

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2020-500310

(P2020-500310A)

(43) 公表日 令和2年1月9日(2020.1.9)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード (参考)
G 0 1 B 11/00 (2006.01) G 0 1 B 11/00 C 2 F 0 6 5

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 87 頁)

(21) 出願番号 特願2019-526578 (P2019-526578)
 (86) (22) 出願日 平成29年11月17日 (2017.11.17)
 (85) 翻訳文提出日 令和1年7月11日 (2019.7.11)
 (86) 国際出願番号 PCT/EP2017/079577
 (87) 国際公開番号 W02018/091649
 (87) 国際公開日 平成30年5月24日 (2018.5.24)
 (31) 優先権主張番号 16199398.5
 (32) 優先日 平成28年11月17日 (2016.11.17)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
 欧州特許庁 (EP)
 (31) 優先権主張番号 16199399.3
 (32) 優先日 平成28年11月17日 (2016.11.17)
 (33) 優先権主張国・地域又は機関
 欧州特許庁 (EP)

(71) 出願人 517267802
 トリナミクス ゲゼルシャフト ミット
 ベシュレンクテル ハフツング
 ドイツ、67063 ルートヴィッヒスハ
 ーフェン アム ライン、インドゥストリ
 ーシュトラッセ 35
 (74) 代理人 100100354
 弁理士 江藤 聡明
 (72) 発明者 エバーシュパツハ、ミヒヤエル
 ドイツ、67063 ルートヴィッヒスハ
 ーフェン、インドゥストリーシュトラッセ
 35

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 少なくとも1つの物体を光学的に検出するための検出器

(57) 【要約】

少なくとも1つの物体(112)の位置を決定するための検出器(110)が開示されている。検出器(110)は、

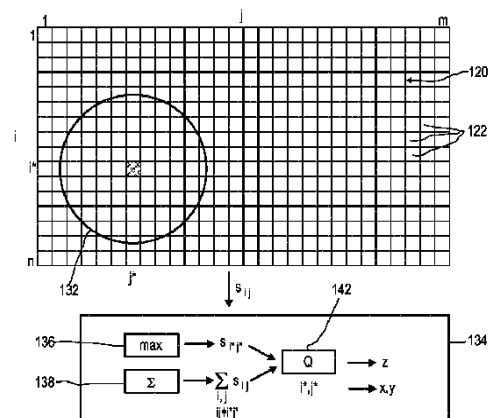
— 光センサ(122)のマトリックス(120)を有する少なくとも1つのセンサ要素(118)であって、前記光センサ(122)はそれぞれ感光領域(124)を有し、各前記光センサ(122)は前記物体(112)から前記光センサ(122)に伝播する少なくとも1つの光束(116)による前記感光領域(124)の照射に応答して少なくとも1つのセンサ信号を生成するように構成されている、センサ要素と、

— 少なくとも1つの評価装置(134)であって、
 a) 最高のセンサ信号を有する少なくとも1つの光センサ(122)を決定し、少なくとも1つの中心信号を形成し；

b) 前記マトリックス(120)の前記光センサ(122)の前記センサ信号を評価し、少なくとも1つの和信号を形成し；

c) 前記中心信号と前記和信号を結合して少なくと

FIG.3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも 1 つの物体 (1 1 2) の位置を決定するための検出器 (1 1 0) であって、
 ー 光センサ (1 2 2) のマトリックス (1 2 0) を有する少なくとも 1 つのセンサ要素 (1 1 8) であって、前記光センサ (1 2 2) はそれぞれ感光領域 (1 2 4) を有し、各前記光センサ (1 2 2) は前記物体 (1 1 2) から前記光センサ (1 2 2) に伝播する少なくとも 1 つの光束 (1 1 6) による前記感光領域 (1 2 4) の照射に応答して少なくとも 1 つのセンサ信号を生成するように構成されている、センサ要素と、
 ー 少なくとも 1 つの評価装置 (1 3 4) であって、
 a) 最高のセンサ信号を有する少なくとも 1 つの光センサ (2 2) を決定し、少なくとも 1 つの中心信号を形成し；
 b) 前記マトリックス (1 2 0) の前記光センサ (1 2 2) の前記センサ信号を評価し、少なくとも 1 つの和信号を形成し；
 c) 前記中心信号と前記和信号を結合して少なくとも 1 つの結合信号を決定し；そして、
 d) 前記結合信号を評価することによって前記物体 (1 1 2) の少なくとも 1 つの縦方向座標 z を決定する、
 ことによって、前記センサ信号を評価するように構成された評価装置と、を有する検出器 (1 1 0)。

10

【請求項 2】

前記中心信号は、前記最高のセンサ信号；前記最高のセンサ信号から所定の許容範囲内にあるセンサ信号群の平均；前記最高のセンサ信号を有する前記光センサ (1 2 2) と隣接する所定の光センサ (1 2 2) の群とを有する光センサ (1 2 2) 群のセンサ信号の平均；前記最高のセンサ信号を有する前記光センサ (1 2 2) と隣接する所定の光センサ (1 2 2) の群とを有する光センサ (1 2 2) 群のセンサ信号の和；前記最高のセンサ信号から所定の許容範囲内にあるセンサ信号群の和；所定の閾値より高いセンサ信号群の平均；所定の閾値より高いセンサ信号群の和；前記最高のセンサ信号を有する前記光センサ (1 2 2) と隣接する所定の光センサ (1 2 2) の群とを有する光センサ (1 2 2) 群のセンサ信号の積分；前記最高のセンサ信号から所定の許容範囲内にあるセンサ信号群の積分；所定の閾値より高いセンサ信号群の積分からなる群から選択される、請求項 1 に記載の検出器 (1 1 0)。

20

30

【請求項 3】

前記和信号は、前記マトリックス (1 2 0) の全センサ信号の平均；前記マトリックス (1 2 0) の全センサ信号の和；前記マトリックス (1 2 0) の全センサ信号の積分と、前記中心信号に寄与する光センサ (1 2 2) からのセンサ信号を除く前記マトリックス (1 2 0) の全センサ信号の平均；前記中心信号に寄与する光センサ (1 2 2) からのセンサ信号を除く前記マトリックス (1 2 0) の全センサ信号の和；前記中心信号に寄与する光センサ (1 2 2) からのセンサ信号を除く前記マトリックス (1 2 0) の全センサ信号の積分；前記最高のセンサ信号を有する前記光センサ (1 2 2) から所定範囲内の光センサ (1 2 2) のセンサ信号の和；前記最高のセンサ信号を有する前記光センサ (1 2 2) から所定範囲内の光センサ (1 2 2) のセンサ信号の積分；前記最高のセンサ信号を有する前記光センサ (1 2 2) から所定範囲内に位置する光センサ (1 2 2) の所定の閾値より高いセンサ信号の和；前記最高のセンサ信号を有する前記光センサ (1 2 2) から所定範囲内に位置する光センサ (1 2 2) の所定の閾値より高いセンサ信号の積分、からなる群から選択される、請求項 1 または 2 に記載の検出器 (1 1 0)。

40

【請求項 4】

前記結合信号は、前記中心信号と前記和信号の商またはその逆の商を形成すること、前記中心信号の倍数と前記和信号の倍数の商またはその逆の商を形成すること；前記中心信号の線形結合と前記和信号の線形結合の商またはその逆の商を形成すること；前記中心信号と前記和信号の第 1 の線形結合と前記中心信号と前記和信号の第 2 の線形結合の商また

50

はその逆の商を形成すること、の少なくとも1つから導き出される結合信号Qである、請求項1～請求項3のいずれか一項に記載の検出器（110）。

【請求項5】

前記評価装置（134）は、前記結合信号Qと縦方向座標の間の少なくとも1つの所定の関係を使用して前記縦方向座標を決定するように構成されている、請求項4に記載の検出器（110）。

【請求項6】

前記評価装置（134）は少なくとも1つのデバイダ（142）を有し、前記デバイダ（142）は前記結合信号を引き出すように構成されている、請求項4または請求項5に記載の検出器（110）。

10

【請求項7】

前記評価装置（134）は、前記最高のセンサ信号を有する少なくとも1つの前記光センサ（122）の横方向位置を評価することにより、前記物体（112）の少なくとも1つの横方向座標を決定するようにさらに構成されている、請求項1～6のいずれか一項に記載の検出器（110）。

【請求項8】

前記検出器（110）は少なくとも1つの照射源（144）を有し、前記照射源（144）は少なくとも1つの照射光束で前記物体（112）を照射するように適合され、前記照射源（144）は前記照射光束の伝播方向が前記光軸（126）に本質的に平行であるように構成されている、請求項7に記載の検出器（110）。

20

【請求項9】

前記検出器（110）は少なくとも1つの照射源（144）を有し、前記照射源（144）と前記光軸（126）は小さなベースライン（182）で分離されている、請求項1～8のいずれか一項に記載の検出器（110）。

【請求項10】

少なくとも1つの物体（112）の位置を決定する検出器システム（150）であって、前記検出器システム（150）は請求項1～9のいずれか一項に記載の少なくとも1つの検出器（110）を有し、前記検出器（110）に向けて少なくとも1つの光束（116）を指向するように適合された少なくとも1つのビーコン装置（114）を有し、前記ビーコン装置（114）は前記物体（112）に取り付け可能なもの、前記物体（112）によって保持可能なもの、前記物体（112）に一体化可能なものの少なくとも1つである、検出器システム（150）。

30

【請求項11】

ユーザ（162）とマシン（170）の間で少なくとも1つの情報項目を交換するためのヒューマンマシンインターフェース（151）であって、前記ヒューマンマシンインターフェース（151）は請求項10に記載の少なくとも1つの検出器システム（150）を有し、前記少なくとも1つのビーコン装置（114）は前記ユーザ（162）に直接または間接的に取り付けられるもの、前記ユーザ（162）によって保持されるものの少なくとも1つであり、前記ヒューマンマシンインターフェース（151）は前記検出器システム（150）により前記ユーザ（162）の少なくとも1つの位置を決定するように設計され、前記位置に少なくとも1つの情報項目を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（151）。

40

【請求項12】

少なくとも1つの娯楽機能を実行する娯楽装置（152）であって、前記娯楽装置（152）は請求項11に記載の少なくとも1つのヒューマンマシンインターフェース（151）を有し、前記娯楽装置（152）はプレーヤが前記ヒューマンマシンインターフェース（151）によって少なくとも1つの情報項目を入力できるように設計され、前記娯楽装置（152）は前記情報によって前記娯楽機能を変化させるように設計されている、娯楽装置（152）。

【請求項13】

50

少なくとも1つの移動可能な物体(112)の位置を追跡するための追跡システム(153)であって、前記追跡システム(153)は、検出器システム(150)を参照する請求項10～12のいずれか一項に記載の少なくとも1つの検出器システム(150)を有し、前記追跡システム(153)は少なくとも1つの追跡コントローラ(172)をさらに有し、前記追跡コントローラ(172)は所定の時点における前記物体(112)の一連の位置を追跡するように適合されている、追跡システム(153)。

【請求項14】

場景の奥行きプロファイルを決定するための走査システム(154)であって、前記走査システム(154)は検出器(110)を参照する請求項1～9のいずれか一項に記載の少なくとも1つの検出器(110)を有し、前記走査システム(154)は、少なくとも1つの光束(146, 116)によって前記場景を走査するように適合された少なくとも1つの照射源(144)をさらに有している、走査システム(154)。

【請求項15】

少なくとも1つの物体(112)を撮像するためのカメラ(149)であって、検出器(110)を参照する請求項1～9のいずれか一項に記載の少なくとも1つの検出器(110)を有する、カメラ(149)。

【請求項16】

少なくとも1つの検出器(110)を使用することによって少なくとも1つの物体(112)の位置を決定する方法であって、

— 前記物体(112)から前記検出器(110)に伝播する少なくとも1つの光束(116)によって前記検出器(110)の少なくとも1つのセンサ要素(118)を照射し、前記検出器(110)は光センサ(122)のマトリックス(120)を有し、前記光センサ(122)はそれぞれ感光領域(124)を有し、前記各光センサ(122)は照射に応答して少なくとも1つのセンサ信号を生成する工程と、

— 前記センサ信号を、

a) 最高のセンサ信号を有する少なくとも1つの光センサ(22)を決定し、少なくとも1つの中心信号を形成し；

b) 前記マトリックス(120)の前記光センサ(122)の前記センサ信号を評価し、少なくとも1つの和信号を形成し；

c) 前記中心信号と前記和信号を結合して少なくとも1つの結合信号を決定し；そして、

d) 前記結合信号を評価することによって前記物体(112)の少なくとも1つの縦方向座標 z を決定する、ことによって、

決定する工程と、を有する方法。

【請求項17】

前記結合信号は、前記中心信号と前記和信号の商またはその逆の商を形成すること、前記中心信号の倍数と前記和信号の倍数の商またはその逆の商を形成すること；前記中心信号の線形結合と前記和信号の線形結合の商またはその逆の商を形成すること；前記中心信号と前記和信号の第1の線形結合と前記中心信号と前記和信号の第2の線形結合の商またはその逆の商を形成すること、の少なくとも1つから導き出される結合信号 Q である、請求項16に記載の方法。

【請求項18】

使用目的が、交通技術における位置測定；娯楽用途；セキュリティ用途；監視用途；安全用途；ヒューマンマシンインターフェース(151)用途；追跡用途；写真撮影用途；物流用途；マシンビジョン用途；ロボット用途；品質管理用途；製造用途からなる群から選択される、検出器(110)に関する請求項1～9のいずれか一項に記載の検出器(110)の使用。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

10

20

30

40

50

本発明は、少なくとも1つの物体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。さらに本発明は、ユーザとマシンとの間の情報の少なくとも1つの情報項目を交換するためのヒューマンマシンインターフェース、娯楽装置、追跡システム、カメラ、走査システムおよび検出装置の様々な使用に関する。本発明による装置、システム、方法および使用は、具体的には、例えば、日常生活、ゲーム、交通技術、製造技術、セキュリティ技術、例えば美術用のデジタル写真またはビデオ写真などの写真撮影、ドキュメンテーションまたは技術的目的、医療技術または科学における様々な分野で採用され得る。さらに、本発明は特に1つまたは複数の物体を走査するために、および／または例えば建築、計測学、考古学、芸術、医学、工学または製造の分野で物体または場景の奥行きプロファイルを生成するために、場景を走査するために使用することができる。ただし、他の適用も可能である。

10

【背景技術】

【0002】

多数の光センサおよび光起電装置が、先行技術から公知である。光起電装置は、一般的に、紫外光、可視光、または赤外光等の電磁放射を、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、光検出器は、一般的に、画像情報の取得および／または、輝度等の少なくとも1つの光学パラメータ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き得る多数の光センサが、先行技術から公知である。こ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、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、特に、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つ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。特に、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、一般的に、例えばWO 2009/013282 A1に説明されている。

20

【0004】

このような光センサに基づいて少なくとも1つの物体を検出するための多数の検出器が知られている。かかる検出器は、それぞれの使用目的に応じて様々な方法で具体化することができる。かかる検出器の例は、撮像装置、例えばカメラおよび／または顕微鏡である。例えば、生物学的サンプルを高い光学分解能で検査するために、特に医療技術および生物学の分野で使用することができる、高分解能共焦点顕微鏡が知られている。少なくとも1つの物体を光学的に検出するための検出器のさらなる例は、例えば対応する光信号、例えばレーザパルスの伝播時間法に基づく距離測定装置である。物体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を同様に実行することができる。Kurt Konoligeらによる“A Low-Cost Laser Distance Sensor, 2008 IEEE International Conference on Robotics and Automation, Pasadena, CA, USA, May 19-23, 2008”では、平面レーザ距離センサ(LDS)に三角測量を使用する競合技術について議論している。構造化ライン装置は、ライトストライプレーザとオフセットカメラを使用して一連の点までの距離を決定する。レーザエネルギーは線上に広がるため、特に周囲の光がある場合や暗い物体の場合には、正確な距離を達成するのは困難である。小さい物体を3次元走査するための点走査装置は典型的には走査ミラーを使用して点レーザビームを導き、レーザ戻りを光受信機に導き直す。かかる装置は小型化することができず、それらのコストおよび機械的脆弱性は依然として高いままであろう。重心点モジュールは典型的に位置検出デバイス(PSD)を使用する。これらの装置は、それらの表面に当たるすべての光の重心を測定する。変調技術を使用することで周辺光の影響のいくつかを相殺できるが、PSDは、レーザスポットが非常に強い反射をしない限りうまく機能せず、使用は1メートル以下の範囲に制限される。ピクセルベースのポイントモジュールは、最大の信号強度でピクセルを検

30

40

50

索し、センサ上の光スポットの位置を決定する。典型的に、CMOSラインアレイが検出に使用される。Konolige等は、ピクセルベースのポイントモジュールの低価格版を紹介している。

【0005】

US5235377Aには、光が投射部から物体に投射されるカメラ用の測定装置を記載している。物体に反射された光は、互いに隣接するように配置された第1受光部と第2受光部とで受光される。第1受光部では、受光位置および受光量に関する第1および第2信号が出力され、第2受光部では、反射光の光量に関する第3信号が出力される。判定部と計算部において、反射光が所定距離よりも近い場所に位置すると判別された場合には、測定算出回路により、第1の信号と第2の信号との出力比から測定距離を算出することができる。一方、反射光が所定距離より遠い場所に位置すると判別された場合には、測定算出回路により、第1信号と第2信号の和と第3信号との出力比から測定距離を算出することができる。

10

【0006】

US5512997Aには、赤外線を被写体に向けて放射する赤外線発光ダイオードと、被写体からの反射光に対応する画像が形成される第1および第2のリニアラインセンサとを有する距離測定装置が記載されている。第1および第2のリニアラインセンサは、互いに隣接してかつ平行に配置され、所定のA/D変換ステップの半分に相当する量をオフセットされている。リニアラインセンサから出力されたアナログ距離データは、所定のA/D変換ステップを用いてデジタル距離データに変換された後、合算されて被写体距離が高精度に求められる。リニアラインセンサから出力されたアナログ距離データは、所定のA/D変換ステップを用いてデジタル距離データに変換され、デジタル距離データは、高精度で被写体距離を得るために一緒に合算される。

20

【0007】

DE4211875A1には、スポット偏心を電子的に補正する光学距離計が記載されている。光学距離計は、例えば物体表面の傾斜が原因で出力距離測定値が有効であるか誤っているかを判定する評価回路を有する。距離信号は、第1の検出器上の光スポットの位置を評価することによって決定される。物体表面の傾斜を特徴付ける第2の制御信号は、異なる平面に配置された第2の検出器上の光スポットの偏心を評価することによって決定される。

30

【0008】

WO2016/051323A1には、少なくとも1つの物体の位置を光学的に決定するための検出器および方法が記載されている。検出器は、少なくとも1つの光束の位置を決定するための少なくとも1つの光センサと、物体の横方向位置に関する少なくとも1つの情報項目および物体の縦方向位置に関する少なくとも1つの情報項目を生成するための少なくとも1つの評価装置とを備える。センサは少なくとも第1の電極と第2の電極とを有する。少なくとも1つの光起電力材料が第1の電極と第2の電極との間に埋め込まれている。第1電極または第2電極は、少なくとも3つの部分電極を有する分割電極である。検出器および方法は、迅速かつ効率的な方法で物体の3次元座標を決定することができる。

40

【0009】

WO2012/110924A1には、その内容が参照により本明細書に含まれ、少なくとも1つの物体を光学的に検出するための検出器が提案されている。光センサは少なくとも1つのセンサ領域を有する。光センサは、センサ領域の照射に依存して少なくとも1つのセンサ信号を生成するように設計されている。照射の総出力が同じ場合、センサ信号は、照射の幾何学的形状、特にセンサ領域上の照射のビーム断面積に依存する。検出器はさらに少なくとも1つの評価装置を有する。評価装置は、センサ信号から幾何学的情報の少なくとも1項目、特に照射および／または物体に関する幾何学的情報の少なくとも1項目を生成するように設計されている。

【0010】

50

WO 2014/097181 A1は、その全内容が参照により本明細書に含まれ、少なくとも1つの横方向光センサおよび少なくとも1つの光センサを使用することによって少なくとも1つの物体の位置を決定するための方法および検出器を開示している。具体的には、物体の縦方向位置を高い精度でかつ曖昧さなしに決定するために、センサスタックの使用が開示されている。

【0011】

WO 2015/024871 A1およびUS 2015/286340 A1は、その全内容が参照により本明細書に含まれ、以下を含む光検出器を開示しており、光検出器は、

— ピクセルのマトリックスを有し、各ピクセルは、ピクセルを通過する光束の一部の少なくとも1つの光学特性を個々に修正するように制御可能であり、空間的に分解されるように光束の少なくとも1つの特性を修正するように適合された少なくとも1つの空間光変調器；

— 空間光変調器のピクセルのマトリックスを通過した後に光束を検出し、少なくとも1つのセンサ信号を生成するように適合された少なくとも1つの光センサ；

— 異なる変調周波数において少なくとも2つのピクセルを周期的に制御するように適合された少なくとも1つの変調装置；そして

— 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つの評価装置、
とを含む。

【0012】

US 4,767,211では、試料の境界表面を測定する装置および方法を開示しており、試料からの反射光のうち反射光の光軸付近を進む一部の光量と、反射光のうち、光軸から所定の距離を外れる位置へ向かう部分の光量との比率を、試料の境界表面を正確に測定するために使用している。上記の比率を用いることで測定精度が向上するため、試料を通過可能な光を入射光として使用することができる。このように、先行技術では測定することができなかった、試料表面内の深い穴や、生物試料における気泡などの空隙を、非常に正確に測定することができる。

【0013】

WO 2014/198629 A1は、その全内容が参照により本明細書に含まれ、以下を含む少なくとも1つの物体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、

— 少なくとも1つのピクセルマトリックスを有し、物体から検出器に向かって伝播する光束を検出するように適合された、少なくとも1つの光センサ；および

— 少なくとも1つの評価装置であって、光束によって照射される光センサのN個のピクセルを決定するように適合され、さらに検出器は、パルス光ビームを生成する光束によって照射されるN個のピクセルを使用することによって物体の少なくとも1つの縦方向座標を決定するように適合された、少なくとも1つの評価装置、
とを含む。

【0014】

さらに、一般に、他の様々な検出器の概念については、WO 2014/198626 A1, WO 2014/198629 A1およびWO 2014/198625 A1において、その全内容が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も採用される可能性のある材料および光センサを参照すると、参照は、2015年1月30日に出願された欧州特許出願EP 15153215.7、2015年3月3日に出願されたEP 15157363.1、2015年4月22日に出願されたEP 15164653.6、2015年7月17日に出願されたEP 15177275.3、2015年8月10日に出願されたEP 15180354.1およびEP 15180353.3、ならびに2015年9月14日に出願されたEP 15185005.4、2015年11月25日に出願されたEP 15196238.8およびEP 15196239.6、2015年12月3日に出願されたEP 15197744.4に記載されており、それらの全ての全内容も参照により本明細書に含まれる。

【0015】

US2006/044546A1は、3次元シーンに同時に測距可能な測距装置を記載している。照射手段は、2次元のスポットアレイで場景を照射する。検出器は、照射手段の近くに配置されており、場景を見るように配置されている。プロセッサは、検出器からの出力に応答し、そして場景の画像内のスポットの位置から、そのスポットまでの範囲を決定する。

【0016】

US2008/13005A1は、行が一度に1つずつ選択され、行および列に配列されたピクセルを含む表示装置に反転スキームを提供するために列データ電圧が反転される駆動方式を記載している。行が選択される順序は、第1極性行の第1グループが第1順序で選択され、第2極性行の第1グループが第2順序で選択され、第1極性行の第2のグループが前記第2の順序で選択され、そして第2の極性行の第2のグループが前記第1の順序で選択され、第1順序は昇順または降順の行番号順のいずれかであり、第2の順序は、昇順または降順の行番号順のうちの他方である。

【0017】

上述の装置および検出器によって示唆される利点にもかかわらず、いくつかの技術的課題が残っている。したがって、一般に、信頼性がありかつ低コストで製造することができる、空間内の物体の位置を検出するための検出器が必要とされている。具体的には、3D感知概念に対する必要性が存在する。様々な既知の概念は、上記の概念のいくつかなど、少なくとも部分的にいわゆるF i Pセンサを使用することに基づいている。そこでは、一例として、個々のセンサピクセルが光スポットよりもかなり大きく、特定のサイズに固定されている大面積センサを使用することができる。それでも、多くの場合、大面積センサは、F i P測定原理の使用、特に複数の光スポットを同時に調査する場合に本質的に制限される。

【0018】

F i P検出器を使用するさらなる課題は、検出器領域またはアクティブ領域である。典型的には、距離測定のためには、検出器の大きなアクティブ領域が使用されるかまたは必要とまでされる。しかしながら、この領域は、特に四辺形導電率の概念がP S Dを構築するために使用される際にノイズの問題を引き起こす可能性がある。これはしばしば、検出器の直列抵抗に関連した大きな静電容量のために、信号対雑音比が劣りおよび検出器応答時間が遅くなる結果をもたらす。F i P検出器を使用するさらなる課題は製造コストである。したがって、多くの場合、一般的なF i Pセンサは、例えば従来のS iベースのフォトダイオードと比べて高額である。さらに、F i Pセンサを使用した測定の測定結果の評価は、特に光束の総出力が未知である場合には依然として問題である。光束の伝播軸に沿って異なる位置に配置された複数のF i Pセンサが使用される場合、測定範囲は典型的にセンサの2つの位置間の範囲に限定される。さらに、多くのF i P検出器は、輝度依存性を示し、これは測定結果の評価をより困難にし、さらに、多くの場合、F i P測定はターゲットスポットサイズに依存する。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0019】

したがって、本発明の目的は、既知の装置および方法の上述の技術的課題に対する装置および方法を提供することである。具体的には、好ましくは低い技術的努力で、かつ技術的資源およびコストの観点から低い要求で、空間内の物体の位置を確実に決定することができる装置および方法を提供することが本発明の目的である。

【課題を解決するための手段】

【0020】

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

10

20

30

40

50

【0021】

本明細書で使用されるとき、「有する」、「含む」、または「含有する」という表現ならびにそれらの文法上の変形は、非排他的な形で使用される。したがって、これらの用語は、これらの用語によって導入される特徴の他に、この文脈において説明されている対象においてさらなる特徴が存在していないという状況、および、1つ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指し得る。例として、「AはBを有する」、「AはBを含む」、および「AはBを含有する」という表現は、B以外に他の要素がA中に存在しないという状況（すなわち、Aは単独でかつ排他的にBからなるという状況）、および、B以外に、要素C、要素CおよびD、または、さらに別の要素などのような、1つまたは複数のさらなる要素が、対象物Aにおいて存在するという状況の両方を指し得る。

10

【0022】

さらに、用語「少なくとも1つ」、「1つまたは複数」、または特徴または要素が1回または複数回存在し得ることを示す同様の表現は、通常それぞれの特徴または要素を導入するときに1回だけ使用されることに留意されたい。以下では、ほとんどの場合、それぞれの特徴または要素を参照するときに、表現「少なくとも1つ」または「1つまたは複数」は、それぞれの特徴または要素が1回または複数回存在してもよいという事実にもかかわらず、繰り返されないことになる。

【0023】

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」、「特に」、「さらに詳細には」、「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、任意の特徴と共に使用される。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選択の特徴であり、決して特許請求の範囲を限定することを意図するものではない。当業者が認識するように、本発明は代替的な特徴を使用することによって実行されてもよい。同様に、「本発明の実施形態において」または同様の表現によって導入される特徴は、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

【0024】

本発明の第1の態様では、少なくとも1つの物体の位置を決定するための検出器が開示されている。本明細書で使用されるとき、「位置」という用語は、空間内の物体の場所および／または方向および／または物体の少なくとも一部に関する少なくとも1つの情報項目を指す。したがって、少なくとも1つの情報項目は、物体の少なくとも1つの点と少なくとも1つの検出器との間の少なくとも1つの距離を意味し得る。以下にさらに詳細に概説されるように、距離は縦方向座標であり得るか、または物体の点の縦方向座標を決定することに寄与し得る。追加的にまたは代替的に、物体および／または物体の少なくとも1つの部分の位置および／または方向に関する1つまたは複数の他の情報項目を決定することができる。一例として、さらに、物体および／または物体の少なくとも1つの部分の少なくとも1つの横方向座標が決定され得る。したがって、物体の位置は、物体および／または物体の少なくとも1つの部分の物体の少なくとも1つの縦方向座標を意味し得る。追加的にまたは代替的に、物体の位置は、物体の少なくとも1つの部分の少なくとも1つの横方向座標を意味し得る。追加的にまたは代替的に、物体の位置は、空間内の物体の方向を示す、物体の少なくとも1つの方向情報を示唆することが可能である。

30

40

【0025】

検出器は、

— 光センサのマトリックスを有する少なくとも1つのセンサ要素であって、前記光センサはそれぞれ感光領域を有し、各前記光センサは前記物体から前記光センサに伝播する少なくとも1つの光束による前記感光領域の照射に応答して少なくとも1つのセンサ信号を生成するように構成されている、センサ要素と、

— 少なくとも1つの評価装置であって、

50

- a) 最高のセンサ信号を有する少なくとも1つの光センサを決定し、少なくとも1つの中心信号を形成し；
 - b) 前記マトリックスの前記光センサの前記センサ信号を評価し、少なくとも1つの和信号を形成し；
 - c) 前記中心信号と前記和信号を結合して少なくとも1つの結合信号を決定し；そして、
 - d) 前記結合信号を評価することによって前記物体の少なくとも1つの縦方向座標 z を決定する、
- ことによって、前記センサ信号を評価するように構成された評価装置と、を有する。

【0026】

10

本明細書で使用されるとき、「センサ要素」という用語は、一般に、少なくとも1つのパラメータを感知するように構成された装置または複数の装置の組み合わせを指す。この場合、パラメータは具体的には光学パラメータであり得、センサ要素は具体的には光センサ要素であり得る。センサ要素は一体として、単体の装置として、またはいくつかの装置と組み合わせて形成されてもよい。

【0027】

20

本明細書でさらに使用されるように、「マトリックス」という用語は、一般に、所定の幾何学的順序での複数の要素の配置を指す。マトリックスは、以下にさらに詳細に概説されるように、具体的には、1つまたは複数の行および1つまたは複数の列を有する長方形のマトリックスであり得るか、またはそれを含み得る。行と列は具体的には直角に配置することができる。しかしながら、長方形以外の配置のような他の配置も可能であることを概説しなければならない。一例として、円形配置もまた可能であり、その場合、要素は中心点の周りに同心円または楕円に配置される。例えば、マトリックスはピクセルの単一の行であってもよい。他の配置も可能である。

【0028】

30

本明細書でさらに使用されるように、「光センサ」は、一般に、照射および／または少なくとも1つの光束によって生成された光スポットを検出するためなどの、光束を検出するための感光装置を指す。本明細書でさらに使用されるように、「感光領域」は、一般に、少なくとも1つの光束によって外部から照らされ得る光センサの領域を指し、その照射に応じて少なくとも1つのセンサ信号が生成されるかを指す。感光領域、具体的には、それぞれの光センサの表面に配置されてもよい。しかしながら、他の実施形態も可能である。マトリックスの光センサは、具体的には、サイズ、感度、および他の光学的、電気的および機械的特性のうちの1つまたは複数において等しくてもよい。マトリックスの全ての光センサの感光領域は特に共通平面に配置されてもよく、物体から検出器まで伝播する光束が共通平面に光スポットを生成することができるように、共通平面は物体に面しているのが好ましい。以下にさらに詳細に概説するように、各光センサは、好ましくは、照射される正確に1つの感光領域を提供することにより各光センサに正確に1つの感光領域が存在し、照射に応答して全光センサに正確に1つの均一なセンサ信号が生成されるように具現化され得る。したがって、各光センサは、ピクセル化光センサではなくセンサマトリックスのような単一領域光センサであることが好ましい。しかしながら、他の実施形態も可能である。しかしながら、単一領域光センサの使用は、検出器の設定を特に簡単かつ効率的にする。したがって、一例として、各々が正確に1つの感光領域を有する市販のシリコンフォトダイオードのような市販の光センサ、すなわち小さい感光領域を有するもの及びより大きい感光領域を有するものを、以下にさらに詳細に説明されるように、構成に使用することができる。

40

【0029】

本明細書でさらに使用されるように、「センサ信号」は、一般に、光束による照射に応答して光センサによって生成された信号を指す。具体的には、センサ信号は、少なくとも1つのアナログ電気信号および／または少なくとも1つのデジタル電気信号などの少なくとも1つの電気信号であり得るか、またはそれを含み得る。より具体的には、センサ信号

50

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つの電流信号であり得るかまたはそれらを含み得る。より具体的には、センサ信号は少なくとも1つの光電流を含み得る。さらに、生のセンサ信号を使用することができ、あるいは検出器、光センサまたは他の任意の要素がセンサ信号を処理または前処理するように適合させることができ、それによって、フィルタリングなどによる前処理など、センサ信号としても使用され得る、二次センサ信号を生成する。センサ信号は、光束の少なくとも1つのビームプロファイルの少なくとも1つの情報を含み得る。ビームプロファイルは、台形ビームプロファイル；三角ビームプロファイル；円錐ビームプロファイルとガウスビームプロファイルの線形結合からなる群から選択されてもよい。

【0030】

感光領域は、具体的には物体に向けて配向されてもよい。本明細書で使用されるとき、「物体に向けて配向される」という用語は、一般に、感光領域のそれぞれの表面が物体から完全にまたは部分的に見えるという状況を指す。具体的には、物体の少なくとも1つの点とそれぞれの感光領域の少なくとも1つの点との間を相互に繋ぐ少なくとも1つの線は、 0° 以外の角度、例えば 20° から 90° 、好ましくは 80° から 90° の範囲、例えば 90° で、感光領域の表面要素と角度を形成してもよい。したがって、物体が光軸上または光軸の近くに位置するとき、物体から検出器に向かって伝播する光束は、光軸と本質的に平行であり得る。本明細書で使用されるとき、「本質的に垂直」という用語は垂直配向の状態を指し、許容差は例えば $\pm 20^\circ$ 以下、好ましくは $\pm 10^\circ$ 以下、より好ましくは $\pm 5^\circ$ 以下である。同様に、「本質的に平行」という用語は平行配向の状態を指し、許容差は例えば $\pm 20^\circ$ 以下、好ましくは $\pm 10^\circ$ 以下、より好ましくは $\pm 5^\circ$ 以下である。

【0031】

本発明は、物体の少なくとも1つの縦方向座標を決定するための一般的な概念を実施することができ、以下のように特徴付けることができる。したがって、上述の先行技術文献、例えばWO2012/110924A1またはWO2014/097181A1のうちの1つまたは複数においてより詳細に説明されるように、典型的には、所定のまたは決定可能な関係が光スポットの直径、ビームウェストまたは等価直径などの光スポットのサイズと、そこから光束が検出器に向かって伝播する物体の縦方向座標との間に存在する。この理論に束縛されることを望むものではないが、光スポットは、2つの測定変数によって特徴付けられ：中心信号とも呼ばれる光スポットの中心または中心付近の小さな測定パッチで測定された測定信号、および中心信号の有無にかかわらず、光スポットにわたって積分された積分または和信号である。ビームが広げられたり集束されたりしても変化しない一定の総出力を有する光束の場合、和信号は、光スポットのスポットサイズとは無関係であるべきであり、したがって、少なくともそれぞれの測定範囲内の線形光センサが使用される場合は、物体と検出器との間の距離とは無関係であるべきである。ただし、中心信号はスポットサイズに依存する。したがって、中心信号は、典型的には、光束がフォーカスすると増加し、光束がデフォーカス（焦点ぼかし）すると減少する。したがって、中心信号と和信号とを比較することによって、光束によって生成される光スポットのサイズに関する情報項目、したがって物体の縦方向座標に関する情報項目を生成することができる。一例として、中心信号と和信号との比較は、中心信号と和信号から結合信号Qを形成することによって、および縦方向座標を導出するために縦方向座標と結合信号との間の所定のまたは決定可能な関係を使用することによって行うことができる。

【0032】

光センサのマトリックスの使用は複数の利点および利益を提供する。したがって、センサ要素の光センサの感光領域の共通平面上など、センサ要素上の光束によって生成される光スポットの中心は、物体の横方向の位置によって変化する可能性がある。したがって、例えば、センサ要素のマトリックスの光センサの感光領域の共通平面上など、センサ要素上の光束によって生成される光スポットの中心は、物体の横方向の位置によって異なり得る。光センサのマトリックスを使用することによって、本発明による検出器はこれらの条

件の変化に適することができ、したがって単にセンサ信号を比較することによって光スポットの中心を決定することができる。したがって、本発明による検出器は、それ自体で、中心信号を選択して和信号を決定し、そしてこれら2つの信号から、物体の縦方向座標に関する情報を含む結合信号を導出することができる。このように、結合された信号を評価することによって、物体の縦方向座標が決定される。したがって、光センサのマトリックスの使用は、物体の位置に関して、特に物体の横方向位置に関して、かなりの柔軟性を提供する。

