

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6637068号
(P6637068)

(45) 発行日 令和2年1月29日(2020.1.29)

(24) 登録日 令和1年12月27日(2019.12.27)

(51) Int. Cl. F I
 GO 1 S 17/88 (2006.01) GO 1 S 17/88
 GO 1 S 7/481 (2006.01) GO 1 S 7/481 A

請求項の数 14 (全 17 頁)

| | | | |
|--------------------|-------------------------------|-----------|---|
| (21) 出願番号 | 特願2017-550736 (P2017-550736) | (73) 特許権者 | 506329306 |
| (86) (22) 出願日 | 平成28年3月30日 (2016. 3. 30) | | アマゾン テクノロジーズ インコーポレ イテッド |
| (65) 公表番号 | 特表2018-513365 (P2018-513365A) | | アメリカ合衆国 98108-1226 |
| (43) 公表日 | 平成30年5月24日 (2018. 5. 24) | | ワシントン州 シアトル ビーオー ボッ クス 81226 |
| (86) 国際出願番号 | PCT/US2016/024971 | (74) 代理人 | 110001243 |
| (87) 国際公開番号 | W02016/160961 | | 特許業務法人 谷・阿部特許事務所 |
| (87) 国際公開日 | 平成28年10月6日 (2016. 10. 6) | (72) 発明者 | ジョン ルイス リンズコグ |
| 審査請求日 | 平成29年9月27日 (2017. 9. 27) | | アメリカ合衆国 98109 ワシントン 州 シアトル テリー アベニュー ノー ス 410 |
| (31) 優先権主張番号 | 62/141, 179 | | |
| (32) 優先日 | 平成27年3月31日 (2015. 3. 31) | | |
| (33) 優先権主張国・地域又は機関 | 米国 (US) | | |
| (31) 優先権主張番号 | 14/741, 347 | | |
| (32) 優先日 | 平成27年6月16日 (2015. 6. 16) | | |
| (33) 優先権主張国・地域又は機関 | 米国 (US) | | |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 モジュール式 L I D A R システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

取付基部と、

前記取付基部に回転可能に連結されたスイベルハウジングであって、前記スイベルハウジングが、前記取付基部によって規定される平面に垂直な第 1 の軸を中心に回転するように構成された、前記スイベルハウジングと、

前記スイベルハウジングに連結された L I D A R コンポーネントであって、前記 L I D A R コンポーネントが、前記第 1 の軸に沿った第 1 の方向と、前記第 1 の軸に対して角度オフセットされた第 2 の軸に沿った第 2 の方向との間の異なる方向で、前記スイベルハウジングから外側に向けられ、各 L I D A R コンポーネントが、少なくとも 1 つのレーザ発光器、及び少なくとも 1 つのレーザ検出器を含む、前記 L I D A R コンポーネントと、を備え、

水平視野についての前記スイベルハウジングの 1 回転により、少なくとも 180 度の垂直視野において物体の距離測定を行うためのデータを捕捉し、

前記第 1 の方向及び前記第 2 の方向が、前記第 1 の軸に平行な平面の異なる側に前記 L I D A R コンポーネントを配置するように角度オフセットされており、前記データの分解能を増加させる前記垂直視野の重複走査を生じる当該配置を使用して、前記物体の前記距離測定を行う、

装置。

【請求項 2】

前記スイベルハウジングが、モジュール式 L I D A R システムを作成する前記 L I D A R コンポーネントの個々の前記 L I D A R コンポーネントを受け入れるスロットを含むシャーシである、請求項 1 に記載の装置。

【請求項 3】

前記異なる方向のうちの隣接する方向間の角度が揃っていない、請求項 1 または 2 のいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 4】

前記第 1 の方向に沿って前記取付基部から離れる方向に向けられた L I D A R コンポーネントをさらに備える、請求項 1、2、または 3 のいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 5】

無人航空機 (U A V) をさらに備え、前記取付基部が、前記 U A V の下側に連結されて、前記 U A V が飛行中に概して前記 U A V の下にある物体の距離測定を可能にする、請求項 1、2、3、または 4 のいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 6】

前記第 1 の方向及び前記第 2 の方向が、90 度より小さい角度だけオフセットされる、請求項 1、2、3、4、または 5 のいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 7】

前記 L I D A R コンポーネントが、前記第 1 の軸及び前記第 2 の軸の両方とは交差しない平面において前記 L I D A R コンポーネントの少なくともいくつかをオフセットさせる非平面配列で前記スイベルハウジングに連結されている、請求項 1、2、3、4、5、または 6 のいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 8】

前記スイベルハウジングを前記取付基部に対して回転させるモータをさらに備える、請求項 1、2、3、4、5、6、または 7 のいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 9】

前記第 1 の軸を中心に回転されるときに前記スイベルハウジングの釣り合いをとる、カウンタウエイトをさらに備える、請求項 1、2、3、4、5、6、7、または 8 のいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 10】

気象を含む外来物から前記スイベルハウジングを保護するように前記スイベルハウジングを覆うドームをさらに備える、請求項 1、2、3、4、5、6、7、8、または 9 のいずれか 1 項に記載の装置。

【請求項 11】

前記ドームが前記スイベルハウジングと共に回転する、請求項 10 に記載の装置。

【請求項 12】

複数の L I D A R コンポーネントを支持するシャーシであって、前記シャーシが各 L I D A R コンポーネントを異なる方向に方向付ける前記シャーシと、

前記複数の L I D A R コンポーネントであって、

フレーム、

前記フレームに連結された少なくとも 1 つのレーザー発光器、

前記フレームに連結されて前記少なくとも 1 つのレーザー発光器と同一方向に向けられた少なくとも 1 つのレーザー検出器、

組込みロジックと、前記少なくとも 1 つのレーザー発光器及び前記少なくとも 1 つのレーザー検出器に対してやり取りする信号を捕捉及び伝送する配線とを含む回路基板、及び、

前記回路基板に連結されたプラグであって、前記プラグが前記シャーシに連結して L I D A R コントローラに前記信号を伝達するように構成されたインタフェースを含む前記プラグを含む、前記複数の L I D A R コンポーネントと、を備え、

前記シャーシが、前記複数の L I D A R コンポーネントを、第 1 の軸に沿った第 1 の方向と、前記第 1 の軸に対して角度オフセットされた第 2 の軸に沿った第 2 の方向との間の異なる方向で前記シャーシから外側に向け、水平視野についての前記シャーシの 1 回転に

