

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6877418号
(P6877418)

(45) 発行日 令和3年5月26日 (2021.5.26)

(24) 登録日 令和3年4月30日 (2021.4.30)

(51) Int. Cl.	F I
GO 1 S 5/16 (2006.01)	GO 1 S 5/16
GO 1 S 3/782 (2006.01)	GO 1 S 3/782 A
GO 1 S 3/786 (2006.01)	GO 1 S 3/786 A
HO 4 N 5/369 (2011.01)	HO 4 N 5/369

請求項の数 23 (全 77 頁)

(21) 出願番号	特願2018-521704 (P2018-521704)	(73) 特許権者	517267802
(86) (22) 出願日	平成28年7月14日 (2016.7.14)		トリナミクス ゲゼルシャフト ミット
(65) 公表番号	特表2018-527588 (P2018-527588A)		ベシュレンクテル ハフツング
(43) 公表日	平成30年9月20日 (2018.9.20)		ドイツ、67063 ルートヴィッヒスハ
(86) 国際出願番号	PCT/EP2016/066783		ーフエン アム ライン、インドゥストリ
(87) 国際公開番号	W02017/012986		ーシュトラーセ 35
(87) 国際公開日	平成29年1月26日 (2017.1.26)	(74) 代理人	100100354
審査請求日	令和1年7月11日 (2019.7.11)		弁理士 江藤 聡明
(31) 優先権主張番号	15177275.3	(72) 発明者	ゼント、ロベルト
(32) 優先日	平成27年7月17日 (2015.7.17)		ドイツ、76137 カールスルーエ、ル
(33) 優先権主張国・地域又は機関	欧州特許庁 (EP)	(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 ドレッシュブラッツ 12

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 少なくとも1個の対象物を光学的に検出するための検出器

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

少なくとも1個の対象物(118)の位置を決定するための検出器(110)であって、

前記対象物(118)から前記検出器(110)に向けて伝播する少なくとも1個の光ビーム(150)によって発生される少なくとも1個の光スポット(156)を検出するように構成されている少なくとも1個の光学センサ(112)であって、ピクセル(154)の少なくとも1つの行列(152)を有しており、それぞれのピクセル(154)は、前記光ビーム(150)による前記ピクセル(154)の照射にตอบสนองして、少なくとも1つのピクセル信号 $s_{i,j}$ を発生させるように適合されている、少なくとも1個の光学センサ(112)と、

すべてのピクセル(154) i, j の前記ピクセル信号 $s_{i,j}$ 、または、少なくとも1個のグループのピクセル(154)の前記ピクセル信号 $s_{i,j}$ を、非線形のピクセル信号 $s'_{i,j}$ に変換するように構成されている少なくとも1個の非線形化デバイス(123)であって、前記非線形のピクセル信号 $s'_{i,j}$ は、それぞれ、前記それぞれのピクセル(154)の前記照射のパワー $p_{i,j}$ の非線形関数である、少なくとも1個の非線形化デバイス(123)と、

すべてのピクセル(154) i, j の前記非線形のピクセル信号 $s'_{i,j}$ 、または、前記少なくとも1個のグループのピクセル(154)の前記非線形のピクセル信号 $s'_{i,j}$ を合計し、少なくとも1つの非線形の総和信号 $S' = \sum_{i,j} s'_{i,j}$ を発生させ

10

20

るように構成されている、少なくとも1個の加算デバイス(125)と、

前記非線形の総和信号 S' を評価することによって、前記対象物(118)の少なくとも1つの縦方向座標 z を決定するように構成されている、少なくとも1個の評価デバイス(126)と、を含み、

前記評価デバイス(126)は、前記総和信号 S' と前記縦方向座標 z との間の少なくとも1つの所定の関係を使用することによって、前記対象物(118)の前記少なくとも1つの縦方向座標 z を決定するように構成されている、検出器(110)。

【請求項2】

前記非線形化デバイス(123)は、少なくとも1つの非線形関数 $g(s_{i,j})$ を前記非線形のピクセル信号に適用するように構成されており、ここで、 $s'_{i,j} = g(s_{i,j})$ であり、 i, j は、すべてのピクセル(154)、または、ピクセル(154)の前記少なくとも1個のグループを示している、請求項1に記載の検出器(110)。

10

【請求項3】

前記非線形関数は、凸形関数；凹形関数；多項式関数；指数関数；対数関数；ルート関数；ガンマ補正関数からなる群から選択される、請求項2に記載の検出器(110)。

【請求項4】

前記非線形の総和信号 S' は、前記光学センサ(112)の照射の全体パワー、または、前記光ビーム(150)によるピクセル(154)の前記少なくとも1個のグループの照射の全体パワー $P = \sum_{i,j} p_{i,j}$ と、前記光学センサ(112)の上の前記光ビーム(150)によって発生される光スポット(156)のサイズ d との関数 $S'(P, d)$ であるように、前記検出器(110)は構成されている、請求項1から3のいずれか一項に記載の検出器(110)。

20

【請求項5】

前記検出器(110)は、前記ピクセル(154)の前記行列(152)の中に少なくとも1個の関心領域を選択するように構成されており、前記関心領域の中の前記ピクセル(154)は、ピクセル(154)の前記少なくとも1個のグループを形成している、請求項1から4のいずれか一項に記載の検出器(110)。

【請求項6】

前記検出器(110)は、複数のスイッチを含み、前記検出器(110)は、前記スイッチを使用することによって、前記選択を実施するように構成されている、請求項5に記載の検出器(110)。

30

【請求項7】

少なくとも所定の測定の範囲(158)の中で、前記ピクセル(154)の前記ピクセル $s_{i,j}$ 信号が、前記それぞれのピクセルの前記照射の前記パワー $p_{i,j}$ の線形関数となるように、前記光学センサ(112)が構成されている、請求項1から6のいずれか一項に記載の検出器(110)。

【請求項8】

すべてのピクセル(154) i, j の前記ピクセル信号 $s_{i,j}$ 、または、ピクセル(154)の前記少なくとも1個のグループの前記ピクセル信号 $s_{i,j}$ の総和信号 $S = \sum_{i,j} s_{i,j}$ が、照射の前記全体パワー P の関数 $S(P)$ であり、前記光学センサ(112)の上の前記光ビーム(150)によって発生される前記光スポット(156)の前記サイズ d から独立しているように、前記検出器(110)が構成されており、前記検出器(110)は、前記総和信号 S を追加的に記録するように構成されており、前記評価デバイス(126)は、前記総和信号 S を使用することによって、前記対象物(118)の前記少なくとも1つの縦方向座標 z を決定するようにさらに構成されている、請求項7に記載の検出器(110)。

40

【請求項9】

前記非線形化デバイス(123)は、プロセッサ、フィールドプログラマブルゲートアレイ、または特定用途向け集積回路からなる群から選択された、少なくとも1個のハードウェアコンポーネントを含む、請求項1から8のいずれか一項に記載の検出器(110)

50

。

【請求項 1 0】

前記検出器 (1 1 0) は、複数の前記光学センサ (1 1 2) を含み、前記評価デバイス (1 2 6) は、前記光学センサ (1 1 2) のうちの少なくとも 2 個の前記非線形の総和信号 S' を評価することによって、前記対象物 (1 1 8) の前記少なくとも 1 つの縦方向座標 z を決定するように構成されている、請求項 1 から 9 のいずれか一項に記載の検出器 (1 1 0)。

【請求項 1 1】

前記光学センサ (1 1 2) は、カメラチップ、CCD デバイス、CMOS デバイス、光検出器アレイ、焦点面アレイ、またはボロメータアレイのうちの少なくとも 1 つを含む、請求項 1 から 1 0 のいずれか一項に記載の検出器 (1 1 0)。

10

【請求項 1 2】

前記評価デバイス (1 2 6) は、ピクセル (1 5 4) の前記行列 (1 5 2) の上の前記光ビーム (1 5 0) の位置を決定することによって、前記対象物 (1 1 8) の少なくとも 1 つの横方向座標 x 、 y を決定するようにさらに適合されている、請求項 1 から 1 1 のいずれか一項に記載の検出器 (1 1 0)。

【請求項 1 3】

前記検出器 (1 1 0) は、少なくとも 1 個の伝送デバイス (1 3 6) をさらに含み、前記伝送デバイス (1 3 6) は、前記光学センサ (1 1 2) の上に前記光ビーム (1 5 0) をガイドするように適合されている、請求項 1 から 1 2 のいずれか一項に記載の検出器 (1 1 0)。

20

【請求項 1 4】

前記伝送デバイス (1 3 6) は、少なくとも 1 個の焦点調整可能なレンズ (1 3 9) および少なくとも 1 個のマルチレンズシステム (1 7 0) のうち的一方または両方を含む、請求項 1 3 に記載の検出器 (1 1 0)。

【請求項 1 5】

前記検出器 (1 1 0) は、ライトフィールドカメラ (1 7 8) および / またはプレノプティックカメラ (1 8 0) のうち的一方または両方として具現化されている、請求項 1 4 に記載の検出器 (1 1 0)。

【請求項 1 6】

30

少なくとも 1 個の対象物 (1 1 8) の位置を決定するための検出器システム (1 1 4) であって、請求項 1 から 1 5 までのいずれか一項に記載の少なくとも 1 個の検出器 (1 1 0) を含み、少なくとも 1 個の光ビーム (1 5 0) を前記検出器に向けて方向付けするように適合されている少なくとも 1 個のビーコンデバイス (1 1 6) をさらに含み、前記ビーコンデバイス (1 1 6) は、前記対象物 (1 1 8) に取り付け可能であること、前記対象物 (1 1 8) によって保持可能であること、および、前記対象物 (1 1 8) の中へ一体化可能であることのうちの少なくとも 1 個になっている、検出器システム (1 1 4)。

【請求項 1 7】

少なくとも 1 つの情報をユーザ (1 3 4) とマシン (1 6 6) との間で交換するためのヒューマンマシンインターフェース (1 2 0) であって、請求項 1 6 に記載の少なくとも 1 個の検出器システム (1 1 4) を含み、前記少なくとも 1 個のビーコンデバイス (1 1 6) は、直接的または間接的のうちの少なくとも 1 個によって、前記ユーザ (1 3 4) に取り付けられて前記ユーザ (1 3 4) によって保持されるように適合されており、前記ヒューマンマシンインターフェース (1 2 0) は、前記検出器システム (1 1 4) によって前記ユーザ (1 3 4) の少なくとも 1 つの位置を決定するように設計されており、前記ヒューマンマシンインターフェース (1 2 0) は、少なくとも 1 つの情報を前記位置に割り当てるように設計されている、ヒューマンマシンインターフェース (1 2 0)。

40

【請求項 1 8】

少なくとも 1 個のエンターテインメント機能を実施するためのエンターテインメントデバイス (1 2 2) であって、請求項 1 7 に記載の少なくとも 1 個のヒューマンマシンインター

50

フェース(120)を含み、少なくとも1つの情報が前記ヒューマンマシンインターフェース(120)を介してプレイヤーによって入力されることを可能にするように設計されており、前記情報にしたがって前記エンターテインメント機能を変化させるように設計されている、エンターテインメントデバイス(122)。

【請求項19】

少なくとも1個の移動可能な対象物(118)の位置をトラッキングするためのトラッキングシステム(124)であって、検出器システム(114)を参照する請求項16に記載の少なくとも1個の検出器システム(114)を含み、少なくとも1個のトラックコントローラ(168)をさらに含み、前記トラックコントローラ(168)は、特定の時点における前記対象物(118)の一連の位置をトラッキングするように適合されている、トラッキングシステム(124)。

10

【請求項20】

少なくとも1個の対象物(118)の少なくとも1個の位置を決定するためのスキャニングシステム(127)であって、検出器(110)に関する請求項1から15のいずれか一項に記載の少なくとも1個の検出器(110)を含み、前記少なくとも1個の対象物(118)の少なくとも1個の表面に位置する少なくとも1個のドットの照射のために構成されている少なくとも1個の光ビーム(150)を放出するように適合されている少なくとも1個の照射源(129)をさらに含み、前記少なくとも1個の検出器(110)を使用することによって、前記少なくとも1個のドットと前記スキャニングシステム(127)との間の距離についての少なくとも1つの情報を発生させるように設計されている、スキャニングシステム(127)。

20

【請求項21】

少なくとも1個の対象物(118)をイメージングするためのカメラ(111)であって、検出器(110)を参照する請求項1から15のいずれか一項に記載の少なくとも1個の検出器(110)を含む、カメラ(111)。

【請求項22】

検出器を使用することによって少なくとも1個の対象物(118)の位置を決定する方法であって、

前記検出器の少なくとも1個の光学センサ(112)を使用することによって、前記対象物(118)から前記検出器に向けて進行する少なくとも1個の光ビーム(150)によって発生される少なくとも1個の光スポット(156)を検出することを含み、前記光学センサ(112)は、ピクセル(154)の少なくとも1つの行列(152)を有しており、それぞれのピクセル(154)は、前記光ビーム(150)による前記ピクセル(154)の照射に応答して、少なくとも1つのピクセル信号 $s_{i,j}$ を発生させる、少なくとも1つの検出工程と、

30

すべてのピクセル(154) i,j の前記ピクセル信号 $s_{i,j}$ 、または、少なくとも1個のグループのピクセル(154)の前記ピクセル信号 $s_{i,j}$ を、非線形のピクセル信号 $s'_{i,j}$ に変換することを含み、前記非線形のピクセル信号 $s'_{i,j}$ 、それぞれ、前記それぞれのピクセル(154)の前記照射のパワー $p_{i,j}$ の非線形関数である、少なくとも1つの非線形化工程と、

40

すべてのピクセル(154) i,j の前記非線形のピクセル信号 $s'_{i,j}$ 、または、前記少なくとも1個のグループのピクセル(154)の前記非線形のピクセル信号 $s'_{i,j}$ を合計すること、および、少なくとも1つの非線形の総和信号 $S' = \sum_{i,j} s'_{i,j}$ を発生させることを含む、少なくとも1つの加算工程と、

前記非線形の総和信号 S' を評価することによって、前記対象物(118)の少なくとも1つの縦方向座標 z を決定することを含む、少なくとも1つの評価工程とを含む、方法。

【請求項23】

交通技術における位置測定；エンターテインメントの用途；セキュリティの用途；監視の用途；安全の用途；ヒューマンマシンインターフェース(120)の用途；トラッキング

50

の用途；写真撮影の用途；少なくとも1個の飛行時間検出器との組み合わせの使用；構造化された光源との組み合わせの使用；ステレオカメラとの組み合わせの使用；マシンビジョンの用途；ロボットの用途；品質制御の用途；製造の用途；構造化された照射源との組み合わせの使用；ステレオカメラとの組み合わせの使用からなる群から選択された使用の目的のための、検出器（110）に関する請求項1から15のいずれか一項に記載の検出器（110）。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、具体的には、少なくとも1個の対象物の位置を決定するための、検出器、検出器システム、および、方法に関する。本発明は、さらに、ユーザとマシンとの間で少なくとも1つの情報を交換するためのヒューマンマシンインターフェース、エンターテインメントデバイス、トラッキングシステム、カメラ、スキャニングシステム、および検出器デバイスのさまざまな使用に関する。本発明によるデバイス、システム、方法、および使用は、具体的には、例えば、日常生活、ゲーミング、交通技術、生産技術、セキュリティ技術、写真撮影、例えば、芸術作品、ドキュメンテーション、もしくは技術的な目的のためのデジタル写真撮影もしくはビデオ写真撮影など、医療技術、または、科学のさまざまなエリアにおいて、用いられ得る。しかし、他の用途も可能である。

【背景技術】

【0002】

多数の光学センサ、および光起電デバイスが、先行技術から公知である。光起電デバイスは、一般的に、電磁放射を、例えば、紫外線光、可視光、または赤外線光を、電気信号または電気エネルギーに変換するために使用されるが、光学検出器は、一般的に、イメージ情報をピックアップするために使用され、および/または、少なくとも1個の光学パラメータ、例えば、輝度を検出するために使用される。

【0003】

一般的に無機センサ材料および/または有機センサ材料の使用に基づくことができる多数の光学センサが、先行技術から公知である。そのようなセンサの例は、US 2007/0176165 A1、US 6,995,445 B2、DE 2501124 A1、DE 3225372 A1に開示されており、または、多数の他の先行技術文献に開示されている。US 2007/0176165 A1に説明されているように、とりわけ、コスト上の理由のために、および、処理が大面積に及ぶという理由のために、少なくとも1個の有機センサ材料を含むセンサがますます使用されるようになってきている。とりわけ、いわゆる色素太陽電池の重要度が一層高まってきており、それは、一般的に、例えばWO 2009/013282 A1に説明されている。しかし、本発明は、有機デバイスの使用に制限されない。したがって、具体的には、無機デバイス、例えば、CCDセンサおよび/またはCMOSセンサなど、具体的には、ピクセル化されたセンサも用いられ得る。

【0004】

少なくとも1個の対象物を検出するための多数の検出器が、そのような光学センサに基づいて公知である。そのような検出器は、それぞれの使用の目的に応じて、種々の方式で具現化され得る。そのような検出器の例は、イメージングデバイス、例えば、カメラおよび/または顕微鏡である。高分解能の共焦点顕微鏡が公知であり、例えば、それは、とりわけ、医療技術および生物学の分野において、高い光学的な分解能によって生物学的なサンプルを検査するために使用され得る。少なくとも1個の対象物を光学的に検出するための検出器のさらなる例は、例えばレーザーパルスなどの、対応する光信号の伝播時間方法に基づく距離測定デバイスである。対象物を光学的に検出するための検出器のさらなる例は、三角測量システムであり、それによって、距離測定が同様に実施され得る。

【0005】

WO 2012/110924 A1において、少なくとも1個の対象物を光学的に検出するための検出器が提案されており、その内容は、参照により本明細書に含まれる。検出器

10

20

30

40

50

は、少なくとも1個の光学センサを含む。光学センサは、少なくとも1個のセンサ領域を有する。光学センサは、センサ領域の照射に依存するように、少なくとも1個のセンサ信号を発生させるように設計されている。センサ信号は、照射の合計パワーが同じであることを所与として、照射の幾何学形状に依存しており、とりわけ、センサエリアの上の照射のビーム断面に依存する。そのうえ、検出器は、少なくとも1個の評価デバイスを有する。評価デバイスは、センサ信号から幾何学的な少なくとも1つの情報を発生させるように設計されており、とりわけ、照射および/または対象物についての幾何学的な少なくとも1つの情報を発生させるように設計されている。

【0006】

WO2014/097181A1は、少なくとも1個の横方向光学センサおよび少なくとも1個の光学センサを使用することによって、少なくとも1個の対象物の位置を決定するための方法および検出器を開示しており、その内容全体は、参照により本明細書に含まれる。具体的には、曖昧性を生じることなく高い精度で対象物の縦方向位置を決定するために、センサスタックの使用が開示されている。

【0007】

WO2015/024871A1（その内容全体は、参照により本明細書に含まれる）は、光学検出器を開示しており、光学検出器は、

- 空間的に分解されるように、光ビームの少なくとも1つの特性を修正するように適合されている少なくとも1個の空間的な光変調器であって、ピクセルの行列を有しており、それぞれのピクセルは、ピクセルを通る光ビームの一部分の少なくとも1つの光学的な特性を個別に修正するように制御可能である、少なくとも1個の空間的な光変調器と、

- 空間的な光変調器のピクセルの行列を通った後の光ビームを検出するように、および、少なくとも1つのセンサ信号を発生させるように適合された、少なくとも1個の光学センサと、

- 異なる変調周波数によって、ピクセルのうちの少なくとも2個を周期的に制御するように適合された、少なくとも1個の変調器デバイスと、

- 変調周波数に関するセンサ信号の信号成分を決定するために、周波数分析を実施するように適合された、少なくとも1個の評価デバイスとを含む。

【0008】

WO2014/198629A1（その内容全体は、参照により本明細書に含まれる）は、少なくとも1個の対象物の位置を決定するための検出器を開示しており、検出器は、

- 対象物から検出器に向けて伝播する光ビームを検出するように適合されている少なくとも1個の光学センサであって、ピクセルの少なくとも1つの行列（152）を有する、少なくとも1個の光学センサと、

- 光ビームによって照射されている光学センサのピクセルの数Nを決定するように適合されている少なくとも1個の評価デバイスであって、さらに、光ビームによって照射されているピクセルの数Nを使用することによって、対象物の少なくとも1つの縦方向座標を決定するように適合されている、少なくとも1個の評価デバイスと

を含む。

【0009】

さらに、一般的に、さまざまな他の検出器概念に関して、WO2014/198626A1、WO2014/198629A1、およびWO2014/198625A1が参照され得、その内容全体は、参照により本明細書に含まれる。さらに、本発明の文脈において用いられ得る、考えられる材料および光学センサを参照すると、2015年1月30日に出願された欧州特許出願第EP15153215.7号、2015年3月3日に出願されたEP15157363.1、および、2015年4月22日に出願されたEP15164653.6が参照され得、その内容全体は、また、参照により本明細書に含まれ得る。

【0010】

上述のデバイスおよび検出器によって暗示されている利点にかかわらず、いくつかの技術的な課題が残っている。したがって、一般的に、信頼性が高く、かつ、低コストで製造され得る、空間内の対象物の位置を検出するための検出器に対する必要性が存在している。具体的には、3Dセンシング概念に対する必要性が存在している。さまざまな公知の概念は、いわゆるF i Pセンサ、例えば、上述の概念のうちのいくつかなどを使用することに、少なくとも部分的に基づいている。この場合に、例として、大面積センサが使用され得、大面積センサにおいては、個々のセンサピクセルが、光スポットよりも著しく大きくなっており、また、特定のサイズに固定されている。さらに、大面積センサは、多くのケースでは、具体的には、2個以上の光スポットが同時に調査されることになるケースでは、F i P測定原理の使用において本質的に限定されている。代替的に、ピクセル化された光学センサは、例えば、WO 2 0 1 4 / 1 9 8 6 2 9 A 1に開示されているピクセルカウント概念などの中で使用され得る。これらの概念が3D座標の効率的な決定を可能にするとしても、および、これらの概念が三角測量などのような公知の3Dセンシング概念に著しく優れているとしても、具体的には、パワーおよび資源を計算するための、ならびに、効率を増加させるための必要性に関して、いくつかの課題が残っている。また、一般的に、C C Dセンサおよび/またはC M O Sセンサなどのような、一般に利用可能な光学センサを用いることが望ましい可能性がある。

10

【先行技術文献】

【特許文献】

【0 0 1 1】

20

【特許文献1】US 2 0 0 7 / 0 1 7 6 1 6 5 A 1

【特許文献2】US 6 , 9 9 5 , 4 4 5 B 2

【特許文献3】DE 2 5 0 1 1 2 4 A 1

【特許文献4】DE 3 2 2 5 3 7 2 A 1

【特許文献5】WO 2 0 0 9 / 0 1 3 2 8 2 A 1

【特許文献6】WO 2 0 1 2 / 1 1 0 9 2 4 A 1

【特許文献7】WO 2 0 1 4 / 0 9 7 1 8 1 A 1

【特許文献8】WO 2 0 1 5 / 0 2 4 8 7 1 A 1

【特許文献9】WO 2 0 1 4 / 1 9 8 6 2 9 A 1

【特許文献10】WO 2 0 1 4 / 1 9 8 6 2 6 A 1

30

【特許文献11】WO 2 0 1 4 / 1 9 8 6 2 5 A 1

【特許文献12】EP 1 5 1 5 3 2 1 5 . 7

【特許文献13】EP 1 5 1 5 7 3 6 3 . 1

【特許文献14】EP 1 5 1 6 4 6 5 3 . 6

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 1 2】

したがって、本発明の目的は、公知のデバイスおよび方法の上述の技術的な課題を解決する、デバイスおよび方法を提供することである。具体的には、本発明の目的は、好ましくは、技術的な労力が低く、また、技術的な資源およびコストの観点からの要求が低いにもかかわらず、空間内の対象物の位置を信頼性高く決定することができるデバイスおよび方法を提供することである。

40

【課題を解決するための手段】

【0 0 1 3】

この課題は、独立特許請求項の特徴を備えた本発明によって解決される。本発明の有利な発展例は、個別にまたは組み合わせて実現化され得、それは、従属請求項に提示されており、ならびに/または、以下の明細書および詳細な実施形態に提示されている。

【0 0 1 4】

以下において使用されているように、「有する」、「含む(c o m p r i s e)」、もしくは「含む(i n c l u d e)」という用語、または、それらの文法上の任意の変形例

50

は、非排他的に使用されている。したがって、これらの用語は、これらの用語によって導入される特徴以外に、この文脈において説明されているエンティティの中にはさらなる特徴が存在していないという状況、および、1個または複数のさらなる特徴が存在しているという状況の両方を表している可能性がある。例として、「AはBを有する」、「AはBを含む(A comprises B)」、「および「AはBを含む(A includes B)」という表現は、B以外に他のエレメントがAの中に存在しないという状況(すなわち、Aは専らおよび排他的にBだけから構成されているという状況)、および、B以外に、エレメントC、エレメントCおよびD、または、さらに別のエレメントなどのような、1個または複数のさらにエレメントが、エンティティAの中に存在しているという状況の両方を表している可能性がある。

10

【0015】

さらに、「少なくとも1個」、「1個または複数」という用語、または、特徴またはエレメントが1回もしくは2回以上存在し得ることを示す同様の表現は、典型的に、それぞれの特徴またはエレメントを導入するときに1回だけ使用されることになることが留意されるべきである。以下では、ほとんどのケースでは、それぞれの特徴またはエレメントを参照するときに、「少なくとも1個」または「1個もしくは複数」という表現は、それぞれの特徴またはエレメントが1回または2回以上存在し得るという事実にもかかわらず、繰り返されないことになる。

【0016】

さらに、以下において使用されているように、「好ましくは」、「より好ましくは」、「とりわけ」、「さらに具体的には」、「具体的には」、「より具体的には」という用語、または、同様の用語は、代替的な可能性を制限することなく、任意の特徴を伴って使用されている。したがって、これらの用語によって導入される特徴は、任意の特徴であり、決して、特許請求の範囲を制限することは意図していない。当業者は認識することになるように、本発明は、代替的な特徴を使用して実施され得る。同様に、「本発明の実施形態では」または同様の表現によって導入される特徴は、任意の特徴であることが意図されており、本発明の代替的な実施形態に関していかなる制限を課すものではなく、本発明の範囲に関していかなる制限を課すものではなく、また、そのようにして導入される特徴と本発明の他の任意の特徴または非任意の特徴を組み合わせることの可能性に関していかなる制限を課すものではない。

20

30

【0017】

本発明の第1の態様では、少なくとも1個の対象物の位置を決定するための検出器が提示されている。本明細書で使用されているように、「位置」という用語は、空間内の対象物および/または対象物の少なくとも1個の部分の場所および/または配向に関する少なくとも1つの情報を表している。したがって、少なくとも1つの情報は、対象物の少なくとも1個のポイントと少なくとも1個の検出器との間の少なくとも1個の距離を暗示することが可能である。さらに詳細に下記に概説されることになるように、距離は、縦方向座標であることが可能であり、または、対象物のポイントの縦方向座標を決定することに寄与することが可能である。追加的にまたは代替的に、対象物および/または対象物の少なくとも1個の部分の場所および/または配向に関する1つまたは複数の他の情報が決定され得る。例として、対象物および/または対象物の少なくとも1個の部分の少なくとも1個の横方向座標が決定され得る。したがって、対象物の位置は、対象物および/または対象物の少なくとも1個の部分の少なくとも1個の縦方向座標を暗示することが可能である。追加的にまたは代替的に、対象物の位置は、対象物および/または対象物の少なくとも1個の部分の少なくとも1個の横方向座標を暗示することが可能である。追加的にまたは代替的に、対象物の位置は、空間内の対象物の配向を示す、対象物の少なくとも1個の配向情報を暗示することが可能である。

40

【0018】

検出器は、

- 対象物から検出器に向けて伝播する少なくとも1個の光ビームによって発生される

50

少なくとも1個の光スポットを検出するように構成されている少なくとも1個の光学センサであって、ピクセルの少なくとも1つの行列を有しており、それぞれのピクセルは、光ビームによるピクセルの照射に応答して、少なくとも1つのピクセル信号 $s_{i,j}$ を発生させるように適合されている、少なくとも1個の光学センサと、

- すべてのピクセル i, j のピクセル信号 $s_{i,j}$ 、または、少なくとも1個のグループのピクセルのピクセル信号 $s_{i,j}$ を、非線形のピクセル信号 $s'_{i,j}$ に変換するように構成されている少なくとも1個の非線形化デバイスであって、非線形のピクセル信号 $s'_{i,j}$ は、それぞれ、それぞれのピクセルの照射のパワー $p_{i,j}$ の非線形関数である、少なくとも1個の非線形化デバイスと、

- すべてのピクセル i, j の非線形のピクセル信号 $s'_{i,j}$ 、または、少なくとも1個のグループのピクセルの非線形のピクセル信号 $s'_{i,j}$ を合計し、少なくとも1つの非線形の総和信号 $S' = \sum_{i,j} s'_{i,j}$ を発生させるように構成されている、少なくとも1個の加算デバイスと、

- 非線形の総和信号 S' を評価することによって、対象物の少なくとも1つの縦方向座標 z を決定するように構成されている、少なくとも1個の評価デバイスとを含む。

【0019】

本明細書で使用されているように、光学センサは、一般的に、例えば、光ビームによって発生される照射および/または光スポットを検出するなど、光ビームを検出するための感光性デバイスを表している。さらに詳細に下記に概説されているように、光学センサは、対象物および/または対象物の少なくとも1個の部分の少なくとも1個の縦方向座標を決定するように適合され得、対象物の少なくとも1個の部分は、例えば、少なくとも1個の光ビームがそこから検出器に向けて進行する、対象物の少なくとも1個の部分などである。

【0020】

本明細書でさらに使用されているように、ピクセルは、一般的に、例えば、光信号を発生させるように適合されている光学センサの最小ユニットなど、光学センサの感光性エレメントを表している。例として、それぞれのピクセルは、 $1 \mu\text{m}^2$ から $500000 \mu\text{m}^2$ 、好ましくは、 $1 \mu\text{m}^2$ から $400000 \mu\text{m}^2$ 、好ましくは $1 \mu\text{m}^2$ から $100000 \mu\text{m}^2$ 、より好ましくは、 $1 \mu\text{m}^2$ から $5000 \mu\text{m}^2$ の感光性エリアを有することが可能である。さらに、他の実施形態も実行可能である。表現行列は、一般的に、空間の中の複数のピクセルの配置を表しており、それは、線形の配置または面積的な配置であることが可能である。したがって、一般的に、行列は、好ましくは、1次元の行列および2次元の行列からなる群から選択され得る。例として、行列は、100個から100000個のピクセル、好ましくは、1000個から100000個のピクセル、より好ましくは、100000個から500000個のピクセルを含むことが可能である。最も好ましくは、行列は、行および列に配置されているピクセルを有する矩形行列である。さらに、例えば、円形の配置または六角形の配置など、他の行列配置も実行可能である。

【0021】

本明細書で使用されているように、ピクセル信号は、一般的に、照射に応答してピクセルによって発生される任意の記憶可能なおよび伝送可能な信号を表している。したがって、例として、ピクセル信号は、少なくとも1つの電子信号であることが可能であり、または、それを含むことが可能であり、少なくとも1つの電子信号は、デジタル電子信号および/またはアナログ電子信号であることが可能であり、または、それを含むことが可能である。ピクセル信号は、少なくとも1つの電圧信号および/または少なくとも1つの電流信号であることが可能であり、または、それを含むことが可能である。さらに、生のピクセル信号が使用され得るか、または、検出器、光学センサ、もしくは、任意の他のエレメントが、ピクセル信号を処理もしくは事前処理するように適合され得るかのいずれかであり、それによって、二次的なピクセル信号を発生させ、二次的なピクセル信号は、また、

10

20

30

40

50

フィルタリングなどによる事前処理などのような、ピクセル信号として使用され得る。

【0022】

ピクセル信号は、 $s_{i,j}$ によって象徴的に示されている。この場合に、添え字 i および j は、それぞれのピクセルの座標を示す整数を示しており、それぞれのピクセルが、その座標 i, j によって一意的に識別され得るようになっている。例として、行列は、矩形の $n \times m$ 行列であることが可能であり、ここで、 n, m は、整数であり、 i, j が、 $i \in \{1, \dots, n\}$ および $j \in \{1, \dots, m\}$ によって、ピクセルのデカルト座標を示すことができるようになっている。代替的な例として、行列は、円形行列であることが可能であり、円形行列は、ピクセルの複数の同心円状のリングを有しており、ここで、 i は、リングの数を示しており、 j は、リングの中の特定のピクセルを示しており、または、その逆も同様である。他の座標系も実行可能である。非線形のピクセル信号のそれぞれが特定のピクセル信号に対応しているので、同じ命名法コードが非線形のピクセル信号 $s'_{i,j}$ にも当てはまる。さらに、添え字 i, j を用いた同じ命名法が、ピクセルの照射のパワー $p_{i,j}$ にも当てはまる。

10

【0023】

さらに詳細に下記に概説されることになるように、ピクセル信号は、具体的には、少なくとも測定範囲の中で、例えば、所定のまたは決定可能な最大強度までの範囲などの中で、それぞれのピクセルの照射の強度に比例することが可能である。したがって、一般的に、公式 $s_{i,j} = a \cdot p_{i,j} + b$ は、少なくとも測定範囲の中で、すべての i, j に関して適用可能であり得、ここで、 a および b は、実数であり、 $p_{i,j}$ は、それぞれのピクセルの照射のパワー、例えば、それぞれのピクセルの照射の強度、および/または、それぞれのピクセルの照射のパワーを示す任意の他の測光値または放射値などである。

20

【0024】

最大強度を超えることを回避するために、および、したがって、測定の範囲を超えることを回避するために、検出器は、1個または複数のフィルタエレメントなどのような1個または複数の減衰エレメントを含むことが可能である。