【0033】

センサ信号を生成する少なくとも1つの光センサの横方向位置など、光センサのマトリックス上の光スポットの横方向位置は、追加の情報項目として使用することさえ可能であり、WO2014/198629A1に開示されているように、そこから物体の横方向位置に関する少なくとも1つの情報項目を導出することができる。追加的にまたは代替的に、以下にさらに詳細に概説されるように、本発明による検出器は、少なくとも1つの物体の縦方向座標に加えて、少なくとも1つの横方向座標を検出するための少なくとも1つの追加の横方向検出器を含み得る。

【0034】

その結果、本発明によれば、「中心信号」という用語は、一般に、マトリックス全体の光センサまたはマトリックス内部の対象領域の光センサによって生成された複数のセンサ信号のうち最高のセンサ信号を有する少なくとも1つの光センサの少なくとも1つのセンサ信号を指し、対象領域は、マトリックスの光センサによって生成された画像内で予め定められているかまたは決定可能であり得る。本明細書で使用されるとき、「最高のセンサ信号」という用語は、対象領域における極大値または最大値の一方または両方を指す。中心信号は単一の光センサから、または以下にさらに詳細に概説されるように、一群の光センサから生じることができ、後者の場合、一例として、中心信号を決定するために、一群の光センサのセンサ信号を合算、積分または平均化することができる。中心信号が発生する一群の光センサは、最高のセンサ信号を有する実際の光センサから所定の距離より短い距離を有する光センサなどの一群の隣接する光センサであり得るか、あるいは、最高のセンサ信号から所定の範囲内にあるセンサ信号が発生する一群の光センサであってもよい。最大のダイナミックレンジを許容するために、中心信号が発生する光センサの一群はできるだけ広く選択されてもよい。評価装置は、複数のセンサ信号、例えば、最高のセンサ信号を有する光センサ周囲の複数の光センサなど、複数のセンサ信号の積分によって中心信号を決定するように適合されてもよい。例えば、ビームプロファイルは台形ビームプロファイルとすることができ、評価装置は台形の積分、特に台形のプラトーの積分を決定するように適合させることができる。

【0035】

同様に、「和信号」という用語は、一般に、センサ信号を合算する、センサ信号を積分する、またはマトリックス全体またはマトリックス内の対象領域のセンサ信号を平均化することを指し、対象領域は、マトリックスの光センサによって生成された画像内で予め定められているかまたは決定可能であり得る。センサ信号を合算、積分または平均化する場合、センサ信号が生成される元の実際の光センサは、合算、積分、または平均化から除外されてもよく、あるいは、合算、積分または平均化に含めることができる。評価装置は、マトリックス全体またはマトリックス内の対象領域の信号を積分することによって和信号を決定するように適合させ得る。例えば、ビームプロファイルは台形ビームプロファイルであり得、評価装置は台形全体の積分を決定するように適合され得る。さらに、台形ビームプロファイルが仮定され得る場合、和信号および中心信号の決定は、例えばエッジの傾斜および位置ならびに中央プラトーの高さの決定ならびに幾何学的考察によるエッジおよび中心信号の導出など、台形ビームプロファイルの特性を利用して、信号を同等の評価に置き換えることができる。

【0036】

追加的にまたは代替的に、評価装置は、光スポットの少なくとも1つのスライスまたは

カットから中心信号または和信号の一方または両方を決定するように構成されてもよい。スライスまたはカットは、例えば1つまたは複数の特定の行および／または列を使用することによって実現することができる。精度を向上させるために、光スポットを通るいくつかのスライスまたはカットを使用して平均化することができる。楕円形のスポットプロファイルの場合、いくつかのスライスまたはカットにわたって平均すると、距離情報が改善される可能性がある。

【0037】

同様に、本明細書で使用される「結合信号」という用語は、一般に、中心信号と和信号とを結合することによって生成される信号を指す。具体的には、組み合わせは、

中心信号と和信号との商 (quotient) またはその逆の商の形成；中心信号の倍数と和信号の倍数との商またはその逆の商の形成；中心信号の線形結合と和信号の線形結合との商またはその逆の商の形成、のうちの1つまたは複数を含み得る。追加的にまたは代替的に、結合信号は、中心信号と和信号との間の比較に関する少なくとも1つの情報項目を含む任意の信号または信号の組合せを含むことができる。

【0038】

物体から検出器まで伝播する光束は、具体的には中心信号が発生する少なくとも1つの光センサが光束内に完全に配置されるように、光束の幅は、センサ信号が生じる少なくとも1つの光センサの感光領域よりも広く、中心信号が生成される少なくとも1つの光センサを特に完全に照らすことができる。反対に、好ましくは、物体から検出器へ伝播する光束は、光スポットが完全にマトリックス内に配置されるように、具体的には、マトリックスよりも小さい光スポットをマトリックス全体上に作り出すことができる。この状況は、光束のフォースまたはデフォース効果を有する1つまたは複数の適切なレンズまたは要素を選択することによって、以下にさらに詳細に概説されるように、適切な転送装置を使用することなどにより、光学分野における当業者によって容易に調整され得る。本明細書でさらに使用されるように、「光スポット」は、一般に、光束による物品、領域または物体の可視または検出可能な円形または非円形の照射を指す。

【0039】

光束は物体から検出器に向かって伝播し得る。以下にさらに詳細に概説するように、光束は、物体および／または光束を発する物体に一体化または取り付けられた少なくとも1つの照射源など、物体から生じてもよく、または、物体を直接的または間接的に照射する照射源からなど、異なる照射源などから生じてもよく、光束は物体によって反射または散乱され、それによって少なくとも部分的に検出器に向けられる。一例として、照射源は、1つまたは複数の外部照射源、および検出器に組み込まれた照射源またはよって物体に取り付けられ、物体に組み込まれ、または物体によって保持されている、1つまたは複数のビーコン装置に一体化された照射源であってよい。

【0040】

本明細書で使用されるとき、「光線」という用語は、一般に、エネルギーの流れの方向を指す光の波面に対して垂直である線を指す。本明細書で使用されているように、「ビーム」という用語は一般に光線の集まりを指す。以下では、「光線」および「ビーム」という用語は同義語として使用される。本明細書でさらに使用されるとき、「光束」という用語は一般に、光量、具体的には本質的に同じ方向に移動し、拡散角度または拡幅角度を有する可能性を含む、光量を指す。光束は空間的広がりをも有し得る。具体的には、光束は、非ガウスビームプロファイルをも有し得る。ビームプロファイルは、台形ビームプロファイル、三角ビームプロファイル、円錐ビームプロファイル、台形ビームプロファイルからなる群から選択されてもよい。台形ビームプロファイルは、プラトー領域と少なくとも1つのエッジ領域とをも有することができる。本明細書で使用されるとき、「ビームプロファイル」という用語は、一般に、光束の横方向強度プロファイルを指す。「ビームプロファイル」という用語は、特に、光束の伝播方向に対して垂直な少なくとも1つの平面内における光束の強度の空間分布に特に関する。以下でさらに詳細に概説するように、光束は具体的にはガウス光束またはガウス光束の線形結合であり得る。しかしながら、他の実施形態

も可能である。検出器は、ビームプロファイル、特にビームプロファイルの形状を調整、定義および決定することのうちの1つまたは複数のために構成され得る少なくとも1つの転送装置を含み得る。

【0041】

センサ要素の光センサは、紫外線、可視光、または赤外線のスpekトル範囲のうちの1つまたは複数の高感度であり得る。光センサは、具体的には、赤外spekトル範囲、具体的には780nmから3.0マイクロメートルの範囲、および／または可視spekトル範囲、具体的には380nmから780nmの範囲で高感度であり得る。具体的には、光センサは、シリコンフォトダイオードが特に700nmから1000nmの範囲で適用可能である近赤外領域の一部において高感度であり得る。

10

【0042】

具体的には、光センサは、CCDセンサ要素、CMOSセンサ要素、フォトダイオード、フォトセル、光導電体、フォトランジスタ、またはそれらの任意の組み合わせからなる群から選択される少なくとも1つの要素であり得るかまたはそれを含み得る。他のいかなる種類の感光要素を使用してもよい。以下にさらに詳細に概説されるように、感光要素は、一般に、全体的にまたは部分的に無機材料から作られてもよく、および／または完全にまたは部分的に有機材料から作られてもよい。最も一般的には、以下にさらに詳細に概説されるように、商業的利用可能なフォトダイオードのような、例えば無機半導体フォトダイオードなどの1つまたは複数のフォトダイオードを使用することができる。

【0043】

本明細書でさらに使用されるように、「評価装置」という用語は、好ましくは少なくとも1つのデータ処理装置を使用することによって、より好ましくは、少なくとも1つのプロセッサおよび／または少なくとも1つの特定用途向け集積回路を使用することによって、指定された動作を実行するように適合された任意の装置を一般に指す。したがって、一例として、少なくとも1つの評価装置には多数のコンピュータコマンドを含むソフトウェアコードを記憶した少なくとも1つのデータ処理装置を含むことができる。評価装置は、1つまたは複数の指定動作を実行するための1つまたは複数のハードウェア要素を提供してもよく、および／または1つまたは複数の指定動作を実行するために1つまたは複数のプロセッサとプロセッサ上で実行するソフトウェアを提供してもよい。

20

【0044】

具体的には、以下でさらに詳細に概説するように、評価装置は、結合された信号および／またはそれから導出された任意の二次信号と縦方向座標との間の少なくとも1つの既知の決定可能または既定の関係を使用することによって物体の少なくとも1つの縦方向座標 z を決定するように構成される。具体的には、以下でさらに詳細に概説するように、結合信号は商信号であり得る。

30

【0045】

上記で概説したように、中心信号は一般に、光スポットの中心にある光センサからのセンサ信号のような単一のセンサ信号でもよく、または光スポットの中心にある光センサから生じるセンサ信号の組み合わせのような複数のセンサ信号の組み合わせ、または前述の可能性のうちの1つまたは複数によって導出されるセンサ信号を処理することによって導出される二次センサ信号など、複数のセンサ信号の組合せであり得る。

40

【0046】

中心信号の決定は、センサ信号の比較が従来の電子機器によってかなり簡単に実施されるので、電子的に実行されてもよく、またはソフトウェアによって完全にまたは部分的に実行されてもよい。具体的には、中心信号は、最高のセンサ信号；最高のセンサ信号からの所定の許容範囲内にあるセンサ信号の一群の平均；最高のセンサ信号を有する光センサを含む一群および隣接する光センサの所定の一群からのセンサ信号の平均；最高のセンサ信号を有する光センサを含む光センサの一群および隣接する光センサの所定の一群からのセンサ信号の総和値；最高のセンサ信号からの所定の許容範囲内にあるセンサ信号の一群の総和値；所定の閾値を超えているセンサ信号の一群の平均値；所定の閾値を超えている

50

センサ信号の一群の総和値；最高のセンサ信号を有する光センサを含む光センサの一群と隣接する光センサの所定の一群からのセンサ信号の積分値；最高のセンサ信号からの所定の許容範囲内にあるセンサ信号の一群の積分値；所定の閾値を超えているセンサ信号の一群の積分値、からなる群から選択されてもよい。

【0047】

上記で概説したように、光センサの生のセンサ信号を評価またはそれから導出された二次センサ信号に使用することができる。本明細書で使用されるとき、「二次センサ信号」という用語は、一般に、例えば、フィルタリング、平均化、復調などによる、1つまたは複数の生の信号を処理することによって得られる、電子信号、より好ましくはアナログおよび／またはデジタル信号など信号を指す。したがって、画像処理アルゴリズムはマトリックスのセンサ信号全体からまたはマトリックス内の対象領域から二次センサ信号を生成するために使用され得る。具体的には、評価装置などの検出器は、光センサのセンサ信号を変換し、それによって二次光センサ信号を生成するように構成されることができ、評価装置は、二次光センサ信号を使用することによってステップa)～d)を実行するように構成される。センサ信号の変換は、具体的には、フィルタ処理；少なくとも1つの対象領域の選択；センサ信号によって生成された画像と少なくとも1つのオフセットとの間の差分画像の形成；センサ信号によって生成された画像を反転させることによるセンサ信号の反転；異なる時間にセンサ信号によって生成された画像間の差分画像の形成；バックグラウンド補正；カラーチャンネルへの分解；色相と彩度と明度のチャンネルへの分解；周波数分解；特異値分解；キャニーエッジ検出器の適用；ラプラシアンガウシアンフィルタの適用；差分ガウスフィルタの適用；ソーベル演算子の適用；ラプラス演算子の適用；シャール演算子の適用；プレウィット演算子の適用；ロバーツ演算子の適用；キルシュ演算子の適用；ハイパスフィルタの適用；ローパスフィルタの適用；フーリエ変換の適用；ラドン変換の適用；ハフ変換の適用；ウェーブレット変換の適用；しきい値処理；バイナリ画像の作成、からなる群から選択される少なくとも1つの変換を含み得る。対象領域は、ユーザによって手動で決定されてもよく、または光センサによって生成された画像内の物体を認識することなどによって自動的に決定されてもよい。一例として、車両、人または他の種類の所定の物体は、画像内、すなわち、光センサによって生成されたセンサ信号の全体の範囲内の自動画像認識によって決定されてもよく、そして物体が対象領域内に位置するように対象領域を選択することができる。この場合、縦方向座標の決定等の評価は、対象領域についてのみ行われてもよい。しかしながら、他の実施も可能である。

【0048】

上記で概説したように、光スポットの中心の検出、すなわち、中心信号および／または中心信号が発生する少なくとも1つの光センサの検出は、1つまたは複数のソフトウェアアルゴリズムを使用することによって、完全または部分的に電子的にあるいは完全にまたは部分的に実行することができる。具体的には、評価装置は、少なくとも1つの最高のセンサ信号を検出するための、および／または中心信号を形成するための少なくとも1つの中心検出器を備えることができる。中心検出器は、具体的には完全にまたは部分的にソフトウェアで具体化することができ、および／または完全にまたは部分的にハードウェアで具体化することができる。中心検出器は、少なくとも1つのセンサ要素に完全にまたは部分的に一体化されてもよく、および／またはセンサ要素から独立して完全にまたは部分的に具体化されてもよい。

【0049】

上記で概説したように、和信号は、マトリックスの全てのセンサ信号から、対象領域内のセンサ信号から、または中心信号に寄与する光センサから生じるセンサ信号を除くこれらの可能性のうちの1つから導出され得る。いずれの場合も、縦方向座標を決定するために、中心信号と確実に比較される可能性がある信頼性のある和信号が生成され得る。一般に、和信号は、マトリックスの全てのセンサ信号にわたる平均値；マトリックスの全てのセンサ信号の総和値；マトリックスの全てのセンサ信号の積分値；中心信号に寄与するこれらの光センサからのセンサ信号を除くマトリックスの全てのセンサ信号にわたる平均値

；中心信号に寄与するそれらの光センサからのセンサ信号を除くマトリックスのすべてのセンサ信号の総和値；中心信号に寄与するそれらの光センサからのセンサ信号を除くマトリックスのすべてのセンサ信号の積分値；最高のセンサ信号を有する光センサから所定の範囲内の光センサのセンサ信号の総和値；最高のセンサ信号を有する光センサから所定の範囲内の光センサのセンサ信号の積分値；最高のセンサ信号を有する光センサから所定の範囲内に位置する光センサの特定の閾値を超えるセンサ信号の総和値；最高のセンサ信号を有する光センサから所定の範囲内に位置する光センサの特定の閾値を超えるセンサ信号の積分値、からなる群から選択されてもよい。しかしながら、他の選択肢も存在する。

【0050】

合算は、ソフトウェアで完全にまたは部分的に実行することができ、および／またはハードウェアで完全にまたは部分的に実行することができる。合算は一般に純粹に電子的な手段、典型的には、検出器に容易に実装可能な手段によって可能である。したがって、電子技術の分野において、2つ以上の電気信号、アナログ信号とデジタル信号の両方を合算するための合算装置が一般に知られている。したがって、評価装置は、和信号を形成するための少なくとも1つの合算装置を備えることができる。合算装置は、完全にまたは部分的にセンサ要素に一体化されてもよく、または完全にまたは部分的にセンサ要素とは独立して具体化されてもよい。合算装置は、ハードウェアまたはソフトウェアの一方または両方で完全にまたは部分的に具現化することができる。

【0051】

上記で概説したように、中心信号と和信号との間の比較は、具体的には、1つまたは複数の結合信号を形成することによって実行され得る。したがって、一般に結合信号は、中心信号と和信号との商またはその逆の商を形成；中心信号の倍数と和信号の倍数との商またはその逆の商を形成；中心信号の線形結合と和信号の線形結合との商またはその逆の商を形成；中心信号と和信号と中心信号との線形結合の商、またはその逆の商を形成；和信号と和信号と中心信号との線形結合の商またはその逆；中心信号のべき乗と和信号のべき乗との商またはその逆の商を形成；中心信号と和信号との第1の線形結合の商および中心信号と和信号との第2の線形結合の商を形成、のうちの1つまたは複数によって導出される商信号Qとすることができる。しかしながら、他の選択肢も存在する。評価装置は、1つまたは複数の商信号を形成するように構成されてもよい。評価装置はさらに、少なくとも1つの結合信号を評価することによって少なくとも1つの縦方向座標を決定するように構成されてもよい。

【0052】

評価装置は特に、少なくとも1つの縦方向座標を決定するために、結合信号Qと縦方向座標との間の少なくとも1つの所定の関係を使用するように構成されてもよい。したがって、上記に開示された理由および縦方向座標への光スポットの特性の依存性によって、結合信号Qは、典型的には、物体の縦方向座標および／または光スポットの直径または等価直径などの光スポットのサイズの単調関数である。したがって、一例として、特に線形光センサが使用される場合、センサ信号 s_{center} と和信号 s_{sum} の単純な商 $Q = s_{center} / s_{sum}$ は距離の単調減少関数であり得る。この理論に縛られたくはないが、これは上記の好ましい設定では、検出器に到達する光の量が減少するので、中心信号 s_{center} および和信号 s_{sum} の両方は、光射源までの距離が増すにつれて二乗関数として減少するという事実によると考えられる。しかしながら、そこでは、実験で使われたような光学装置では、像平面内の光スポットが増大し、したがってより広い領域にわたって広がるため、中心信号 s_{center} は和信号 s_{sum} よりも急速に減少する。したがって、中心信号と和信号との商は、光束の直径またはマトリックスの光センサの感光領域上の光スポットの直径が増加するにつれて連続的に減少する。さらに、商は、光束の総出力が中心信号と和センサ信号の両方においてファクタを形成するので、典型的には光束の総出力から独立している。その結果、商Qは、中心信号と和信号と光束のサイズまたは直径との間に独特かつ明白な関係を与える二次信号を形成することができる。その一方で、光束のサイズまたは直径は、光束が検出器に向かって伝播する物体と検出器自体と

10

20

30

40

50

の間の距離、すなわち物体の縦方向座標に依存するので、一方では中心信号と和信号の間に他方では中心信号と縦方向座標との間に独特かつ明白な関係が存在し得る。後者については、WO 2014/097181 A1などの1つまたは複数の上述の先行技術文献を参照することができる。所定の関係は、ガウス光束の線形結合を仮定するなどによる分析的考察によって、複合信号および／または中心信号および和信号もしくはそれらから導出された二次信号を物体の縦方向座標の関数として測定する測定などの経験的測定によって、またはその両方によって決定され得る。

【0053】

評価装置は、和信号と中心信号を割る、和信号と中心信号の倍数を割る、和信号と中心信号の線形結合を割る、のうち1つまたは複数の結合信号Qを導出するように構成することができる。

10

【0054】

例えば、評価装置は、結合信号Qを下記の数式1によって導出するように構成されてもよい。

【0055】

【数1】

$$Q(z_0) = \frac{\iint_{A_1} E(x, y; z_0) dx dy}{\iint_{A_2} E(x, y; z_0) dx dy}$$

20

【0056】

数式1において、xおよびyは横座標、A1およびA2はセンサ要素の位置における少なくとも1つのビームプロファイルの領域であり、そしてE(x、y、z₀)は物体距離z₀において与えられるビームプロファイルを示す。エリアA1とエリアA2は異なる場合がある。特に、A1とA2は一致しない。したがって、A1およびA2は、形状または含有量のうちの1つまたは複数において異なり得る。中心信号は、ビームプロファイルの中心情報を本質的に含むセンサ信号であり得る。和信号は、ビームプロファイルのエッジ情報を本質的に含む信号であり得る。ビームプロファイルは、光束の断面であり得る。ビームプロファイルは台形ビームプロファイル；三角ビームプロファイル；円錐ビームプロファイルとガウスビームプロファイルの線形結合、からなる群から選択されてもよい。

30

【0057】

中心信号および和信号のそれぞれは、光束のビームプロファイルの少なくとも1つのエリアの少なくとも1つの情報を含み得る。本明細書で使用されるとき、「ビームプロファイルの領域」という用語は、一般に、結合信号Qを決定するために使用されるセンサ要素の位置におけるビームプロファイルの任意の領域を指す。感光領域は、和信号がビームプロファイルの第1の領域の情報を含み、中心信号がビームプロファイルの第2の領域の情報を含むように配置されてもよい。ビームプロファイルの第1の領域およびビームプロファイルの第2の領域は、隣接領域または重複領域の一方または両方であり得る。ビームプロファイルの第1の領域およびビームプロファイルの第2の領域は、領域が一致しないことがある。

40

【0058】

評価装置は、ビームプロファイルの第1の領域およびビームプロファイルの第2の領域を決定および／または選択するように構成されてもよい。ビームプロファイルの第1の領域はビームプロファイルのエッジ情報を本質的に含み、ビームプロファイルの第2の領域はビームプロファイルの中心情報を本質的に含むことができる。ビームプロファイルは、中心、すなわちビームプロファイルの最大値および／またはビームプロファイルのプラトーの中心点および／または光スポットの幾何学中心、ならびに中心から延びる立ち下がりエッジを有し得る。第2の領域は断面の内側領域を含み、第1の領域は断面の外側領域を

50

含み得る。本明細書で使用する時、「本質的に中心情報」という用語は、一般に、中心情報の割合、すなわち中心に対応する強度分布の割合と比較すると、低い割合のエッジ情報、すなわち、エッジに対応する強度分布の割合を指す。好ましくは中心情報は10%未満のエッジ情報の割合を有し、より好ましくは5%未満のエッジ情報の割合を有し、最も好ましくは中心情報はエッジ内容を含まない。ビームプロファイルの少なくとも1つの領域は、それが中心に近いまたは中心の周りにあり、本質的に中心情報を含む場合、ビームプロファイルの第2の領域として決定および／または選択され得る。ビームプロファイルの少なくとも1つの領域が、それが断面の立ち下がりエッジの少なくとも一部を含む場合、ビームプロファイルの第1の領域として決定および／または選択され得る。例えば、断面の全領域を第1領域としてもよい。ビームプロファイルの第1の領域は領域A2であり得、ビームプロファイルの第2の領域は領域A1であり得る。

10

【0059】

第1の領域A1と第2の領域A2の他の選択も可能であり得る。例えば、第1の領域はビームプロファイルの本質的に外側の領域を含み、第2の領域はビームプロファイルの本質的に内側の領域を含み得る。例えば、中心信号は、光スポットの中心を含む矩形の縞に対応する信号であり得る。評価装置は、中心信号と合算信号との第1の線形結合と、中心信号と合算信号との第2の線形結合との商を形成するように適合されていてもよい。特に、2次元ビームプロファイルの場合、ビームプロファイルは左部分と右部分に分割されてもよく、第1の領域はビームプロファイルの左側部分の領域を本質的に含み、第2の領域はビームプロファイルの右側部分の領域を本質的に含み得る。一例として、第1および第2の領域は、互いに最小の間隔で隣接していてもよい。しかしながら、商信号のダイナミックレンジを改善するために、隣接する領域間の間隔を拡大するなどして変化させることもできる。一例として、第1領域と第2領域の間の領域を評価しないことによって2つの隣接領域の分離を増大させることができる。これは、領域の一方の領域の光を隣接する領域と比較して相対的および／または絶対的に減少させ、2つの領域の信号の商を増加させ得る。さらに、領域の一方または両方は、互いに隣接していてもよく、および／または評価されていない領域によって分離されていてもよく、および／または異なる商の一部として評価されてもよい。さらに、第1および第2の領域は、サブ領域の線形結合からなってもよく、各サブ領域によって寄与される信号は、中心信号および／または和信号を形成する場合に異なるように重み付けされてもよい。これは商システムのダイナミックレンジを増加させるためにさらに有益であり得る。

20

30

【0060】

エッジ情報は、ビームプロファイルの第1の領域内のいくつかの光子に関する情報を含み得、中心情報は、ビームプロファイルの第2の領域内のいくつかの光子に関する情報を含み得る。評価装置は、ビームプロファイルの面積積分を決定するように適合されてもよい。評価装置は、第1のエリアの積分および／または合算によってエッジ情報を決定するように構成されていてもよい。評価装置は、第2の領域の積分および／または合算によって中心情報を決定するように構成されていてもよい。例えば、ビームプロファイルは台形ビームプロファイルであり得、評価装置は台形の積分を決定するように適合され得る。さらに、台形ビームプロファイルを仮定することができる場合、エッジおよび中央信号の決定は、例えば、エッジの傾斜および位置ならびに中央のプラトーの高さの決定、および幾何学的考察によるエッジおよび中心信号の導出など台形ビームプロファイルの特性を利用する同等の評価によって置き換えられてもよい。

40

【0061】

追加的にまたは代替的に、評価装置は、光スポットの少なくとも1つのスライスまたはカットから中心情報またはエッジ情報の一方または両方を決定するように適合されてもよい。これは、例えば、結合信号Q内の面積積分をスライスまたはカットに沿った1つまたは複数の線形積分で置き換えることによって実現することができる。精度を向上させるために、光スポットを通るいくつかのスライスまたはカットを使用して平均化することができる。楕円形のスポットプロファイルの場合、いくつかのスライスまたはカットにわたっ

50

て平均化すると、距離情報が改善される可能性がある。

【0062】

評価装置は、エッジ情報と中心情報を割る、エッジ情報と中心情報の倍数を割る、エッジ情報と中心情報の線形結合を割る、のうちの1つまたは複数によって結合信号Qを導出するように構成されてもよい。したがって、実質的には、光子比を本方法の物理的基礎として使用することができる。

【0063】

検出器は少なくとも2つの光センサ上の光束プロファイルの少なくとも2つの非対称領域の放射輝度比から奥行き情報、特に絶対奥行き情報を決定するように適合されてもよい。例えば、検出器は、マトリックス状に配置された複数の光センサを含み得る。検出器は、取り囲まれた、特にCMOS検出器などの光センサの単一マトリックスによって捕捉されたデフォーカスビームプロファイル内の少なくとも2つの非対称領域の放射輝度比から奥行き情報を決定するように適合され得る。特に、検出器は、放射輝度比を使用して奥行き情報を決定するように適合され得る。この原理はフォトンレシオによる距離(DPR)と呼ばれる。

【0064】

DPR原理は、例えば、1つのセグメント画像プロファイルの多くのサブ領域、例えば後述する光センサのマトリックス上の少なくとも1つの光束によって生成される少なくとも1つの特徴のセグメント化された画像、に適用することができる。2次元の場合の商Q_A(z)は次の数式2のように書くことができる。

【0065】

【数2】

$$Q_A(z) = \frac{\iint_{-r_{out}}^{r_{out}} P(x, y, z) dx dy}{\iint_{-r_{in}}^{r_{in}} P(x, y, z) dx dy}$$

【0066】

P(x, y, z)は2次元のビームプロファイルで、r_{in}とr_{out}はそれぞれ内円と外円の半径である。y次元に沿った線分商Q_y(z)の場合、これは次の数式3のように書き換えることができる。

【0067】

【数3】

$$Q_y(z) = \frac{\int_{-r_{out}}^{r_{out}} P(x, z) dx}{\int_{-r_{in}}^{r_{in}} P(x, z) dx}$$

【0068】

この理論に縛られたくはないが、全体のデフォーカスビームプロファイルP(x, z)は、像幅b(x, z)に沿ったデフォーカス像点プロファイルp(x, z)の重ね合わせと見なすことができる。この関係は、下記の数式4によって与えられる畳み込みとしてモデル化できる。

【0069】

【数4】

$$P(x, z) = b(x, z) * p(x, z)$$

【0070】

p(x, z)はデフォーカス状態にあるレンズの点像分布関数(PSF)を表し、近軸

光学の分野では錯乱円（C o C）としても知られている。P（x，z）をQ_y（z）に挿入することによって、上述の商Q_y（z）は以下の数式5のように書き直すことができる。

【0071】

【数5】

$$Q_y(z) = \frac{\int_{-r_{out}}^{r_{out}} b(x,z) * p(x,z) dx}{\int_{-r_{in}}^{r_{in}} b(x,z) * p(x,z) dx} = \frac{\int_{-r_{out}}^{r_{out}} b(x,z) dx \cdot \int_{-r_{out}}^{r_{out}} p(x,z) dx}{\int_{-r_{in}}^{r_{in}} b(x,z) dx \cdot \int_{-r_{in}}^{r_{in}} p(x,z) dx}$$

10

【0072】

さらに、光センサのマトリックスを用いて、デフォーカスされたビームプロファイルは、ある角度θの線に沿って縦座標の原点から距離ωを有する断面に細分され得る。したがって、単線のパラメータ化は、以下の数式6によって与えられ得る。

【0073】

【数6】

$$\omega = x \cos(\theta) + y \sin(\theta)$$

【0074】

20

平行線に沿った強度の積分は、周知のラドン変換の積分射影R {・} によって数学的に記述することができ、以下の数式7のように表される。

【0075】

【数7】

$$\mathfrak{R}_{(\omega,\theta)}\{f(x,y)\} = \iint_{-\infty}^{\infty} f(x,y) \delta(x \cos(\theta) + y \sin(\theta) - \omega) dx dy$$

【0076】

30

δはディラックデルタ関数を表し、f（x，y）は閉じられたデフォーカスビームプロファイルの強度である。所与の角度θおよび投影幅ωに対する光子比Rは、f'（x，y）を内側領域として有する、数式8によって与えられる。

【0077】

【数8】

$$R = \frac{\mathfrak{R}_{(\omega,\theta)}\{f'(x,y)\}}{\mathfrak{R}_{(\omega,\theta)}\{f(x,y)\}}$$

【0078】

40

θの変動は、特定の距離で傾斜した物体表面に対して異なる比率Rを生み出す可能性がある。次の数式9に示す間隔でθを変化させれば十分である。

【0079】

【数9】

$$\{\theta \in \mathbb{R}_+, \theta < \pi\}$$

【0080】

一実施形態では、物体から検出器まで伝播する光束は、少なくとも1つの特徴点を含む

50

少なくとも1つのパターンでセンサ要素を照射することができる。本明細書で使用される
とき、「特徴点」という用語は、パターンの少なくとも1つの少なくとも部分的に延在す
る特徴を指す。特徴点は以下少なくとも1点；少なくとも1行；少なくとも1つのエッジ
、からなる群から選択されてもよい。パターンは、例えば、少なくとも1つのパターンを
含む照射パターンを有する少なくとも1つの照射源による照射に応答して、物体によって
生成されてもよい。A 1は、光センサ上の特徴点の完全なまたは全領域に対応し得る。A
2は、光センサ上の特徴点の中心領域であり得る。中心領域は一定値であり得る。中心領
域は、特徴点の全領域と比較して小さくてもよい。例えば、円形の特徴点の場合、中心領
域は、特徴点の全半径の0.1から0.9まで、好ましくは全半径の0.4から0.6ま
での半径を有することができる。

10

【0081】

例えば、物体から検出器まで伝播する光束は、少なくとも1つの線パターンで光センサ
を照らすことができる。線パターンは、例えば、少なくとも1つの線パターンを含む照射
パターンを有する少なくとも1つの照射源による照射に応答して、物体によって生成され
てもよい。A 1は、光センサ上の、特に光センサの感光領域上の、線パターンの全線幅を
有する領域に対応し得る。光センサ上の線パターンは光センサ上の線幅が広がるように
、照射パターンの線パターンと比較して拡大および／または変位させることができる。特
に、光センサのマトリックスの場合、光センサ上の線パターンの線幅はある列から別の列
へと変化する可能性がある。A 2は、光センサ上の線パターンの中心領域であり得る。中
心領域の線幅は一定の値であり得、特に照射パターンの線幅に対応し得る。中心領域は、
全線幅に比べてより小さい線幅を有することができる。例えば、中心領域は、全線幅の0
.1から0.9まで、好ましくは全線幅の0.4から0.6までの線幅を有することがで
きる。線パターンは光センサ上でセグメント化されてもよい。光センサのマトリックスの
各列は線パターンの中心領域の強度の中心情報および線パターンの中心領域からさらに外
側にエッジ領域まで広がる領域からの強度のエッジ情報を含み得る。

20

【0082】

例えば、物体から検出器へ伝播する光束は少なくとも1つの点パターンでセンサ要素を
照らすことができる。点パターンは、例えば、少なくとも1つの点パターンを含む照射パ
ターンを有する少なくとも1つの照射源による照射に応答して、物体によって生成されて
もよい。A 1は、光センサ上の点パターンの点の全半径を有するエリアに対応し得る。A
2は、光センサ上の点パターンにおける点の中央領域であり得る。中心エリアは一定値で
あり得る。中心エリアは、全半径と比較する半径を有することができる。例えば、中心エ
リアは、全半径の0.1から0.9まで、好ましくは全半径の0.4から0.6までの半
径を有することができる。

30

【0083】

物体から検出器へ伝播する光束は、点パターンと線パターンの両方を含む反射パターン
でセンサ要素を照らすことができる。線パターンおよび点パターンに加えてまたはその代
わりに他の実施形態も可能である。

【0084】

したがって、一般に、評価装置は、結合信号Qなどの結合信号を評価することによって
縦方向座標を決定するように構成され得る。この決定は、中心信号と和信号とを直接結合
し、それらの縦方向座標を導出することによるような一段階プロセスであっても、あるい
は、最初に中心信号と和信号から結合信号を導出し、次に結合信号から縦方向座標を導出
することによるなど、多段階プロセスであってもよい。両方の選択肢、すなわち別々の独
立した工程である工程c)およびd)の選択肢、ならびに完全にまたは部分的に組み合わ
される工程c)およびd)の選択肢は本発明に含まれるものとする。

40

【0085】

評価装置は、結合信号と縦方向座標との間の少なくとも1つの所定の関係を使用するよ
うに構成されてもよい。所定の関係は、経験的關係、半経験的關係、および分析的に導出
された関係のうちの1つまたは複数であり得る。評価装置は、ルックアップリストまたは

50

ルックアップテーブルなどの所定の関係を記憶するための少なくとも1つのデータ記憶装置を含むことができる。

【0086】

結合信号Qは、様々な手段を用いて決定され得る。例として、結合信号を導出するためのソフトウェア手段、結合信号を導出するためのハードウェア手段、またはその両方を使用することができ、評価装置内に実装することができる。したがって、評価装置は、一例として、少なくとも1つのデバイダを含むことができ、このデバイダは結合信号を導出するように構成される。デバイダはソフトウェアデバイダまたはハードウェアデバイダの一方または両方として完全にまたは部分的に具現化することができる。デバイダは、完全にまたは部分的にセンサ要素の答えに統合されてもよく、または完全にまたは部分的にセンサ要素から独立して具体化されてもよい。

10

【0087】

上記で概説したように、光センサは、具体的には光検出器、好ましくは無機光検出器、より好ましくは無機半導体光検出器、最も好ましくはシリコン光検出器であるか、それらを含むことができる。具体的には、光センサは、赤外スペクトル範囲において感受性であり得る。マトリックスの全ての光センサ、またはマトリックスの少なくとも一群の光センサは具体的には同一であってもよい。マトリックスの同一の光センサの一群は、異なるスペクトル範囲に対して具体的に提供されてもよく、または全ての光センサはスペクトル感度に関して同一であってもよい。さらに、光センサは、大きさが同一でもよく、および／またはそれらの電子的または光電子的特性に関して同一でもよい。

20

【0088】

具体的には、光センサは、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で感度のある無機フォトダイオードであるか、またはそれを含むことができる。具体的には、光センサは、シリコンフォトダイオードが特に700nmから1000nmの範囲で適用可能である、近赤外領域の一部において敏感であり得る。光センサに使用できる赤外線光センサは、Hamamatsu Photonics Deutschland GmbHから市販されているD-82211 Herrsching am Ammersee、Germanyの赤外線光センサのような市販の赤外線光センサでよい。したがって、一例として、光センサは、固有の光起電型の少なくとも1つの光センサ、より好ましくはGeフォトダイオード、InGaAsフォトダイオード、拡張InGaAsフォトダイオード、InAsフォトダイオード、InSbフォトダイオード、HgCdTeフォトダイオード、からなる群から選択される少なくとも1つの半導体フォトダイオードを含み得る。追加的にまたは代替的に、光センサは、外因性光起電型の少なくとも1つの光センサ、より好ましくはGe:Auフォトダイオード、Ge:Hgフォトダイオード、Ge:Cuフォトダイオード、Ge:Znフォトダイオード、Si:Gaフォトダイオード、Si:Asフォトダイオードなる群から選択される少なくとも1つの半導体フォトダイオードを含み得る。追加的にまたは代替的に、光センサは、少なくとも1つのボロメータ、好ましくはVOボロメータおよびアモルファスSiボロメータからなる群から選択されるボロメータを含み得る。

