

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7695186号
(P7695186)

(45)発行日 令和7年6月18日(2025.6.18)

(24)登録日 令和7年6月10日(2025.6.10)

(51)国際特許分類		F I			
G 0 6 T	1/00 (2006.01)	G 0 6 T	1/00	4 0 0 M	
G 0 1 S	17/894 (2020.01)	G 0 1 S	17/894		
G 0 1 S	7/481(2006.01)	G 0 1 S	7/481	A	

請求項の数 19 (全21頁)

(21)出願番号	特願2021-506286(P2021-506286)	(73)特許権者	512276304
(86)(22)出願日	令和1年8月7日(2019.8.7)		ケンブリッジ メカトロニクス リミテッド
(65)公表番号	特表2021-533488(P2021-533488 A)		イギリス国 シービー4 1ワイジー ケ ンブリッジシャー, ケンブリッジ, ミル トン ロード, ザ ウェストブルック セ ンター, ビルディング 6
(43)公表日	令和3年12月2日(2021.12.2)	(74)代理人	100092783
(86)国際出願番号	PCT/GB2019/052227		弁理士 小林 浩
(87)国際公開番号	WO2020/030916	(74)代理人	100120134
(87)国際公開日	令和2年2月13日(2020.2.13)		弁理士 大森 規雄
審査請求日	令和4年7月26日(2022.7.26)	(74)代理人	100187964
(31)優先権主張番号	1812818.1		弁理士 新井 剛
(32)優先日	平成30年8月7日(2018.8.7)	(74)代理人	鈴木 康仁
(33)優先権主張国・地域又は機関	英国(GB)	(72)発明者	リチャーズ, デイビッド
(31)優先権主張番号	1906885.7		
(32)優先日	令和1年5月15日(2019.5.15)		
	最終頁に続く		最終頁に続く

(54)【発明の名称】 向上した3Dセンシング

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

シーンの3次元表現を生成する際に使用する装置であって、
マルチピクセルセンサ及び光源を備え、前記センサの視野にわたって空間的に不均一な強度を有する照明を出射するように配置されたタイム・オブ・フライト(TOF)撮像カメラシステムと、
前記センサの前記視野の少なくとも一部にわたって前記照明を移動させることによって前記表現の生成を可能とするための作動機構と
を備え、
前記作動機構は、少なくとも1つの形状記憶合金(SMA)アクチュエータワイヤを備え、
前記空間的に不均一な強度は、出射強度が略一定であり及び/又は該出射強度が最大レベルの少なくとも50%である1以上の領域に対応し、
前記1以上の領域は他の領域と比較して高い出射強度の領域であり、
前記作動機構は、前記照明を前記センサの前記視野の少なくとも一部にわたって走査パターンで移動させる、
前記装置。

【請求項2】

前記1以上の領域が所与の瞬間に前記センサの前記視野の1%~50%をとともに覆い、
前記1以上の領域が所与の瞬間に前記センサの前記視野の10%超で50%未満、40%

未満、30%未満又は20%未満をともに覆い、前記1以上の領域が所与の瞬間に前記センサの前記視野の20%超で50%未満、40%未満又は30%未満をともに覆い、前記1以上の領域が所与の瞬間に前記センサの前記視野の30%超で50%未満又は40%未満をともに覆い、又は、前記1以上の領域が所与の瞬間に前記センサの前記視野の40%超で50%未満をともに覆う、請求項1に記載の装置。

【請求項3】

前記走査パターンは、前記照明を前記センサの前記視野の少なくとも一部にわたって1つの軸に沿って移動させることを含む、又は、前記走査パターンは、出射される前記照明を前記シーンの少なくとも一部にわたって2つの軸に沿って移動させることを備え、

前記走査パターンのサイクル中に前記移動によって前記領域が前記センサの前記視野の75%超、90%超又は実質的に全域を覆うように、前記1以上の領域が配置され、

前記走査パターンのサイクル中に前記移動が前記センサの前記視野の同じ部分を2回以上覆う領域を回避するように、前記1以上の領域が配置され、

前記移動は、前記不均一な強度における特定の点に、前記走査パターンのサイクル中に前記センサの前記視野の幅又は高さの50%未満、40%未満、30%未満、20%未満、10%未満又は5%未満だけ移動させる、かつ/又は、前記1以上の領域は前記センサの前記視野の少なくとも1つの方向において周期性を有し、前記移動は、前記不均一な強度における特定の点に、前記少なくとも1つの方向における前記周期性の略逆数だけ移動させる、請求項2に記載の装置。

【請求項4】

出射された前記照明が、円形ビーム形状を有する光ビームであり、光の平行縞のパターンからなり、又は光のドット若しくは円のパターンからなる、請求項1～3のいずれか一項に記載の装置。

【請求項5】

前記表現を生成する所与の瞬間における前記1以上の領域内の視野を有する、前記センサの画素のみからの情報を用いるように構成された、請求項2～4のいずれか一項に記載の装置。

【請求項6】

出射された前記照明は、前記1以上の領域の全体にわたって実質的に同じ時間変動を有し、

出射された前記照明は、高頻度で変動され、比較的low頻度で反復的に前記視野にわたって移動される、請求項2～5のいずれか一項に記載の装置。

【請求項7】

前記作動機構は、出射された前記照明を前記シーンにおける独立した位置に移動させる、又は、前記作動機構は、出射された前記照明を前記シーンの少なくとも一部にわたって連続的に移動させる、請求項1～6のいずれか一項に記載の装置。

【請求項8】

前記光源は、アレイ状に配置された複数のレーザを備え、

前記複数のレーザが、垂直共振器面発光レーザ(VCSSEL)アレイに対応する、請求項1～7のいずれか一項に記載の装置。

【請求項9】

前記複数のレーザからの照明を前記センサの前記視野の割合に対応する単一のビームに合焦させる合焦レンズと、

複数のマイクロレンズであって、各マイクロレンズは前記複数のレーザの1つからの照明を複数のビームの1つに合焦させるように構成され、前記複数のビームの各々が前記センサの前記視野の割合に対応する、前記複数のマイクロレンズとを備え、

前記装置は、前記ビーム又は前記複数のビームの各々を更なる複数のビームに分割するように構成された光学要素を備え、

前記更なる複数のビームが扇パターンに対応する、請求項8に記載の装置。

【請求項 10】

前記作動機構は、前記複数のレーザ及び1以上の更なる光学要素を備えるサブモジュールを少なくとも1つの軸に関してティルトさせるように構成された、請求項8又は9に記載の装置。

【請求項 11】

前記光源は、アレイ状に配置された複数のレーザを備え、

前記作動機構は、前記照明を前記センサの前記視野の前記少なくとも一部にわたって移動させるために、前記アレイ状のレーザに少なくとも実質的に平行な平面内で1以上の方向に移動可能な少なくとも1つの光学要素を備える、請求項8～10のいずれか一項に記載の装置。

10

【請求項 12】

前記少なくとも1つの光学要素は、少なくとも1つのレンズであり、

前記少なくとも1つのレンズは、ボールレンズに対応する、請求項11に記載の装置。

【請求項 13】

前記装置は複数のマイクロレンズを備え、前記少なくとも1つのレンズは、前記複数のマイクロレンズに対応する、請求項9に従属する請求項11に従属する請求項12に記載の装置。

【請求項 14】

前記少なくとも1つのレンズの移動の0.025度/μm超の角度だけ前記照明の方向を変化させるように構成された、請求項12又は13に記載の装置。

20

【請求項 15】

前記作動機構は、出射された前記照明をステアリングするために少なくとも1つのティルト用ミラー、又は、出射された前記照明をステアリングするために少なくとも一対の回転可能プリズム、又は、前記照明をステアリングするための適応ビームステアリング機構を備える、請求項8又は9に記載の装置。

【請求項 16】

前記ToF撮像カメラシステム又は光学カメラが、前記シーンの最初の走査を実行して前記シーン内の1以上の対象の被写体を識別するように構成された、請求項1～15のいずれか一項に記載の装置。

【請求項 17】

シーンの3次元表現を生成する際に使用する方法であって、

タイム・オブ・フライト(ToF)撮像カメラシステムを用いて、反射光を受光するのに用いられるセンサの視野にわたって空間的に不均一な強度を有する照明を出射するステップと、

少なくとも1つの形状記憶合金(SMA)アクチュエータワイヤを備える作動機構を用いて、前記センサの前記視野の少なくとも一部にわたって前記照明を移動させることによって前記表現の生成を可能とするステップとを備え、

