の画像空間 1 6

50

6内の焦点面164に配置され得る。本発明では、衝突してくる光ビーム132の方向に沿って向かう収束要素128の後方の空間は通常、画像空間166として表わされる一方、衝突してくる光ビーム132に対向する方向のレンズ系の前方空間は一般的に、物体空間168として表わされる。

【0245】

本発明では、無限遠の入射瞳160を有するテレセントリックレンズ158の役割を果たす複合レンズ156の倍率は、物体112と複合レンズ156の前面との間の距離dと無関係である。結果として、物体112の正射投影が生成され得る。この目的に対し、第1のアパーチャ要素130における第1のアパーチャエリア136は、特に、図1に記載のとおり、第2のアパーチャ要素134の第2のアパーチャエリア138より小さい値を示す。結果として、ここではカメラ110が第1のセッティングを取得し、その間に第1の写真が記録される。ただし、第2の写真を記録する場合、第2のセッティングが採用されなければならない。その場合、これは特に、第1のアパーチャ要素130における第1のアパーチャエリア136を、第2のアパーチャ要素134の第2のアパーチャエリア138より大きくなる形で拡大することによって達成され得る。しかし、第2のセッティングにおいては、転送装置126はテレセントリックレンズ158の役割を果たすのではなく、上述のノーマルモードを取得すると見なされ得る。

【0246】

代替的な一実施形態（本明細書には不図示）において、第1のアパーチャ要素130は、収束要素128の画像空間166内の焦点面164に配置されるのではなく、焦点面164から外れた位置に配置され得る。この実施形態において、複合レンズは上に詳述のとおり、ハイパーセントリックレンズまたはペリセントリックレンズの役割を果たし得る。

【0247】

図3は本発明に記載のカメラ110に採用されるアパーチャ要素の代替的な一実施形態を概略的に示す図である。特に、図3に記載の典型例のとおり、第2のアパーチャ要素134は、入射光ビームの一部だけの通過を許容すると同時に、入射光ビームの他の部分は制止および/または反射されるように適応され得る、ピクセル化光学要素170を含み得る。特に、ピクセル化光学要素170は、少なくとも1つの空間光変調装置172を含み得る。本発明では、空間光変調装置172は、入射光ビーム132の少なくとも1つの特性を空間的に分解する形で修正するよう、特に入射光ビーム132の伝達性および/または反射性を局所的に修正するよう適応され得る。この目的に対し、空間光変調装置172は複数のピクセル176から成るマトリクス174を含み得、これらのピクセル176は各々、光ビームの一部の各ピクセル176の通過を許容するかまたは許容しないために、例えば複数の信号リード線154のうち1本によって空間光変調装置172に接続される第2のアパーチャ調整装置146により、個別にアドレス指定可能となり得る。それに伴い、各ピクセル176を通過し得ない光ビーム132の部分は、ピクセル176に吸収され、および/または例えば特にこの目的のために提供され得る標的178によって反射され得る。

【0248】

特に好適な一実施形態において、空間光変調装置172のピクセル176は各々、この目的のため、デジタルマイクロミラーデバイスを含み得る（本明細書には不図示）。本発明では、デジタルマイクロミラーデバイスは複数のマイクロミラーから成る配列を含み得、その場合、マイクロミラー各々は好ましくは調節可能なミラーであってもよい。この種の入射光ビームの空間変調は、「デジタルライトプロセッシング（登録商標）」または「DLP」とも呼ばれる。代替的または付加的に、空間光変調装置172のピクセル176は各々、この目的のためにマイクロレンズを含み得、これらのマイクロレンズは各々、好ましくは調節可能なレンズであってもよい。さらに、カメラ110は、空間光変調装置172の少なくとも2つのピクセル176を別々の変調周波数で周期的に制御するよう適応され得る少なくとも1つの変調装置をも含み得る（本明細書には不図示）。

【0249】

さらに、空間光変調装置 172 のピクセル 176 の各々を個別に制御可能となり得ることから、第 2 のアパーチャ要素 134 の第 2 の調整可能エリア 138 は、伝達性および / または反射性によって互いに区別される別々の状態の間で調整可能となり得る。第 2 の調整可能エリア 138 の調整は、好ましくは、空間光変調装置 172 の中心 162 の周囲に配置されるピクセル 176 を調節して、光軸 116 に沿って高い伝達性を含む第 1 の状態にする一方で他のピクセル 176 を、高い反射性を含む第 2 の状態へと調節することによって達成され得る。このようにして、空間光変調装置 172 のピクセル 176 は、第 2 の調整可能エリア 138 を含む第 2 のアパーチャ要素 134 として空間光変調装置 172 が見なされ得る状態に調節され得る。