10

20

30

40

50

より、実質的に180度の垂直視野において物体の距離測定を行うための前記信号を捕捉し、

前記第1の方向及び前記第2の方向が、前記第1の軸に平行な平面の異なる側に前記複数のLIDARコンポーネントを配置するように角度オフセットされており、前記信号の分解能を増加させる前記垂直視野の重複走査を生じる当該配置を使用して、前記物体の前記距離測定を行う、

LIDARシステム。

【請求項13】

前記シャーシが、前記複数のLIDARコンポーネントを、90度から180度の間にわたるように分離した異なる方向に方向付ける、請求項12に記載のLIDARシステム

10

【請求項14】

前記異なる方向のうちの隣接する方向間の少なくともいくつかの角度が不均一であるように、シャーシが、前記複数のLIDARコンポーネントを方向付ける、請求項12または13に記載のLIDARシステム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

関連出願の相互参照

本出願は、2015年3月31日に出願した「Modular LIDAR System」と題する米国仮出願第62/141,179号、及び2015年6月16日に出願した「Modular LIDAR System」と題する米国出願第14/741,347号の優先権に基づき、かつ優先権を主張する。両出願の内容は、参照により本明細書に組み込まれる。

20

【背景技術】

【0002】

光検出及び測距（「LIDAR」）システムは、レーザによって生成される光の飛行時間を用いて、物体からの距離を測定するために使用される。LIDARシステムは、固定位置において、または移動する物体上において、それらの物体、及び/または周囲の領域についてのデータを捕捉するために使用されてもよい。LIDARの一使用例が、地理的地形図を作成することである。地形図作成を行うために、LIDARシステムは、固定された位置で地上に向けられ、地図作成が望まれる地上の領域上に放たれてもよい。この手法では、LIDARシステムの地図作成は、地形上の全体にわたって細かく調査することに類似し得る。この例、及びほとんどの典型的な構成では、LIDARシステムは、単一方向で距離データを捕捉するために使用される。

30

【発明の概要】

【0003】

詳細な説明は、添付図面を参照して記載される。図面では、参照番号の最上位桁（複数可）は、参照番号が最初に現れる図面を特定する。異なる図面中の同一の参照番号は、類似または同一の項目を指す。

40

【図面の簡単な説明】

【0004】

【図1】例示的なモジュール式LIDARシステムを含む無人航空機（UAV）の下側等角図である。

【図2】それぞれがレーザ発光器及びレーザ検出器を有する、単一スタック構成をなす複数のLIDARコンポーネントを含む、例示的なモジュール式LIDARシステムの等角図である。

【図3】LIDARコンポーネント間に不揃いの間隔を有する別の例示的なモジュール式LIDARシステムの等角図である。

【図4A】最大90度にわたるスタック構成で配列されるLIDARコンポーネントを用

50

いる、例示的なモジュール式 L I D A R システムの側面図である。

【図 4 B】単一スタック構成で構成される L I D A R コンポーネントの使用と比較して、物体を走査する際により良好な分解能粒度をもたらすように、少なくとも 2 つの異なるスタック構成で配列される L I D A R コンポーネントを用いる、さらに別の例示的なモジュール式 L I D A R システムの側面図である。

【図 4 C】少なくとも 2 つの異なるスタック構成で配列され、90 度から 180 度の間にわたる L I D A R コンポーネントを用いる、別の例示的なモジュール式 L I D A R システムの側面図である。

【図 4 D】水平面より上に向けられた少なくともいくつかの L I D A R コンポーネントを有するスタック構成で配列される L I D A R コンポーネントを用いる、さらに別の例示的なモジュール式 L I D A R システムの側面図である。

【図 4 E】様々なスタック構成で配列される L I D A R コンポーネントを用いる、さらに別の例示的なモジュール式 L I D A R システムの平面図である。

【図 5】フレーム内に構成されるレーザ発光器及びレーザ検出器を含む、例示的な L I D A R コンポーネントの等角図である。

【図 6】U A V の例示的な制御システムのブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0005】

本開示は、複数の L I D A R コンポーネントから形成されるモジュール式 L I D A R システムを対象とする。各 L I D A R コンポーネントは、フレーム内に構成されるレーザ発光器及びレーザ検出器を含んでもよい。複数の L I D A R コンポーネントは、回転可能なスイベルハウジング上に配列されてもよく、スイベルハウジングは、シャーシであってもよい。回転可能なハウジングは、取付基部によって規定される平面に垂直な第 1 の軸を中心に回転してもよい。複数の L I D A R コンポーネントは、第 1 の軸に沿った第 1 の方向と、第 1 の軸に対して垂直な第 2 の軸に沿った第 2 の方向との間の異なる方向で、スイベルハウジングから外側に向けられてもよい。方向は、分離して最大 90 度に及んでもよい。回転可能なハウジングが、基部に対して垂直な第 1 の軸を中心に完全に回転されるときに、複数の L I D A R コンポーネントが、第 1 の軸を中心に 360 度の第 1 の視野を走査してもよく、第 2 の軸を中心に実質的に 180 度の第 2 の視野を走査してもよい。

【0006】

いくつかの実施形態では、モジュール式 L I D A R システムは、無人航空機 (U A V) などの航空機の下側に取り付けられ、または連結されてもよく、(地上に向かって)航空機の外側かつ下側のほとんどまたは全ての方向に、物体の距離を測定するために使用される。同一のシーンまたは同一の物体のサンプルが、毎秒 100 サンプルを超えるレートで取得されるように、モジュール式 L I D A R システムは、高速で回転してもよい。L I D A R コンポーネントは、モジュール式 L I D A R アレイから 100 メートル以内に位置する物体の分解能の忠実性をもたらすように配列されてもよく、それは、航空機が、物体付近で着陸または航行するときに、物体及びそれらの物体からの距離を検出し、及び/または物体を認識することを可能にし得る。

【0007】

本明細書で説明する技術及びシステムは、いくつかの方法で実施されてもよい。実施態様の例は、下記の図面を参照して以下で提供される。

【0008】

図 1 は、例示的なモジュール式 L I D A R システム 102 を含む例示的な無人航空機 (U A V) 100 の下側等角図である。U A V 100 は、実際上は任意の種類 of 航空機として実施されてもよい。いくつかの実施形態では、U A V 100 は、クアッドコプタ、オクトコプタ、または他のマルチロータ航空機などの、マルチロータ垂直離着陸機であってもよい。様々な実施形態では、U A V 100 は、U A V の前進飛行中に少なくともいくつかの上揚力をもたらす、少なくとも 1 つの固定翼を含んでもよい。U A V が、揚力をもたらす少なくとも 1 つの翼を含むとき、U A V 100 は、ロータ/プロペラを上昇構成から前