【0025】

本明細書でさらに使用されているように、非線形化デバイスという用語は、一般的に、少なくとも1つの入力信号を少なくとも1つの出力信号に変換する任意のデバイスを表しており、出力信号は、入力信号に比例していない。換言すれば、出力信号は、入力信号の線形関数ではない。このケースでは、検出器は、すべてのピクセル i, j のピクセル信号 $s_{i,j}$ 、または、少なくとも1個のグループのピクセルのピクセル信号 $s_{i,j}$ を、入力信号として少なくとも1個の非線形化デバイスに給送するように適合され得、非線形化デバイスは、対応する非線形のピクセル信号 $s'_{i,j}$ を出力信号として提供する。

30

【0026】

さらに詳細に下記に概説されることになるように、非線形化デバイスは、ハードウェアによって完全にもしくは部分的に実装され得、または、プロセッサおよび/または特定用途向け集積回路などのような、コンピュータの上で走る適当なソフトウェアによって、完全にまたは部分的に実装され得る。さらに、非線形化デバイスは、検出器の1個または複数の他のコンポーネントに、例えば、光学センサに、および/または、加算デバイスに、および/または、評価デバイスなどに、完全にまたは部分的に一体化され得る。しかし、代替的に、非線形化デバイスは、別々の独立したコンポーネントとしても具現化され得る。さらに、1個または複数の特化された非線形化デバイスが、それぞれのピクセルに対して提供され得る。しかし、代替的に、2個以上のピクセル、または、さらにはピクセルのすべては、1個または複数の共通の非線形化デバイスを共有することが可能である。

40

【0027】

当技術分野では、入力信号に応答して非線形の出力信号を発生させる多くの方式が公知であり、また、本発明において実装され得る。さらに詳細に下記に概説されることになるように、具体的には、1個または複数のガンマ補正デバイスが、非線形化デバイスとして使用され得、それは、一般的に、ディスプレイ技術および/またはカメラ技術の技術分野

50

において公知である。

【0028】

上記に概説されているように、非線形のピクセル信号へのピクセル信号の変換は、ピクセルのすべてに関して、または、1個もしくは複数のグループのピクセルに関して、実施され得る。後者のケースでは、例として、非線形化デバイス、加算デバイス、評価デバイス、または、検出器の任意の他のコンポーネントのうちの1個または複数などのような、検出器は、少なくとも1個の関心領域を画定するように適合され得、関心領域の中のピクセルは、少なくとも1個のグループに所属するピクセルとして画定されている。特定のピクセルを選択するために、例えば、これらのピクセルを1個または複数のグループおよび/または関心領域に割り当てるために、1個または複数のスイッチ（ハードウェアの中で完全にまたは部分的に具現化されており、および/または、コンピュータの上で走るソフトウェアの中で完全にまたは部分的に具現化されている）が使用され得る。したがって、例として、非線形のピクセル信号へのピクセル信号の変換、および/または、非線形のピクセル信号の合計が、例えば、これらのピクセルを切り替えることによって、および/または、これらのピクセルと非線形化デバイスおよび/または加算デバイスとの間の接続を切り替えることなどによって、単に、少なくとも1個のグループに所属する選択されたピクセルに関して実施され得る。他の実施形態も実行可能である。

10

【0029】

本明細書でさらに使用されているように、加算デバイスは、一般的に、1個または複数の信号、具体的には、電気信号、例えば、デジタル信号および/またはアナログ信号などを合計するように構成された任意のデバイスを表している。非常に高い数のピクセル密度のピクセルが与えられるケースでは、ピクセルの合計は、行列および/または行列の少なくとも1個の部分にわたる積分に対応することが可能である。繰り返しになるが、加算デバイスは、ハードウェアによって完全にまたは部分的に具現化され得、および/または、コンピュータの上で走るソフトウェアによって完全にまたは部分的に具現化され得る。電子機器の技術分野では、加算デバイスは、一般的に、当業者に公知である。

20

【0030】

本明細書でさらに使用されているように、「評価デバイス」という用語は、一般的に、好ましくは、少なくとも1個のデータ処理デバイスを使用することによって、ならびに、より好ましくは、少なくとも1個のプロセッサおよび/または少なくとも1個の特定用途向け集積回路を使用することによって、上述の動作を実施するように適合されている任意のデバイスを表している。したがって、例として、少なくとも1個の評価デバイスは、複数のコンピュータコマンドを含むソフトウェアコードがその上に記憶されている少なくとも1個のデータ処理デバイスを含むことが可能である。

30

【0031】

具体的には、さらに詳細に下記に概説されることになるように、評価デバイスは、非線形の総和信号と縦方向座標との間の少なくとも1つの公知の、決定可能な、または所定の関係を使用することによって、対象物の少なくとも1つの縦方向座標 z を決定するように構成され得る。

【0032】

本発明は、具体的には、この理論に拘束されることを望むことなく、以下の事実および発見を使用することが可能である。したがって、線形のピクセル信号に関して、上記に概説されているように、以下の等式を適用することが可能である。

40

【0033】

$$S_{i,j} = a \cdot p_{i,j} + b \quad (1)$$

【0034】

ピクセル信号を合計するときに、以下の総和信号が結果として生じることになる。

【0035】

$$\begin{aligned} S &= \sum_{i,j} S_{i,j} \\ &= \sum_{i,j} (a \cdot p_{i,j} + b) \end{aligned}$$

50

$$= a \cdot P + b \cdot N \quad (2)$$

【0036】

ここで、 $P = \sum_{i,j} p_{i,j}$ は、光ビームによる光学センサまたは少なくとも1個のグループのピクセルの照射の全体パワーを示しており、 N は、総和がそれにわたって起こるピクセルの数、すなわち、行列のピクセルの数、または、少なくとも1個のグループのピクセルの中のピクセルの数を示す整数である。換言すれば、線形のケースでは、線形の総和信号とも称される総和信号は、照射の全体パワー P の線形関数であり、すなわち、光学センサの上の光ビームによって発生される光スポットのサイズ d から独立している。

【0037】

これに反して、非線形のケースでは、

$$s'_{i,j} = g(p_{i,j}) \quad (1')$$

であり、ここで、 g は、非線形関数であり、例えば、次数 > 1 の多項式関数、指数関数、対数関数、平方根関数などのようなルート関数、三角関数、双曲線関数、ガウシアン関数、誤差関数、または、さらなる特殊関数などである。非線形関数は、さらに、複数のサブ関数によって定義された、区分的に定義された関数であることが可能である。非線形関数は、好ましくは、関心の強度範囲において、単調に増加している。結果的に、非線形の総和信号

$$\begin{aligned} S' &= \sum_{i,j} s'_{i,j} \\ &= \sum_{i,j} g(p_{i,j}) \\ &= a \cdot P + b \cdot N \quad (2') \end{aligned}$$

は、照射の合計パワーおよび光スポットのサイズ d の非線形関数 $f(P, d)$ である。

【0038】

実装するのにやや簡単な例として、繰り返しになるが、線形の光学センサが使用され得、ここでは、少なくとも所定の測定範囲の中で、等式 (1) が当てはまる。このケースでは、非線形化デバイスは、単に、すべてのピクセルのピクセル信号、または、少なくとも1個のグループのピクセルのピクセル信号に、 $c(s_{i,j})$ などのようなそれ自身の非線形関数を掛けることが可能である。

【0039】

$$s'_{i,j} = c(s_{i,j}) \cdot s_{i,j} \quad (3)$$

【0040】

さらに詳細に下記に概説されることになるように、繰り返しになるが、指数関数、対数関数、平方根関数などのようなルート関数、三角関数、双曲線関数、ガウシアン関数、誤差関数、または、さらなる特殊関数、多項式関数、または、ディスプレイ技術および/またはカメラ技術におけるガンマ補正のために使用されるものなどのようなガンマ関数などのような、非線形関数 c が使用され得る。非線形関数は、さらに、複数のサブ関数によって定義された、区分的に定義された関数であることが可能であり、または、線形関数および非線形関数の総和、積、もしくは畳み込みなどであることが可能である。非線形関数は、好ましくは、関心の強度範囲において、単調に増加または減少している。等式 (2') と同様に、等式 (1) を実装することによって、非線形の総和信号 S は光スポットのサイズ d の関数であることが明らかである。より大きいまたはより小さい数のピクセルにわたって、すなわち、より大きいまたはより小さい光スポットにわたって、放射の一定のエネルギーまたはパワーを広げること、非線形の総和信号 S' を修正することになる。

【0041】

しかし、これらの発見は、非線形の総和信号 S' から光スポットのサイズ d を導出するために使用され得、および/または、光スポットのサイズ d が、光学センサおよび光ビームがそこから検出器に向けて進行する対象物との間の距離とともに変化するので、対象物の少なくとも1つの縦方向座標 z を導出するために使用され得る。

【0042】

照射の合計パワー P が公知であるか、決定可能であるか、または事前に定義されるケースでは、例えば、対象物に取り付けられているか、対象物に一体化されているか、または

10

20

30

40

50

、対象物によって保持されているかのうちの１個または複数である、１個または複数の明確に規定された照射源またはビーコンデバイスを使用することなどによって、例えば、対象物に接続されている１個または複数の明確に規定されたＬＥＤを使用することなどによって、 S' と d との間および／または S' と z との間の所定のまたは決定可能な関係が使用され得る。ほとんどの簡単なケースでは、例えば、縦方向座標 z が変化される複数の実験に関して非線形の総和信号 S' をモニタリングすることなどによって、この関係が経験的に導出され得る。それによって、例として、リストまたはルックアップテーブルが発生され得、その中には、スポットサイズ d および／または縦方向座標 z が複数の非線形の総和信号 S' に関して列挙されている。追加的にまたは代替的に、例えば、理論的なガウシアン波の光学的な考慮事項を使用することによって、および／または、ＦＥＭシミュレーションなどのようなシミュレーションを使用することなどによって、分析的なまたは半分析的なアプローチが、 S' と d の間および／または S' と z との間の関係を決定するために使用され得る。

【００４３】

また、しかし、本方法は、照射の合計パワー P が未知であるかまたはさらには一定でないケースにおいて、使用され得る。したがって、例として、複数の光学センサが使用され得、結果は、合計パワー P に関して正規化され得る。追加的にまたは代替的に、非線形の総和信号 S' に加えて、総和信号 S が、上記の等式（２）にしたがって決定され得、合計パワー P が、それから導出され得、または、追加的にもしくは代替的に、総和信号 S は、非線形の総和信号 S' の結果を正規化するために使用され得る。それによって、公知の照射の合計パワー P を有する上記と同じケースが発生され得る。

【００４４】

上記に概説されているように、縦方向座標 z が導出され得、または、それは、また、「縦方向座標」という用語によって含まれるべきであり、任意の他の生の測定値または二次的な測定値が導出され得、それは、縦方向座標に対応し、または、縦方向座標がそれから導出され得る。一例として、上記に議論されているように、光スポットのサイズ d が使用され得、それは縦方向座標に対応し、および／または、縦方向座標がそれから導出され得る。したがって、具体的には、ガウシアン光ビームに関して、光スポットのサイズ d と縦方向座標 z の間の以下の関係が使用され得る。

【００４５】

【数１】

$$d(z) \sim w(z) = w_0 \cdot \sqrt{1 + \left(\frac{z}{z_0}\right)^2}, \quad (4)$$

【００４６】

ここで、 z は、縦方向座標であり、 w_0 は、空間内を伝播するときの光ビームの最小ビーム半径であり、 z_0 は、 $z_0 = \frac{1}{2} \cdot w_0^2 \cdot \frac{1}{\lambda}$ による光ビームのレイリー長であり、 λ は、光ビームの波長である。

【００４７】

一般的にガウシアン曲線を表すガウシアン光ビームの横方向プロファイルのビーム半径 w が、特定の z 値に関して、 z 軸からの特定の距離として定義され、その特定の距離において、振幅 E は、 $1/e$ （おおよそ３６％）の値まで降下し、また、その特定の距離において、強度 I は、 $1/e^2$ まで降下する。最小ビーム半径は、上記に与えられているガウシアン等式において、座標 $z = 0$ において起こり（それは、例えば、 z 座標変換を実施するときなど、他の z 値において起こることも可能である）、最小ビーム半径は、 w_0 によって示されている。 z 座標に応じて、ビーム半径は、一般的に、光ビームが z 軸に沿って伝播するときに、上記に与えられているような等式（４）にしたがう。

【００４８】

結果的に、縦方向座標を決定することは、縦方向座標 z を直接的に決定することを暗示

している可能性があり、光スポットのサイズを画定する1個または複数のパラメータを決定することを暗示している可能性があり、または、同時にまたは段階的に、両方を暗示している可能性がある。

【0049】

対象物の少なくとも1つの縦方向座標を決定することを含む、上述の動作は、少なくとも1個の評価デバイスによって実施される。したがって、例として、上述の関係のうちの1個または複数は、例えば、1つまたは複数のルックアップテーブルを実装することなどによって、ソフトウェアおよび/またはハードウェアによって実装され得る。したがって、例として、評価デバイスは、1個または複数のコンピュータ、特定用途向け集積回路(ASIC)、またはフィールドプログラマブルゲートアレイ(FPGA)などのような、10
1個または複数のプログラマブルデバイスを含むことが可能であり、それは、非線形の総和信号を評価することによって対象物の少なくとも1つの縦方向座標を決定するために、上述の評価を実施するように構成されている。しかし、追加的にまたは代替的に、評価デバイスは、また、ハードウェアによって完全にまたは部分的に具現化され得る。

【0050】

光学センサ、非線形化デバイス、加算デバイス、および評価デバイスを含む、上述のデバイスのうちの2個以上は、1個または複数のデバイスに完全にまたは部分的に一体化され得ることがさらに留意されるべきである。具体的には、例えば、ガンマ補正の目的のためにCCDまたはCMOSカメラチップに一体化された多くの非線形化デバイスのケースと同様に、非線形化デバイスは、光学センサに完全にまたは部分的に一体化され得る。さらに、追加的にまたは代替的に、加算デバイスおよび/または評価デバイスは、完全にまたは部分的に、光学センサに一体化され得る。追加的にまたは代替的に、非線形化デバイスおよび加算デバイスは、共通のデバイスに完全にまたは部分的に一体化され得、共通のデバイスは、両方の機能を果たし、また、例として、1個または複数のハードウェアコンポーネント、例えば、1個もしくは複数のASICおよび/または1個もしくは複数のFPGAなどを含むことが可能である。また、追加的にまたは代替的に、非線形化デバイスおよび/または加算デバイスは、例えば、ソフトウェアコンポーネントを使用することによってそれらの機能のうちの1つまたは複数を実装することなどによって、評価デバイスに完全にまたは部分的に一体化され得る。20

【0051】

また、一体化の程度は、評価の速度および最大周波数に対する影響を有する可能性がある。したがって、上記に概説されているように、検出器は、また、カメラ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、静止イメージを獲得するのに適したカメラ、もしくは、ビデオクリップを獲得するのに適したカメラの中で使用され得る。高いイメージ周波数を実現するために、例えば、アナログ信号を加算するための1個または複数の演算増幅器などのようなハードウェアコンポーネントを使用することによって加算デバイスを完全にまたは部分的に実装することによって、および/または、例えば、1個または複数の電子加算器など、例えば、キャリア・リップル加算器または全加算器などの、1個または複数のデジタル加算デバイスを使用することなどによって、ハードウェア一体化は好ましい可能性がある。さらに、上記に概説されているように、1個または複数のASICコンポーネントおよび/またはFPGAが使用され得る。30

【0052】

上述の実施形態のうちの1つまたは複数による検出器は、さまざまな方式で、修正されて改善され得、または、さらには最適化され得、それは、以下に簡潔に議論されることになり、また、それは、当業者が認識することになるように、さまざまな任意の組み合わせで実装され得る。

【0053】

したがって、上記に概説されているように、評価デバイスは、総和信号 S' と縦方向座標 z との間の少なくとも1つの所定の関係を使用することによって、対象物の少なくとも1つの縦方向座標 z を決定するように構成され得る。所定の関係は、具体的には、複数の40

縦方向座標に位置決めされている対象物に関する総和信号を記録することによって決定される経験的な関係、または、分析的な関係からなる群から選択され得る。さまざまな例が、上記に与えられている。具体的には、主に、分析的なまたは半分析的なアプローチが使用されるケースでは、所定の関係は、光ビームがガウシアン光ビームであるという仮定に基づくことが可能である。

【 0 0 5 4 】

非線形化デバイスは、具体的には、少なくとも1つの非線形関数 $g(s_{i,j})$ を非線形のピクセル信号に適用するように構成され得、ここで、 $s'_{i,j} = g(s_{i,j})$ であり、ここで、 i, j は、すべてのピクセルまたは少なくとも1個のグループのピクセルを示している。非線形関数は、具体的には、凸形関数；凹形関数；多項式関数； $\exp(x)$ 関数などのような指数関数；対数関数；平方根関数 \sqrt{x} などのようなルート関数；特殊関数などのようなさらなる非線形関数；ガンマ補正関数からなる群から選択され得る。非線形関数は、さらに、複数のサブ関数によって定義された、区分的に定義された関数であることが可能である。非線形関数は、関心の強度範囲において、単調に増加または減少することが可能である。他の例が上記に与えられている。

【 0 0 5 5 】

さらに、非線形の総和信号 S' が、光ビームによる光学センサまたは少なくとも1個のグループのピクセルの照射の全体パワー $P = \sum_{i,j} p_{i,j}$ 、および、光学センサの上の光ビームによって発生される光スポットのサイズ d の関数 $S'(P, d)$ であるように、検出器は構成され得る。この場合に、一般的に、任意のパラメータまたはパラメータの組み合わせが、上記に議論されているように、光スポットのサイズ d を示すために使用され得る。例として、ビームウエスト、半径、直径、または、この種類の任意の他のパラメータが、等式(4)の文脈において上記に説明されているように使用され得る。例として、サイズ d は、光スポットの直径；光スポットの等価直径、光スポットのビームウエスト；光スポットのダブルビームウエスト；光スポットの強度の半値全幅からなる群から選択され得る。

【 0 0 5 6 】

検出器、具体的には、光学センサ、非線形化デバイス、加算デバイス、または評価デバイスのうちの1個または複数の、さらに、ピクセルの行列の中の少なくとも1個の関心領域を選択するように構成され得、関心領域の中のピクセルは、少なくとも1個のグループのピクセルを形成する。したがって、行列のすべてのピクセルの総和信号および/または非線形の総和信号を評価する代わりに、縦方向座標を導出する目的のために、1個または複数のグループのピクセルだけが評価され得る。したがって、例として、関心領域は、対象物のイメージを含有する行列の一部分または一部分の組み合わせであることが可能である。したがって、具体的には、初期に1回だけ、または、繰り返して実施され得る、第1の工程において、例えば、パターン認識アルゴリズムを使用することなどによって、少なくとも1個の対象物を検出するために、ピクセルの行列の上のイメージの評価が起こることが可能である。連続的に、関心領域は、例えば、対象物のイメージを含有する行列のエリアを関心領域として選ぶことなどによって、イメージの評価の結果にしたがって選ばれ得る。イメージの中の関心領域を選ぶ例示的な実施形態、および、イメージの中の特定の対象物をトラッキングする例示的な実施形態に関して、例えば、WO 2015/024871 A1 が参照され得、その内容全体は、参照により本明細書に含まれる。

【 0 0 5 7 】

少なくとも1個のグループのピクセルを選ぶこと、および/または、これらのピクセルの選択は、ハードウェアの中に完全にもしくは部分的に具現化され得、ソフトウェアの中に完全にもしくは部分的に具現化され得、または、その両方であり得る。したがって、例として、検出器は、複数のスイッチを含むことが可能であり、また、スイッチを使用することによって選択を実施するように構成され得る。例として、上記に概説されているように、検出器は、具体的には、ハードウェアの中に完全にまたは部分的に具現化されている1個または複数の加算デバイスを含むことが可能であり、また、加算のためにピクセルを

10

20

30

40

50

選択するための複数のスイッチを含むことが可能であり、スイッチを作動させることによって、特定のピクセルが、少なくとも1個の加算デバイスに接続され得る。例として、スイッチは、例えば、上記に議論されているようなイメージ評価の結果に応答して、ソフトウェアによって制御され得る。

【0058】

上記に概説されているように、光学センサは、具体的には、少なくとも所定の測定の範囲の中で、具体的には、光学センサおよび/またはそれぞれのピクセルの照射の強度の所定の範囲の中で、ピクセルのピクセル $s_{i,j}$ 信号がそれぞれのピクセルの照射のパワー $p_{i,j}$ の線形関数であるように構成され得る。この場合に、正確な線形性が与えられ得、場合によっては、また、例えば、20%以下、好ましくは10%以下、最も好ましくは5%以下の、正確に線形の関数からの偏差など、線形性における特定の許容差も許容可能であり得る。上述の許容差の有無にかかわらず、線形性が与えられるケースでは、具体的には、すべてのピクセル i,j のピクセル信号 $s_{i,j}$ 、または、少なくとも1個のグループのピクセルのピクセル信号 $s_{i,j}$ の総和信号 $S = \sum_{i,j} s_{i,j}$ が、照射の全体パワー P の関数 $S(P)$ であり、少なくとも幅広く、および/または、所定のまたは決定可能な許容差の中で、および/または、所定のまたは決定可能な測定の範囲の中で、光学センサの上の光ビームによって発生される光スポットのサイズ d から独立しているように、検出器は構成され得る。この構成の利点は、標準として、および/または、基準として、および/または、較正目的のために、総和信号 S が使用され得るという事実に明確に存在する。したがって、具体的には、検出器は、総和信号 S を追加的に記録するように構成され得る。評価デバイスは、総和信号 S を使用することによって、対象物の少なくとも1つの縦方向座標 z を決定するようにさらに構成され得る。したがって、例として、例えば、ルックアップテーブルが使用されるケースでは、および/または、複数の較正曲線もしくは較正関係が使用されるケースでは、総和信号 S は、例えば、特定の総和信号 S に関するルックアップテーブルの適当な値、ならびに/または、特定の総和信号 S に関する、および、したがって、所与の合計パワー P に関する、適当な較正曲線など、適当な関係を選択するために使用され得る。また、追加的にまたは代替的に、総和信号 S は、例えば、縦方向座標のさらなる評価および決定のために、正規化された総和信号 S'/S を使用することなどによって、非線形の総和信号を正規化するために使用され得る。したがって、具体的には、評価デバイスは、照射の全体パワー P に関して非線形の総和信号を正規化するために、総和信号 S を使用するように構成され得る。

【0059】

上記に概説されているように、非線形化デバイスは、少なくとも1個のハードウェアコンポーネント、好ましくは、プロセッサ、FPGA、またはASICのうちの少なくとも1つを含むことが可能である。他の実施形態または上述のオプションの組み合わせも実行可能である。

【0060】

上記に議論されているように、非線形化デバイスは、ハードウェアの中に完全にまたは部分的に具現化され得、および/または、ソフトウェアの中に完全にまたは部分的に具現化され得る。したがって、非線形化デバイスは、プロセッサの上で走る、具体的には、評価デバイスのプロセッサの上で走るソフトウェアプログラムとして具現化され得る。上記に議論されているように、他の実施形態も実行可能である。

【0061】

加算デバイスは、具体的には、加算器；総和器；加算増幅器；アナログ量のための加算器；デジタル量のための加算器からなる群から選択される、少なくとも1個のハードウェアコンポーネントを含むことが可能である。加算デバイスの他の実施形態が、上記に与えられている。繰り返しになるが、加算デバイスは、上記に議論されているように、ハードウェアを使用することによって完全にまたは部分的に具現化され得、および/または、ソフトウェアを使用することによって完全にまたは部分的に具現化され得る。したがって、加算デバイスは、また、プロセッサの上で走る、具体的には、評価デバイスのプロセッ

サの上で走るソフトウェアプログラムとして少なくとも部分的に具現化され得る。他の実施形態も実行可能である。

【0062】

検出器は、単一の光学センサまたは複数の光学センサを含むことが可能である。したがって、参照により含まれるさまざまな上述の出願に議論されているように、具体的には、例えば、WO2014/097181A1に議論されているように、および/または、上記の等式(4)の観点から明らかであるように、曖昧性が、フォーカルポイントの前後の等しい距離における光スポットのサイズに存在している。したがって、具体的には、この曖昧性を解消するために、2個以上の光学センサが使用され得、光学センサは、光ビームの1つまたは複数のビーム経路に沿って、異なる位置に位置決めされている。したがって、2個以上の光学センサによって取り出される信号および/または結果を比較することによって、フォーカルポイントが、光学センサの前に(ビームは典型的に幅広くなっている)、光学センサの後ろに(ビームは典型的に幅狭くなっている)、またはその間に位置しているかが決定され得、後者の場合は、3個以上の光学センサの使用を必要とすることが多い。したがって、具体的には、評価デバイスは、光学センサのうちの少なくとも2個の非線形の総和信号 S' を評価することによって、対象物の少なくとも1つの縦方向座標 z を決定するように構成され得る。光学センサのうちの少なくとも2個は、光ビームの少なくとも1つのビーム経路に沿って、異なる位置に位置決めされ得、対象物と少なくとも2個の光学センサとの間の光路長さが同一でないようになっている。評価デバイスは、具体的には、総和信号 S' と縦方向座標 z との間の関係の中の曖昧性を解消するために、光学センサのうちの少なくとも2個の非線形の総和信号 S' を使用するように構成され得る。

【0063】

複数の光学センサが使用されるケースでは、光学センサは、1つの同じビーム経路の中に位置し得、具体的には、光学センサのうちの1個または複数が透明または半透明であるケースでは、光学センサのうちの少なくとも2個が、検出器の異なる部分的なビーム経路の中に位置決めされ得る。したがって、検出器のビーム経路は、例えば、1個または複数のビームスプリッティングエレメント、具体的には、1個もしくは複数の半透明なミラーおよび/またはビームスプリッティングキューブを使用することなどによって、2個以上の部分的なビーム経路にスプリットされ得る。他の実施形態も実行可能である。

【0064】

さらに、光学センサは、同一のスペクトル感度を有することが可能である。代替的に、光学センサのうちの少なくとも2個は、異なるスペクトル感度を有することが可能であり、評価デバイスは、後者のケースでは、異なるスペクトル感度を有する光学センサのセンサ信号を比較することによって、光ビームの色を決定するように適合され得る。

【0065】

他のオプションは、本発明の文脈において使用され得るさまざまなタイプの光学センサを表している。したがって、一般的に、少なくとも1個の光学センサは、有機光学センサ、無機半導体光学センサなどのような無機光学センサ、または、1つもしくは複数の有機材料および1つもしくは複数の無機材料を含むハイブリッド光学センサのうちの少なくとも1個であることが可能であり、または、それを含むことが可能である。したがって、ピクセル化された光学センサに関して、例えば、上記に列挙されている先行技術文献のうちの1つまたは複数など、さまざまな先行技術文献が参照され得る。しかし、具体的には、1次元のまたは2次元のピクセルの行列を有する市販のカメラチップなどのような、市販のコンポーネントが使用され得る。例として、少なくとも1個の光学センサは、CCDデバイス、CMOSデバイス、光検出器アレイ、焦点面アレイ、またはボロメータアレイのうちの1つまたは複数を含むことが可能である。ここで使用されているように、「アレイ」という用語は、一般的に、1次元または2次元の行列などのようなパターンで配置されている、複数の上述のエレメントを表している。アレイは、具体的には、具体的には、検出器の光学軸に対して垂直な平面において、矩形、円形、六角形、または星形状のパターンであることが可能であり、または、それを含むことが可能である。「光検出器」とい

う用語は、一般的に、電磁放射線、具体的には、紫外線スペクトル範囲、可視光スペクトル範囲、または赤外線スペクトル範囲のうちの1つまたは複数の中の光を検出することができるエレメントを表している。さらにここで使用されているように、「焦点面アレイ」という用語は、一般的に、例えば、検出器の任意の伝送デバイスのレンズなど、レンズの焦点面に配置されている、ピクセルなどのような光センシングエレメントのアレイを含むイメージセンシングデバイスを表している。さらにここで使用されているように、「ボロメータ」という用語は、電磁放射線によって加熱される温度依存型の電気抵抗または抵抗器を使用することによって、入射する電磁放射線のパワーを測定するためのデバイスを表している。

【0066】

10

ピクセルの行列は、具体的には、少なくとも1つの行および複数の列のピクセルを有するか、または、複数の行および少なくとも1つの列のピクセルを有する、矩形行列であることが可能である。行列は、具体的には、少なくとも10列、好ましくは、少なくとも100列を含むことが可能であり、行列は、少なくとも10行、好ましくは、少なくとも100行を含む。

【0067】

上記に概説されているように、非線形の総和信号 S' を評価することによって、検出器は、対象物の少なくとも1つの縦方向座標を決定するように有効化され、それは、対象物全体の縦方向座標、または、対象物の1個もしくは複数のパーツの縦方向座標を決定するオプションを含む。しかし、それに加えて、横方向座標および/または回転座標を含む、対象物の他の座標が、検出器、具体的には、評価デバイスによって決定され得る。したがって、例として、光ビームによって発生される光スポットの横方向位置が、例えば、ピクセルの行列の中における、光スポットの中心の座標、および/または、光スポットの最大強度の座標を決定することなどによって、評価され得る。典型的に、例えば、検出器の1つまたは複数のビーム経路の中に位置決めされている1個もしくは複数のレンズまたは他の屈折エレメントの位置および/または特性を知ることなどによって、検出器の光学的なセットアップの特性が公知であるので、対象物の少なくとも1つの横方向座標が評価デバイスによって決定され得る。したがって、一般的に、評価デバイスは、ピクセルの行列の上の光ビームの位置を決定することによって、対象物の少なくとも1つの横方向座標 x 、 y を決定するようにさらに適合され得る。

20

30

【0068】

本発明による検出器、ならびに、本発明の文脈において提案される他のデバイスおよび方法は、具体的には、いわゆる「F i P」効果のソフトウェアバージョンとして考えられ得、それは、WO 2012 / 110924 A1および/またはWO 2014 / 097181 A1にさらに詳細に説明されている。ここでは、「F i P」は、信号 i が発生され得、それは、照射の合計パワー P が同じであることを所与として、光子密度、光子束、および、したがって、入射ビームの断面（ F ）に依存するという効果をほのめかす。本発明の文脈において、信号 i は、少なくとも1つの非線形の総和信号 S' によって交換され得、したがって、線形の光学センサが使用され得、F i P効果は、非線形のピクセル信号を簡単に加算することによって発生され得る。したがって、上記に概説されているように、ハードウェアコンポーネントおよび/またはソフトウェアコンポーネントが使用され得るという事実にもかかわらず、ならびに、本発明の範囲を意図することなく、本発明の文脈において使用される技法は、「人工的なF i P効果」または「ソフトウェアF i P効果」と称され得る。その理由は、本明細書で使用されている少なくとも1個の光学センサが、ハードウェアおよび/またはソフトウェアによる人工的な後続の非線形化に関連して、線形の光学センサであることが可能であるからである。したがって、範囲を狭くすることを意図することなく、具体的には、考えられる解決策をソフトウェアの解決策に狭めることを意図することなく、本発明による検出器は、「ソフトウェアF i P検出器」とも称されることになる。

40

【0069】

50

上記に概説されているように、検出器は、1個または複数の光学的なエレメント、例えば、1個もしくは複数のレンズ、および/または、1個もしくは複数の屈折エレメント、1個もしくは複数のミラー、または、1個もしくは複数のダイヤフラムなどをさらに含むことが可能である。例えば、光ビームのビームパラメータ、光ビームの幅、または、光ビームの方向のうちの1つまたは複数の修正することなどによって、光ビームを修正するように適合されている、これらの光学的なエレメントは、以下では、伝送エレメントとも称されることになる。したがって、検出器は、少なくとも1個の伝送デバイスをさらに含むことが可能であり、伝送デバイスは、例えば、光ビームを偏向させること、フォーカスすること、またはデフォーカスすることのうちの1つまたは複数などによって、光ビームを光学センサの上にガイドするように適合され得る。具体的には、伝送デバイスは、1個もしくは複数のレンズ、および/または、1個もしくは複数の湾曲したミラー、および/または、1つもしくは複数の他のタイプの屈折エレメントを含むことが可能である。

10

【0070】

検出器が1個または複数の伝送デバイスを含むケースでは、少なくとも1個の伝送デバイスは、具体的には、少なくとも1つの焦点距離を有することが可能である。この場合に、焦点距離は、固定されているかまたは可変であり得る。後者のケースでは、具体的には、1個または複数の焦点調整可能なレンズは、少なくとも1個の伝送デバイスの中に含まれ得る。この文脈では、例として、2014年12月9日に出願された欧州特許出願第14196944.4号が参照され得、その内容全体は、参照により本明細書に含まれる。また、ここに開示されている焦点調整可能なレンズは、本発明による検出器の少なくとも1個の任意の伝送デバイスの中で使用され得る。

20

【0071】

本明細書で使用されているように、「焦点調整可能なレンズ」という用語は、一般的に、制御された方式で焦点調整可能なレンズを通過する光ビームの焦点位置を修正するように適合されている光学エレメントを表している。焦点調整可能なレンズは、1個もしくは複数のレンズおよび/または1個もしくは複数の湾曲したミラーなどのような、調節可能なまたは調整可能な焦点距離を備える1個または複数のレンズエレメントであることが可能であり、または、それを含むことが可能である。1個または複数のレンズは、例として、両凸形レンズ、両凹形レンズ、平凸形レンズ、平凹形レンズ、凸凹形レンズ、または凹凸形レンズのうちの1個または複数を含むことが可能である。1個もしくは複数の湾曲したミラーは、凹形ミラー、凸形ミラー、または、1個もしくは複数の湾曲した反射表面を有する任意の他のタイプのミラーのうちの1個もしくは複数であることが可能であり、または、それを含むことが可能である。当業者が認識することになるように、それらの任意の組み合わせが、一般的に実行可能である。ここでは、「焦点位置」は、一般的に、光ビームが最も狭い幅を有する位置を表している。さらに、光学的な設計点の当業者には明らかであるように、「焦点位置」という用語は、一般的に、広がりまたはレイリー長などのような、他のビームパラメータを表すことが可能である。したがって、例として、焦点調整可能なレンズは、少なくとも1個のレンズであることが可能であり、または、それを含むことが可能であり、少なくとも1個のレンズの焦点距離は、例えば、外部影響光、制御信号、電圧、または電流などによって、制御された方式で変化または修正され得る。また、焦点位置の変化は、切り替え可能な屈折率を含む光学エレメントによって実現され得、それは、それだけでフォーカシングデバイスであることが可能ではないが、それにもかかわらず、光ビームの中へ設置されるときに、固定焦点レンズのフォーカルポイントを変化させることが可能である。この文脈においてさらに使用されるように、「制御された方式で」という用語は、一般的に、焦点調整可能なレンズの上に及ぼされ得る影響に起因して修正が起こるという事実を表しており、焦点調整可能なレンズに外部影響を及ぼすことによって、例えば、デジタル制御信号、アナログ制御信号、制御電圧、または制御電流のうちの1個または複数などのような、制御信号を、焦点調整可能なレンズに適用することなどによって、焦点調整可能なレンズを通過する光ビームの実際の焦点位置、および/または、焦点調整可能なレンズの焦点距離が、1個または複数の所望の値に調節され得るよう