30

【0089】

マトリックスは独立した光センサから構成されてもよい。このようにして、無機フォトダイオードのマトリックスを構成することができる。しかしながら、代替として、CCD検出器チップなどのCCD検出器および／またはCMOS検出器チップなどのCMOS検出器のうちの1つまたは複数のような市販のマトリックスを使用することができる。

40

【0090】

したがって、一般に、検出器の光センサは、センサアレイを形成してもよく、または上述のマトリックスなどのセンサアレイの一部であってもよい。したがって、一例として、検出器は、m個の行およびn個の列を有し、m、nは独立して正の整数である長方形のアレイなどの光センサアレイを含むことができる。好ましくは、2つ以上の列および2つ以上の行、すなわち、 $n > 1$ 、 $m > 1$ が与えられる。したがって、一例として、nは2から

50

16以上であり得、 m は2から16以上であり得る。好ましくは、行数と列数の比は1に近い。一例として、 n および m は、 $m/n = 1:1$ 、 $4:3$ 、 $16:9$ または同様のものなどを選択することによって、 $0.3 \leq m/n \leq 3$ となるように選択されてもよい。一例として、アレイは、 $m=2$ 、 $n=2$ または $m=3$ 、 $n=3$ などを選択することによるなど、等しい数の行および列を有する正方形のアレイであり得る。

【0091】

上記でさらに概説したように、マトリックスは具体的には少なくとも1行、好ましくは複数の行、および複数の列を有する長方形のマトリックスであり得る。一例として、行および列は本質的に垂直に配向されてもよく、ここで「本質的に垂直」という用語に関しては、上記で与えられた定義を参照することができる。したがって、一例として、20°未満、具体的には10°未満、さらには5°未満の公差が許容可能であり得る。広範囲の視野を提供するために、マトリックスは具体的には少なくとも10行、好ましくは少なくとも50行、より好ましくは少なくとも100行を有することができる。同様に、マトリックスは少なくとも10列、好ましくは少なくとも50列、より好ましくは少なくとも100列を有することができる。マトリックスは少なくとも50個の光センサ、好ましくは少なくとも100個の光センサ、より好ましくは少なくとも500個の光センサを含み得る。マトリックスは、マルチメガピクセル範囲内のいくつかのピクセルを含み得る。しかしながら、他の実施形態も可能である。したがって、上記で概説したように、軸方向の回転対称性が予想される構成では、ピクセルとも呼ばれ得るマトリックスの光センサの円形配置または同心配置が好ましい場合がある。

【0092】

上記でさらに概説したように、好ましくは、センサ要素は検出器の光軸に対して本質的に垂直に配向されてもよい。また、「本質的に垂直」という用語に関しては、上記の定義および許容誤差を参照することができる。光軸はまっすぐな光軸でもよいし、または1つまたは複数の偏向素子を使用することによって、および／または1つまたは複数のビームスプリッタを使用することなどによって、曲げられても、さらには分割されてもよく、後者の場合、本質的に垂直な配向は光学設定のそれぞれの分岐またはビーム経路内の局所光軸を指すことができる。

【0093】

マトリックスは、2つもしくは4つの別々の感光領域を含み得、そして／または2つもしくはそれ以上のセグメント、特に2つもしくは4つのアクティブ領域に細分され得る。感光領域および／またはセグメントは分割線によって分離されていてもよい。例えば2つのSiダイオードの分割線は、検出器のベースラインと平行に、特に光センサ上のスポット移動と平行に配置することができる。しかしながら、他の配置も可能である。例えば、象限ダイオード (quadrant diode) は少なくとも2本の分割線を含むことができる。少なくとも2つの分割線は互いに直交して配置されてもよい。分割線の直交配置は、互いに独立して近距離場および遠距離場の適用のための結合信号の調整を可能にする。和信号と中心信号の結合信号を決定することに加えて、評価装置は、マトリックスの他の信号を用いて第2の商を決定するように構成されてもよい。2つの商は、2つの異なる距離範囲がカバーされるように形成することができる。近距離場および遠距離場に対する2つの商信号は、両方の商信号が縦方向距離 z の合理的な決定を得ることを可能にする重複領域を有することができる。例えば、商信号は、頂部セグメントとも呼ばれる2つの頂部象限のセンサ信号を、底部セグメントとも呼ばれる2つの底部象限のセンサ信号で割ることによって決定することができる。検出器のベースラインに平行な分割線を有する2つのセンサ領域によって決定されたセンサ信号の商信号を使用することで、検出器は、光スポットの距離に依存した移動をせずに商を決定することを可能にし得る。特に、例として、上部と下部のセグメント間の分割線がベースラインと平行である場合、下部セグメントによって割った上部セグメントから決定された商信号は、近距離場で使用することができる。ここで、光スポットは、象限ダイオードの左右いずれか一方のセグメントのみを照射することができる。この場合、左右のセグメントのセンサ信号を割ることによって商信号を決定するこ

とは可能ではないかもしれない。しかしながら、頂部セグメントと底部セグメントのセンサ信号を割ることによって商を決定することは、妥当な距離測定値を提供することができる。左右のセグメントのセンサ信号を割ることによって決定された商信号は、遠距離場測定に使用することができ、光スポットは左右両方のセグメントを照射する。さらに、評価装置は、対向するセグメントまたは隣接するセグメントのセンサ信号を割ることによって商信号を決定するように適合させることができる。評価装置は、広い範囲にわたって大きな分解能で距離測定が可能であるように、象限の取得されたセンサ信号を組み合わせるように適合され得る。

【0094】

上述した従来技術の文書に含まれる技術的課題を考慮して、特に F i P 効果を発生させるために必要とされる技術的努力を考慮して、本発明は特に非 F i P 光センサを使用することによって実現され得ることに留意されたい。実際、F i P 特性を有する光センサは典型的には焦点においてそれぞれのセンサ信号において強いピークを示すので、光センサとして F i P センサを使用する本発明による検出器の測定範囲は、位置間の範囲および光センサが光束の焦点にある範囲に限定される。しかしながら、線形光センサ、すなわち F i P 効果を示さない光センサを使用するとき、本発明の構成では、この問題は一般に回避され得る。その結果、光センサはそれぞれ、少なくとも測定範囲内で、それぞれのセンサ信号がそれぞれの光センサの照射の総出力に依存するように線形信号特性を有することができる。

【0095】

検出器は、物体を照射するための照射源をさらに含み得る。一例として、照射源は、物体を照射するための照射光束を生成するように構成することができる。検出器は、照射光束が検出器から検出器の光軸に沿って物体に向かって伝播するように構成されてもよい。この目的のために、検出器は、照射光束を光軸上に偏向させるための少なくとも1つの反射要素、好ましくは少なくとも1つのプリズムを含むことができる。

【0096】

上記で概説したように、照射源は、具体的には、赤外スペクトル範囲の光を放射するように構成することができる。しかしながら、追加的にまたは代替的に、他のスペクトル範囲も可能であることに留意されたい。さらに、上記で概説したように、照射源は特に変調光または非変調光を放射するように構成されてもよい。複数の照射源が使用される場合、異なる照射源は異なる変調周波数を有することができる、これは以下にさらに詳細に概説されるように、後ほど光束を区別するために使用することができる。照射源は、点群を生成および／または投影するように構成されてもよく、例えば照射源は、少なくとも1つのデジタルライトプロセッシング (DLP) プロジェクター、少なくとも1つの LCOS プロジェクター、少なくとも1つの空間光変調器；少なくとも1つの回折光学素子；少なくとも1つの発光ダイオードアレイ；少なくとも1つのレーザ光源のアレイ、のうち1つまたは複数を含み得る。

【0097】

検出器は少なくとも1つの照射源を含み得る。照射源は、少なくとも1つの照射光束で物体を照射するように適合されてもよい。照射光束は、物体によって完全にまたは部分的に反射されてもよく、検出器に向かって戻ってもよい。照射源は、照射光束の伝播方向が光軸と本質的に平行であるように配置されてもよい。本明細書で使用されているように、「本質的に光軸に平行」という用語は、例えば $\pm 20^\circ$ 以下の公差、好ましくは $\pm 10^\circ$ 以下の公差、より好ましくは $\pm 5^\circ$ 以下の公差である、平行配向の状態を指す。照射源は、照射光束の伝播方向に延びる線と光軸とが空間的に交差しないように配置されてもよい。特に、照射は軸上にあり得る。そのような軸上照射を提供するために、一例として、1つまたは複数のプリズムおよび／または可動ミラーまたは可動プリズムなどのダイクロイックミラーのようなミラーなど、1つまたは複数の反射要素を使用することができる。反射光束は本質的に光軸と平行であり得る。したがって、本発明によれば、三角測量法で行われているように、物体の距離は、光束の角度、すなわちセンサ上の光スポットの位置か

らは決定されない。代わりに、物体の距離は光軸と本質的に平行な光束を使用して決定されてもよい。非三角測量法によるが、少なくとも2つのセンサ信号を組み合わせることによる物体の距離の決定は、物体距離の決定は、照射光束の伝播方向が本質的に光軸と平行になるように照射源を配置可能にする。

【0098】

光束は、単色光束であり得る。光束は狭帯域の波長を含むことができ、好ましくは光束は単一の波長を含むことができる。少なくとも1つの光源は、少なくとも1つの単色光束を生成するように適合されてもよく、および／または検出器は、モノクロメータのような狭帯域波長をフィルタリングするように適合される少なくとも1つのフィルタ要素を含んでもよい。

10

【0099】

照射源は、物体を照射するための少なくとも1つの照射パターンを生成するように適合されていてもよい。追加的にまたは代替的に、照射パターンは少なくとも1つの周囲光源によって生成されてもよい。検出器は、照射パターンが検出器から、特にハウジングの少なくとも1つの開口部から検出器の光軸に沿っておよび／またはそれに平行に物体に向かって伝播するように構成されてもよい。この目的のために、検出器は、照射パターンが光軸に沿って又は平行に伝播するように照射パターンを偏向するための少なくとも1つの反射要素、好ましくは少なくとも1つのプリズムを含むことができる。具体的には、照射源は、少なくとも1つのレーザおよび／またはレーザ源を含み得る。半導体レーザなどの様々な種類のレーザを使用することができる。追加的にまたは代替的に、LEDおよび／または白熱電球などの非レーザ光源を使用することができる。本明細書で使用される時、「パターン」という用語は、少なくとも1つの任意の形状の特徴を含む任意の既知または所定の配置を指す。パターンは、点または記号などの少なくとも1つの特徴を含み得る。パターンは複数の特徴を含んでもよい。パターンは、周期的または非周期的特徴の配列を含み得る。本明細書で使用される時、「照射パターン」という用語は、物体を照らすパターンを指す。照射パターンは例えば、少なくとも1つの周囲光源により、または少なくとも1つの照射源による周囲光によって生成されてもよい。照射パターンは、少なくとも1つの点パターン、特に擬似ランダム点パターン、ランダム点パターンまたは準ランダムパターン；少なくとも1つのソボルパターン；少なくとも1つの準周期的パターン；少なくとも1つの既知の特徴を含む少なくとも1つのパターン；少なくとも1つの規則的なパターン；少なくとも1つの三角形パターン；少なくとも1つの六角形パターン；少なくとも1つの矩形パターン；少なくとも1つの凸状均一傾斜を有するパターン；少なくとも1つの線を含む少なくとも1つの線パターン；平行線または交差線などの少なくとも2つの線を含む少なくとも1つの線パターン；少なくとも1つの縞模様、からなる群から選択される少なくとも1つのパターンを含み得る。例えば、照射源は、点群を生成および／または投影するように適合されてもよい。照射パターンは、三形パターン、長方形のパターン、六角形のパターン、またはさらに凸状傾斜を含むパターンなどの規則的および／または一定および／または周期的パターンを含むことができる。照射パターンは、面積当たり可能な限り多くの特徴を含むことができ、このため六角形パターンが好ましい場合がある。照射パターンの2つの特徴間の距離および／または少なくとも1つの照射特徴の面積は画像内の錯乱円に依存し得る。

20

30

40

【0100】

照射源は、少なくとも1つの光プロジェクター；少なくとも1つのデジタルライトプロセッシング(DLP)プロジェクター、少なくとも1台のLCOSプロジェクター、少なくとも1つの空間光変調器；少なくとも1つの回折光学素子；少なくとも1つの発光ダイオードアレイ；レーザ光源の少なくとも1つのアレイ、のうちの1つまたは複数を含むことができる。照射源は、照射パターンを直接生成するように適合された少なくとも1つの光源を含み得る。例えば、照射源は少なくとも1つのラインレーザを含み得る。ラインレーザは、例えば水平または垂直のレーザ線などのレーザ線を物体に送るために適合されてもよい。照射源は、複数のラインレーザを含み得る。例えば、照射源は照射パターンが少

50

なくとも2本の平行線または交差線を含むように配置され得る少なくとも2本の線レーザを含んでもよい。照射源は、照射パターンが複数の点パターンを含み得るように点群を生成するように適合された少なくとも1つの光プロジェクターを含んでもよい。照射源は、照射源によって生成された少なくとも1つの光束から照射パターンを生成するように適合された少なくとも1つのマスクを含んでもよい。照射源は、スマートフォンなどのモバイル機器に取り付けられているか、または一体化されているもののうちの1つであり得る。照射源は、オートフォーカス機能などの画像を決定する際に使用されることができさらなる機能のために使用され得る。照射源は、ヘッドフォンジャックなどのUSBコネクタまたは電話コネクタなどのコネクタを使用することなどによって、モバイルデバイスに取り付けることができる。

10

【0101】

照射源は、パルス照射を生成するように適合されていてもよい。照射源は、少なくとも1つの光パルスを生成するように適合されていてもよい。本明細書で使用されるとき、「光パルス」または「パルス照射」という用語は、時間的に制限された光束を指す。光パルスは、例えばナノ秒の範囲の所定の長さまたは持続時間を有することができる。例えば、照射源は、10分の1ナノ秒から10分の1秒までなど、ナノ秒未満のパルス長を有するパルスを生成するように適合されてもよい。照射源は、光パルスを周期的に生成するように適合されていてもよい。例えば、照射源は、10Hzから10GHzの周波数を有する光パルスを生成するように適合されていてもよい。

【0102】

20

照射源は、パルス光束を生成するように適合されていてもよい。例えば、照射源は、連続照射光束を生成するように適合されてよく、検出器は、特に周期的に照射を遮断するように適合された少なくとも1つの遮断装置を含んでよい。遮断装置は、少なくとも1つのシャッターおよび／またはビームチョップまたは、例えば好ましくは一定速度で回転ししたがって定期的に照射を遮断することができる、少なくとも1つの遮断ブレードまたは遮断ホイールを含む、他の何らかのタイプの機械的または電子的周期的ビーム遮断装置を含んでよい。一例として、少なくとも1つの遮断装置は、全体的にまたは部分的に照射源に一体化することもできる。さまざまな可能性が考えられる。

【0103】

好ましくは、照射源は可動式および／または移動式照射源であり得る。例えば、照射源は、異なる位置および／または角度から物体を照射するように、測定中に移動されてもよい。例えば、完全な測定時間中に照射源を少なくとも1つの固定位置に配置することができる実施形態も可能である。評価装置は高い製造公差および／またはユーザの相互作用および／またはユーザの組み立てなどのために、位置が不明確な照射源に適合させることができる。

30

【0104】

照射源は、収束光束および／または発散光束および／または平行光束を用いて物体を照射することができる。

【0105】

照射源およびセンサ要素は、共通の平面または異なる平面に配置することができる。照射源と光センサは異なる空間方向を有することができる。特に、照射源および光センサは、ねじれ配置で配置されてもよい。

40

【0106】

照射源と光軸は小さなベースラインによって分離されてもよい。本明細書で使用するときに、基準線とも呼ばれる「ベースライン」という用語は、距離、例えばxy平面内の距離、光軸と照射源との間の距離、特に、光軸と照射光束のz成分との間の距離を指す。照射源は、光軸から最小距離だけ離れていてもよい。光軸からの最小距離は、光センサおよび転送装置のサイズおよび位置などのさらなる検出器素子によって定義されてもよい。ベースラインは、0.1m未満、好ましくは0.05m未満、より好ましくは0.025m未満であり得る。例えば、ベースラインは21mmであり得る。例えば、検出器は、さらな

50

る光学素子を含まないコンパクトな装置であり得る。照射源は、転送装置の端部にできるだけ近くに配置されてもよい。したがって、ベースラインは、転送装置の直径の半分、特にレンズの直径ならびにレンズおよび光源のハウジングに近いものであり得る。例えば、検出器はさらにコンパクトな装置であってもよく、照射ビームをビーム経路に結合するために、ミラー、特に小さいミラーは、転送装置の前、特に中心、例えば幾何学中心に、または中心に近い位置に配置されてもよい。したがって、ベースラインは転送装置の直径の半分未満であり得る。ベースラインができるだけ小さくなるように照射源を配置することができる。照射光束の伝播方向が光軸と本質的に平行であり、かつ照射源と光軸とが小さなベースラインによって分離されるように照射源を配置することによって、非常にコンパクトな装置が可能である。例えば、転送装置の中心から照射源までの距離、特に転送装置の中心から照射源までの接続線に沿った距離は、好ましくは転送装置の中心から転送装置の端部までの距離の2.5倍未満、より好ましくは、転送装置の中心から転送装置の端部までの距離の1.5倍未満、最も好ましくは、転送装置の中心から端部までの距離の1倍未満である。転送装置は任意の形状を有することができ、特に非円形形状が可能である。短い距離では照射源の開口は小さくなり得、そしてベースラインは小さくなり得る。長い距離では照射源の開口は大きくなり得、そしてベースラインは小さくなり得る。これは、大きな距離では大きなベースラインが必要となる三角測量の場合とは反対である。さらに、三角測量に基づくシステムは、必要なベースラインの空間的広がりのために、例えば検出器システムから20cmのように、ゼロよりかなり大きい最小検出範囲を有する。そのような大きなベースラインは、物体から散乱された照射光が、転送装置の背後の光センサの感光領域に到達できないという結果になり得る。さらに、三角測量に基づくシステムでは、小さなベースラインを使用すると最小検出範囲が狭くなるが、同時に最大検出範囲が狭くなる。さらに、三角測量に基づくシステムは、複数の感光領域およびセンサ信号、例えば少なくとも1つの検出器行のセンサ信号を必要とする。本発明によれば、縦方向座標 z の決定はより少ない数のセンサ信号、特に20個未満、好ましくは10個未満、より好ましくは5個未満のセンサ信号で可能である。

【0107】

検出器は、少なくとも1つの転送装置をさらに備えてもよく、転送装置は光束を光センサ上にガイドするように適合される。転送装置は、具体的には、例えば少なくとも1つの焦点調節可能レンズ、少なくとも1つの非球面レンズ、少なくとも1つの球面レンズ、少なくとも1つのフレネルレンズからなる群から選択される少なくとも1つのレンズ；少なくとも1つの回折光学素子；少なくとも1つの凹面鏡；少なくとも1つのビーム偏向素子、好ましくは少なくとも1つのミラー；少なくとも1つのビーム分割素子、好ましくは少なくとも1つのビーム分割キューブまたはビーム分割ミラー；少なくとも1つのマルチレンズシステム、のうち1つまたは複数を含むことができる。

【0108】

光センサは焦点から外れて配置されてもよい。本明細書で使用されるとき、「焦点」という用語は、一般に、転送装置または転送装置の焦点距離によって引き起こされる、光束、特に物体の一点から放射される少なくとも1つの光束の錯乱円の最小範囲の一方または両方を指す。本明細書で使用されるとき、「錯乱円」という用語は、転送装置によって集束される光束の円錐状の光線によって引き起こされる光スポットを指す。錯乱円は、転送装置の焦点距離 f 、物体から転送装置までの縦方向距離、転送装置の射出瞳の直径、転送装置から感光領域までの縦方向距離、転送装置から物体の画像までの距離に依存し得る。例えば、ガウスビームの場合、錯乱円の直径はガウスビームの幅とすることができる。特に、検出器から無限の距離に位置または配置された物体のような点については、転送装置は、物体からの光束を転送装置の焦点距離で集束させるように適合され得る。検出器から無限の距離に位置または配置された非点状の物体については、転送装置は、物体の少なくとも1つの点からの光束を転送装置の焦点距離で焦点面に集束させるように適合され得る。検出器から無限の距離に位置しないかまたは配置されていない点状の物体については、錯乱円は少なくとも1つの縦方向座標において最小の広がりを持つことができる。検出

器から無限の距離に位置しないかまたは配置されていない非点状の物体については、物体の少なくとも1つの点からの光束の錯乱円は、少なくとも1つの縦方向座標において最小の広がりを持し得る。本明細書で使用する時、「焦点からずらして配置される」という用語は、一般に、転送装置または転送装置の焦点距離によって引き起こされる光束の錯乱円の最小の広がり以外の位置を指す。特に、焦点または錯乱円の最小の広がりとは異なる縦方向座標 l_{foc} にあってもよいが、光センサの位置は縦方向座標 l_{foc} とは異なる縦方向座標 l_{sens} を有してもよい。例えば、縦方向座標 l_{sens} は、縦方向において縦方向座標 l_{foc} よりも転送装置の位置に近い位置に配置されてもよく、縦方向座標 l_{foc} よりも転送装置の位置から離れて配置されてもよい。このように、縦方向座標 l_{sens} および縦方向座標 l_{foc} は、転送装置から異なる距離に位置してもよい。例えば、光センサは、縦方向の錯乱円の最小の広がりから±2%の焦点距離、好ましくは±10%の焦点距離、最も好ましくは±20%の焦点距離だけ離間していてもよい。例えば、転送装置の焦点距離が20mmであり、縦方向座標 l_{sens} が19.5mmであり得る、すなわち、焦点から焦点距離の2.5%離間するように、97.5%の焦点距離に位置するとよい。錯乱円の広がり、光センサの範囲よりも大きくてもよい。例えば、光センサは、錯乱円が光センサを越えて延びるように配置されてもよい。したがって、光センサは、光束のビームプロファイルの一部を部分的にしか評価できない。評価装置は、対称性を考慮することによって、または部分的なビームプロファイルを予め記録されたビームプロファイルなどと比較することによって、ビームプロファイルを外挿するように適合させることができる。さらに、評価装置は部分ビームプロファイルの部分信号および部分中心信号を評価し、それを外挿および／または適合および／または予め記録されたビームプロファイルなどの和信号に変換するように適合されてもよい。

【0109】

物体の少なくとも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つの評価装置によって実行される。したがって、一例として、1つまたは複数の上述の関係は、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で実装され得る。したがって、一例として、評価装置は、物体の少なくとも1つの縦方向座標を決定するために、上述の評価を実行するように構成される、1つまたは複数のコンピュータ、特定用途向け集積回路 (ASICs)、デジタル信号プロセッサ (DSPs)、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1つまたは複数のプログラム可能な装置を含み得る。しかしながら追加的にまたは代替的に、評価装置はまた、完全にまたは部分的にハードウェアによって具体化されてもよい。

【0110】

上記で概説したように、中心信号および和信号を評価することによって、検出器は物体全体またはその1部もしくは複数の部分の縦方向座標を決定する選択肢を含む、物体の少なくとも1つの縦方向座標を決定し得る。しかしながら、さらに、1つまたは複数の横方向座標および／または回転座標を含む、物体の他の座標が、検出器によって具体的には評価装置によって決定されてもよい。したがって、一例として、物体の少なくとも1つの横方向座標を決定するために、1つまたは複数の横方向センサを使用することができる。上記で概説したように、中心信号が発生する少なくとも1つの光センサの位置は物体の少なくとも1つの横方向座標に関する情報を提供してもよく、一例として、単純なレンズ方程式を光学変換および横方向座標の導出に使用することができる。追加的にまたは代替的に、1つまたは複数の追加の横方向センサを使用することができ、それらを検出器に含めることができる。WO 2014/097181 A1に開示されている横方向センサおよび／または象限ダイオード、CCDまたはCMOSチップなどの他の位置敏感装置 (PSD) のような様々な横方向センサが当技術分野において一般的に知られている。追加的にまたは代替的に、一例として、本発明による検出器は、R. A. Street (Ed.):

Technology and Applications of Amorphous Silicon, Springer-Verlag Heidelberg, 201

0, pp. 346-349に開示される1つまたは複数のPSDsを含んでもよい。他の実施形態も可能である。これらの装置は、一般に、本発明による検出器にも実装することができる。一例として、光束の一部は、少なくとも1つのビーム分割要素によって検出器内で分割されてもよい。一例として、分割部分は、CCDまたはCMOSチップまたはカメラセンサなどの横断センサに向かってガイドされてもよく、そして横方向センサ上の分割部分によって生成された光スポットの横方向位置が決定されてもよく、それによって物体の少なくとも1つの横断座標が決定される。その結果、本発明による検出器は、単純な距離測定装置のような1次元検出器であってもよく、あるいは2次元検出器またはさらに3次元検出器として具体化されてもよい。さらに、上で概説したように、または以下でさらに詳細に概説したように、場景または環境を1次元様式で走査することによって、3次元画像も作成することができる。その結果、本発明による検出器は、具体的には、1次元検出器、2次元検出器または3次元検出器のうちの1つであり得る。評価装置は、物体の少なくとも1つの横方向座標x、yを決定するようにさらに構成されてもよい。評価装置は、縦方向座標および横方向座標の情報を組み合わせ、空間内の物体の位置を決定するように適合されていてもよい。

10

【0111】

検出器は、単一の光束または複数の光束を評価するように構成されてもよい。複数の光束が物体から検出器まで伝播する場合、光束を区別する手段を設けることができる。したがって、光束は異なるスペクトル特徴を有することができ、検出器は異なる光束を区別するための1つまたは複数の波長選択素子を含んでもよい。次に、各光束を独立して評価してもよい。一例として、波長選択素子は、1つまたは複数のフィルタ、1つまたは複数のプリズム、1つまたは複数の格子、1つまたは複数のダイクロイックミラー、またはそれらの任意の組み合わせであり得るかまたはそれらを含み得る。さらに、追加的にまたは代替的に、2つ以上の光束を区別するために、光束は特定の方法で変調されてもよい。したがって、一例として、光束は周波数変調されてもよく、センサ信号は、それらの復調周波数に従って、異なる光束から生じるセンサ信号を部分的に区別するために復調されてもよい。これらの技術は一般に高周波エレクトロニクスの分野の当業者知られている。一般に、評価装置は、異なる変調を有する異なる光束を区別するように構成することができる。

20

【0112】

照射源は、複数の照射領域が光センサのマトリックス、例えばCMOS検出器に生成されるように点群を生成および／または投影するように適合されてもよい。さらに、スペックルおよび／または外部光および／または多重反射による擾乱などの擾乱が光センサのマトリックス上に存在することがある。評価装置は、少なくとも1つの対象領域、例えば物体の縦方向座標の決定に使用される光束によって照射される1つまたは複数の画素を決定するように適合されてもよい。例えば、評価装置はフィルタリング方法、例えばプロブ分析および／または物体認識方法を実行するように適合されてもよい。

30

【0113】

上記で概説したように、検出器は少なくとも1つの照射源を含み得る。照射源と光センサとの間の検出器の光軸に垂直な距離は小さくてもよい。照射源と光センサとの間の検出器の光軸に垂直な距離は0.1m未満、好ましくは0.05m未満、より好ましくは0.025m未満であり得る。照射源と光軸は小さなベースラインによって分離されてもよい。照射源は、光軸から最小距離だけ離れていてもよい。光軸からの最小距離は光センサおよび少なくとも1つの任意選択の転送装置のサイズおよび位置などのさらなる検出器要素によって定義することができ、これについては以下で詳細に説明する。ベースラインは、0.1m未満、好ましくは0.05m未満、より好ましくは0.025m未満であり得る。例えば、ベースラインは21mmであり得る。好ましくは、照射源は転送装置のすぐ隣に配置されてもよい。例えば、転送装置は照射源が光軸にさらに近く配置されることができるようにならされてもよい。照射源は、転送装置の後ろに配置されてもよい。

40

【0114】

50

光センサのうちの少なくとも1つは、飛行時間（TOF）に応じて少なくとも1つのセンサ信号を生成するように適合されてもよく、照射光束は照射源から物体まで進行し、反射光束は物体から光センサの感光領域まで進行した。評価装置は、TOFセンサ信号を評価することによって物体の少なくとも1つのTOF縦方向座標 z_{TOF} を決定するように構成されてもよい。TOFセンサ信号を生成するように適合されている光センサは、飛行時間検出器として設計することができる。飛行時間検出器は少なくとも1つのパルス飛行時間検出器；少なくとも1つの位相変調飛行時間検出器；少なくとも1つの直接飛行時間検出器；少なくとも1つの間接飛行時間検出器、からなる群から選択されてもよい。例えば、位相変調飛行時間検出器は、少なくとも1つの位相検出器を有する少なくとも1つのRF変調光源であり得る。光センサは、照射源による照射光束の放射と反射光束の受信との間の時間遅延を決定するように構成されてもよい。

10

【0115】

例えば、TOFセンサ信号を生成するように適合された光センサはパルス飛行時間検出器として設計されてもよい。検出器は、パルス光ビームを生成するようになっている少なくとも1つのシャッター素子などの少なくとも1つの遮断装置を含むことができる。光センサは、反射光ビームの受信時間に応じてTOFセンサ信号を複数の時間窓、特に後続の時間窓に記憶するように構成されてもよい。光センサは、反射光束の受信時間に応じて生成されたTOFセンサ信号を少なくとも1つの第1の時間窓および／または少なくとも1つの第2の時間窓に格納するように適合されてもよい。第1および第2の時間窓は、遮断装置の開閉と相関し得る。第1および第2の時間窓の期間は予め定義されてもよい。例えば、TOFセンサ信号は、遮断装置の開放中に第1の時間窓に格納されてもよく、遮断装置の閉鎖中には、TOFセンサ信号は第2の時間窓に格納されてもよい。他の期間の時間窓も考えられる。第1および第2の時間窓は、背景、信号の高さおよび信号のシフトに関する情報を含み得る。

20

【0116】

例えば、TOFセンサ信号を生成するように適合された光センサは、直接飛行時間型撮像素子として適合することができる。直接飛行時間型撮像素子は、少なくとも1つの単一レーザパルスを発生するように適合されている少なくとも1つの照射源を含むことができる。単一レーザパルスは、物体から光センサ上に反射して戻ることができる。光センサは、少なくとも1つのフォトダイオード、例えば少なくとも1つのSiAPD、または少なくとも1つのInGaAsAPD、または少なくとも1つのPIN光検出器アレイなどの少なくとも1つのアバランシェフォトダイオード（APD）、または反射光束を結像するように適合された少なくとも1つの単一光子アバランシェフォトダイオード（SPAD）を備えることができる。直接飛行時間型撮像素子は、空間的および時間的データを含む少なくとも1つの画像を撮像するように適合されていてもよい。

30

【0117】

例えば、TOFセンサ信号を生成するように適合された光センサは、位相変調飛行時間変調器として設計されてもよい。位相変調飛行時間変調器は、相関信号を決定することによって、例えば受信信号すなわち反射光ビームに放射信号すなわち照射光束を乗算することによって、位相差、特に位相シフトを測定するように適合されてもよい。相関信号のDC成分は、位相差に関する情報を含み得る。評価装置は、位相差から物体の第2の縦方向座標を決定するように適合されていてもよい。例えば、TOFセンサ信号を生成するように適合された照射源および光センサは、少なくとも1つの位相検出器を備えるRF変調光源として設計され得る。照射源は、例えば、少なくとも1つのLEDおよび／または少なくとも1つのレーザを含み得る。照射源は、あらかじめ定義された位相シフトを有する光束を変調するように適合された少なくとも1つの変調装置を含み得る。例えば、変調装置は少なくとも1つの無線周波数モジュールを含み得る。無線周波数モジュールは、照射ビームをRF搬送波で変調するように適合されていてもよい。光センサは、光センサに当たる反射光束の位相シフトを決定するように適合されていてもよい。

40

【0118】

50

光センサは、少なくとも1つの飛行時間型ピクセルとして設計されてもよく、および／またはそれを含んでもよい。好ましくは、検出器は少なくとも2つの光センサを含み、各光センサは少なくとも1つのTOFピクセルとして設計され、および／またはそれを含む。例えば、検出器、特に光センサは、TOFセンサ信号を生成するよう適合された象限ダイオードを含むことができる。例えば、検出器、特に光センサは、少なくとも1つの画素化TOF撮像装置を含み得る。

【0119】

評価装置は、TOFセンサ信号を評価することによって物体の少なくとも1つのTOF縦方向座標 z_{TOF} を決定するように構成することができる。本明細書で使用されるとき、「TOF縦方向座標」という用語は、TOFセンサ信号から導出された縦方向座標を指す。上述のように、照射光束は少なくとも1つの光パルスを周期的に発生させるように適合されてもよい。検出器は、各期間について第1の縦方向センサ信号を生成するように適合されてもよい。評価装置は、第2の縦方向座標を用いてTOFセンサ信号がどのパルス周期で生成されたかを決定するように適合されてもよい。検出器は、組み合わせられたセンサ信号を使用することによって、TOF信号がどの期間を指すのかを独自に割り当てるように適合されてもよい。TOFセンサ信号と結合センサ信号の両方は、縦方向座標 z_{rel} の非単調関数であり得る。したがって、縦方向座標は、TOFセンサ信号または結合センサ信号の一方のみから一意的に決定されることはできず、測定範囲は、信号が z_{rel} の固有の関数である縦方向座標範囲に制限されることはない。「測定範囲」という用語は、一般に、物体から検出器までの範囲内であって、縦方向座標の決定が可能である範囲を指す。「縦方向範囲」という用語は、一般に、物体から検出器までの範囲であって、縦方向座標の独自の決定が可能である範囲を指す。物体から検出器までの特定の距離以下および／または特定の距離以上では縦方向座標の決定は不可能かもしれない。例えば、おそらく内部クロックの最小測定時間のため、飛行時間測定は物体から検出器までの一定の距離以下では不可能である。さらに、飛行時間測定では、センサ信号は縦方向周期内で固有であり得るが、縦方向周期の整数倍が合算されて、決定された縦方向座標が非固有の場合、センサ信号は同じであってもよい。従って、同じTOFセンサ信号が、距離 z_1 と距離 $z_1 + n \cdot z_{1p}$ に対して得られ、ここで、 n は縦周期を表す整数であり、 z_{1p} はTOFセンサ信号の縦方向周期であり、距離 z_1 および $z_1 + n \cdot z_{1p}$ は測定範囲内にある。本明細書で使用されるとき、「縦方向の周期」という用語は、縦方向座標がTOFセンサ信号から明白に決定され得る周期のパターン、特に距離範囲を指す。非固有の縦方向座標は、相対的縦方向座標として表すことができ、そして固有の縦方向座標は絶対的縦方向座標として表すことができる。

【0120】

TOFセンサ信号 F_1 と結合センサ信号 F_2 の両方が利用可能である場合、各信号対(F_1 , F_2)が固有の距離に対応する限り、縦方向座標を独自に決定し、縦方向範囲を拡大することが可能であり、そしてその逆も同様である。特に、縦方向座標ごとに固有の信号対(F_1 , F_2)が存在する場合およびその逆の場合、評価装置は、

- (1) TOFセンサ信号および／または結合センサ信号などの少なくとも1つの第1の選択された信号を選択し、非固有の第1の縦方向座標を決定すること；
 - (2) 工程(1)で選択されなかった結合信号 Q および／またはTOFセンサ信号などの第2の選択された信号を選択し、非固有の第2の縦方向座標を決定すること；
 - (3) 非固有の第1の縦方向座標および非固有の第2の縦方向座標のうちの一方が所定の許容誤差閾値まで一致するかどうかを判定すること；
 - (4) 組み合わせられた固有の縦方向座標を一致する縦方向座標に設定すること；
- によって固有の縦方向座標を決定するように構成され得る。

【0121】

工程(1)および工程(2)において、信号は所与の順序で選択されてもよく、または異なる順序で実行されてもよい。例えば、工程(1)においてTOFセンサ信号が選択され、工程(2)において結合信号 Q が選択されてもよい。別の例では、工程(1)におい