10

20

30

40

50

方推進構成に変えるなどによって、動作中にロータ飛行から固定翼飛行へ移行するように構成されてもよい。

【0009】

UAV100は、モジュール式LIDARシステム102を含んでもよく、モジュール式LIDARシステム102は、物体とUAVとの間の距離、大地（地上）とUAVとの間の距離、及び/またはその他の距離を測定するために使用されるデータを収集してもよい。モジュール式LIDARシステム102は、障害物の中でもとりわけ、建物、送電線、及び他の航空機を含む密集した環境を通して着陸及び飛行する間に、UAV100が障害物をうまく回避することを可能にする分解能粒度をデータに与えてもよい。モジュール式LIDARシステム102は、UAV100の下側に連結されてもよく、（例えば、想定される着陸装置からなる障害物などを除いて）障害のない、または少なくとも大部分が障害のない大地の視界を有してもよい。

10

【0010】

動作中に、モジュール式LIDARシステム102は、取付基部106によって規定される平面に垂直な第1の軸104を中心に回転してもよい。回転は、基部、回転可能なスイベルハウジング、または（例えば、UAVに配置された）別の物体に配置されたモータによって引き起こされてもよい。したがって、モジュール式LIDARシステム102は、水平に360度の視野を有してもよい。モジュール式LIDARシステム102は、回転可能なスイベルハウジング108上に配列されるLIDARコンポーネントを含んでもよい。複数のLIDARコンポーネントは、第1の軸104に沿った第1の方向110と、第1の軸104に垂直な第2の軸114に沿った第2の方向112との間の異なる方向で、スイベルハウジングから外側に向けられてもよい。方向110と112とは、最大90度分離してもよい。回転可能なスイベルハウジングが、第1の軸104を中心に完全に回転されるとき、複数のLIDARコンポーネントは、第1の軸104を中心に360度の第1の視野を走査してもよく、第2の軸114を中心に実質的に180度の第2の視野を走査してもよい。

20

【0011】

モジュール式LIDARシステム102は、LIDARコンポーネント及び回転可能なスイベルハウジング108を環境から保護するドーム116を含んでもよい。いくつかの実施形態では、ドーム116は、回転可能なスイベルハウジング108と共に回転してもよい。様々な実施形態では、ドーム116が静止したままである間、回転可能なスイベルハウジング108は、ドーム116の内側で回転してもよい。スイベルハウジングの回転が、最小限の振動を引き起こすか、または全く振動を引き起こさないように、回転可能なスイベルハウジング108はカウンタウエイトを含んでもよい。

30

【0012】

図2は、それぞれがレーザ発光器及びレーザ検出器を有する、単一スタック構成をなす複数のLIDARコンポーネント202を含む、例示的なモジュール式LIDARシステム102の等角図である。上述したように、モジュール式LIDARシステム102は、取付基部106によって規定される平面に垂直な第1の軸104を中心に回転してもよい。したがって、モジュール式LIDARシステム102は、水平に360°の第1の視野204を有してもよい。モジュール式LIDARシステム102は、回転可能なスイベルハウジング108上に配列されるLIDARコンポーネント202を含んでもよく、回転可能なスイベルハウジング108が、スイベルプラットフォーム216上で旋回してもよい。スイベルプラットフォーム216は、第1の軸104を中心とする回転可能なスイベルハウジング108の回転を可能にする、ベアリング、モータ、（モータからの駆動軸を受ける）駆動軸カプラ、及び/または他のデバイスを含んでもよい。いくつかの実施形態では、スイベルプラットフォーム216は、取付基部106の一部であってもよい。複数のLIDARコンポーネント202は、第1の軸104に沿った第1の方向110と、第1の軸104に垂直な第2の軸114に沿った第2の方向112との間の異なる方向で、スイベルハウジングから外側に向けられてもよい。当該複数の方向は最大 度に及ぶよう

40

50

に分離し、それは、最大90度であってもよく、最大120度であってもよく、最大90度と120度との間のどこかであってもよい。回転可能なスイベルハウジング108がスイベルプラットフォーム216を介して第1の軸104を中心に完全に回転される時、複数のLIDARコンポーネント202は、第1の軸104を中心に360°の第1の視野204を走査してもよく、第2の軸114を中心に実質的に180°(°+°=180°)の第2の視野206を走査してもよい。一方、実際の第2の視野206は、設計上の理由で、かつ各LIDARセンサの視野を最大化するために、180°よりわずかに小さくてもよい。いくつかの実施形態では、当該複数の方向は、90度超に及ぶように分離してもよい。例えば、当該複数の方向は120度の範囲を有してもよい。そのような実施形態では、LIDARコンポーネントは、(モジュール式LIDARシステムが、UAVの下側に連結される時、)地上へとほぼ直下に向かう領域など、走査される領域のいくつかの部分において重複する適用範囲を有してもよい。いくつかの実施形態では、視野は、180°を超えて拡張されてもよいが、走査される領域のいくらかが、UAVの下側及び/または取付基部によって妨げられないように、モジュール式LIDARシステム102は、ブーム上に取り付けられてもよい。

【0013】

モジュール式LIDARシステム102は、LIDARコンポーネント202及び回転可能なスイベルハウジング108を環境から保護するドーム116を含んでもよい。例えば、ドーム116は、LIDARコンポーネントを、土、水、及び気象などの外来物から保護してもよい。いくつかの実施形態では、ドーム116は、回転可能なスイベルハウジング108と共に回転してもよい。ドームの回転は、ドーム116のない回転可能なスイベルハウジングなどの平面状の表面の回転と比較して、回転によって引き起こされる気流の乱れを減少させ得る。一方、様々な実施形態では、ドーム116が静止したままで、回転可能なスイベルハウジング108がドーム116の内側で回転してもよい。少なくともいくつかの実施形態では、ドームは、モジュール式LIDARシステム102に含まれなくともよい。

【0014】

回転可能なスイベルハウジング108は、カウンタウエイト208を含んでもよい。カウンタウエイト208は、回転可能なスイベルハウジング108と同一の、またはほぼ同一の重量を有してもよい。カウンタウエイト208は、第1の軸104に対して、回転可能なスイベルハウジング108の重心と同じ位置及び反対の位置にある重心を有してもよい。したがって、カウンタウエイト208は、第1の軸104を中心とする回転中に、回転可能なスイベルハウジング208の均衡を保ち、回転によって生じる振動を減少させ得る。カウンタウエイト208は、マルチサイドモジュール式LIDARシステムを含む、図4Bに示される設計などのいくつかの設計において、実施されなくともよく、または最小化されてもよい。