30

40

50

になっている。具体的には、焦点調整可能なレンズは、レンズまたは湾曲したミラーなどのような、レンズエレメントであることが可能であり、または、それを含むことが可能であり、その焦点距離は、電氣的な制御信号などのような、適当な制御信号を適用することによって調節され得る。

【0072】

焦点調整可能なレンズの例は、文献の中で知られており、また、市販されている。例として、Optotune AG、CH-8953 Dietikon、Switzerlandによって入手可能であるような、調整可能なレンズ、好ましくは、電氣的に調整可能なレンズが参照され得、それは、本発明の文脈において用いられ得る。さらに、Varioptic、69007 Lyon、Franceから市販されているような、焦点調整可能なレンズも使用され得る。焦点調整可能なレンズについての再検討のために、具体的には、流体効果に基づいて、例えば、N. Nguyen: "Micro-optofluidic Lenses: A review", Biomicrofluidics, 4, 031501 (2010)、および/または、Uriel Levy, Romi Shamai: "Tunable optofluidic devices", Microfluid Nanofluid, 4, 97 (2008)が参照され得る。しかし、それ加えてまたは代替的に、焦点調整可能なレンズの他の原理が使用され得ることが留意されるべきである。

【0073】

焦点調整可能なレンズのさまざまな原理が、当技術分野で知られており、本発明の中で使用され得る。したがって、第1に、焦点調整可能なレンズは、少なくとも1個の透明な成形可能材料を、好ましくは、その形状を変化させることができる成形可能材料を含むことが可能であり、したがって、機械的な影響および/または電氣的な影響などのような、外部影響に起因して、その光学的な特性および/または光学的な境界面を変化させることが可能である。影響を及ぼすアクチュエータは、具体的には、焦点調整可能なレンズの一部であることが可能である。追加的にまたは代替的に、焦点調整可能なレンズは、少なくとも1個の制御信号を焦点調整可能なレンズに提供するための1個または複数のポートを、例えば、1個または複数の電氣的なポートなどを有することが可能である。成形可能材料は、具体的には、透明な液体および透明な有機材料、好ましくは、ポリマー、より好ましくは、電気活性ポリマーからなる群から選択され得る。さらに、組み合わせも可能である。したがって、例として、成形可能材料は、親水性の液体および親油性の液体などのような、2個の異なるタイプの液体を含むことが可能である。他のタイプの材料も実行可能である。

【0074】

焦点調整可能なレンズは、成形可能材料の少なくとも1個の境界面を成形するための少なくとも1個のアクチュエータをさらに含むことが可能である。アクチュエータは、具体的には、焦点調整可能なレンズのレンズゾーンの中の液体の量を制御するための液体アクチュエータ、または、成形可能材料の境界面の形状を電氣的に変化させるように適合された電気アクチュエータからなる群から選択され得る。

【0075】

焦点調整可能なレンズの1個の実施形態は、静電的な焦点調整可能なレンズである。したがって、焦点調整可能なレンズは、少なくとも1個の液体および少なくとも2個の電極を含むことが可能であり、液体の少なくとも1個の境界面の形状は、好ましくはエレクトロウェットिंगによって、電圧または電流の一方または両方を電極に印加することによって変化可能である。追加的にまたは代替的に、焦点調整可能なレンズは、1個または複数の電気活性ポリマーの使用に基づくことが可能であり、その形状は、電圧および/または電界を印加することによって変化させられ得る。

【0076】

1個の焦点調整可能なレンズまたは複数の焦点調整可能なレンズが使用され得る。したがって、焦点調整可能なレンズは、単一レンズエレメントまたは複数の単一レンズエレ

10

20

30

40

50

ントであることが可能であり、または、それを含むことが可能である。追加的にまたは代替的に、例えば1個または複数のモジュールの中などで相互接続される複数のレンズエレメントが使用され得、それぞれのモジュールは、複数の焦点調整可能なレンズを有する。したがって、例として、少なくとも1個の焦点調整可能なレンズは、例えば、C. U. Muradeら, Optics Express, Vol. 20, No. 16, 18180-18187 (2012)に開示されているような、マイクロレンズアレイなどのような少なくとも1個のレンズアレイであることが可能であり、または、それを含むことが可能である。単一の焦点調整可能なレンズなどのような、他の実施形態も実行可能である。

【0077】

少なくとも1個の焦点調整可能なレンズは、さまざまな方式で使用され得る。したがって、具体的には、少なくとも1個の任意の伝送デバイスの中に少なくとも1個の焦点調整可能なレンズを使用することによって、z座標の決定における曖昧性が解消され得る。したがって、例えば、WO2014/097181A1に説明されているように、光ビームのビームウエストまたはビーム直径、具体的には、ガウシアン光線のビームウエストまたはビーム直径は、フォーカルポイントの前後において対称になっており、したがって、光スポットのサイズが1つだけの縦方向位置において決定されるケースでは、曖昧性が存在する。したがって、WO2014/097181A1において提案されているように、曖昧性を解消するために、および、曖昧でない方式で対象物の少なくとも1つのz座標を決定するために、異なる位置の中への光スポットのサイズが決定され得、それは、本発明の文脈においても可能である。この目的のために、例として、2個または3個以上の光学センサが使用され得、それは、さらに詳細に下記に説明されることになるように、好ましくは、光学的なビーム経路に沿って異なる位置に位置決めされており、および/または、それは、異なる部分的なビーム経路の中に位置決めされている。しかし、追加的にまたは代替的に、少なくとも1個の任意の焦点調整可能なレンズが使用され得、本発明による評価が、少なくとも2個の異なる調節、すなわち、少なくとも1個の焦点調整可能なレンズの少なくとも2個の異なる焦点位置によって起こることが可能である。焦点位置をシフトすることによって、上述の曖昧性が解消され得る。その理由は、1つのケースでは、焦点位置の前の一定の距離において測定され、また、第2のケースでは、焦点位置の後ろの一定の距離において測定される、ビームスポットのサイズは、焦点位置が変化されるときに異なった振る舞いをするようになるからである。したがって、例えば、WO2014/097181A1の図5Aまたは図5Bを見たときに当業者が容易に導出することができるように、一方のケースでは、光スポットのサイズは増加することになり、他方のケースでは、減少することになり、または、その逆も同様である。

【0078】

したがって、少なくとも1個の焦点調整可能なレンズを使用することによって、ビームスプリッタ、または、2個以上の部分的なビーム経路へのビーム経路のスプリッティングが、回避され得る。さらに、1個または複数の非透明な光学センサが使用され得る。少なくとも1個の焦点調整可能なレンズが、2個以上のイメージを連続して記録するために使用され得、それは、例として、評価デバイスに関する入力信号として使用され得る。それによって、例えば、少なくとも1個の焦点調整可能なレンズの異なるレンズ焦点により2個以上のイメージを連続して記録することによって、1個だけのビーム経路を備えた検出器またはカメラが実現化され得る。イメージは、少なくとも1個の評価デバイスに関する入力として使用され得る。

【0079】

第2に、少なくとも1個の焦点調整可能なレンズが、異なる対象物平面の中のイメージを記録するために使用され得る。したがって、少なくとも1個の焦点調整可能なレンズの焦点距離を変化させることによって、3Dイメージングが起こることが可能である。

【0080】

したがって、一般的に、少なくとも1個の任意の伝送デバイスは、少なくとも1個の焦

10

20

30

40

50

点調整可能なレンズを含むことが可能である。検出器、具体的には、評価デバイスは、異なる対象物平面の中のイメージを連続的に記録するように構成され得る。追加的にまたは代替的に、検出器、具体的には、評価デバイスは、少なくとも1個の焦点調整可能なレンズの少なくとも2個の異なる調節において獲得された少なくとも2個の異なる非線形の総和信号 S' を評価することによって、異なる縦方向座標 z を有する対象物の少なくとも2個の異なるパーツの縦方向座標を決定するように構成され得る。検出器、具体的には、評価デバイスは、少なくとも1個の焦点調整可能なレンズの少なくとも2個の異なる調節において取得された結果を比較することによって、少なくとも1つの縦方向座標 z の決定における曖昧性を解消するように構成され得る。

【0081】

10

さらに、追加的にまたは代替的に、少なくとも1個の伝送デバイスは、少なくとも1個のマルチレンズシステム、例えば、レンズの少なくとも1個のアレイ、具体的には、少なくとも1個のマイクロレンズアレイを含むことが可能である。本明細書で使用されているように、「マルチレンズ」システムは、一般的に、複数のレンズを表しており、「レンズのアレイ」は、パターンで、例えば、矩形、円形、六角形、または星形状のパターンなどで、具体的には、検出器の光学軸に対して垂直な平面の中に配置されている複数のレンズを表している。「マイクロレンズアレイ」は、サブミリメートル範囲の直径または等価直径を有する、例えば、1mm未満の、具体的には、500 μm 以下の、より具体的には、300 μm 以下などの直径または等価直径を有する、レンズのアレイを表している。

【0082】

20

任意に、少なくとも1個のメインレンズなどのような、少なくとも1個のさらなるレンズと関連して、少なくとも1個のマルチレンズシステム、具体的には、レンズの少なくとも1個のアレイ、より具体的には、少なくとも1個のマイクロレンズアレイを使用することによって、検出器は、ライトフィールドカメラおよび/またはプレノプティックカメラのうちの一方または両方として具現化され得る。

【0083】

したがって、具体的には、ライトフィールドまたはプレノプティック検出器またはカメラが実現化され得、マイクロレンズを有し、それは、例えば、同時にまたは連続的に、少なくとも2個の異なる焦点面の中のイメージを記録する。記録された情報は、具体的には、評価デバイスに関する入力として直接的に使用され得る。

30

【0084】

本明細書で使用されているように、「ライトフィールド検出器」は、一般的に、好ましくは同時に、少なくとも2個の異なる対象物平面からの情報を記録するように構成されている光学検出器を表している。さらに、本明細書で使用されているように、「ライトフィールドカメラ」は、一般的に、好ましくは同時に、少なくとも2個の異なる対象物平面からのイメージを記録するように構成されているカメラを表している。本明細書でさらに使用されているように、「プレノプティック検出器」は、一般的に、異なるフォーカルポイントを有する複数のレンズおよび/または複数の湾曲したミラー、例えば、検出器の光学軸に対して垂直な平面の中に位置している複数のレンズおよび/または複数の湾曲したミラーなどを有する検出器を表している。同様に、本明細書で使用されているように、「プレノプティックカメラ」は、一般的に、異なるフォーカルポイントを有する複数のレンズおよび/または複数の湾曲したミラー、例えば、カメラの光学軸に対して垂直な平面の中に位置している複数のレンズおよび/または複数の湾曲したミラーなどを有するカメラを表している。

40

【0085】

ライトフィールド検出器および/またはライトフィールドカメラのオプティクスは、具体的には、少なくとも1個のメインレンズまたはメインレンズシステム、および、追加的に、少なくとも1個のマルチレンズシステム、具体的には、レンズの少なくとも1個のアレイ、より具体的には、少なくとも1個のマイクロレンズアレイを含むことが可能である。ライトフィールド検出器および/またはライトフィールドカメラは、少なくとも1個の

50

光学センサ、例えば、少なくとも1個のCCDおよび/またはCMOSセンサなどをさらに含む。光学センサは、具体的には、イメージセンサであることが可能である。

【0086】

イメージを記録する間に、第1の対象物平面の中の対象物は、焦点の合った状態になっていることが可能であり、イメージ平面が、マルチレンズシステム、具体的には、レンズの少なくとも1個のアレイ、より具体的には、少なくとも1個のマイクロレンズアレイの平面のレンズと一致することができるようになっている。この対象物平面の上に焦点を合わせられたイメージは、それぞれのレンズの下、例えば、それぞれのマイクロレンズの下、非線形のセンサピクセル信号または強度を加算することによって取得され得る。換言すれば、イメージピクセル強度は、1個のマイクロレンズの下、非線形のセンサピクセル強度の総和によって与えられ得る。イメージ分解能は、具体的には、マイクロレンズの数と同一であることが可能である。異なる対象物平面にイメージの焦点を再び合わせるために、異なるセンサピクセルが、非線形のイメージピクセル強度を取得するために加算される。換言すれば、ピクセルの再グループ化は、焦点の変化をもたらすことが可能であり、したがって、対象物平面の変化をもたらすことが可能である。具体的には、マイクロレンズの中心光線が新しいイメージ平面の中で一致するように、ピクセルが選ばれ得る。それぞれのイメージの分解能は、マイクロレンズの数に等しいことが可能である。記録されたイメージから直接的に抽出され得る異なるイメージの数は、1個のマイクロレンズの下、ピクセルの数に等しいことが可能である。

【0087】

ソフトウェア-FiP-システムは、具体的には、CMOSまたはCCDの線形のピクセル信号を非線形のピクセル信号の総和に変換し、FiP信号を取得するために、ソフトウェアおよび/またはハードウェアを使用することが可能である。ライトフィールドカメラは、マイクロレンズの下、線形のピクセル信号をピクセル信号の線形の総和に変換し、異なる焦点平面または異なる視野角の中のイメージを取得するために、ソフトウェアおよび/またはハードウェアを使用することが可能である。ライトフィールドカメラの加算手順は、異なる焦点面の中のFiP信号を取得するために、非線形で実施され得る。

【0088】

ライトフィールドカメラセットアップは、FiPカメラとしての使用のために、ハードウェア側において最適化され得る。したがって、FiPに関して、2個の焦点面だけで十分であり得るが、イメージ分解能がより高くなることが可能である。したがって、マイクロレンズの数が増加され得、一方、1個のマイクロレンズの下、センサピクセルの数が減少され得る。さらに、ソフトウェアFiPに関して、FiP信号が、2個の固定された焦点面において計算され得る。したがって、ソフトウェアが、それにしたがって最適化され得る。マイクロレンズベースのライトフィールドカメラとソフトウェアFiPを組み合わせることは、1つだけの光路を備えた市販のFiPシステムを提供することをさらに可能にする。

【0089】

ライトフィールドカメラの機能性についてのさらなる詳細に関して、WO2014/198625A1、WO2014/198629A1、またはWO2015/024871A1のうちの1つまたは複数が参照され得、その内容全体は、参照により本明細書に含まれる。さらに、ライトフィールド検出器および/またはライトフィールドカメラの一般的な原理に関して、具体的には、対象物平面を変化させることに関して、および、焦点を再び合わせることにに関して、以下の刊行物のうちの1つまたは複数が参照され得、そのすべては、<http://www.plenoptic.info/pages/refocusing.html>：を介してオンラインで利用可能である。

【0090】

C. Hahne、A. Aggoun、およびV. Velisavljevic、"The refocusing distance of a standard plenoptic photograph", in 3D-TV-Conference:

The True Vision - Capture, Transmission and Display of 3D Video (3DTV-CON), 8-10 July 2015.

【0091】

C. Hahne、A. Aggoun、S. Haxha、V. Velisavljevic、およびJ. Fernandez、"Light field geometry of a standard plenoptic camera", Opt. Express 22, 26659-26673 (2014)。

【0092】

C. Hahne、A. Aggoun、S. Haxha、V. Velisavljevic、およびJ. Fernandez、"Baseline of virtual cameras acquired by a standard plenoptic camera setup", in 3D-TV-Conference: The True Vision - Capture, Transmission and Display of 3D Video (3DTV-CON), 2-4 July 2014.

10

【0093】

C. HahneおよびA. Aggoun、"Embedded FIR filter design for real-time refocusing using a standard plenoptic video camera", Proc. SPIE 9023, in Digital Photography X, 902305 (March 7, 2014)。

20

【0094】

要約すると、少なくとも1個の任意の伝送デバイスは、少なくとも1個のマルチレンズシステム、具体的には、レンズの少なくとも1個のアレイ、より具体的には、少なくとも1個のマイクロレンズアレイを含むことが可能である。光学センサのピクセルのグループは、マルチレンズシステムのレンズ、好ましくは、ピクセルの1個のグループを、マルチレンズシステムのそれぞれのレンズに割り当てられ、マルチレンズシステムのレンズを通過する光が、レンズに割り当てられたピクセルのそれぞれのグループのピクセルを照射するようになっている。検出器は、ライトフィールドカメラおよび/またはプレノプティックカメラのうち一方または両方として具現化され得る。

30

【0095】

検出器、具体的には、評価デバイスは、異なる縦方向座標において位置している対象物の少なくとも2個の部分(パーツとも称される)の縦方向座標を決定するように構成され得る。この場合に、

検出器は、ピクセルの少なくとも1個の第1のグループのピクセルの非線形のピクセル信号を合計することによって、および、それによって、少なくとも1つの第1の非線形の総和信号を発生させることによって、および、さらに、第1の非線形の総和信号を評価することによって、少なくとも1つの第1の縦方向座標において位置している対象物の少なくとも1個の第1の部分の少なくとも1つの第1の縦方向座標を決定するように構成され得、

40

検出器は、ピクセルの少なくとも1個の第2のグループのピクセルの非線形のピクセル信号を合計することによって、すなわち、少なくとも1つの非線形化工程を実施した後にピクセルの少なくとも1個の第2のグループのピクセルのピクセル信号を合計することによって、および、それによって、少なくとも1つの第2の非線形の総和信号を発生させることによって、および、さらに、第2の非線形の総和信号を評価することによって、少なくとも1つの第2の縦方向座標において位置している対象物の少なくとも1個の第2の部分の少なくとも1つの第2の縦方向座標を決定するようにさらに構成され得る。

【0096】

さらに、

50

検出器、具体的には、少なくとも1個の加算デバイスは、第1の方式でピクセルをグループ化するように構成され得、それによって、ピクセルの第1の複数のグループを発生させ、第1の複数のグループは、第1の対象物平面を画定しており、加算デバイスは、ピクセルの第1の複数のグループのピクセルのそれぞれのグループのピクセルの非線形のピクセル信号 $s'_{i,j}$ を合計するように構成されており、それによって、複数の第1の非線形の総和信号 $S_{k'} = \sum_{i,j} s'_{i,j}, k$ を発生させ、ここで、整数 k は、ピクセルの第1のグループの中のそれぞれのグループを示しており、

検出器、具体的には、少なくとも1個の加算デバイスは、少なくとも1つの第2の方式でピクセルをグループ化するように構成され得、それによって、ピクセルの少なくとも1個の第2の複数のグループを発生させ、第2の複数のグループは、少なくとも1個の第2の対象物平面を画定しており、加算デバイスは、ピクセルの第2の複数のグループのピクセルそれぞれのグループのピクセルの非線形のピクセル信号 $s'_{i,j}$ を合計するように構成されており、それによって、少なくとも1つの複数の第2の非線形の総和信号 $S_{l'} = \sum_{i,j} s'_{i,j}, l$ を発生させ、ここで、整数 l は、ピクセルの第2のグループの中のそれぞれのグループを示している。

【0097】

繰り返しになるが、少なくとも1個の焦点調整可能なレンズの使用に関して、ライトフィールドまたはプレノプティック検出器またはカメラとして、検出器および/またはカメラを設計することは、1個または複数のビームスプリッティングエレメントを使用することによって、ビーム経路を2個以上の部分的なビーム経路にスプリットする必要性なしに、非透明な光学センサが使用され得るという利点を提供する。しかし、両方のケースにおいて、ビーム経路のスプリッティングは、依然として、本発明の中で可能である。

【0098】

本発明のさらなる態様では、少なくとも1個の対象物の位置を決定するための検出器システムが開示されている。検出器システムは、本発明による少なくとも1個の検出器、例えば、上記に開示されている実施形態のうちの1つもしくは複数による少なくとも1個の検出器、または、さらに詳細に下記に開示されている実施形態のうちの1つもしくは複数による少なくとも1個の検出器を含む。検出器システムは、少なくとも1つの光ビームを検出器に向けて方向付けするように適合された少なくとも1個のビーコンデバイスをさらに含み、ビーコンデバイスは、対象物に取り付け可能である、対象物によって保持可能である、および、対象物に一体化可能であるうちの少なくとも1つである。その考えられる実施形態を含む、ビーコンデバイスに関するさらなる詳細が、下記に与えられることになる。したがって、少なくとも1個のビーコンデバイスは、少なくとも1個のアクティブビーコンデバイスであることが可能であり、または、それを含むことが可能であり、それは、LED、レーザー、または電球などのような、1個または複数の光源などのような1個または複数の照射源を含む。追加的にまたは代替的に、少なくとも1個のビーコンデバイスは、例えば、1個または複数の反射エレメントを含むことなどによって、1個または複数の光ビームを検出器に向けて反射させるように適合され得る。さらに、少なくとも1個のビーコンデバイスは、光ビームを散乱させるように適合された1個または複数の散乱エレメントであることが可能であり、または、それを含むことが可能である。この場合に、弾性的なまたは非弾性的な散乱が使用され得る。少なくとも1個のビーコンデバイスが一次的な光ビームを検出器に向けて反射および/または散乱させるように適合されているケースでは、ビーコンデバイスは、光ビームのスペクトル特性を、影響を受けていない状態のままにするように適合され得、または、代替的に、例えば、光ビームの波長を修正することなどによって、光ビームのスペクトル特性を変化させるように適合され得る。

【0099】

本発明のさらなる態様では、ユーザとマシンとの間で少なくとも1つの情報を交換するためのヒューマンマシンインターフェースが開示されている。ヒューマンマシンインターフェースは、上記に開示されている実施形態による、および/または、さらに詳細に下記に開示されている実施形態のうちの1つもしくは複数による、少なくとも1個の検出器シ

10

20

30

40

50

ステムを含む。その場合に、少なくとも1個のビーコンデバイスは、直接的にまたは間接的に、ユーザに取り付けられているか、またはユーザによって保持されるかのうちの少なくとも1つであるように適合されている。ヒューマンマシンインターフェースは、検出器システムによってユーザの少なくとも1つの位置を決定するように設計されており、ヒューマンマシンインターフェースは、少なくとも1つの情報を位置に割り当てるように設計されている。

【0100】

本発明のさらなる態様では、少なくとも1つのエンターテインメント機能を実施するためのエンターテインメントデバイスが開示されている。エンターテインメントデバイスは、上記に開示されている実施形態による、および/または、さらに詳細に下記に開示されている実施形態のうちの1つもしくは複数による、少なくとも1つのヒューマンマシンインターフェースを含む。エンターテインメントデバイスは、少なくとも1つの情報がヒューマンマシンインターフェースを用いてプレイヤによって入力されることを可能にするように構成されている。エンターテインメントデバイスは、情報にしたがってエンターテインメント機能を変化させるようにさらに構成されている。

10

【0101】

本発明のさらなる態様では、少なくとも1個の移動可能な対象物の位置をトラッキングするためのトラッキングシステムが開示されている。トラッキングシステムは、上記に開示されているような、および/または、さらに詳細に下記に開示されているような、検出器システムを参照する実施形態のうちの1つまたは複数による、少なくとも1個の検出器システムを含む。トラッキングシステムは、少なくとも1個のトラックコントローラをさらに含む。トラックコントローラは、対象物の特定の時点における一連の位置をトラッキングするように適合されている。

20

【0102】

本発明のさらなる態様では、少なくとも1個の対象物のイメージングに関するカメラが開示されている。カメラは、上記に開示されているような、または、さらに詳細に下記に開示されているような、検出器を参照する実施形態のうちのいずれか1つによる少なくとも1個の検出器を含む。

【0103】

さらに、本発明は、検出器、例えば、本発明による検出器など、例えば、上記に開示されているような、または、さらに詳細に下記に開示されているような、検出器を参照する実施形態のうちの1つまたは複数による検出器などを使用することによって、少なくとも1個の対象物の位置を決定するための方法を開示している。さらに、他のタイプの検出器も使用され得る。

30

【0104】

方法は、以下の方法工程を含み、方法工程は、所与の順序で実施され得、または、異なる順序で実施され得る。さらに、列挙されていない1個または複数の追加的な方法工程が存在し得る。さらに、方法工程のうちの1つ、2つ以上、または、さらにはすべてが、繰り返して実施され得る。

【0105】

方法工程は以下の通りである。

40

- 検出器の少なくとも1個の光学センサを使用することによって、対象物から検出器に向けて伝播する少なくとも1個の光ビームによって発生される少なくとも1つの光スポットを検出することを含み、光学センサは、ピクセルの少なくとも1つの行列を有しており、それぞれのピクセルは、光ビームによるピクセルの照射に応答して、少なくとも1つのピクセル信号 $s_{i,j}$ を発生させる、少なくとも1つの検出工程と、

- 具体的には検出器の少なくとも1個の非線形化デバイスを使用することによって、すべてのピクセル i, j のピクセル信号 $s_{i,j}$ 、または、少なくとも1個のグループのピクセルのピクセル信号 $s_{i,j}$ を、非線形のピクセル信号 $s'_{i,j}$ に変換することを含み、非線形のピクセル信号 $s'_{i,j}$ は、それぞれ、それぞれのピクセルの照射のパワ

50

— $p_{i,j}$ の非線形関数である、少なくとも 1 つの非線形化工程と、

- 具体的には検出器の少なくとも 1 個の加算デバイスを使用することによって、すべてのピクセル i, j の非線形のピクセル信号 $s'_{i,j}$ 、または、少なくとも 1 個のグループのピクセルの非線形のピクセル信号 $s'_{i,j}$ を合計すること、および、少なくとも 1 つの非線形の総和信号 $S' = \sum_{i,j} s'_{i,j}$ を発生させることを含む、少なくとも 1 つの加算工程と、

- 具体的には検出器の少なくとも 1 個の評価デバイスを使用することによって、非線形の総和信号 S' を評価することによって、対象物の少なくとも 1 つの縦方向座標 z を決定することを含む、少なくとも 1 つの評価工程。

【0106】

10

詳細、オプション、および定義に関して、上記に議論されているような検出器が参照され得る。したがって、具体的には、上記に概説されているように、方法は、本発明による検出器、例えば、上記に与えられているかまたはさらに詳細に下記に与えられている実施形態のうちの 1 つまたは複数による検出器などを使用することを含むことが可能である。

【0107】

本発明のさらなる態様では、本発明による検出器、例えば、上記に与えられているかまたはさらに詳細に下記に与えられている実施形態のうちの 1 つまたは複数による検出器の使用が提案されており、それは、交通技術における位置測定；エンターテインメントの用途；セキュリティの用途；監視の用途；安全の用途；ヒューマンマシンインターフェースの用途；トラッキングの用途；写真撮影の用途；少なくとも 1 個の飛行時間検出器との組み合わせの使用；構造化された光源との組み合わせの使用；ステレオカメラとの組み合わせの使用；マシンビジョンの用途；ロボットの用途；品質制御の用途；製造の用途；構造化された照射源との組み合わせの使用；ステレオカメラとの組み合わせの使用からなる群から選択された使用の目的のためのものである。

20

【0108】

光学センサは、1 個または複数の信号処理デバイス、例えば、少なくとも 1 個の信号を処理および/もしくは事前処理するための 1 個もしくは複数のフィルタおよび/またはアナログ-デジタル-コンバータを含むことが可能である。1 個または複数の信号処理デバイスは、光学センサに完全にまたは部分的に一体化され得、および/または、独立したソフトウェアコンポーネントおよび/またはハードウェアコンポーネントとして、完全にまたは部分的に具現化され得る。

30

【0109】

少なくとも 1 個の対象物の少なくとも 1 つの横方向位置を決定するために、例としておよび上記に概説されているように、具体的には評価デバイスによって、光スポットの中心が決定され得る。したがって、評価デバイスは、ピクセルの信号を比較することによって、ピクセルの中から最も高い照射を有する少なくとも 1 個のピクセルを決定するように適合され得る。したがって、検出器は、一般的に、光ビームによる照射の最も高い強度を有する、1 個または複数のピクセル、および/または、マトリックスのエリアもしくは領域を決定するように適合され得る。例として、このように、光ビームによって発生される光スポットの中心が決定され得る。

40

【0110】

最も高い照射、および/または、最も高い照射の少なくとも 1 個のエリアまたは領域についての情報も、他の方式で使用され得る。したがって、例として、消失 (elimination) が依然として所定のまたは決定可能な測定範囲の中にあるかどうかということを決定するために、例えば、ピクセル信号が依然として線形の範囲の中にあるかどうかを決定するためなどに、最も高い照射も使用され得る。測定範囲が超過される場合に警報を発生させるために、および/または、例えば、1 個もしくは複数の光学フィルタおよび/またはソフトウェアフィルタもしくはハードウェアフィルタを自動的に適用することなどによって、ピクセル信号を測定範囲の中へ戻すための技術的手段を適用するために、範囲外の検出が実装され得る。

50

【0111】

さらに、上記に概説されているように、スポットサイズ、具体的には、光スポットの直径および／またはビームウエストは、光スポットの中の最も高い照射に依存することが可能である。したがって、典型的に、ビームウエストは、光スポットの半径として定義され、照射の中心から、照射の強度が $1/e^2$ 倍まで降下したスポットへ延在している。したがって、閾値 $1/e^2$ は、一般的に、光学センサの上のガウシアン光ビームによって発生されるビーム半径またはビームウエスト w を有する光スポットの境界線を決定する。

【0112】

上記に概説されているように、少なくとも1個の光学センサが提供され得る。少なくとも1個の光学センサは、一般的に、透明であることが可能であり、または、非透明であることが可能である。したがって、例として、光学センサは、透明であることが可能であり、また、光ビームのパワーの少なくとも10%、好ましくは、少なくとも20%、より好ましくは、少なくとも50%を伝送するように適合されている。複数の光学センサがスタックされて提供されているケースでは、好ましくは、光学センサのうちの少なくとも1個が透明である。さらに、本発明の主要な利点のうちの1つは、従来のカメラチップが典型的に非透明な光学センサとして使用され得るという事実にある。このケースでは、透明な光学センサを使用する必要性を回避するために複数の光学センサが使用される場合に、ビーム経路のスプリッティングが典型的に好ましい。

【0113】

スタックされておおよび／または別の配置で配置され得る、複数の光学センサが提供されているケースでは、光学センサは、同一のスペクトル感度を有することが可能であり、または、異なるスペクトル感度を提供することが可能である。したがって、例として、光学センサのうちの少なくとも2個が、異なるスペクトル感度を有することが可能である。本明細書で使用されているように、スペクトル感度という用語は、一般的に、光ビームの同じパワーに関して、光学センサのセンサ信号が光ビームの波長とともに変化し得るという事実を表している。したがって、一般的に、光学センサのうちの少なくとも2個は、それらのスペクトル特性に関して異なることが可能である。この実施形態は、一般的に、異なるタイプの光学フィルタ、および／または、光学センサのための異なるタイプの吸収材料、例えば、異なるタイプの色素または他の吸収材料などを使用することによって実現され得る。追加的にまたは代替的に、1個もしくは複数の波長選択的なエレメント、例えば、光学センサの前の1個または複数のフィルタ（例えば、カラーフィルタなど）などを使用することによって、おおよび／または、1個もしくは複数のプリズムを使用することによって、おおよび／または、1個もしくは複数のダイクロイックミラーを使用することなどによって、光学センサの異なるスペクトル特性が、光学センサの中におおよび／または検出器の中に実装された他の手段によって発生され得る。したがって、複数の光学センサが提供されるケースでは、光学センサのうちの少なくとも1個は、特定の透過または反射特性を有するカラーフィルタなどのような波長選択的なエレメントを含むことが可能であり、それによって、光学センサの異なるスペクトル特性を発生させる。

【0114】

複数の光学センサが使用されるケースでは、光学センサのうちの少なくとも2個が、それらのそれぞれのスペクトル感度に関して異なっており、評価デバイスは、一般的に、異なるスペクトル感度を有する光学センサのセンサ信号を比較することによって、光ビームの色を決定するように適合され得る。本明細書で使用されているように、「色を決定する」という表現は、一般的に、光ビームについての少なくとも1つのスペクトル情報を発生させる工程を表している。少なくとも1つのスペクトル情報は、波長、具体的には、ピーク波長；色座標、例えば、CIE座標などからなる群から選択され得る。

【0115】

光ビームの色の決定は、当業者に一般的に知られているさまざまな方式で実施され得る。したがって、光学センサのスペクトル感度は、色空間における座標系に広がることが可能であり、光学センサによって提供される信号は、例えば、CIE座標を決定する方式か

10

20

30

40

50

ら、当業者に知られているように、この色空間における座標を提供することが可能である。

【0116】

例として、検出器は、スタックの中に、2個、3個、または、それ以上の光学センサを含むことが可能である。そのうちの、光学センサのうちの少なくとも2個、好ましくは、少なくとも3個が、異なるスペクトル感度を有することが可能である。さらに、評価デバイスは、異なるスペクトル感度を有する光学センサの信号を評価することによって、光ビームに関する少なくとも1つの色情報を発生させるように適合され得る。

【0117】

例として、スペクトル的に高感度の光学センサである少なくとも3個の光学センサが、スタックの中に含有され得る。したがって、例えば、スペクトル的に高感度の光学センサは、少なくとも1個の赤感性の光学センサを含むことが可能であり、赤感性の光学センサは、スペクトルの範囲 $600\text{ nm} < r < 780\text{ nm}$ の中に最大吸収波長 r を有しており、スペクトル的に高感度の光学センサは、少なくとも1個の緑感性の光学センサをさらに含み、緑感性の光学センサは、スペクトルの範囲 $490\text{ nm} < g < 600\text{ nm}$ の中に最大吸収波長 g を有しており、スペクトル的に高感度の光学センサは、少なくとも1個の青感性の光学センサをさらに含むことが可能であり、青感性の光学センサは、スペクトルの範囲 $380\text{ nm} < b < 490\text{ nm}$ の中に最大吸収波長 b を有する。例として、赤感性の光学センサ、緑感性の光学センサ、および青感性の光学センサは、対象物の方に向けて、この順序でまたは異なる順序で、光学センサスタックの第1の光学センサであることが可能である。