【0250】

代替的または付加的に、第 2 のアパーチャ要素 134 の位置、特にカメラ 110 の光軸 116 に対して垂直な第 2 のアパーチャ要素 134 の位置もさらに調整可能となり得る。カメラ 110 の光軸 116 を基準に第 2 のアパーチャ要素 134 の位置を調整することにより、収束要素 128 の真正面に位置しない物体も観察可能となり得、これは既知のテレセントリックレンズとこの実施形態との間に顕著な違いを構築する。

【0251】

一例として、図 4 は、カメラ 110 を含む、少なくとも 1 つの物体 112 の位置を追跡するよう適応された追跡システム 180 の模範的な実施形態を示す図である。カメラ 110 については、本出願の全開示を参照するとよい。基本的に、カメラ 110 の潜在的実施形態もすべて、図 4 に記載の実施形態において具現化され得る。評価装置 142 は、少なくとも 1 個の光学センサ 114 へ、特に信号リード線 154 によって接続され得る。一例として、信号リード線 154 を提供し、および / または 1 つまたは複数のインターフェースを提供してもよく、インターフェースは無線インターフェースおよび / または有線インターフェースであってもよい。さらに、信号リード線 154 はセンサ信号の生成および / またはセンサ信号の修正のための 1 個または複数のドライバおよび / または 1 個または複数の測定装置を含み得る。カメラ 110 はさらに、例えば 1 つまたは複数の構成要素を収容し得るハウジング 118 をも含み得る。

【0252】

さらに、評価装置 142 を完全にまたは部分的に、光学センサ 114 および / またはカメラ 110 の他の構成要素へ一体化することもできる。評価装置をハウジング 118 および / または別個のハウジング内に閉じ込めてもよい。評価装置は、第 1 のアパーチャ調整装置 144、第 2 のアパーチャ調整装置 146、写真記録ユニット 148、および比較装置 150 によって象徴的に表わされている、センサ信号を評価するための 1 つまたは複数の電子装置および / または 1 つまたは複数のソフトウェアコンポーネントを含み得る。第 1 の写真と第 2 の写真を組み合わせることにより、好ましくは物体 112 の 3 次元画像が生成され得る。

【0253】

さらに、カメラ 110 は様々な構成形態となり得る少なくとも 1 つのセンサ 114 を含む。例えば、図 4 の模範的实施形態に描かれているように、2 つの異なる光学センサ 114 が、例えばハウジング 118 内でカメラ 110 の一部となり得る形で存在し得る。本発明では、第 1 の光学センサ 114 が横方向光学センサ 182 であってもよい一方、第 2 の光学センサ 114 が縦方向光学センサ 184 であってもよい。上述のとおり、縦方向光学センサ 184 は少なくとも 1 つのセンサ領域 186 を有し得、縦方向光学センサ 184 は光ビーム 132 によるセンサ領域 186 の照明に依存する形で少なくとも 1 つの縦方向センサ信号を生成するよう設計され得、縦方向センサ信号は、照明の総出力が同じであればセンサ領域 186 内の光ビーム 132 のビーム断面積に依存し得る。本発明では、縦方向センサ信号を評価することによって物体 112 の縦方向位置に関する少なくとも 1 項目の情報を生成するよう、付加的に評価装置 142 を設計することができる。

【0254】

上記にて詳述のとおり、横方向光学センサ 182 はセンサエリア 188 を含み得、セン

10

20

30

40

50

サエリア 188 は物体 112 からカメラ 110 へと移動する光ビーム 132 に対して透明であってもよい。したがって、横方向光学センサ 182 は、1 つまたは複数の横方向、たとえば x 方向および / または y 方向における、光ビーム 132 の横方向位置を判定するよう適応され得る。この目的に対し、少なくとも 1 つの横方向光学センサはさらに、少なくとも 1 つの横方向センサ信号を生成するよう適応され得る。それに伴い、横方向光学センサ 182 の横方向センサ信号を評価することにより、物体 112 の横方向位置に関する少なくとも 1 項目の情報を生成するよう、付加的に評価装置 142 を設計することができる。横方向光学センサ 182 は完全にまたは部分的に透明または不透明であってもよい。横方向光学センサ 182 は、有機撮像装置または無機撮像装置であるか、またはこれらを含み得る。好ましくは、横方向光学センサ 182 は均一なセンサエリア 188、または複数のセンサピクセルから成る少なくとも 1 つのマトリクスを含み得、複数のセンサピクセルから成るマトリクスは特に有機半導体センサ装置 ; あるいは CCD チップまたは CMOS チップなど無機半導体センサ装置から成る群から選択され得る。