前記空間的に不均一な強度は、出射強度が略一定であり及び/又は該出射強度が最大レベルの少なくとも50%である1以上の領域に対応し、

前記1以上の領域は他の領域と比較して高い出射強度の領域であり、

前記作動機構は、前記照明を前記センサの前記視野の少なくとも一部にわたって走査パターンで移動させる、方法。

40

【請求項 18】

前記タイム・オブ・フライト撮像カメラシステムは、アレイ状に配置された複数のレーザを含む光源を備え、

前記作動機構は、少なくとも1つの光学要素を備え、

前記方法は、前記作動機構を用いて、前記アレイ状のレーザに少なくとも実質的に平行な平面内で1以上の方向に前記少なくとも1つの光学要素を移動させることにより、前記

50

照明を前記センサの前記視野の少なくとも一部にわたって移動させ、それにより、前記表現の生成を可能とする、請求項 17 に記載の方法。

【請求項 19】

請求項 1 に記載の装置に、請求項 17 に記載の方法を実施させるよう構成されたプロセッサ制御コードを保持する非一時的データキャリア。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本出願は、概略として、シーンの 3 次元 (3D) 表現を生成するための (3D センシングとしても知られる)、特に、タイム・オブ・フライト撮像システムを用いて 3D 表現を生成するための装置及び方法に関する。

10

【発明の概要】

【0002】

本技術の第 1 のアプローチでは、シーンの 3 次元表現を生成する際に使用する装置が提供され、その装置は、マルチピクセルセンサ及び光源を備えるとともにセンサの視野にわたって空間的に不均一な強度を有する照明を出射するように配置されたタイム・オブ・フライト (ToF) 撮像カメラシステムと、センサの視野の少なくとも一部にわたって照明を移動させることによって上記表現の生成を可能とするための作動機構とを備える。これは、センサを移動させずに達成され得る。

【0003】

不均一な照明は、光のビーム、光のパターン、光の縞状パターン、光のドットパターンなどの任意の形態の照明であり得る。これらは単に例示のタイプの照明であり、非限定的なものであることが理解されるはずである。

20

【0004】

装置は、例えば、スマートフォン、モバイルコンピューティングデバイス、ラップトップ、タブレットコンピューティングデバイス、セキュリティシステム、ゲームシステム、拡張現実システム、拡張現実デバイス、ウェアラブルデバイス、ドローン、航空機、宇宙船、車両、自律走行車、ロボットデバイス、家庭用電子機器、ドモティックデバイス及びホームオートメーションデバイスのいずれかであり得る (又はそれに含まれ得る)。

【0005】

本技術の第 2 のアプローチでは、シーンの 3 次元表現を生成する際に使用する方法が提供され、その方法は、タイム・オブ・フライト (ToF) 撮像カメラシステムを用いて、反射光を受光するのに用いられるセンサの視野にわたって空間的に不均一な強度を有する照明を出射するステップと、作動機構を用いて、センサの視野の少なくとも一部にわたって照明を移動させることによって上記表現の生成を可能とするステップとを備える。

30

【0006】

ここに記載される装置は、3D センシング、デプスマッピング、航空測量、陸上測量、宇宙での又は宇宙からの測量、水路測量、水中測量、シーン検出、衝突警告、セキュリティ、顔認識、拡張現実、車両における先進運転支援システム、自律走行車、ゲーミング、ジェスチャー制御/認識、ロボットデバイス制御、非接触技術及びホームオートメーションなどの多数の技術又は目的 (及びそれらの関連のデバイス又はシステム) に使用され得る。これは本装置を利用することから利益を得ることができる例示の技術の非網羅的列挙であることが理解されるはずである。

40

【0007】

本技術の関連のアプローチでは、ここに記載される方法のいずれかを実施するプロセッサ制御コードを保持する非一時的データキャリアが提供される。

【0008】

好適な特徴は、付随する従属請求項に記載される。

【0009】

理解されるように、本技術は、システム、方法又はコンピュータプログラム製品として

50

具現化され得る。したがって、本技術は、全体的にハードウェアの実施形態、全体的にソフトウェアの実施形態、又はソフトウェア及びハードウェアの態様を組み合わせた実施形態の形態をとり得る。

【 0 0 1 0 】

またさらに、本技術は、そこに具現化されたコンピュータ可読プログラムコードを有するコンピュータ可読媒体に具現化されたコンピュータプログラム製品の形態をとり得る。コンピュータ可読媒体は、コンピュータ可読信号媒体又はコンピュータ可読記憶媒体であり得る。コンピュータ可読媒体は、例えば、これに限定されないが、電子、磁気、光学、電磁、赤外線若しくは半導体システム、装置若しくはデバイス又はこれらの任意の適宜の組合せであり得る。

10

【 0 0 1 1 】

本技術の動作を実行するためのコンピュータプログラムコードは、オブジェクト指向プログラミング言語及び従来の手続き型プログラミング言語などの1以上のプログラミング言語の任意の組合せで記述され得る。コードコンポーネントは、手続き、方法などとして具現化されてもよいし、ネイティブ命令セットの直接機械命令から上位のコンパイル又はインタープリタ言語構成まで、アブストラクションのいずれかのレベルにおける命令又は命令のシーケンスの形態をとり得るサブコンポーネントを備えていてもよい。

【 0 0 1 2 】

本技術の実施形態は、プロセッサで実行されると、プロセッサにここに記載する方法のいずれかを実施させるコードを保持する非一時的データキャリアも提供する。

20

【 0 0 1 3 】

本技術は、例えば、汎用コンピュータシステム上で又はデジタル信号プロセッサ(DSP)上で上記方法を実施するプロセッサ制御コードをさらに提供する。本技術は、実行されると、特に非一時的データキャリア上で上記方法のいずれかを実施するプロセッサ制御コードを保持するキャリアも提供する。コードは、ディスク、マイクロプロセッサ、CD-又はDVD-ROM、不揮発性メモリ(例えば、フラッシュ)若しくは読み出し専用メモリ(ファームウェア)などのプログラムされたメモリなどのキャリア上に又は光学若しくは電気信号キャリアなどのデータキャリア上に提供され得る。ここに記載する技術の実施形態を実施するコード(及び/又はデータ)は、C言語などの従来のな(インタープリタ又はコンパイル)プログラミング言語におけるソース、オブジェクト若しくは実行可能コード、又はアセンブリコード、ASIC(特定用途向け集積回路)若しくはFPGA(フィールド・プログラマブル・ゲート・アレイ)を設定若しくは制御するためのコード、又はVerilog(RTM)若しくはVHDL(超高速集積回路ハードウェア記述言語)などのハードウェア記述言語のためのコードを備え得る。当業者には分かるように、そのようなコード及び/又はデータは、相互に通信する複数の結合コンポーネント間に分散され得る。本技術は、システムのコンポーネントの1以上に結合されたマイクロプロセッサ、ワーキングメモリ及びプログラムメモリを含むコントローラを備え得る。

30

【 0 0 1 4 】

本技術の実施形態による論理的方法の全部又は一部は上記方法のステップを実行するロジック要素を備えるロジック装置において適宜具現化され得ること、及びそのようなロジック要素は、例えば、プログラマブルロジックアレイ又は特定用途向け集積回路におけるロジックゲートなどのコンポーネントを備え得ることも分かるはずである。そのようなロジック構成は、例えば、固定され又は伝送可能なキャリア媒体を用いて記憶又は伝送され得る仮想ハードウェア記述子言語を用いてそのようなアレイ又は回路におけるロジック構造体を一時的又は永続的に確立するための要素を有効化する際にさらに具現化され得る。

40

【 0 0 1 5 】

ある実施形態では、本技術は、そこに機能的データを有するデータキャリアの形態で実現されてもよく、当該機能的データは、コンピュータシステム又はネットワークに読み込まれてそれによって動作されると、当該コンピュータシステムが上記方法の全てのステップを実行することを可能とする機能的コンピュータデータ構造体を備える。

50

【 0 0 1 6 】

添付図面を参照して、本技術の実施を、例示としてのみここに説明する。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 1 7 】

【 図 1 】 図 1 は、タイム・オブ・フライト (T o F) カメラを用いてシーンの 3 次元 (3 D) 表現を生成するための装置又はシステムの模式図を示す。