て、結合センサ信号が選択されてもよく、それから非固有の第1の縦方向センサ信号が決定されてもよい。工程(2)において、TOFセンサ信号が選択されてもよい。

【0122】

工程(4)に加えてまたはその代わりに、評価装置は、一致座標が見つからない場合にはエラー信号を出力し、および／または複数の一致座標が見つかった場合にはエラー信号を出力するようにしてもよい。追加的にまたは代替的に、信号対およびそれらの対応する縦方向座標はルックアップテーブルに格納されてもよい。追加的にまたは代替的に、信号対およびそれらの対応する縦方向座標は、所与の信号対に対応する縦方向座標を見つけるために評価される解析関数によって近似または記述されてもよい。

【0123】

評価装置は少なくとも2つのメモリ素子を含み得る。本明細書で使用されるとき、「メモリ素子」という用語は、情報を記憶するように適合された装置を指す。評価装置は、光センサによって提供される情報、例えば少なくとも1つの第1のセンサ信号を受信して記憶するように適合されてもよい。そのような情報は、生のセンサデータおよび／または処理されたセンサデータを含み得る。例えば、メモリ素子は、評価装置によるさらなる評価のための情報を記憶するように適合されていてもよい。メモリ素子は揮発性または不揮発性メモリ素子であり得る。

【0124】

上述のように、光センサは、少なくとも1つのTOFピクセルとして設計されてもよく、および／またはそれを含んでもよい。検出器は少なくとも2つのスイッチを含み得る。各スイッチは、例えば少なくとも1つのコネクタによって、第1のセンサ信号を生成するように適合された光センサに接続することができる。特に、各スイッチはTOFピクセルに接続されてもよい。スイッチは、TOFセンサ信号をメモリ素子のうちの1つに供給するよう適合される。特に、スイッチは、反射光束の受信時間に応じて、生成されたTOFセンサ信号をスイッチのうちの1つを通過させるように適合させ得る。例えば、TOFセンサ信号は、遮断装置の開放中にスイッチのうちの1つを通過でき、遮断装置の閉鎖中にTOFセンサ信号は他のスイッチを通過することができる。各スイッチは、照射源によって生成された光パルスのパルス長と同一のパルス長を有する制御信号によって制御されてもよい。一方のスイッチの制御信号が遅延する可能性がある。例えば、遅延は光パルスのパルス長に対応し得る。評価装置は、遅延に応じて、第1のメモリ要素内の第1のスイッチを介してTOFセンサ信号の第1の部分、または分数をサンプリングおよび／または格納するように適合され、もう一方は第2のメモリ要素内の第2のスイッチを介してTOFセンサ信号の第2の部分、または分数をサンプリングおよび／または格納するように適合され得る。評価装置は、TOFセンサ信号の第1の部分および第2の部分の評価することによって第1の縦方向座標を決定するように適合させることができる。評価装置は、第1の縦座標 z_1 を下記の数式10によって決定するように適合されてもよい。

【0125】

【数10】

$$z_1 = \frac{1}{2} \cdot c \cdot t_0 \cdot \frac{S_{12}}{S_{11} + S_{12}} + z_0$$

【0126】

ここで、 c は光速、 t_0 は照射光束のパルス長、 z_0 は時間測定の分解能によって決定される距離オフセット、 S_{11} と S_{12} はそれぞれTOFセンサ信号の第1の部分と第2の部分である。

【0127】

検出器は、三角測量および／または構造化光技術を使用することによって物体の少なくとも1つの距離情報を決定するように適合され得る。三角測量または構造化光技術を使用

する装置のような既知の3次元感知装置では、対応問題のために、規則的、一定または周期的パターンは各測定点が基準パターンの1つの基準点に割り当てられなければならないため適していない。物体から検出器まで伝播する少なくとも1つの光束は、光センサのマトリックス上に少なくとも1つの反射パターンを生成するように適合されていてもよい。

「反射パターン」という用語は、照射パターンによる照射に応答して生成された、物体から検出器に伝播する光束による感光領域の照射に応答して光センサによって決定される少なくとも1つの画像を指す。反射パターンは、照射パターンの対応する照射特徴に応じて少なくとも1つの反射特徴を含み得る。検出器は、商信号から反射パターンの少なくとも1つの反射特徴に対する物点の縦方向座標を決定するように適合されていてもよい。したがって、検出器は、反射パターンの少なくとも1つの反射特徴を事前分類するように適合させることができる。これにより、三角形パターン、長方形パターン、六角形パターン、またはさらなる凸状傾斜を含むパターンなどの規則的および／または一定および／または周期的パターンを含む照射パターンを使用することが可能になる。照射パターンは、六角形パターンが好ましいように、可能な限り多くの面積当たりの特徴を含んでもよい。

【0128】

評価装置は、反射特徴を識別するために少なくとも1つの画像解析および／または画像処理を実行するように適合されていてもよい。画像解析および／または画像処理は、少なくとも1つの特徴検出アルゴリズムを使用することができる。画像解析および／または画像処理は、以下のうちの1つまたは複数を含み得る：フィルタ処理；少なくとも1つの対象領域の選択；センサ信号によって生成された画像と少なくとも1つのオフセットとの間の差分画像の形成；センサ信号によって生成された画像を反転させることによるセンサ信号の反転；異なる時間にセンサ信号によって生成された画像間の差分画像の形成；バックグラウンド補正；カラーチャンネルへの分解；色相と彩度と明度のチャンネルへの分解；周波数分解；特異値分解；キャニーエッジ検出器の適用；ラプラシアンガウシアンフィルタの適用；差分ガウスフィルタの適用；ソーベル演算子の適用；ラプラス演算子の適用；シャール演算子の適用；プレウィット演算子の適用；ロバーツ演算子の適用；キルシュ演算子の適用；ハイパスフィルタの適用；ローパスフィルタの適用；フーリエ変換の適用；ラドン変換の適用；ハフ変換の適用；ウェーブレット変換の適用；しきい値処理；バイナリ画像の生成。対象領域は、ユーザによって手動で決定されてもよく、または光センサによって生成された画像内の物体を認識することなどによって自動的に決定されてもよい。

【0129】

評価装置は、少なくとも1つの反射特徴に対応する少なくとも1つの基準パターン内の少なくとも1つの基準特徴を決定するように適合されていてもよい。「基準パターン」という用語は、少なくとも1つの基準特徴を含む特定の空間位置における比較の画像を指す。上記で概説したように、評価装置は画像分析を実行しそして反射パターンの特徴を識別するように適合させることができる。評価装置は、選択された反射特徴として本質的に同一の縦方向座標を有する基準パターン内の少なくとも1つの基準特徴を識別するように適合されてもよい。「本質的に同一」という用語は、10%以内、好ましくは5%以内、最も好ましくは1%以内の同一性を指す。反射特徴に対応する基準特徴は、エピポーラ幾何学を使用して決定され得る。エピポーラ幾何学の説明については、例えば、X. Jiang, H. Bunke: "Dreidimensionales Computersehen" 第2章 Springer, Berlin Heidelberg, 1997を参照されたい。エピポーラ幾何学では、基準パターンおよび反射パターンは異なる空間位置および／または固定距離を有する空間方位で決定された物体の画像であり得ると仮定し得る。この距離は、ベースラインとも呼ばれる相対距離であり得る。評価装置は、基準パターンにおけるエピポーラ線を決定するように適合されてもよい。基準パターンと反射パターンとの相対位置は既知であり得る。例えば、基準パターンと反射パターンとの相対位置は、評価装置の少なくとも1つの記憶ユニット内に記憶することができる。評価装置は、選択された反射特徴からそれが由来する現実世界の特徴まで延びる直線を決定するように適合されてもよい。したがって、直線は、選択された反射特徴に対応する可能な物体特徴

を含み得る。直線とベースラインはエピポーラ平面に広がっている。基準パターンは反射パターンとは異なる相対配置で決定されるため、対応する可能な物体の特徴は基準パターンにおいてエピポーラ線と呼ばれる直線上に結像されてもよい。エピポーラ線は、エピポーラ平面と基準パターンとの交点であり得る。したがって、反射パターンの選択される特徴に対応する基準パターンの特徴はエピポーラ線上にある。

【0130】

物体までの距離に応じて、反射特徴の像位置に対応する基準特徴は、反射パターン内の像位置と比較して基準パターン内で変位し得る。基準パターンは、選択された反射特徴に対応する基準特徴を結像することができる少なくとも1つの変位領域を含むことができる。変位領域は、ただ1つの参照特徴を含んでもよい。変位領域はエピポーラ線に沿って延びてもよい。評価装置は、エピポーラ線に沿って基準特徴を決定するように適合されてもよい。評価装置は、 $z \pm \varepsilon$ に対応するエピポーラ線に沿った変位領域を決定するために、指数信号Qから反射特徴とエラー間隔 $\pm \varepsilon$ に対する縦方向座標 z を決定するように適合されてもよい。評価装置は、選択された反射特徴を変位領域内の少なくとも1つの基準特徴と一致させるように適合されてもよい。本明細書で使用されるとき、「一致」という用語は、対応する基準特徴および反射特徴を決定および／または評価することを指す。評価装置は、決定された長手方向座標 z を考慮して少なくとも1つの評価アルゴリズムを使用することによって、反射パターンの選択された特徴を変位領域内の基準特徴と一致させるように適合させることができる。評価アルゴリズムは線形スケールアルゴリズムであり得る。好ましくは、検出器は、1つの基準特徴への明確な割り当てが可能であるように、商信号Qを用いて選択された反射特徴を事前分類するように適合されてもよい。特に、照射パターンの照射特徴は、基準パターンの対応する基準特徴がエピポーラ線上でできるだけ大きい互いの相対的距離を有するように配置されてもよい。照射パターンの照射特徴は、少数の基準特徴のみがエピポーラ線上に位置するように配置されてもよい。例えば、照射パターンは少なくとも1つの六角形パターンを含み得る。好ましくは、照射パターンは少なくとも1つの六角形パターンを含み、該パターンはベースラインに対して回転している。好ましくは、照射パターンは少なくとも1つの変位角形パターンを含み、六角形パターンの個々の点は、例えばその点のエピポーラ線に直交して規則的な位置からランダムな距離によって変位する。個々の点の変位は、2本の平行するエピポーラ線間の距離の半分より小さく、好ましくは2本の平行するエピポーラ線間の距離の $1/4$ より小さい。個々の点の変位は、2つの点が互いの上に変位しないようなものであり得る。

【0131】

評価装置は、基準特徴および反射特徴の変位を決定するように適合されてもよい。評価装置は、整合基準特徴と選択された反射特徴との変位を決定するように適合されてもよい。本明細書で使用されるとき、「変位」という用語は、基準画像内の画像位置と反射画像内の画像位置との間の差を指す。評価装置は縦方向座標と変位との間の所定の関係を使用して一致した特徴の縦方向情報を決定するように適合されてもよい。本明細書で使用されるとき、「縦方向情報」という用語は、縦方向座標 z_{triang} に関する情報を指す。例えば、縦方向情報は距離値であり得る。評価装置は、三角測量法を用いることによって所定の関係を決定するように適合されてもよい。反射パターン内の選択された反射特徴の位置および一致した基準特徴の位置、および／または選択された反射特徴および一致した基準特徴の相対変位が既知である場合、対応する物体特徴の縦方向座標は三角測量によって決定され得る。したがって、評価装置は、例えば後続および／または列ごとに反射特徴を選択し、三角測量を用いて基準特徴の各潜在的な位置について対応する距離値を決定するように適合させることができる。変位および対応する距離値は、評価装置の少なくとも1つの記憶装置に記憶することができる。一例として、評価装置は、少なくとも1つのプロセッサ、少なくとも1つのDSP、少なくとも1つのFPGAおよび／または少なくとも1つのASICなどの少なくとも1つのデータ処理装置を含むことができる。さらに、縦方向座標 z と変位との間の少なくとも1つの所定のまたは決定可能な関係を記憶するために、所定の関係を記憶するための1つまたは複数のルックアップテーブルを提供するため

など、少なくとも1つのデータ記憶装置が設けられ得る。

【0132】

検出器は、WO2015/024871またはWO2016/120392に記載されているようないわゆるF i P効果を生成するように適合された少なくとも1つのF i Pセンサを備えていてもよい。例えば、光センサのマトリックスのうちの少なくとも1つの光センサは、いわゆるF i P信号を生成するように適合されてもよい。例えば、マトリックスの各光センサは、少なくとも1つのF i P信号を生成するように適合されてもよい。例えば、光センサのマトリックスは、画素化F i Pセンサであってもよい。追加的にまたは代替的に、F i P信号は、マトリックスのセンサ信号から抽出および／またはシミュレーションなどのように決定することができ、そして、上記で概説したような商は、センサ信号から決定することができる。WO2015/024871またはWO2016/120392で概説したように、F i P信号は、広い距離範囲にわたって奥行き情報を決定するために使用され得る。F i Pセンサは、正および／または負のF i P効果を示すように適合されてもよい。F i P効果によれば、同じ総出力が与えられた場合、縦方向センサ信号は、センサ領域上またはセンサ領域内において1つまたは複数の集束および／または1つまたは複数の特定サイズの光スポットに対して少なくとも1つの顕著な最大値を示し得る。比較目的のために、対応する材料に最小限の断面を有する光束が衝突するという条件、例えば光レンズによる影響に応じて材料が焦点または焦点付近に位置し得るという条件で縦方向センサ信号の最大値が観測される状態を「正のF i P効果」と呼ぶことができる。負のF i P効果は、対応する材料に最小限の利用可能なビーム断面を有する光束が衝突するという条件、特に、光レンズによる影響に応じて材料が焦点または焦点付近に位置し得るという条件での縦方向センサ信号の最小値の観察を表す。負のF i P効果は、遠距離で小さい画像効果を調整するために使用され得る。負のF i P効果が増加する一方で、位置、サイズ、形状、シャープネスなどの画像の変化は遠くで消え得る。さらに、両方のセルが同じ縦方向位置にあるため、同一の光子密度を受け取るので、輝度依存性は導入され得ない。

【0133】

上記で概説したように、検出器はさらに1つまたは複数の追加の光学要素などの1つまたは複数の追加の要素を含むことができる。さらに、検出器は少なくとも1つのハウジングに完全にまたは部分的に一体化されてもよい。検出器は具体的には少なくとも1つの転送装置を含み、転送装置は光束を光センサ上にガイドするように適合されている。転送装置は少なくとも1つのレンズ、好ましくは少なくとも1つの焦点調節可能レンズ；少なくとも1つのビーム偏向素子、好ましくは少なくとも1つのミラー；少なくとも1つのビーム分割素子、好ましくはビーム分割キューブまたはビーム分割ミラーのうちの少なくとも1つ；少なくとも1つのマルチレンズシステム、うちの1つまたは複数を含み得る。その中で、一般に「転送装置」という用語は一般に例えば、光束のビームパラメータ、光束幅、または光束の方向のうちの1つまたは複数を変更することによって、光束を変更するように適合されている1つまたは複数の光学要素を指し得る。転送装置は、光束を光センサ上にガイドするように適合されてもよい。転送装置は、具体的には、例えば、少なくとも1つのレンズであって、好ましくは少なくとも1つの焦点調節可能レンズ、少なくとも1つの非球面レンズ、少なくとも1つの球面レンズ、少なくとも1つのフレネルレンズからなる群から選択される、少なくとも1つのレンズ；少なくとも1つの回折光学素子；少なくとも1つの凹面鏡；少なくとも1つのビーム偏向素子、好ましくは少なくとも1つのミラー；少なくとも1つのビーム分割素子、好ましくは少なくとも1つのビーム分割キューブまたはビーム分割ミラー；少なくとも1つのマルチレンズシステム、のうちの1つまたは複数を含み得る。

【0134】

本発明のさらなる態様では、少なくとも1つの物体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、例えば、上記で開示された1つまたは複数の実施形態によるか、または以下にさらに詳細に開示される1つまたは複数の実施形態に従

うような、本発明による少なくとも1つの検出器を含む。検出器システムは、少なくとも1つの光束を検出器に向けるように適合された少なくとも1つのビーコン装置をさらに備え、ビーコン装置は物体に取り付け可能、物体によって保持可能および物体に統合可能であるもののうちの少なくとも1つである。ビーコン装置に関するさらなる詳細は、その潜在的な実施形態を含めて以下に与えられる。したがって、少なくとも1つのビーコン装置は、レーザ、LED、白熱電球などの1つまたは複数の光源などの1つまたは複数の照射源を含む、少なくとも1つの能動型ビーコン装置であるか、またはそれを含むことができる。一例として、照射源によって放射された光は、300～500nmの波長を有することができる。あるいは、上記で概説したように、780nmから3.0μmの範囲のような赤外スペクトル範囲を使用することができる。上で概説したように、2つ以上の光束を区別するために、1つまたは複数のビーコン装置によって放射される光は、変調されてなくても、または変調されてもよい。追加的にまたは代替的に、少なくとも1つのビーコン装置は、1つまたは複数の反射要素を備えることなどによって、1つまたは複数の光束を検出器に向かって反射するように適合され得る。さらに、少なくとも1つのビーコン装置は、光束を散乱させるように適合された1つまたは複数の散乱要素であり得るか、またはそれを含み得る。そこでは、弾性散乱または非弾性散乱を使用することができる。少なくとも1つのビーコン装置が検出器に向かって一次光束を反射および／または散乱するように適合されている場合、ビーコン装置は、光束のスペクトル特性に影響を及ぼさないようにするか、あるいは、例えば光束の波長を変更することによって光束のスペクトル特性を変化させるように適合されてもよい。

10

20

【0135】

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つの情報項目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、上に開示された実施形態による、および／または以下にさらに詳細に開示され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つの検出器システムを備える。そこでは、少なくとも1つのビーコン装置は、直接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ているかのうちの少なくとも1つであるように適合される。ヒューマンマシンインターフェースは、検出器システムの手段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、ヒューマンマシンインターフェースは、少なくとも1つの情報項目をその位置に割り当てるように設計されている。

30

【0136】

本発明のさらなる態様では、少なくとも1つの娯楽機能を実行するための娯楽装置が開示されている。娯楽装置は、上に開示された実施形態による、および／または以下にさらに詳細に開示され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つのヒューマンマシンインターフェースを備える。娯楽装置は、少なくとも1つの情報項目が、ヒューマンマシンインターフェースの手段によりプレー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る。娯楽装置は、情報に従って娯楽機能を変えるようにさらに構成される。

【0137】

本発明のさらなる態様では、少なくとも1つの可動物体の位置を追跡するための追跡システムが開示されている。追跡システムは、上に開示されたようなおよび／または以下にさらに詳細に開示されたような検出器システムを参照する、1つまたは複数の実施形態による少なくとも1つの検出器システムを備える。追跡システムは、少なくとも1つの追跡制御装置をさらに備える。追跡コントローラは、特定の時点における対象物の一連の位置を追跡するように適合される。

40

【0138】

本発明のさらなる態様では、少なくとも1つの物体を撮像するためのカメラが開示されている。カメラは、上記で開示されたようなまたは以下でさらに詳細に開示され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つの検出器を備える。

50

【0139】

本発明のさらなる態様では、少なくとも1つの物体の少なくとも1つの位置を決定することも意味し得る、場景の奥行きプロファイルを決するための走査システムが提供される。走査システムは、上に挙げた実施形態の1つまたは複数に開示されているようなおよび／または以下の実施形態の1つまたは複数に開示されているような少なくとも1つの検出器などの本発明による少なくとも1つの検出器を含む。走査システムは、照射光束または走査光束とも呼ばれ得る少なくとも1つの光束で場景を走査するように適合された少なくとも1つの照射源をさらに備える。本明細書で使用されるとき、「場景」という用語は、一般に、2次元または3次元範囲の少なくとも1つの幾何学的または空間的特性を検出器に評価され得るように、検出器によって見える2次元または3次元範囲を指す。本明細書でさらに使用されるように、「走査」という用語は、一般に、異なる領域における連続的な測定を指す。したがって、走査は具体的には、照射光束を第1の方法で配向または指向させた少なくとも1つの第1の測定を意味し、そして照射光束を第1の方法とは異なる第2の方法で配向または指向させた少なくとも1つの第2の測定を意味し得る。走査は、連続走査でも段階的走査でもよい。したがって、連続的または段階的に、照射光束を場景の異なる領域に向けることができ、各領域について少なくとも1つの縦方向座標などの少なくとも1つの情報項目を生成するために検出器を検出することができる。一例として、物体を走査するために、1つまたは複数の照射光束が、連続的にまたは段階的に、物体の表面上に光スポットを生成することができ、縦方向座標が光スポットに対して生成される。しかしながら、代わりに、光パターンが走査に使用されてもよい。走査は、点走査または線走査、あるいはさらに複雑な光パターンを用いた走査であってもよい。走査システムの照射源は、検出器の任意の照射源とは異なり得る。しかしながら、代替として、走査システムの照射源はまた、検出器の少なくとも1つの任意の照射源と完全にまたは部分的に同一であるか、またはその中に組み込まれてもよい。

10

20

【0140】

したがって、走査システムは、少なくとも1つの物体の少なくとも1つの表面に配置される少なくとも1つのドットを照射するように構成される少なくとも1つの光束を放射するように適合される少なくとも1つの照射源を含み得る。本明細書で使用されるとき、「ドット」という用語は、照射源によって照射されるように、例えば走査システムのユーザによって選択され得る物体表面の一部上のエリア、具体的には小さいエリアを指す。好ましくは、ドットは、一方では、走査システムが走査システムに含まれる照射源とドットが配置され得る物体の表面の一部との間の距離に対する値をできる限り正確に求めることを可能にするためにできる限り小さくてもよく、他方では、走査システムのユーザまたは走査システム自体が、特に自動手順によって、物体の表面の関連した一部上のドットの存在を検出することを可能にするためにできる限り大きくてもよいサイズを呈してもよい。

30

【0141】

この目的のために、照射源は人工照射源、特に少なくとも1つのレーザ源および／または少なくとも1つの白熱電球および／または少なくとも1つの半導体光源、例えば少なくとも1つの発光ダイオード、特に有機および／または無機発光ダイオードを含み得る。一例として、照射源によって放射された光は、300～500nmの波長を有することができる。追加的にまたは代替的に、780nmから3.0μmの範囲内などの赤外スペクトル範囲内の光を使用することができる。それらの一般的に定義されたビームプロファイルおよび取り扱い性の特性のために、少なくとも1つのレーザ源を照射源として使用することが特に好ましい。本明細書では、単一のレーザ源の使用が好ましい場合があり、特に、ユーザによって容易に保管および移動可能であり得るコンパクトな走査システムを提供することが重要であり得る場合がある。このように、照射源は、好ましくは検出器の構成部分であり得、したがって、特に検出器、例えば、検出器のハウジング内などに組み込まれてもよい。好ましい実施形態では、特に走査システムのハウジングは、読みやすいように距離に関する情報をユーザに提供するように構成された少なくとも1つのディスプレイを含むことができる。さらに好ましい実施形態では、さらに、特に走査システムのハウジン

40

50

グは、1つまたは複数の動作モードを設定するため等、走査システムに関する少なくとも1つの機能を動作させるために構成され得る少なくとも1つのボタンを含み得る。さらに好ましい実施形態では、特に走査システムのハウジングは、特にユーザによる走査システムの距離測定及び／又は操作性の精度を向上させるために磁性材料を含むベースプレートまたはホルダ等のような、ゴム足、ベースプレートまたは壁ホルダ等、走査システムが更なる表面に固定されるように構成された、少なくとも1つの固定ユニットをさらに備えてもよい。

【0142】

したがって、特に、走査システムの照射源は、単一のレーザビームを放射することができ、物体の表面に配置された単一のドットを照射するように構成することができる。本発明による少なくとも1つの検出器を使用することによって、少なくとも1つのドットと走査システムとの間の距離に関する少なくとも1つの情報項目を生成することができる。これにより、好ましくは、少なくとも1つの検出器に含まれる評価装置を使用することなどによって、走査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生成されるような単一のドットとの間の距離が決定され得る。しかしながら、走査システムは、さらに、特にこの目的に適合させることができる追加の評価システムを含むことができる。代替的にまたは追加的に、走査システムのサイズ、特に走査システムのハウジングのサイズを考慮に入れることができ、したがって、走査システムのハウジング上の特定の点、例えばハウジングの前端または後端と単一ドットとの間の距離を代わりに決定することができる。

【0143】

あるいは、走査システムの照射源は、ビームの放射方向の間に直角などのそれぞれの角度を提供するように構成されてもよい2つ以上の個々のレーザビームを放射してもよく、それによって、同じ物体の表面または2つの別々の物体の2つの異なる表面に位置する2つのそれぞれのドットを照射することができる。しかしながら、2つの個々のレーザビーム間のそれぞれの角度に関する他の値もまた実現可能であり得る。この特徴は、特に、走査システムとドットとの間に1つまたは複数の障害物が存在することにより、またはそうでなければ到達するのが難しい可能性があるなど、直接アクセスできない間接距離を導き出すなどの間接測定機能に使用することができる。したがって、一例として、2つの個別の距離を測定し、ピタゴラスの公式を使用して高さを導き出すことによって、物体の高さの値を決定することは実行可能である。特に、物体に関して所定のレベルを維持できるようにするためには、走査システムはさらに、少なくとも1つのレベリングユニット、特に一体型のバブルバイアルを備えてもよく、これ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てもよい。

【0144】

さらなる代替例として、走査システムの照射源は、互いに関してそれぞれのピッチ、特に規則的なピッチを呈し、および少なくとも1つの物体の少なくとも1つの表面上に配置されるドットのアレイを生成するように配置されてもよいレーザビームのアレイなどの、複数の個々のレーザビームを照射してもよい。この目的のために、レーザビームの記載されたアレイの生成を可能にし得る、ビーム分割装置及びミラーなどの特別に適合される光学素子が提供されてもよい。特に、照射源は、周期的または非周期的な方法で光束を向け直すために1つまたは複数の可動ミラーを使用することによって領域またはボリュームを走査するように向けられてもよい。

【0145】

したがって、走査システムは、1つまたは複数の物体の1つまたは複数の表面上に配置される1つまたは複数のドットの静的配置を提供してもよい。代替的に、走査システムの照射源、特に上述のレーザビームのアレイなど1つまたは複数のレーザビームは、経時的に変化する強度を呈してもよくおよび／または特に上述のマイクロミラーのアレイ内に含まれるマイクロミラーのような1つまたは複数のミラーを動かすことによって、時間の経過において放射の方向が交互になり得る、1つまたは複数のレーザビームを提供するよう

に構成されてもよい。結果として、照射源は、走査装置の少なくとも1つの照射源によって生成されるような交互の特徴を有する1つまたは複数の光束を使用することによって、少なくとも1つの物体の少なくとも1つの表面の一部を画像として走査するように構成され得る。したがって、特に走査システムは、少なくとも1回の行走査および／または線走査を使用し、例えば1つまたは複数の物体の1つまたは複数の表面を順次または同時に走査することができる。非限定的な例として、走査システムは、例えば生産環境において、安全レーザスキャナで使用され得、および／または、例えば、3Dプリント、身体走査、品質管理などに関連して物体の形状を決定するなどのために使用されるような3D走査装置で使用され得、建設用途において、例えば距離計など、物流用途において、例えば小包のサイズもしくは容積の決定などで使用され得、家庭内用途において、例えばロボット掃除機もしくは芝刈り機などに使用され得、または、走査工程を含み得る他の種類の用途において使用され得る。非限定的な例として、走査システムは産業用セーフティカーテン用途に使用することができる。非限定的な例として、走査システムを掃引、掃除機、モップがけ、またはワックスがけ機能、または草刈りまたは掻き集めなどの庭または庭園の手入れ機能を実行するために使用することができる。非限定的な例として、走査システムは、コリメート光学系を有するLED照射源を使用してもよく、照射光源の周波数を異なる周波数にシフトしてより正確な結果を得るように、および／または他のものを送信しながら特定の周波数を減衰させるためのフィルタを使用するように適合されてもよい。非限定的な例として、走査システムおよび／または照射源を全体として回転させるか、または動作中に専用のモータを使用してミラー、ビームスプリッタなどの特定の光学パッケージのみを回転させてもよく、走査システムは、全360度の視野を有してもよく、あるいは走査エリアをさらに増大させるために平面外に移動および／または回転されてもよい。さらに、照射源は所定の方向に能動的に向けられてもよい。さらに、有線電気システムの回転を可能にするために、スリッピング、光データ伝送、または誘導結合を使用することができる。

10

20

【0146】

非限定的な例として、走査システムを三脚に取り付けて、いくつかの角部および表面を有する物体または領域に向けることができる。1つまたは複数の自在に移動可能なレーザ源が走査システムに取り付けることができる。1つまたは複数のレーザ源は、それらが対象の点を照射するように動かされる。走査システムに対する照射された点の位置は、走査システムの指定されたボタンを押すと計測され、位置情報が無線インターフェースを介して携帯電話に送信される。位置情報は携帯電話アプリケーションに保存されてもよい。レーザ源は、位置が測定されて携帯電話アプリケーションに送信されるさらなる対象点を照射するように移動されてもよい。携帯電話アプリケーションは、隣接する点を平面で接続することによって、点のセットを3次元モデルに変換することができる。3次元モデルは記憶されさらに処理されてもよい。測定された点または表面間の距離および／または角度は、走査システムに取り付けられたディスプレイまたは位置情報が送信される携帯電話に直接表示されてもよい。

30

【0147】

非限定的な例として、走査システムは、点を投射するための2つ以上の自在可動なレーザ源と、さらに線を投射する1つの可動レーザ源とを含み得る。線は、線に沿って2つ以上のレーザスポットを配置するために使用されてもよく、走査装置のディスプレイは、線に沿って配置され得る2つ以上のレーザスポット間の距離、例えば等しい距離を表示してもよい。2つのレーザスポットの場合、単一のレーザ源を使用することができ、投射点の距離は、1つまたは複数のビームスプリッタまたはプリズムを使用して修正され、ビームスプリッタまたはプリズムは、投射されたレーザスポットが互いに離れるように、または互いに近づくように移動することができる。さらに、走査システムは、直角、円、正方形、三角形などのさらなるパターンを投射するように適合されてもよく、それに沿ってレーザスポットを投射し、それらの位置を測定することによって測定を行うことができる。

40

【0148】

50

非限定的な例として、走査システムはライン走査装置として適合させることができる。特に、走査装置は少なくとも1つのセンサ行または線を含むことができる。三角測量システムには十分なベースラインが必要であるため、近距離場では検出できない可能性がある。レーザスポットが転送装置の方向に傾けられていると、近距離場の検出が可能であり得る。しかしながら、傾斜は、光スポットが視野外に移動して遠距離場領域での検出を制限することにつながる。これらの近距離場および遠距離場の問題は、本発明による検出器を使用することによって克服することができる。特に、検出器はCMOSラインの光センサを含むことができる。走査システムは、物体からCMOSライン上の検出器まで伝播する複数の光束を検出するように適合されてもよい。光束は、物体上の異なる位置でまたは照射源の移動によって発生させることができる。走査システムは、上述しかつ以下により詳細に説明するように商信号Qを決定することによって各光点について少なくとも1つの縦方向座標を決定するように適合させることができる。

10

【0149】

非限定的な例として、走査システムは、のこぎり、穴あけ機などの木材または金属加工工具などの道具を用いて作業物を支持するように適合させることができる。したがって、走査システムは、2つの反対方向の距離を測定し、その2つの測定距離または距離の合算をディスプレイに表示するように適合させることができる。さらに、走査システムは、走査システムは、表面の端までの距離を測定するように適合され得、例えば走査システムが該表面に配置されたときに、レーザポイントが自動的に表面に沿って走査システムから離れるように移動し、距離測定が表面のコーナーまたは端による急な変化を示すまでレーザポイントが移動するように適合され得る。これにより、走査装置が厚板の上にその端部から離れて置かれている場合に、木厚板の端部までの距離を測定することが可能になる。さらに、走査システムは、一方向における厚板の端部までの距離を測定し、反対方向に指定された距離で線または円または点を投射することができる。走査システムは、反対方向に測定された距離に応じ、例えば所定の合算距離に応じて、所定の距離に線または円または点を投射するように適合されてもよい。これにより、走査システムを工具から安全な距離に配置しながら、のこぎりや穴あけ機などの工具を投射位置で 사용할ことができ、同時に厚板の端部まで所定の距離で工具を使用して処理を実行することができる。さらに、走査システムは2つの反対方向に所定の距離で点または線などを投射するように構成されてもよい。距離の合算が変更されると、投影距離のうちの1つのみを変更される。

20

30

【0150】

非限定的な例として、走査システムは表面に配置されるように適合され、例えば切断、鋸引き、穴あけなどの作業が行われるような表面などに配置され、そして走査装置上のボタンなどにより調整することができる所定の距離に、線を表面上に照射するように適合され得る。

【0151】

非限定的な例として、走査システムは、例えば生産環境などでの安全レーザスキャナ、および／または3Dプリントへの接続、身体走査、品質管理など物体の形状を決定するなどのために使用されるような3D走査装置、例えば距離計など、建設用途、例えば小包のサイズもしくは容積の決定など、物流用途、例えばロボット掃除機もしくは芝刈り機など家庭用品またはその他走査工程を含み得る応用に使用され得る。

40

【0152】

任意選択の転送装置は、上述したように、物体から検出器へ伝播する光を、好ましくは連続的に光センサへ供給するように設計され得る。上記で説明したように、この供給は、任意選択的に、転送装置の画像形成特性あるいは非画像形成特性によって行うことができる。特に、転送装置は、後者が光センサに供給される前に電磁放射を集めるように設計することもできる。任意選択できる転送装置はまた、例えば照射源が所定の光学特性を有する光束、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束、例えば少なくとも1つのガウスビーム、特に公知のビームプロファイルを有する少なくとも1つのレーザビームを供給するように設計されることにより、全体的にまたは部分的に少なくと

50

も1つの任意選択の照射源の構成部分であり得る。

【0153】

任意の照射源の考えられる実施形態に関して、WO 2012/110924 A1が参照され得る。さらに、他の実施形態も実行可能である。物体から出てくる光は、物体自体の中から生じることが可能であるが、しかし、任意に、異なる起源を有することが可能であり、この起源から物体へ、および、続いて横方向および／または縦方向光センサに向けて伝播することが可能である。後者の場合は、例えば少なくとも1つの照射源が使用されることによって達成され得る。この照射源は、例えば、周囲照射源であり得るか、もしくは、それを含むことができ、および／または、人工照射源であり得るか、もしくは、それを含むことができる。例として、検出器自体は、少なくとも1つの照射源を含むことが可能であり、例えば少なくとも1つのレーザおよび／または少なくとも1つの白熱電球および／または少なくとも1つの半導体照射源、例えば、少なくとも1つの発光ダイオード、特に、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。それら一般的に定義されているビームプロファイル、および、取り扱い性の他の特性のために、1つまたは複数のレーザを照射源またはその一部として使用することは特に好ましい。照射源自体は、検出器の構成部分であり得るか、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、特に、検出器、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つの照射源は、また少なくとも1つのビーコン装置に、または、1つまたは複数のビーコン装置に、および／または、物体に一体化され得、または、物体に接続され得または物体に空間的に結合され得る。

【0154】

したがって、1つまたは複数の任意選択のビーコン装置から射出される光は、光が各ビーコン装置自体から発するオプションの代替または追加として、照射源から照射され、および／または照射源によって励起され得る。例として、ビーコン装置から出てくる電磁光は、ビーコン装置自体によって放出され得、および／または、ビーコン装置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、ビーコン装置によって散乱され得る。この場合、電磁放射の放出および／または散乱は、電磁放射のスペクトル影響を受けることなく有効化され得、または、そのような影響を伴って有効化され得る。したがって、例として、波長シフトが、例えば、StokesまたはRamanにしたがって、散乱中にも起こる可能性がある。さらに、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、特に、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物体または物体の部分的な領域によって励起され得る。また、原則として、他の放出プロセスも可能である。反射が起こる場合には、物体は、例えば、少なくとも1つの反射領域、特に少なくとも1つの反射表面を有することができる。前記反射表面は、物体自身の一部であることが可能であるが、また、例えば、物体に接続されているかまたは空間的に結合されている反射体、例えば、物体に接続されているリフレクタブラークであることが可能である。少なくとも1つの反射体を使用される場合には、それは、例えば、検出器の他の構成部品から独立して、物体に接続されている検出器の一部ともみなされ得る。

【0155】

ビーコン装置および／または少なくとも1つの任意の照射源は、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少なくとも1つの範囲内の光を放射することが可能である。熱画像形成用途の場合、標的は遠赤外線スペクトル範囲、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光を放射することができる。最も好ましくは、少なくとも1つの照射源は赤外スペクトル範囲の光を放射するようになっている。しかしながら、他の選択肢も可能である。

【0156】

センサ要素への光束の供給は、特に、例えば、円形、楕円形または異なる構成の断面を

有する光スポットがセンサ要素の任意のセンサ領域上に生成されるように行われ得る。一例として、検出器は、その中で物体を検出することができる視覚範囲、特に立体角範囲および／または空間範囲を有することができる。好ましくは、任意選択の転送装置は、例えば検出器の可視範囲内に配置された物体の場合には、光スポットが完全にセンサ領域上および／または光センサのセンサ領域上に配置されるように設計される。一例として、センサ領域は、この状態を確実にするために対応するサイズを有するように選択することができる。