【0118】

評価デバイスは、少なくとも2個の色座標、好ましくは、少なくとも3個の色座標を発生させるように適合され得、色座標のそれぞれは、スペクトル的に高感度の光学センサのうちの1個の信号を正規化値によって割ることによって決定される。例として、正規化値は、すべてのスペクトル的に高感度の光学センサの信号の総和を含有することが可能である。追加的にまたは代替的に、正規化値は、白色検出器の検出器信号を含有することが可能である。

【0119】

少なくとも1つの色情報は、色座標を含有することが可能である。少なくとも1つの色情報は、例として、CIE座標を含有することが可能である。

【0120】

好適な少なくとも2個の、より好ましくは、少なくとも3個のスペクトル的に高感度の光学センサに加えて、検出器は、少なくとも1個の白色光学センサをさらに含むことが可能であり、白色検出器は、すべてのスペクトル的に高感度の検出器の吸収範囲の中の光を吸収するように適合され得る。したがって、例として、白色光学センサは、可視光スペクトル範囲の全体にわたる光を吸収する吸収スペクトルを有することが可能である。

【0121】

さらに、複数の光学センサが提供されるケースでは、複数の光学センサは、デバイスセットアップに関して、および/または、光学センサの中に使用されている材料に関して、異なっていることが可能である。具体的には、光学センサは、それらの有機または無機の性質に関して、異なっていることが可能である。したがって、複数の光学センサは、1個もしくは複数の有機光学センサ、1個もしくは複数の無機光学センサ、1個もしくは複数のハイブリッド有機 - 無機光学センサ、または、これらの光学センサのうちの少なくとも2個の任意の組み合わせを含むことが可能である。したがって、例として、検出器は、有機光学センサだけから構成されることが可能であり、無機光学センサだけから構成されることが可能であり、または、ハイブリッド有機 - 無機光学センサだけから構成されることが可能である。追加的にまたは代替的に、検出器は、少なくとも1個の有機光学センサおよび少なくとも1個の無機光学センサを含むことが可能であり、または、少なくとも1個の有機光学センサおよび少なくとも1個のハイブリッド有機 - 無機光学センサを含むこと

が可能であり、または、少なくとも1個の有機光学センサおよび少なくとも1個のハイブリッド有機 - 無機光学センサを含むことが可能である。

【0122】

上記に概説されているように、検出器は、少なくとも1個の伝送デバイスをさらに含むことが可能である。伝送デバイスは、好ましくは、対象物と検出器との間で、ビーム経路とも称される光路の中に位置決めされ得る。本明細書で使用されているように、伝送デバイスは、一般的に、光ビームを光学センサの上にガイドするように適合されている任意の光学的なエレメントである。ガイドすることは、光ビームの未修正の特性とともに起こることが可能であり、または、イメージング特性または修正特性とともに起こることが可能である。したがって、一般的に、伝送デバイスは、イメージング特性および/またはビーム成形特性を有することが可能であり、すなわち、光ビームが伝送デバイスを通るときに、ビームウエスト、および/または、光ビームの拡幅角度、および/または、光ビームの断面の形状を変化させることが可能である。伝送デバイスは、例として、レンズおよびミラーからなる群から選択される1個または複数のエレメントを含むことが可能である。ミラーは、平面的なミラー、凸形ミラー、および凹形ミラーからなる群から選択され得る。追加的にまたは代替的に、1個または複数のプリズムが含まれ得る。追加的にまたは代替的に、1個または複数の波長選択的なエレメントが含まれ得、それは、例えば、1個もしくは複数のフィルタ、具体的には、カラーフィルタ、および/または、1個もしくは複数のダイクロイックミラーなどである。繰り返しになるが、追加的にまたは代替的に、伝送デバイスは、1個または複数のダイヤフラム、例えば、1個もしくは複数のピンホールダイヤフラムおよび/または虹彩ダイヤフラムを含むことが可能である。

【0123】

伝送デバイスは、例えば、電磁放射線の方に影響を与えるために、1個もしくは複数のミラーおよび/またはビームスプリッタおよび/またはビーム偏向エレメントを含むことが可能である。代替的にまたは追加的に、伝送デバイスは、収束レンズおよび/または発散レンズの効果を有することができる、1個または複数のイメージングエレメントを含むことが可能である。例として、任意の伝送デバイスは、1個もしくは複数のレンズ、および/または、1個もしくは複数の凸形、および/または凹形ミラーを有することが可能である。さらに繰り返しになるが、代替的にまたは追加的に、伝送デバイスは、少なくとも1個の波長選択的なエレメント、例えば、少なくとも1個の光学フィルタを有することが可能である。さらに繰り返しになるが、代替的にまたは追加的に、伝送デバイスは、例えば、センサ領域の場所において、および、とりわけ、センサエリアの場所において、所定のビームプロファイルを電磁放射線に与えるように設計され得る。任意の伝送デバイスの上述の任意の実施形態は、原理的には、個別にまたは任意の所望の組み合わせで、実現化され得る。少なくとも1個の伝送デバイスは、例として、検出器の前に、すなわち、対象物の方を向く検出器の側に位置決めされ得る。

【0124】

対象物の少なくとも1つの縦方向座標に加えて、対象物の少なくとも1つの横方向座標が決定され得る。1つまたは複数の横方向座標、例えば、x座標および/またはy座標などを提供することによって、評価デバイスは、対象物の少なくとも1つの3次元の位置を提供するように適合され得る。

【0125】

上記に概説されているように、本発明の一態様では、少なくとも1個の対象物の位置を決定するための検出器システムが開示されている。検出器システムは、本発明による少なくとも1個の検出器、例えば、上記に説明されている実施形態のうちの1つもしくは複数の中に開示されているような、および/または、さらに詳細に下記に開示されている実施形態のうちの1つもしくは複数の中に開示されているような、少なくとも1個の検出器などを含む。検出器システムは、少なくとも1個の光ビームを検出器に向けて方向付けするように適合されている少なくとも1個のビーコンデバイスをさらに含む。本明細書で使用されているように、および、さらに詳細に下記に開示されることになるように、ビーコン

デバイスは、一般的に、少なくとも1個の光ビームを検出器に向けて方向付けするように適合されている任意のデバイスを表している。ビーコンデバイスは、アクティブビーコンデバイスとして完全にまたは部分的に具現化され得、光ビームを発生させるための少なくとも1個の照射源を含む。追加的にまたは代替的に、ビーコンデバイスは、独立して発生される一次的な光ビームをビーコンデバイスから検出器に向けて反射するように適合されている少なくとも1個の反射エレメントを含むパッシブビーコンデバイスとして、完全にまたは部分的に具現化され得る。

【0126】

ビーコンデバイスは、対象物に取り付け可能である、対象物によって保持可能である、および、対象物に一体化可能であるうちの少なくとも1個である。したがって、ビーコンデバイスは、1個または複数の接続エレメントなどのような、任意の取り付け手段によって、対象物に取り付けられ得る。追加的にまたは代替的に、対象物は、例えば、1個または複数の適当な保持手段などによって、ビーコンデバイスを保持するように適合され得る。追加的にまたは代替的に、繰り返しになるが、ビーコンデバイスは、対象物に完全にまたは部分的に一体化され得、および、したがって、対象物の一部を形成することが可能であり、または、さらには、対象物を形成することが可能である。

10

【0127】

一般的に、ビーコンデバイスの考えられる実施形態に関して、WO2014/097181A1またはUS2014/0291480A1またはPCT/EP2014/078155のうちの1つまたは複数が参照され得、後者は、2014年12月17日に出願された。さらに、他の実施形態も実行可能である。

20

【0128】

上記に概説されているように、ビーコンデバイスは、アクティブビーコンデバイスとして完全にまたは部分的に具現化され得、また、少なくとも1個の照射源を含むことが可能である。したがって、例として、ビーコンデバイスは、一般的に、任意の照射源を含むことが可能であり、例えば、発光ダイオード(LED)、電球、白熱ランプ、および蛍光灯からなる群から選択される照射源などを含むことが可能である。他の実施形態も実行可能である。

【0129】

追加的にまたは代替的に、上記に概説されているように、ビーコンデバイスは、パッシブビーコンデバイスとして完全にまたは部分的に具現化され得、また、対象物から独立した照射源によって発生される一次的な光ビームを反射させるように適合されている少なくとも1個の反射デバイスを含むことが可能である。したがって、光ビームを発生させること加えて、または、その代替として、ビーコンデバイスは、一次的な光ビームを検出器に向けて反射するように適合され得る。

30

【0130】

検出器システムは、1個、2個、3個、または、それ以上のビーコンデバイスを含むことが可能である。したがって、一般的に、対象物が、少なくとも顕微鏡スケールではその形状を変化させないリジッドの対象物である場合には、好ましくは、少なくとも2個のビーコンデバイスが使用され得る。対象物が完全にまたは部分的に可撓性であるか、または、完全にまたは部分的にその形状を変化させるように適合されている場合には、好ましくは、3個以上のビーコンデバイスが使用され得る。一般的に、ビーコンデバイスの数は、対象物の可撓性の程度に適合され得る。好ましくは、検出器システムは、少なくとも3個のビーコンデバイスを含む。

40

【0131】

対象物は、一般的に、生物であってもよく、または、非生物であってもよい。さらには、検出器システムは、少なくとも1個の対象物を含むことが可能であり、それによって、対象物は、検出器システムの一部を形成している。好ましくは、しかし、対象物は、少なくとも1個の空間的次元において、検出器から独立して移動することが可能である。

【0132】

50

対象物は、一般的に、任意の対象物であることが可能である。1個の実施形態では、対象物は、リジッドの対象物であることが可能である。例えば、対象物が非リジッドの対象物である実施形態、または、その形状を変化させ得る対象物などの、他の実施形態も実行可能である。

【0133】

さらに詳細に下記に概説されることになるように、本発明は、具体的には、人の位置および/または運動をトラッキングするために使用され得、例えば、マシンの制御、ゲーミング、または、スポーツのシミュレーションなどの目的のために使用され得る。この実施形態または他の実施形態では、具体的には、対象物は、スポーツ用品、好ましくは、ラケット、クラブ、バットからなる群から選択される物品；衣類；帽子；靴からなる群から選択され得る。

10

【0134】

本発明のさらなる態様では、上記に概説されているように、ユーザとマシンとの間で少なくとも1つの情報を交換するためのヒューマンマシンインターフェースが開示されている。ヒューマンマシンインターフェースは、本発明による少なくとも1個の検出器システムを含み、例えば、上記に開示されている実施形態のうちの1つもしくは複数による、および/または、さらに詳細に下記に開示されている実施形態のうちの1つもしくは複数による、少なくとも1個の検出器システムを含む。ピーコンデバイスは、ユーザに直接的にまたは間接的に取り付けられること、および、ユーザによって直接的にまたは間接的に保持されること、のうちの少なくとも1つとなるように適合されている。ヒューマンマシンインターフェースは、検出器システムによってユーザの少なくとも1つの位置を決定するように設計されている。ヒューマンマシンインターフェースは、さらに、少なくとも1つの情報を位置に割り当てるように設計されている。

20

【0135】

本発明のさらなる態様では、少なくとも1個のエンターテインメント機能を実施するためのエンターテインメントデバイスが開示されている。エンターテインメントデバイスは、本発明による少なくとも1個のヒューマンマシンインターフェースを含む。エンターテインメントデバイスは、さらに少なくとも1つの情報がヒューマンマシンインターフェースを用いてプレイヤによって入力されることを可能にするように設計されている。エンターテインメントデバイスは、さらに情報にしたがってエンターテインメント機能を変化させるように設計されている。

30

【0136】

上記に概説されているように、本発明のさらなる態様では、少なくとも1個の移動可能な対象物の位置をトラッキングするためのトラッキングシステムが開示されている。トラッキングシステムは、本発明による少なくとも1個の光学検出器を含み、例えば、上記に開示されている実施形態のうちの1つまたは複数による、および/または、さらに詳細に下記に開示されている実施形態のうちの1つまたは複数によるものなどを含む。トラッキングシステムは、少なくとも1個のトラックコントローラをさらに含み、トラックコントローラは、特定の時点における対象物の一連の位置をトラッキングするように適合されている。

40

【0137】

したがって、一般的に、本発明によるデバイス、例えば、検出器は、さまざまな使用の分野において適用され得る。具体的には、検出器は以下のものからなる群から選択される使用の目的に適用され得る。すなわち、それは、交通技術における位置測定；エンターテインメントの用途；セキュリティの用途；ヒューマンマシンインターフェースの用途；トラッキングの用途；写真撮影の用途；少なくとも1個の空間のマップを発生させるためのマッピングの用途、例えば、部屋、建物、および街路からなる群から選択される少なくとも1個の空間のマップを発生させるためのマッピングの用途など；モバイルの用途；ウェブカム；オーディオデバイス；ドルビーサラウンドオーディオシステム；コンピュータ周辺デバイス；ゲーミングの用途；カメラまたはビデオの用途；セキュリティの用途；監視の

50

用途；自動車の用途；輸送の用途；医療の用途；スポーツの用途；マシンビジョンの用途；車両の用途；飛行機の用途；船舶の用途；宇宙船の用途；建物の用途；建築の用途；地図製作の用途；製造の用途；少なくとも1個の飛行時間検出器と組み合わせた使用である。追加的にまたは代替的に、ローカルポジショニングシステムおよび/またはグローバルポジショニングシステムにおける用途も挙げることが可能であり、特に、ランドマークを基礎とする位置決めおよび/またはナビゲーション、具体的には、車または他の車両（例えば、列車、オートバイ、自転車、貨物輸送のためのトラックなど）、ロボットにおける使用のための、または、歩行者による使用のためのものも挙げることが可能である。さらに、インドアポジショニングシステムは、例えば、家庭内アプリケーションに関して、および/または、製造技術において使用されるロボットなどに関して、考えられる用途として挙げられ得る。

10

【0138】

したがって、第1に、本発明によるデバイスは、モバイルフォン、タブレットコンピュータ、ラップトップコンピュータ、スマートパネル、または、他の据置型コンピュータ、モバイルもしくはウェアラブルコンピュータ、または通信の用途において使用され得る。したがって、本発明によるデバイスは、性能を向上させるために、少なくとも1個のアクティブ光源と組み合わせられ得、例えば、可視光範囲または赤外線スペクトル範囲にある光を放出する光源などと組み合わせられ得る。したがって、例として、本発明によるデバイスは、カメラおよび/またはセンサとして使用され得、例えば、環境、対象物、および生物をスキャンするためのモバイルソフトウェアと組み合わせて使用され得る。さらには、本発明によるデバイスは、イメージング効果を高めるために、従来のカメラなどのような、2Dカメラと組み合わせられ得る。本発明によるデバイスは、さらに、監視のために、および/もしくは、記録目的のために使用され得、または、モバイルデバイスを制御するための入力デバイスとして、特に、音声および/またはジェスチャー認識と組み合わせて使用され得る。したがって、具体的には、ヒューマンマシンインターフェースとして作用する本発明によるデバイス（入力デバイスとも称される）は、モバイルの用途において使用され得、例えば、モバイルフォンなどのようなモバイルデバイスを介して、他の電子デバイスまたはコンポーネントを制御するためなどのために使用され得る。例として、少なくとも1個の本発明によるデバイスを含むモバイルの用途は、テレビジョンセット、ゲームコンソール、音楽プレーヤもしくは音楽デバイス、または、他のエンターテインメントデバイスを制御するために使用され得る。

20

30

【0139】

さらに、本発明によるデバイスは、ウェブカム、または、コンピューティングの用途のための他の周辺デバイスにおいて使用され得る。したがって、例として、本発明によるデバイスは、イメージング、記録、監視、スキャンング、または運動検出に関する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/またはエンターテインメントデバイスの文脈において概説されているように、本発明によるデバイスは、顔表現および/または身体表現によってコマンドを与えることに関して、とりわけ有用である。本発明によるデバイスは、例えば、マウス、キーボード、タッチパッド、マイクロホンなどのような他の入力発生デバイスと組み合わせられ得る。さらに、本発明によるデバイスは、例えば、ウェブカムを使用することなどによって、ゲーミングに関する用途において使用され得る。さらに、本発明によるデバイスは、バーチャルトレーニングの用途および/またはビデオ会議において使用され得る。さらに、本発明によるデバイスは、特に、ヘッドマウントディスプレイを装着しているときに、バーチャルリアリティまたはオーグメンテッドリアリティの用途において使用される手、腕、または対象物を認識またはトラッキングするために使用され得る。

40

【0140】

さらに、本発明によるデバイスは、部分的に上記に説明されているように、モバイルオーディオデバイス、テレビジョンデバイス、およびゲーミングデバイスにおいて使用され得る。具体的には、本発明によるデバイスは、電子デバイスまたはエンターテインメントデ

50

バイスなどのためのコントロールまたは制御デバイスとして使用され得る。さらに、本発明によるデバイスは、例えば、2Dディスプレイ技法および3Dディスプレイ技法において、視線検出またはアイトラッキングに関して使用され得、特に、オーグメンテッドリアリティの用途のために、および/または、ディスプレイが見られているかどうかを認識するために、および/または、どの視点からディスプレイが見られているかを認識するために、透明なディスプレイとともに使用され得る。さらに、本発明によるデバイスは、特に、ヘッドマウントディスプレイを装着しているときに、バーチャルリアリティまたはオーグメンテッドリアリティの用途に関連して、部屋、境界線、障害物を探索するために使用され得る。

【0141】

さらに、本発明によるデバイスは、DSCカメラなどのようなデジタルカメラの中で使用され得、または、デジタルカメラとして使用され得、および/または、SLRカメラなどのようなレフレックスカメラの中で使用され得、または、レフレックスカメラとして使用され得る。これらの用途に関して、上記に開示されているように、スマートフォンなどのようなモバイルの用途における、本発明によるデバイスの使用が参照され得る。

【0142】

さらに、本発明によるデバイスは、セキュリティまたは監視の用途のために使用され得る。したがって、例として、少なくとも1個の本発明によるデバイスは、1個または複数のデジタル電子機器および/またはアナログ電子機器と組み合わせられ得、1個または複数のデジタル電子機器および/またはアナログ電子機器は、(例えば、銀行または博物館における監視の用途に関して)対象物が所定のエリアの中または外側にある場合に、信号を与えることになる。具体的には、本発明によるデバイスは、光学的な暗号化のために使用され得る。本発明による少なくとも1個のデバイスを使用することによる検出は、IR、X線、UV-VISなどのような、波長を補完する他の検出デバイス、レーダーまたは超音波検出器と組み合わせられ得る。本発明によるデバイスは、さらに、アクティブ赤外線光源と組み合わせられ得、低い光の周囲の中での検出を可能にする。本発明によるデバイスは、一般的に、アクティブ検出器システムと比較して有利である。その理由は、例えば、レーダーの用途、超音波の用途、LIDARまたは同様のアクティブ検出器デバイスにおいてそうであるように、具体的には、本発明によるデバイスは、第三者によって検出され得る信号をアクティブに送ることを回避するからである。したがって、一般的に、本発明によるデバイスは、移動している対象物を認識されずに検出不可能にトラッキングするために使用され得る。追加的に、本発明によるデバイスは、一般的に、従来のデバイスと比較して、不正操作されにくく、また過敏になりにくい。

【0143】

さらに、本発明によるデバイスを使用することによる3D検出の容易さおよび精度を所与として、本発明によるデバイスは、一般的に、顔、身体、および人の認識および識別のために使用され得る。その場合に、本発明によるデバイスは、パスワード、指紋、虹彩検出、音声認識、または他の手段などのような、識別目的またはパーソナライゼーション目的のための他の検出手段と組み合わせられ得る。したがって、一般的に、本発明によるデバイスは、セキュリティデバイスおよび他のパーソナライズされた用途において使用され得る。

【0144】

さらに、本発明によるデバイスは、製品の識別のための3Dバーコードリーダーとして使用され得る。

【0145】

上述のセキュリティおよび監視の用途に加えて、本発明によるデバイスは、一般的に、空間およびエリアの監視およびモニタリングのために使用され得る。したがって、本発明によるデバイスは、空間およびエリアを監視およびモニタリングするために使用され得、また、例として、禁止エリアが侵入された場合にアラームをトリガまたは実行するために使用され得る。したがって、一般的に、本発明によるデバイスは、建物監視または博物館

10

20

30

40

50

における監視目的のために使用され得、任意に、他のタイプのセンサと組み合わせて使用され得、例えば、モーションセンサまたは熱センサと組み合わせて、イメージインテンシファイアーまたはイメージエンハンスメントデバイスおよび/または光電子増倍管と組み合わせて使用され得る。さらに、本発明によるデバイスは、公共空間または混雑した空間において使用され、駐車場における盗難などのような犯罪行為などの潜在的に危険な活動、または、空港における持ち主不明の手荷物などのような、持ち主不明の対象物を検出することが可能である。

【0146】

さらに、本発明によるデバイスは、有利には、ビデオおよびカムコーダーの用途などのようなカメラの用途において適用され得る。したがって、本発明によるデバイスは、モーションキャプチャおよび3Dムービー記録のために使用され得る。その場合に、本発明によるデバイスは、一般的に、従来の光学的なデバイスを上回る多数の利点を提供する。したがって、本発明によるデバイスは、一般的に、光学コンポーネントに関して、より低い複雑さしか必要としない。したがって、例として、レンズの数は、例えば、1個のレンズだけを有する本発明によるデバイスを提供することなどによって、従来の光学的なデバイスと比較して低減され得る。低減された複雑さに起因して、例えば、モバイルの用途などに関して、非常にコンパクトなデバイスが可能である。高い品質を備える2個以上のレンズを有する従来の光学システムは、一般的に、例えば、体積の大きいビームスプリッタを一般的に必要とすることなどに起因して、体積が大きい。さらに、本発明によるデバイスは、一般的に、オートフォーカスカメラなどのような、フォーカス/オートフォーカスデバイスのために使用され得る。さらに、本発明によるデバイスは、また、光学顕微鏡において、特に、共焦点顕微鏡において使用され得る。

【0147】

さらに、本発明によるデバイスは、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適用可能である。したがって、例として、本発明によるデバイスは、距離センサおよび監視センサとして使用され得、例えば、アダプティブクルーズコントロール、緊急ブレーキアシスト、車線逸脱警報、サラウンドビュー、ブラインドスポット検出、リヤクロスストラフィックアラート、および、他の自動車および交通の用途などに関して使用され得る。さらに、本発明によるデバイスは、また、例えば、本発明による検出器を使用することによって得られる位置情報の1次時間微分および2次時間微分を分析することなどによって、速度測定および/または加速度測定のために使用され得る。この特徴は、一般的に、自動車技術、輸送技術、または、一般的な交通技術に適用可能であり得る。他の技術分野における用途も実行可能である。インドアポジショニングシステムにおける特定の用途は、輸送中の乗客の位置決めの検出であることが可能であり、より具体的には、エアバッグなどのような安全システムの使用を電子的に制御する。エアバッグの使用は、乗客がそれなりに位置する場合には妨害され得るので、エアバッグの使用が重傷を引き起こすことになる。

【0148】

これらの用途または他の用途では、一般的に、本発明によるデバイスは、スタンドアロンのデバイスとして使用され得、または、他のセンサデバイスと組み合わせて、例えば、レーダーおよび/または超音波デバイスと組み合わせて使用され得る。具体的には、本発明によるデバイスは、自動運転および安全性問題に関して使用され得る。さらに、これらの用途では、本発明によるデバイスは、赤外線センサ、音波センサであるレーダーセンサ、2次元カメラ、または、他のタイプ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、一般的に、本発明によるデバイスのパッシブな性質が有利である。したがって、本発明によるデバイスは、一般的に、信号を放出することを必要としないので、アクティブセンサ信号と他の信号供給源との干渉のリスクが回避され得る。本発明によるデバイスは、具体的には、標準的なイメージ認識ソフトウェアなどのような、認識ソフトウェアと組み合わせて使用され得る。したがって、本発明によるデバイスによって提供されるような信号およびデータは、典型的に、平易に処理することが可能であり、したがって、一般

的に、L I D A R などのような確立されたステレオビジョンシステムよりも低い計算しか必要としない。低い空間要求を所与として、カメラなどのような、本発明によるデバイスは、車両の中の事実上任意の場所に設置され得、例えば、ウィンドウスクリーンの上、フロントフードの上、バンパーの上、ライトの上、ミラーの上、または、他の場所などに設置され得る。本発明によるさまざまな検出器、例えば、本発明の中に開示されている効果に基づく 1 個または複数の検出器などは、例えば、車両を自律的に運転することを可能にするために、または、アクティブセーフティコンセプトの性能を向上させるなどのために、組み合わせられ得る。したがって、本発明によるさまざまなデバイスは、本発明による 1 個もしくは複数の他のデバイスおよび / または従来のセンサと組み合わせられ得、例えば、リアウィンドウ、サイドウィンドウ、またはフロントウィンドウのようなウィンドウの中に、バンパーの上に、または、ライトの上などに組み合わせられ得る。

10

【 0 1 4 9 】

本発明による少なくとも 1 個の検出器などのような、本発明による少なくとも 1 個のデバイスを、1 個または複数の雨検出センサと組み合わせることも可能である。これは、本発明によるデバイスが、一般的に、具体的には、激しい雨の間に、レーダーなどのような従来のセンサ技法よりも有利であるという事実起因している。少なくとも 1 個の本発明によるデバイスを、レーダーなどのような少なくとも 1 個の従来のセンシング技法と組み合わせることは、天候条件にしたがって正しい信号の組み合わせを選定するためのソフトウェアを可能にすることができる。

【 0 1 5 0 】

20

さらに、本発明によるデバイスは、一般的に、ブレーキアシストおよび / もしくはパーキングアシストとして使用され得、および / または、速度測定に関して使用され得る。速度測定は、例えば、交通制御において他の車の速度を測定するために、車両の中に一体化され得、または、車両の外側に使用され得る。さらに、本発明によるデバイスは、駐車場の中で空いている駐車スペースを検出するために使用され得る。

【 0 1 5 1 】

さらに、本発明によるデバイスは、医療システムおよびスポーツの分野において使用され得る。したがって、医療技術の分野において、手術用ロボティクス、例えば、内視鏡において使用するための手術用ロボティクスを挙げることが可能である。その理由は、上記に概説されているように、本発明によるデバイスは、低い体積しか必要とせず、他のデバイスに一体化され得るからである。具体的には、最大でも 1 個のレンズだけを有する本発明によるデバイスが、内視鏡などのような医療用デバイスにおいて、3 D 情報をキャプチャするために使用され得る。さらに、本発明によるデバイスは、動きのトラッキングおよび分析を可能にするために、適当なモニタリングソフトウェアと組み合わせられ得る。これは、内視鏡または外科用メスなどのような、医療用デバイスの位置の瞬間的なオーバーレイを可能にすることができ、例えば、磁気共鳴イメージング、X 線イメージング、または超音波イメージングから取得される、医療用イメージングからの結果を伴う。これらの用途は、具体的には、正確な場所情報が重要である治療において、例えば、脳外科手術において、長距離診断および遠隔医療において価値がある。さらに、本発明によるデバイスは、3 D ボディースキャニングにおいて使用され得る。ボディースキャニングは、医療の文脈において適用可能であり得、例えば、口腔外科、形成外科、肥満症治療手術、または美容整形外科などにおいて適用可能であり、または、それは、筋筋膜性疼痛症候群、癌、身体醜形障害、または、さらなる疾患の診断などのような、医療診断の文脈において適用され得る。ボディースキャニングは、スポーツ機器の人間工学的な使用またはフィットを査定するために、スポーツの分野においてさらに適用され得る。

30

40

【 0 1 5 2 】

ボディースキャニングは、例えば、衣服の適切なサイズおよびフィッティングを決定するために、服飾の文脈においてさらに使用され得る。この技術は、オーダーメイドの衣服の文脈において使用され得、または、インターネットから、または、マイクロキオスクデバイスもしくはカスタマーコンシェルジュデバイスなどのような、セルフサービスショッ

50

ピングデバイスにおいて、衣服または靴を注文する文脈において使用され得る。服飾の文脈において、ボディースキャニングは、しっかりと正装している顧客をスキャンするために特に重要である。

【 0 1 5 3 】

さらに、本発明によるデバイスは、人数カウントシステムの文脈において使用され得、例えば、エレベーター、列車、バス、車、もしくは飛行機の中の人々の数をカウントするために使用され得、または、玄関、ドア、通路、小売店、スタジアム、エンターテインメント開催地、博物館、図書館、公共の場所、映画館、もしくは劇場などを通過する人々の数をカウントするために使用され得る。さらに、人数カウントシステムの3D機能は、高さ、重量、年齢、または体力などのような、カウントされた人々についてのさらなる情報を取得または推定するために使用され得る。この情報は、ビジネスインテリジェンスメトリクスに関して使用され得、および/または、人々がカウントされ得る局所をさらに最適化し、それをより魅力的で安全にするために使用され得る。小売業環境において、本発明によるデバイスは、人数カウントの文脈において、常連客または横切る買い物客を認識するために使用され得、ショッピングの行動を査定するために使用され得、購入をする訪問客のパーセンテージを査定するために使用され得、スタッフシフトを最適化するために使用され得、または、訪問客当たりのショッピングモールのコストをモニタリングするために使用され得る。さらに、人数カウントシステムは、身体計測調査のために使用され得る。さらに、本発明によるデバイスは、輸送の長さに応じて、乗客に自動的に請求するために、公共輸送システムにおいて使用され得る。さらに、本発明によるデバイスは、子供の遊び場において使用され得、怪我をした子供、または、危険な活動に取り組んでいる子供を認識するために使用され得、遊び場のおもちゃとの追加的な相互作用を可能にするために使用され得、遊び場のおもちゃなどの安全な使用を確実にするために使用され得る。

【 0 1 5 4 】

さらに、本発明によるデバイスは、表面が平面的になっているかどうかを査定するために、指示されたように対象物を整列させるために、または、対象物を置くために、対象物または壁までの距離を決定するレンジメータなどのような、建設用ツールにおいて使用され得、または、建築環境などにおいて使用するための検査カメラにおいて使用され得る。

【 0 1 5 5 】

さらに、本発明によるデバイスは、例えば、トレーニング、遠隔インストラクション、または競争の目的などのために、スポーツおよびエクササイズ分野において適用され得る。具体的には、本発明によるデバイスは、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、ベースボール、クリケット、ホッケー、陸上競技、水泳、ボロ、ハンドボール、バレーボール、ラグビー、相撲、柔道、フェンシング、ボクシング、ゴルフ、カーレーシング、レーザータグ、戦場シミュレーションなどの分野において適用され得る。本発明によるデバイスは、スポーツおよびゲームの両方において、ボール、バット、剣、モーションなどの位置を検出するために使用され得、例えば、ゲームをモニタリングするために、審判をサポートするために、または、スポーツにおける特定の状況の判定のために、具体的には、自動的な判定のために使用され得、例えば、ポイントまたはゴールが実際に入ったかどうかを判定することなどのために使用され得る。

【 0 1 5 6 】

さらに、本発明によるデバイスは、自動車レーシング、または自動車運転手トレーニング、または自動車安全トレーニングなどの分野で使用され、車の位置、または、車のトラックの位置、または、以前のトラックもしくは理想的なトラックからの偏差を決定することが可能である。

【 0 1 5 7 】

本発明によるデバイスは、楽器の練習をサポートするためにさらに使用され得、とりわけ、遠隔レッスン、例えば、フィドル、ヴァイオリン、ヴィオラ、チェロ、ベース、ハープ、ギター、バンジョー、またはウクレレ、鍵盤楽器、例えば、ピアノ、オルガン、キーボード、ハーブシコード、ハーモニウム、またはアコーディオンなど、および/または、

打楽器、例えば、ドラム、ティンパニ、マリンバ、シロフォン、ヴィブラフォン、ボンゴ、コンガ、ティンパレス、ジャンベ、またはタブラなどのような、弦楽器のレッスンをサポートするためにさらに使用され得る。

【 0 1 5 8 】

本発明によるデバイスは、トレーニングを促すために、および／または、動きを監視および補正するためにリハビリテーションおよび理学療法においてさらに使用され得る。その場合に、本発明によるデバイスは、また、距離診断に関して適用され得る。

【 0 1 5 9 】

さらに、本発明によるデバイスは、マシンビジョンの分野において適用され得る。したがって、本発明によるデバイスのうちの１個または複数は、例えば、自動運転および／またはロボットの作業に関するパッシブ制御ユニットとして使用され得る。移動しているロボットと組み合わせて、本発明によるデバイスは、自律的な移動、および／または、パーツの欠陥の自律的な検出を可能にすることができる。また、本発明によるデバイスは、製造および安全性の監視のために使用され得、例えば、それに限定されないが、ロボット、生産パーツ、および生物との間の衝突を含む、事故を回避するなどのために使用され得る。ロボットは、人間が認識されないときに、人間を深刻に傷つける可能性があるため、ロボティクスにおいて、人間とロボットの安全で直接的な相互作用が問題となる場合が多い。本発明によるデバイスは、ロボットが対象物および人間をより良好かつ迅速に位置決めすることを助けることが可能であり、また、安全な相互作用を可能にする。本発明によるデバイスのパッシブな性質を所与として、本発明によるデバイスは、アクティブデバイスよりも有利である可能性があり、および／または、レーダー、超音波、２Ｄカメラ、ＩＲ検出などのような既存の解決策に対して相補的に使用され得る。本発明によるデバイスの１個の特定の利点は、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、信号干渉のリスクなしに、同じ環境で同時に動作することが可能である。したがって、本発明によるデバイスは、一般的に、例えば、それに限定されないが、自動車、探鉱、鉄鋼などのような、高度に自動化された生産環境において有用である可能性がある。また、本発明によるデバイスは、生産における品質制御のために使用され得、例えば、品質制御または他の目的のために、２Ｄイメージング、レーダー、超音波、ＩＲなどのような他のセンサと組み合わせて使用され得る。さらに、本発明によるデバイスは、例えば、製品の表面平坦性を監視するために、または、マイクロメートルの範囲からメートルの範囲までの特定の寸法の遵守を監視するためなどに、表面品質の査定のために使用され得る。他の品質制御の用途も実行可能である。製造環境において、本発明によるデバイスは、大量の廃棄材料を回避するための複雑な３次元の構造を有する、食物または木材などのような天然物を加工するために特に有用である。さらに、本発明によるデバイスは、タンク、サイロなどの充填レベルをモニタリングするために使用され得る。さらに、本発明によるデバイスは、紛失パーツ、不完全パーツ、弛緩したパーツ、または低品質パーツなどに関する複雑な製品を検査するために使用され得、例えば、プリント回路基板の自動的な光学的検査、アセンブリまたはサブアセンブリの検査、工学的コンポーネントの検証、エンジンパーツ検査、木材品質検査、ラベル検査、医療用デバイスの検査、製品配向の検査、パッケージング検査、または食物パック検査などにおいて使用され得る。