【 図 2 】 図 2 は、シーンの 3 D 表現を生成するための例示のステップのフローチャートを示す。

【 図 3 】 図 3 (A) は、円形照明を用いる 9 点走査パターンを示す。図 3 (B) は、円形照明を用いる 5 点走査パターンを示す。

10

【 図 4 】 図 4 (A) は、光のドットパターンを用いる 6 点走査パターンを示す。図 4 (B) は、光の縞状パターンを用いる 3 点走査パターンを示す。

【 図 5 】 図 5 (A) は、照明がシーンの中央に向けられた 3 D 表現を生成するための装置のブロック図を示す。図 5 (B) は、照明がシーンの右側に向けられた 3 D 表現を生成するための装置のブロック図を示す。

【 図 6 】 図 6 (A) は、均一照明を出射する T o F 撮像システムによって撮影された画像を示す。図 6 (B) は、不均一照明を出射する T o F 撮像システムによって撮影された画像を示す。

【 図 7 】 図 7 (A) は、図 6 (A) に示す画像の拡大図を示す。図 7 (B) は、図 6 (B) に示す画像の拡大図を示す。

20

【 図 8 】 図 8 (A) は、照明パターンの模式表現である。図 8 (B) は、照明パターンの模式表現である。図 8 (C) は、照明パターンの模式表現である。図 8 (D) は、照明パターンの模式表現である。図 8 (E) は、照明パターンの模式表現である。

【 図 9 】 図 9 (A) は、図 8 (A) ~ (E) の照明パターンの 1 以上を生成するのに使用され得る構成の模式表現である。図 9 (B) は、図 8 (A) ~ (E) の照明パターンの 1 以上を生成するのに使用され得る構成の模式表現である。図 9 (C) は、図 8 (A) ~ (E) の照明パターンの 1 以上を生成するのに使用され得る構成の模式表現である。図 9 (D) は、図 8 (A) ~ (E) の照明パターンの 1 以上を生成するのに使用され得る構成の模式表現である。

【 図 1 0 】 図 1 0 (A) は、図 8 のような照明パターンを移動させるのにボールレンズが使用される構成の模式表現である。図 1 0 (B) は、図 8 のような照明パターンを移動させるのにボールレンズが使用される構成の模式表現である。

30

【 図 1 1 】 図 1 1 (A) は、図 8 のような照明パターンを移動させるのにマイクロレンズアレイが使用される構成の模式表現である。図 1 1 (B) は、図 8 のような照明パターンを移動させるのにマイクロレンズアレイが使用される構成の模式表現である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 1 8 】

概略として、本技術の実施形態は、タイム・オブ・フライト撮像システムを用いてシーンの 3 次元 (3 D) 表現を生成するための (3 D センシングとしても知られる) 装置及び方法を提供する。特に、本技術は、センサの視野にわたって空間的に不均一な強度を有する照明を出射し、作動機構を用いてセンサの視野の少なくとも一部を横切って移動されるタイム・オブ・フライト撮像カメラシステムを備える装置を提供する。

40

【 0 0 1 9 】

タイム・オブ・フライト (T o F) カメラシステムは長距離の計測で知られ、それらは、例えば、建造物測量において距離を計測するのに使用される。タイム・オブ・フライトカメラシステムは、光のパルスが出射器からセンサ / 受光器 / 検出器まで伝搬するのに要する時間を推定することによって作用する。時間 (秒単位) の推定値は、単にその時間に光速の半分 (すなわち、 $1.5 \times 10^8 \text{ m s}^{-1}$) を乗ずることによって距離 (メートル単位) に変換可能である。このシステムの計時は、好ましくは、少なくともナノ秒の解像度で高精度かつ精密である必要がある。

【 0 0 2 0 】

50

(可視光カメラで撮影されていることにもなる)撮像されているシーンを妨害することを回避するために、不可視光波長がToFカメラシステムに使用され得る。近赤外線(NIR)帯域(波長750nm~1.4μm)が、吸収線がなくても良好な解像能力の小型(可搬)レーザを利用できることに起因して、通常は選択される。

【0021】

飛行時間(タイム・オブ・フライト)を検出するための幾つかの異なるメカニズムがあるが、最も実用的な2Dセンサは、光の多数のパルスが出射されて受光の位相シフトが計測されるという変調原理において作用する。変調周波数は標準的には1~100MHz(すなわち、10ns~1μs)の範囲にあり、それは、同様に(偽信号を区別することができないことに起因して)計測可能な最大範囲を決定する。1~100MHzの変調は、(それぞれ)概ね150m~1.5mの最大範囲に対応する。

10

【0022】

要求レベルの性能のカメラを理想条件下で設計することは可能であるが、実用的な信号対ノイズレベルが、とりわけ深度範囲及び深度解像度の観点で、利用可能な性能を減少させてしまう。典型的な問題は、他の照明光源及び特に直射日光が背景照明を増加させ、それが飛行時間信号に押し寄せて飛行時間の検出が困難となり得る(ノイズが多くなる)又は不可能となり得る(全く検出できない)ことである。通常は、双方のパワーの制約に起因して(デバイスは、標準的には1~8Wの瞬時電力範囲で動作している)及びユーザ障害を防止するためのレーザからの光パワー出力に対する厳格な制限があり得るため、照明光源からの出力パワーを増加させることができない。

20

【0023】

あるアプリケーションは、長距離において高精度な深度計測を必要とする。例えば、人工拡張現実システム及び車両又はロボットデバイスの衝突検出システムは、長い範囲にわたる高精度な深度計測、例えば、撮像システムから10m離れた距離で10cmの深度解像度を必要とし得る。

【0024】

間接タイム・オブ・フライトカメラは、通常は被写界を投光することを試行し、60×45度の視野角を有し得る。これは、光源としてVCSELアレイ(垂直共振器面発光レーザアレイ)及び被写界にわたる照明の均一な拡がり为确保するための拡散板を用いて達成され得る。標準的なToFカメラシステムの電氣的及び光学的パワーの制約を考慮すると、これは、良好な品質の深度センシング能力が約4メートルの距離に制限されるので、被写体が、例えば、6メートル離れると有用な深度情報が全く戻されないことを意味し得る。

30

【0025】

そこで、本出願人は、ToFを用いて長距離で3Dセンシングを実行するための向上したメカニズムの必要性を認識した。

【0026】

VCSELアレイを備えるPMD Flexx ToFシステムが、どのようにしてToFベースの3Dセンシングシステムの解像度が長距離について改善され得るのかを特定するために試験された。ToFシステムは、システムから少なくとも5メートル離れて左手親指を伸ばすとともに右手で10cm以下の立方体を持って立つ人を撮像するように設定された。システムは、全ての試験について5fps(秒当たりのフレーム数)を撮影するように設定された。試験は、均一照明及び不均一照明を用いて様々な距離において(i)人の概ねの体形、(ii)左手の形状及び左手の個々の指、及び(iii)立方体の形状を明確に識別することができるか否かを判定しようとした。

40

【0027】

図6(A)は、ToFシステムが均一照明を出射し、撮像されている人がカメラから5.2メートル以内で離れている場合にToF撮像システムによって撮影された画像を示す。これは、シーン全体がToF撮像システムによって十分に照射されることを示す。図6(B)は、ToFシステムが(空間的に)不均一照明を出射する場合にToF撮像システムによ

50

って撮影された画像を示す。不均一照明は、T o Fシステムから拡散板を除去することで実現された。図6(B)では、撮像される人は、カメラから6メートル以内で離れていた。これは、シーンの縁よりもシーンの中央の方が十分に照射されること(すなわち、中央シーンの照明を増加したこと)を示すが、結果として、シーンの中央における深度情報の精度及び/又は範囲が改善されることを示す。

【0028】

図7(A)及び7(B)は、図6(A)及び6(B)に示す画像の拡大図をそれぞれ示す。(i)人の概ねの体形を特定することに関して、図7(A)(均一照明)は粗い体形及び乏しい深度識別を示すが、図7(B)(不均一照明)はより明瞭で鮮明な体形及び人の胴体の中心からその胴体の縁までの深度の明瞭な変化を示す。(ii)左手の形状及び左手の個々の指を特定することに関して、図7(A)では手の形状ははっきりとしないが、図7(B)では手の形状はより明瞭であり、親指がやや目立っている。(iii)立方体の形状を特定することに関して、図7(A)では立方体は歪んでいるが、図7(B)では立方体の四角形の辺形状がより目立っている。したがって、試験は、照明の大部分が視野の25%以下で合焦される場合に、離れた距離でのT o Fベースの3Dセンシングシステムの深度情報の精度が向上することを示す。より一般的には、照明は、視野の1%以下と50%以下の間、視野の10%以下と40%以下の間、又は視野の20%以下と30%以下の間で合焦され得る。