【0157】

さらなる態様では、本発明は、電子装置で使用するための慣性測定ユニットを開示する。電子機器は携帯電子機器であってもよい。電子機器はカメラであってもよい。電子機器は携帯電話であってもよい。慣性測定ユニットは、例えば、上記で開示されたような、または以下でさらに詳細に開示されるような検出器を参照する1つまたは複数の実施形態によるなど、本発明による少なくとも1つの検出器を含む少なくとも1つの慣性測定ユニットによって決定されたデータを受け取るように適合されている。本明細書で使用されるとき、「少なくとも1つの検出器によって決定されたデータ」という用語は、少なくとも1つの縦方向座標 z 上の少なくとも1つの情報を指す。慣性測定ユニットはさらに、ホイールスピードセンサ、回転率センサ、傾斜センサ、方位センサ、動きセンサ、磁気流体力学センサ、力センサ、角度センサ、角速度センサ、磁界センサ、磁力計、加速度計、ジャイロ스코プ、からなる群から選択される少なくとも1つのさらなるセンサによって決定されたデータを受信するように適合されている。本明細書で使用されるとき、「少なくとも1つのさらなるセンサによって決定されるデータ」という用語は、角度情報、スピード情報、回転率に関する情報、傾きに関する情報、からなる群から選択される少なくとも1つの情報を指す。慣性測定ユニットは、検出器および少なくとも1つのさらなるセンサからのデータを評価することによって、空間内の位置、空間内の相対運動または絶対運動、回転、加速度、方位、角度位置、傾斜、ターン率、速度、からなる群から選択される電子装置の少なくとも1つの特性を決定するように適合されている。慣性測定ユニットは、少なくとも1つのプロセッサを含み得る。プロセッサは、さらなるセンサによって記録されたデータを評価するように適合され得る。特に、プロセッサは、空間位置、空間方位、動きおよび速度のうちの1つまたは複数決定および／または計算するように適合され得る。慣性測定ユニットは、複数のさらなるセンサを含み得る。慣性測定ユニットは、少なくとも2つのさらなるセンサから決定された情報を融合するように適合され得る。慣性測定ユニットは、少なくとも1つのカルマンフィルタを使用することによって少なくとも2つのさらなるセンサの情報を融合するように適合され得る。上記で概説したように、検出器は縦方向座標 z の絶対測定値を提供するように適合され得る。上記で概説したように、検出器は縦方向座標 z の絶対測定値を提供するように適合され得る。プロセッサ、例えば上述の評価装置は、縦方向座標 z を考慮して少なくとも2つのさらなるセンサの情報を融合するように構成されてもよい。様々なセンサ信号は、各センサ信号が測定誤差および不正確さを受けやすいことを考慮に入れるために推定されるカルマンフィルタまたは線形二次内で使用され得る。カルマンフィルタ内でこれらのセンサ信号を融合することにより、縦方向座標の測定などのための推定値を改善することができる。

【0158】

さらなる態様では、本発明は、上に開示されるような、または以下にさらに詳細に開示されるような検出器を参照する、1つまたは複数の実施形態によるような、本発明による検出器などの検出器を使用することによって少なくとも1つの物体の位置を決定する方法を開示する。それでも、他の種類の検出器を使用することができる。

【0159】

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行されてもよく、または異なる順序で実行されてもよい。さらに、列挙されていない1つまたは複数の追加の方法工程が存在してもよい。さらに、方法ステップのうちの1つ、1つより多く、またはすべてさえも繰り返し実行することができる。

【0160】

方法工程は以下の通りである：

ー 物体から、検出器、光センサのマトリックスを有する検出器、それぞれ感光領域を有する光センサまで伝播する少なくとも1つの光束で検出器の少なくとも1つのセンサ要素を照射すること、ここで、各光センサは、照射に応答して少なくとも1つのセンサ信号を生成する。

【0161】

ー センサ信号の評価は、

a) 最高のセンサ信号を有し、少なくとも1つの中心信号を形成する少なくとも1つの光センサを決定すること；

b) マトリックスの光センサのセンサ信号を評価し、少なくとも1つの和信号を形成すること；

c) 中心信号と和信号とを結合することによって少なくとも1つの結合信号を決定すること；そして

d) 組み合わされた信号を評価することによって物体の少なくとも1つの縦方向座標 z を決定すること、
によって評価する。

【0162】

具体的には、第1および第2のセンサ信号の評価は、中心信号と和信号との商またはその逆の商を形成すること；中心信号の倍数と和信号の倍数との商またはその逆の商を形成すること；中心信号の線形結合と和信号の線形結合との商、またはその逆の商を形成すること、のうちの1つまたは複数によって結合信号 Q を導出することを含むことができる。さらに、縦方向座標の決定は、結合信号 Q を評価することを含み得る。結合信号の評価は、具体的には、縦座標を決定するために、結合信号 Q と縦方向座標との間の少なくとも1つの所定の関係を使用することを含み得る。

【0163】

詳細、選択肢および定義については、上述のように検出器を参照することができる。したがって、具体的には、上記で概説したように、方法は、上記または以下にさらに詳細に示す1つまたは複数の実施形態によるような、本発明による検出器を使用すること、を含むことができる。

【0164】

本発明のさらなる態様では、上記または以下にさらに詳細に示す1つまたは複数の実施形態によるような、本発明による検出器を使用は、交通技術における位置測定；娯楽用途；セキュリティ用途；監視用途；安全用途；ヒューマンマシンインターフェース用途；追跡用途；写真撮影用途；マシンビジョン用途；ロボット用途；品質管理用途；製造用途；からなる群より選択される使用目的のために提案されている。

【0165】

物体は一般的に、生物物体および非生物物体であってもよい。検出器または検出器システムは、少なくとも1つの物体を含んでもよく、それによって物体は検出器システムの一部を形成する。しかしながら、好ましくは、物体は少なくとも1つの空間次元において検出器から独立して動くことができる。物体は一般に任意の物体であり得る。一実施形態では、物体は硬質物体であり得る。物体が非剛体物体またはその形状を変化させる可能性がある物体である実施形態など、他の実施形態も可能である。

【0166】

以下にさらに詳細に概説されるように、本発明は特に、機械の制御、ゲームまたはスポーツのシミュレーションなどの目的で、人の位置および／または動きを追跡するために使用することができる。この実施形態または他の実施形態では、具体的には、物体はスポーツ用品、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；衣料品；帽子；靴、からなる群から選択されてもよい。

【0167】

したがって、一般に、検出器などの本発明による装置は、様々な用途分野に適用することができる。具体的には、検出器は、；交通技術における位置測定；娯楽用途；セキュリティ用途；ヒューマンマシンインターフェース用途；追跡用途；写真撮影用途；部屋、建物および街路の群から選択される少なくとも1つの空間のような少なくとも1つの空間の地図を生成するためのマッピング用途；モバイル用途；ウェブカメラ；オーディオ機器；ドルビーサラウンドオーディオシステム；コンピュータ周辺機器；ゲーム用途；カメラまたはビデオ用途；セキュリティ用途；監視用途；自動車用途；輸送用途；医療用途；スポーツの用途；マシビジョン用途；車両用途；飛行機用途；船用途；宇宙船用途；ビルディング用途；建設用途；地図作成用途；製造用途、から選択される使用目的に適用され得る。追加的にまたは代替的に、ローカルおよび／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、特に自動車やその他の乗り物（電車、オートバイ、自転車、貨物輸送用のトラックなど）、ロボット、または歩行者による使用のためのランドマークベースのポジショニングおよび／またはナビゲーションを挙げることができる。さらに、例えば家庭用アプリケーションおよび／または製造で使用するロボット、物流、監視、または保守技術などの屋内測位システムは潜在的可能な用途として挙げられる。

10

【0168】

本発明による装置は、携帯電話、タブレット型コンピュータ、ラップトップ、スマートパネル、または他の固定式もしくは移動式もしくは着用可能なコンピュータまたは通信用途に使用することができる。したがって、本発明による装置は、性能を向上させるために、可視範囲または赤外線スペクトル範囲の光を放射する光源などの少なくとも1つの能動光源と組み合わせることができる。したがって、一例として、本発明による装置は、環境、物体および生物を走査および／または検出するためのモバイルソフトウェアと組み合わせて、カメラおよび／またはセンサとして使用することができる。本発明による装置は、撮像効果を高めるために、従来のカメラなどの2Dカメラと組み合わせることさえ可能である。本発明による装置はさらに、監視および／または記録のために、あるいは特に音声および／またはジェスチャ認識と組み合わせて、モバイル装置を制御するための入力装置として使用することができる。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機能する本発明による装置は、入力装置とも呼ばれ、携帯電話などのモバイル機器を介して他の電子機器またはコンポーネントを制御するなどのモバイル用途に使用できる。一例として、本発明による少なくとも1つの装置を含むモバイルアプリケーションは、テレビジョンセット、ゲーム機、音楽プレーヤまたは音楽装置または他の娯楽装置を制御するために使用されてもよい。

20

30

【0169】

さらに、本発明による装置は、ウェブカメラまたは他のコンピュータアプリケーション用の周辺装置に使用することができる。したがって、一例として、本発明による装置は、撮像、記録、監視、走査、または動き検出のためのソフトウェアと組み合わせて使用することができる。ヒューマンマシンインターフェースおよび／または娯楽装置に関して概説したように、本発明による装置は、顔の表情および／または身体の変位によってコマンドを与えるのに特に有用である。本発明による装置は、マウス、キーボード、タッチパッド、マイクなどの他の入力生成装置と組み合わせることができる。さらに、本発明による装置は、ウェブカメラを使用するなどしてゲーム用の用途に使用することができる。さらに、本発明による装置は、仮想トレーニングアプリケーションおよび／またはビデオ会議に使用することができる。さらに、本発明による装置は、特にヘッドマウントディスプレイを装着するときに、仮想または、強化現実感アプリケーションで使用する手、腕、または物体を認識または追跡するために使用することができる。

40

【0170】

さらに、本発明による装置は、上で部分的に説明したように、モバイルオーディオ装置、テレビ装置およびゲーム装置に使用することができる。具体的には、本発明による装置は、電子装置、娯楽装置またはそのようなもののための制御または制御装置として使用することができる。さらに、本発明による装置は、特に強化現実感アプリケーションのため

50

の透明ディスプレイを用いた、2Dおよび3Dディスプレイ技術における目検出または目追跡、および／または、特にディスプレイが見られているかどうかおよび／またはどの視点からディスプレイが見られているかの認識に使用されてもよい。さらに、本発明による装置は、特にヘッドマウントディスプレイを装着しているときの仮想または強化現実感アプリケーションに関連して部屋、境界、障害物を探索するために使用されてもよい。

【0171】

さらに、本発明による装置は、DSCカメラのようなデジタルカメラの中でまたはデジタルカメラとして、および／またはSLRカメラのようなレフレックスカメラの中でまたはレフレックスカメラとして使用することができる。これらの用途については、上記に開示したように、携帯電話などのモバイル用途における本発明による装置の使用を参照することができる。

10

【0172】

さらに、本発明による装置は、セキュリティまたは監視用途に使用することができる。したがって、一例として、本発明による少なくとも1つの装置は、物体が所定の領域の内または外にある場合（例えば銀行または美術館の監視用途）に信号を発する1つまたは複数のデジタルおよび／またはアナログ電子機器と組み合わせることができる。特に、本発明による装置は、光暗号化に使用することができる。本発明による少なくとも1つの装置の使用による検出は、IR、X線、UV-VIS、レーダーまたは超音波検出器などの他の検出装置と組み合わせることで波長を補完することができる。本発明による装置はさらに、低光量環境での検出を可能にするために能動赤外光源と組み合わせることができる。本発明による装置は、特に、本発明による装置は例えばレーダー用途、超音波用途、LIDARまたは同様の能動的検出装置において該当するように、第三者によって検出される可能性がある信号を能動的に送信することを回避するため、能動的検出器システムと比較して一般に有利である。したがって、一般に、本発明による装置は、認識されずかつ検出不可能な移動物体の追跡のために使用され得る。さらに、本発明による装置は、一般に、従来の装置と比較して操作および刺激が少ない。

20

【0173】

さらに、本発明による装置を使用することによる3D検出の容易さおよび正確さを考えると、本発明による装置は一般に、顔、身体および人の認識および認証に使用することができる。その中で、本発明による装置は、パスワード、指紋、虹彩検出、音声認識または他の手段のような身元確認または個人化目的のための他の検出手段と組み合わせることができる。したがって、一般に、本発明による装置は、セキュリティ装置および他の個人化のアプリケーションに使用することができる。

30

【0174】

さらに、本発明による装置は、製品認証用の3Dバーコードリーダーとして使用することができる。

【0175】

上述したセキュリティおよび監視用途に加えて、本発明による装置は一般に、空間および領域の監視およびモニタリングに使用することができる。したがって、本発明による装置は、空間および区域の見張りおよび監視をするために、そして一例として、禁止区域に違反した場合に警報を引き起こすまたは実行するために使用することができる。したがって、一般的に、本発明による装置は、任意に他の種類のセンサと組み合わせ、例えば、動きセンサまたは熱センサと組み合わせ、画像増強装置または画像強調装置および／または光電子増倍管と組み合わせるなど、建物内監視または美術館における監視目的に使用することができる。さらに、本発明による装置は公共の空間または混み合う空間で使用されて、例えば駐車場での盗難または空港での放置荷物のような放置物体など犯罪の犯行のような潜在的に危険な活動を検出することができる。

40

【0176】

さらに、本発明による装置は、ビデオおよびカムコーダ用途などのカメラ用途に有利に適用することができる。したがって、本発明による装置は、モーションキャプチャおよび

50

3次元映画録画に使用することができる。そこでは、本発明による装置は一般に、従来の光学装置を超える多数の利点をもたらす。このように、本発明による装置は一般に、光学部品のより少ない複雑さを必要とする。したがって、一例として、例えば1つのレンズのみを有する本発明による装置を提供することによって、レンズの数を従来の光学装置と比較して減らすことができる。複雑さの軽減により、モバイル用途などのために、非常にコンパクトな装置が可能である。高品質の2つ以上のレンズを有する従来の光学システムは、嵩張ったビームスプリッタが一般的に必要であるため、一般的に嵩張っている。さらに、本発明による装置は、一般に、オートフォーカスカメラなどのフォーカス／オートフォーカス装置に使用することができる。さらに、本発明による装置は光学顕微鏡法、特に共焦点顕微鏡法にも使用することができる。

10

【0177】

さらに、本発明による装置は、一般に自動車技術および輸送技術の技術分野に適用可能である。したがって、一例として、本発明による装置は、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、車線逸脱警告、サラウンドビュー、死角検出、交通標識の検出、交通標識の認識、車線認識、後部交差点交通の警報、進行方向または前方に走行する車両に応じてヘッドライトの強度と範囲を調整するための光源認識、適応型フロントライトシステム、ハイビームヘッドライトの自動制御、フロントライトシステムの適応型カットオフライト、グレアフリーハイビームフロント照明システム、ヘッドライト照射による動物や障害物等のマーキング、後部交差点交通の警報、先進運転支援システムなどの他の運転支援システム、または他の自動車および交通アプリケーションなどのための距離および監視センサとして使用することができる。さらに、本発明による装置は、衝突回避などのために運転者の操縦を事前に予測する運転者支援システムにおいて使用され得る。さらに、本発明による装置は、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第1および第2の時間微分を分析することなどによって、速度および／または加速度の測定にも使用することができる。この特徴は一般に自動車技術、輸送技術または一般交通技術に適用可能であり得る。他の技術分野での応用も可能である。屋内測位システムにおける特定の用途は、輸送中の乗客位置の検出、より具体的にはエアバッグなどの安全システムの使用を電子的に制御することであり得る。エアバッグの使用が重傷を負うこととなるように乗客が位置する場合には、エアバッグの使用は防止され得る。さらに、自動車、電車、飛行機などの乗り物、特に自律走行車において、本発明による装置は、運転者が交通に注意を払っているのかまたは気をとられているか、または眠っているのか、または疲れているのか、または、アルコールなどを飲んでいてため運転することができないかを判定するために使用できる。

20

30

【0178】

これらまたは他の用途では、一般に、本発明による装置は、独立型装置またはレーダーおよび／または超音波装置との組み合わせなど、他のセンサ装置との組み合わせで使用することができる。特に、本発明による装置は、自動運転および安全性の問題に使用することができる。さらに、これらの用途では、本発明による装置は、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種類のセンサと組み合わせて使用することができる。これらの用途において、本発明による装置の一般的に受動的な性質は有利である。したがって、本発明による装置は一般に信号を放出する必要がないため、能動的センサ信号が他の信号源と干渉する危険性を回避することができる。本発明による装置は、具体的には、標準的な画像認識ソフトウェアなどの認識ソフトウェアと組み合わせて使用することができる。したがって、本発明による装置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は容易に処理可能であり、したがって一般に確立された3次元測定システムよりも低い計算能力を必要とする。低いスペース要求を考えると、カメラのような本発明による装置は、窓スクリーンの上または後ろ、フロントフードの上、バンパーの上、ライトの上、鏡または他の場所などのような、車内の事実上すべての場所に配置できる。本発明の開示された範囲内の効果に基づく1つまたは複数の検出器のような本発明による様々な検出器は、例えば車両を自律的に走行させるため、または能動的な安全概念の性能

40

50

を高めるなどのために組み合わせることができる。したがって、本発明による様々な装置は、本発明による1つまたは複数の他の装置および／または、後部窓、側部窓または前部窓のような窓、バンパー上またはライト上などにある従来のセンサと組み合わせることができる。

【0179】

本発明による少なくとも1つの検出器のような本発明による少なくとも1つの装置と、1つまたは複数の雨検出センサとの組み合わせも可能である。これは、本発明による装置は一般にレーダーのような従来のセンサ技術より有利で、特に大雨の間に有利であるという事実によるものである。本発明による少なくとも1つの装置とレーダーなどの少なくとも1つの従来の感知技術との組み合わせは、ソフトウェアが気象条件に従って信号の正しい組み合わせを選ぶことを可能にし得る。

10

【0180】

さらに、本発明による装置は一般に、ブレーキアシストおよび／またはパーキングアシストとして、および／または速度測定のために使用することができる。速度測定は、車両に組み込むことができ、あるいは交通管制における他の自動車の速度を測定するなどのために、車両の外部ですることができる。さらに、本発明による装置は、駐車場内の空き駐車スペースを検出するために使用することができる。

【0181】

さらに、本発明による装置は、医療システムおよびスポーツの分野で 사용할 ことができる。したがって、医療技術、手術ロボット工学の分野、例えば内視鏡での使用があげられる、上記で概説したように、本発明による装置は、少ないボリュームしか必要とせず、他の装置に統合することができるからである。具体的には、せいぜい1つのレンズを有する本発明による装置は、例えば内視鏡などの医療装置において3次元情報を取得するために使用され得る。さらに、本発明による装置は、動きの追跡および分析を可能にするために、適切な監視ソフトウェアと組み合わせることができる。これは、磁気共鳴画像法、X線画像法、または超音波画像法などから得られる医療画像の結果と、内視鏡またはメスなどの医療装置の位置を、即座に重ね合わせることを可能にする。これらの用途は、脳外科手術や長距離診断、遠隔医療など、正確な位置情報が重要な医療において特に価値がある。さらに、本発明による装置は、3D一次元身体走査に使用することができる。身体走査は、歯科手術、整形手術、肥満手術、または美容整形手術などの医学的環境で適用することができ、または筋筋膜痛症候群、癌、体の異形障害、またはさらなる疾患の診断などの医学的診断の環境で適用することができる。身体走査は、人間工学的使用またはスポーツ用具の適合性を評価するためにスポーツの分野でさらに適用され得る。

20

30

【0182】

身体走査は、衣服の適切なサイズおよびフィットを決定するためなど、衣服の環境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環境において、またはインターネットから衣服または靴を注文する環境において、あるいはマイクロキオスク装置または顧客コンシェルジュ装置などのセルフサービスショッピング装置において使用されてもよい。衣服の環境における身体走査は、完全に服を着た顧客を走査するために特に重要である。

40

【0183】

さらに、本発明による装置は、エレベーター、電車、バス、車、または飛行機中の人数、または、廊下、ドア、通路、小売店、スタジアム、娯楽施設、美術館、図書館、公共の場所、映画館、劇場などを通過する人々の数などを数える人数計数システムの環境で使用することができる。さらに、人数計数システムにおける3次元機能は、身長、体重、年齢、体力などのような、計数される人々に関する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のために、および／または、人々が数えられる地域をより魅力的または安全にする最適化のために使用することができる。小売環境では、人数計数の環境における本発明による装置は、戻ってくる顧客または通るだけの顧客を認識し、買い物行動を評価し、購入を行った訪問者の割合を評

50

価し、スタッフ移動を最適化し、訪問者1人あたりのショッピングモールのコストを監視するのに使用することができる。さらに、人数計数システムは人体計測調査に使用されてもよい。さらに、本発明による装置は、公共輸送システムで輸送の長さに応じて乗客に自動的に課金するために使用することができる。さらに、本発明による装置は、子供用の遊び場で、負傷した子供または危険な行動を行っている子供を認識するため、遊び場の玩具とのさらなる相互作用を可能にするため、遊び場の玩具などの安全な使用を確実にするためなどに使用され得る。

【0184】

さらに、本発明による装置は、物体または壁までの距離を決定するため、表面が平面であるかどうかを評価するため、正しい順番で物体を整列または物体を配置するための距離計などの建設ツール、または建設環境などで使用するための検査カメラなどに使用することができる。

【0185】

さらに、本発明による装置は、トレーニング、遠隔指示または競技目的などのスポーツおよび運動の分野に適用することができる。具体的には、本発明による装置は、ダンシング、エアロビクス、フットボール、サッカー、バスケットボール、野球、クリケット、ホッケー、陸上競技、水泳、 Polo、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、カーレース、レーザタグ、戦場シミュレーションなどの分野に適用することができる。本発明による装置は、スポーツと試合の両方において、ボール、バット、刀、動きなどの位置を検出するために使用され、試合の監視、審判の支援、または判断、特にスポーツにおける特定の状況の自動判定、例えばポイントまたはゴールが実際に行われたかどうかを判断するために、使用することができる。

【0186】

さらに、本発明による装置は、自動車の位置または自動車の進路、または前の進路または理想の進路からの逸脱などを決定するために、オートレースまたはカードライバーの訓練または自動車の安全の訓練などの分野で使用されてもよい。

【0187】

本発明による装置は、音楽楽器の練習、特に遠隔授業を支援するため、例えばフィドル、バイオリン、ビオラ、チェリー、ベース、ハーブ、ギター、バンジョーまたはウクレレなどの弦楽器、または、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のキーボード楽器、および／または、ドラム、ティンパニ、マリンバ、木琴、ビブラフォン、ボンゴ、コンガ、ティンパレス、ジャンベやタブラなどの打楽器の授業を支援するためにさらに使用されてもよい。

【0188】

本発明による装置はさらに、リハビリテーションおよび理学療法に、訓練を促進するために、および／または動きを調査して修正するために、使用することができる。その中で、本発明による装置は遠距離診断にも適用することができる。

【0189】

さらに、本発明による装置はマシンビジョンの分野に適用することができる。したがって、本発明による1つまたは複数の装置は、例えば自律走行や作業用ロボットの受動制御装置として使用することができる。移動ロボットと組み合わせて、本発明による装置は、自律的な動きおよび／または部品の故障の自律的な検出を可能にし得る。本発明による装置はまた、製造および安全監視のため、例えばロボットと製造部品と生物の間の衝突を含むがこれらに限定されない事故を回避するためなど、に使用することもできる。ロボット工学では、人間が認識されないときロボットは人体に深刻な損傷を与える可能性があるため、人体とロボットの安全および直接的な相互作用はしばしば問題となる。本発明による装置は、ロボットが物体および人間をより良くより速く位置決めするのを助け、安全な相互作用を可能にすることができる。本発明による装置の受動的な性質を考えると、本発明による装置は能動的な装置よりも有利であり、および／または、既存のレーダー、超音波、2Dカメラ、IR検出などの解決法を補完するために使用することができる。本発明に

よる装置の1つの特定の利点は、信号干渉の可能性が低いことである。したがって、信号干渉のリスクなしに、複数のセンサが同じ環境で同時に動作できる。このように、本発明による装置は、限定されることなく、例えば自動車、鉱業、鉄鋼など、一般に、高度に自動化された製造環境において有用であり得る。本発明による装置は、生産における品質管理のためにも使用することができ、例えば、2-D撮像、レーダー、超音波、IRなどの他のセンサと組み合わせて、品質管理やその他の目的のためなどに使用することができる。さらに、本発明による装置は、マイクロメートルの範囲からメートルの範囲まで、製品の表面の均一性または特定の寸法への追従を調査するためなど、表面品質の評価に使用することができる。他の品質管理用途も可能である。製造環境において、本発明による装置は、複雑な3次元構造を有する食品または木材のような天然物を、大量の廃棄材料を防止するように処理するために特に有用である。さらに、本発明による装置は、タンク、サイロなどの充填レベルを監視するために使用することができる。さらに、本発明による装置は、複雑な製品の不足している部品、不完全な部品、緩い部品、低品質の部品などを検査するために、例えばプリント基板の自動光学検査、アセンブリまたはサブアセンブリの検査、設計部品の検証、エンジン部品検査、木材の品質検査、ラベル検査、医療機器の検査、製品の方向性の検査、包装検査、食品パック検査などを検査するために使用されてもよい。

10

【0190】

さらに、本発明による装置は、乗り物、列車、飛行機、船、宇宙船および他の交通用途に使用することができる。このように交通用途に関して上述した用途の他に、航空機、車両などのための受動的追跡システムを挙げることができる。移動物体の速度および／または方向を監視するため、本発明による少なくとも1つの検出器など、本発明による少なくとも1つの装置の使用が実現可能である。具体的には、陸上、海上、および宇宙を含む空中における高速移動物体の追跡が挙げられる。本発明による少なくとも1つの検出器など、本発明による少なくとも1つの装置は、具体的には静止している装置および／または移動する装置に取り付けることができる。本発明による少なくとも1つの装置の出力信号は、例えば他の物体の自律的または誘導された移動のための誘導機構と組み合わせることができる。したがって、追跡および操縦された物体間の衝突を回避するため、または衝突を可能にするための用途が実現可能である。本発明による装置は、必要とされる低い計算能力、即時の応答、および、例えばレーダーのような能動システムと比較して一般に検出および妨害することがより困難である検出システムの受動的性質のために、一般に有用かつ有利である。本発明による装置は、限定されないが速度制御および航空交通管制装置に特に有用である。さらに、本発明による装置は、道路料金の自動料金徴収システムに使用することができる。

20

30

【0191】

本発明による装置は、一般に受動的用途に使用することができる。受動的な用途は、港や危険な場所にある船舶、および着陸時または発進時の航空機に対するガイダンスを含む。その中で、固定された既知の能動的な標的が正確なガイダンスのために使用され得る。同じものが、鉱山車両など、危険ではあるが明確に規定されたルートを走行する車両にも使用できる。さらに、本発明による装置は、自動車、電車、飛行物体、動物などのような急速接近する物体を検出するために使用することができる。さらに、本発明による装置は、物体の速度または加速度を検出するため、あるいは、物体の時間に依存する1つまたは複数の位置、速度、加速度を追跡することにより物体の動きを予測するために使用できる。

40

【0192】

さらに、上で概説したように、本発明による装置はゲームの分野で使用することができる。したがって、本発明による装置は、動きをその内容に組み込むソフトウェアと組み合わせた動きの検出など、同じまたは異なるサイズ、色、形状などの複数の物体とともに使用するために受動的であり得る。特に、グラフィック出力に動きを実装するアプリケーションは実現可能である。さらに、ジェスチャまたは顔認識のために本発明による1つまた

50

は複数の装置を使用することなどにより、コマンドを与えるための本発明による装置のアプリケーションは実現可能である。本発明による装置は、暗い場所や周囲の状況を改善する必要があるその他の状況の下で動作するために能動システムと組み合わせることができる。追加的にまたは代替的に、本発明による1つまたは複数の装置と1つまたは複数のIRまたはVIS光源との組み合わせが可能である。本発明による検出器と特別な装置との組み合わせもまた可能であり、それは、限定されないが例えば、特別な色、形状、他の機器との相対位置、動きの速さ、光、装置の光源を変調するために使用される周波数、表面の性質、使用材料、反射特性、透明度、吸収特性などにより、システムおよびそのソフトウェアによって容易に区別することができる。該装置は、他の可能性もある中で、スティック、ラケット、クラブ、銃、ナイフ、ホイール、指輪、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、立方体、サイコロ、フィギュア、人形、テディ、ビーカー、ペダル、スイッチ、グローブ、宝石、楽器、または、ピック、ドラムスティックなどの楽器を演奏するための補助装置などに似せることができる。他の選択肢も可能である。

10

【0193】

さらに、本発明による装置は、高温またはさらなる発光プロセスなどにより、それ自体で発光する物体を検出および／または追跡するために使用することができる。発光部は、排気流または類似のものであってもよい。さらに、本発明による装置は、反射物体を追跡し、これらの物体の回転または方向を分析するのに使用することができる。

20

【0194】

さらに、本発明による装置は、一般に、建築、建設および地図作成の分野で 사용할ことができる。したがって、一般に、本発明による1つまたは複数の装置は、例えば田舎や建物の環境領域を測定および／または監視するために使用することができる。その中で、本発明による1つまたは複数の装置は、他の方法および装置と組み合わされてもよく、あるいは単独で建築プロジェクト進行および正確さ、変化する対象物、家などの監視するために使用されてもよい。本発明による装置は、部屋、街路、家、コミュニティまたは场景の地図を構築するために、地上からまたは空中から走査された環境の3次元モデルを生成するために使用され得る。潜在的可能な適用分野は、建築、地図作成、不動産管理、土地調査または類似のものであり得る。一例として、本発明による装置はドローンやマルチコプターに使用し、建物、生産現場、煙突、畑などの農業生産環境、生産プラントまたはランドスケープなどの農業生産環境を監視するために、救助活動を支援するために、危険な環境での仕事を支援するために、屋内または屋外の燃える場所で消防隊を支援するために、または、1人以上の人または動物などを見つけたり監視したりするために、スキーやサイクリングなどのスポーツをしている1人以上の人をヘルメット、マーク、ビーコン装置などをたどることで実現できる、追跡して記録するドローンなどの娯楽目的のために、使用することができる。本発明による装置は、障害物を認識すること、所定の経路をたどること、縁、パイプ、建物などをたどること、または環境のグローバルなまたは地域の地図を記録することに使用することができる。さらに、本発明による装置は、室内または屋外でのドローンの位置特定および位置決めのため、気圧センサが十分に正確でない屋内でドローンの高さを安定させるため、またはいくつかのドローンの協調運動や空中での充電または燃料補給など複数のドローンの相互作用のために使用することができる。

30

40

【0195】

さらに、本発明による装置は、CHAIN (Cedec Home Appliances Interoperating Network) のようなホームアプリケーションの相互接続ネットワーク内で使用されてもよく、例えばエネルギーまたは負荷管理、リモート診断、ペット関連アプリケーション、子供関連アプリケーション、子供の監視、家庭用器具の監視、高齢者や病気の人への支援またはサービス、ホームセキュリティおよび／または監視などの家庭内の基本的な器具の相互接続、自動化、制御のために使用されてもよい。さらに、本発明による装置は、特に1人または複数人の場所に依存して部屋のどの部分を特定の温度または湿度にするべきかを特定するために、空調システムなどの暖

50

房または冷房システムで使用することができる。さらに、本発明による装置は、家事に使用することができるサービス用または自律のロボットなどの家庭用ロボットに使用することができる。本発明による装置は、衝突を回避するため、または環境をマッピングするため、またユーザを識別するため、セキュリティ目的やジェスチャや顔認識のためにロボットの性能を所与のユーザに対して個人用化するためなど、いくつかの異なる目的に使用することができる。一例として、本発明による装置は、ロボット掃除機、床洗浄ロボット、乾拭きロボット、服にアイロンをかけるアイロンがけロボット、猫トイレロボットのような動物用トイレロボット、侵入者を検出するセキュリティロボット、ロボット芝刈り機、自動プールクリーナー、雨どい清掃ロボット、窓清掃ロボット、おもちゃのロボット、テレプレゼンスロボット、移動性の少ない人々に友達を提供する社交ロボット、言葉から手話または手話から言葉に翻訳したり話したりするロボットに使用することができる。高齢者のような移動性の低い人々の環境では、本発明による装置を有する家庭用ロボットは、物体を拾い上げ、物体を輸送し、そして安全に物体とユーザと相互作用するために使用されてもよい。さらに、本発明による装置は、危険な材料または物体を用いて動作するロボット、あるいは危険な環境で使用することができる。非限定的な例として、本発明による装置は、特に災害後に化学物質または放射性物質などの危険物、または鉱山、不発兵器などの他の危険もしくは潜在的に危険な物体と共に動作するために、あるいは、燃えている物体の近くや被災地のような不安全な環境で動作あるいは調査するために、あるいは空中、海中、地下などで有人または無人の救助活動を行うために、ロボットまたは無人遠隔操作車両に使用することができる。

【 0 1 9 6 】

さらに、本発明による装置は、全地球測位システム（GPS）が十分に信頼できないナビゲーション目的に使用することができる。GPS信号は一般的に、屋内または屋外の樹木限界下の溪谷または森では遮断されているか受信が困難である電波を使用する。さらに、特に無人の自律走行車両では、システムの重量が重要になり得る。特に無人自律走行車は、信頼性の高いフィードバックとその制御システムの安定性のために高速位置データを必要とする。本発明による装置を使用することは、装置が重いため重量を増すことなく短時間の応答および位置決めを可能にし得る。

【 0 1 9 7 】

さらに、本発明による装置は、家庭用装置、可動装置または娯楽装置、例えば冷蔵庫、電子レンジ、洗濯機、ブラインドまたはシャッター、家庭用アラーム、エアコン装置、加熱装置、テレビ、オーディオ機器、スマートウォッチ、携帯電話、電話、食洗機、ストーブなどで使用することができ、人の存在を検出し、装置の内容または機能を監視し、人と対話しおよび／またはその人に関する情報を他の家庭用装置や可動装置や娯楽装置と共有するために使用することができる。

【 0 1 9 8 】

さらに本発明による装置は、高齢者または身体障害者、あるいは視覚が制限または視覚を有しない人を支援するため、例えば家事であるいは仕事で、物を保持、運搬、または拾い上げるための装置に、あるいは、環境内の障害物を知らせる光信号または音響信号を備えた安全システムに使用することができる。

【 0 1 9 9 】

本発明による装置はさらに農業において、例えば害虫、雑草および／または感染作物植物を完全にまたは部分的に検出および選別するために使用することができ、そこでは作物植物は真菌または昆虫に感染することがある。さらに、作物を収穫するために、本発明による装置は、そうでなければ収穫装置によって害される可能性があるシカなどの動物を検出するために使用することができる。さらに、本発明による装置は、畑または温室内の植物の成長を監視するために、特に畑の所与の地域または温室さらには所与の植物のための水または肥料または作物保護製品の量を調整するために使用することができる。さらに、農業バイオテクノロジーでは、本発明による装置は、植物の大きさおよび形状を監視するのに使用することができる。

【0200】

さらに、本発明による装置は、除草剤の使用を回避するなどのために、機械的手段などを用いて雑草を自動的に除去するために使用されてもよい。さらに、本発明による装置は、農業の分野において、作物保護物質または施肥物質を適用するかどうかを決定するなど、適用物質の量を減らすためまたは蜂などの動物の特定のグループを保護するためなど、特に特定の昆虫を検出および／または位置を突き止めるために使用することができる。

【0201】

さらに、本発明による装置は、化学物質または汚染物質を検出するためのセンサ、電子ノーズチップ、細菌またはウイルスなどを検出するための微生物センサチップ、ガイガーカウンター、触覚センサ、熱センサなどと組み合わせることができる。これは、例えば、
10 感染性の高い患者の治療、危険性の高い物質の取り扱いまたは除去、高放射能領域または化学物質拡散などの高汚染領域の清掃、農業における害虫駆除など、危険または困難な作業を扱うように構成されるスマートロボットの構築に使用できる。

【0202】

本発明による1つまたは複数の装置はさらに、例えば積層造形および／または3次元印刷などのために、CADまたは同様のソフトウェアと組み合わせて、物体を走査するために使用することができる。その中で、本発明による装置の高い寸法精度を、例えばx方向、y方向、またはz方向に、またはこれらの方向の任意の組み合わせで、例えば同時に使用することができる。さらに、本発明による装置は、パイプライン検査ゲージなどの検査
20 および保守に使用することができる。さらに、生産環境では、本発明による装置は、天然に成長したものなど悪く規定された形状の物体の取り扱い、例えば形状または大きさによる野菜または他の天然物の分類、または肉または処理ステップに必要な精度より低い精度で製造されたものの切断などに使用することができる。