【 0 1 6 0 】

さらに、本発明によるデバイスは、車両、列車、飛行機、船舶、宇宙船、および、他の交通の用途において使用され得る。したがって、交通の用途の文脈において、上述の用途の他にも、航空機および車両などのためのパッシブトラッキングシステムを挙げることが可能である。移動している対象物の速度および／または方向をモニタリングするための、本発明による少なくとも１個の検出器などのような、本発明による少なくとも１個のデバイスの使用も実行可能である。具体的には、陸において、海において、および、宇宙空間を含む空において高速に移動している対象物のトラッキングを挙げることが可能である。本発明による少なくとも１個のデバイス、例えば、本発明による少なくとも１個の検出器などは、具体的には、静置式デバイスの上に、および／または、可動式のデバイスの上に

装着され得る。少なくとも１個の本発明によるデバイスの出力信号は、例えば、別の対象物の自律的な移動またはガイドされた移動のためのガイディングメカニズムと組み合わせられ得る。したがって、衝突を回避するための用途、または、トラッキングされている対象物と操縦されている対象物との間の衝突を可能にするための用途も実行可能である。本発明によるデバイスは、一般的に、低い計算パワーが必要とされ、応答が速いことに起因して、有用および有利であり、また、一般的に、例えばレーダーのようなアクティブシステムと比較して、検出および阻害することがより困難な検出システムのパッシブな性質に起因して、有用および有利である。本発明によるデバイスは、それに限定されないが、例えば、速度制御および航空交通制御デバイスにとって、とりわけ有用である。さらに、本発明によるデバイスは、道路課金に関する自動化された通行料徴収システムにおいて使用され得る。

10

【 0 1 6 1 】

本発明によるデバイスは、一般的に、パッシブ用途において使用され得る。パッシブ用途は、港湾または危険エリアにおける船舶の誘導、および、着陸または出発時における航空機のための誘導を含み、固定された既知のアクティブなターゲットが、正確な誘導のために使用され得る。それは、危険ではあるが明確に規定されたルートにおける車両の運転に関して利用され得、例えば、採鉱車両などに関して使用され得る。さらに、本発明によるデバイスは、例えば、車、列車、飛行物体、または動物などのような、迅速にアプローチする対象物を検出するために使用され得る。さらに、本発明によるデバイスは、対象物の速度または加速度を検出するために使用され得、または、時間に応じて、その位置、速度、および／または加速度のうちの１個または複数をトラッキングすることによって、対象物の移動を予測するために使用され得る。

20

【 0 1 6 2 】

さらに、上記に概説されているように、本発明によるデバイスは、ゲーミングの分野において使用され得る。したがって、本発明によるデバイスは、同じまたは異なるサイズ、色、形状などの複数の対象物を用いる使用に関してパッシブであることが可能であり、例えば、移動をそのコンテンツに組み込むソフトウェアと組み合わせされた移動検出に関してパッシブであることが可能である。とりわけ、グラフィック出力の中へ移動を実装する際の用途が実行可能である。さらに、例えば、ジェスチャー認識または顔認識のために本発明によるデバイスのうちの１個または複数を使用することなどによって、コマンドを与えるための本発明によるデバイスの用途も実行可能である。本発明によるデバイスは、例えば、低い光条件の下で作業するために、または、周囲条件の改善が必要とされる他の状況における作業するために、アクティブシステムと組み合わせられ得る。追加的にまたは代替的に、本発明によるデバイスのうちの１個または複数と、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。また、本発明による検出器と特殊デバイスの組み合わせも可能であり、それは、特殊デバイスは、システムおよびそのソフトウェアによって、例えば、および、それに限定されないが、特別な色、形状、他のデバイスに対する相対位置、移動の速度、光、デバイスの上の光源を変調させるために使用される周波数、表面特性、使用される材料、反射特性、透明度、吸収特質などによって、容易に区別され得る。デバイスは、他の可能性の中でも、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、ガラス、花瓶、スプーン、フォーク、キューブ、ダイス、フィギュア、人形、テディー、ビーカー、ペダル、スイッチ、グローブ、宝飾品、楽器、または、楽器を演奏するための補助デバイス、例えば、ピックもしくはドラムスティックなどに似ていることが可能である。他のオプションも実行可能である。

30

40

【 0 1 6 3 】

さらに、本発明によるデバイスは、例えば、高温またはさらなる光放出プロセスなどに起因して、自分自身で光を放出する対象物を検出および／またはトラッキングするために使用され得る。光を放出する部分は、排気ストリームなどであることが可能である。さらに、本発明によるデバイスは、反射する対象物をトラッキングするために使用され得、ま

50

た、これらの対象物の回転または配向を分析するために使用され得る。

【0164】

さらに、本発明によるデバイスは、一般的に、建築、建設、および地図製作の分野において使用され得る。したがって、一般的に、1個または複数の本発明によるデバイスは、例えば、田舎または建物などの、周囲環境エリアを測定および/またはモニタリングするために使用され得る。その場合に、1個または複数の本発明によるデバイスは、他の方法およびデバイスと組み合わせられ得、または、単に、建築プロジェクトの進捗および精度、変化する対象物、家屋などをモニタリングするために使用され得る。本発明によるデバイスは、スキャンされた環境の3次元モデルを発生させるために使用され得、地上または空の両方から、部屋、街路、家屋、コミュニティ、または風景のマップを構築するようになっている。考えられる適用分野は、建設、地図製作、不動産管理、または土地測量などであることが可能である。例として、本発明によるデバイスは、建物、農業生産環境、例えば、田畑、生産プラント、または風景などをモニタリングするために、救援活動を支持するために、または、1個または複数の人または動物などを発見もしくはモニタリングするために、マルチコプターにおいて使用され得る。

10

【0165】

さらに、本発明によるデバイスは、CHAIN (Cedec Home Appliances Interoperating Network) などのような、家庭用電気製品の相互接続ネットワークの中で使用され得、家庭での基礎的な電気製品関連のサービス、例えば、エネルギーまたは負荷管理、遠隔診断、ペット関連の電気製品、子供関連の電気製品、子供監視、電気製品関連の監視、高齢者または病人に対するサポートもしくはサービス、ホームセキュリティ、および/または、監視、電気製品動作の遠隔制御、および、自動的なメンテナンスサポートを相互接続し、自動化し、および制御することが可能である。さらに、本発明によるデバイスは、空気調節システムなどのような加熱または冷却システムにおいて使用され得、特に、1個または複数の人の場所に依拠して、部屋のどの部分が特定の温度または湿度まで持っていられるかを探することが可能である。さらに、本発明によるデバイスは、家事のために使用され得るサービスロボットまたは自律的なロボットなどのような、家庭内ロボットにおいて使用され得る。本発明によるデバイスは、複数の異なる目的のために使用され得、例えば、衝突を回避するために、または、環境をマッピングするために使用され得るが、また、ユーザを識別するためにも使用され得、所与のユーザに関して、セキュリティ目的に関して、または、ジェスチャー認識もしくは顔の認識に関して、ロボットの性能をパーソナル化するために使用され得る。例として、本発明によるデバイスは、掃除用ロボット、床清掃ロボット、ドライスイーピングロボット、衣服にアイロンをかけるためのアイロンロボット、動物排泄用ロボット、例えば、猫排泄用ロボット、侵入者を検出するセキュリティロボット、芝刈り機ロボット、自動化されたプールクリーナー、雨樋クリーニングロボット、窓掃除ロボット、おもちゃのロボット、テレプレゼンスロボット、動くことの少ない人々に交わりを提供するソーシャルロボット、または、スピーチを手話に、または、手話をスピーチに変換するロボットにおいて使用され得る。高齢者などのような、動くことの少ない人々の文脈において、本発明によるデバイスを備える家事ロボットは、対象物を拾い上げるために使用され得、対象物を輸送するために使用され得、また、安全な方式で対象物およびユーザと相互作用するために使用され得る。さらに、本発明によるデバイスは、有害な材料もしくは対象物とともに動作し、または、危険な環境において動作する、ロボットにおいて使用され得る。非限定的な例として、本発明によるデバイスは、ロボットまたは無人の遠隔制御された車両において使用され得、特に、災害の後に、化学材料または放射性材料などのような有害な材料とともに動作し、または、地雷もしくは不発弾などのような、他の有害な対象物、または、潜在的に有害な対象物とともに動作し、または、燃えている対象物もしくは災害後のエリアの近くなどのような、安全でない環境において動作し、安全でない環境を調査する。

20

30

40

【0166】

さらに、本発明によるデバイスは、家事デバイス、モバイルデバイス、またはエンター

50

タイムメントデバイスにおいて使用され得、例えば、冷蔵庫、電子レンジ、洗濯機、ウィンドウブラインドもしくはシャッター、家庭用アラーム、空気調節デバイス、加熱デバイス、テレビジョン、オーディオデバイス、スマートウォッチ、モバイルフォン、フォン、食洗器、またはストーブなどにおいて使用され得、人の存在を検出し、デバイスのコンテンツまたは機能をモニタリングし、または、人と相互作用し、および/または、さらなる家事デバイス、モバイルデバイス、またはエンターテインメントデバイスを備える人についての情報を共有する。

【0167】

本発明によるデバイスは、農業においてさらに使用され得、例えば害虫、雑草、および/または、感染した作物プラントを完全にまたは部分的に検出および選別し、作物プラントは、菌類または昆虫によって感染され得る。さらに、作物を収穫するために、本発明によるデバイスは、鹿などのような動物を検出するために使用され得、その動物は、そうでなければ、収穫デバイスによって傷つけられる可能性がある。さらに、本発明によるデバイスは、田畑または温室の中の植物の成長をモニタリングするために使用され得、とりわけ、田畑または温室の中の所与の領域に関して、または、さらには、所与の植物に関して、水または肥料または作物保護製品の量を調節するために使用され得る。さらに、農業バイオテクノロジーにおいて、本発明によるデバイスは、植物のサイズおよび形状をモニタリングするために使用され得る。

【0168】

さらに、本発明によるデバイスは、化学物質または汚染物質を検出するためのセンサ、エレクトロニックノーズチップ、細菌もしくはウイルスなどを検出するための微生物センサチップ、ガイガーカウンタ、触覚センサ、または熱センサなどと組み合わせられ得る。これは、例えば、危険なタスクまたは困難なタスクを取り扱うように構成されているスマートロボットを構築する際に使用され得、例えば、高度な感染患者を治療する際に、高度に危険な物質を取り扱いまたは除去する際に、高度に放射性のエリアもしくは化学物質流出などのような、高度に汚染されたエリアをクリーニングする際などに使用され得、または、農業における害虫駆除のために使用され得る。

【0169】

1個または複数の本発明によるデバイスは、例えば、CADまたは同様のソフトウェアなどと組み合わせて、対象物のスキャニングのためにさらに使用され得、例えば、アディティブマニュファクチャリングおよび/または3Dプリンティングなどのために使用され得る。その場合に、例えば、x方向、y方向、もしくはz方向において、または、これらの方向の任意の組み合わせにおいて、例えば同時に、本発明によるデバイスの高い寸法精度が使用され得る。さらに、本発明によるデバイスは、パイプライン検査ゲージなどのような、検査およびメンテナンスにおいて使用され得る。さらに、生産環境において、本発明によるデバイスは、悪い所定の形状の対象物、例えば、自然に育った対象物、例えば、形状もしくはサイズによる選別野菜または他の天然物など、または、肉などのような、切断製品、または、処理工程のために必要とされる精度よりも低い精度で製造されている対象物とともに作業するように使用され得る。

【0170】

さらに、本発明によるデバイスは、ローカルナビゲーションシステムにおいて使用され得、インドアスペースまたはアウトドアスペースを通して、車両またはマルチコプターなどを自律的にまたは部分的に自律的に移動させることを可能にする。非限定的な例は、対象物をピックアップしてそれらを異なる場所に設置するための自動化された保管庫を通して移動する車両を含むことが可能である。インドアナビゲーションは、ショッピングモール、小売店、博物館、空港、または列車の駅においてさらに使用され得、モバイルグッズ、モバイルデバイス、手荷物、顧客または従業員の場所をトラッキングし、または、マップの上の現在の位置などのような、場所特有の情報、または、売上などに関する情報を、ユーザに供給する。

【0171】

さらに、本発明によるデバイスは、オートバイの安全運転を確実にするために使用され得、例えば、速度、勾配、近づいてくる障害物、道路の凹凸、または曲線などをモニタリングすることによって、オートバイに関する運転支援をすることなどのために使用され得る。さらに、本発明によるデバイスは、衝突を回避するために、列車または路面電車において使用され得る。

【0172】

さらに、本発明によるデバイスは、ハンドヘルド式デバイスにおいて使用され得、例えば、ロジスティクスプロセスを最適化するために、パッケージングまたは小包をスキャンするために使用され得る。さらに、本発明によるデバイスは、さらにハンドヘルド式デバイスにおいて使用され得、例えば、パーソナルショッピングデバイス、RFIDリーダー、病院または健康環境において使用するためのハンドヘルド式デバイス、例えば、医療使用などのためのハンドヘルド式デバイスにおいて使用され得、または、患者に関連する情報もしくは患者の健康に関連する情報、または、小売業または健康環境に関するスマートバッジなどを取得し、交換し、または記録するために使用され得る。

【0173】

上記に概説されているように、本発明によるデバイスは、製造用途、品質制御用途、または識別用途において、さらに使用され得、例えば、製品識別またはサイズ識別などにおいて使用され得る（例えば、最適な場所またはパッケージを見出すために、また、廃棄物を低減させるために使用され得る）。さらに、本発明によるデバイスは、ロジスティクスの用途において使用され得る。したがって、本発明によるデバイスは、コンテナまたは車両への最適化された積載またはパッキングのために使用され得る。さらに、本発明によるデバイスは、製造の分野において表面損傷をモニタリングまたは制御するために使用され得、レンタル車両などのような、レンタル対象物をモニタリングまたは制御するために使用され得、および/または、保険の用途のために、例えば、損傷の査定のために使用され得る。さらに、本発明によるデバイスは、材料、対象物、またはツールのサイズを識別するために使用され得、例えば、最適な材料の取り扱いのために、特に、ロボットと組み合わせて使用され得る。さらに、本発明によるデバイスは、生産におけるプロセス制御に関して使用され得、例えば、タンクの充填レベルを観察するために使用され得る。さらに、本発明によるデバイスは、それに限定されないが、タンク、パイプ、反応器、ツールなどのような、製品資産のメンテナンスのために使用され得る。さらに、本発明によるデバイスは、3D品質マークを分析するために使用され得る。さらに、本発明によるデバイスは、歯のインレー、歯列矯正具、プロテーゼ、または衣服などのような、オーダーメイドのグッズを製造する際に使用され得る。また、本発明によるデバイスは、ラピッドプロトタイプングまたは3Dコピーなどのために、1個または複数の3Dプリンタと組み合わせられ得る。さらに、本発明によるデバイスは、例えば、海賊品防止および模倣品防止の目的などのために、1個または複数の物品の形状を検出するために使用され得る。

【0174】

したがって、具体的には、本出願は、写真撮影の分野に適用され得る。したがって、検出器は、写真撮影デバイスの一部であることが可能であり、具体的には、デジタルカメラの一部であることが可能である。具体的には、検出器は、3D写真撮影に関して使用され得、具体的には、デジタル3D写真撮影に関して使用され得る。したがって、検出器は、デジタル3Dカメラを形成することが可能であり、または、デジタル3Dカメラの一部であることが可能である。本明細書で使用されているように、写真撮影は、一般的に、少なくとも1個の対象物のイメージ情報を獲得する技術を表している。本明細書でさらに使用されているように、カメラは、一般的に、写真撮影を実施するように適合されているデバイスである。本明細書でさらに使用されているように、デジタル写真撮影という用語は、一般的に、照射の強度および/または色を示す電気信号、好ましくは、デジタル電気信号を発生させるように適合されている複数の感光性エレメントを使用することによって、少なくとも1個の対象物のイメージ情報を獲得する技術を表している。本明細書でさらに使用されているように、「3D写真撮影」という用語は、一般的に、3次元空間的な少なく

とも1個の対象物のイメージ情報を獲得する技術を表している。したがって、3Dカメラは、3D写真撮影を実施するように適合されているデバイスである。カメラは、一般的に、単一の3Dイメージなどのような、単一のイメージを獲得するために適合され得、または、一連のイメージなどのような、複数のイメージを獲得するように適合され得る。したがって、カメラは、ビデオカメラであることも可能であり、ビデオカメラは、ビデオの用途のために適合され得、例えば、デジタルビデオシーケンスを獲得するように適合され得る。

【0175】

したがって、一般的に、本発明は、少なくとも1個の対象物をイメージングするためのカメラをさらに表しており、具体的には、デジタルカメラ、より具体的には、3Dカメラまたはデジタル3Dカメラを表している。上記に概説されているように、イメージングという用語は、本明細書で使用されているように、一般的に、少なくとも1個の対象物のイメージ情報を獲得することを表している。カメラは、本発明による少なくとも1個の検出器を含む。カメラは、上記に概説されているように、単一のイメージを獲得するように適合され得、または、イメージシーケンスなどのような、複数のイメージを獲得するように適合され得、好ましくは、デジタルビデオシーケンスを獲得するように適合され得る。したがって、例として、カメラは、ビデオカメラであることが可能であり、または、それを含むことが可能である。後者のケースでは、カメラは、好ましくは、イメージシーケンスを記憶するためのデータメモリを含む。

【0176】

本発明の中で使用されているように、「位置」という表現は、一般的に、対象物の1個または複数のポイントの絶対的な位置および配向のうちの1個または複数に関する少なくとも1つの情報を表している。したがって、具体的には、位置は、検出器の座標系において決定され得、例えば、デカルト座標系において決定され得る。しかし、追加的にまたは代替的に、極座標系および/または球面座標系などのような、他のタイプの座標系が使用され得る。

【0177】

上記に概説されているように、および、さらに詳細に下記に概説されることになるように、本発明は、好ましくは、ヒューマンマシンインターフェースの分野、スポーツの分野、および/またはコンピュータゲームの分野において適用され得る。したがって、好ましくは、対象物は、スポーツ用品、好ましくは、ラケット、クラブ、バットからなる群から選択される物品；衣類；帽子；靴からなる群から選択され得る。他の実施形態も実行可能である。

【0178】

本明細書で使用されているように、対象物は、一般的に、生物および非生物から選ばれる任意の対象物であることが可能である。したがって、例として、少なくとも1個の対象物は、1個もしくは複数の物品、および/または、1個もしくは複数の物品のパーツを含むことが可能である。追加的にまたは代替的に、対象物は、1個もしくは複数の生物、および/または、1個または複数の生物のパーツ、例えば、人間、例えば、ユーザ、および/または動物の1個もしくは複数の身体のパーツであることが可能であり、または、それを含むことが可能である。

【0179】

検出器の座標系であり得る、対象物の位置を決定するための座標系に関して、検出器は、座標系を構成することが可能であり、その座標系において、検出器の光学軸は、z軸を形成しており、また、その座標系において、追加的に、x軸およびy軸も設けられ得、x軸およびy軸は、z軸に対して垂直になっており、また、互いに対して垂直になっている。例として、検出器、および/または、検出器の一部は、この座標系の中の特定の点に存在することが可能であり、例えば、この座標系の原点などに存在することが可能である。この座標系において、z軸に対して平行または逆平行の方向は、縦方向とみなされ得、また、z軸に沿った座標は、縦方向座標と考えられ得る。縦方向に対して垂直の任意の方向

は、横方向と考えられ得、また、 x 座標および/または y 座標は、横方向座標と考えられ得る。

【0180】

代替的に、他のタイプの座標系も使用され得る。したがって、例として、極座標系も使用され得、極座標系において、光学軸は、 z 軸を形成しており、また、極座標系において、 z 軸からの距離および極角度は、追加的な座標として使用され得る。繰り返しになるが、 z 軸に対して平行または逆平行の方向は、縦方向と考えられ得、また、 z 軸に沿った座標は、縦方向座標と考えられ得る。 z 軸に対して垂直の任意の方向は、横方向と考えられ得、極座標および/または極角度は、横方向座標と考えられ得る。

【0181】

検出器は、少なくとも1個の対象物および/またはその一部の位置に関する少なくとも1つの情報を提供するように構成されたデバイスであることが可能である。したがって、位置は、好ましくは、検出器の座標系において、対象物もしくはその一部の位置を完全に説明する情報を表すことが可能であり、または、位置を部分的にのみ説明する部分的な情報を表すことが可能である。検出器は、一般的に、光ビーム、例えば、ビーコンデバイスから検出器に向けて伝播する光ビームなどを検出するように適合されたデバイスであることが可能である。

【0182】

評価デバイスおよび検出器は、単一のデバイスに完全にまたは部分的に一体化され得る。したがって、一般的に、評価デバイスも、検出器の一部を形成することが可能である。代替的に、評価デバイスおよび検出器は、別々のデバイスとして完全にまたは部分的に具現化され得る。検出器は、さらなるコンポーネントを含むことが可能である。

【0183】

検出器は、据置型デバイスまたはモバイルデバイスであることが可能である。さらに、検出器は、スタンドアロンデバイスであることが可能であり、または、コンピュータ、車両、または任意の他のデバイスなどのような、別のデバイスの一部を形成することが可能である。さらに、検出器は、ハンドヘルド式デバイスであることが可能である。検出器の他の実施形態も実行可能である。

【0184】

検出器は、具体的には、プレノプティックカメラまたはライトフィールドカメラに匹敵する、検出器のレンズまたはレンズシステムの後ろのライトフィールドを記録するために使用され得る。したがって、具体的には、検出器は、例えば同時に、複数の焦点面の中のイメージを獲得するように適合されたライトフィールドカメラとして具現化されている。本明細書で使用されているように、ライトフィールドという用語は、一般的に、インサイドカメラなどのような検出器の内側の光の空間的な光伝播を表している。具体的には、光学センサのスタックを有する、本発明による検出器は、検出器またはカメラの中に、例えば、レンズの後ろなどに、ライトフィールドを直接的に記録する能力を有することが可能である。複数のピクセル化されたセンサは、レンズから異なる距離においてイメージを記録することが可能である。例えば、「デプス - フローム - フォーカス」または「デプス - フローム - デフォーカス」などのような、畳み込みベースのアルゴリズムを使用して、レンズの後ろの光の伝播方向、焦点、および広がり、モデル化され得る。レンズの後ろの光のモデル化された伝播から、レンズに対するさまざまな距離におけるイメージが抽出され得、被写界深度が最適化され得、さまざまな距離において焦点の合った状態になっているピクチャが抽出され得、または、対象物の距離が計算され得る。さらなる情報が抽出され得る。

【0185】

検出器の内側の、例えば、検出器のレンズの後ろなどの、光伝播がモデル化および/または記録されると、光伝播のこの知識は、多数の利点を提供する。したがって、ライトフィールドは、検出器によってキャプチャされるシーンの1個または複数の光ビームに関するビームパラメータの観点から記録され得る。例として、記録されたそれぞれの光ビーム

10

20

30

40

50

に関して、例えば、1個または複数のガウシアンビームパラメータなど、例えば、ビームウエスト、フォーカルポイントとしての最小ビームウエスト、レイリー長、または、他のビームパラメータなど、2個以上のビームパラメータが記録され得る。光ビームのいくつかの表現が使用され得、それにしたがって、ビームパラメータが選ばれ得る。

【0186】

例として、光伝播のこの知識は、イメージ処理技法を使用してイメージスタックを記録した後に、観察者位置をわずかに修正することを可能にする。単一のイメージでは、対象物は、別の対象物の後ろに隠され得、見ることはできない。しかし、隠された対象物によって散乱された光がレンズに到達し、また、レンズを通して、センサのうちの1個または複数に到達する場合には、レンズに対する距離および/もしくは光学軸に対するイメージ平面を変化させることによって、または、さらには、非平面的なイメージ平面を使用することによって、対象物が見えるようにすることができる。観察者位置の変化は、ホログラムにおいてみることと比較され得、観察者位置を変化させることは、イメージをわずかに変化させる。

【0187】

例えば、レンズの後ろの光伝播をモデル化することなどによる、検出器の内側の光伝播の知識は、それぞれの個々の光学センサによって記録されたそれぞれのイメージを記憶する従来の技術と比較して、よりコンパクトにイメージ情報を記憶することをさらに可能にすることができる。それぞれの光学センサのすべてのイメージを記憶するためのメモリデマンドは、典型的に、センサの数とピクセルの数を掛けたものに対応する。光伝播のメモリデマンドは、モデル化された光ビームの数と光ビーム当たりのパラメータの数を掛けたものに対応する。光ビームに関する典型的なモデル関数は、ガウシアン関数、ローレンツ関数、ベッセル関数、特に、球ベッセル関数、物理学において回折効果を説明されるために典型的に使用される他の関数、または、デプス・フローム・デフォーカス技法において使用される典型的な拡がり関数、例えば、点拡がり関数、線拡がり関数、またはエッジ拡がり関数などであることが可能である。

【0188】

いくつかのピクセル化された光学センサの使用は、イメージを記録した後のイメージ処理工程において、レンズエラーを補正することをさらに可能にする。光学的な計器は、レンズエラーが修正される必要があるときに、高価であり構築が難しいことが多い。これらは、特に、顕微鏡および望遠鏡において問題がある。顕微鏡では、典型的なレンズエラーは、光学軸に対して異なる距離の光線が異なって歪められるというものである(球面収差)。望遠鏡では、焦点を変化させることは、大気中の変化する温度から起こり得る。較正工程におけるエラーを決定することによって、ならびに、次いで、ピクセルおよびセンサの固定されたセットなどのような固定されたイメージ処理を使用することによって、または、光伝播情報を使用する、より入り組んだ処理技法を使用することによって、球面収差などのような静的エラー、または、生産からのさらなるエラーが補正され得る。レンズエラーが、強力に時間依存型であり、すなわち、望遠鏡において天候条件に依存するケースでは、レンズエラーは、レンズの後ろの光伝播を使用することによって、拡大された被写界深度イメージを計算することによって、デプス・フローム・フォーカス技法およびその他を使用することによって、補正され得る。

【0189】

上記に概説されているように、本発明による検出器は、さらに、色検出を可能にすることができる。いくつかのピクセル化されたセンサのスタックの中の色検出に関して、単一のスタックは、いわゆるベイヤーパターンに等しいかまたは同様の、異なる吸収特性を有するピクセルを有することが可能であり、色情報が、補間技法によって取得され得る。さらなる方法は、交互の色のセンサを使用することであり、スタックの中の異なるセンサは、異なる色を記録することが可能である。ベイヤーパターンでは、色は、同じ色のピクセル同士の間で補間され得る。センサのスタックでは、色および輝度などのようなイメージ情報が、また、補間技法によって取得され得る。

【0190】

評価デバイスは、1個または複数の集積回路、例えば、1個もしくは複数の特定用途向け集積回路（ASIC）、および/または、1個もしくは複数のデータ処理デバイスなど、例えば、1個もしくは複数のコンピュータ、好ましくは、1個もしく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であることが可能であり、または、それを含むことが可能である。追加的なコンポーネントが含まれ得、それは、例えば、1個もしくは複数の事前処理デバイスおよび/またはデータ収集デバイスなど、例えば、センサ信号を受け取りおよび/または事前処理するための1個または複数のデバイス、例えば、1個もしくは複数のADコンバータ、および/または、1個もしくは複数のフィルタなどである。さらに、評価デバイスは、1個または複数の測定デバイス、例えば、電流および/または電圧を測定するための1個または複数の測定デバイスなどを含むことが可能である。したがって、例として、評価デバイスは、ピクセルを通る電流および/またはピクセルの電圧を測定するための1個または複数の測定デバイスを含むことが可能である。さらに、評価デバイスは、1個または複数のデータストレージデバイスを含むことが可能である。さらに、評価デバイスは、1個または複数のインターフェース、例えば、1個もしくは複数のワイヤレスインターフェース、および/または、1個もしくは複数のワイヤバウンドインターフェースを含むことが可能である。

10

【0191】

少なくとも1個の評価デバイスは、少なくとも1個のコンピュータプログラム、例えば、本発明による方法の方法工程のうちの1個もしくは複数の、または、さらにはすべてを実施または支持するように適合された少なくとも1個のコンピュータプログラムなどを実施するように適合され得る。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、対象物の位置を決定することができる、1個または複数のアルゴリズムが実装され得る。

20

【0192】

評価デバイスは、少なくとも1個のさらなるデータ処理デバイスに接続され得、または、それを含むことが可能であり、少なくとも1個のさらなるデータ処理デバイスは、光学センサおよび/または評価デバイスによって得られる情報などのような、情報を表示すること、可視化すること、分析すること、配布すること、通信すること、または、さらに処理することのうちの1個または複数のために使用され得る。データ処理デバイスは、例として、ディスプレイ、プロジェクタ、モニタ、LCD、TFT、ラウドスピーカ、マルチチャンネルサウンドシステム、LEDパターン、または、さらなる可視化デバイスのうちの少なくとも1個に接続され得、または、それを組み込むことが可能である。それは、通信デバイスまたは通信インターフェース、コネクタまたはポートのうちの少なくとも1個にさらに接続され得、または、それを組み込むことが可能であり、それは、Eメール、テキストメッセージ、電話、Bluetooth、Wi-Fi、赤外線またはインターネットインターフェース、ポートまたは接続部のうちの1個または複数を使用して、暗号化された情報または暗号化されていない情報を送ることができる。それは、プロセッサ、グラフィックプロセッサ、CPU、Open Multimedia Application Platform（OMAP（商標））、集積回路、Apple AシリーズまたはSamsung S3C2シリーズの製品、マイクロコントローラ、またはマイクロプロセッサなどのようなシステム・オン・チップ、1個または複数のメモリブロック、例えば、ROM、RAM、EEPROM、またはフラッシュメモリなど、タイミング供給源、例えば、発振器もしくは位相同期ループ、カウンタタイマ、リアルタイムタイマ、またはパワーオン・リセット・ジェネレーターなど、電圧調整器、電力管理回路、またはDMAコントローラのうちの少なくとも1個にさらに接続され得、または、それを組み込むことが可能である。個々のユニットは、AMBAバスなどのようなバスによって、さらに接続され得る。

30

40

【0193】

評価デバイスおよび/またはデータ処理デバイスは、例えば、シリアルインターフェー

50

もしくはシリアルポート、または、パラレルインターフェースもしくはパラレルポート、USB、Centronics Port、FireWire、HDMI、イーサネット、Bluetooth、RFID、Wi-Fi、USART、もしくはSPIのうちの1個または複数など、または、アナログインターフェースまたはアナログポート、例えば、ADCもしくはDAC、または、標準化されたインターフェースもしくは標準化されたポートのうちの1個または複数などによって、Camera LinkなどのようなRGBインターフェースを使用する2Dカメラデバイスなどのようなさらなるデバイスに接続され、またはさらなる外部インターフェースまたは外部ポートを有し得、または、それらを有することが可能である。さらに、評価デバイスおよび/またはデータ処理デバイスは、プロセッサ間インターフェースもしくはプロセッサ間ポート、FPGA-FPGA-イン

10

ターフェース、または、シリアルインターフェースポートもしくはパラレルインターフェースポートのうちの1個または複数によって接続され得る。さらに、評価デバイスおよびデータ処理デバイスは、光学ディスクドライブ、CD-RWドライブ、DVD+RWドライブ、フラッシュドライブ、メモリカード、ディスクドライブ、ハードディスクドライブ、ソリッドステートディスク、またはソリッドステートハードディスクのうちの1個または複数に接続され得る。

【0194】

評価デバイスおよび/またはデータ処理デバイスは、1個または複数のさらなる外部コネクタ、例えば、フォンコネクタ、RCAコネクタ、VGAコネクタ、雄雌同体コネクタ、USBコネクタ、HDMIコネクタ、8P8Cコネクタ、BCNコネクタ、IEC60

20

320 C14コネクタ、光ファイバコネクタ、Dサブミニチュアコネクタ、RFコネクタ、同軸コネクタ、SCARTコネクタ、XLRコネクタのうちの1個または複数などによって接続され得、または、それらを有することが可能であり、および/または、これらのコネクタのうちの1個または複数のための少なくとも1個の適切なソケットを組み込むことが可能である。

【0195】

本発明による検出器、評価デバイス、またはデータ処理デバイスのうちの1個または複数を組み込む単一のデバイス、例えば、光学センサ、光学システム、評価デバイス、通信デバイス、データ処理デバイス、インターフェース、システム-オン-チップ、ディスプレイデバイス、またはさらなる電子デバイスのうちの1個または複数などを組み込む単一のデバイスの考えられる実施形態は、モバイルフォン、パーソナルコンピュータ、タブレットPC、テレビジョン、ゲームコンソール、または、さらなるエンターテインメントデバイスである。さらなる実施形態では、さらに詳細に下記に概説されることになる3Dカメラ機能性は、デバイスのハウジングまたは外見における顕著な相違なしに、従来の2Dデジタルカメラとともに利用可能なデバイスの中に一体化され得、ユーザにとっての顕著な相違は、3D情報を取得および/または処理することの機能性だけであることが可能である。

【0196】

具体的には、検出器および/またはその一部、例えば、評価デバイスおよび/またはデータ処理デバイスなどを組み込む実施形態は、3Dカメラの機能性に関して、ディスプレイデバイス、データ処理デバイス、光学センサ、任意のセンサオブジェクト、および、評価デバイスを組み込む、モバイルフォンであることが可能である。本発明による検出器は、具体的には、エンターテインメントデバイスおよび/または通信デバイスの中に、例えば、モバイルフォンなどの中に一体化するのに適切であることが可能である。