【0029】

したがって、本出願人は、標準的なT o Fカメラシステムの拡散板を除去することによって不均一照明がシステムによって出射され(すなわち、照度は縁よりも中央で高くなり)、さらに、その改造されたカメラシステムによって、離れた距離(例えば、7メートル以上)においてより高精度な深度情報を得ることが可能となることを見出した。電力及びカメラシステムの出射瞳を通る総光束は変更されないが、被写界におけるピーク照度は増加する。この意味で、一方では視野のカバレッジと他方ではZ(深度)範囲及び/又は精度との間のトレードオフが達成された。

【0030】

本出願人は、被写界におけるXY照度の損失を補償するため、撮像されているシーンの周囲に出射光を移動させるのに作動機構が必要となることを発見した。

【0031】

したがって、本技術は、シーンの3次元表現を生成するための装置を提供し、その装置は、視野を有するマルチピクセルセンサ及び光源を備えるとともにセンサの視野にわたって空間的に不均一な強度を有する照明を出射するように配置されたタイム・オブ・フライト(T o F)撮像カメラシステムと、センサの視野の少なくとも一部にわたって、出射された不均一照明を移動させることによって上記表現の生成を可能とするための作動機構とを備える。

【0032】

ここで図1を参照すると、これは、タイム・オブ・フライト(T o F)カメラを用いるシーンの3次元(3D)表現を生成するための装置102又はシステム100の模式図を示す。例えば、装置102は、スマートフォン、モバイルコンピューティングデバイス、ラップトップ、タブレットコンピューティングデバイス、セキュリティシステム、ゲームシステム、拡張現実システム、拡張現実デバイス、ウェアラブルデバイス、ドローン、航空機、宇宙船、車両、自律走行車、ロボットデバイス、家庭用電子機器、ドモティックデバイス及びホームオートメーションデバイスのいずれかであってもよいし、又はそれに含まれてもよい。

【0033】

装置102は、光源106を備えるとともに不均一照明を出射するように構成されたタイム・オブ・フライト(T o F)カメラ104を備える。T o Fカメラ104は、視野からの反射光を受光するためのマルチピクセルセンサ又は検出器108を備え得る。

【0034】

不均一照明は、任意の形態の照明であり、任意の適宜の光源106によって提供/出射

10

20

30

40

50

され得る。例えば、光源 106 は、上述の理由のため、不可視光源又は近赤外線（NIR）光源であり得る。光源 106 は、少なくとも 1 つのレーザ、レーザアレイ（例えば、VCSELアレイ）を備えていてもよいし、少なくとも 1 つの発光ダイオード（LED）を備えていてもよい。光源 106 によって（又は装置 100 全体によって）出射される不均一照明は、任意の形態又は形状を有し得る。例えば、不均一照明は、（例えば、図 3（A）の左手側に示すように）円形ビーム形状を有する光ビームであってもよいし、（例えば、図 4（B）の左手側に示すように）光の平行な縞状のパターンからなってもよいし、（例えば、図 4（A）の左手側に示すように）光のドット又は円の均一又は不均一なパターンからなってもよい。これらは単に照明の例示の種類であり、非限定的であることが理解されるはずである。

10

【0035】

概略として、本出願人は、2 倍の範囲の増加が必要な場合には、信号対ノイズ比を維持するために、遠方界（被写界）では 4 倍高い照明強度が必要となることを発見した。

【0036】

装置 102 は、出射された不均一照明をセンサ 108 の視野の少なくとも一部にわたって移動させるための作動機構 110 を備える。作動機構 110 は、装置 102 への組み込みのため及び撮像システムにおける使用のための任意の適切な作動機構であり得る。例えば、作動機構 110 は、少なくとも 1 つの SMA アクチュエータワイヤを備える形状記憶合金（SMA）作動システムであり得る。少なくとも 1 つの SMA アクチュエータワイヤは、出射された不均一照明をシーンの少なくとも一部にわたって移動させるために操作され得る装置 102 の各要素に結合され得る。追加的に又は代替的に、作動機構 110 は、ボイスコイルモータ（VCM）又は（電氣的に切替可能な空間光変調器を備え得る）不均一照明をステアリングするための適応ビームステアリング機構を備え得る。作動機構 110 は、装置 102 又は ToF カメラ 104 の以下の構成要素：レンズ、プリズム、ミラー、ドットプロジェクタ及び光源 106、のいずれか 1 つを移動させることによって、出射された不均一照明を移動させるように構成され得る。

20

【0037】

実施形態では、装置 102 は、光源 106 の「前方」、すなわち、光源 106 と被写界 / シーンとの間に設けられた少なくとも 1 つの可動光学要素 114 を備え得る。作動機構 110 は、出射された不均一照明を移動させるために、光学要素 114 をスピン若しくは回転又は移動させるように構成され得る。光学要素 114 は、レンズ、プリズム、ミラー及び回折格子のいずれか 1 つであり得る。

30

【0038】

図 5（A）及び 5（B）は、それぞれ、照明がシーンの中央及びシーンの右側に向けられる 3D 表現を生成するための装置 500 のブロック図を示す。装置 500 は、光源 502（例えば、VCSELアレイ）を備える。光源 502 によって出射される光は、装置 500 から出射されてシーン / 被写界 508 に投影される前に、1 以上の光学要素 504（例えば、レンズ、ミラー、回折格子など）を通過し得る。装置 500 は、受光レンズ及びフィルタシステム 510 並びに反射光をセンシングするためのマルチピクセルセンサ / 検出器 512 を備え得る。光学要素 504 の 1 以上は、作動機構 506 に結合され得る。作動機構 506 は、それが結合される光学要素 504 を移動させるように構成される。図 5（A）は、その中央又はデフォルト位置にある光学要素 504 を示し、それにより、出射された不均一照明はセンサ 512 の視野に対応するシーン 508 の中央に投影される。図 5（B）は、不均一照明をシーン 508 の異なるエリアに移動させるために、どのようにして光学要素 504 の 1 つが作動機構 506 によって移動され得るのかを示す。図示においては、光学要素 504 を図の左方に移動させることによって、不均一照明がシーン 508 の右側に投影される。したがって、作動機構 506 は、撮像中に照明をシーン 508 における特定の被写体又はエリアに向けてステアリングするのに使用され得るものであり、それにより、画像解像度の向上及び増加がより大きなエリアにわたって達成され得るように、シーン 506 全体を増加した強度で照射する。

40

50

【 0 0 3 9 】

図 1 に戻ると、作動機構 1 1 0 は、センサ 1 0 8 の視野の少なくとも一部にわたって、出射された不均一照明を走査パターンで移動 / ステアリングするのに使用され得る。例えば、図 3 (A) 及び 3 (B) は、円形ビームを用いる 9 点走査パターン及び 5 点走査パターンをそれぞれ示す。走査パターンは、ラスタ走査パターンであり得る。走査パターンは、牛耕式であってもよい。走査パターンの点数を増加させると視野はより均一に照射されることになり、それによって視野全体にわたる解像度の向上が可能となり得ることが図 3 (A) 及び 3 (B) から分かる。ただし、走査において点が多くなると、3 D 表現を生成するために撮影及び合成されるべきフレームは多くなる。フレームが多いと、フレームの高精度な合成が一層遅くかつ困難となり、フレーム間の解消不能な不一致の機会が多くなる。場合によっては、カバレッジの向上のために視野の角部における照明及び視野の中央付近の良好な解像度を犠牲にすることが許容可能な場合に、図 3 (B) に示す走査パターンが好適となり得る。

10

【 0 0 4 0 】

図 3 (A) 及び 3 (B) では、不均一照明は略円形の光ビームであり、それは単にいずれの追加の光学系も有しない光源の遠方界放射パターンであり得る。このタイプの照明の不利な点は、照明がセンサ 1 0 8 の全視野にわたって投影されることを保証するのに大きなステアリング角が必要となることであり得る。例えば、6 0 度の視野について、センサ 1 0 8 の視野の略全域 (すなわち、3 D 表現が生成されるべきシーン) を覆うために、1 つの軸 (例えば、水平軸) に沿って概ね 4 0 度でステアリングされることが必要となる。これは、光源自体 (又は他の何らかの光学要素) を直接移動させることによって実現するのが困難となることがあり、それは、長い距離を非常に速くかつ非常に頻繁に (例えば、数百万回の繰返しサイクルで) 移動させる必要があるものに対して信頼性の高い電氣的接続を行うことが困難であるためである。