【0203】

さらに、本発明による装置は、屋内または屋外の空間を通して自律的または部分的に自律的に移動する車両またはマルチコプターなどを移動させることを可能にするためにローカルナビゲーションシステムにおいて使用されてもよい。非限定的な例は、物体を拾い上げてそれらを異なる場所に配置するために自動倉庫を進む車両を含み得る。屋内ナビゲーションはショッピングモール、小売店、美術館、空港、または駅において、モバイル商品、モバイル機器、手荷物、顧客または従業員の所在地を追跡したり、地図上の現在位置、
30 販売された商品に関する情報などの位置固有情報をユーザに提供するためさらに使用され得る。

【0204】

さらに、本発明による装置は、速度、傾斜、今後の障害物、道路の凹凸、またはカーブなどを監視することによるオートバイの運転支援など、オートバイの安全な運転を確実にするために使用することができる。さらに、本発明による装置は、衝突を回避するために列車または路面電車で使用することができる。

【0205】

さらに、本発明による装置は、物流プロセスを最適化するために、包装または小包を走査するためなどのハンドヘルド装置に使用することができる。さらに、本発明による装置は、個人用ショッピング装置、RFIDリーダー、患者もしくは患者の健康関連情報を取得、交換もしくは記録する医療用の病院または健康環境で使用するためのハンドヘルド装置、小売または健康環境のためのスマートバッジのような、さらなるハンドヘルド装置に
40 使用することができる。

【0206】

上記で概説したように、本発明による装置は、製品識別またはサイズ識別など（無駄を減らすため最適な場所またはパッケージを見つけるためなど）の製造、品質管理または識別用途でさらに使用することができる。さらに、本発明による装置は、物流用途に使用することができる。したがって、本発明による装置は、最適化された荷積み、梱包コンテナまたは車両に使用することができる。さらに、本発明による装置は、製造分野における表
50

面損傷の監視または制御、レンタル車両などのレンタル対象の監視または制御、および／または損傷の評価などの保険用途に使用することができる。さらに、本発明による装置は、特にロボットと組み合わせて、最適な材料取扱いなどのために、材料、物体または道具のサイズを識別するために使用することができる。さらに、本発明による装置は、タンクの充填レベルの観察など、生産における工程管理のために使用することができる。さらに、本発明による装置は、限定されないが、タンク、パイプ、反応器、器具などのような生産資材の維持のために使用することができる。さらに、本発明による装置は、3次元品質のマークを分析するために使用することができる。さらに、本発明による装置は、歯のインレイ、歯科用装具、補綴物、衣服などのオーダーメイド商品の製造に使用することができる。本発明による装置はまた、ラピッドプロトタイピング、3次元複写などのために1つまたは複数の3次元プリンタと組み合わせることができる。さらに、本発明による装置は、製品の違法コピー防止および模造防止目的などのために、1つまたは複数の物品の形状を検出するために使用することができる。

【0207】

したがって、具体的には、本願は写真の分野において適用され得る。このように、検出器は写真装置、具体的にはデジタルカメラの一部であってもよい。具体的には、検出器は3D写真撮影、具体的にはデジタル3D写真撮影に使用され得る。このように、検出器はデジタル3Dカメラを形成するか、またはデジタル3Dカメラの一部であってもよい。本明細書で使用されるとき、写真撮影という用語は一般的に、少なくとも1つの物体の画像情報を取得する技術を指す。本明細書でさらに使用されるとき、カメラは一般に、写真撮影を実行するように構成された装置を指す。本明細書でさらに使用されるとき、デジタル写真撮影という用語は一般に、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生成するように適合された複数の感光性要素の使用によって、少なくとも1つの物体の画像情報を取得する技術を指す。本明細書でさらに使用されるとき、3D写真撮影という用語は一般に、3D空間における少なくとも1つの物体の画像情報を取得する技術を指す。したがって、3Dカメラは3D写真撮影を実行するのに適合された装置を指す。カメラは一般に、単一の3D画像などの単一の画像を取得するように適合されてもよく、または一連の画像のように複数の画像を取得するように適合されてもよい。したがって、カメラは、デジタルビデオシーケンスを取得するためなどのビデオ用途に適合したビデオカメラでもよい。

【0208】

このように一般に、本発明はさらに、少なくとも1つの物体を撮像するカメラ、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カメラに関する。上記にて概説のとおり、「撮像」という用語は、本明細書で使用されるときは、一般に、少なくとも1つの物体の画像情報を取得することを指す。カメラは本発明による少なくとも1つの検出器を含む。カメラは、上記の概説のとおり、単一の画像の取得、あるいは画像シーケンスのような複数の画像の取得、好ましくはデジタルビデオシーケンスの取得のために適合され得る。したがって、一例として、カメラはビデオカメラであってもよく、またはそれを含んでもよい。後者の場合、カメラは画像シーケンスを記憶するためのデータメモリを含むことが好ましい。

【0209】

本発明の範囲内で使用されるとき、「位置」という表現は、一般に、物体の1つまたは複数の絶対位置および物体の1つまたは複数の点の向きに関する少なくとも1つの情報項目を指す。したがって、具体的には、位置は、デカルト座標系などの検出器の座標系で決定され得る。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他の種類の座標系を使用することができる。

【0210】

上記で概説し、以下でさらに詳細に概説するように、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適用することができる。したがって、好ましくは、物体はスポーツ用品、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；衣料品；帽子；靴、からなる群から選択されてもよい。他の実施形態も可能である。

【0211】

本明細書で使用されているとき、物体は一般的に、生物物体および非生物物体から選択される1つの任意の物体であってもよい。このように、一例として、少なくとも1つの物体は、1つまたは複数の物品および／または1つの物品の1つまたは複数の部分を含み得る。追加的にまたは代替的に、物体は、1つまたは複数の生物および／またはその1つまたは複数の部分を含み得る、例えばユーザなどの人間および／または動物の1つまたは複数の身体の部分であってもよい。

【0212】

検出器の座標系であり得る、物体の位置を決定するための座標系に関して、それは検出器の座標系であり得るが、検出器は、検出器の光軸が z 軸を形成し、また付加的に z 軸に対して垂直かつ互いに垂直である x 軸と y 軸が提供され得る座標系を構成し得る。一例として、検出器および／または検出器の一部は、この座標系の原点など、この座標系における特定の点に所在し得る。

【0213】

この座標系において、 z 軸に平行または逆平行な方向を縦方向と見なすことができ、 z 軸に沿った座標を縦方向座標と見なすことができる。縦方向に対して垂直な任意の方向を横方向と見なすことができ、 x 座標および／または y 座標を横方向座標と見なすことができる。

【0214】

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

【0215】

検出器は、少なくとも1つの物体および／またはその一部の位置に関する少なくとも1つの情報項目を提供するように構成された装置であり得る。したがって、位置は、好ましくは検出器の座標系における、物体またはその一部の位置を完全に記述する情報の項目を指すことができ、あるいは位置を部分的にのみ記述する部分的な情報を指すことができる。検出器は、一般に、ビーコン装置から検出器に向かって伝播する光束などの光束を検出するのに適した装置であり得る。

【0216】

評価装置および検出器は、完全にまたは部分的に単一の装置に一体化されてもよい。したがって、一般に、評価装置も検出器の一部を形成することができる。あるいは、評価装置および検出器は、完全にまたは部分的に別々の装置として具体化することができる。検出器はさらなる構成要素を含み得る。

【0217】

検出器は設置型装置または携帯型装置とすることができる。さらに、検出器は、独立型装置でもよく、またはコンピュータ、車両もしくは他の任意の装置などの別の装置の一部を形成してもよい。さらに、検出器は手持ち式装置であってもよい。検出器の他の実施形態も可能である。

【0218】

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系の後方のライトフィールドの記録に使用され得る。このように、具体的には、検出器は複数の焦点面内の画像を例えば同時に取得するように適合されるライトフィールドカメラとして具現化され得る。本明細書で使用されるとき、「ライトフィールド」という用語は一般的に、内蔵カメラのような検出器の内部の光の空間的

10

20

30

40

50

伝播を指す。本発明に係る、具体的には複数の光センサから成るスタックを有する検出器は、検出器またはカメラの内部、例えばレンズの後方のライトフィールドを直接記録する能力を有し得る。複数のセンサが、レンズからの距離が異なる複数の画像を記録し得る。

「焦点からの深度」または「焦点外れからの深度」のような、例えばコンボリューションベースのアルゴリズムを使用して、レンズの後方の光の伝播方向、焦点および拡散をモデル化することができる。レンズの後方の光の伝播モデルを基に、レンズまでの距離が異なる複数の画像を抽出することができ、フィールド深度を最適化することができ、様々な距離での合焦画像を抽出することができ、または物体の距離を計算することができる。さらなる情報も抽出することができる。

【0219】

複数の光センサの使用はさらに、画像記録後における画像処理工程でのレンズ誤差補正を可能にする。光学機器はレンズ誤差の補正が必要となると高価で製造に困難を伴うことが多い。これらは特に、顕微鏡や望遠鏡で問題となる。顕微鏡では、典型的なレンズ誤差は、光軸までの距離が変化する光線の歪み具合が異なる状態を指す（球面収差）。望遠鏡では、大気中の温度変化から焦点変動が発生し得る。球面収差または製造に起因するさらなる誤差といった静的誤差は、較正工程で誤差を決定し、次いで固定されたピクセルおよびセンサの固定されたセットのような固定画像処理を使用して、または光伝播情報を使用するもっと手の込んだ処理技法を使用して補正することができる。レンズ誤差が強く時間依存である、すなわち望遠鏡において気象条件に左右される場合、レンズ誤差はレンズ後方の光伝播の使用、視野画像の拡張深度の計算、焦点からの距離を使用する技法などによって補正することができる。

【0220】

本発明に係る検出器はさらに、色検出を可能にし得る。色検出のために、異なるスペクトル特性を有する複数の光センサを使用することができ、これらの光センサのセンサ信号を比較することができる。

【0221】

評価装置は、1つまたは複数の用途別集積回路（ASIC）のような1つまたは複数の集積回路、および／または1つまたは複数のコンピュータ、好ましくは1つまたは複数のマイクロコンピュータおよび／またはマイクロコントローラ、フィールドプログラマブルアレイ、またはデジタルシグナルプロセッサなどの1つまたは複数のデータ処理装置であるか、またはこれらを含み得る。付加的な構成要素、例えばセンサ信号の受信および／または前処理を行う1つまたは複数の装置のような1つまたは複数の前処理装置および／またはデータ取得装置、例えば1つもしくは複数のAD変換器および／または1つもしくは複数のフィルタおよび／または1つもしくは複数の位相感受性電子素子、特にロックイン測定技法に基づくものも含まれ得る。さらに、評価装置は1つまたは複数の測定装置、例えば電流および／または電圧を測定する1つまたは複数の測定装置を含んでもよい。さらに、評価装置は1つまたは数個のデータ保存装置を含んでもよい。さらに、評価装置は、1つもしくは複数の無線インターフェースおよび／または1つもしくは複数の有線インターフェースなど、1つまたは複数のインターフェースを含んでもよい。

【0222】

少なくとも1つの評価装置は、本発明に係る方法における1つまたは複数またはさらにすべての方法行程を実行または補助するように適合される少なくとも1つのコンピュータプログラムなど、少なくとも1つのコンピュータプログラムを実行するように適合され得る。一例として、センサ信号を入力変数として使用することによって物体の位置を決定し得る1つまたは複数のアルゴリズムが実装され得る。

【0223】

評価装置は、光センサおよび／または評価装置によって取得される情報といった情報の表示、視覚化、分析、分配、伝達もしくはさらなる処理の1つまたは複数のために使用され得る少なくとも1つのさらなるデータ処理装置に接続されるか、またはそれを含み得る。データ処理装置は、一例として、ディスプレイ、プロジェクター、モニタ、LCD、T

10

20

30

40

50

F T、拡声器、マルチチャネル音響システム、L E Dパターン、またはさらなる視覚化装置に接続される、またはそれを組み込んでもよい。データ処理装置はさらに、電子メール、テキストメッセージ、電話機、B l u e t o o t h（登録商標）、W i - F i、赤外線もしくはインターネットのインターフェース、ポートまたは接続の1つまたは複数を使用して暗号化情報または非暗号化情報を送信する能力を有する通信装置または通信用のインターフェース、コネクタもしくはポートの少なくとも1つに接続されるか、またはそれを組み込んでもよい。データ処理装置はさらに、プロセッサ、グラフィックプロセッサ、C P U、オープンマルチメディアアプリケーションプラットフォーム（O M A P^{T M}）、集積回路、システム・オン・チップ（A p p l e社製AシリーズまたはS a m s u n g社製S 3 C 2シリーズなど）、マイクロコントローラまたはマイクロプロセッサ、1つもしくは複数のメモリブロック（R O M、R A M、E E P R O Mまたはフラッシュメモリなど）、タイミングソース（オシレータまたは位相ロックループなど）、カウンタタイマ、リアルタイムタイマ、または電源投入時リセット式発電機、電圧調整器、電力管理回路、またはD M A制御装置の少なくとも1つに接続されるか、またはそれを組み込んでもよい。個々のユニットをさらに、A M B Aバスなどバスを使用して接続してもよく、あるいはモノのインターネットまたはインダストリー4. 0タイプのネットワークに統合されもよい。

【0224】

評価装置および／またはデータ処理装置は、直列もしくは並列のインターフェースまたはポート、U S B、C e n t r o n i c s P o r t、F i r e W i r e、H D M I（登録商標）、E t h e r n e t（登録商標）、B l u e t o o t h（登録商標）、R F I D、W i - F i、U S A R T、またはS P Iの1つまたは複数、あるいはA D CもしくはD A C、または標準化されたインターフェースもしくはポートの1つまたは複数などアナログのインターフェースまたはポートなど、さらなる外部のインターフェースまたはポートによってC a m e r a L i n kなどR G Bインターフェースを使用する2 Dカメラ装置などさらなる装置に接続されるか、またはそれに至るさらなる外部のインターフェースまたはポートを有してもよい。評価装置および／またはデータ処理装置はさらに、インタープロセッサインターフェースまたはポート、F P G A - F P G Aインターフェース、または直列もしくは並列のインターフェースポートの1つまたは複数によって接続されてもよい。評価装置およびデータ処理装置をさらに、光ディスクドライブ、C D - R Wドライブ、D V D + R W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もしくはソリッドステートハードディスクの1つまたは複数に接続してもよい。

【0225】

評価装置および／またはデータ処理装置は、電話コネクタ、R C Aコネクタ、V G Aコネクタ、雌雄同型コネクタ、U S Bコネクタ、H D M I（登録商標）コネクタ、8 P 8 Cコネクタ、B C Nコネクタ、I E C 6 0 3 2 0 C 1 4コネクタ、光ファイバーコネクタ、D - s u b小型コネクタ、R Fコネクタ、同軸コネクタ、S C A R Tコネクタ、X L Rコネクタの1つまたは複数など1つまたは複数のさらなる外部のコネクタによって接続されるか、またはそれらを有してもよく、および／またはこれらのコネクタの1つまたは複数に適する少なくとも1つのソケットを組み込んでもよい。

【0226】

本発明に係る検出器、評価装置またはデータ処理装置の1つまたは複数を組み込む、例えば光センサ、光学システム、評価装置、通信装置、データ処理装置、インターフェース、システム・オン・チップ、ディスプレイ、もしくはさらなる電子装置の1つまたは複数を組み込む単一の装置を使用して可能となる実施形態は、携帯電話機、パーソナルコンピュータ、タブレットP C、テレビジョン、ゲームコンソールまたはさらなる娯楽装置である。さらなる一実施形態において、以下にてさらに詳しく概説する3 Dカメラ機能を、装置のハウジングまたは概観に目立つ相違を生じることなく従来型2 Dデジタルカメラと併せて利用可能な装置に一体化することができ、ユーザにとって目立つ相違は3 D情報の取得および／または処理の機能性の相違のみと考えられる。

10

20

30

40

50

【0227】

具体的には、検出器および／またはその一部、例えば評価装置および／またはデータ処理装置を組み込む実施形態の例として、ディスプレイ、データ処理装置、光センサ、任意でセンサ光学系、および評価装置を3Dカメラ機能向けに組み込む携帯電話機が挙げられる。本発明に係る検出器は具体的には娯楽装置および／または携帯電話機のような通信装置への一体化に適し得る。

【0228】

本発明のさらなる一実施形態として、検出器またはその一部、例えば評価装置および／またはデータ処理装置の、自動車での使用、自律運転での使用もしくはDaimler社のIntelligent Driveシステムなどの自動車安全システムのための装置への組み込みが挙げられ、一例として、光センサ、任意で1つもしくは複数の光学システム、評価装置、任意に通信装置、任意にデータ処理装置、任意に1つもしくは複数のインターフェース、任意にシステム・オン・チップ、任意に1つもしくは複数のディスプレイ、または任意にさらなる電子装置の1つまたは複数の組み込む装置を車両、乗用車、トラック、列車、自転車、航空機、船舶、自動二輪車の一部とすることができる。自動車への応用では、装置を自動車設計に一体化するには光センサ、任意に光学系、もしくは装置を外部または内部からの最低限の視認性を有する状態で一体化する必要が生じ得る。検出器またはその一部、例えば評価装置および／またはデータ処理装置は特に、自動車設計へのそのような一体化に適し得る。

【0229】

本明細書で使用されるとき、「光」という用語は一般的に、可視スペクトル範囲、紫外スペクトル範囲および赤外スペクトル範囲のうちの1つまたは複数のスペクトル範囲の電磁放射を指す。その中で、「可視スペクトル範囲」という用語は一般的に380nmから780nmのスペクトル範囲を指す。「赤外スペクトル範囲」という用語は一般的に780nmから1mmの範囲、好ましくは780nmから3.0μmの範囲の電磁放射を指す。「紫外スペクトル範囲」という用語は一般的に1nmから380nmの範囲、好ましくは100nmから380nmの範囲の電磁放射を指す。好ましくは、本発明の範囲内で使用される光は可視光、すなわち可視スペクトル範囲内の光である。

【0230】

「光束」という用語は一般的に、特定の方向に放出および／または反射された一定量の光を指す。相応に、光束は、光束の伝播方向に対して垂直な方向に既定の拡がりを持つ光線の束であってもよい。好ましくは、光束は、ビーム径の発達および／または空間内でのビーム伝播を特徴付けるのに適した、1つまたは複数のビームウェスト、レイリー長または他の任意のビームパラメータまたはビームパラメータの組合せなどによって特徴付けられ得るガウス光束の線形結合などの1つまたは複数のガウス光束であり得るか、またはそれを含み得る。

【0231】

本発明による検出器をさらに、1つまたは複数の他の種類のセンサまたは検出器と組み合わせてもよい。従って、検出器はさらに少なくとも1つの付加的検出器を含んでもよい。少なくとも1つの付加的検出器は少なくとも1つのパラメータ、例えば周囲環境のパラメータ（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、検出対象物体の状態を指定するパラメータ（例えば空間内での物体の絶対位置および／または配向など、物体の位置）、これらの少なくとも1つを検出するように適合され得る。従って、一般的に、付加的情報の取得のためにおよび／または測定結果の検証あるいは測定誤差またはノイズの低減のために、本発明の原理を他の測定原理と組み合わせることができる。

【0232】

上記にて概説のように、ヒューマンマシンインターフェースは、直接または間接的にユーザに装着される状態またはユーザによって保持される状態の少なくとも1つとなるように適合される複数のビーコン装置を含み得る。従って、ビーコン装置は各々独立に、適切

な固定装置など任意の適切な手段によってユーザに装着され得る。付加的または代替的に、ユーザは少なくとも1つのビーコン装置または複数のビーコン装置の1つもしくは複数

を自分の手で、および／または少なくとも1つのビーコン装置および／またはビーコン装置を格納する衣類を身体部分に着用することにより、保持および／または携行することができる。

【0233】

ビーコン装置は一般的に、少なくとも1つの検出器によって検出可能な、および／または少なくとも1つの検出器による検出を容易にする任意の装置であってもよい。従って、上記にて概説のように、また以下にてさらに詳しく概説するように、ビーコン装置は、例えば少なくとも1つの光束を生成する1つまたは複数の照射源を有することにより、検出器によって検出されることになる少なくとも1つの光束を生成するように適合される能動型ビーコン装置であってもよい。付加的または代替的に、ビーコン装置は、別々の照射源により生成される光束を反射するように適合された1つまたは複数の反射要素を備えるなどにより、完全にまたは部分的に受動型ビーコン装置として設計され得る。少なくとも1つのビーコン装置は、直接または間接的にユーザに恒久的または一時的に装着されてもよく、および／またはユーザが携行もしくは保持してもよい。装着は、1つまたは複数の装着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り、例えばユーザが少なくとも1つのビーコン装置を手で保持することにより、および／またはユーザがビーコン装置を着用することによって達成され得る。

【0234】

付加的または代替的に、ビーコン装置は物体に装着された状態およびユーザが保持する物体に一体化された状態の少なくとも1つであってもよく、これは本発明の意味で言えば、ユーザがビーコン装置を保持するという選択肢の意味に含まれるものである。従って、以下にてさらに詳しく概説するように、ビーコン装置は、ヒューマンマシンインターフェースの一部となり得、かつユーザが保持または携行することができ、かつ検出装置によって配向を認識され得る、1つの制御要素に装着または一体化され得る。従って、一般的に、本発明は、本発明に係る少なくとも1つの検出装置を含み、さらに、少なくとも1つの物体を含んでもよく、ビーコン装置が、物体に装着された状態、物体によって保持された状態および物体に一体化された状態の1つである検出器システムにも言及する。一例として、物体は好ましくは、配向がユーザによって認識され得る制御要素を形成し得る。このように、検出器システムは上記にて概説のような、または以下にてさらに詳しく概説するようなヒューマンマシンインターフェースの一部であってもよい。一例として、ユーザは例えば1つまたは複数の命令をマシンに送信するために、1つまたは複数の情報をマシンに送信するための特定の方法で制御要素を操作し得る。

【0235】

あるいは、検出器システムは他の形でも使用され得る。このように、一例として、検出器システムの物体はユーザまたはユーザの身体部分と異なってもよく、また一例として、ユーザから独立して動く物体であってもよい。一例として、検出器システムは、製造工程および／またはロボット工学工程のような装置、および／または産業工程の制御に使用され得る。このように、一例として、物体は機械および／または機械部品、例えばロボットアームであってもよく、その配向を検出器システムの使用によって検出することができる。

【0236】

ヒューマンマシンインターフェースは、検出装置がユーザの位置またはユーザの少なくとも1つの身体部分の位置に関する少なくとも1つの情報項目を生成するように適合させることができる。特に、少なくとも1つのビーコン装置のユーザへの取り付け方法が知られている場合、少なくとも1つのビーコン装置の位置を評価することによって、ユーザまたはユーザの体の一部の位置および／または向きに関する少なくとも1つの情報項目を取得することができる。

【0237】

ビーコン装置は、好ましくは、ユーザの身体またはユーザの身体部分に装着可能なビーコン装置、およびユーザが保持し得るビーコン装置の1つである。上記にて概説のように、ビーコン装置は、完全にまたは部分的に能動型ビーコン装置として設計され得る。従って、ビーコン装置は、検出器へと伝送されることになる少なくとも1つの光束、好ましくはビーム特性が既知である少なくとも1つの光束を生成するように適合された少なくとも1つの照射源を含み得る。付加的または代替的に、ビーコン装置は、照射源により生成される光を反射するように適合された少なくとも1つの反射体を含むことにより、検出器へと伝送されることになる反射された光束を生成し得る。

【0238】

物体は、検出器システムの一部を形成してもよく、一般的に任意の形状を有し得る。好ましくは、検出器システムの一部である物体は、上記にて概説のように、ユーザによって例えば手で扱うことができる制御要素であってもよい。一例として制御要素は、手袋、ジャケット、帽子、靴、ズボンおよびスーツ、手で保持できる杖、バット、クラブ、ラケット、鞭、トイガンのような玩具から成る群から選択される少なくとも1つの要素であるか、またはそれを含み得る。従って、一例として、検出器システムはヒューマンマシンインターフェースおよび／または娯楽装置の一部であってもよい。

【0239】

本明細書で使用されるとき、娯楽装置は、1人または複数のユーザ（以下では1人または複数のプレーヤともいう）のレジャーおよび／または娯楽の目的に役立ち得る装置である。一例として、娯楽装置はゲーム、好ましくはコンピュータゲームの目的に役立ち得る。従って、娯楽装置は、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に実装される、または1つもしくは複数のゲーム用ソフトウェアプログラムを実行するコンピュータ、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み得る。

【0240】

娯楽装置は、本発明に係る、例えば上記にて開示されている1つまたは複数の実施形態および／または以下にて開示される1つまたは複数の実施形態に記載の少なくとも1つのヒューマンマシンインターフェースを含む。娯楽装置は、ヒューマンマシンインターフェースを手段として、少なくとも1つの情報をプレーヤが入力可能となるように設計される。少なくとも1つの情報は、娯楽装置の制御装置および／またはコンピュータへと伝送され得、および／またはそれらによって使用され得る。少なくとも1項目の情報は、好ましくはゲームの過程に影響を及ぼすように適合された少なくとも1つの命令を含み得る。従って、一例として、少なくとも1項目の情報がプレーヤおよび／またはプレーヤの身体部分の1つ以上の少なくとも1つの配向に関する少なくとも1項目の情報を含むことより、プレーヤはゲームに必要な特定の位置および／または配向および／または動作をシミュレートすることができる。一例として、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；ある物体から別の物体への指向、例えば標的に向けたトイガンの指向、といった動きの1つまたは複数を実行し、娯楽装置の制御装置および／またはコンピュータに伝達することができる。

【0241】

娯楽装置の一部または全体、好ましくは娯楽装置の制御装置および／またはコンピュータは、娯楽機能を情報に従って変えるように設計される。このように、上記にて概説のように、ゲームの過程は少なくとも1つの情報に従って影響され得る。従って、娯楽装置は1つまたは複数の制御装置を含んでもよく、制御装置は少なくとも1つの検出器の評価装置から分離され、および／または少なくとも1つの評価装置と完全にまたは部分的に同一であり、さらには少なくとも1つの評価装置を含んでもよい。好ましくは、少なくとも1つの制御装置は、1つもしく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のような、1つもしくは複数のデータ処理装置を含み得る。

【0242】

本明細書でさらに使用されるとき、追跡システムは、少なくとも1つの物体および／または物体の少なくとも一部における、一連の過去の位置に関する情報を収集するように適

合される装置である。付加的に、追跡システムは、少なくとも1つの物体または物体の少なくとも一部について予測される少なくとも1つの将来の位置および／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。追跡システムは少なくとも1つの進路制御装置を有してもよく、進路制御装置は完全にまたは部分的に電子装置として、好ましくは少なくとも1つのデータ処理装置、より好ましくは少なくとも1つのコンピュータまたはマイクロコントローラとして具現化され得る。同じく、少なくとも1つの進路制御装置は完全もしくは部分的に少なくとも1つの評価装置を含んでもよく、および／または少なくとも1つの評価装置の一部であってもよく、および／または完全もしくは部分的に少なくとも1つの評価装置と同一であってもよい。

【0243】

追跡システムは、上記に挙げた1つもしくは複数の実施形態において開示されているような、および／または下記の1つもしくは複数の実施形態において開示されているような、少なくとも1つの検出器のような、本発明に係る少なくとも1つの検出器を含む。追跡システムはさらに、少なくとも1つの進路制御装置を含んでもよい。進路制御装置は、少なくとも1つの位置情報および少なくとも1つの時間情報を各々が含む複数のデータ群またはデータペアの記録などにより、特定の時点での物体の一連の位置を追跡するように適合される。

【0244】

追跡システムはさらに、本発明に係る少なくとも1つの検出器システムを含んでもよい。従って、少なくとも1つの検出器および少なくとも1つの評価装置および任意の少なくとも1つのビーコン装置に加え、追跡システムはさらに、物体自体またはその一部、例えばビーコン装置を含む少なくとも1つの制御要素または少なくとも1つのビーコン装置を含んでもよく、その場合、制御要素は追跡対象物体に直接または間接的に装着可能または一体化可能である。

【0245】

追跡システムは、追跡システム自体における1つまたは複数の動作、および／または1つもしくは複数の別個の装置における1つまたは複数の動作を開始するように適合され得る。後者を目的とする場合、追跡システム、好ましくは、進路制御装置は、少なくとも1つの動作を開始するための、1つもしくは複数の無線および／または有線のインターフェース、および／または他の種類の制御接続を有し得る。好ましくは、少なくとも1つの進路制御装置は、物体の少なくとも1つの実際の位置に従って、少なくとも1つの動作を開始するように適合され得る。一例として、動作は、物体の将来の位置の予測；物体に対する少なくとも1つの装置の指向；検出器に対する少なくとも1つの装置の指向；物体の照射；検出器の照射から成る群から選択され得る。

【0246】

追跡システムの応用の一例として、追跡システムは、少なくとも1つの第1の物体を、少なくとも1つの第2の物体に、たとえ第1の物体および／または第2の物体が動いても、継続的に指向するために使用され得る。同じく潜在的な例は、ロボット工学におけるような産業への応用、および／または製造ラインもしくは組み立てラインにおける製造途中のような、たとえ物品が移動中であっても物品に対する継続的な作業に対して見出すことができる。付加的または代替的に、追跡システムは、たとえ物体が移動中であっても物体に対して照射源を継続的に指向することによって物体を継続的に照射するためのような、照射目的に使用され得る。さらなる応用は、移動中の物体に対して送信機を指向することによって、移動中の物体に情報を継続的に伝送する目的のような、通信システムに見出すことができる。

【0247】

提案される装置および方法は、この種の既知の検出器と比べて多数の優位性をもたらす。したがって、検出器は一般に、上記にて開示された既知の従来技術のシステムの欠点を回避することができる。具体的には、検出器は、F i Pセンサの使用を回避することができ、それによって、例えば、シリコンフォトダイオードのような単純で安価で市販の半導

10

20

30

40

50

体センサを使用することを可能にする。これらのフォトダイオードは一般に輝度依存性を示さず、そして上記に開示された方法は一般に場景の明るさおよび／または光束上の光スポットの明るさから独立している。その結果、本発明において、検出器に入る光束の輝度または総出力に関する測定範囲は、上記で開示された装置の多くと比較して一般的により大きい。さらに、本発明による検出器を使用することによる測定は、一般的に標的スポットサイズ、すなわち、物体の大きさ、物体上に投影された光スポットの大きさ、または、物体に取り付けられているか、物体に組み込まれているか、または物体によって保持されているかのうちの1つまたは複数であるビーコン装置の大きさとは無関係である。

【0248】

本発明による検出器は、1つまたは複数の横方向座標を測定するという追加のオプションを伴い、距離測定の機能またはz座標測定の機能を組み合わせた単純な装置として実現することができ、それによってPSDの機能を統合する。

【0249】

検出器は、具体的には、ニアシリコンフォトダイオードなどの線形光検出器を使用することができる。ビームスプリッタの使用は任意選択であるが、一般的には必要ではないので、単純な光学設定を使用することが可能になる。

【0250】

測定結果、すなわち少なくとも1つの縦方向座標のような検出器によって決定された位置は、場景の明るさおよび／または物体の明るさ、少なくとも1つのビーコン装置の明るさ、少なくとも1つの照射源の明るさ、または物体から検出器まで伝播する光束の総出力から大きく独立したものとすることができる。さらに、明るさに関する、この独立性および広範囲の測定のために、反射性物体または非反射性物体を使用することができる。

【0251】

測定範囲について言及すると、測定範囲は、光束の総出力の範囲など、本発明による検出器と共に使用することができる明るさの範囲を指すことができ、あるいは、検出器と、測定され得る物体との間の距離の範囲との双方を指してもよい。上に挙げた文書のうちの1つまたは複数による従来の検出器は、典型的には、両方の測定範囲において制限されている。上記とは逆に、結合信号の使用は、結合信号から縦方向座標を決定するために使用され得る広範囲の連続的かつ単調に減少または増加する関数を提供することである。その結果、物体と検出器との間の距離に関して非常に広い範囲の測定が与えられる。同様に、少なくとも光センサの飽和が達成されない限り、光束の総出力からの結合信号の一般的な独立性のために、本発明はまた、明るさに関して、すなわち、光束の総出力に関して、非常に広い範囲の測定を提供する。

【0252】

全体として、本発明の文脈において、以下の実施形態が特に好ましいと見なされる。

【0253】

実施形態1：少なくとも1つの物体の位置を決定するための検出器であって、

— 光センサのマトリックスを有する少なくとも1つのセンサ要素であって、前記光センサはそれぞれ感光領域を有し、各前記光センサは前記物体から前記光センサに伝播する少なくとも1つの光束による前記感光領域の照射に応答して少なくとも1つのセンサ信号を生成するように構成されている、センサ要素と、

— 少なくとも1つの評価装置であって、

a) 最高のセンサ信号を有する少なくとも1つの光センサを決定し、少なくとも1つの中心信号を形成し；

b) 前記マトリックスの前記光センサの前記センサ信号を評価し、少なくとも1つの和信号を形成し；

c) 前記中心信号と前記和信号を結合して少なくとも1つの結合信号を決定し；そして、

d) 前記結合信号を評価することによって前記物体の少なくとも1つの縦方向座標zを決定する、

ことによって、前記センサ信号を評価するように構成された評価装置と、を有する、検出器。

【0254】

実施形態2：前記中心信号は、前記最高のセンサ信号；前記最高のセンサ信号から所定の許容範囲内にあるセンサ信号群の平均；前記最高のセンサ信号を有する前記光センサと隣接する所定の光センサの群とを有する光センサ群のセンサ信号の平均；前記最高のセンサ信号を有する前記光センサと隣接する所定の光センサの群とを有する光センサ群のセンサ信号の和；前記最高のセンサ信号から所定の許容範囲内にあるセンサ信号群の和；所定の閾値より高いセンサ信号群の平均；所定の閾値より高いセンサ信号群の和；前記最高のセンサ信号を有する前記光センサと隣接する所定の光センサの群とを有する光センサ群のセンサ信号の積分；前記最高のセンサ信号から所定の許容範囲内にあるセンサ信号群の積分；所定の閾値より高いセンサ信号群の積分、からなる群から選択される、実施形態1に記載の検出器。

10

【0255】

実施形態3：前記検出器、特に前記評価装置は、前記光センサのセンサ信号を変換し、それによって第2の光センサ信号を生成するように構成され、前記評価装置は前記第2の光センサ信号を使用することにより工程a)～d)を実行するように構成されている、実施形態1または2に記載の検出器。

【0256】

実施形態4：前記センサ信号の変換は、フィルタ処理；少なくとも1つの対象領域の選択；前記センサ信号によって生成された画像と少なくとも1つのオフセットとの間の差分画像の形成；前記センサ信号によって生成された画像を反転させることによるセンサ信号の反転；異なる時間にセンサ信号によって生成された画像間の差分画像の形成；バックグラウンド補正；カラーチャンネルへの分解；色相と彩度と明度のチャンネルへの分解；周波数分解；特異値分解；キャニーエッジ検出器の適用；ラプラシアンガウスフィルタの適用；差分ガウスフィルタの適用；ソーベル演算子の適用；ラプラス演算子の適用；シャール演算子の適用；プレウィット演算子の適用；ロバーツ演算子の適用；キルシュ演算子の適用；ハイパスフィルタの適用；ローパスフィルタの適用；フーリエ変換の適用；ラドン変換の適用；ハフ変換の適用；ウェーブレット変換の適用；しきい値処理；バイナリ画像の生成、とからなる群から選択される少なくとも1つの変換を含む、実施形態3に記載の検出器。

20

30

【0257】

実施形態5：評価装置が、少なくとも1つの前記最高センサ信号を検出するための、および／または前記中心信号を形成するための少なくとも1つの中心検出器を備える、実施形態1～4のうちのいずれか1つによる検出器。

【0258】

実施形態6：前記中心検出器が前記センサ要素に完全にまたは部分的に一体化されている、実施形態5による検出器。

【0259】

実施形態7：前記中心検出器がソフトウェアまたはハードウェアの一方または両方に完全にまたは部分的に具現化されている、実施形態5または6による検出器。

40

【0260】

実施形態8：前記和信号は、前記マトリックスの全センサ信号の平均；前記マトリックスの全センサ信号の和；前記マトリックスの全センサ信号の積分；前記中心信号に寄与する光センサからのセンサ信号を除く前記マトリックスの全センサ信号の平均；前記中心信号に寄与する光センサからのセンサ信号を除く前記マトリックスの全センサ信号の和；前記中心信号に寄与する光センサからのセンサ信号を除く前記マトリックスの全センサ信号の積分；前記最高のセンサ信号を有する前記光センサから所定範囲内の光センサのセンサ信号の和；と、前記最高のセンサ信号を有する前記光センサから所定範囲内の光センサのセンサ信号の積分；前記最高のセンサ信号を有する前記光センサから所定範囲内に位置す