【0015】

LIDARコンポーネント202は、レーザ発光器210及びレーザ検出器212を含んでもよい。LIDARコンポーネント202は、図5を参照してさらに詳細に説明される。LIDARコンポーネント202は、図2に示されるように共にスタック化されてもよく、第1の方向110及び第2の方向112に沿った、及び/または第1の方向110及び第2の方向112の間の、異なる方向に向けられてもよい。LIDARコンポーネント214は、アクセル内に含まれてもよく、第1の方向110に沿って向けられてもよい。

【0016】

LIDARコンポーネント202を使用してデータをサンプリングする際に、データは逐次受信されてもよく、したがって各LIDARコンポーネントは異なる時間にデータを送信してもよい。一方、いくつかの実施形態では、複数のLIDARコンポーネントは、同時に、または重複する期間中にデータを送信してもよい。LIDARコントローラは、周波数、範囲、及び/または他の情報などの、信号の特性に基づいて信号を区別してもよ

10

20

30

40

50

い。したがって、いくつかの実施形態では、L I D A Rコントローラは、並行して信号を処理し、それにより複数の信号を同時に処理してもよい。

【 0 0 1 7 】

図 3 は、L I D A Rコンポーネント 3 0 2 間に不揃いの間隔を有する別の例示的なモジュール式 L I D A Rシステム 3 0 0 の等角図である。第 1 の L I D A Rコンポーネント 3 0 4 は、隣接する L I D A Rコンポーネントの方向との間に第 1 の角度 3 0 8 を有する第 1 の方向 3 0 6 に向けられてもよい。第 2 の L I D A Rコンポーネント 3 1 0 は、隣接する L I D A Rコンポーネントの方向との間に第 2 の角度 3 1 4 を有する第 2 の方向 3 1 2 に向けられてもよい。第 3 の L I D A Rコンポーネント 3 1 6 は、隣接する L I D A Rコンポーネントの方向との間に第 3 の角度 3 2 0 を有する第 3 の方向 3 1 8 に向けられてもよい。いくつかの実施形態では、第 1 の角度 3 0 8、第 2 の角度 3 1 4、及び第 3 の角度 3 2 0 は、異なる角度であってもよい。例えば、第 1 の角度 3 0 8 は第 2 の角度 3 1 4 より小さくてもよく、第 2 の角度 3 1 4 は第 3 の角度 3 2 0 より小さくてもよい。したがって、L I D A Rコンポーネントの方向は、図 1 に示されるように U A V の下に方向付けられるものとして、水平面に近いと間隔が広がる設定を含んでもよい。

10

【 0 0 1 8 】

図 4 A は、最大 9 0 度にわたるスタック構成で配列される L I D A Rコンポーネントを用いる、例示的なモジュール式 L I D A Rシステム 4 0 0 の側面図である。モジュール式 L I D A Rシステム 4 0 0 は、図 2 に示すものに類似の構成を示している。モジュール式 L I D A Rシステム 4 0 0 は、上述したように、スイベルプラットフォーム 2 1 6、カウンタウエイト 2 0 8、及びドーム 1 1 6 を含んでもよい。

20

【 0 0 1 9 】

図 4 A に示すように、回転可能なスイベルハウジング 4 0 4 の第 1 の部分上にある L I D A Rコンポーネント 4 0 2 の第 1 のスタックは、基準線 4 0 6 (説明のために破線で示され、回転可能なスイベルハウジング 4 0 4 の第 1 の部分を 1 1 . 2 5 ° の弧に均等に分割する) と交差する。空間的制約に応じて、より多くの、またはより少ないスタックもまた、モジュール式 L I D A Rシステム 4 0 0 において実施されてもよい。モジュール式 L I D A Rシステム 4 0 0 の変形は、上述し、図 3 に示したように、基準線に対して均等な間隔ではない L I D A Rコンポーネント 4 0 2 を含んでもよい。したがって、L I D A Rコンポーネント 4 0 2 間の距離、または L I D A Rコンポーネント 4 0 2 のそれぞれの方向間の角度は、(図 2 に示すように) 揃っていてもよく、または(図 3 に示すように) 揃っていなくてもよい。

30

【 0 0 2 0 】

図 4 B は、単一スタック構成で構成される L I D A Rコンポーネント(例えば、図 2 に示すような)の使用と比較して、第 1 の軸 1 0 4 を中心とする回転中に物体を走査する際に、より細かい分解能粒度を与えるように、少なくとも 2 つの異なるスタック構成で配列される L I D A Rコンポーネントを用いる、さらに別の例示的なモジュール式 L I D A Rシステム 4 0 8 の側面図である。図 4 B に示すように、回転可能なスイベルハウジング 4 0 4 の第 1 の部分上にある L I D A Rコンポーネント 4 0 2 の第 1 のスタックは、基準線 4 0 6 (説明のために破線で示され、回転可能なスイベルハウジング 4 0 4 の第 1 の部分を 1 1 . 2 5 ° の弧に均等に分割する) と交差する。回転可能なスイベルハウジング 4 1 2 の第 2 の部分上にある L I D A Rコンポーネント 4 1 0 の第 2 のスタックは、基準線 4 0 6 (説明のために破線で示され、回転可能なスイベルハウジング 4 1 2 の第 2 の部分を 1 1 . 2 5 ° の弧に均等に分割する) 間にある。空間的制約に応じて、追加のスタックもまた、モジュール式 L I D A Rシステム 4 0 8 において実施されてもよい。空間的制約が、単一スタックを制限された数の L I D A Rコンポーネントに制約することがあり、したがって、それらの L I D A Rコンポーネントの方向間の角度を規定するため、各スタック上の L I D A Rコンポーネントをオフセットさせることによって、共に動作する L I D A Rコンポーネントは、単一スタックの L I D A Rコンポーネントを用いるときに可能であるよりも細かい分解能粒度で、モジュール式 L I D A Rシステム 4 0 8 が物体を走査する

40

50

ことを可能にし得る。

【 0 0 2 1 】

モジュール式 L I D A R システム 4 0 8 は、第 1 の軸 1 0 4 を中心とするモジュール式 L I D A R システム 4 0 8 の回転を促進するスイベルプラットフォーム 2 1 6 を含んでもよい。いくつかの実施形態では、モジュール式 L I D A R システム 4 0 8 は、ドーム 1 1 6 を含んでもよい。一方、モジュール式 L I D A R システム 4 0 8 は実質的に対称であるため、ドーム 1 1 6 は、省略されてもよく、またはモジュール式 L I D A R システム 4 0 8 とともに回転してもよい。