20

【 0 0 4 1 】

走査パターンが適用される場合に照明がセンサ 1 0 8 の視野の略全域を覆うために照明が移動すべき量を減少させるためには、光のパターンであり又はそれを備える照明が有利となり得る。したがって、ドットプロジェクタ又は回折格子などの光学要素が、被写体空間視野を、ただし低い充填率で、充填するのに使用され得る。これは、明るい照明が視野に投影されることを確実にする一方で、概ね平均間隔の半分を足し引きするように照明が視野にわたって走査パターンで移動される場合に視野全体を照射するのに必要な移動を減少させる。図 4 (A) は光のドットパターンを用いる 6 点走査パターンを示し、図 4 (B) は縞状の光パターンを用いる 3 点走査パターンを示す。図 4 では、走査パターンは、照明を 2 つの軸、例えば、左右及び上下に沿って移動させることを備える。走査パターンの点数を増加させると、上述のように、照射される視野はより均一となり得る。図 4 (B) では、走査パターンは、1 つの軸、例えば、左右に沿って又は一方向 (例えば、左から右へ) に照明を移動させることを備える。したがって、縞状の照明を有することは有利となり、作動機構は被写体を一方向に移動させるだけでよい。したがって、作動機構によって実施される走査パターンは、出射された不均一照明を視野の少なくとも一部にわたって 1 つの軸に沿って又は視野の少なくとも一部にわたって 2 つの軸に沿って移動させることを備え得る。

30

40

【 0 0 4 2 】

パターン化された照明 (例えば、図 4 (A) 及び 4 (B) に示すパターン) に関して、パターンは、規則的であってもよいし、不規則なものであってもよい。これは構造化された光出射器を用いる 3 D センシングシステムとは対照的であり、ここでは、投影ドットがそれらの反射に対して一意的に識別かつマッピング可能となるように投影パターンが十分に不規則となることが要件となる。またさらに、構造化された光システムとは対照的に、対象の被写体 / 撮像されている被写体に T o F システムの光が高精度に合焦されることは要件とされない。

【 0 0 4 3 】

50

どのようなタイプの照明が使用されても、作動機構は、出射された不均一照明を視野内の独立した位置に移動させてもよいし、出射された不均一照明を視野の少なくとも一部にわたって連続的に移動させてもよい。これは、T o F 計測技術が時間に対する照明強度のみに依拠するものであり、シーンのサンプリングのために作動機構が停止する必要がないためである。

【 0 0 4 4 】

ここで、図 8 (A) ~ (E) を参照して、図 1 の装置 1 0 2 の所定の変形例によって生成され得る光学場の所定の例を説明する。これらの変形例の各々では、装置 1 0 2 は、光源 1 0 6 として垂直共振器面発光レーザ (V C S E L) を含む。

【 0 0 4 5 】

図 8 (A) は、単一の高輝度領域 2 0 1 を有する光学場を示す。領域 2 0 1 内において、放射照度は、ピーク照明強度で広く一定である。この光学場は、追加の光学構成要素なしに V C S E L 1 0 6 のみを用いて実現可能である。簡素なレンズ要素が、領域 2 0 1 のサイズを制御し、それにより、ピーク照度の強度及び (所与の距離、例えば、3 ~ 1 0 メートル以下で) 照射されるセンサ 1 0 8 の視野 2 0 0 における比率を制御するのに使用され得る。視野 2 0 0 を走査するために、領域 2 0 1 は、図示するように、比較的大きな角度によってステアリングされなければならない。

【 0 0 4 6 】

図 8 (B) は、V C S E L パターン投影に対応するパターン及び複数の高輝度領域 2 0 2 を有する光学場を示す。これらの領域 2 0 2 の各々内において、放射照度は、概ね一定であり、ピーク照明強度に近い。各領域 2 0 2 は、単一の V C S E L キャビティから出射される光に対応する。したがって、V C S E L 1 0 6 の設計が、光学場のパターンを決定する。そのようなパターンを生成するために、装置 1 0 2 は、V C S E L 1 0 6 の出射面に合焦されるレンズ要素を一般に含まなければならない。これらのレンズ要素は、図 1 0 及び 1 1 を参照して以下に説明するように、ボールレンズ又はマイクロレンズアレイであり得る。パターンは、センサ 1 0 8 の視野 2 0 0 にわたって広がる。図示するように、視野 2 0 0 を走査するのに必要なステアリング角は、図 8 (A) と比較して大幅に減少した。

【 0 0 4 7 】

図 8 C は、回折光学要素又はビームスプリッタによって分割された V C S E L の投影に対応するパターンを有する光学場を示す。パターンは複数の高輝度領域 2 0 3 を含み、その各々内で、放射照度は概ね一定であり、ピーク照明強度に近い。V C S E L パターンの複数の複製の各々内の対応の領域 2 0 3 は、V C S E L 1 0 6 内の単一のキャビティから出射される光に対応する。したがって、V C S E L 1 0 6 の設計が、これらの複製の各々内のパターンを決定する。ホログラフィック回折要素などの光学要素が、V C S E L パターンを分割するのに使用される。これは、V C S E L パターンを $M \times N$ アレイに分割し得る。図示する例では、 $M = 2$ 及び $N = 2$ である。パターンは、センサ 1 0 8 の視野 2 0 0 にわたって広がる。図 8 (B) (及び同様の V C S E L 1 0 6) と比較して、図示するように、領域数は多くなるので、必要なステアリング角は小さくなる。

【 0 0 4 8 】

図 8 (D) は、回折光学要素又はビームスプリッタによって複数のビーム 2 0 4 のパターンに分割された V C S E L 1 0 6 (図 8 (A) 参照) からの単一ビームに対応する光学場を示す。特に、光学要素は、入力ビームを $M \times N$ のアレイの出力ビーム 2 0 4 に分割する。本例では、アレイは 2×2 アレイである。種々の異なるタイプの光学要素が使用され得る。図 8 (B) ~ (D) と同様に、パターンは、センサ 1 0 8 の視野 2 0 0 を走査するのに必要なステアリング角を減少させる。

【 0 0 4 9 】

図 8 E は、適宜の回折光学要素を用いて一連の縞 2 0 5 に分割された V C S E L 1 0 6 からの (すなわち、V C S E L キャビティの全てから構成された) 単一ビームに対応する光学場を示す。そのようなパターンは、センサ 1 0 8 の視野 2 0 0 を充填するために一方のみの移動しか必要としない。

10

20

30

40

50

【 0 0 5 0 】

図 9 (A) ~ (D)、1 0 及び 1 1 は、図 1 の装置の所定の变形例を示す。これらの变形例の各々において、装置 1 0 2 は、光源 1 0 6 としての V C S E L 及び一組の 1 以上の光学要素（以下、光学スタックともいう）を含む。V C S E L 1 0 6 及び光学スタックによって生成される不均一照明のパターンは、小型アクチュエータ、例えば、S M A ベースのアクチュエータに対応する作動機構 1 1 0 によってセンサ 1 0 8 の視野 2 0 0 の周囲にステアリングされ得る。光学スタックは、光のコリメーションのためのレンズ要素、光学場制御のための回折光学要素、及び歪を低減して性能を向上する追加のレンズ要素を含み得る。

【 0 0 5 1 】

図 9 (A) は、V C S E L 1 0 6 及び光学スタック 3 0 1 で構成されるサブモジュール 3 0 0 を小型アクチュエータ 1 1 0 がティルトする例を示す。V C S E L 1 0 6 及び光学スタック 3 0 1 は、相互に対して固定の位置及び向きを有する。サブモジュール 3 0 0 を光軸から離れる方向にティルトすることによって、光はステアリングされ得る。ある例では、サブモジュール 3 0 0 は、光軸から離れる両方向にティルト可能である。