50

る光センサの所定の閾値より高いセンサ信号の和；前記最高のセンサ信号を有する前記光センサから所定範囲内に位置する光センサの所定の閾値より高いセンサ信号の積分からなる群から選択される、実施形態 1～7 のうちのいずれか 1 つによる検出器。

【0261】

実施形態 9：前記評価装置が、前記和信号を形成するための少なくとも 1 つの合算装置を有する、実施形態 8 による検出器。

【0262】

実施形態 10：前記合算装置は前記センサ要素に完全にまたは部分的に一体化されている、実施形態 9 による検出器。

【0263】

実施形態 11：前記合算装置がソフトウェアまたはハードウェアの一方または両方に完全にまたは部分的に具現化されている、実施形態 9 または 10 による検出器。

【0264】

実施形態 12：前記結合信号は、前記中心信号と前記和信号の商またはその逆の商を形成すること；前記中心信号の倍数と前記和信号の倍数の商またはその逆の商を形成すること；前記中心信号の線形結合と前記和信号の線形結合の商またはその逆の商を形成すること；前記中心信号と前記和信号の第 1 の線形結合と前記中心信号と前記和信号の第 2 の線形結合の商またはその逆の商を形成すること、の少なくとも 1 つから導き出される結合信号 Q である、実施形態 1～11 のうちのいずれかによる検出器。

【0265】

実施形態 13：前記評価装置が、結合信号 Q を次の数式 11 によって導出するように構成されている、実施形態 1～12 のうちのいずれか 1 つによる検出器。

【0266】

【数 11】

$$Q(z_0) = \frac{\iint_{A_1} E(x, y; z_0) dx dy}{\iint_{A_2} E(x, y; z_0) dx dy}$$

【0267】

ここで、x および y は横方向座標、A1 および A2 はセンサ位置におけるビームプロファイルの面積、そして E (x, y, z₀) は物体距離 z₀ において与えられるビームプロファイルを表す。

【0268】

実施形態 14：前記評価装置は、前記縦方向座標を決定するために、前記結合信号 Q と前記縦方向座標との間の少なくとも 1 つの所定の関係を使用するように構成されている、実施形態 1～13 のうちのいずれか 1 つによる検出器。

【0269】

実施形態 15：前記所定の関係が、経験的關係、半経験的關係および分析的に導出された関係のうちの 1 つまたは複数である、実施形態 14 による検出器。

【0270】

実施形態 16：前記評価装置が、前記所定の関係を記憶するための少なくとも 1 つのデータ記憶装置を含む、実施形態 14 または 15 による検出器。

【0271】

実施形態 17：前記評価装置は少なくとも 1 つのデバイダを含み、前記デバイダは前記結合信号を導出するように構成されている、実施形態 13～16 のうちのいずれか 1 つによる検出器。

【0272】

実施形態18：前記デバイダは、ソフトウェアデバイダまたはハードウェアデバイダの一方または両方として完全にまたは部分的に具現化されている、実施形態17による検出器。

【0273】

実施形態19：前記デバイダは、前記センサ要素に完全にまたは部分的に一体化されている、実施形態17または18による検出器。

【0274】

実施形態20：光センサが光検出器、好ましくは無機光検出器、より好ましくは無機半導体光検出器、最も好ましくはシリコン光検出器である、実施形態1～19のうちのいずれか1つによる検出器。

10

【0275】

実施形態21：前記光センサは、赤外スペクトル範囲において感度が高い、実施形態1～20のいずれか1つによる検出器。

【0276】

実施形態22：前記マトリックスが、CCD検出器、好ましくはCCD検出器チップ、またはCMOS検出器、好ましくはCMOS検出器チップの一方または両方を含む、実施形態1～21のうちのいずれか1つによる検出器。

【0277】

実施形態23：前記マトリックスが、少なくとも1行、好ましくは複数の行と、複数の列を有する長方形のマトリックスである、実施形態1～22のうちのいずれか1つによる検出器。

20

【0278】

実施形態24：前記行および列が本質的に直角に向けられている、実施形態23による検出器。

【0279】

実施形態25：前記マトリックスが少なくとも10行、好ましくは少なくとも50行、より好ましくは少なくとも100行を有する、実施形態23または24による検出器。

【0280】

実施形態26：前記マトリックスが少なくとも10列、好ましくは少なくとも50列、より好ましくは少なくとも100列を有する、実施形態23～25のうちのいずれか1つによる検出器。

30

【0281】

実施形態27：前記マトリックスが少なくとも50個の光センサ、好ましくは少なくとも100個の光センサ、より好ましくは少なくとも500個の光センサを含む、実施形態1～26のうちのいずれか1つによる検出器。

【0282】

実施形態28：行数と列数の比が1に近く、好ましくは1：3より大きく、より好ましくは1：2より大きい、実施形態24～27のうちのいずれか1つによる検出器。

【0283】

実施形態29：前記センサ要素が、前記検出器の光軸に対して本質的に直角に向けられている、実施形態1～28のいずれか1つによる検出器。

40

【0284】

実施形態30：前記光センサはそれぞれ、少なくとも測定範囲内で、それぞれのセンサ信号がそれぞれの光センサの照射の総出力に依存するように線形信号特性を有する、実施形態1～29のいずれか1つによる検出器。

【0285】

実施形態31：前記検出器は、前記物体を照射するための照射源をさらに有している、実施形態1～30のいずれか1つによる検出器。

【0286】

50

実施形態 3 2：前記照射源は、前記物体を照射するための照射光束を生成するように構成され、前記検出器は前記照射光束が前記検出器の光軸に沿って前記検出器から前記物体に向かって伝播するように構成されている、実施形態 3 1 による検出器。

【0287】

実施形態 3 3：前記検出器が、前記照射光束を前記光軸上に偏向させるための少なくとも 1 つの反射要素、好ましくは少なくとも 1 つのプリズムを有している、実施形態 3 2 による検出器。

【0288】

実施形態 3 4：前記照射源は、前記物体の照射のための少なくとも 1 つの照射パターンを生成するように適合され、前記照射パターンは、点パターン、特に擬似ランダム点パターンまたはランダム点パターン；少なくとも 1 つのソボルパターン；少なくとも 1 つの準周期的パターン；少なくとも 1 つの既知の特徴を含む少なくとも 1 つのパターン；少なくとも 1 つの規則的なパターン；少なくとも 1 つの三角形パターン；少なくとも 1 つの六角形パターン、特に回転六角形パターンおよび／または変位六角形パターン；少なくとも 1 つの矩形パターン；少なくとも 1 つの凸状均一傾斜を有するパターン、とからなる群から選択される少なくとも 1 つのパターンを有している、実施形態 3 1～3 3 のうちのいずれか 1 つによる検出器。

【0289】

実施形態 3 5：前記光センサは少なくとも 1 つの反射パターンを決定するように構成され、前記評価装置は前記反射パターンの少なくとも 1 つの特徴を選択し、前記結合信号 Q を評価することによって前記反射パターンの選択されたパターンの縦方向座標 z を決定するように構成されている、実施形態 3 4 による検出器。

【0290】

実施形態 3 6：前記検出器は、少なくとも 1 つの転送装置をさらに有し、前記転送装置が前記光束を前記光センサ上に案内するように適合されている、実施形態 1～3 5 のいずれか 1 つによる検出器。

【0291】

実施形態 3 7：前記転送装置は、少なくとも 1 つのレンズ、例えば少なくとも 1 つの焦点調節可能レンズ、少なくとも 1 つの非球面レンズ、少なくとも 1 つの球面レンズ、少なくとも 1 つのフレネルレンズからなる群から選択される少なくとも 1 つのレンズ；少なくとも 1 つの回折光学素子；少なくとも 1 つの凹面鏡；少なくとも 1 つのビーム偏向素子、好ましくは少なくとも 1 つのミラー；少なくとも 1 つのビーム分割素子、好ましくは少なくとも 1 つのビーム分割キューブまたはビーム分割ミラー；少なくとも 1 つのマルチレンズシステムのうちの 1 つ以上を含む、実施形態 3 6 による検出器。

【0292】

実施形態 3 8：前記評価装置が、最高のセンサ信号を有する少なくとも 1 つの光センサの横方向位置を評価することにより前記物体の少なくとも 1 つの横方向座標を決定するようにさらに構成されている、実施形態 1～3 7 のいずれか 1 つによる検出器。

【0293】

実施形態 3 9：前記評価装置は、異なる変調を有する異なる光束を区別するように構成されている、実施形態 1～3 8 のいずれか 1 つによる検出器。

【0294】

実施形態 4 0：前記検出器は少なくとも 1 つの照射源を有し、前記照射源は少なくとも 1 つの照射光束で前記物体を照射するように適合され、前記照射源は前記照射光束の伝播方向が前記光軸と本質的に平行になるように構成されている、実施形態 1～3 9 のいずれか 1 つによる検出器。

【0295】

実施形態 4 1：前記検出器は少なくとも 1 つの照射源を有し、前記照射源と前記光軸は小さなベースラインで分離されている、実施形態 1～4 0 のいずれか 1 つによる検出器。

【0296】

10

20

30

40

50

実施形態 4 2：少なくとも 1 つの物体の位置を決定するための検出器システムであって、前記検出器システムは実施形態 1～4 1 のいずれか 1 つによる検出器を有し、さらに前記検出器に向けて少なくとも 1 つの光束を指向するように適合された少なくとも 1 つのビーコン装置をさらに有し、前記ビーコン装置は前記物体に取り付け可能なもの、前記物体によって保持可能なもの、前記物体に一体化可能なものの少なくとも 1 つである、検出器システム。

【0 2 9 7】

実施形態 4 3：ユーザと機械との間で少なくとも 1 つの情報項目を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、前記ヒューマンマシンインターフェースは実施形態 4 2 による少なくとも 1 つの検出器システムを有し、前記少なくとも 1 つのビーコン装置は前記ユーザに直接または間接的に取り付けられるもの、前記ユーザによって保持されるものの少なくとも 1 つであり、前記ヒューマンマシンインターフェースは前記検出器システムにより前記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、前記ヒューマンマシンインターフェースは前記位置に少なくとも 1 つの情報項目を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。

【0 2 9 8】

実施形態 4 4：少なくとも 1 つの娯楽機能を実行する娯楽装置であって、前記娯楽装置は実施形態 4 3 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有し、前記娯楽装置はプレーヤが前記ヒューマンマシンインターフェースによって少なくとも 1 つの情報項目を入力できるように設計され、前記娯楽装置は前記情報によって前記娯楽機能を変化させるように設計されている、娯楽装置。

【0 2 9 9】

実施形態 4 5：少なくとも 1 つの移動可能物体の位置を追跡するための追跡システムであって、検出器システムを参照する実施形態 1～4 4 のいずれか 1 つによる少なくとも 1 つの検出器システムを含み、前記追跡システムは少なくとも 1 つの追跡コントローラをさらに有し、前記追跡コントローラは所定の時点における前記物体の一連の位置を追跡するように適合されている、追跡システム。

【0 3 0 0】

実施形態 4 6：場景の奥行きプロファイルを決定するための走査システムであって、前記走査システムは検出器を参照する実施形態 1～4 5 のいずれか 1 つによる少なくとも 1 つの検出器を有し、前記走査システムは、少なくとも 1 つの光束によって前記場景を走査するように適合された少なくとも 1 つの照射源をさらに有している、走査システム（1 5 4）。

【0 3 0 1】

実施形態 4 7：少なくとも 1 つの物体を撮像するためのカメラであって、検出器を参照する実施形態 1～4 6 のいずれか 1 つによる少なくとも 1 つの検出器を有している、カメラ。

【0 3 0 2】

実施形態 4 8：電子機器において使用するための慣性測定ユニットであって、前記慣性測定ユニットは検出器を参照する実施形態 1～4 7 のいずれか 1 つによる少なくとも 1 つの検出器によって決定されたデータを受信するように適合され、前記慣性測定ユニットはさらに車輪速度センサ、回転速度センサ、傾斜センサ、方位センサ、動きセンサ、電磁流体力学センサ、力センサ、角度センサ、角速度センサ、磁界センサ、磁力計、加速度計、ジャイロスコープからなる群から選択される少なくとも 1 つのさらなるセンサによって決定されたデータを受信するように適合され、前記慣性測定ユニットは前記検出器と前記少なくとも 1 つのセンサからのデータを評価することにより、空間位置、相対運動または絶対運動、回転、加速度、方向、角度位置、傾斜、回転速度、速度からなる群から選択される前記電子機器の少なくとも 1 つの特性を決定するように適合されている、慣性測定ユニット。

【0 3 0 3】

10

20

30

40

50

実施形態 49：少なくとも 1 つの検出器を使用することによって少なくとも 1 つの物体の位置を決定する方法であって、

— 前記物体から前記検出器に伝播する少なくとも 1 つの光束によって前記検出器の少なくとも 1 つのセンサ要素を照射し、前記検出器は光センサのマトリックスを有し、前記光センサはそれぞれ感光領域を有し、前記各光センサは照射に応答して少なくとも 1 つのセンサ信号を生成する、工程と、

— 前記センサ信号を、

a) 最高のセンサ信号を有する少なくとも 1 つの光センサを決定し、少なくとも 1 つの中心信号を形成し；

b) 前記マトリックスの前記光センサの前記センサ信号を評価し、少なくとも 1 つの和信号を形成し；

c) 前記中心信号と前記和信号を結合して少なくとも 1 つの結合信号を決定し；そして、

d) 前記結合信号を評価することによって前記物体の少なくとも 1 つの縦方向座標 z を決定することによって、

決定する工程と、を有する方法。

【0304】

実施形態 50：前記結合信号は、前記中心信号と前記和信号の商またはその逆の商を形成すること；前記中心信号の倍数と前記和信号の倍数の商またはその逆の商を形成すること；前記中心信号の線形結合と前記和信号の線形結合の商またはその逆の商を形成すること；前記中心信号と前記和信号の第 1 の線形結合と前記中心信号と前記和信号の第 2 の線形結合の商またはその逆の商を形成すること、の少なくとも 1 つから導き出される結合信号 Q である、実施形態 49 による方法。

【0305】

実施形態 51：縦方向座標を決定することが前記結合信号 Q を評価することを含み、前記結合信号を評価することが前記結合信号 Q と前記縦方向座標との間の少なくとも 1 つの所定の関係を用いて前記縦方向座標を決定することを含む、実施形態 50 による方法。

【0306】

実施形態 52：方法が、検出器を参照する実施形態 1～51 のいずれか 1 つによる検出器を使用することを含む、方法の実施形態 49～51 のいずれか 1 つによる方法。

【0307】

実施形態 53：使用目的が、交通技術における位置測定；娯楽用途；セキュリティ用途；監視用途；安全用途、ヒューマンマシンインターフェース用途、追跡用途；写真撮影用途；物流用途；マシンビジョン用途；ロボット用途；品質管理用途；製造用途からなる群から選択される、検出器に関する実施形態 1～52 のいずれか 1 つによる検出器の使用。

【図面の簡単な説明】

【0308】

本発明のさらなる任意の詳細および特徴は、従属請求項と併せて続く好ましい例示的な実施形態の説明から明らかである。これに関連して、特定の機能は、独立したやり方で、または他の機能と組み合わせて実施することができる。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、図面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、同一の要素または同一の機能を有する要素、またはそれらの機能に関して互いに対応する要素を指す。

【図 1】本発明による実施形態を示す図である。

【図 2】本発明による異なる実施形態を示す図である。

【図 3】光センサのマトリックス上の光スポットおよびその評価の一例を示す図である。

【図 4】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、娯楽装置、追跡システム、走査システムおよびカメラの例示的な実施形態を示す図である。

【図 5】様々な照射強度についての、縦方向座標 z の関数としての結合信号 Q の例示的な実施形態を示す図である。

10

20

30

40

50

【図 6 A】オフアクシス照射光束を用いた、図 2 の実施形態の変形例を示す図である。

【図 6 B】オフアクシス照射光束を用いた、図 2 の実施形態の変形例を示す図である。

【図 6 C】図 6 A による検出器構成に光センサとして B i セルを使用した 2 つの実験的構成の比較と実験結果を示す図である。

【図 6 D】図 6 A による検出器構成に光センサとして B i セルを使用した 2 つの実験的構成の比較と実験結果を示す図である。

【図 7 A】小さなベースラインを有する本発明による検出器のさらなる例示的な実施形態を示す図である。

【図 7 B】小さなベースラインを有する本発明による検出器のさらなる例示的な実施形態を示す図である。

【図 8】線パターンを用いて縦方向座標 z を決定する一実施形態を示す図である。

【図 9 A】所定角度 θ の線に沿って座標の原点から距離 ω の断面に細分されたデフォーカスビームプロファイルと、光センサのマトリックス上の異なる画像領域をラドン変換することを示す図である。

【図 9 B】所定角度 θ の線に沿って座標の原点から距離 ω の断面に細分されたデフォーカスビームプロファイルと、光センサのマトリックス上の異なる画像領域をラドン変換することを示す図である。

【図 10 A】六角形の照射パターンの 3 つの実施形態を示す図である。

【図 10 B】六角形の照射パターンの 3 つの実施形態を示す図である。

【図 10 C】六角形の照射パターンの 3 つの実施形態を示す図である。

【図 11】走査装置の一実施形態を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0309】

図 1 において、少なくとも 1 つの物体 112 の位置を決定するための検出器 110 の一実施形態の概略図が示されている。この場合、物体 112 は、光束 116 がセンサ要素 118 に向かって伝播するビーコン装置 114 を有している。センサ要素 118 は、光センサ 122 のマトリックス 120 を有し、各光センサ 122 は、物体 112 に面する感光領域 124 を有する。一例として、光束 116 は、検出器 110 の光軸 126 に沿って伝播することができる。しかしながら、他の実施形態も可能である。さらに、光検出器 110 は、特にビーム整形のために、少なくとも 1 つのレンズおよび／または少なくとも 1 つのレンズシステムなどの少なくとも 1 つの転送装置 128 を備えることができる。結果として、光束 116 は、1 つ以上の焦点 130 のように集束させることができ、光束 116 のビーム幅は、検出器 110 とビーコン装置 114 および／または物体 112 間の距離のように、物体 112 の縦方向座標 z に依存することができる。このビーム幅の縦方向座標への依存性の詳細については、1 つまたは複数の上述した先行技術文献、たとえば WO 2012/110924 A1 および／または WO 2014/097181 A1 の 1 つ以上を参照することができる。

【0310】

図 1 に見られるように、光束 116 はマトリックス 120 上に光スポット 132 を生成する。図 3 では、マトリックス 120 上の光スポット 132 の例示的な図が示されている。理解されるように、この例示的な実施形態では、マトリックス 120 は、具体的には、行が「 i 」によって 1 から n まで番号が付けられ、列が「 j 」によって 1 から m まで番号が付けられ、 n 、 m が整数である、長方形マトリックスであり得る。この例示的な実施形態では、光スポット 132 の中心は、 i^* 、 j^* で示されるセンサ素子内に位置している。光センサ 122 は、センサ信号 s_{ij} を評価装置 134 に供給してもよく、該評価装置 134 は、センサ信号から記号的に $s_{i^*j^*}$ と示される少なくとも 1 つの中心信号を決定する。上記でさらに詳細に概説したように、中心信号を生成するために、評価装置 134 は、少なくとも 1 つの中心検出器 136 を含むことができる。一例として、中心検出器は単に、光センサ 122 によって生成された複数のセンサ信号から最大センサ信号を決定することができる。他の方法も可能である。したがって、一例として、1 つの最大光セン

10

20

30

40

50

サ信号を決定する代わりに、複数のセンサ信号を用いて中心信号を生成することができる。したがって、一例として、座標 $i^* - 1, \dots, i^* + 1$ および $j^* - 1, \dots, j^* + 1$ 有する光センサのように、光センサ i^*, j^* に隣接する隣接光センサが中心信号に寄与し得る。これらの座標は、単純な例示的实施形態では、光センサ i^*, j^* の周りに正方形を形成することができる。この実施形態のように、一辺の長さが3である正方形の代わりに、最高のセンサ信号を有する光センサの周囲の他の環境が使用されてもよい。さらに、追加的または代替的に、中心信号は、最大センサ信号から所定範囲内のセンサ信号を加算および／または平均することによって生成されてもよく、これは、例えばピクセルノイズなどのノイズに関する測定精度に有利であり得る。さらに、追加的または代替的に、中心信号または和信号を決定するために、サブピクセル処理、補間、正規化などの画像処理技術を使用することができる。他の代替案も可能である。例えば、ビームプロファイルは台形ビームプロファイルとすることができ、評価装置134は台形の積分、特に台形のプラトー積分を決定するように適合させることができる。さらに、台形ビームプロファイルを仮定することができる場合、評価装置134は、台形ビームプロファイルの特性、例えば傾斜およびエッジ位置および台形の中心高さの決定および幾何学的考察によるとエッジと中心信号の導出などを利用して等価評価によって和信号および中心信号を決定するように適合され得る。

【0311】

さらに、評価装置134は、マトリックス120のセンサ信号から少なくとも1つの和信号を決定するように構成されている。この目的のために、評価装置134は、少なくとも1つの合算装置138を含むことができる。合算装置138は、全マトリックス120のセンサ信号、中心信号が生成される光センサの有無がそれぞれ選択可能な対象領域のマトリックス120のセンサ信号にわたって加算、積分または平均化するように構成され得る。したがって、図3に示される例示的な実施形態では、合算装置は、座標 i^*, j^* を有する中心光検出器を除いて、マトリックス120全体のセンサ信号 s_{ij} にわたって加算するように単純に構成されている。しかしながら、他の選択肢も可能である。

【0312】

評価装置134はさらに、中心信号および和信号から少なくとも1つの結合信号を形成するように構成されている。この目的のために、評価装置134は、一例として、少なくとも1つのデバイダ142などの少なくとも1つの結合装置140を備えることができる。非常に単純な実施形態として、中心信号を和信号で除算することによって商Qを形成することができ、またはその逆も可能である。他の選択肢も実現可能であり、上記に示されている。

【0313】

最後に、評価装置134は、結合信号を評価することによって物体の少なくとも1つの縦方向座標 z を決定するように構成されている。この目的のために、評価装置は、図には示されていない少なくとも1つの評価構成要素などの少なくとも1つのさらなる構成要素を備えることができる。図3に示される評価装置134の構成要素は、完全にまたは部分的にハードウェアおよび／またはソフトウェアで具体化され得ることに留意されたい。さらに、構成要素は完全にまたは部分的に独立したまたは別個の構成要素として具体化されてもよく、および／または完全にまたは部分的にセンサ要素118に一体化される構成要素として具体化されてもよい。

【0314】

図3の実施形態はさらに、縦方向座標 z に加えて、物体112および／またはビーコン装置114の横方向座標に関する少なくとも1つの情報項目を生成することができることを示している。したがって、座標 i^* および j^* は、物体112および／またはビーコン装置114の横方向位置に関する追加の情報項目を提供する。図1の構成では、簡単のために、ビーコン装置114は中心、すなわち光軸126上に配置されている。この場合、光スポット132はマトリックス120の中央に中心がある可能性が高い。しかしながら、図3に示す実施形態では、容易に検出できるように、光スポット132は偏心している

。この偏心は、座標 i^* , j^* によって特徴付けられる。この偏心と物体 112 および／またはビーコン装置 114 の横断位置の間の既知の光学的関係、たとえばレンズの方程式を使用することによって、物体 112 および／またはビーコン装置 114 の少なくとも 1 つの横方向座標が生成され得る。この選択肢は、図 3 の例示的实施形態にも示されている。

【0315】

図 2 では、図 1 の実施形態の変形例が示されており、これは代替の検出器 110 を形成している。検出器 110 の代替の実施形態は、図 1 に示す実施形態に広く対応している。しかしながら、光束 116 を生成するために発光特性を有する能動型ビーコン装置 114 を使用する代わりに、検出器 110 自体が少なくとも 1 つの照射源 144 を備えている。一例として、照射源 144 は少なくとも 1 つのレーザを含むことができ、一方、図 1 では、一例として、ビーコン装置 114 は発光ダイオード (LED) を含むことができる。しかしながら、他の実施形態も実現可能である。照射源 144 は、物体 112 を完全にまたは部分的に照射するための少なくとも 1 つの照射光束 146 を生成するように構成され得る。照射光束 146 は、物体 112 によって完全にまたは部分的に反射されて検出器 110 に向かって戻り、それによって光束 116 を形成する。

【0316】

図 2 に示されるように、一例として、照射光束 146 は検出器 110 の光軸 126 と平行であり得る。以下の図 6 A および図 6 B に関連して示されるように、他の実施形態、すなわちオフアクシス照射および／またはある角度での照射も実現可能である。オンアクシス照射を提供するために、図 2 に示すように、一例として、1 つ以上の反射要素 148、例えば 1 つ以上のプリズム、および／または、例えば可動ミラーまたは可動プリズムなどのダイクロイックミラーのようなミラーを使用することができる。

【0317】

これらの変化を別とすれば、図 2 の実施形態の構成は図 1 の構成に対応している。したがって、再び、評価装置 134 であって、例えば結合信号 Q を形成するための少なくとも 1 つのデバイダ 142 と、一例として結合信号 Q および／または他のタイプの結合信号から少なくとも 1 つの縦方向座標 z を導出するための少なくとも 1 つの位置評価装置 143 とを有する評価装置 134 を使用することができる。評価装置 134 もまた、完全にまたは部分的にハードウェアおよび／またはソフトウェアで具現化することができることに留意されたい。したがって、一例として、構成要素 136、138、140、142、143 のうちの 1 つまたは複数は、適切なソフトウェア構成要素によって完全にまたは部分的に具現化することができ、および／またはハードウェア構成要素によって完全にまたは部分的に具現化することができる。

【0318】

マトリックス 120 の光センサ 122 は、一例として、CCD および／または CMOS センサチップなどの画素化光センサの画素とすることができる。したがって、一例として、光センサ 122 は、数マイクロメートルから数百マイクロメートルの範囲の辺の長さおよび／または等価直径を有することができる。しかしながら、より大きな画素または光センサ 122 を使用することができることに留意されたい。さらに、CCD および／または CMOS センサチップのような集積センサ要素 118 を使用する代わりに、非集積マトリックスを使用することができる。

【0319】

図 4 は、非常に概略的な図で、例えば図 1 または図 2 の実施形態による検出器 110 の例示的な実施形態を示している。検出器 110 は、具体的には、カメラ 149 として、および／またはカメラ 149 の一部として具体化することができる。カメラ 149 は、撮像のために、特に 3D 撮像のために作られてもよく、また、静止画像および／またはデジタルビデオクリップのような画像シーケンスを取得するために作られてもよい。他の実施形態も可能である。

【0320】

10

20

30

40

50

図4はさらに、検出器システム150の一実施形態を示しており、該検出器システム150は、少なくとも1つの検出器110の他に、1つまたは複数のビーコン装置114を含み、該ビーコン装置114はこの例では物体112に取り付けられ、および／または物体112に一体化され得、該ビーコン装置114の位置は検出器110を用いて検出される。図4はさらに、少なくとも1つの検出器システム150を備えるヒューマンマシンインターフェース151、およびさらに、ヒューマンマシンインターフェース151を備える娯楽装置152の例示的实施形態をさらに示す。図はさらに、物体112の位置を追跡するための追跡システム153の実施形態を示し、該追跡システム153は検出器システム150を含む。装置およびシステムの構成要素は、以下にさらに詳細に説明される。

【0321】

10

図4はさらに、物体112を走査するため、および／または少なくとも1つの物体112の少なくとも1つの位置を決定するためなど、少なくとも1つの物体112を含む場景を走査するための走査システム154の例示的实施形態を示す。走査システム154は、少なくとも1つの検出器110、さらに任意選択で少なくとも1つの照射源144、および、同様に任意選択的な図示しない少なくとも1つのさらなる照射源144（図示せず）を含む。照射源144は、一般に、少なくとも1つのドット、例えばビーコン装置114の1つ以上の位置および／または物体112の表面に位置するドットを照射するための少なくとも1つの照射光束146を放射するように構成され得る。しかしながら、例えば図1の構成に示されているように能動型ビーコン装置も使用され得る、したがって、一体化されない照射源144を用いた構成も実現可能である。走査システム154は、物体112を含む場景のプロファイルおよび／または物体112のプロファイルを生成するように設計されてもよく、および／または、少なくとも1つの検出器110を使用することにより、走査システム154、具体的には検出器110と少なくとも1つのドットとの間の距離に関する少なくとも1つの情報項目を生成するように設計されてもよい。

20

【0322】

上記で概説したように、図4の構成で 사용할ことができる検出器110の例示的实施形態は図1および図2に示されている。したがって、検出器110は、センサ要素118の他に、例えば少なくとも1つの中心検出器136、少なくとも1つの合算装置138、少なくとも1つの結合装置140、少なくとも1つのデバイダ142、少なくとも1つの位置評価装置143および／またはそれらの組合せを有する少なくとも1つの評価装置134を有している。少なくとも1つの評価装置134、例えば、少なくとも1つの中心検出器136、少なくとも1つの合算装置138、少なくとも1つの結合装置140、および測定装置134を有する少なくとも1つの評価装置134を備える。少なくとも1つのデバイダ142、1つ以上の位置評価装置143、および／またはそれらの組み合わせ。任意選択的に存在してもよいこれらの構成要素は、図4に象徴的に示されている。評価装置134の構成要素は、完全にまたは部分的に別個の装置に統合されてもよく、および／または完全にまたは部分的に検出器110の他の構成要素に統合されてもよい。2つ以上の構成要素を完全にまたは部分的に組み合わせる可能性に加えて、評価装置134の1つ以上の構成要素およびセンサ要素118の1つ以上の構成要素は、図4に象徴的に示されているように1つ以上のコネクタ156および／または1つ以上のインターフェースによって相互接続され得る。さらに、1つまたは複数のコネクタ156は、1つまたは複数のドライバおよび／またはセンサ信号を修正または前処理するための1つまたは複数の装置を含むことができる。さらに、少なくとも1つの任意選択のコネクタ156を使用する代わりに、評価装置134は、センサ要素118および／または検出器110のハウジング158の一方または両方に完全にまたは部分的に一体化されてもよい。追加的または代替的に、評価装置134は、完全にまたは部分的に別個の装置として設計されてもよい。

30

40

【0323】

この例示的な実施形態では、位置を検出することができる物体112は、スポーツ用品として設計することができ、および／または位置をユーザが操作することができる制御要素または制御装置160を形成することができる。一例として、物体112は、バット、

50

ラケット、クラブ、スポーツ用品および／または擬似スポーツ用品の他の任意の物品であってもよく、それらを含んでもよい。他の種類の物体 1 1 2 も可能である。さらに、ユーザ 1 6 2 自身が、位置が検出される物体 1 1 2 と見なすことができる。

【0324】

上記で概説したように、検出器 1 1 0 は少なくともセンサ要素 1 1 8 を含む。1 つまたは複数のセンサ要素 1 1 8 が提供され得るセンサ要素 1 1 8 は、検出器 1 1 0 のハウジング 1 5 8 内に位置することができる。さらに、少なくとも 1 つの転送装置 1 2 8 は、1 つまたは複数の光学系など、好ましくは 1 つまたは複数のレンズを含むように構成することができる。

【0325】

ハウジング 1 5 8 の内側の開口部 1 6 4 は、検出器 1 1 0 の光軸 1 2 6 に対して同心円状に配置されるのが好ましく、検出器 1 1 0 の視野方向 1 6 6 を画定するのが好ましい。視野方向 1 6 6 に対して平行または逆平行のように、光軸 1 2 6 に対して平行または逆平行な方向が横方向と定義される、座標系 1 6 8 が定義される。図 4 に象徴的に描かれている座標系 1 6 8 では、縦方向は z で表され、横方向はそれぞれ x および y で表される。非デカルト座標系などの他の種類の座標系 1 6 8 も実現可能である。

【0326】

検出器 1 1 0 は、センサ要素 1 1 8、ならびに任意選択で 1 つまたは複数のさらなる光センサを備えることができる。非分岐光路が使用されてもよく、あるいは代替的に、例えば光路を分岐することによるなど 1 つ以上の追加の光路における追加の光センサ、例えば物体 1 1 2 および／またはその部分の横方向座標を決定するための少なくとも 1 つの横方向検出器または横方向センサを有する分岐光路が可能である。しかしながら、上記で概説したように、図 3 の状況では、少なくとも 1 つの横方向座標は、光スポット 1 3 2 の中心の横方向座標を決定することなどによって、センサ要素 1 1 8 自体によって決定することもできる。

【0327】

1 つまたは複数の光束 1 1 6 が物体 1 1 2 および／または 1 つまたは複数のビーコン装置 1 1 4 から検出器 1 1 0 に向かって伝播している。検出器 1 1 0 は、少なくとも 1 つの物体 1 1 2 の位置を決定するように構成されている。この目的のために、図 1 から図 3 に関連して上で概説したように、評価装置 1 3 4 はセンサ要素 1 1 8 のマトリックス 1 2 0 の光センサ 1 2 2 によって提供されるセンサ信号を評価するように構成される。検出器 1 1 0 は物体 1 1 2 の位置を決定するように適合されており、光センサ 1 2 2 は物体 1 1 2 から、具体的には 1 つ以上のビーコン装置 1 1 4 から検出器 1 1 0 に向かって伝播する光束 1 1 6 を、検出するように適合されている。照射源 1 4 4 が使用されない場合、ビーコン装置 1 1 4 および／またはこれらのビーコン装置 1 1 4 のうちの少なくとも 1 つは、統合された照射源、例えば発光ダイオードを有する能動型ビーコン装置を備えることができる。照射源 1 4 4 が使用される場合、ビーコン装置は能動型ビーコン装置である必要はない。反対に、物体 1 1 2 の反射表面を使用することができ、例えば少なくとも 1 つの反射表面を有する一体型反射ビーコン装置 1 1 4 を使用することができる。直接および／または転送装置 1 2 8 によって修正された後の光束 1 1 6、例えば 1 つまたは複数のレンズによって集束された光束 1 1 6 は、センサ要素 1 1 8 を照射する。評価の詳細については、上記の図 1 から図 3 を参照することができる。

【0328】

上記で概説したように、検出器 1 1 0 を使用することによる物体 1 1 2 および／またはその一部の位置の決定は、少なくとも 1 つの情報項目をマシン 1 7 0 に提供するために、ヒューマンマシンインターフェース 1 5 1 を提供するために使用され得る。図 4 に概略的に示される実施形態では、マシン 1 7 0 はコンピュータであり得、および／またはコンピュータを含み得る。他の実施形態も可能である。評価装置 1 3 4 は、コンピュータなどのマシン 1 7 0 に完全にまたは部分的に一体化されていてもよい。

【0329】

上記で概説したように、図4はまた、少なくとも1つの物体112および／またはその部分の位置を追跡するように構成された追跡システム153の一例を示している。追跡システム153は、検出器110と少なくとも1つの追跡コントローラ172を有している。追跡コントローラ172は、特定の時点における物体112の一連の位置を追跡するように構成されてもよい。追跡コントローラ172は、独立した装置とすることができ、および／または図4に示すようにマシン170具体的にはコンピュータ、および／または評価装置134に完全にまたは部分的に一体化することができる。

【0330】

同様に、上記で概説したように、ヒューマンマシンインターフェース151は、娯楽装置152の一部を形成してもよい。マシン170、具体的にはコンピュータはまた、娯楽装置152の一部を形成してもよい。したがって、物体112として機能するユーザ162によって、および／または物体112として機能する制御装置160を取り扱うユーザ162によって、ユーザ162は、少なくとも1つの情報項目、例えば少なくとも1つの制御命令をコンピュータに入力することができ、それにより、娯楽の機能を変化させ、例えばコンピュータゲームのコースを制御することができる。

【0331】

図5では、測定データに関して本発明の例示的な実施形態を示す実験データが示されている。この図は、様々な照射強度について、ミリメートルで与えられる縦方向座標zの関数として結合信号Qを示している。

【0332】

図5に示される実験データを得るために、Nikkor 50mmレンズによって形成された転送装置128と、Basler AC 1920-40GCカメラによって形成されたセンサ要素118を用いた実験装置が使用された。

【0333】

ビーコン装置114として、532nmの中心公称波長を有する発光ダイオード(LED)を使用した。LEDの前にディフューザが使用され、5mmの直径を有する明確な発光領域を提供するためにダイヤフラムが使用された。LEDの駆動電流を5mAから150mAの間で変えることによって、LEDの強度を変えた。

【0334】

実験において、LEDとレンズとの間の距離zは、300mmから1700mmまで変化した。Basler AC 1920-40GCカメラ信号は以下の手順で評価した。中心信号として、光軸の周りの半径15画素の半径を有する内円の、光軸を中心とした光スポットの累積された信号が決定された。和信号として、光スポットが生成されたカメラの全画素の信号の和が生成された。結合信号が、和信号を中心信号で割ることにより形成された。