【 0 0 2 2 】

図 4 C は、少なくとも 2 つの異なるスタック構成で配列され、90 度から 180 度の間にわたる L I D A R コンポーネントを用いる、別の例示的なモジュール式 L I D A R システム 4 1 4 の側面図である。図 4 C に示すように、回転可能なスイベルハウジング 4 0 4 の第 1 の部分は、図 4 A に示すものに類似してもよい。モジュール式 L I D A R システム 4 1 4 は、回転可能なスイベルハウジング 4 1 2 の第 2 の部分の、統合化された、またはより小さいバージョンを含んでもよく、それは、0 度から 90 度の間にわたってもよい。したがって、モジュール式 L I D A R システム 4 1 4 全体の範囲は、90 度から 180 度の間にわたってもよい。例示のために、モジュール式 L I D A R システム 4 1 4 は、約 120 度にわたるものとして図 4 C に示されている。上述したように、空間的制約が、単一スタックを制限された数の L I D A R コンポーネントに制約することがあり、したがって、それらの L I D A R コンポーネントの方向間の角度を規定するため、各スタック上の L I D A R コンポーネントをオフセットさせることによって、共に動作する L I D A R コンポーネントは、単一スタックの L I D A R コンポーネントを用いるときに可能であり得る分解能粒度よりも細かい分解能粒度で、モジュール式 L I D A R システム 4 0 8 が物体を走査することを可能にし得る。図 4 C に示す構成では、L I D A R コンポーネントは、モジュール式 L I D A R システム 4 1 4 が、U A V の下側に連結されるときのように、地上へとほぼ直下に向かう領域など、走査される領域のいくつかの部分において重複する適用範囲を有してもよい。

【 0 0 2 3 】

図 4 D は、水平面より上に向けられた少なくともいくつかの L I D A R コンポーネントを有するスタック構成で配列される L I D A R コンポーネントを用いる、さらに別の例示的なモジュール式 L I D A R システム 4 1 6 の側面図である。L I D A R システム 4 1 6 は、L I D A R システム 4 0 0 に類似しているが、図 4 D に示すように、水平面より上に向けられる L I D A R コンポーネント 4 2 0 を収容する、回転可能なスイベルハウジング 4 0 4 の追加のハウジング拡張 4 1 8 を含む。L I D A R システム 4 1 6 は、回転可能なスイベルハウジング 4 0 4 とスイベルプラットフォーム 2 1 6 との間のオフセット距離を作り出すブーム 4 2 2 を含んでもよい。オフセット距離は、取付基部 1 0 6、U A V 本体、及び/または他の構造によって妨げられることなく、追加のハウジング拡張 4 1 8 内の L I D A R コンポーネントによる開けた見通しを可能にし得る。L I D A R システム 4 1 6 は、第 1 の軸 1 0 4 を中心に、したがって水平視野について 1 回転するとき、180 度より大きい垂直視野においてデータを捕捉して物体の距離測定を行い得る、したがって、水平軸より上に位置する物体の距離を測定し得る。

【 0 0 2 4 】

図 4 E は、様々なスタック構成で配列される L I D A R コンポーネントを用いる、さらに別の例示的なモジュール式 L I D A R システム 4 2 4 の平面図である。L I D A R システム 4 2 4 は、スタック構成 4 2 6 (1)、4 2 6 (2)、. . .、4 2 6 (N) などの、複数のスタック構成 4 2 6 を含んでもよい。スタック間の角度 4 2 8 (1) ~ (N) は、設計要件に基づいて決定されてもよく、対称に作られてもよく、対称に作られなくともよい。例えば、角度 4 2 8 (1) は、スタックコンポーネント 4 2 6 (1) と 4 2 6 (2) との間として規定される。L I D A R コンポーネント 2 0 2 は、各スタック内において直線の列で示されるが、L I D A R コンポーネントは、また、L I D A R コンポーネント

10

20

30

40

50

が同時に全て同一の全般的な方向（例えば、西、東、など）に向かないような距離（または角度）だけシフトされてもよい。いくつかの実施形態では、第1のスタックコンポーネント及び第2のスタックコンポーネント上のL I D A Rコンポーネントを使用して、第1の通過（例えば、第1の軸104を中心とする、よって水平視野についての1回転）後に速度を測定してもよい。後続の回転（即ち、第2の通過）後に、加速度を測定してもよい。

【0025】

図5は、レーザ発光器502及びレーザ検出器504を固定配置して向きを定めるフレーム506内に構成される、少なくとも1つのレーザ発光器502及び少なくとも1つのレーザ検出器504を含む、例示的なL I D A Rコンポーネント500の等角図である。レーザ発光器502は第1のレンズ508を含んでもよく、1つまたは複数のレーザビームまたは方向が当該第1のレンズを通して放射され得る。一方、レーザ検出器504は第2のレンズ510を含んでもよく、第1のレンズ508によって放射された1つまたは複数のレーザビームまたは方向が当該第2のレンズを通じて受け入れられる。L I D A Rコンポーネント500は、組込みロジックと、コンポーネントからの信号を捕捉及び伝送し、及び/またはコンポーネントに電源を供給する配線とを含む回路基板512を含んでもよい。回路基板は、受信したセンサデータのある程度の処理を実行し、回転可能なスイベルハウジングの回転位置を捕捉する能力を含んでもよい。したがって、回路基板512は、電源コネクタ及びデータ信号接続部を有してもよい。回路基板512は、データ及び電源用に、回転可能なスイベルハウジングの補足的なコネクタに接続する、1つまたは複数のコネクタ514を含んでもよい。

【0026】

L I D A Rコンポーネント500は、回転可能なスイベルハウジング108などの、回転可能なスイベルハウジング（またはシャーシ）内に挿入されてもよい。例えば、回転可能なスイベルハウジングは、L I D A Rコンポーネント（即ち、各スロットにつき1つのL I D A Rコンポーネント）の挿入及び連結を受け入れる、複数のスロットを含んでもよい。したがって、当該L I D A Rコンポーネントの使用は、分解能粒度などの特定用途の設計要件を満たすように、各方向に向けられた複数のL I D A Rコンポーネントが回転可能なスイベルハウジングに密に配置され得る場合に、プラグアンドプレイ構成を可能にし得る。さらに、そのようなプラグアンドプレイモジュール化は、上記で示したL I D A Rアセンブリ102、300、400、408、及び/または414の製造及び修理を簡略化及び迅速化し得る。