【0197】

本発明のさらなる実施形態は、検出器またはその一部、例えば、自動車において使用するための、自動運転において使用するための、または、Daimler社のIntelligent Driveシステムなどのようなカーセーフティシステムにおいて使用するための、デバイスの中の評価デバイスおよび/またはデータ処理デバイスの組み込みであることが可能であり、例として、光学センサ、任意の1個または複数の光学システム、評

50

価デバイス、任意の通信デバイス、任意のデータ処理デバイス、任意の１個または複数のインターフェース、任意のシステム・オン・チップ、任意の１個もしくは複数のディスプレイデバイス、または、任意のさらなる電子デバイスのうちの１個または複数の組み込むデバイスは、車両、車、トラック、列車、自転車、飛行機、船舶、オートバイの一部であることが可能である。自動車の用途において、自動車設計へのデバイスの一体化は、外部または内部からの最小の可視性で、光学センサ、任意のオプティクス、またはデバイスを一体化することを必要とする可能性がある。検出器またはその一部、例えば、評価デバイスおよび／またはデータ処理デバイスなどは、自動車設計の中へのそのような一体化のために特に適切であることが可能である。

【 0 1 9 8 】

本明細書で使用されているように、光という用語は、一般的に、可視光スペクトルの範囲、紫外線スペクトルの範囲、および赤外線スペクトルの範囲のうちの１つまたは複数の中の電磁放射線を表している。この場合に、可視光スペクトルの範囲という用語は、一般的に、380 nmから780 nmまでのスペクトルの範囲を表している。赤外線スペクトルの範囲という用語は、一般的に、780 nmから1 mmまでの範囲の中の、好ましくは、780 nmから3.0マイクロメートルまでの範囲の中の電磁放射線を表している。紫外線スペクトルの範囲という用語は、一般的に、1 nmから380 nmまでの範囲の中の、好ましくは、100 nmから380 nmまでの範囲の中の電磁放射線を表している。好ましくは、本発明の中で使用されるような光は、可視光、すなわち、可視光スペクトルの範囲の中の光である。

【 0 1 9 9 】

光ビームという用語は、一般的に、特定の方向へ放出および／または反射された光の量を表している。したがって、光ビームは、光ビームの伝播の方向に対して垂直の方向に所定の延在を有する光線の束であることが可能である。好ましくは、光ビームは、１個または複数のガウシアン光ビームであることが可能であり、または、それを含むことが可能であり、ガウシアン光ビームは、１個または複数のガウシアンビームパラメータ、例えば、ビームウエスト、レイリー長、もしくは、任意の他のビームパラメータのうちの１つもしくは複数など、または、ビーム直径および／もしくは空間内のビーム伝播の発達を特徴付けるのに適しているビームパラメータの組み合わせによって、特徴付けられ得る。

【 0 2 0 0 】

上記に概説されているように、検出器は、好ましくは、複数の光学センサを有する。より好ましくは、複数の光学センサは、例えば、検出器の光学軸に沿ってスタックされている。したがって、光学センサは、光学センサスタックを形成することが可能である。好ましくは、光学センサのセンサ領域が光学軸に対して垂直に配向されるように、光学センサスタックは配向され得る。したがって、例として、単一の光学センサのセンサエリアまたはセンサ表面は、平行に配向され得、例えば、10°以下、好ましくは、5°以下の角度許容差など、わずかな角度許容差が許容可能であり得る。

【 0 2 0 1 】

上記に概説されているように、本発明は、さらに、ユーザとマシンとの間で少なくとも１つの情報を交換するためのヒューマンマシンインターフェースに関する。提案されるようなヒューマンマシンインターフェースは、上記に述べられている実施形態のうちの１つもしくは複数の中の上述の検出器、または、さらに詳細に下記に述べられているような検出器が、情報および／またはコマンドをマシンに提供するために、１人または複数のユーザによって使用され得るという事実を使用することが可能である。したがって、好ましくは、ヒューマンマシンインターフェースは、制御コマンドを入力するために使用され得る。

【 0 2 0 2 】

一般的に、本明細書で使用されているように、ユーザの少なくとも１つの位置は、全体ユーザの位置、および／または、ユーザの身体の一部のうちの１個もしくはそれ以上の位置に関する、１つまたは複数の情報を暗示することが可能である。したがって、好ましく

は、ユーザの位置は、検出器の評価デバイスによって提供されるようなユーザの位置に関する1つまたは複数の情報を暗示することが可能である。ユーザ、ユーザの身体の一部、または、ユーザの複数の身体の一部は、1個または複数の対象物として見なされ得、その位置は、少なくとも1個の検出器デバイスによって検出され得る。この場合に、正確に1個の検出器が提供され得、または、複数の検出器の組み合わせが提供され得る。例として、ユーザの複数の身体の一部の位置を決定するために、および/または、ユーザの少なくとも1個の身体の一部の位置を決定するために、複数の検出器が提供され得る。

【0203】

本発明による検出器は、1個または複数の他のタイプのセンサまたは検出器とさらに組み合わせられ得る。したがって、検出器は、少なくとも1個の追加的な検出器をさらに含むことが可能である。少なくとも1個の追加的な検出器は、少なくとも1個のパラメータを検出するように適合され得、例えば、周囲環境のパラメータ、例えば、周囲環境の温度および/または輝度など；検出器の位置および/または配向に関するパラメータ；検出されることになる対象物の状態を特定するパラメータ、例えば、対象物の位置など、例えば、空間内の対象物の絶対的な位置および/または対象物の配向、のうちの少なくとも1個を検出するように適合され得る。したがって、一般的に、追加情報を得るために、および/または、測定結果を検証するために、または、測定エラーもしくはノイズを低減させるために、本発明の原理は、他の測定原理と組み合わせられ得る。

【0204】

具体的には、本発明による検出器は、少なくとも1個の飛行時間(ToF)検出器をさらに含むことが可能であり、少なくとも1個の飛行時間(ToF)検出器は、少なくとも1個の飛行時間測定を実施することによって、少なくとも1個の対象物と検出器との間の少なくとも1個の距離を検出するように適合されている。本明細書で使用されているように、飛行時間測定は、一般的に、信号が2個の対象物の間を伝播するのに必要とする時間に基づく測定、または、一方の対象物から第2の対象物へ、そして、その逆へ、信号が伝播するのに必要とする時間に基づく測定を表している。本ケースにおいて、信号は、具体的には、音響信号または電磁信号のうちの1個または複数であることが可能であり、例えば、光信号であることが可能である。飛行時間検出器は、結果的に、飛行時間測定を実施するように適合されている検出器を表している。飛行時間測定は、さまざまな技術分野において周知であり、例えば、市販の距離測定デバイスにおいて、または、超音波流量計などのような市販の流量計において周知である。飛行時間検出器は、さらに、飛行時間カメラとして具現化され得る。これらのタイプのカメラは、レンジイメージングカメラシステムとして市販されており、それは、既知の光の速度に基づいて対象物同士の間の距離を分解することができる。

【0205】

現在利用可能なToF検出器は、一般的に、パルス信号の使用に基づいており、任意に、CMOSセンサなどのような1個または複数の光センサと組み合わせられる。光センサによって作り出されるセンサ信号は積分され得る。積分は、2個の異なる時点において開始することが可能である。距離は、2個の積分結果の間の相対的な信号強度から計算され得る。

【0206】

さらに、上記に概説されているように、ToFカメラは、公知であり、また、一般的に、本発明の文脈においても使用され得る。これらのToFカメラは、ピクセル化された光センサを含有することが可能である。しかし、それぞれのピクセルは、一般的に、2個の積分を実施することを可能にしなければならないので、ピクセル構築は、一般的により複雑になり、市販のToFカメラの分解能は、かなり低い(典型的に、 200×200 ピクセル)。40cmを下回る距離、および、数メートルを上回る距離は、典型的に、検出することが困難であり、または、検出することが不可能である。そのうえ、1周期の中のパルスの相対的なシフトしか測定されないため、パルスの周期性は、不明確な距離につながる。

【 0 2 0 7 】

T o F 検出器は、スタンドアロンのデバイスとして、典型的に、さまざまな短所および技術的な課題に直面している。したがって、一般的に、T o F 検出器は、より具体的には、T o F カメラは、光路の中の雨および他の透明な対象物の影響を受ける。その理由は、パルスが過度に速く反射され得、雨滴の後ろの対象物が隠され、または、部分的な反射では、積分が誤った結果につながるようになるからである。さらに、測定におけるエラーを回避するために、および、パルスを明確に区別することを可能にするために、T o F 測定に関して、低い光条件が好適である。明るい太陽光などのような、明るい光は、T o F 測定を不可能にする可能性がある。さらに、パルスは、反射されて戻されるように、および、依然としてカメラによって検出可能であるように、十分に明るくならないので、典型的なT o F カメラのエネルギー消費はむしろ高い。しかし、パルスの輝度は、目もしくは他のセンサにとって有害となり得るか、または、2 個以上のT o F 測定が互いに干渉するときに、測定エラーを引き起こす可能性がある。要約すると、現在のT o F 検出器は、具体的には、現在のT o F カメラは、低分解能、距離測定における曖昧性、限定的な使用範囲、限定的な光条件、光路の中の透明な対象物に対する感度、天候条件に対する感度、および、高いエネルギー消費などのような、いくつかの不利益に悩まされている。これらの技術的な課題は、一般的に、日常の用途に関して、例えば、車における安全用途、日常の使用のためのカメラ、または、ヒューマンマシンインターフェースなどに関して、具体的には、ゲーミングの用途における使用に関して、現在のT o F カメラの適性を低下させている。

10

20

【 0 2 0 8 】

本発明による検出器と組み合わせて、両方のシステムの利点および能力が、有益な方式で組み合わせられ得る。したがって、検出器は、明るい光条件において利点を提供することが可能であるが、T o F 検出器は、一般的に、低い光条件においてより良好な結果を提供する。したがって、組み合わせられたデバイスは、すなわち、少なくとも1 個のT o F 検出器をさらに含む本発明による検出器は、両方の単一のシステムと比較して、光条件に関して、より高い許容度を提供する。これは、例えば、車または他の車両などにおいて、安全用途に関して特に重要である。

【 0 2 0 9 】

具体的には、検出器は、本発明による検出器を使用することによって実施された少なくとも1 個の測定を補正するために、少なくとも1 個のT o F 測定を使用するように設計され得、またその逆も同様である。さらに、T o F 測定の曖昧性は、検出器を使用することによって解消され得る。ピクセル化された検出器を使用する測定は、具体的には、T o F 測定の分析の結果として曖昧性の可能性が高い場合にはいつも実施され得る。追加的にまたは代替的に、ピクセル化された検出器を使用する測定は、T o F 測定の曖昧性に起因して通常除外される領域まで、T o F 検出器の動作範囲を拡張させるために、連続的に実施され得る。追加的にまたは代替的に、ピクセル化された検出器は、より広範な距離測定領域を可能にするために、より広範なまたは追加的な範囲をカバーすることが可能である。ピクセル化された検出器は、具体的には、ピクセル化されたカメラは、エネルギー消費を低減させるために、または、目を保護するために、測定に関する1 個または複数の重要な領域を決定するためにさらに使用され得る。したがって、ピクセル化された検出器は、1 個または複数の関心領域を検出するように適合され得る。追加的にまたは代替的に、ピクセル化された検出器は、検出器によってキャプチャされるシーンの中の1 個または複数の対象物の粗い深度マップを決定するために使用され得、粗い深度マップは、1 個または複数のT o F 測定によって重要な領域において洗練され得る。さらに、ピクセル化された検出器は、T o F カメラなどのようなT o F 検出器を、要求される距離領域に調節するために使用され得る。それによって、T o F 測定のパルス長さおよび/または周波数は、例えば、T o F 測定における曖昧性の可能性を除去または低減させるために、事前設定され得る。したがって、一般的に、ピクセル化された検出器は、T o F カメラなどのようなT o F 検出器に関して、オートフォーカスを提供するために使用され得る。

30

40

50

【 0 2 1 0 】

上記に概説されているように、粗い深度マップは、ピクセル化されたカメラなどのようなピクセル化された検出器によって記録され得る。さらに、検出器によってキャプチャされるシーンの中の1個または複数の対象物に関する深度情報またはz情報を含む、粗い深度マップは、1個または複数のT o F測定を使用することによって洗練され得る。具体的には、T o F測定は、重要な領域においてのみ実施され得る。追加的にまたは代替的に、粗い深度マップは、T o F検出器を調節するために、具体的には、T o Fカメラを調節するために使用され得る。

【 0 2 1 1 】

さらに、少なくとも1個のT o F検出器と組み合わせてピクセル化された検出器を使用することは、検出されることになる対象物の性質に対するT o F検出器の感度、または、検出器と検出されることになる対象物との間の光路の中の障害物または媒体に対するT o F検出器の感度、例えば、雨または天候条件に対する感度などの、上述の問題を解決することが可能である。T o F信号から重要な情報を抽出するために、または、いくつかの透明な層または半透明な層を備える複雑な対象物を測定するために、ピクセル化されたT o F測定の組み合わせが使用され得る。したがって、ガラス、水晶、液体構造体、相転移、液体運動などから作製された対象物が観察され得る。さらに、ピクセル化された検出器および少なくとも1個のT o F検出器の組み合わせは、雨の天候においても依然として機能することになり、また、全体的な検出器は、一般的に、天候条件への依存性は低くなることになる。例として、ピクセル化された検出器によって提供される測定結果は、雨によって誘発されるエラーをT o F測定結果から除去するために使用され得、それは、具体的には、この組み合わせを、例えば、車または他の車両などにおける安全用途にとって有用なものにする。

【 0 2 1 2 】

本発明による検出器の中への少なくとも1個のT o F検出器の実装は、さまざまな方式で実現化され得る。したがって、少なくとも1個のピクセル化された検出器および少なくとも1個のT o F検出器は、同じ光路の中に連続的に配置され得る。追加的にまたは代替的に、ピクセル化された検出器およびT o F検出器に関して、別々の光路またはスプリットされた光路が使用され得る。その場合には、例として、光路は、1個または複数のビームスプリッティングエレメントによって、例えば、上記に列挙されているビームスプリッティングエレメント、または、さらに詳細に下記に列挙されているビームスプリッティングエレメントのうちの1個または複数などによって、分離され得る。例として、波長選択的なエレメントによるビーム経路の分離が実施され得る。したがって、例えば、T o F検出器は、赤外線光を使用することが可能であり、一方、ピクセル化された検出器は、異なる波長の光を使用することが可能である。この例では、T o F検出器に関する赤外線光は、ホットミラーなどのような波長選択的なビームスプリッティングエレメントを使用することによって分離され得る。追加的にまたは代替的に、ピクセル化された検出器を使用した測定に関して使用される光ビーム、および、T o F測定に関して使用される光ビームは、1個または複数のビームスプリッティングエレメントによって、例えば、1個または複数の半透明のミラー、ビームスプリッタキューブ、偏光ビームスプリッタ、または、それらの組み合わせなどによって、分離され得る。さらに、少なくとも1個のピクセル化された検出器および少なくとも1個のT o F検出器は、別個の光路を使用して、同じデバイスの中で互いに隣に設置され得る。さまざまな他のセットアップも実行可能である。

【 0 2 1 3 】

少なくとも1個の任意のT o F検出器は、基本的に、本発明による検出器の実施形態のうちのいずれかと組み合わせられ得る。具体的には、単一のT o F検出器またはT o Fカメラであり得る、少なくとも1個のT o F検出器は、単一の光学センサと、または、センサスタックなどのような複数の光学センサと組み合わせられ得る。さらに、検出器は、また、1個または複数のイメージングデバイス、例えば、CCDチップおよび/またはCMOSチップのような1個または複数の無機のイメージングデバイス、好ましくは、1個ま

10

20

30

40

50

たは複数のフルカラーＣＣＤチップまたはフルカラーＣＭＯＳチップを含むことが可能である。追加的にまたは代替的に、検出器は、１個または複数のサーモグラフィックカメラをさらに含むことが可能である。

【０２１４】

上記に概説されているように、ヒューマンマシンインターフェースは、複数のビーコンデバイスを含むことが可能であり、複数のビーコンデバイスは、ユーザに直接的にまたは間接的に取り付けられている、および、ユーザによって直接的にまたは間接的に保持されている、のうちの少なくとも１つとなるように適合されている。したがって、ビーコンデバイスは、任意の適切な手段によって、例えば、適当な固定デバイスなどによって、ユーザに独立してそれぞれ取り付けられ得る。追加的にまたは代替的に、ユーザは、ユーザの手の中に、ならびに／または、少なくとも１個のビーコンデバイス、および／もしくは、身体の一部の上にビーコンデバイスを含有する衣料品を着用することによって、少なくとも１個のビーコンデバイス、または、ビーコンデバイスのうちの１個もしくは複数を持

10

【０２１５】

ビーコンデバイスは、一般的に、少なくとも１個の検出器によって検出され得る、および／または、少なくとも１個の検出器によって検出を促進させる、任意のデバイスであることが可能である。したがって、上記に概説されているように、または、さらに詳細に下記に概説されることになるように、ビーコンデバイスは、例えば、少なくとも１個の光ビームを発生させるための１個または複数の照射源を有することなどによって、検出器によって検出されることになる少なくとも１個の光ビームを発生させるように適合されたアクティブビーコンデバイスであることが可能である。追加的にまたは代替的に、ビーコンデバイスは、例えば、別々の照射源によって発生される光ビームを反射するように適合された１個または複数の反射エレメントを提供することなどによって、パッシブビーコンデバイスとして完全にまたは部分的に設計され得る。少なくとも１個のビーコンデバイスは、恒久的にまたは一時的に、直接的または間接的に、ユーザに取り付けられ得、および／または、ユーザによって担持もしくは保持され得る。１個または複数の取り付け手段を使用することによって、および／または、ユーザ自身によって、例えば、少なくとも１個のビーコンデバイスを手に保持しているユーザによって、および／または、ビーコンデバイスを着用しているユーザなどによって、取り付けは起こることが可能である。

20

30

【０２１６】

追加的にまたは代替的に、ビーコンデバイスは、対象物に取り付けられている、および、ユーザによって保持されている対象物に一体化されている、のうちの少なくとも１つであることが可能であり、それは、本発明の意味において、ビーコンデバイスを保持しているユーザのオプションの意味の中に含まれるべきである。したがって、さらに詳細に下記に概説されることになるように、ビーコンデバイスは、コントロールエレメントに取り付けられ得、または、コントロールエレメントに一体化され得、コントロールエレメントは、ヒューマンマシンインターフェースの一部であることが可能であり、コントロールエレメントは、ユーザによって保持または担持され得、コントロールエレメントの配向が、検出器デバイスによって認識され得る。したがって、一般的に、本発明は、また、本発明による少なくとも１個の検出器デバイスを含む検出器システムを表しており、それは、さらに、少なくとも１個の対象物を含むことが可能であり、ビーコンデバイスは、対象物に取り付けられている、対象物によって保持されている、および、対象物に一体化される、のうちの１つである。例として、対象物は、好ましくは、コントロールエレメントを形成することが可能であり、コントロールエレメントの配向は、ユーザによって認識され得る。したがって、検出器システムは、上記に概説されているように、または、さらに詳細に下記に概説されているように、ヒューマンマシンインターフェースの一部であることが可能である。例として、ユーザは、１つまたは複数の情報をマシンに伝送するために、例えば、１つまたは複数のコマンドをマシンに伝送するためなどに、特定の方式でコントロールエレメントをハンドルすることが可能である。

40

50

【 0 2 1 7 】

例として、本発明による検出器は、ステレオカメラと組み合わせて、または、ステレオカメラの一部として使用され得る。したがって、ステレオカメラからの距離情報は、本発明による検出器によって取得される距離情報によって、増大され、改善され、または検証などされ得る。さらに、本発明による検出器からの距離情報は、ステレオカメラによって取得される距離情報によって、増大され、改善され、または検証などされ得る。ステレオカメラの中で使用される検出器、および、本発明による検出器は、同一または部分的に同一であることが可能である。

【 0 2 1 8 】

例として、本発明による検出器は、飛行時間カメラと組み合わせて、または、飛行時間カメラの一部として使用され得る。したがって、飛行時間カメラからの距離情報は、本発明による検出器によって取得される距離情報によって、増大され、改善され、または検証などされ得る。さらに、本発明による検出器からの距離情報は、飛行時間カメラによって取得される距離情報によって、増大され、改善され、または検証などされ得る。飛行時間カメラの中で使用される検出器、および、本発明による検出器は、同一または部分的に同一であることが可能である。

【 0 2 1 9 】

代替的に、検出器システムは、他の方式で使用され得る。したがって、例として、検出器システムの対象物は、ユーザとは異なっており、または、ユーザの身体の一部とは異なっていることが可能であり、また、例として、ユーザから独立して移動する対象物であることが可能である。例として、検出器システムは、装置および/または産業プロセス、例えば、製造プロセスおよび/またはロボティクスプロセスなどを制御するために使用され得る。したがって、例として、対象物は、マシンおよび/またはマシンパーツ、例えば、ロボットアームであることが可能であり、その配向は、検出器システムを使用することによって検出され得る。

【 0 2 2 0 】

ヒューマンマシンインターフェースは、検出器デバイスが、ユーザの位置、または、ユーザの少なくとも1個の身体の一部の位置に関する少なくとも1つの情報を発生させるように適合され得る。具体的には、少なくとも1個のビーコンデバイスをユーザに取り付ける様式が知られているケースでは、少なくとも1個のビーコンデバイスの位置を評価することによって、ユーザのまたはユーザの身体の一部の位置および/または配向に関する少なくとも1つの情報が得られ得る。

【 0 2 2 1 】

ビーコンデバイスは、好ましくは、ユーザの身体または身体の一部に取り付け可能であるビーコンデバイス、および、ユーザによって保持され得るビーコンデバイスのうちの1個である。上記に概説されているように、ビーコンデバイスは、アクティブビーコンデバイスとして完全にまたは部分的に設計され得る。したがって、ビーコンデバイスは、検出器に伝送されることになる少なくとも1個の光ビームを発生させるように適合された少なくとも1個の照射源、好ましくは、公知のビーム特性を有する少なくとも1個の光ビームを含むことが可能である。追加的にまたは代替的に、ビーコンデバイスは、照射源によって発生される光を反射するように適合された少なくとも1個のリフレクタを含むことが可能であり、それによって、検出器に伝送されることになる反射光ビームを発生させる。

【 0 2 2 2 】

対象物は、検出器システムの一部を形成することが可能であり、対象物は、一般的に、任意の形状を有することが可能である。好ましくは、上記に概説されているように、検出器システムの一部である対象物は、例えば手動などでユーザによって取り扱われ得るコントロールエレメントであることが可能である。例として、コントロールエレメントは、グローブ、ジャケット、帽子、シュー、ズボンおよびスーツ；手によって保持され得るスティック；バット；クラブ；ラケット；ステッキ；玩具銃などのような玩具からなる群から選択される少なくとも1個のエレメントであることが可能であり、または、それを含むこ

とが可能である。したがって、例として、検出器システムは、ヒューマンマシンインターフェースの一部、および／または、エンターテインメントデバイスの一部であることが可能である。

【0223】

本明細書で使用されているように、エンターテインメントデバイスは、以下では1人または複数人のプレイヤーとも称される、1人または複数人のユーザのレジャーおよび／またはエンターテインメントの目的を果たすことができるデバイスである。例として、エンターテインメントデバイスは、ゲーミングの目的、好ましくは、コンピュータゲーミングの目的を果たすことが可能である。したがって、エンターテインメントデバイスは、コンピュータ、コンピュータネットワーク、またはコンピュータシステムの中へ実装され得、または、1個または複数のゲーミングソフトウェアプログラムを走らせる、コンピュータ、コンピュータネットワーク、またはコンピュータシステムを含むことが可能である。

10

【0224】

エンターテインメントデバイスは、本発明による少なくとも1個のヒューマンマシンインターフェースを含み、例えば、上記に開示されている実施形態のうちの1個または複数によるヒューマンマシンインターフェース、および／または、下記に開示されている実施形態のうちの1個または複数によるヒューマンマシンインターフェースなどを含む。エンターテインメントデバイスは、ヒューマンマシンインターフェースを用いてプレイヤーによって少なくとも1つの情報が入力されることを可能にするように設計されている。少なくとも1つの情報は、エンターテインメントデバイスのコントローラおよび／もしくはコンピュータに伝送され得、ならびに／または、エンターテインメントデバイスのコントローラおよび／もしくはコンピュータによって使用され得る。

20

【0225】

少なくとも1つの情報は、好ましくは、ゲームの進行に影響を与えるように適合された少なくとも1個のコマンドを含むことが可能である。したがって、例として、少なくとも1つの情報は、プレイヤーおよび／またはプレイヤーの1個または複数の身体部分の少なくとも1個の配向に関する少なくとも1つの情報を含むことが可能であり、それによって、プレイヤーがゲーミングのために必要とされる特定の位置および／または配向および／またはアクションをシミュレートすることを可能にする。例として、以下の動き、すなわち、ダンス；ランニング；ジャンプ；ラケットのスイング；バットのスイング；クラブのスイング；対象物を別の対象物に向けること、例えば、モデルガンターゲットに向けることなどのうちの1個または複数、シミュレートされ得、また、エンターテインメントデバイスのコントローラおよび／またはコンピュータに伝達され得る。

30

【0226】

一部としてまたは全体としてのエンターテインメントデバイスは、好ましくは、エンターテインメントデバイスのコントローラおよび／またはコンピュータは、情報にしたがってエンターテインメント機能を変化させるように設計されている。したがって、上記に概説されているように、ゲームの進行は、少なくとも1つの情報にしたがって影響を受ける可能性がある。したがって、エンターテインメントデバイスは、1個または複数のコントローラを含むことが可能であり、1個または複数のコントローラは、少なくとも1個の検出器の評価デバイスから分離されていてもよく、および／または、1個または複数のコントローラは、少なくとも1個の評価デバイスに完全にまたは部分的に同一になっていてもよく、または、さらには、1個または複数のコントローラは、少なくとも1個の評価デバイスを含んでいてもよい。好ましくは、少なくとも1個のコントローラは、1個または複数の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ような、1個または複数のデータ処理デバイスを含むことが可能である。

40

【0227】

さらに本明細書で使用されているように、トラッキングシステムは、少なくとも1個の対象物および／または対象物の少なくとも1個の部分の一連の過去の位置に関する情報を集めるように適合されているデバイスである。追加的に、トラッキングシステムは、少な

50

くとも1個の対象物または対象物の少なくとも1個の部分の少なくとも1個の予測される未来の位置および/または配向に関する情報を提供するように適合され得る。トラッキングシステムは、少なくとも1個のトラックコントローラを有することが可能であり、少なくとも1個のトラックコントローラは、電子デバイスとして、好ましくは、少なくとも1個のデータ処理デバイスとして、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、完全にまたは部分的に具現化され得る。繰り返しになるが、少なくとも1個のトラックコントローラは、少なくとも1個の評価デバイスを完全にもしくは部分的に含むことが可能であり、および/または、少なくとも1個の評価デバイスの一部になっていてもよく、および/または、少なくとも1個の評価デバイスに完全にまたは部分的に同一になっていてもよい。

10

【0228】

トラッキングシステムは、本発明による少なくとも1個の検出器を含み、例えば、上記に列挙されている実施形態のうちの1個または複数に開示されているような少なくとも1個の検出器、および/または、下記の実施形態のうちの1個または複数に開示されているような少なくとも1個の検出器などを含む。トラッキングシステムは、少なくとも1個のトラックコントローラをさらに含む。トラックコントローラは、例えば、データのグループまたはデータペアを記録することなどによって、特定の時点における対象物の一連の位置をトラッキングするように適合されており、それぞれのデータのグループまたはデータペアは、少なくとも1個の位置情報および少なくとも1個の時間情報を含む。

【0229】

20

トラッキングシステムは、本発明による少なくとも1個の検出器システムをさらに含むことが可能である。したがって、少なくとも1個の検出器、および、少なくとも1個の評価デバイス、および、任意の少なくとも1個のビーコンデバイスの他に、トラッキングシステムは、対象物自身または対象物の一部をさらに含むことが可能であり、例えば、ビーコンデバイスまたは少なくとも1個のビーコンデバイスを含む少なくとも1個のコントロールエレメントなどを含むことが可能であり、コントロールエレメントは、トラッキングされることになる対象物に直接的にまたは間接的に取り付け可能または一体化可能である。

【0230】

トラッキングシステムは、トラッキングシステム自身の1個または複数、および/または、1個または複数の別々のデバイスの1個または複数のアクションを開始させるように適合され得る。後者の目的に関して、トラッキングシステムは、好ましくは、トラックコントローラは、1個または複数の無線インターフェースおよび/もしくは有線結合インターフェース、ならびに/または、少なくとも1個のアクションを開始させるための他のタイプ制御接続を有することが可能である。好ましくは、少なくとも1個のトラックコントローラは、対象物の少なくとも1個の実際の位置にしたがって少なくとも1個のアクションを開始させるように適合され得る。例として、アクションは、対象物の未来の位置の予測；少なくとも1個のデバイスを対象物に向けること；少なくとも1個のデバイスを検出器に向けること；対象物を照射すること；検出器を照射することからなる群から選択され得る。

30

40

【0231】

トラッキングシステムの用途の例として、トラッキングシステムは、第1の対象物および/または第2の対象物が移動し得るものであったとしても、少なくとも1個の第1の対象物を少なくとも1個の第2の対象物に連続的に向けるために使用され得る。考えられる例は、繰り返しになるが、ロボティクスなどのような、産業用途において見出され得、および/または、例えば、製造ラインまたは組み立てラインにおいて製造している間などに、物品が移動しているとしても、物品に対して連続的に作業を行うための用途において見出され得る。追加的にまたは代替的に、トラッキングシステムは、照射目的のために使用され得、例えば、対象物が移動し得るとしても、照射源を対象物に連続的に向けることによって、対象物を連続的に照射することなどのために使用され得る。さらなる用途は、通

50

信システムにおいて見出され得、例えば、トランスミッターを移動している対象物に向けてることによって、移動する対象物についての情報を連続的に伝送するための通信システムにおいて見出され得る。

【0232】

検出器、検出器システム、ヒューマンマシンインターフェース、エンターテインメントデバイス、またはトラッキングシステムは、少なくとも1個の照射源をさらに含むことが可能であり、または、少なくとも1個の照射源に関連して使用され得る。具体的には、少なくとも1個の照射源は、少なくとも1個の構造化されたまたはパターン化された照射源であることが可能であり、または、それを含むことが可能である。構造化された照射源の使用は、対象物の位置検出の分解能を増加させることが可能であり、および/または、コントラストを増加させることが可能である。

10

【0233】

本発明のさらなる態様では、少なくとも1個の対象物の少なくとも1個の位置を決定するためのスキャニングシステムが提供される。本明細書で使用されているように、スキャニングシステムは、少なくとも1個の対象物の少なくとも1個の表面に位置する少なくとも1個のドットを照射するために、および、少なくとも1個のドットとスキャニングシステムとの間の距離についての少なくとも1つの情報を発生させるために構成されている少なくとも1個の光ビームを放出するように適合されているデバイスである。少なくとも1個のドットとスキャニングシステムとの間の距離についての少なくとも1つの情報を発生させる目的のために、スキャニングシステムは、本発明による検出器のうちの少なくとも1個を含み、例えば、上記に列挙されている実施形態のうちの1個または複数に開示されているような検出器、および/または、下記の実施形態のうちの1個または複数に開示されているような検出器のうちの少なくとも1個などを含む。

20

【0234】

したがって、スキャニングシステムは、少なくとも1個の照射源を含み、少なくとも1個の照射源は、少なくとも1個の対象物の少なくとも1個の表面に位置する少なくとも1個のドットを照射するように構成されている少なくとも1個の光ビームを放出するように適合されている。本明細書で使用されているように、「ドット」という用語は、例えば、スキャニングシステムのユーザによって、照射源によって照射されるように選択され得る、対象物の表面の一部の上のエリア、具体的には、小さいエリアを表している。好ましくは、ドットは、あるサイズを示すことが可能であり、そのサイズは、一方では、スキャニングシステムによって含まれる照射源と、ドットがその上に位置し得る対象物の表面の一部との間の距離に関する値を可能な限り正確にスキャニングシステムが決定することを可能にするために、可能な限り小さくなっていることが可能であり、また、そのサイズは、他方では、スキャニングシステムのユーザまたはスキャニングシステム自身が、とりわけ、自動的な手順によって、対象物の表面の関連部分の上のドットの存在を検出することを可能にするために、可能な限り大きくなっていることが可能である。

30

【0235】

この目的のために、照射源は、人工的な照射源を含むことが可能であり、とりわけ、少なくとも1個のレーザー供給源および/または少なくとも1個の白熱ランプおよび/または少なくとも1個の半導体光源、例えば、少なくとも1個の発光ダイオード、とりわけ、有機発光ダイオードおよび/または無機発光ダイオードを含むことが可能である。その一般的に画定されたビームプロファイル、および、取り扱い性の他の特性の理由で、照射源として少なくとも1個のレーザー供給源を使用することがとりわけ好適である。本明細書では、単一のレーザー供給源を使用することは、とりわけ、それが、ユーザによって容易に保管可能および輸送可能であり得るコンパクトなスキャニングシステムを提供するために重要である可能性があるケースでは、好適である可能性がある。したがって、照射源は、好ましくは、検出器の構成要素部であることが可能であり、また、したがって、とりわけ、検出器に一体化され、例えば、検出器のハウジングなどに一体化され得る。好適な実施形態では、とりわけ、スキャニングシステムのハウジングは、例えば、読み易い様式な

40

50

どで、距離関連の情報をユーザに提供するように構成されている、少なくとも1個のディスプレイを含むことが可能である。さらに好適な実施形態では、とりわけ、スキャニングシステムのハウジングは、それに加えて、少なくとも1個のボタンを含むことが可能であり、少なくとも1個のボタンは、スキャニングシステムに関連する少なくとも1個の機能を動作させるように構成され得、例えば、1個または複数の動作モードを設定するように構成され得る。さらなる好適な実施形態では、とりわけ、スキャニングシステムのハウジングは、それに加えて、少なくとも1個の締結ユニットを含むことが可能であり、少なくとも1個の締結ユニットは、スキャニングシステムをさらなる表面に締結するように構成され得、それは、例えば、ラバーフット、ベースプレートまたはウォールホルダーなどであり、そのようなものは、磁気材料を含むベースプレートまたはホルダーとして、とりわけ、距離測定の精度を向上させるために、および/または、ユーザによるスキャニングシステムの操作性を向上させるために含む。