【0335】

図5において、実線の曲線、重複は、150mA、125mA、100mAおよび50mAのLED電流についての結合信号曲線を示している。見てわかるように、全測定範囲内で、これらの曲線間に基本的には違いはない。この実験は、結合信号が光束の総出力に大きく依存しないことを明らかに示している。より低い強度でのみ、曲線は区別され得る。このように、点線の曲線は、25mAのLED電流での測定値、一点鎖線は10mAのLED電流での測定値、鎖線は5mAのLED電流での測定値を示す。それでも、これらの低い強度でも、測定曲線は実線に非常に近く、これは測定の高い許容誤差を示している。

【0336】

図6Aおよび図6Bには、図2に示した構成の変形である検出器110の代替実施形態が示されている。したがって、ほとんどの要素および追加の詳細とともに、図6Aおよび図6Bに示されていないさらなる要素については、上記の図2の説明を参照することができる。

【0337】

図2では、照射光束146は、上述のように、好ましくは光軸126に沿って、すなわ

10

20

30

40

50

ち光軸 1 2 6 に平行に、または光軸 1 2 6 上をさえも進む。この構成において、光スポット 1 3 2 の中心の位置は、典型的には物体 1 1 2 の z 座標、例えば物体 1 1 2 と検出器 1 1 0 の間の距離に依存しない。言い換えれば、光スポット 1 3 2 の直径または等価直径は、物体 1 1 2 と検出器 1 1 0 との間の距離によって変化するが、マトリックス 1 2 0 上の光スポット 1 3 2 の位置は典型的には変化しない。

【0338】

対照的に、図 6 A および図 6 B では、照射光束 1 4 6 はオフアクシスで、すなわち、光軸 1 2 6 に対して 0° 以外の角度で、または、光軸と平行に、あるいはその両方であるが、光軸 1 2 6 からずれている検出器 1 1 0 の構成が示されている。この実施形態は、以下でさらに詳細に論じるように、本発明による方法が、結合センサ信号の z 依存性を増大させることによってさらに有利になることを示している。したがって、図 6 A では、物体 1 1 2 の 2 つの異なる位置、すなわち実線で描かれた第 1 の位置 z_1 と破線で描かれた第 2 の位置 z_2 とを有する側面図が示されている。図から分かるように、一例として光軸 1 2 6 に対して 5° から 30° の角度で、例えば 10° から 20° の角度で伝播する照射光束 1 4 6 は、異なる位置でどちらの場合も物体 1 1 2 に当たる。照射光束 1 4 6 によって照射された物体 1 1 2 のこれらの点から、光束 1 1 6 が検出器 1 1 0 に向かって伝播し、ここでまた、位置 z_1 に位置する物体 1 1 2 に対する光束 1 1 6 は実線で描かれ、位置 z_2 に位置する物体 1 1 2 に対する光束 1 1 6 は破線で描かれている。

【0339】

図 6 B では、マトリックス 1 2 0 が拡大されて示されている。この構成で分かるように、光スポット 1 3 2 の位置は、物体 1 1 2 の縦方向位置 z と共に移動する。したがって、光スポット 1 3 2 のサイズは縦方向位置 z によって影響を受けるだけでなく、光スポット 1 3 2 のマトリックス 1 2 0 上の位置も変化する。図 6 B では、光スポット 1 3 2 のこの移動は矢印 z で示されている。

【0340】

その結果、光スポット 1 3 2 のこの移動によって、光センサ 1 2 2 の少なくとも 2 つのセンサ信号を考慮に入れた結合信号の z 依存性が増大され得る。

【0341】

図 2 に示す状況では、光スポット 1 3 2 の位置は z に依存しない。z が変化すると、光学的状況に応じて、スポットは、より大きくまたはより小さく、たとえばより拡散またはより集中するようになる。スポットサイズが増大し、スポットがより拡散するようになると、結合信号 $Q = S_{center} / S_{sum}$ は減少する。

【0342】

反対に、図 6 A の状況では、光スポット 1 3 2 のサイズと位置の両方が z 座標に依存している。したがって、結合信号 Q などの結合信号の z 依存性の傾向が大きくなる。図 2 の状況では、z 座標に応じて、マトリックスの少なくとも 1 つの光センサのセンサ信号が増加し、同時に少なくとも 1 つの異なるセンサのセンサ信号が減少し、その結果 z 依存の結合信号 Q が得られる。図 6 A の状況では、光スポット 1 3 2 の位置依存性は、光源、光軸、およびセンサの相対位置に応じて、特に中心信号と和信号が 1 つ以上の光センサによって決定されるが、中心信号と和信号を決定する光センサが z 座標および／または光スポットの位置と無関係に固定されている場合に、3 つの異なる状況をもたらす可能性がある。第 1 に、光スポットの位置依存性は、z 座標に依存して減少する少なくとも 1 つのセンサ信号をさらに減少させる可能性があり、同時に、光スポットの位置依存性は、図 2 の状況に比べて、z 座標に依存して減少する少なくとも 1 つのセンサ信号をさらに増加させる可能性がある。第 2 に、光スポットの位置依存性は、z 座標に依存して少なくとも 1 つの減少するセンサ信号の縮小された減少または増加さえももたらす可能性があり、同時に、光スポットの位置依存性は、図 2 の状況に比べて、z 座標に依存して少なくとも 1 つの減少するセンサ信号の縮小された減少または増加さえももたらす可能性がある。第 3 に、光スポットの位置依存性は、図 2 の状況と比べて、センサ信号の z 依存性が大きく変わらない可能性がある。しかしながら、本発明によれば、物体距離は三角測量法で行われるように

センサ上の光スポットの位置から決定されない。代わりに、マトリックス120上の光スポット132の移動は、センサ信号のダイナミック性を向上するように使用され、および／または結果として生じる z 依存性の向上したダイナミック性をもたらされる結合信号 Q に使用される。

【0343】

図6Cは、光センサ122として2つの感光領域を有するBiセルを含む図6Aの検出器構成を用いた2つの実験構成の比較を示している。第1の実験構成では、照射源、光軸、およびセンサの相対位置に応じて、光スポット132は、Biセルの2つの光センサ122の線形境界に平行に、物体距離に応じて移動174の方向に沿って移動してもよい。光スポット132の移動174の方向は、物体距離に応じて2つの感光領域の線形境界と平行であるため、結果として得られるセンサ信号は、物体距離に依存する光スポット132の移動がない図2に示すような状況と同一である。第2の実験構成では、照射源、光軸およびセンサの相対位置に応じて、光スポット132は、光スポット132の中心からBiセルの2つの光センサ122の境界までの距離が、例えば2つの光センサの境界に垂直な動き、例えば動き176の方向に沿った動きなど、物体距離に応じて変化するように移動することができる。光スポット132の移動を許容する検出器の構成は、図6Aに示される構成の修正であり得る。したがって、ほとんどの要素および任意選択的な詳細は、さらなる要素と同様に、上記の図6Aの説明を参照することができる。図6Cでは、光センサ122は 1×2 マトリックスとすることができる。

【0344】

図6Dは、図6Aによる検出器構成を用い、図6Cによる光スポット132の移動、物体距離に依存する光スポットの移動174と移動176の方向に沿った光スポットの移動、を可能にする2つの実験構成の比較の実験結果を示している。曲線178は、図6Cに示されているように、Biセルの光センサの境界と平行な移動方向174に沿った光スポット132の移動、それは物体距離に依存する光スポットの移動がない図2と同等の状況である移動方向174に沿った光スポット132の移動、を可能にする検出器構成における縦方向座標 z に対する商 Q の依存性を示している。曲線180は、図6Aによる検出器構成、および光スポット186の移動とともに図6Cによる光スポット132の移動を伴う光スポットの移動を可能にする検出器構成を用いた場合の商 Q の縦方向座標 z に対する依存性を示している。実験構成は、光センサ122が 1×2 マトリックスであってよく、特に、Si-Biセルであってもよい。照射源144は、4mmのスポットサイズを有する950nmのレーザであり得る。転送装置128は、20mmの焦点距離、例えばThorlabs Asphere, $f = 20\text{mm}$ として入手可能なレンズであってよい。物体112の距離は0から3000mmまで変化した。縦方向座標 z の決定は、光スポット132の移動を許容することなく可能であり得る。特に、本発明によれば、光スポットの移動は、縦方向座標 z の決定に必須ではない可能性がある。方向174に沿った光スポット132の移動、または移動を伴わない検出器構成では、物体距離の決定は非常に小さい距離で可能であり、一方、方向176に沿った移動による物体距離の決定は、例えば500mmより大きい距離の物体距離に対して可能である。

【0345】

図7Aおよび図7Bは、小さなベースライン182を有する検出器110の例示的实施形態を示している。図7Aは、検出器110の側面図を示している。検出器110は、少なくとも1つの照射源144を含むことができる。照射源144は、少なくとも1つの照射光束146で物体112を照射するように適合され得る。照射光束146は、物体によって完全にまたは部分的に反射されてもよく、光センサ122に向かって戻ってもよい。照射源144は、照射光束の伝播方向が光軸126に対して本質的に平行であるように構成されてもよい。照射源144は、照射光束の伝播方向に延びる線と光軸126とが空間で交差しないように配置されてもよい。照射源144と光軸126とは、小さなベースライン182によって分離されてもよい。照射源144は、光軸126から最小距離だけ離間されてもよい。光軸からの最小距離は、さらなる検出器要素、例えば光センサおよび転

送装置のサイズおよび位置などによって定義されてもよい。図7Bは、照射光束144および転送装置128の正面図を示している。ベースラインは、0.1m未満、好ましくは0.05m未満、より好ましくは0.025m未満であり得る。例えば、検出器110は、さらなる光学素子を含まないコンパクトな装置とすることができ、照射源144は、転送装置128の端部にできるだけ近くに配置することができる。したがって、ベースライン182は、転送装置128の直径の半分、特にレンズの直径ならびにレンズおよび光源のハウジングの近くになり得る。照射源144は、ベースライン182ができるだけ小さくなるように配置することができる。例えば、転送装置128の中心から照射源144までの距離、特に転送装置128の中心から照射源144までの接続線に沿った距離は、転送装置128の中心から転送装置128の端までの距離の2.5倍未満であることが好ましく、より好ましくは、転送装置128の中心から端までの距離の1.5倍未満であり、最も好ましくは、転送装置128の中心から端の距離の1倍未満である。

【0346】

図8を参照すると、図1から図7に関して説明したような検出器110は、深さ情報、特に絶対深さ情報を、少なくとも2つの光センサ122の光束プロファイルの少なくとも2つの非対称領域の放射輝度比から決定するように適合され得る。例えば、検出器110は、マトリックス120内に配置された複数の光センサを含み得る。検出器110は、CMOS検出器のような光センサの単一マトリックスによって捕捉された、閉じられた、特に焦点をばかされたビームプロファイル内の少なくとも2つの非対称領域の放射輝度比から深度情報を決定するように適合され得る。特に、検出器110は、特定の物体のサイズ範囲とは無関係に放射輝度比を使用して深度情報を決定するように適合させることができる。上で概説したように、この原理はフォトンレシオによる距離(DPR)と呼ばれる。一実施形態では、光束116は、少なくとも1つの特徴点を含む少なくとも1つのパターンでセンサ要素を照射することができる。特徴点は、少なくとも1つの点、少なくとも1つの線、少なくとも1つのエッジからなる群から選択されてもよい。パターンは、例えば、少なくとも1つのパターンを含む照射パターンを有する少なくとも1つの光源による照射に応答して、物体によって生成することができる。評価装置134は、結合信号Qを次の数式12によって導出するように構成されてもよい。

【0347】

【数12】

$$Q(z_0) = \frac{\iint_{A_1} E(x, y; z_0) dx dy}{\iint_{A_2} E(x, y; z_0) dx dy}$$

【0348】

ここで、xおよびyは横方向座標、A1およびA2はセンサ位置におけるビームプロファイルの面積、そしてE(x, y, z₀)は物体距離z₀において与えられるビームプロファイルを表す。A1は、光センサ上の特徴点の全部または全領域に対応し得る。A2は、光センサ上の特徴点の中心領域であり得る。中心領域は一定値であり得る。中心領域は、特徴点の全領域と比較して小さくてもよい。例えば、円形の特徴点の場合、中心領域は、特徴点の全半径の0.1から0.9まで、好ましくは全半径の0.4から0.6までの半径を有することができる。

【0349】

図8に示す実施形態では、物体112から検出器110へ伝播する光束116は、少なくとも1つの線パターン184でマトリックス120を照射することができる。線パターン184は、例えば、少なくとも1つの照射線パターンを含む照射パターンを有する少な

くとも1つの照射源144による照射に応答して、物体112によって生成され得る。A1は、マトリックス120内の線パターン184の全線幅を有する面積に対応することができる。マトリックス120内の線パターン184は、マトリックス120内の線幅が増加するように照射パターンの線パターンに比して幅が増加および／または変位されることができる。特に、マトリックス120内の線パターン184の線幅は、ある列から別の列へと変化することができる。A2は、マトリックス120内の線パターン184の中央領域であり得る。中央領域の線幅は一定の値であり得、特に照射パターンの線幅に対応し得る。中央領域は、全線幅に比べて小さい線幅を有することができる。例えば、中央領域は、全線幅の0.1から0.9までの線幅、好ましくは全線幅の0.4から0.6までの線幅を有することができる。線パターン184はマトリックス120内にセグメント化されてもよい。各列は、線パターン184の中央領域における強度の中心情報と、線パターン184の中央領域からさらに外側にエッジ領域まで延びる領域からの強度のエッジ情報とを含むことができる。

【0350】

図9Aおよび図9Bを参照すると、上記で概説したように、検出器110は、光センサ122の少なくとも1つのマトリックス120を含むことができる。このような画素化された撮像装置を用いて、図9Aに示すように、デフォーカス（焦点ぼかし）されたビームプロファイルを、ある角度 θ の線に沿って縦座標の原点から距離 ω の断面に細分することができる。したがって、単一の線のパラメータ化は、 $\omega = x \cos(\theta) + y \sin(\theta)$ によって与えられる。平行線に沿った強度の積分は、周知のラドン変換の積分投影（数式13を参照）によって記述することができ、この積分投影は数学的に次の数式14のように記述することができる。

【0351】

【数13】

$$\Re\{\cdot\}$$

【0352】

【数14】

$$\Re_{(\omega, \theta)}\{f(x, y)\} = \iint_{-\infty}^{\infty} f(x, y) \delta(x \cos(\theta) + y \sin(\theta) - \omega) dx dy$$

【0353】

ここで、 δ はディラックデルタ関数を表し、 $f(x, y)$ は囲まれたデフォーカスされたビームプロファイルの強度である。所与の角度 θ と投影幅 ω に対する光子比 R は次の数式15で与えられる。

【0354】

【数15】

$$R = \frac{\Re_{(\omega, \theta)}\{f'(x, y)\}}{\Re_{(\omega, \theta)}\{f(x, y)\}}$$

【0355】

図9において強調されている過度に光っている画像領域として

【数 1 6】

$$f'(x, y)$$

を有する。θ の変動は、特定の距離で傾斜した物体表面に対して異なる比率 R を生じ得る。次の間隔

【数 1 7】

$$\{\theta \in \mathbb{R}_+, \theta < \pi\}.$$

10

で θ を変化させれば十分である。

【0 3 5 6】

図 1 0 A ~ 図 1 0 C は、六角形照射パターンの 3 つの実施形態を示している。照射源 1 4 4 は、物体 1 1 2 を照射するための少なくとも 1 つの照射パターンを生成するように適合されてよい。追加的または代替的に、照射パターンは少なくとも 1 つの周囲光源によって生成されてもよい。特に、照射源 1 4 4 は、少なくとも 1 つのレーザおよび／またはレーザ源を含み得る。半導体レーザなどの様々な種類のレーザを使用することができる。追加的または代替的に、LED および／または電球などの非レーザ光源を使用することができる。照射パターンは、点または記号などの少なくとも 1 つの特徴を含み得る。照射パターンは複数の特徴を含んでもよい。照射パターンは、周期的または非周期的な特徴の配列を含み得る。照射パターンは、少なくとも 1 つの周囲光源などのような周囲光、または少なくとも 1 つの照射源によって生成されることができる。照射パターンは、少なくとも 1 つの点パターン、特に擬似ランダム点パターン、ランダム点パターンまたは準ランダムパターン；少なくとも 1 つのソボルパターン；少なくとも 1 つの準周期的パターン；少なくとも 1 つの既知の特徴を含む少なくとも 1 つのパターン；少なくとも 1 つの規則的なパターン；少なくとも 1 つの三角形パターン；少なくとも 1 つの六角形パターン；少なくとも 1 つの矩形パターン；少なくとも 1 つの凸状の均一傾斜を含むパターン；少なくとも 1 つの線を含む少なくとも 1 つの線パターン；平行線または交差線などの少なくとも 2 つの線を含む少なくとも 1 つの線パターン；少なくとも 1 つの縞模様、からなる群から選択される少なくとも 1 つのパターンを含むことができる。例えば、照射源は、点群を生成および／または投影するように構成されてもよい。照射パターンは、三角形パターン、長方形パターン、六角形パターン、またはさらなる凸状傾斜を含むパターンなどの規則的および／または一定および／または周期的パターンを含むことができる。照射パターンは、面積当たり可能な限り多くの特徴を含むことができ、このため六角形パターンが好ましい場合がある。照射パターンの 2 つの特徴間の距離および／または少なくとも 1 つの照射特徴の面積は、画像内の錯乱円に依存し得る。

20

30

【0 3 5 7】

照射パターンの照射特徴は、少数の基準特徴のみがエピポーラ線上に配置されるように配置されてもよい。図 1 0 A に示されるように、照射パターンは少なくとも 1 つの六角形パターンを含むことができ、個々の点はエピポーラ線 1 8 6 上に配置される。図 1 0 B に示すように、照射パターンは少なくとも 1 つの六角形パターンを含むことができ、パターンはベースラインに対して回転している。照射特徴のそのような位置決めは、各エピポーラ線上の個々の点間の距離を増すことを可能にする。例えば図 1 0 C に示すように、照射パターンは少なくとも 1 つの変位した六角形パターンを含むことができ、六角形パターンの個々の点は規則的な位置からランダムな距離、例えば点のエピポーラ線に直交して変位している。個々の点の変位は、2 本の平行エピポーラ線間の距離の半分より小さく、好ましくは 2 本の平行エピポーラ線間の距離の 1 / 4 より小さい。個々の点の変位は、2 つの点が互いの上に変位しないようなものであり得る。そのような位置決めは、面積当たりの

40

50

可能な特徴の数を増やすことを可能にする。

【0358】

図11は、走査システム154の一実施形態を示している。走査システム154はライン走査装置として適合させることができる。特に、走査システム154は、光センサ113の少なくとも1つのセンサ行または列を含むことができる。さらに、走査システムは、少なくとも1つの転送装置128と少なくとも1つの照射源144とを含み得る。三角測量システムは十分なベースラインを必要とするが、近距離場におけるベースラインのために検出が不可能であり得る。光スポットが転送装置の方向に傾斜されている場合は、近距離場の検出が可能であり得る。しかしながら、傾斜は、光スポットが視野外に移動して遠距離場での検出を制限することにつながる。したがって、三角測量システムでは、ノンゼロベースラインは常に、近距離場および／または遠距離場の測定範囲の実質的な減少をもたらす。したがって、本発明による検出器によるベースラインの可能な限りの減少は、常に測定範囲を増加させる。さらに、これらの近距離場および遠距離場の問題は、図11の走査システム154を使用することによって克服することができる。走査システム154は、CMOSライン上で物体112から走査装置154に伝播する複数の光束116を検出するように構成され得る。光束116は、物体112上の異なる位置又は物体112の動きによって発生させることができる。走査システム154は、上述のように結合信号Qを決定することによって各光点の少なくとも1つの縦方向座標を決定するように適合され得る。

10

【符号の説明】

20

【0359】

- 110 検出器
- 112 物体
- 114 ビーコン装置
- 116 光束
- 118 センサ要素
- 120 マトリックス
- 122 光センサ
- 124 感光領域
- 126 光軸
- 128 転送装置
- 130 焦点
- 132 光スポット
- 134 評価装置
- 136 中心検出器
- 138 合算装置
- 140 結合装置
- 142 デバイダ
- 143 位置評価装置
- 144 照射源
- 146 照射光束
- 148 反射要素
- 149 カメラ
- 150 検出器システム
- 151 ヒューマンマシンインターフェース
- 152 娯楽装置
- 153 追跡システム
- 154 走査システム
- 156 コネクタ
- 158 ハウジング

30

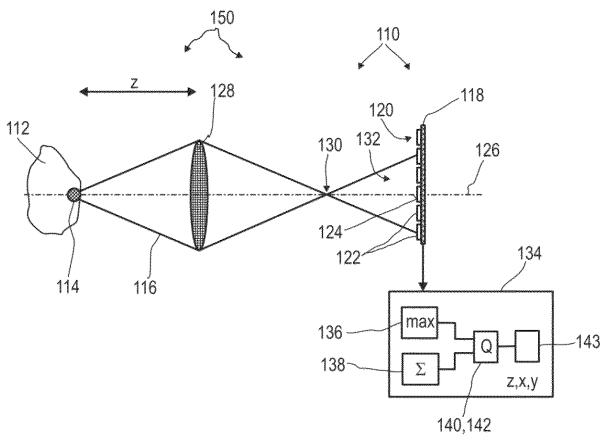
40

50

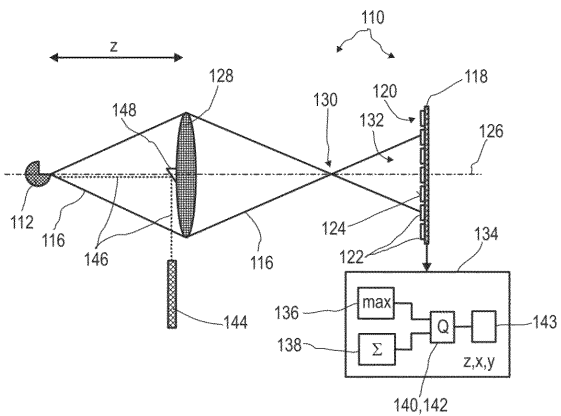
- 160 制御装置
- 162 ユーザ
- 164 開口部
- 166 視線方向
- 168 座標系
- 170 マシン
- 172 追跡コントローラ
- 174 移動方向
- 176 移動方向
- 178 曲線
- 180 曲線
- 182 ベースライン
- 184 線パターン
- 186 エピポーラ線

10

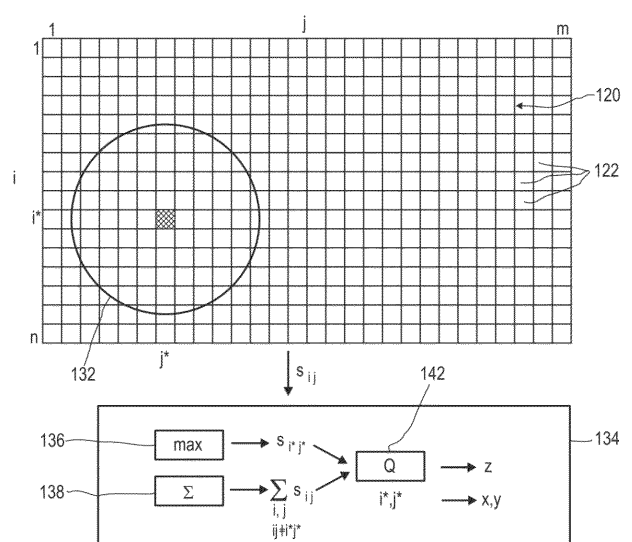
【図1】



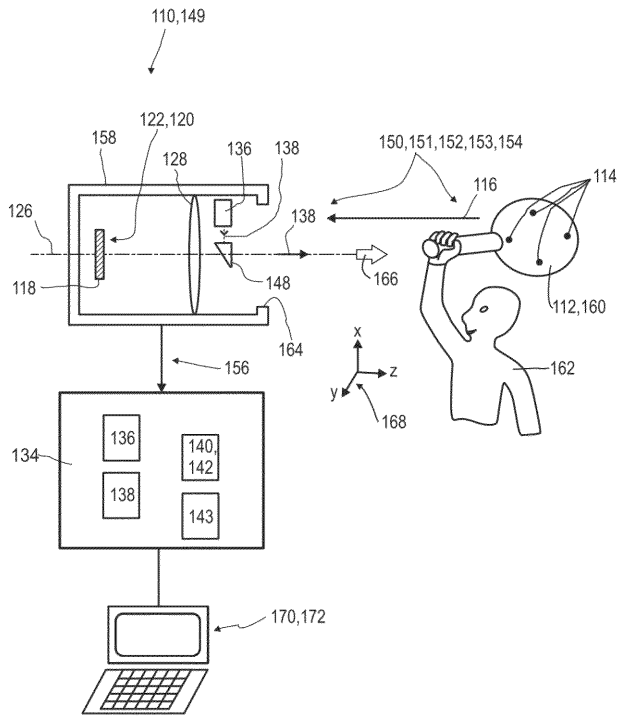
【図2】



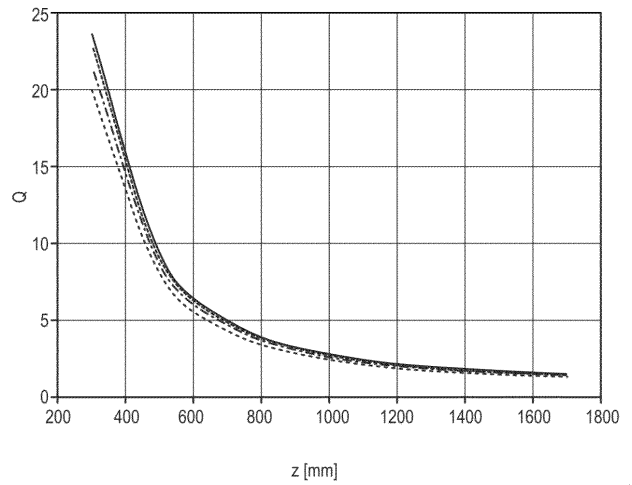
【図3】



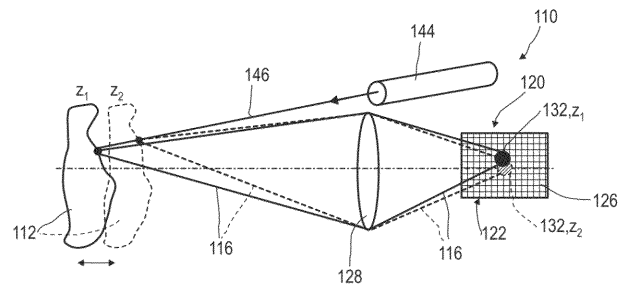
【図 4】



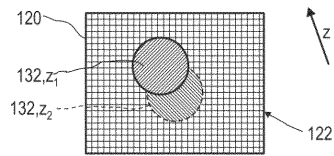
【図 5】



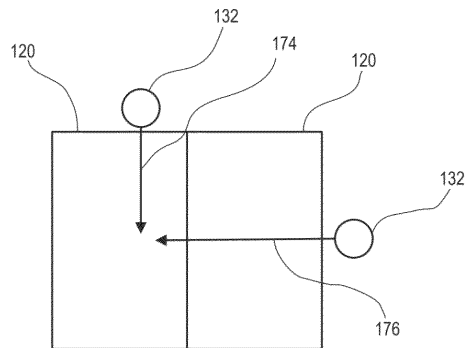
【図 6 A】



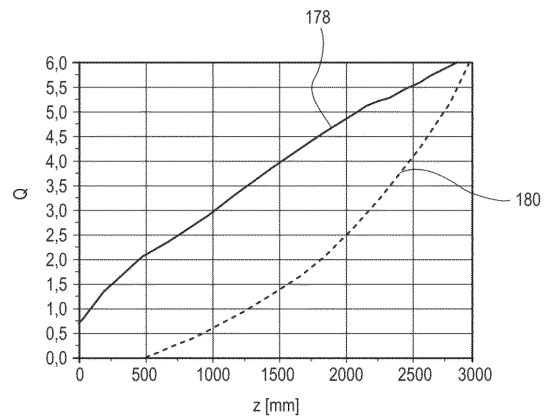
【図 6 B】



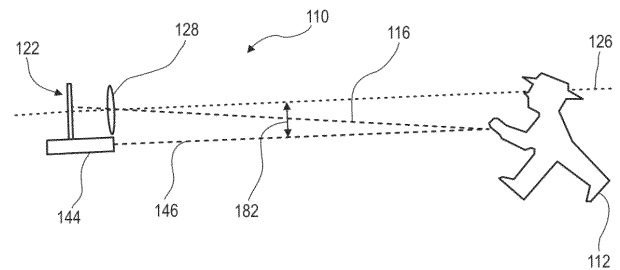
【図 6 C】



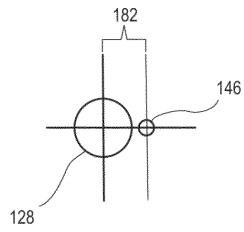
【図 6 D】



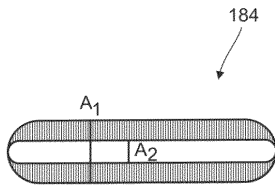
【図 7 A】



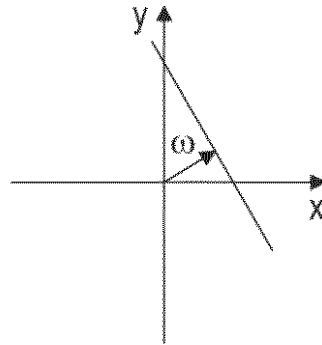
【図 7 B】



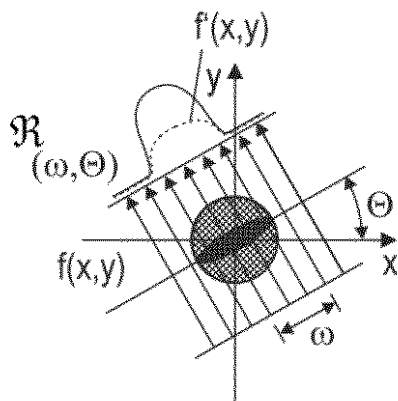
【図 8】



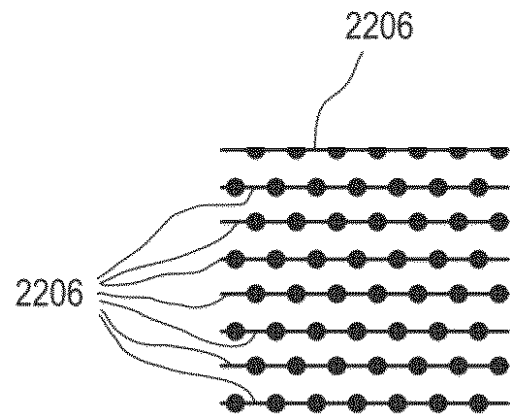
【図 9 A】



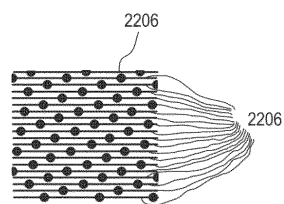
【図 9 B】



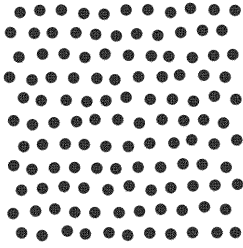
【図 10 A】



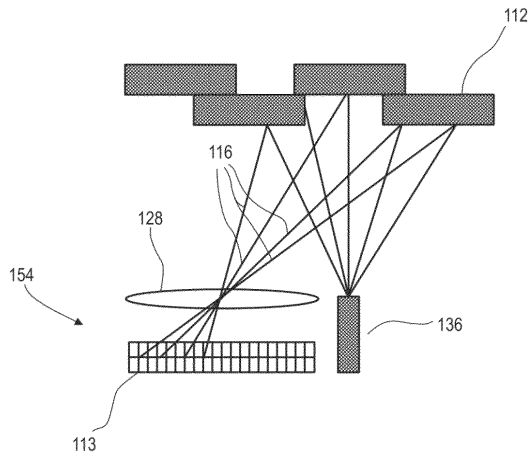
【図 10 B】



【図 10 C】



【図 11】



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/EP2017/079577

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER		
INV. G01S17/46 G01S7/48	G01S7/481	G01S5/16
		G01S7/491
		G01S11/12
ADD. According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) G01S		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data, INSPEC		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2006/044546 A1 (LEWIN ANDREW C [GB] ET AL) 2 March 2006 (2006-03-02)	1-18
Y	paragraphs [0001], [0030], [0093], [0110], [0118], [0119], [0121] - paragraphs [0123], [0129]; figures 2a, 2b	10
X	US 2008/130005 A1 (WASLOWSKI KAI [DE] ET AL) 5 June 2008 (2008-06-05)	1-3, 16
	paragraphs [0011], [0014] - paragraphs [0016], [0030], [0037], [0041], [0049], [0051], [0054], [0063], [0086], [0091]; figure 1	
Y	US 2015/286340 A1 (SEND ROBERT [DE] ET AL) 8 October 2015 (2015-10-08) cited in the application paragraph [0519]	10
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 2 February 2018		Date of mailing of the international search report 12/02/2018
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Beer, Mark

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/EP2017/079577

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2006044546 A1	02-03-2006	AU 2003286238 A1	03-06-2004
		CA 2505825 A1	27-05-2004
		CN 1735789 A	15-02-2006
		EP 1561085 A2	10-08-2005
		GB 2395261 A	19-05-2004
		JP 4485365 B2	23-06-2010
		JP 2006505784 A	16-02-2006
		US 2006044546 A1	02-03-2006
		WO 2004044525 A2	27-05-2004
US 2008130005 A1	05-06-2008	DE 102006007764 A1	23-08-2007
		EP 1821120 A2	22-08-2007
		JP 2007225613 A	06-09-2007
		US 2008130005 A1	05-06-2008
US 2015286340 A1	08-10-2015	AU 2014310703 A1	07-04-2016
		CN 105637320 A	01-06-2016
		EP 3036503 A1	29-06-2016
		JP 2016537638 A	01-12-2016
		KR 20160045770 A	27-04-2016
		US 2015286340 A1	08-10-2015
		US 2017082486 A1	23-03-2017
		WO 2015024871 A1	26-02-2015

フロントページの続き

- (31)優先権主張番号 16199397.7
 (32)優先日 平成28年11月17日(2016.11.17)
 (33)優先権主張国・地域又は機関
 欧州特許庁(EP)
- (31)優先権主張番号 17161334.2
 (32)優先日 平成29年3月16日(2017.3.16)
 (33)優先権主張国・地域又は機関
 欧州特許庁(EP)
- (31)優先権主張番号 17195427.4
 (32)優先日 平成29年10月9日(2017.10.9)
 (33)優先権主張国・地域又は機関
 欧州特許庁(EP)
- (31)優先権主張番号 17195398.7
 (32)優先日 平成29年10月9日(2017.10.9)
 (33)優先権主張国・地域又は機関
 欧州特許庁(EP)

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

(特許庁注：以下のものは登録商標)

1. FIREWIRE

- (72)発明者 ルンゲンシュミット, クリストフ
 ドイツ、67063 ルートヴィッヒスハーフェン、インドゥストリーシュトラッセ 35
- (72)発明者 ゼント, ロベルト
 ドイツ、67063 ルートヴィッヒスハーフェン、インドゥストリーシュトラッセ 35
- (72)発明者 オーマー, トマス
 ドイツ、67063 ルートヴィッヒスハーフェン、インドゥストリーシュトラッセ 35
- (72)発明者 ヘンゲン, シュテファン
 ドイツ、67063 ルートヴィッヒスハーフェン、インドゥストリーシュトラッセ 35
- (72)発明者 ブルーダー, イングマル
 ドイツ、67063 ルートヴィッヒスハーフェン、インドゥストリーシュトラッセ 35
- (72)発明者 ヘルメス, ヴィルフリート
 ドイツ、67063 ルートヴィッヒスハーフェン、インドゥストリーシュトラッセ 35
- (72)発明者 ファローフ, ゼバスティアン
 ドイツ、67063 ルートヴィッヒスハーフェン、インドゥストリーシュトラッセ 35
- (72)発明者 シレン, ペーター
 ドイツ、67063 ルートヴィッヒスハーフェン、インドゥストリーシュトラッセ 35
- (72)発明者 シンドラー, パトリク
 ドイツ、67063 ルートヴィッヒスハーフェン、インドゥストリーシュトラッセ 35
- (72)発明者 レンナルツ, クリスティアン
 ドイツ、67063 ルートヴィッヒスハーフェン、インドゥストリーシュトラッセ 35

Fターム(参考) 2F065 AA02 AA07 AA12 AA17 CC11 CC16 FF11 FF64 FF65 FF67
GG02 GG06 GG07 GG16 HH05 JJ05 JJ18 JJ23 JJ26 LL04
LL18 LL20 LL46 LL53 LL62 MM24 PP22 QQ14 QQ27 QQ28
QQ42 SS13

【要約の続き】

も1つの結合信号を決定し；そして、

d) 前記結合信号を評価することによって前記物体(112)の少なくとも1つの縦方向座標 z を決定する、
ことによって、前記センサ信号を評価するように構成された評価装置と、を有する検出器。

【選択図】図3