10

【 0 0 5 2 】

図 9 (B) は、光をステアリングするレンズ 3 1 0 をシフトするのに小型アクチュエータ 1 1 0 が使用される例を示す。光学スタックは、コリメーションレンズ 3 1 1、及びある例では選択的な回折要素も含む。図示する例では、コリメーションレンズ 3 1 1 及びシフトレンズ 3 1 0 は、別個のものである。ただし、コリメーションレンズ及びシフトレンズは、図 10 の例（以下参照）の場合のように、同じレンズ要素であってもよい。光軸に垂直な方向へのシフトレンズ 3 1 0 の平行移動によって光のステアリングがもたらされる。

20

【 0 0 5 3 】

図 9 C は、光をステアリングするのにミラーシステム 3 2 0 が使用される例を示す。図 9 (A) 及び 9 (B) に示すように、光学スタックは、選択的なレンズ及び回折要素 3 2 1 を含み得る。本例では、2 つのミラー 3 2 0 のシステムは、光をステアリングするのに使用される。ミラーと光軸のなす角を変化させることによって、パターンは、センサ 1 0 8 の視野 2 0 0 を走査することができる。光は、2 つの長手方向軸を中心に回転可能な単一の作動ミラーによってステアリングされ得る。あるいは、2 つのミラーの各々が単一の軸を中心に回転可能であってもよく、2 つのミラーの軸は直交する。他の例では、装置 1 0 2 は単一のミラーを有し、V C S E L 1 0 6 は最終的概略方向に対して 9 0 度以下で光を出射し得る。

30

【 0 0 5 4 】

図 9 (D) は、光をステアリングするのにプリズム対 3 3 0 が使用される例を示す。ここでも、光学スタックは、選択的なコリメーションレンズ付き回折要素 3 3 1 を含み得る。光は、相互と比較して及び V C S E L 1 0 6 と比較して、プリズム 3 3 0 の相対配向を調整することによってステアリングされ得る。

【 0 0 5 5 】

図 10 は、V C S E L 1 0 6 のパターンを遠方界に投影するのにボールレンズ 4 0 0 が使用される他の例を示す。ボールレンズ 4 0 0 は、短い後方焦点距離を有するので、V C S E L 1 0 6 の表面の近くに適宜位置決めされる。0 . 5 m m ~ 2 m m の直径のボールレンズに対する後方焦点距離は、通常、0 . 3 m m 以下である。

40

【 0 0 5 6 】

パターンの位置は、光が通常出射される方向 D に垂直な方向にボールレンズ 4 0 0 を平行移動することによって制御可能である。短い後方焦点距離は、所与の平行移動に対して達成されるビームステアリングを増加させる。したがって、レンズ 4 0 0 の位置を制御するのに小型アクチュエータ 1 0 6 が容易に使用され得る。

【 0 0 5 7 】

ボールレンズ 3 0 0 は、光学ガラス、ガラス、プラスチック又は他の光学材料から構築されてもよく、V C S E L 1 0 6 の波長に具体的に同調された反射防止コーティングで被覆され得る。

50

【0058】

図10では、追加の光学構成要素（不図示）も、光学スタックに含まれ得る。例えば、より詳細なパターンを作成するのに回折光学要素が使用されてもよいし、遠方界におけるパターンの歪を低減するのに追加のレンズ要素が付加されてもよい。

【0059】

図11は、VCSEL106の付近に配置されたマイクロレンズアレイ450を有する例を示す。マイクロレンズアレイ450は、遠方界における照明のパターンを生成するのに使用される。マイクロレンズアレイ450は、複数のマイクロレンズ450aで構成される。各個々のVCSELキャビティ106a上にマイクロレンズ450aがある。マイクロレンズ450aは、好ましくは各キャビティ106aからの光をコリメートするように設計される。

10

【0060】

遠方界におけるパターンの位置は、光が通常出射される方向に垂直な方向にマイクロレンズアレイ450を平行移動することによって制御可能である。各マイクロレンズ450aは非常に短い焦点距離を有し得るので、ここでも比較的小さな変位で比較的大きなステアリング角が達成可能となる。

【0061】

あるいは、マイクロレンズアレイ450はVCSEL106に対する固定位置を有していてもよく、装置102における他の光学要素が光のパターンをステアリングするように平行移動されてもよい。マイクロレンズアレイ450は、作動される場合及び静止している場合の双方において、光学スタックに追加の光学構成要素とともに含まれてもよい。例えば、より詳細なパターンを作成するのに回折光学要素が使用されてもよいし、遠方界におけるパターンの歪を低減するのに追加のレンズ要素が付加されてもよい。

20

【0062】

マイクロレンズは、費用対効果の高い小型アレイを生産するようにウエハレベルで製造されてもよい。

【0063】

標準的なセンサ108は、62度以下×45度以下の視野を有し得る。ボールレンズ400を伴う図10に示す例は、シフト/ストロークの0.025度～0.07度/μmのステアリングを達成可能とし得る。マイクロレンズアレイ450を伴う図11に示す例は、同じステアリングに対して大幅に低いストロークしか必要とならないことになる。

30

【0064】

実施形態では、照明パターンは視野にわたって不均一となるように選択され得るので、これは特定の視野内の範囲及び解像度の選択的向上を与えることに役立ち得る。例えば、実施形態では、最初の視野の走査が、1以上の対象の被写体又は領域を識別するのに実行され得る。その後、照明は、対象の被写体/領域に集中され得る。図1に戻ると、装置102のToF撮像カメラ104は、視野内の1以上の対象の被写体/領域を識別する最初の視野の走査を実行するように構成され得る。あるいは、別個のカメラ112が使用されてもよい。例えば、装置102の一部又は別個の光学カメラ112が、視野内の1以上の対象の被写体/領域を識別する最初の視野の走査を実行するように構成され得る。ただし、最初の走査が実行されてから、作動機構が、主に視野内の識別された1以上の対象の被写体にわたって、出射された不均一照明を移動させてもよい。

40

【0065】

図2は、図1を参照して記載される装置又はシステムを用いてシーンの3D表現を生成するための例示のステップのフローチャートを示す。方法は、ステップS204において、装置のタイム・オブ・フライト（ToF）撮像カメラシステムを用いて、不均一照明をシーン/センサの視野に出射することによって開始する（ステップS204）。方法は、装置の作動機構を用いて、センサの視野に対してかつその少なくとも一部にわたって、出射された不均一照明を移動させるステップを備える（ステップS206）。センサ/検出器は反射光を受光し（ステップS208）、飛行時間（すなわち、光の出射と反射の受光

50

までに要する時間) が用いられて視野内の被写体の深度を特定する(ステップ S 2 1 0)。ステップ S 2 1 2 において、処理は、3 D 表現を生成するために全ての露光 / フレームが取得されたかを確認する。取得されていない場合、処理は、ステップ S 2 0 6 に戻る。取得された場合、露光 / フレームが合成されて 3 D 表現を生成する(ステップ S 2 1 4)。
【 0 0 6 6 】

選択的に、方法は、視野の最初の走査を実行し(ステップ S 2 0 0)、視野内の 1 以上の対象の被写体(又は領域)を識別すること(ステップ S 2 0 2)によって開始してもよい。この場合、不均一照明を移動するステップ(ステップ S 2 0 6)は、視野内の少なくとも識別された 1 以上の対象の被写体にわたって、出射された不均一照明を移動させるステップを含んでいてもよい。

10

【 0 0 6 7 】

実施形態では、出射された不均一照明が、視野内の対象の領域又は被写体及び受光 / 検出反射光の強度又は信号対ノイズ比の双方に基づいて移動され得る。例えば、非常に少量の光がセンサ / 検出器によって検出された場合、システムは、対象の被写体 / 領域が遠すぎることを判定することができるので、照明を新たな位置に移動することができる。同様に、反射光の強度が非常に高い場合には、照明が(視野の他の被写体 / 領域についての情報を撮影するように)比較的速く新たな位置に移動可能となる態様で、視野についての十分な情報が比較的速く収集され得る一方で、反射光の強度が低い場合、十分な情報が収集されて信頼性の高い 3 D 表現を生成することを可能とするように照明は適所により長く保持される必要があり得る。したがって、実施形態では、作動機構は、検知された反射光の強度及び / 又は信号対ノイズ比に応じて、出射された不均一照明を移動させ得る。