【0027】

図6は、U A Vの例示的な制御システム600のブロック図である。様々な実施例では、当該ブロック図は、上述した様々なシステム、デバイス、及び技術を実施するために使用され得る、U A V制御システム600の1つまたは複数の態様の例示であってもよい。例示される実施態様では、U A V制御システム600は、入力/出力（I/O）インタフェース610を介して非一時的コンピュータ可読記憶媒体620に連結される、1つまたは複数のプロセッサ602を含む。U A V制御システム600は、また、プロペラモータコントローラ604、電源モジュール606、及び/または航行システム608を含んでもよい。U A V制御システム600は、在庫品係合機構コントローラ612、U A VエアバッグL I D A Rコントローラ614、ネットワークインタフェース616、及び1つまたは複数の入力/出力デバイス618をさらに含む。

【0028】

様々な実施態様では、U A V制御システム600は、1つのプロセッサ602を含むユニプロセッサシステム、または複数のプロセッサ602（例えば、2個、4個、8個、または別の適当な数）を含むマルチプロセッサシステムであってもよい。プロセッサ（複数可）602は、命令を実行可能な任意の適当なプロセッサであってもよい。例えば、様々な実施態様では、プロセッサ（複数可）602は、x86、PowerPC、SPARC、もしくはMIPS ISA、または任意の他の適当なISAなどの多様な命令セットア

ーキテクチャ（ISA）のいずれかを実装する汎用または組込みプロセッサであってもよい。マルチプロセッサシステムでは、各プロセッサ（複数可）602は、一般に、必要ではないが、同一のISAを実装してもよい。

【0029】

非一時的コンピュータ可読記憶媒体620は、実行可能命令、データ、飛行経路、及び/またはプロセッサ（複数可）602によってアクセス可能なデータ項目を記憶するように構成されてもよい。様々な実施態様では、非一時的コンピュータ可読記憶媒体620は、スタティックランダムアクセスメモリ（SRAM）、シンクロナスダイナミックRAM（SDRAM）、不揮発性/フラッシュ型メモリ、または任意の他の種類のメモリなどの、任意の適当なメモリ技術を用いて実施されてもよい。例示される実施態様では、上述したもののような、所望の機能を実施するプログラム命令及びデータが、プログラム命令622、データ記憶624、及び飛行経路データ626としてそれぞれ、非一時的コンピュータ可読記憶媒体620内に記憶されて示される。他の実施態様では、プログラム命令、データ、及び/または飛行経路が、受信され、送信され、または非一時的媒体などの種々の種類のコンピュータアクセス可能な媒体上、または非一時的コンピュータ可読記憶媒体620もしくはUAV制御システム600とは別の類似の媒体上に記憶されてもよい。概して言うと、非一時的な、コンピュータ可読記憶媒体は、I/Oインタフェース610を介してUAV制御システム600に連結される、フラッシュメモリ（例えば、ソリッドステートメモリ）、磁気または光学媒体（例えば、ディスク）などの、記憶媒体またはメモリ媒体を含んでもよい。非一時的コンピュータ可読媒体を介して記憶されるプログラム命令及びデータは、伝送媒体、または電気信号、電磁信号、またはデジタル信号などの信号によって伝送されてもよく、信号は、ネットワークインタフェース616を介して実施され得るような、ネットワーク及び/または無線リンクなどの通信媒体を介して伝達されてもよい。

【0030】

一実施態様では、I/Oインタフェース610は、プロセッサ（複数可）602と、非一時的コンピュータ可読記憶媒体620及び任意の周辺デバイスと、入力/出力デバイス618などの、ネットワークインタフェースその他の周辺インタフェースとの間のI/Oトラフィックを協調させるように構成されてもよい。いくつかの実施態様では、I/Oインタフェース610は、1つのコンポーネント（例えば、非一時的コンピュータ可読記憶媒体620）からのデータ信号を、別のコンポーネント（例えば、プロセッサ（複数可）602）による使用に適したフォーマットに変換するために、任意の必要なプロトコル変換、タイミング変換その他のデータ変換を実行してもよい。いくつかの実施態様では、I/Oインタフェース610は、例えば、ペリフェラルコンポーネントインターコネク（PCI）バス規格、またはユニバーサルシリアルバス（USB）規格の変形などの、様々な種類の周辺バスを通じて取り付けられたデバイスのためのサポートを含んでもよい。いくつかの実施態様では、I/Oインタフェース610の機能は、例えば、ノースブリッジ及びサウスブリッジなどの2つ以上の別々のコンポーネントに分割されてもよい。さらに、いくつかの実施態様では、非一時的コンピュータ可読記憶媒体620へのインタフェースなどのI/Oインタフェース610の機能性のうちのいくつかまたは全てが、プロセッサ（複数可）602に直接組み込まれてもよい。

【0031】

プロペラモータ（複数可）コントローラ604は、航行システム608と通信し、決定された飛行経路に沿ってUAVを導く各プロペラモータの電力を調整する。電源モジュール606は、UAVの1つまたは複数の電源モジュール（例えば、電池）に関連する、充電及び任意の切替機能を制御してもよい。

【0032】

航行システム608は、UAVをある場所に航行し、及び/もしくはある場所から航行するために使用され得る、GPSその他の類似のシステムを含んでもよい。在庫品係合機構コントローラ612は、在庫品を係合し、及び/または係合解除するために使用される

10

20

30

40

50

アクチュエータ（複数可）またはモータ（複数可）（例えば、サーボモータ）と通信する。例えば、UAVが、配達場所の平坦面上に位置するとき、在庫品係合機構コントローラ612は、在庫品を投下するように在庫品係合機構を制御する命令を、モータに提供してもよい。

【0033】

LIDARコントローラ614は、上記で示したモジュール式LIDARシステム102、300、400、408、及び/または414などの、モジュール式LIDARシステムの様々なLIDARコンポーネントから信号を捕捉し、処理してもよい。LIDARコントローラ604は、信号を処理して、UAVによって使用される座標系と関連するなど、様々な方向の物体の距離を測定してもよい。LIDARコントローラ604は、信号を処理して、物体の表面をマッピングしてもよく、それは、着陸区域、建物、標識などを識別するなど、それらの物体を識別するために部分的に使用されてもよい。いくつかの実施形態では、LIDARコントローラは、LIDARコンポーネントからの信号の並列処理を可能にするための冗長ハードウェアを含んでもよい。