10

【0236】

とりわけ好適な実施形態では、スキャニングシステムの照射源は、したがって、対象物の表面に位置する単一のドットを照射するように構成され得る単一のレーザービームを放出することが可能である。したがって、本発明による検出器のうちの少なくとも1個を使用することによって、少なくとも1個のドットとスキャニングシステムとの間の距離についての少なくとも1つの情報が発生され得る。しかし、好ましくは、スキャニングシステムによって含まれるような照射システムと、照射源によって発生されるような単一のドットとの間の距離は、例えば、少なくとも1個の検出器によって含まれるような評価デバイスをを用いることなどによって決定され得る。しかし、スキャニングシステムは、とりわけ、この目的のために適合され得る追加的な評価システムをさらに含むことが可能である。代替的にまたはそれに加えて、スキャニングシステムのサイズ、とりわけ、スキャニングシステムのハウジングのサイズが考慮に入れられ得、したがって、ハウジングの前方縁部または後方縁部などのような、スキャニングシステムのハウジングの上の特定のポイントと単一のドットとの間の距離が、代替的に決定され得る。

20

【0237】

代替的に、スキャニングシステムの照射源は、2個の個々のレーザービームを放出することが可能であり、2個の個々のレーザービームは、ビームの放出の方向同士の間、直角などのようなそれぞれの角度を提供するように構成され得、それによって、同じ対象物の表面に位置する2個のそれぞれのドット、または、2個の別々の対象物における2個の異なる表面に位置する2個のそれぞれのドットが、照射され得る。しかし、2個の個々のレーザービーム同士の間、それぞれの角度に関する他の値も実行可能であり得る。この特徴は、とりわけ、間接的な測定機能のために用いられ、例えば、間接的な距離を導出するために用いられ得、その間接的な距離は、例えば、スキャニングシステムとドットとの間の1個または複数の障害物の存在などに起因して、直接的にアクセスすることができないか、または、そうでなければ、到達することが困難である可能性がある。したがって、例として、それは、2個の個々の距離を測定することによって、および、ピタゴラスの公式を使用することによって高さを導出することによって、対象物の高さに関する値を決定するように実行可能であり得る。とりわけ、対象物に対して所定のレベルを維持することができるように、スキャニングシステムは、ユーザによって所定のレベルを維持するために使用され得る、少なくとも1個のレベルリングユニット、とりわけ、一体型のパブルパイアルをさらに含むことが可能である。

30

40

【0238】

さらなる代替例として、スキャニングシステムの照射源は、複数の個々のレーザービームを放出することが可能であり、例えば、レーザービームのアレイなどを放出することが可能であり、レーザービームのアレイは、互いに対して、それぞれのピッチ、とりわけ、規則的なピッチを示すことが可能であり、また、少なくとも1個の対象物の少なくとも1個の表面の上に位置するドットのアレイを発生させるように配置され得る。この目的のために、ビームスプリッティングデバイスおよびミラーなどのような、特別に適合された光

50

学エレメントが設けられ得、それは、説明されているレーザービームのアレイの発生を可能にすることができる。とりわけ、照射源は、1個または複数の移動可能なミラーを使用することによって、エリアまたは体積をスキャンするように方向付けされ、周期的または非周期的に、光ビームを再方向付けすることが可能である。照射源は、構造化された光源をこのように提供するために、マイクロミラーのアレイを使用してさらに再方向付けされ得る。構造化された光源は、ポイントまたはフリンジなどのような光学的な特徴を投影するために使用され得る。

【0239】

したがって、スキャニングシステムは、1個または複数の対象物の1個または複数の表面上に設置されている1個または複数のドットの静的な配置を提供することが可能である。代替的に、スキャニングシステムの照射源、とりわけ、1個または複数のレーザービーム、例えば、レーザービームの上述のアレイなどは、とりわけ、マイクロミラーの上述のアレイの中に含まれたマイクロミラーなどのような1個または複数のミラーを移動させることによって、時間の経過とともに変化する強度を示し得る1個または複数の光ビーム、および/または、時間の経過にしたがって放出の方向が交互になり得る1個または複数の光ビームを提供するように構成され得る。その結果、照射源は、スキャニングデバイスの少なくとも1個の照射源によって発生されるときに交互になる特徴を有する1個または複数の光ビームを使用することによって、少なくとも1個の対象物の少なくとも1個の表面の一部をイメージとしてスキャンするように構成され得る。とりわけ、スキャニングシステムは、したがって、少なくとも1個の行スキャンおよび/またはラインスキャンを使用し、例えば、1個または複数の対象物の1個または複数の表面をシーケンシャルにまたは同時にスキャンすることなどが可能である。非限定的な例として、スキャニングシステムは、例えば、生産環境において、安全レーザースキャナの中で使用され得、および/または、例えば、3Dプリンティング、ボディースキャニング、品質制御などに関連して、対象物の形状を決定するために使用されるような3Dスキャニングデバイスの中で使用され得、建設用途において、例えば、レンジメータとして使用され得、ロジスティクスの用途において、例えば、小包のサイズまたは体積を決定するために使用され得、家庭内用途において、例えば、掃除用ロボットまたは芝刈り機ロボットにおいて使用され得、または、スキャニング工程を含み得る他の種類の用途において使用され得る。

【0240】

任意の伝送デバイスは、上記に説明されているように、好ましくは、連続的に、対象物から検出器に伝播する光を、光学センサに給送するように設計され得る。上記に説明されているように、この給送は、任意に、伝送デバイスのイメージングによって、または、非イメージング特性によって、達成され得る。とりわけ、また、伝送デバイスは、電磁放射が光学センサに給送される前に、電磁放射を収集するように設計され得る。また、任意の伝送デバイスは、さらに詳細に下記に説明されているように、例えば、所定の光学的な特性を有する光ビーム、例えば、所定のまたは正確に公知のビームプロファイルを有する光ビーム、例えば、少なくとも1個のガウシアンビーム、とりわけ、公知のビームプロファイルを有する少なくとも1個のレーザービームを提供するように設計された照射源によって、全体的にまたは部分的に、少なくとも1個の任意の照射源の構成要素部であることが可能である。

【0241】

任意の照射源の考えられる実施形態に関して、WO2012/110924A1が参照され得る。さらに、他の実施形態も実行可能である。対象物から出てくる光は、対象物自身の中から生じることが可能であるが、また、任意に、異なる起源を有することが可能であり、この起源から対象物へ、また、その後で横方向および/または縦方向光学センサに向けて伝播することが可能である。例えば、後者は、少なくとも1個の照射源が使用されることによって達成され得る。例えば、この照射源は、周囲の照射源であることが可能であり、もしくは、それを含むことが可能であり、および/または、人工的な照射源であることが可能であり、または、それを含むことが可能である。例として、検出器自身は、少

10

20

30

40

50

なくとも1個の照射源を含むことが可能であり、例えば少なくとも1個のレーザーおよび/または少なくとも1個の白熱ランプおよび/または少なくとも1個の半導体照射源、例えば、少なくとも1個の発光ダイオード、とりわけ、有機発光ダイオードおよび/または無機発光ダイオードを含むことが可能である。一般的に規定されているそのビームプロファイル、および、取り扱い性の他の特性の理由で、1個または複数のレーザーを照射源またはその一部として使用することは、とりわけ好適である。照射源自身は、検出器の構成要素部であることが可能であり、または、その他、検出器から独立して形成され得る。照射源は、とりわけ、検出器に、例えば、検出器のハウジングに一体化され得る。代替的にまたは追加的に、少なくとも1個の照射源は、また、少なくとも1個のビーコンデバイスに一体化され得、または、ビーコンデバイスのうちの1個または複数に一体化され得、および/または、対象物に一体化され得、または、対象物に接続され得、または、対象物に空間的に連結され得る。

10

【0242】

したがって、前記光がそれぞれのビーコンデバイス自身の中において生じるオプションの代替として、または、追加的に、ビーコンデバイスから出てくる光は、照射源から出てくることが可能であり、および/または、照射源によって励起され得る。例として、ビーコンデバイスから出てくる電磁光は、ビーコンデバイス自身によって放出され得、および/または、ビーコンデバイスによって反射され得、および/または、それが検出器に給送される前に、ビーコンデバイスによって散乱され得る。このケースでは、電磁放射の放出および/または散乱は、スペクトル的な影響なしに達成され得、または、そのような影響を伴って達成され得る。したがって、例として、波長シフトが、また、例えば、StokesまたはRamanにしたがって、散乱の間に起こる可能性がある。そのうえ、光の放出は、例えば、一次的な照射源によって励起され得、例えば、ルミネッセンス、とりわけ、燐光および/または蛍光を発生させるように励起されている対象物、または、対象物の部分的な領域によって励起され得る。また、原理的には、他の放出プロセスも可能である。反射が起こる場合には、対象物は、例えば、少なくとも1個の反射領域を有することが可能であり、とりわけ、少なくとも1個の反射表面を有することが可能である。前記反射表面は、対象物自身の一部であることが可能であるが、また、例えば、対象物に接続されているかまたは空間的に連結されているリフレクタであることが可能であり、例えば、対象物に接続されているリフレクタプラークであることが可能である。少なくとも1個のリフレクタが使用される場合には、それは、次に、例えば、検出器の他の構成要素部から独立して、対象物に接続されている検出器の一部ともみなされ得る。

20

30

【0243】

ビーコンデバイスおよび/または少なくとも1個の任意の照射源は、一般的に、紫外線スペクトル範囲、好ましくは、200nmから380nmの範囲；可視光スペクトル範囲（380nmから780nm）；赤外線スペクトル範囲、好ましくは、780nmから3.0マイクロメートルの範囲のうちの少なくとも1個の範囲内の光を放出することが可能である。サーマルイメージングアプリケーションに関して、ターゲットは、遠赤外線スペクトルの範囲、好ましくは、3.0マイクロメートルから20マイクロメートルの範囲の中の光を放出することが可能である。最も好ましくは、少なくとも1個の照射源は、可視光スペクトル範囲、好ましくは、500nmから780nmの範囲、最も好ましくは、650nmから750nm、または、690nmから700nmの範囲内にある光を放出するように適合されている。

40

【0244】

とりわけ、例えば、丸形、楕円形、または異なって構成された断面を有する光スポットが、光学センサの任意のセンサエリアの上に作り出されるように、光学センサへの光ビームの給送が達成され得る。例として、検出器は、対象物がその中で検出され得る視覚範囲、とりわけ、立体角範囲および/または空間的範囲を有することが可能である。好ましくは、例えば、対象物が検出器の視覚範囲の中に配置されている場合に、光スポットが、センサ領域の上におよび/または光学センサのセンサエリアの上に完全に配置されるように

50

、任意の伝送デバイスは設計されている。例として、センサエリアは、この条件を確実にするために、対応するサイズを有するように選ばれ得る。

【 0 2 4 5 】

本発明による検出器を使用することによって、簡単でコスト効率的な高速システムが実現化され得、非常に低い資源を必要とする。したがって、以下の手順が実装され得、それは、非常に効率的であり、少なくとも1個のカメラチップは、ピクセル信号を取得するために、光学センサとして使用され得る。さらに、例えば、ガンマ補正または同様の非線形関数（例えば、 \sqrt{x} ）、 $\exp(x)$ ）を使用することによって、非線形化工程が、取得されたイメージに、すなわち、ピクセル信号に、または、少なくとも1個のグループのピクセル信号に適用され得る。さらなる工程では（それは、加算工程または一体化工程と呼ばれ得る）、すべてのピクセル信号、ピクセルの行列またはアレイまたは少なくとも1個のグループのすべてのピクセル値が、加算および/または一体化され得る。好ましくは、カメラチップの中にすでに実装された関数によって（例えば、Omnivision OV10635のような適当なカメラチップを使用することなどによって）、ガンマ補正が行われ得る。また、適用された関数は、それぞれのピクセルの中の特化された非線形化回路を使用して、例えば、アクティブピクセルコンセプトの一部として実装され得る。ピクセル信号またはピクセル値の追加/一体化は、特定の関心領域または全体アレイのいずれかに関して、行われ得る。ピクセルまたは検出器は、スイッチを組み込むことが可能であり、関心領域がハードウェアに基づいて完全にまたは部分的に選択および一体化され得るようになっている。

【 0 2 4 6 】

本発明による検出器および他のデバイスおよび方法は、複数の重要な利点を提供する。したがって、非線形性は、用途の特定の要求に調整され得、フレームごとに個別に変化され得る。さらに、非線形化、加算、または評価のうちの1個または複数がソフトウェアに基づいて完全にまたは部分的に行われる場合には、特別なチップ開発は、一般的に必要とされない。さらに、ノイズは、一般的に、イメージャチップなどのような光学センサのノイズに限定され、また、場合によっては、数値ノイズに限定される。これは、非常に良好な信号対ノイズ比を与える。処理時間は、具体的には、加算工程のために必要とされる時間、例えば、自動的に較正された一体化のために必要とされる時間などに限定され得る。自動露出が利用可能でない場合には、処理は、依然として、すべてのピクセル信号の追加、または、フレームもしくは関心領域のピクセル信号のグループの追加に限定され得る。

【 0 2 4 7 】

全体的に、本発明の文脈において、以下の実施形態が、好適であるとみなされる。

【 0 2 4 8 】

実施形態1：少なくとも1個の対象物の位置を決定するための検出器であって、

- 対象物から検出器に向けて伝播する少なくとも1個の光ビームによって発生される少なくとも1個の光スポットを検出するように構成されている少なくとも1個の光学センサであって、ピクセルの少なくとも1つの行列を有しており、それぞれのピクセルは、光ビームによるピクセルの照射にตอบสนองして、少なくとも1つのピクセル信号 $s_{i,j}$ を発生させるように適合されている、少なくとも1個の光学センサと、

- すべてのピクセル i, j のピクセル信号 $s_{i,j}$ 、または、少なくとも1個のグループのピクセルのピクセル信号 $s_{i,j}$ を、非線形のピクセル信号 $s'_{i,j}$ に変換するように構成されている少なくとも1個の非線形化デバイスであって、非線形のピクセル信号 $s'_{i,j}$ は、それぞれ、それぞれのピクセルの照射のパワー $p_{i,j}$ の非線形関数である、少なくとも1個の非線形化デバイスと、

- すべてのピクセル i, j の非線形のピクセル信号 $s'_{i,j}$ 、または、少なくとも1個のグループのピクセルの非線形のピクセル信号 $s'_{i,j}$ を合計し、少なくとも1つの非線形の総和信号 $S' = \sum_{i,j} s'_{i,j}$ を発生させるように構成されている、少なくとも1個の加算デバイスと、

- 非線形の総和信号 S' を評価することによって、対象物の少なくとも1つの縦方向

座標 z を決定するように構成されている、少なくとも 1 個の評価デバイスとを含む、検出器。

【0249】

実施形態 2：実施形態 1 に記載の検出器であって、評価デバイスは、総和信号 S' と縦方向座標 z との間の少なくとも 1 つの所定の関係を使用することによって、対象物の少なくとも 1 つの縦方向座標 z を決定するように構成されている、検出器。

【0250】

実施形態 3：実施形態 2 に記載の検出器であって、所定の関係は、複数の縦方向座標に位置決めされている対象物に関する総和信号を記録することによって決定される経験的な関係、または、分析的な関係からなる群から選択される、検出器。

10

【0251】

実施形態 4：実施形態 3 に記載の検出器であって、所定の関係は、光ビームがガウシアン光ビームであるという仮定に基づく、検出器。

【0252】

実施形態 5：実施形態 1 から 4 のいずれか 1 個に記載の検出器であって、非線形化デバイスは、少なくとも 1 つの非線形関数 $g(s_{i,j})$ を非線形のピクセル信号に適用するように構成されており、ここで、 $s'_{i,j} = g(s_{i,j})$ であり、 i, j は、すべてのピクセル、または、ピクセルの少なくとも 1 個のグループを示している、検出器。

【0253】

実施形態 6：実施形態 5 に記載の検出器であって、非線形関数は、凸形関数；凹形関数；多項式関数；指数関数；対数関数；ルート関数；ガンマ補正関数からなる群から選択される、検出器。

20

【0254】

実施形態 7：実施形態 1 から 6 のいずれか 1 個に記載の検出器であって、非線形の総和信号 S' は、光学センサの照射の全体パワー、または、光ビームによるピクセルの少なくとも 1 個のグループの照射の全体パワー $P = \sum_{i,j} p_{i,j}$ と、光学センサの上の光ビームによって発生される光スポットのサイズ d との関数 $S'(P, d)$ であるように、検出器は構成されている、検出器。

【0255】

実施形態 8：実施形態 7 に記載の検出器であって、サイズ d は、光スポットの直径；光スポットの等価直径、光スポットのビームウエスト；光スポットのダブルビームウエスト；光スポットの強度の半値全幅からなる群から選択される、検出器。

30

【0256】

実施形態 9：実施形態 1 から 8 のいずれか 1 個に記載の検出器であって、検出器、具体的には、光学センサ、非線形化デバイス、加算デバイス、または評価デバイスのうちの 1 個または複数の、ピクセルの行列の中に少なくとも 1 個の関心領域を選択するように構成されており、関心領域の中のピクセルは、ピクセルの少なくとも 1 個のグループを形成している、検出器。

【0257】

実施形態 10：実施形態 9 に記載の検出器であって、複数のスイッチを含み、スイッチを使用することによって、選択を実施するように構成されている。

40

【0258】

実施形態 11：実施形態 1 から 10 のいずれか 1 個に記載の検出器であって、少なくとも所定の測定の範囲の中で、具体的には、光学センサおよび / またはそれぞれのピクセルの照射の強度の所定の範囲の中で、ピクセルのピクセル $s_{i,j}$ 信号が、それぞれのピクセルの照射のパワー $p_{i,j}$ の線形関数となるように、光学センサが構成されている、検出器。

【0259】

実施形態 12：実施形態 11 に記載の検出器であって、すべてのピクセル i, j のピクセル信号 $s_{i,j}$ 、または、ピクセルの少なくとも 1 個のグループのピクセル信号 $s_{i,j}$

50

の総和信号 $S = \sum_{i,j} s_{i,j}$ が、照射の全体パワー P の関数 $S(P)$ であり、光学センサの上の光ビームによって発生される光スポットのサイズ d から独立しているように、検出器が構成されている、検出器。

【0260】

実施形態13：実施形態12記載の検出器であって、総和信号 S を追加的に記録するように構成されている、検出器。

【0261】

実施形態14：実施形態13記載の検出器であって、評価デバイスは、総和信号 S を使用することによって、対象物の少なくとも1つの縦方向座標 z を決定するようにさらに構成されている、検出器。

10

【0262】

実施形態15：実施形態14記載の検出器であって、評価デバイスは、照射の全体パワー P に関する非線形の総和信号を正規化するために、総和信号 S を使用するように構成されている、検出器。

【0263】

実施形態16：実施形態1から15のいずれか1個に記載の検出器であって、非線形化デバイスは、少なくとも1個のハードウェアコンポーネント、好ましくは、プロセッサ、フィールドプログラマブルゲートアレイ、または特定用途向け集積回路のうちの少なくとも1つを含む、検出器。

【0264】

20

実施形態17：実施形態1から16のいずれか1個に記載の検出器であって、非線形化デバイスは、少なくとも部分的に、プロセッサの上で走るソフトウェアプログラム、具体的には、評価デバイスのプロセッサとして具現化されている、検出器。

【0265】

実施形態18：実施形態1から17のいずれか1個に記載の検出器であって、加算デバイスは、加算器；総和器；加算増幅器；アナログ量に関する加算器；デジタル量に関する加算器からなる群から選択される、少なくとも1個のハードウェアコンポーネントを含む、検出器。

【0266】

実施形態19：実施形態1から18のいずれか1個に記載の検出器であって、加算デバイスは、少なくとも部分的に、プロセッサの上で走るソフトウェアプログラム、具体的には、評価デバイスのプロセッサとして具現化されている、検出器。

30

【0267】

実施形態20：実施形態1から19のいずれか1個に記載の検出器であって、複数の光学センサを含む、検出器。

【0268】

実施形態21：実施形態20に記載の検出器であって、評価デバイスは、光学センサのうちの少なくとも2個の非線形の総和信号 S' を評価することによって、対象物の少なくとも1つの縦方向座標 z を決定するように構成されている、検出器。

【0269】

40

実施形態22：実施形態20または21に記載の検出器であって、光学センサのうちの少なくとも2個は、光ビームの少なくとも1個のビーム経路に沿って、異なる位置に位置決めされており、対象物と少なくとも2個の光学センサとの間の光路長さが同一でないようになっている、検出器。

【0270】

実施形態23：実施形態20から22のいずれか1個に記載の検出器であって、少なくとも2個の光学センサは、検出器の異なる部分的なビーム経路の中に位置決めされている、検出器。

【0271】

実施形態24：実施形態20から23のいずれか1個に記載の検出器であって、評価デ

50

バイスは、総和信号 S' と縦方向座標 z との関係の中での曖昧性を解消するために、光学センサのうちの少なくとも2個の非線形の総和信号 S' を使用するように構成されている、検出器。

【0272】

実施形態25：実施形態20から24のいずれか1個に記載の検出器であって、光学センサのうちの少なくとも2個は、異なるスペクトル感度を有しており、評価デバイスは、異なるスペクトル感度を有する光学センサのセンサ信号を比較することによって、光ビームの色を決定するように適合されている、検出器。

【0273】

実施形態26：実施形態1から25のいずれか1個に記載の検出器であって、光学センサは、少なくとも1個のカメラチップを含む、検出器。

10

【0274】

実施形態27：実施形態1から26のいずれか1個に記載の検出器であって、光学センサは、CCDデバイス、CMOSデバイス、光検出器アレイ、焦点面アレイ、またはボロメータアレイのうちの少なくとも1つを含む、検出器。

【0275】

実施形態28：実施形態1から27のいずれか1個に記載の検出器であって、ピクセルの行列は、少なくとも1個の行および複数の列のピクセルを有するか、または、複数の行および少なくとも1個の列のピクセルを有する、矩形行列である、検出器。

20

【0276】

実施形態29：実施形態28に記載の検出器であって、行列は、少なくとも10列、好ましくは、少なくとも100列を含み、行列は、少なくとも10行、好ましくは、少なくとも100行を含む、検出器。

【0277】

実施形態30：実施形態1から29のいずれか1個に記載の検出器であって、評価デバイスは、ピクセルの行列の上の光ビームの位置を決定することによって、対象物の少なくとも1つの横方向座標 x 、 y を決定するようにさらに適合されている、検出器。

【0278】

実施形態31：実施形態1から30のいずれか1個に記載の検出器であって、少なくとも1個の伝送デバイスをさらに含み、伝送デバイスは、光学センサの上に光ビームをガイドするように適合されている、検出器。

30

【0279】

実施形態32：実施形態31に記載の検出器であって、伝送デバイスは、少なくとも1個の焦点調整可能なレンズを含む、検出器。

【0280】

実施形態33：実施形態32に記載の検出器であって、検出器、具体的には、評価デバイスは、異なる対象物平面の中のイメージを記録するように構成されている、検出器。

【0281】

実施形態40：実施形態39に記載の検出器であって、

- ピクセルの少なくとも1個の第1のグループのピクセルの非線形のピクセル信号を合計することによって、および、それによって、少なくとも1個の第1の非線形の総和信号を発生させることによって、および、さらに、第1の非線形の総和信号を評価することによって、少なくとも1つの第1の縦方向座標において位置している対象物の少なくとも1個の第1の部分の少なくとも1つの第1の縦方向座標を決定するように構成されており、

40

- ピクセルの少なくとも1個の第2のグループのピクセルの非線形のピクセル信号を合計することによって、および、それによって、少なくとも1つの第2の非線形の総和信号を発生させることによって、および、さらに、第2の非線形の総和信号を評価することによって、少なくとも1つの第2の縦方向座標において位置している対象物の少なくとも1個の第2の部分の少なくとも1つの第2の縦方向座標を決定するようにさらに構成され

50

ている、検出器。

【0282】

実施形態35：実施形態32から34のいずれか1個に記載の検出器であって、検出器、具体的には、評価デバイスは、少なくとも1個の焦点調整可能なレンズの少なくとも2個の異なる調節において取得された結果を比較することによって、少なくとも1つの縦方向座標 z の決定における曖昧性を解消するように構成されている、検出器。

【0283】

実施形態36：実施形態31から35のいずれか1個に記載の検出器であって、少なくとも1個の伝送デバイスは、少なくとも1個のマルチレンズシステム、具体的には、レンズの少なくとも1個のアレイ、より具体的には、少なくとも1個のマイクロレンズアレイを含む、検出器。

10

【0284】

実施形態37：実施形態36に記載の検出器であって、光学センサのピクセルのグループは、マルチレンズシステムのレンズ、好ましくは、ピクセルの1個のグループを、マルチレンズシステムのそれぞれのレンズに割り当てられ、マルチレンズシステムのレンズを通過する光が、レンズに割り当てられたピクセルのそれぞれのグループのピクセルを照射するようになっている、検出器。

【0285】

実施形態38：実施形態36または37に記載の検出器であって、ライトフィールドカメラおよび/またはプレノプティックカメラのうち一方または両方として具現化される、検出器。

20

【0286】

実施形態45：少なくとも1個の移動可能な対象物の位置をトラッキングするためのトラッキングシステムであって、検出器システムを参照する実施形態42に記載の少なくとも1個の検出器システムを含み、少なくとも1個のトラックコントローラをさらに含み、トラックコントローラは、特定の時点における対象物の一連の位置をトラッキングするように適合されている、トラッキングシステム。

【0287】

実施形態46：少なくとも1個の対象物の少なくとも1個の位置を決定するためのスキャニングシステムであって、検出器に関する実施形態1から41のいずれか1個に記載の少なくとも1個の検出器を含み、少なくとも1個の対象物の少なくとも1個の表面に位置する少なくとも1個のドットの照射のために構成されている少なくとも1個の光ビームを放出するように適合されている少なくとも1個の照射源をさらに含み、少なくとも1個の検出器を使用することによって、少なくとも1個のドットとスキャニングシステムとの間の距離についての少なくとも1つの情報を発生させるように設計されている、スキャニングシステム。

30

【0288】

実施形態47：少なくとも1個の対象物をイメージングするためのカメラであって、検出器を参照する実施形態1から41のいずれか1個に記載の少なくとも1個の検出器を含む、カメラ。

40

【0289】

実施形態42：少なくとも1個の対象物の位置を決定するための検出器システムであって、実施形態1から41までのいずれか1個に記載の少なくとも1個の検出器を含み、少なくとも1個の光ビームを検出器に向けて方向付けするように適合されている少なくとも1個のビーコンデバイスをさらに含み、ビーコンデバイスは、対象物に取り付け可能であること、対象物によって保持可能であること、および、対象物の中へ一体化可能であることのうちの少なくとも1個になっている、検出器システム。

【0290】

実施形態43：少なくとも1つの情報をユーザとマシンとの間で交換するためのヒューマンマシンインターフェースであって、実施形態42に記載の少なくとも1個の検出器シ

50

システムを含み、少なくとも1個のビーコンデバイスは、直接的または間接的のうちの少なくとも1個によって、ユーザに取り付けられてユーザによって保持されるように適合されており、ヒューマンマシンインターフェースは、検出器システムによってユーザの少なくとも1つの位置を決定するように設計されており、ヒューマンマシンインターフェースは、少なくとも1つの情報を位置に割り当てるように設計されている、ヒューマンマシンインターフェース。

【0291】

実施形態50：検出器に関する実施形態1から41のいずれか1個に記載の検出器の使用であって、交通技術における位置測定；エンターテインメントの用途；セキュリティの用途；監視の用途；安全の用途；ヒューマンマシンインターフェースの用途；トラッキングの用途；写真撮影の用途；少なくとも1個の飛行時間検出器との組み合わせの使用；構造化された光源との組み合わせの使用；ステレオカメラとの組み合わせの使用；マシンビジョンの用途；ロボットの用途；品質制御の用途；製造の用途；構造化された照射源との組み合わせの使用；ステレオカメラとの組み合わせの使用からなる群から選択された使用の目的のための、検出器の使用。

10

【0292】

実施形態45：少なくとも1個の移動可能な対象物の位置をトラッキングするためのトラッキングシステムであって、検出器システムを参照する実施形態1から44のいずれか1個に記載の少なくとも1個の検出器システムを含み、少なくとも1個のトラックコントローラをさらに含み、トラックコントローラは、特定の時点における対象物の一連の位置をトラッキングするように適合されている、トラッキングシステム。

20

【0293】

実施形態46：少なくとも1個の対象物の少なくとも1個の位置を決定するためのスキャニングシステムであって、検出器に関する実施形態1から45のいずれか1個に記載の少なくとも1個の検出器を含み、少なくとも1個の対象物の少なくとも1個の表面に位置する少なくとも1個のドットの照射のために構成されている少なくとも1個の光ビームを放出するように適合されている少なくとも1個の照射源をさらに含み、少なくとも1個の検出器を使用することによって、少なくとも1個のドットとスキャニングシステムとの間の距離についての少なくとも1つの情報を発生させるように設計されている、スキャニングシステム。

30

【0294】

実施形態47：少なくとも1個の対象物をイメージングするためのカメラであって、検出器を参照する実施形態1から46のいずれか1個に記載の少なくとも1個の光学検出器を含む、カメラ。

【0295】

実施形態48：検出器を使用することによって少なくとも1個の対象物の位置を決定するための方法であって、

- 検出器の少なくとも1個の光学センサを使用することによって、対象物から検出器に向けて伝播する少なくとも1個の光ビームによって発生される少なくとも1個の光スポットを検出することを含み、光学センサは、ピクセルの少なくとも1つの行列を有しており、それぞれのピクセルは、光ビームによるピクセルの照射にตอบสนองして、少なくとも1つのピクセル信号 $s_{i,j}$ を発生させる、少なくとも1つの検出工程と、

40

- 具体的には検出器の少なくとも1個の非線形化デバイスを使用することによって、すべてのピクセル i, j のピクセル信号 $s_{i,j}$ 、または、少なくとも1個のグループのピクセルのピクセル信号 $s_{i,j}$ を、非線形のピクセル信号 $s'_{i,j}$ に変換することを含み、非線形のピクセル信号 $s'_{i,j}$ は、それぞれ、それぞれのピクセルの照射のパワー $p_{i,j}$ の非線形関数である、少なくとも1つの非線形化工程と、

- 具体的には検出器の少なくとも1個の加算デバイスを使用することによって、すべてのピクセル i, j の非線形のピクセル信号 $s'_{i,j}$ 、または、少なくとも1個のグル

50

ープのピクセルの非線形のピクセル信号 $s'_{i,j}$ を合計すること、および、少なくとも 1 つの非線形の総和信号 $S' = \sum_{i,j} s'_{i,j}$ を発生させることを含む、少なくとも 1 つの加算工程と、

- 具体的には検出器の少なくとも 1 個の評価デバイスを使用することによって、非線形の総和信号 S' を評価することによって、対象物の少なくとも 1 つの縦方向座標 z を決定することを含む、少なくとも 1 つの評価工程とを含む、方法。

【0296】

実施形態 49：実施形態 48 に記載の方法であって、検出器を参照する実施形態 1 から 42 のいずれか 1 個に記載の検出器が使用される、方法。

【0297】

実施形態 50：検出器に関する実施形態 1 から 42 のいずれか 1 個に記載の検出器の使用であって、交通技術における位置測定；エンターテインメントの用途；セキュリティの用途；監視の用途；安全の用途；ヒューマンマシンインターフェースの用途；トラッキングの用途；写真撮影の用途；少なくとも 1 個の飛行時間検出器との組み合わせの使用；構造化された光源との組み合わせの使用；ステレオカメラとの組み合わせの使用；マシンビジョンの用途；ロボットの用途；品質制御の用途；製造の用途；構造化された照射源との組み合わせの使用；ステレオカメラとの組み合わせの使用からなる群から選択された使用の目的のための、検出器の使用。

【0298】

本発明のさらなる任意の詳細および特徴は、従属請求項に関連して下記に続く好適な例示的な実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、いくつかの組み合わせで実装され得る。本発明は、例示的な実施形態に限定されない。例示的な実施形態は、図の中に概略的に示されている。個々の図における同一の参照番号は、同一の要素、もしくは、同一の機能を備える要素、または、それらの機能に関して互に対応している要素を表している。

【図面の簡単な説明】

【0299】

【図 1】本発明による、検出器、検出器システム、ヒューマンマシンインターフェース、エンターテインメントデバイス、およびトラッキングシステムの例示的な実施形態を示す図である。

【図 2】本発明による検出器の例示的な実施形態を示す図である。

【図 3 A】線形のセンサ信号の例を示す図である。

【図 3 B】非線形のセンサ信号の例を示す図である。

【図 4 A】ライトフィールドカメラおよびプレノプティックカメラの異なる焦点状況を示す図である。

【図 4 B】ライトフィールドカメラおよびプレノプティックカメラの異なる焦点状況を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0300】

例示的な実施形態

図 1 は、複数の光学センサ 112 を有する、検出器 110 の例示的な実施形態を、非常に概略的な図で示している。検出器 110 は、具体的には、カメラ 111 として具現化され得、または、カメラ 111 の一部であることが可能である。カメラ 111 は、イメージングに関して、具体的には、3D イメージングに関して作製され得、また、静止イメージ、および/または、デジタルビデオクリップなどのような、イメージシーケンスを獲得するために作製され得る。他の実施形態も実行可能である。図 1 は、検出器システム 114 の実施形態をさらに示しており、それは、少なくとも 1 個の検出器 110 の他に、1 個または複数のピーコンデバイス 116 を含み、1 個または複数のピーコンデバイス 116 は、この例示的な実施形態では、対象物 118 に取り付けられており、および/または、対