20

【 0 0 6 8 】

上述の実施形態の多数の他の変形例があり得ることが分かるはずである。

【 0 0 6 9 】

例えば、光学要素は、レンズ、プリズム、ミラー及び回折格子のいずれか 1 つであり得る。

【 0 0 7 0 】

作動機構は、ボイスコイルモータ(VCM)を含み得る。

【 0 0 7 1 】

作動機構は、レンズ、プリズム、ミラー、ドットプロジェクタ及び光源のいずれか 1 つを移動させることによって出射照明を移動させるように構成され得る。

30

【 0 0 7 2 】

装置は光源とシーンの間に配置された光学要素を備えていてもよく、作動機構は光学要素をスピン又は回転させるように構成され得る。

【 0 0 7 3 】

センサの視野への言及は、センサ及び任意の関連の光学要素の視野をいうこともある。なお、本発明には、以下の態様が含まれることを付記する。

〔態様 1〕

シーンの 3 次元表現を生成する際に使用する装置であって、

マルチピクセルセンサ及び光源を備え、前記センサの視野にわたって空間的に不均一な強度を有する照明を出射するように配置されたタイム・オブ・フライト(ToF)撮像カメラシステムと、

40

前記センサの前記視野の少なくとも一部にわたって前記照明を移動させることによって前記表現の生成を可能とするための作動機構と
を備える前記装置。

〔態様 2〕

前記空間的に不均一な強度は、ピーク出射強度が実質的に一定であり及び / 又は該ピーク出射強度が最大レベルの少なくとも 5 0 % である一組の領域に対応する、態様 1 に記載の装置。

〔態様 3〕

50

前記一組の領域が所与の瞬間に前記センサの前記視野の1%～50%をとともに覆い、選択的に、前記一組の領域が所与の瞬間に前記センサの前記視野の10%超で50%未満、40%未満、30%未満又は20%未満をとともに覆い、選択的に、前記一組の領域が所与の瞬間に前記センサの前記視野の20%超で50%未満、40%未満又は30%未満をとともに覆い、選択的に、前記一組の領域が所与の瞬間に前記センサの前記視野の30%超で50%未満又は40%未満をとともに覆い、選択的に、前記一組の領域が所与の瞬間に前記センサの前記視野の40%超で50%未満をとともに覆う、態様2に記載の装置。

〔態様4〕

前記作動機構は、前記照明を前記センサの前記視野の少なくとも一部にわたって走査パターンで移動させる、態様2又は3に記載の装置。

〔態様5〕

前記走査パターンは、前記照明を前記センサの前記視野の少なくとも一部にわたって1つの軸に沿って移動させることを含む、態様4に記載の装置。

〔態様6〕

前記走査パターンは、出射される前記照明を前記シーンの少なくとも一部にわたって2つの軸に沿って移動させることを備える、態様4に記載の装置。

〔態様7〕

前記走査パターンのサイクル中に前記移動によって前記領域が前記センサの前記視野の75%超、90%超又は実質的に全域を覆うように、前記一組の領域が配置された、態様5又は6に記載の装置。

〔態様8〕

前記走査パターンのサイクル中に前記移動が前記センサの前記視野の同じ部分を2回以上覆う領域を回避するように、前記一組の領域が配置された、態様5～7のいずれか一項に記載の装置。

〔態様9〕

前記移動は、前記不均一な強度における特定の点に、前記走査パターンのサイクル中に前記センサの前記視野の幅又は高さの50%未満、40%未満、30%未満、20%未満、10%未満又は5%未満だけ移動させる、態様5～8のいずれか一項に記載の装置。

〔態様10〕

前記一組の領域は前記センサの前記視野の少なくとも1つの方向において周期性を有し、前記移動は、前記不均一な強度における特定の点に、前記少なくとも1つの方向における前記周期性の略逆数だけ移動させる、態様5～9のいずれか一項に記載の装置。

〔態様11〕

出射された前記照明が、円形ビーム形状を有する光ビームであり、光の平行縞のパターンからなり、又は光のドット若しくは円のパターンからなる、態様1～10のいずれか一項に記載の装置。

〔態様12〕

前記表現を生成する所与の瞬間における前記一組の領域内の視野を有する、前記センサの画素のみからの情報を用いるように構成された、態様2～11のいずれか一項に記載の装置。

〔態様13〕

前記出射された照明は、前記一組の領域の全体にわたって実質的に同じ時間変動を有する、態様2～12のいずれか一項に記載の装置。

〔態様14〕

前記出射された照明は、高頻度で変動され、比較的低頻度で反復的に前記視野にわたって移動される、態様13に記載の装置。

〔態様15〕

前記作動機構は、前記出射された照明を前記シーンにおける独立した位置に移動させる、態様1～14のいずれか一項に記載の装置。

〔態様16〕

10

20

30

40

50

前記作動機構は、前記出射された照明を前記シーンの少なくとも一部にわたって連続的に移動させる、態様 1 ~ 15 のいずれか一項に記載の装置。

〔態様 17〕

前記作動機構は、少なくとも 1 つの形状記憶合金 (SMA) アクチュエータワイヤを備える、態様 1 ~ 16 のいずれか一項に記載の装置。

〔態様 18〕

前記光源は、アレイ状に配置された複数のレーザを備える、態様 1 ~ 17 のいずれか一項に記載の装置。

〔態様 19〕

前記複数のレーザが、垂直共振器面発光レーザ (VCSEL) アレイに対応する、態様 18 に記載の装置。

〔態様 20〕

前記複数のレーザからの照明を前記センサの前記視野の割合に対応する単一のビームに合焦させる合焦レンズを備える態様 18 又は 19 に記載の装置。

〔態様 21〕

複数のマイクロレンズであって、各マイクロレンズは前記複数のレーザの 1 つからの照明を複数のビームの 1 つに合焦させるように構成され、前記複数のビームの各々が前記センサの前記視野の割合に対応する、複数のマイクロレンズを備える態様 18 又は 19 に記載の装置。

〔態様 22〕

前記ビーム又は前記複数のビームの各々を更なる複数のビームに分割するように構成された光学要素を備える態様 20 又は 21 に記載の装置。

〔態様 23〕

態様 20 に従属する場合に、前記更なる複数のビームが扇パターンに対応する、態様 22 に記載の装置。

〔態様 24〕

前記作動機構は、前記複数のレーザ及び 1 以上の更なる光学要素を備えるサブモジュールを少なくとも 1 つの軸に関してティルトさせるように構成された、態様 18 ~ 23 のいずれか一項に記載の装置。

〔態様 25〕

前記作動機構は、前記照明を前記センサの前記視野の前記少なくとも一部にわたって移動させるために、レーザの前記アレイに少なくとも実質的に平行な平面内で 1 以上の直交方向に移動可能な少なくとも 1 つのレンズを備える、態様 18 ~ 23 のいずれか一項に記載の装置。

〔態様 26〕

前記少なくとも 1 つのレンズは、ボールレンズに対応する、態様 25 に記載の装置。

〔態様 27〕

態様 21 に従属する場合に、前記少なくとも 1 つのレンズは、前記複数のマイクロレンズに対応する、態様 25 に記載の装置。

〔態様 28〕

前記少なくとも 1 つのレンズの移動の 0.025 度 / μm 超の角度だけ前記照明の方向を変化させるように構成された、態様 25 ~ 27 のいずれか一項に記載の装置。

〔態様 29〕

前記作動機構は、前記出射された照明をステアリングするために少なくとも 1 つのティルト用ミラーを備える、態様 18 ~ 23 のいずれか一項に記載の装置。

〔態様 30〕

前記作動機構は、前記出射された照明をステアリングするために少なくとも一対の回転可能プリズムを備える、態様 18 ~ 23 のいずれか一項に記載の装置。

〔態様 31〕

前記作動機構は、前記照明をステアリングするための適応ビームステアリング機構を備

10

20

30

40

50

える、態様 1 ~ 3 0 のいずれか一項に記載の装置。

〔態様 3 2〕

前記 T o F 撮像カメラシステム又は光学カメラが、前記シーンの最初の走査を実行して前記シーン内の 1 以上の対象の被写体を識別するように構成された、態様 1 ~ 3 1 のいずれか一項に記載の装置。

〔態様 3 3〕

シーンの 3 次元表現を生成する際に使用する方法であって、
タイム・オブ・フライト (T o F) 撮像カメラシステムを用いて、反射光を受光するのに用いられるセンサの視野にわたって空間的に不均一な強度を有する照明を出射するステップと、