10

【0034】

ネットワークインタフェース616は、UAV制御システム600と他のコンピュータシステムなどのネットワークに取り付けられた他のデバイスとの間で、及び/または他のUAVのUAV制御システムと、データが交換されることを可能にするように構成されてもよい。例えば、ネットワークインタフェース616は、複数のUAV間で無線通信を可能にしてもよい。様々な実施態様では、ネットワークインタフェース616は、Wi-Fiネットワークなどの無線汎用データネットワークを介した通信をサポートしてもよい。例えば、ネットワークインタフェース616は、セルラ通信ネットワーク、衛星ネットワークなどの電気通信ネットワークを介した通信をサポートしてもよい。

20

【0035】

入力/出力デバイス618は、いくつかの実施態様では、1つまたは複数のディスプレイ、画像キャプチャデバイス、熱センサ、赤外線センサ、飛行時間型センサ、加速度計、圧力センサ、気象センサ、気流センサなどを含んでもよい。複数の入力/出力デバイス618が存在してもよく、UAV制御システム600によって制御されてもよい。これらのセンサのうちの1つまたは複数が、着陸、及び飛行中の障害物回避を援助するために利用されてもよい。

30

【0036】

図6に示されるように、メモリは、プログラム命令622を含んでもよく、プログラム命令622は、上述したプロセス及び/またはサブプロセスの例を実施するように構成されてもよい。データ記憶装置624は、飛行経路を決定し、在庫品を取り出し、着陸し、在庫品を係合解除する水準面を識別し、パラスト動作を起こすために提供され得るデータ項目を保持する、様々なデータストアを含んでもよい。

【0037】

様々な実施態様では、1つまたは複数のデータストアに含まれるものとして本明細書に示されるパラメータ値その他のデータが、説明されない他の情報と結合されてもよいし、より多くの、より少ない、または異なるデータ構造に、異なるように区分されてもよい。いくつかの実施態様では、データストアは、1つのメモリ内に物理的に配置されてもよく、2つ以上のメモリに分散されてもよい。

40

【0038】

UAV制御システム600が、単に例示的なものであり、本開示の範囲を限定することを意図するものではないと、当業者は理解するであろう。特に、コンピューティングシステム及びデバイスは、示される機能を実行することが可能な、任意の組み合わせのハードウェアまたはソフトウェアを含み、コンピュータ、ネットワークデバイス、インターネット機器、PDA、無線電話、ページャなどを含んでもよい。UAV制御システム600は、また、例示されない他のデバイスに接続されてもよく、またはその代わりに、スタンダオンシステムとして動作してもよい。さらに、例示されるコンポーネントによって提供

50

される機能性は、いくつかの実施態様では、より少ないコンポーネントに結合されてもよく、または追加のコンポーネントに分散されてもよい。同様に、いくつかの実施態様では、例示されるコンポーネントのうちのいくつかの機能性が提供されなくともよく、及び/または他の追加の機能性が利用可能であってもよい。

【0039】

様々な項目が、使用中にメモリまたは記憶装置に記憶されているものとして説明されるが、これらの項目またはそれらの一部は、メモリ管理及びデータ整合性の目的で、メモリ及び他の記憶装置間で転送され得ることも、当業者は理解するであろう。代替的に、他の実施態様では、ソフトウェアコンポーネントのうちのいくつかまたは全てが、別のデバイス上のメモリ内で実行され、例示されるUAV制御システム600と通信してもよい。システムコンポーネントまたはデータ構造のうちのいくつかまたは全てが、また、非一時的な、コンピュータアクセス可能な媒体、または適当なドライブによって読み取られる携帯用品、上述したものの様々な実施例上に（例えば、命令または構造化データとして）記憶されてもよい。いくつかの実施態様では、UAV制御システム600とは別のコンピュータアクセス可能な媒体上に記憶される命令は、伝送媒体を介してUAV制御システム600に伝送され、または無線リンクなどの通信媒体を介して伝達される、電気信号、電磁信号、またはデジタル信号などの信号を介してUAV制御システム600に伝送されてもよい。様々な実施態様は、コンピュータアクセス可能な媒体上に前述の説明に従って実施される、命令及び/またはデータを受信すること、送信すること、または記憶することをさらに含んでもよい。したがって、本明細書で説明される技術は、他のUAV制御システム構成で実施されてもよい。

【0040】

開示された発明の様々な実施形態及び任意の特徴が、以下で提示される。選択された実施形態が提示されているが、追加的な実施形態及び組み合わせが、本明細書に開示された資料から逸脱することなく主張され得ると、本開示を所持する当業者により理解されるべきである。さらに、様々な態様が、任意選択として説明されてもよいが、そのような選択肢は、可能な場合に、単独で、または説明した他の選択肢と組み合わせで適用され得ると、当業者により理解されるべきである。したがって、本開示は、本明細書で説明した特徴の、全ての可能性のある新規性かつ進歩性を有する順列及び組み合わせを明示的に考える。

【0041】

本明細書で開示した実施形態は、無人航空機(UAV)を含んでもよい。無人航空機(UAV)は、UAVのコンポーネントを支持するように構成されるUAVフレーム、UAVフレームに連結される推進システムであって、飛行中にUAVを推進するための推力を発生させるようにロータを回転させる推進システム、UAVフレームに連結されるLIDARシステム、及び/またはUAVフレームに対してスイベルハウジングを回転させるモータのうちの1つまたは複数を含む。第1の軸を中心とするスイベルハウジングの360度の1回転が、実質的に180度の垂直視野において物体の距離測定を行うためのデータのキャプチャをもたらす、水平視野を生成してもよい。LIDARシステムは、UAVフレームに回転可能に連結されるスイベルハウジングであって、スイベルハウジングが、UAVフレームによって規定される水平平面に実質的に垂直な第1の軸を中心に回転するように構成され得るスイベルハウジング、及び/または、スイベルハウジングに連結されるLIDARコンポーネントであって、LIDARコンポーネントが、第1の軸に沿った第1の方向と、第1の軸に対して角度オフセットされた第2の軸に沿った第2の方向との間の異なる方向で、スイベルハウジングから外側に向けられ、各LIDARコンポーネントが、少なくとも1つのレーザ発光器及び少なくとも1つのレーザ検出器を含み得る、LIDARコンポーネントのうちの、1つまたは複数を含んでもよい。