10

【0255】

さらに、物体 112 の横方向位置に関して横方向光学センサ 182 により得られる情報と、物体 112 の縦方向位置に関して縦方向光学センサ 184 により得られる情報とを組み合わせることにより、物体 112 の 3 次元位置に関する情報を取得することができる。この情報は結果的に、物体 112 の 3 次元画像の記録に使用され得る。この目的に対し、各々のセンサ信号を、1 本または複数の信号リード線 154 により、カメラ 110 の評価装置 142 へ送信することができる。

20

【0256】

図 4 に記載の模範的实施形態において、一例として、検出対象となる物体 112 はスポーツ用品として設計され得るか、および / または、位置および / または配向が使用者 192 によって操作され得る制御要素 190 を形成し得る。このように、一般的に、図 4 に記載の実施形態またはその他の追跡システム 180 に関する任意の実施形態において、物体 112 自体は指定された装置の一部であってもよく、具体的には少なくとも 1 つの制御要素 190 を含み得、具体的に、少なくとも 1 つの制御要素 190 は 1 個または複数のビーコン装置 194 を有し、制御要素 190 の位置および / または配向は好ましくは使用者 192 によって操作され得る。一例として、物体 112 は 1 個または複数のバット、ラケット、クラブまたはその他、スポーツ用品および / または疑似スポーツ用具であるか、またはそれらを含み得る。他の種類の物体 112 も可能である。さらに、使用者 192 を、位置が検出されるべき物体 112 と捉えてもよい。一例として、使用者 192 は自分の身体に直接または間接的に装着される 1 個または複数のビーコン装置 194 を携行し得る。

30

【0257】

カメラ 110 を、1 個または複数のビーコン装置 194 の縦方向位置に関する少なくとも 1 項目、および任意でその横方向位置に関する少なくとも 1 項目の情報、および / または物体 112 の縦方向位置に関する少なくとも 1 項目の情報、および任意で物体 112 の横方向位置に関する少なくとも 1 項目の情報を判定するよう適応させることができる。特に、カメラ 110 を、物体 112 の色の特定、および / または、例えば物体 112 の様々な色、より特に様々な色を含み得るビーコン装置 194 などの撮像向けに、適応させることができる。好ましくはカメラ 110 の光軸 116 を基準に同心円状に配置され得るハウジング 118 における開口部は、好ましくはカメラ 110 の視野 122 の方向を規定し得る。

40

【0258】

カメラ 110 は、物体 112 の画像、好ましくは 3D 画像を少なくとも 1 つ取得するよう、適応され得る。付加的に、カメラ 110 は、少なくとも 1 つの物体 112 の位置を判定するよう適応され得る。上記にて概説のとおり、カメラ 110 の使用による、物体 112 および / またはその一部の画像の取得および / または物体 112 および / またはその一部の位置の判定を、少なくとも 1 項目の情報を機械 196 へ提供するための追跡システム 180 の提供向けに使用することができる。図 4 に概略図が記載されている実施形態にお

50

いて、機械 196 は、データ処理装置 152 を含む少なくとも 1 台のコンピュータおよび / またはコンピュータシステムであるか、またはそれらを含み得る。他の実施形態も実現可能である。評価装置 142 はコンピュータであるか、および / またはコンピュータを含み得、および / または別の装置として完全にまたは部分的に具現化され得、および / または完全にまたは部分的に、機械 196、特にコンピュータに組み込まれ得る。同じことが、追跡システム 180 の追跡制御装置 198 にも当てはまり、これは完全にまたは部分的に評価装置および / または機械 196 の一部を形成し得る。