作動機構を用いて、前記センサの前記視野の少なくとも一部にわたって前記照明を移動させることによって前記表現の生成を可能とするステップとを備える方法。

〔態様 3 4〕

態様 3 3 に記載の方法を実施するプロセッサ制御コードを保持する非一時的データキャリア。

【図面】

【図 1】

【図 2】

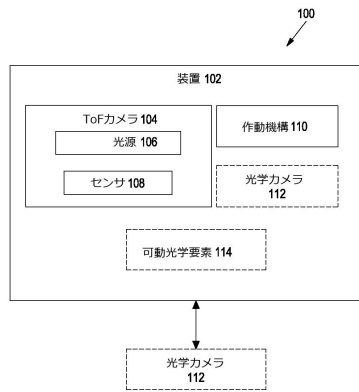


図 1

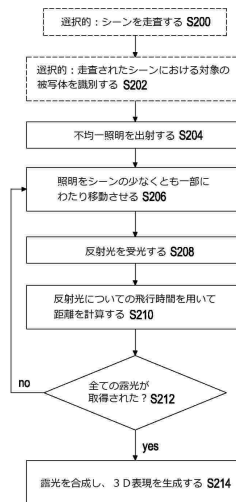


図 2

10

20

30

40

50

【 図 3 】

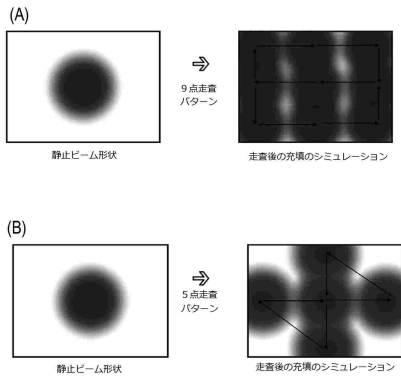


図 3

【 図 4 】

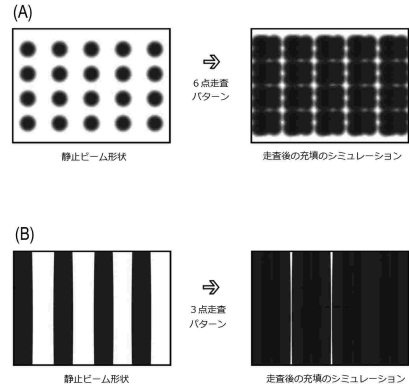


図 4

10

20

【 図 5 】

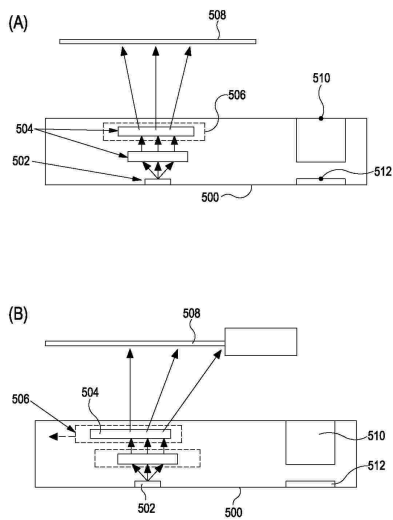


図 5

【 図 6 】

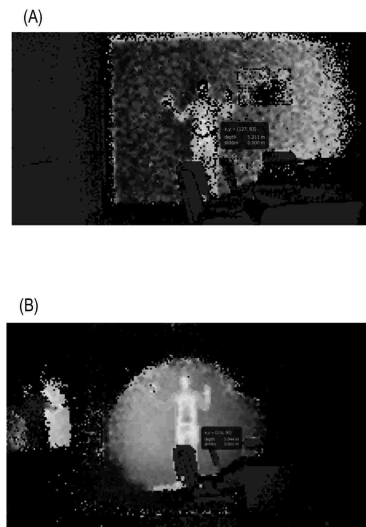


図 6

30

40

50

【 図 7 】

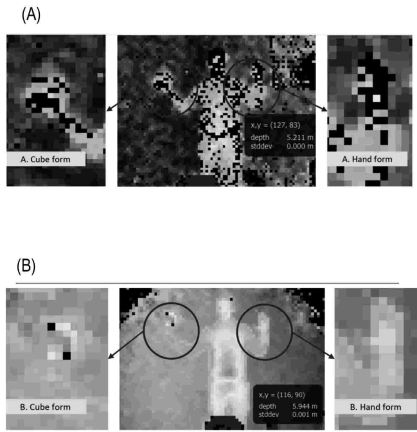


図 7

【 図 8 】

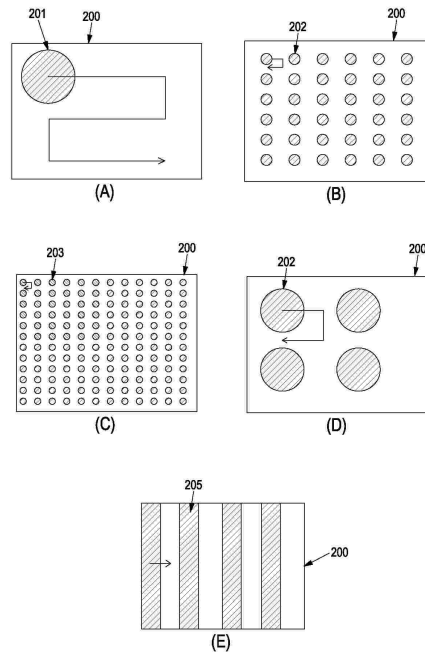


図 8

【 図 9 】

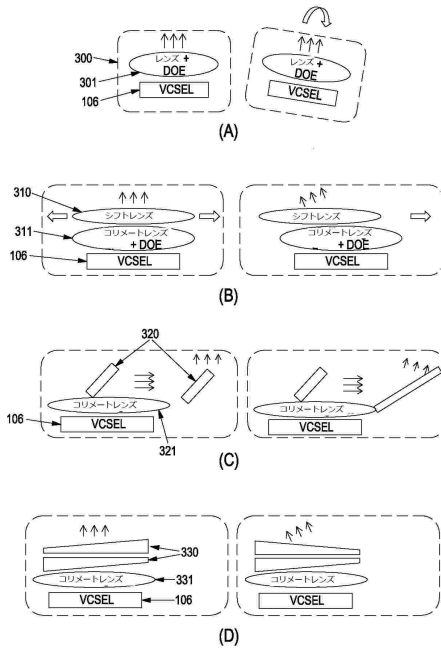


図 9

【 図 10 】

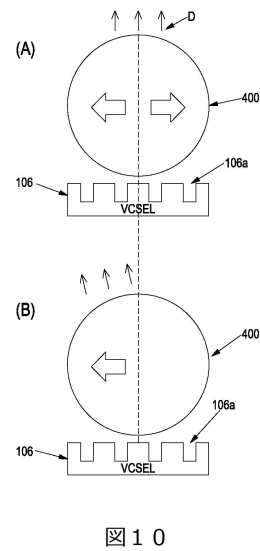


図 10

10

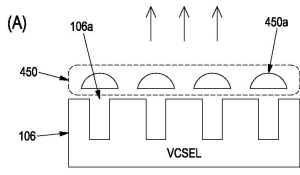
20

30

40

50

【 図 1 1 】



10

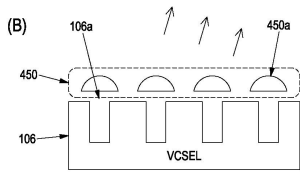


図 1 1

20

30

40

50

フロントページの続き

(33)優先権主張国・地域又は機関

英国(GB)

(31)優先権主張番号 1909605.6

(32)優先日 令和1年7月3日(2019.7.3)

(33)優先権主張国・地域又は機関

英国(GB)

イギリス国 シービー4 1ワイジー ケンブリッジシャー, ケンブリッジ, ミルトン ロード, ザ
ウエストブルック センター, ビルディング 6, ケンブリッジ メカトロニクス リミテッド

(72)発明者 カー, ヨシュア

イギリス国 シービー4 1ワイジー ケンブリッジシャー, ケンブリッジ, ミルトン ロード, ザ
ウエストブルック センター, ビルディング 6, ケンブリッジ メカトロニクス リミテッド

審査官 高 橋 真之

(56)参考文献 米国特許出願公開第2016/0182788(US, A1)

特開2015-207982(JP, A)

特開2017-195569(JP, A)

特開2009-148369(JP, A)

国際公開第2011/065296(WO, A1)

特許第6253857(JP, B1)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

G06T 1/00

G01S 17/894

G01S 7/481