10

20

30

40

50

象物 1 1 8 に一体化されており、対象物 1 1 8 の位置は、検出器 1 1 0 を使用することによって検出されるべきである。図 1 は、ヒューマンマシンインターフェース 1 2 0 の例示的な実施形態をさらに示しており、それは、少なくとも 1 個の検出器システム 1 1 4 を含み、また、エンターテイメントデバイス 1 2 2 をさらに含み、エンターテイメントデバイス 1 2 2 は、ヒューマンマシンインターフェース 1 2 0 を含む。図は、対象物 1 1 8 の位置をトラッキングするためのトラッキングシステム 1 2 4 の実施形態をさらに示しており、それは、検出器システム 1 1 4 を含む。デバイスおよびシステムのコンポーネントは、さらに詳細に以下に説明されるはずである。

【0301】

図は、少なくとも 1 個の対象物 1 1 8 の少なくとも 1 つの位置を決定するためのスキャニングシステム 1 2 7 の例示的な実施形態をさらに示している。スキャニングシステム 1 2 7 は、少なくとも 1 個の検出器 1 1 0 を含み、また、少なくとも 1 個の照射源 1 2 9 をさらに含み、少なくとも 1 個の照射源 1 2 9 は、少なくとも 1 個の光ビーム 1 5 0 を放出するように適合されており、少なくとも 1 個の光ビーム 1 5 0 は、少なくとも 1 個の対象物 1 1 8 の少なくとも 1 個の表面に位置している少なくとも 1 個のドット（例えば、ビーコンデバイス 1 1 6 の位置のうちの 1 つまたは複数の上に位置しているドット）を照射するために構成されている。スキャニングシステム 1 2 7 は、少なくとも 1 個の検出器 1 1 0 を使用することによって、少なくとも 1 個のドットとスキャニングシステム 1 2 7、具体的には、検出器 1 1 0 との間の距離についての少なくとも 1 つの情報を発生させるように設計されている。

【0302】

図 1 のセットアップの中に使用され得る検出器 1 1 0 の例示的な実施形態が、図 2 に示されている。以下では、両方の図が、関連して説明されることになる。

【0303】

検出器 1 1 0 は、1 個または複数の光学センサ 1 1 2 の他に、少なくとも 1 個の非線形化デバイス 1 2 3、少なくとも 1 個の加算デバイス 1 2 5、および少なくとも 1 個の評価デバイス 1 2 6 を含み、それらのすべての機能が、さらに詳細に下記に説明されることになる。非線形化デバイス 1 2 3 および / または加算デバイス 1 2 5 は、光学センサ 1 1 2 のうちの 1 個、2 個以上、または、すべて、もしくは、さらにはそれぞれに、完全にまたは部分的に一体化され得る。追加的にまたは代替的に、図 1 の中の破線によって示されているように、非線形化デバイス 1 2 3 および / または加算デバイス 1 2 5 は、少なくとも 1 個の評価デバイス 1 2 6 に完全にまたは部分的に一体化され得る。さらに、追加的にまたは代替的に、デバイス 1 2 3 および / または 1 2 5 は、独立したコンポーネントとして、完全にまたは部分的に具現化され得る。

【0304】

2 個以上のコンポーネントを完全にまたは部分的に組み合わせることの上述の可能性の他に、1 個または複数の光学センサ 1 1 2、非線形化デバイス 1 2 3、1 個または複数の加算デバイス、および、1 個または複数の評価デバイスのうちの 1 個または複数が、図 1 および図 2 に象徴的に示されているように、1 個もしくは複数のコネクタ 1 2 8 および / または 1 個もしくは複数のインターフェースによって相互接続され得る。さらに、任意の少なくとも 1 個のコネクタ 1 2 8 は、センサ信号を修正または事前処理するために、1 個もしくは複数のドライバおよび / または 1 個もしくは複数のデバイスを含むことが可能である。さらに、少なくとも 1 個の任意のコネクタ 1 2 8 を使用する代わりに、評価デバイス 1 2 6 は、光学センサ 1 1 2 に、および / または、検出器 1 1 0 のハウジング 1 3 0 に、完全にまたは部分的に一体化され得る。追加的にまたは代替的に、評価デバイス 1 2 6 は、別々のデバイスとして、完全にまたは部分的に設計され得る。

【0305】

この例示的な実施形態では、対象物 1 1 8（その位置は検出され得る）は、スポーツ用品として設計され得、および / または、コントロールエレメント 1 3 2 を形成することが可能であり、その位置は、ユーザ 1 3 4 によって操作され得る。例として、対象物 1 1 8

は、バット、ラケット、クラブ、または、任意の他のスポーツ用品および／もしくは擬似スポーツ用品であることが可能であり、または、それらを含むことが可能である。他のタイプの対象物 1 1 8 も可能である。さらに、ユーザ 1 3 4 自身は、対象物 1 1 8 として考えられ得、その位置は、検出されるべきである。

【 0 3 0 6 】

上記に概説されているように、検出器 1 1 0 は、複数の光学センサ 1 1 2 を含む。光学センサ 1 1 2 は、検出器 1 1 0 のハウジング 1 3 0 の内側に位置し得る。さらに、少なくとも 1 個の伝送デバイス 1 3 6 が含まれ得、それは、例えば、1 個または複数の光学的なシステムなどであり、好ましくは、1 個または複数のレンズ 1 3 8 を含む。上記に概説されているように、少なくとも 1 個のレンズ 1 3 8 は、具体的には、少なくとも 1 個の焦点調整可能なレンズ 1 3 9 であることが可能であり、または、任意にそれを含むことが可能である。

10

【 0 3 0 7 】

ハウジング 1 3 0 の内側の開口部 1 4 0 は、好ましくは、検出器 1 1 0 の光学軸 1 4 2 に関して同心円状に位置しており、それは、好ましくは、検出器 1 1 0 の視線の方向 1 4 4 を画定している。座標系 1 4 6 が定義され得、座標系 1 4 6 では、光学軸 1 4 2 に対して平行または逆平行の方向は、縦方向として定義され、一方、光学軸 1 4 2 に対して垂直な方向は、横方向として定義され得る。図 1 に象徴的に示されている座標系 1 4 6 では、縦方向は、z によって示されており、横方向は、それぞれ、x および y によって示されている。他のタイプの座標系 1 4 6 も実行可能である。

20

【 0 3 0 8 】

検出器 1 1 0 は、光学センサ 1 1 2 の 1 個または複数を含むことが可能である。好ましくは、図 1 に示されているように、複数の光学センサ 1 1 2 が含まれており、複数の光学センサ 1 1 2 は、例として、図 1 に示されているように、異なる部分的なビーム経路 1 4 7 の中に位置し得、ビーム経路 1 4 7 は、1 個または複数のビームスプリッティングデバイス 1 4 8 によってスプリットされ得る。しかし、2 個以上の光学センサ 1 1 2 のスタックされた構成などのような、他のオプションも実行可能であることが留意されるべきである。さらに、光学センサ 1 1 2 の異なる数を有する実施形態が実行可能である。さらに、追加的にまたは代替的に、詳細に上記に議論されているように、少なくとも 1 個の焦点調整可能なレンズ 1 3 9 を使用することによって、ビーム経路のスプリッティングが回避され得、依然として曖昧性を解消することを可能にする。

30

【 0 3 0 9 】

1 個または複数の光ビーム 1 5 0 は、対象物 1 1 8 から、および／または、ビーコンデバイス 1 1 6 のうちの 1 個または複数から、検出器 1 1 0 に向けて伝播している。検出器 1 1 0 は、少なくとも 1 個の対象物 1 1 8 の位置を決定するように適合されている。この目的のために、図 2 に関連して説明されることになるように、および、図 2 に示されている光学センサ 1 1 2 のうちの 1 個の例示的な実施形態に関連して説明されることになるように、光学センサ 1 1 2 のそれぞれは、ピクセル 1 5 4 の行列 1 5 2 を含む。この例示的な実施形態では、行列 1 5 2 は、矩形行列であり、矩形行列の中において、ピクセル 1 5 4 が、図 2 に示されている座標系 1 4 6 によって象徴的に示されているように、x 次元の行および y 次元の列で配置されている。行列 1 5 2 の平面は、検出器 1 1 0 の光学軸 1 4 2 に対して垂直であり得、したがって、縦方向座標 z に対して垂直であり得る。しかし、非平面的な光学センサ 1 1 2 を有する実施形態、および／または、ピクセル 1 5 4 の非矩形の行列を有する実施形態などのような、他の実施形態も実行可能である。

40

【 0 3 1 0 】

検出器 1 1 0 は、対象物 1 1 8 の位置を決定するように適合されており、光学センサ 1 1 2 は、対象物 1 1 8 から検出器 1 1 0 に向けて伝播する、具体的には、ビーコンデバイス 1 1 6 のうちの 1 個または複数から伝播する光ビーム 1 5 0 を検出するように適合されている。光ビーム 1 5 0 は、直接的に、および／または、例えば、レンズ 1 3 8 によって焦点を合わせられるなど、伝送デバイス 1 3 6 によって修正された後に、光学センサ 1 1

50

2のセンサ表面の上に、または、光学センサ112のそれぞれのセンサ表面の上に、光スポット156を生成させる。ピクセル154のそれぞれは、光ビームによるピクセルの照射に応答して、個々のピクセル信号 $s_{i,j}$ を発生させるように適合されており、それは、それぞれのピクセル154の照射の強度またはパワーを表している。そこでは、ピクセル154のすべてに関するピクセル信号、または、単に1個または複数のグループのピクセル154に関するピクセル信号が、発生され得る。ピクセル信号は、例えば多重化方式などで、同時にまたは連続的に発生され得る。

【0311】

図3Aに象徴的に示されているように、ピクセル信号 $s_{i,j}$ は、具体的には、線形のピクセル信号であることが可能であり、すなわち、少なくとも特定の程度まで、または、許容差内で、および/または、測定の特定の範囲の中で(図3Aの中の参照数字158によって象徴的に示されている)、線形のピクセル信号であり、すなわち、上記の等式(1)にしたがうピクセル信号である、ピクセル信号であることが可能である。例として、測定の範囲内において、20%以下の、好ましくは、10%以下の、より好ましくは、5%以下の、または、さらには2%以下の、等式(1)による線形の挙動からの偏差が、依然として許容可能であり得る。

【0312】

図2に示されているように、ピクセル信号 $s_{i,j}$ は、部分的にまたは完全に、少なくとも1個の非線形化デバイス123の中へ給送され、すなわち、ピクセル信号のすべて、または、少なくとも1個のグループのピクセル信号が給送される。その場合には、少なくとも1個の個々の非線形化デバイス123は、ピクセル154のそれぞれに関して提供され得、または、ピクセルのうちの2個以上、もしくは、さらにはすべてが、共通の非線形化デバイス123を共有することが可能である。図3Bに示されているように、非線形化デバイス123は、少なくとも測定の範囲158の中において、線形のピクセル信号 $s_{i,j}$ を非線形のピクセル信号 $s'_{i,j}$ に変換する。したがって、等式(1')の文脈において上記に説明されているように、例えば、光学センサおよびディスプレイの中のガンマ補正において知られているように、指数関数、多項式関数、対数関数、または、他の非線形関数が、使用され得る。

【0313】

図2にさらに示されているように、1個または複数の非線形化デバイス123によって発生される非線形のピクセル信号 $s'_{i,j}$ は、少なくとも1個の加算デバイス125の中へ連続的に給送される。上記に説明されているように、ピクセル154のすべてに関して、または、1個もしくは複数のグループのピクセル154に関して、例えば、1個または複数の関心領域などに関して、加算が起こることが可能である。等式(2')の文脈において上記にさらに概説されているように、非線形の総和信号 S' が、少なくとも1個の加算デバイス125によって発生され、それは、照射の合計パワー P のおよび光スポット156のサイズ d の非線形関数 $f(P, d)$ である。非線形関数 $f(P, d)$ は、経験的に、分析的に、または半分析的に導出され得る。したがって、 f の経験的な決定に関する例として、非線形の総和信号 S' が、複数のビーム幅 d に関して記録され得、また、ルックアップテーブルが発生され得る。したがって、 S' を導出することによって、 d が決定され得る。それによって、ガウシアン関係(4)などのような公知のビーム伝播特性を使用することによって、縦方向座標 z が導出され得る。代替的に、例えば、対象物118と検出器110との間の異なる距離 z を用いた複数の実験において非線形の総和信号 S' を記録することなどによって、ルックアップテーブルまたは同様の関係が、非線形の総和信号 S' および縦方向座標 z に関して直接的に決定され得る。繰り返しになるが、代替的に、例えば、ガウシアンビーム伝播等式を評価することなどによって、分析的な関係が決定され得る。

【0314】

縦方向座標 z の決定は、図2に象徴的に示されているように、縦方向評価デバイス160によって実施され得る。追加的に、任意に、少なくとも1つの横方向座標を決定するた

10

20

30

40

50

めに、線形のセンサ信号 $s_{i,j}$ の評価が実施され得る。したがって、例えば、図 2 に示されているように座標 i_{max} および / または j_{max} を決定することなどによって、光スポット 156 の中心が決定され得る。この決定は、単にセンサ信号を比較して最大を決定することによって実施され得る。少なくとも 1 個の横方向評価デバイス 162 を使用することによって、および、行列 152 の上の光スポット 156 の位置と対象物 118 の横方向位置との間の公知の関係をさらに使用することによって、対象物 118 の横方向位置が導出され得る。繰り返しになるが、例えば、伝送デバイス 136 のレンズ等式を使用するなどによって、および / または、光スポット 156 の位置と対象物の横方向位置との間の経験的なまたは半経験的な相関関係を使用することなどによって、後者の関係は、所定の関係または決定可能な関係であることが可能である。

10

【0315】

縦方向評価デバイス 160 および少なくとも 1 個の任意の横方向評価デバイス 162 は、評価デバイス 126 の一部であることが可能である。検出器 110 は、図 2 に示されているように、例えば、非線形の総和信号 S' に加えて、線形のセンサ信号 $s_{i,j}$ を評価デバイス 126 に直接的に提供するように適合され得る。

【0316】

図 2 にも示されているさらなるオプションとして、検出器 110 は、上述の少なくとも 1 つの線形の総和信号 S を生成させるようにセットアップされ得る。この目的のために、検出器 110 は、少なくとも 1 個の追加的な加算デバイス 164 を含むことが可能であり、少なくとも 1 個の追加的な加算デバイス 164 は、センサ信号 $s_{i,j}$ のすべてから、または、少なくとも 1 個のグループのこれらのセンサ信号から、上記の等式 (2) にしたがって線形の総和信号 S を発生させるように適合され得る。図 2 に示されているように、例えば、照射の合計パワー P を正規化するために、および、評価を光源のパワーから独立したものにするために、例えば、1 個または複数のピーコンデバイス 116 に一体化された 1 個または複数の光源のパワーなどから独立したものにするために、線形の総和信号 S が、例えば、縦方向評価デバイス 160 に提供され得る。追加的におよび任意に、横方向評価デバイス 162 は、線形の総和信号 S によって提供されるこの追加的な情報を使用することが可能である。

20

【0317】

上記に概説されているように、検出器 110 を使用することによる、対象物 118 および / またはその一部の位置の決定は、ヒューマンマシンインターフェース 120 を提供するために使用され得、マシン 166 への少なくとも 1 つの情報を提供することになっている。図 1 に概略的に示されている実施形態では、マシン 166 は、コンピュータであることが可能である、および / またはコンピュータを含むことが可能である。他の実施形態も実行可能である。評価デバイス 126 はさらに、マシン 166、例えばコンピュータなどに完全にもしくは部分的に一体化され得る。

30

【0318】

上記に概説されているように、図 1 は、また、トラッキングシステム 124 の例を示しており、トラッキングシステム 124 は、少なくとも 1 個の対象物 118 の位置をトラッキングするように構成されている。トラッキングシステム 124 は、検出器 110 および少なくとも 1 個のトラックコントローラ 168 を含む。トラックコントローラは、特定の時点における対象物 118 の一連の位置をトラッキングするように適合され得る。トラックコントローラ 172 は、独立したデバイスであることが可能であり、および / または、マシン 166 のコンピュータの一部を完全にまたは部分的に形成することが可能である。

40

【0319】

同様に、上記に概説されているように、ヒューマンマシンインターフェース 120 は、エンターテインメントデバイス 122 の一部を形成することが可能である。また、マシン 166、具体的には、コンピュータは、エンターテインメントデバイス 122 の一部を形成することが可能である。したがって、ユーザ 134 が対象物 118 として機能することによって、および / または、ユーザ 134 が対象物 118 として機能する制御デバイス 132

50

を取り扱うことによって、ユーザ 134 は、少なくとも 1 つの制御コマンドなどのような、少なくとも 1 つの情報を、コンピュータの中へ入力し、それによって、エンターテイメント機能を変化させることが可能であり、例えば、コンピュータゲームの進行を制御することなどが可能である。

【0320】

上記に概説されているように、検出器 110 は、少なくとも 1 個の伝送デバイス 136 を含むことが可能であり、少なくとも 1 個の伝送デバイス 136 は、1 個または複数のレンズ 138 を含むことが可能である。図 4 A および図 4 B に示されているさらなる例示的な実施形態では、伝送デバイス 136 は、マルチレンズシステム 170、具体的には、レンズのアレイ 172、より具体的には、マイクロレンズアレイ 174 を含むことが可能である。図 4 A および図 4 B に示されているように、マイクロレンズアレイ 174 は、光学センサ 112 の上、下、または隣に位置し得、光学センサ 112 は、例えば、少なくとも 1 個の CCD および / または少なくとも 1 個の CMOS センサおよび / または少なくとも 1 個の他の種類のイメージングセンサであることが可能であり、または、それを含むことが可能である。それに加えて、検出器 110 は、少なくとも 1 個の追加的なレンズ 138、例えば、少なくとも 1 個のメインレンズ 176 などを含むことが可能である。

【0321】

このセットアップまたは同様のセットアップを使用することによって、ライトフィールドカメラ 178 および / またはプレノプティックカメラ 180 が実現化され得る。図 4 A および図 4 B では、明確化の目的のために、および、基本原理の以下の説明のために、伝送デバイス 136 および光学センサ 112 だけが示されている。ライトフィールドカメラ 178 および / またはプレノプティックカメラ 180 は、図 1 および / または図 2 に示されているような残りのコンポーネント、例えば、非線形化デバイス 123、加算デバイス 125、評価デバイス 126、および、任意に、さらなるコンポーネントなどを追加的に含むことが可能である。また、ライトフィールドカメラ 178 および / またはプレノプティックカメラ 180 は、検出器システム 114、ヒューマンマシンインターフェース 120、エンターテイメントデバイス 122、トラッキングシステム 124、スキャニングシステム 127、または他のアプリケーションのうちの 1 個または複数の中へ実装され得る。

【0322】

ライトフィールドカメラ 178 および / またはプレノプティックカメラ 180 の基本原理に関して、C. Hahne による上述の出願、および、<http://www.plenoptic.info/pages/refocusing.html> が参照され得る。図 4 A および図 4 B は、後者から出典された。しかし、それに加えて、本発明による評価が起こるべきであり、それは、上記では、「ソフトウェア F i P 効果」の使用と称された。したがって、具体的には、上記に概説されているように、光学センサ 112 のセンサ信号は、少なくとも 1 個の非線形化デバイス 123 によって、少なくとも 1 つの非線形化工程を受けることになり得、少なくとも 1 個の加算デバイス 125 を使用することによって、少なくとも 1 つの加算工程を受けることになり得、少なくとも 1 個の評価デバイス 126 を使用することによって、少なくとも 1 つの評価工程を受けることになり得、デバイス 123、125、および 126 は、簡単化の目的のために、図 4 A および図 4 B には示されていない。

【0323】

図 4 A では、対象物 118 のパーツ 182 (対象物 118 の一部分とも称される) が位置決めされ、このパーツ 182 がメインレンズ 176 によってちょうどマイクロレンズアレイ 174 の上にイメージ化されるようになっている状況が示されている。例として、このパーツ 182 は、ピーコングデバイス 116 であることが可能である。図 4 A では、対象物平面が、参照数字 184 によって示されている。メインレンズ 176 の焦点面は、参照数字 186 によって示されている。さらに、イメージ平面 (対象物平面 184 がメインレンズ 176 によってその中にイメージ化される) は、参照数字 188 によって示されてい

る。

【0324】

図4Aに示されているこの焦点状況では、イメージ平面188は、マイクロレンズ平面190と一致しており、マイクロレンズ平面190の中に、マルチレンズシステム170が位置決めされている。この単純化されたセットアップでは、好適な例として、平面184、186、188、および190、ならびに、メインレンズ176が、光学軸142に対して本質的に垂直に配向されている。しかし、他の実施形態も実行可能であることが留意されるべきである。

【0325】

図4Aにおいて見るように、光ビーム150の光線は、マルチレンズシステム170のレンズ138のうちの1個の上に焦点を合わせられる。この単純化された例では、最上部レンズ138が照射されている。この最上部レンズ138は、イメージセンサ112の照射されている領域192の上に光ビーム150の焦点を合わせている。この照射されている領域192のピクセル154は、ピクセルの第1のグループ194を形成している。非線形化および加算が、ピクセル154の第1のグループ194のピクセル信号にわたって実施される。同様に、マルチレンズシステム170の他のレンズ138は、他の第1のグループ194を画定し、マルチレンズシステム170が、第1の複数のピクセル154のグループ196を画定するようになっている。第1のグループ194のそれぞれに関して、本発明による評価が起こることが可能であり、それによって、対象物118の縦方向座標z、および/または、対象物118のパーツ182、例えば、ビーコンデバイス116などの縦方向座標zを発生させる。

【0326】

しかし、ライトフィールドカメラ178および/またはプレノプティックカメラ180は、また、焦点を再び合わせるように構成され得、したがって、イメージを記録するように、および/または、他の対象物平面184の中の対象物118の縦方向座標、および/または、対象物118の1個もしくは複数のパーツ182の縦方向座標を決定するように構成され得る。焦点を再び合わせるこのプロセスは、同時に、または、異なる平面の中のイメージングプロセスに連続的に、起こることが可能である。これは、さらに詳細に下記に概説されることになるように、および、上述の文献の中に説明されているように、焦点を再び合わせることは、機械的なパーツを移動させることまたはレンズを変化させることに関するプロセスというよりも、ソフトウェアまたは評価プロセスとして、主に定義され得るという事実起因している。

【0327】

したがって、図4Bでは、対象物平面184が焦点面186のより近くに移動している状況が示されている。結果的に、イメージング平面188は、マイクロレンズ平面190から離れるように移動している。したがって、光学センサ112の上の光ビーム150によって発生される光スポット156の幅が広がり、したがって、照射されている領域192の幅が広がる。照射されている領域192のピクセル154は、ピクセル154の少なくとも1個の第2のグループ198を画定しており、それは、図4Aの中の第1のグループ194よりも大きい。ピクセル154の行列152を第2のグループ198に細分化することによって、第2の複数のピクセルのグループ200が画定されている。繰り返しになるが、上述の非線形化および加算が、それぞれの第2のグループ198の中で起こり、それによって、第2のグループ198に関する縦方向座標を決定する。

【0328】

結果的に、ピクセル154のグループを再定義することによって、検出器110の焦点を再び合わせることが起こることが可能である。さらなる詳細に関して、具体的には、焦点を再び合わせるこのアルゴリズムに関して、C. Hahneらによる上述の刊行物のうちの1個または複数、および、<http://www.plenoptic.info/pages/refocusing.html>が参照され得る。

【0329】

10

20

30

40

50

ライトフィールドカメラ 178 または プレノプティックカメラ 180 は、マイクロレンズによって、異なる焦点面の中にイメージを同時に記録することが可能である。記録された情報は、ソフトウェア F i P 評価とも称される、本発明による評価のための入力として直接的に使用され得る。ライトフィールドカメラ 178 または プレノプティックカメラ 180 のオブティクス、具体的には、伝送デバイス 136 は、上述のメインレンズ 176 のうちの 1 個または複数を含むことが可能である。イメージを記録する間に、対象物平面 184 の中の 1 個または複数の対象物 118 は、焦点の合った状態になっていることが可能であり、図 4 A に示されているように、および、上記に説明されているように、イメージ平面 188 がマイクロレンズ平面 190 と一致するようになっている。それぞれのマイクロレンズの下のパixelの非線形のセンサピクセル信号、すなわち、非線形化工程の後のピクセル信号を加算することによって、イメージが取得され得る。換言すれば、イメージピクセル強度は、1 個のマイクロレンズの下のパixelの非線形のセンサピクセル強度の総和によって与えられ得る。イメージ分解能は、マイクロレンズの数と同一であることが可能である。異なる対象物平面 184 にイメージの焦点を再び合わせるために、上記に概説されているように、再グループ化が起こることが可能である。したがって、異なるセンサピクセルがグループ化され得、非線形のセンサ信号は、イメージピクセル強度を取得するために加算され得る。具体的には、マルチレンズシステム 170 のそれぞれのレンズ 138 を通過する中心光線が、図 4 B に示されているように、新しいイメージ平面 188 と一致するように、グループ 194、198 が選ばれ得る。

【0330】

それぞれのイメージの分解能は、マルチレンズシステム 170 の中のレンズ 138 の数、具体的には、マイクロレンズアレイ 174 の中のマイクロレンズの数に等しいことが可能である。記録されイメージから直接的に抽出され得る異なるイメージの数は、1 個のマイクロレンズの下のパixel 154 の数に等しいことが可能である。

【0331】

「ソフトウェア - F i P - システム」は、ソフトウェアおよび/またはハードウェアを使用し、CMOS または CCD の線形のピクセル信号を非線形のピクセル信号の総和に変換し、F i P 信号を取得することが可能である。ライトフィールドカメラ 178 は、ソフトウェアおよび/またはハードウェアを使用し、マイクロレンズの下のパixel信号をピクセル信号の線形の総和に変換し、異なる焦点平面または視野角においてイメージを取得することが可能である。追加的にまたは代替的に、本発明によって提案されるように、異なる焦点面の中の F i P 信号を取得するために、ピクセル信号を非線形することによって、および、これらの非線形のピクセル信号を加算することによって、ライトフィールドカメラ 178 の加算手順が、非線形で起こることが可能である。

【0332】

ライトフィールドカメラ 178 のセットアップは、C. H a h n e らによって開示されている従来のプレノプティックカメラと比較して、ハードウェア側において、F i P カメラとして使用するように最適化され得る。したがって、本発明の目的のために、イメージ分解能が増加され得、一方、2 個の焦点面だけで十分であり得る。したがって、マルチレンズシステム 170 のレンズ 138 の数、例えば、マイクロレンズの数などが増加され得、一方、1 個のレンズの下のパixel 154 の数が減少され得る。さらに、ソフトウェア F i P 評価に関して、F i P 信号が、2 個の固定された焦点面において計算され得る。したがって、ソフトウェアが最適化され得る。ソフトウェア F i P 効果、具体的には、非線形の総和信号を形成する加算工程は、具体的には、ライトフィールドカメラのケースでは、完全なまたは部分的なソフトウェア現実化に対して追加的にまたは代替的に、ハードウェアによって完全にまたは部分的に容易に実装され得る。その理由は、ピクセルのグループが、2 個以上の平面において、固定されて実装され、事前に決定され得るからである。

【0333】

マイクロレンズベースのライトフィールドカメラ 178 を、本発明において提案されて

いるような方法およびデバイスと組み合わせることは、一般的に、光学的なセットアップの簡単化につながる可能性がある。したがって、例えば、図 1 のセットアップと比較して、1 個だけの光路が、一般的に必要である。しかし、他のセットアップも実行可能であり、具体的には、複数のビーム経路および / または 1 個または複数のスプリットビーム経路を有するセットアップも実行可能であることが留意されるべきである。

【符号の説明】

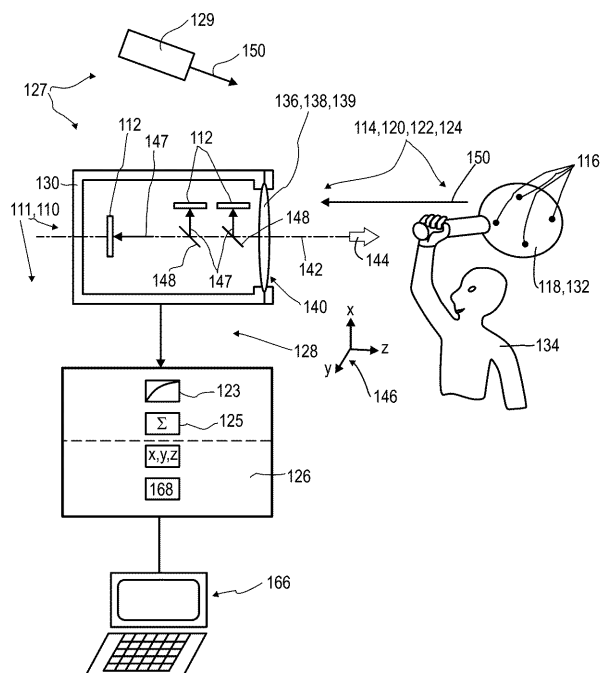
【 0 3 3 4 】

1 1 0	検出器	
1 1 1	カメラ	
1 1 2	光学センサ	10
1 1 4	検出器システム	
1 1 6	ビーコンデバイス	
1 1 8	対象物	
1 2 0	ヒューマンマシンインターフェース	
1 2 2	エンターテインメントデバイス	
1 2 3	非線形化デバイス	
1 2 4	トラッキングシステム	
1 2 5	加算デバイス	
1 2 6	評価デバイス	
1 2 7	スキャニングシステム	20
1 2 8	コネクタ	
1 2 9	照射源	
1 3 0	ハウジング	
1 3 2	制御デバイス	
1 3 4	ユーザ	
1 3 6	伝送デバイス	
1 3 8	レンズ	
1 3 9	焦点調整可能なレンズ	
1 4 0	開口部	
1 4 2	光学軸	30
1 4 4	視線の方向	
1 4 6	座標系	
1 4 7	部分的なビーム経路	
1 4 8	ビームスプリッティングデバイス	
1 5 0	光ビーム	
1 5 2	行列	
1 5 4	ピクセル	
1 5 6	光スポット	
1 5 8	測定の範囲	
1 6 0	縦方向評価デバイス	40
1 6 2	横方向評価デバイス	
1 6 4	追加的な加算デバイス	
1 6 6	マシン	
1 6 8	トラックコントローラ	
1 7 0	マルチレンズシステム	
1 7 2	レンズのアレイ	
1 7 4	マイクロレンズアレイ	
1 7 6	メインレンズ	
1 7 8	ライトフィールドカメラ	
1 8 0	プレノプティックカメラ	50

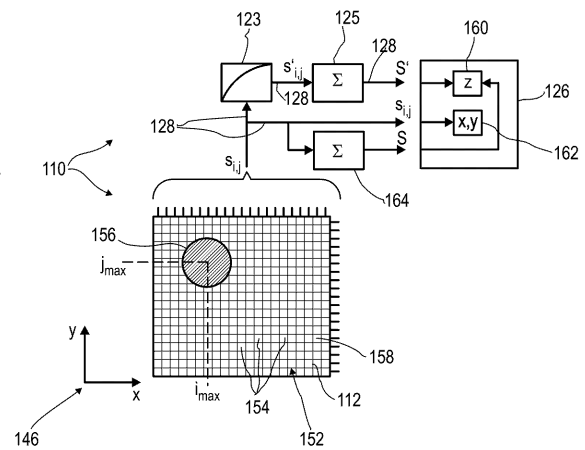
- 1 8 2 対象物のパーツ
- 1 8 4 対象物平面
- 1 8 6 焦点面
- 1 8 8 イメージ平面
- 1 9 0 マイクロレンズ平面
- 1 9 2 照射されている領域
- 1 9 4 第 1 のグループ
- 1 9 6 ピクセルの第 1 の複数のグループ
- 1 9 8 第 2 のグループ
- 2 0 0 ピクセルの第 2 の複数のグループ

10

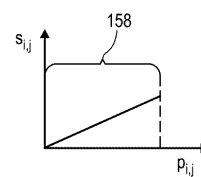
【図 1】



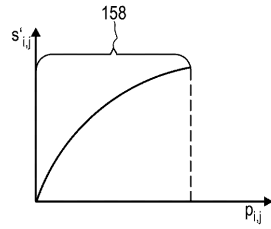
【図 2】



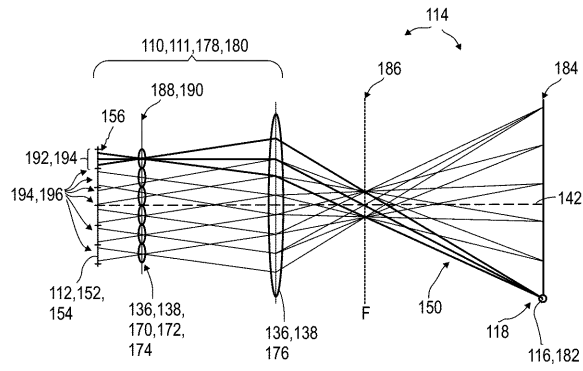
【図 3 A】



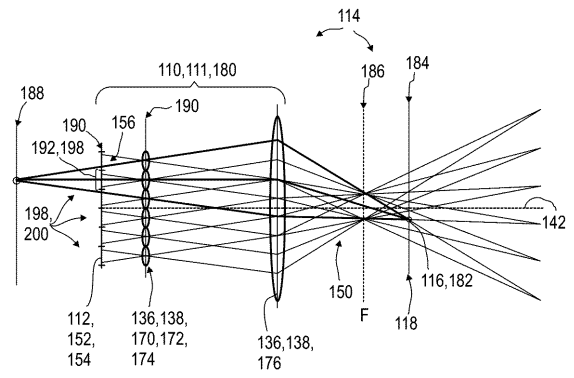
【図 3 B】



【図 4 A】



【図 4 B】



フロントページの続き

(72)発明者 ファローフ, ゼバスティアン
ドイツ、6 8 6 2 3 ランパートハイム、ヘルマン - ヘッセ - シュトラーセ 2 2

審査官 山下 雅人

(56)参考文献 特開平 1 1 - 2 0 1 7 1 8 (J P , A)
特開 2 0 1 4 - 2 3 2 0 0 5 (J P , A)
特開 2 0 0 0 - 1 2 1 3 5 2 (J P , A)
特表 2 0 1 7 - 5 3 0 3 7 6 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
G 0 1 B 1 1 / 0 0 - 1 1 / 3 0
G 0 1 S 7 / 4 8 - 7 / 5 1
G 0 1 S 1 7 / 0 0 - 1 7 / 9 5
G 0 1 C 3 / 0 6 - 3 / 0 8