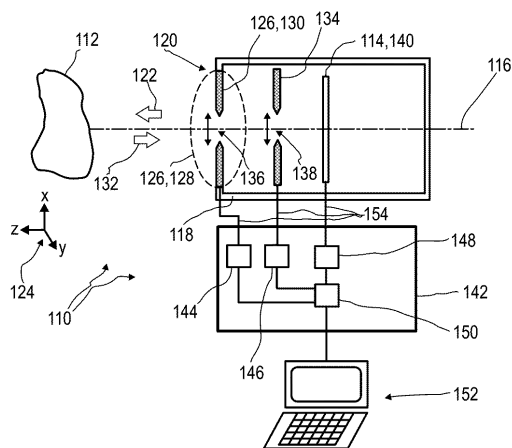
【 0 2 5 9 】

参照番号一覧

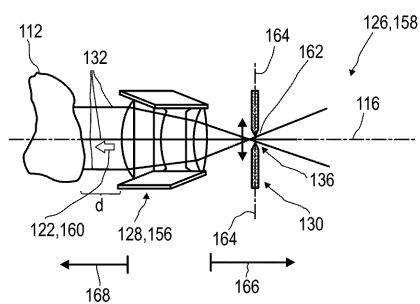
110	カメラ	10
112	物体	
114	光学センサ	
116	光軸	
118	ハウジング	
120	開口部	
122	視野方向	
124	座標系	
126	転送装置	
128	収束要素	
130	第 1 のアパーチャ要素	20
132	光ビーム	
134	第 2 のアパーチャ要素	
136	第 1 のアパーチャエリア	
138	第 2 のアパーチャエリア	
140	撮像装置	
142	評価装置	
144	第 1 のアパーチャ調整装置	
146	第 2 のアパーチャ調整装置	
148	写真記録ユニット	
150	比較装置	30
152	データ処理装置	
154	信号リード線	
156	複合レンズ	
158	テレセントリックレンズ	
160	入射瞳	
162	中心	
164	焦点面	
166	画像空間	
168	物体空間	
170	ピクセル化光学要素	40
172	空間光変調装置	
174	マトリクス	
176	ピクセル	
178	標的	
180	追跡システム	
182	横方向光学センサ	
184	縦方向光学センサ	
186	センサ領域	
188	センサエリア	
190	制御要素	50

- 192 使用者
- 194 ビーコン装置
- 196 機械
- 198 追跡制御装置

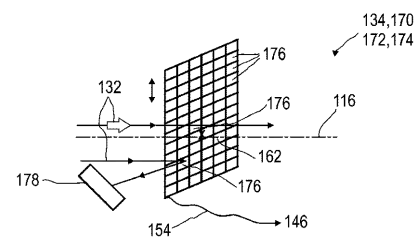
【図1】



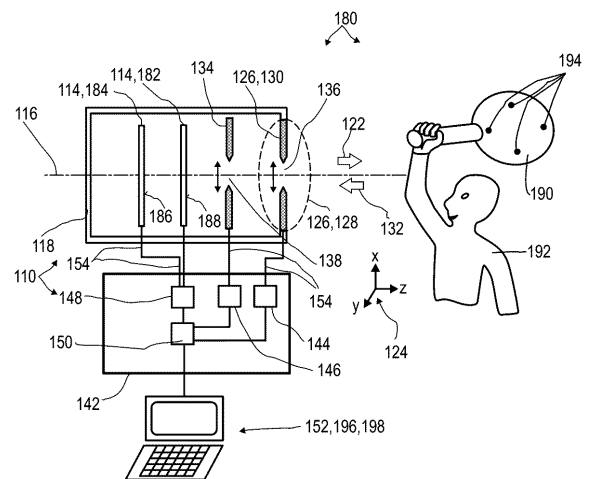
【図2】



【図3】



【図4】



フロントページの続き

- (72)発明者 イルレ, シュテファン
ドイツ、57074 ジーゲン、テオドールシュトラーセ 13
(72)発明者 ティール, エルヴィン
ドイツ、57076 ジーゲン、シェーンタールシュトラーセ 4

審査官 櫻井 仁

- (56)参考文献 特表平11-508359(JP, A)
米国特許第06057909(US, A)
特開昭63-070104(JP, A)
米国特許第08950078(US, B1)
特開2003-329927(JP, A)
特表2017-504796(JP, A)
国際公開第2015/091607(WO, A1)
特表2019-501411(JP, A)
米国特許出願公開第2017/0168282(US, A1)
特開2017-156208(JP, A)
米国特許出願公開第2017/0257539(US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01B 11/00 - 11/30
G02B 7/02 - 7/16
G03B 35/00 - 37/06
H04N 5/222 - 5/257