【0042】

任意で、第1の方向及び第2の方向が、第1の軸に平行な平面の異なる側にLIDARコンポーネントを配置するために、角度オフセットされてもよく、データの分解能を増加

10

20

30

40

50

させる、垂直視野の重複走査を生じるための配置が、物体の距離測定を行うために使用される。任意で、L I D A Rシステムは、スイベルハウジングを取り囲み、スイベルハウジングを少なくとも環境条件から保護するためのドームを含んでもよい。任意で、L I D A Rシステムは、第1の軸を中心に回転されるときにスイベルハウジングの釣り合いをとる、カウンタウエイトを含んでもよい。

【0043】

本明細書で開示する実施形態は、取付基部、取付基部に回転可能に連結されるスイベルハウジング、及び/またはスイベルハウジングに連結されるL I D A Rコンポーネントのうちの、1つまたは複数を含む装置を含んでもよい。スイベルハウジングは、取付基部によって規定される平面に垂直な第1の軸を中心に回転するように構成されてもよい。L I D A Rコンポーネントは、第1の軸に沿った第1の方向と、第1の軸に対して角度オフセットされた第2の軸に沿った第2の方向との間の異なる方向で、スイベルハウジングから外側に向けられてもよい。各L I D A Rコンポーネントは、少なくとも1つのレーザ発光器、及び少なくとも1つのレーザ検出器を含んでもよい。水平視野についてのスイベルハウジングの1回転により、少なくとも180度の垂直視野において物体の距離測定を行うためのデータを捕捉してもよい。

10

【0044】

任意で、スイベルハウジングが、モジュール式L I D A Rシステムを作成するためのL I D A Rコンポーネントの個々のL I D A Rコンポーネントを受け入れるスロットを含むシャーシを有してもよい。任意で、異なる方向のうちの隣接する方向間の角度が、揃っていなくともよい。任意で、装置は、第1の方向に沿って、取付基部から離れる方向に向けられる、L I D A Rコンポーネントを含んでもよい。任意で、装置は、無人航空機(U A V)を含んでもよい。任意で、取付基部が、U A Vの下側に連結されて、U A Vが飛行中にU A Vの概して下にある物体の距離測定を可能にしてもよい。任意で、第1の方向及び第2の方向が、90度より小さい角度によってオフセットされてもよい。任意で、第1の方向及び第2の方向が、第1の軸に平行な平面の異なる側にL I D A Rコンポーネントを配置するために、角度オフセットされてもよい。任意で、データの分解能を増加させる、垂直視野の重複走査を生じるための配置が、物体の距離測定を行うために使用されてもよい。任意で、L I D A Rコンポーネントが、第1の軸及び第2の軸の両方と交差しない平面においてL I D A Rコンポーネントの少なくともいくつかをオフセットする非平面配列

20

30

【0045】

本明細書で開示する実施形態は、複数のL I D A Rコンポーネントを支持するシャーシであって、前記シャーシが各L I D A Rコンポーネントを異なる方向に方向付ける前記シャーシと複数のL I D A Rコンポーネントとのうちの一つ以上を含むL I D A Rシステム

40

【0046】

任意で、シャーシが、複数のL I D A Rコンポーネントを、第1の軸に沿った第1の方

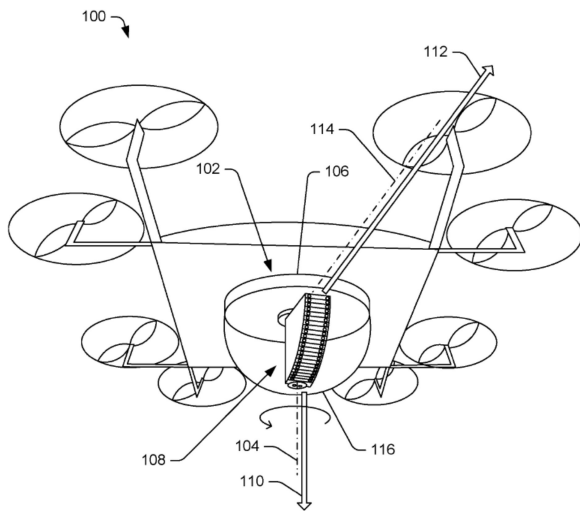
50

向と、第1の軸に対して角度オフセットされた第2の軸に沿った第2の方向との間の異なる方向でシャーシから外側に向けられてもよい。任意で、水平視野についてのシャーシの1回転によりが、実質的に180度の垂直視野において物体の距離測定を行うための信号を捕捉してもよい。任意で、シャーシが、90度から180度の間にわたるように分離した異なる方向に複数のL I D A Rコンポーネントを方向付けてもよい。任意で、異なる方向のうちの隣接する方向間の少なくともいくつかの角度が不均一であるように、シャーシが、複数のL I D A Rコンポーネントを方向付ける。

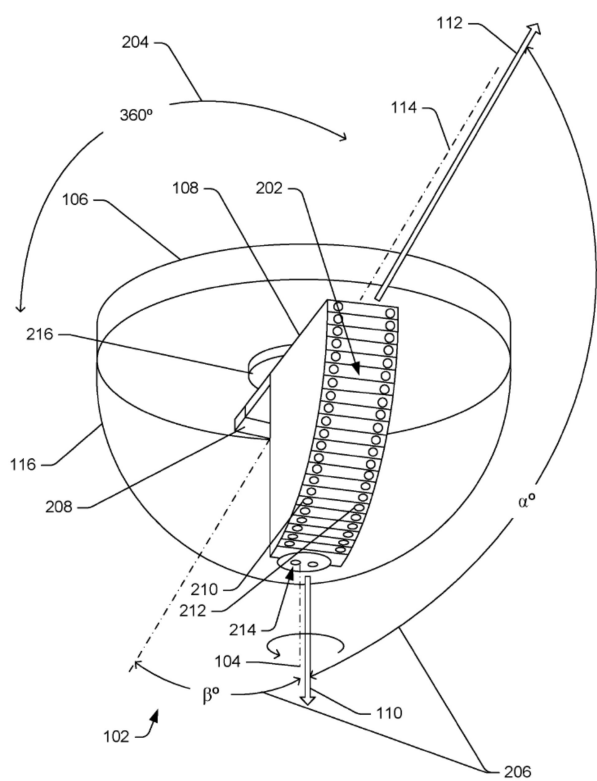
【0047】

主題について、構造的特徴及び/または方法論的動作に特有の言い回しで説明したが、添付の特許請求の範囲で定義される主題は、必ずしも説明した特定の特徴または動作に限定されるものではないと理解されたい。むしろ、特定の特徴及び動作は、特許請求の範囲を実施する例示的な形態として開示されている。

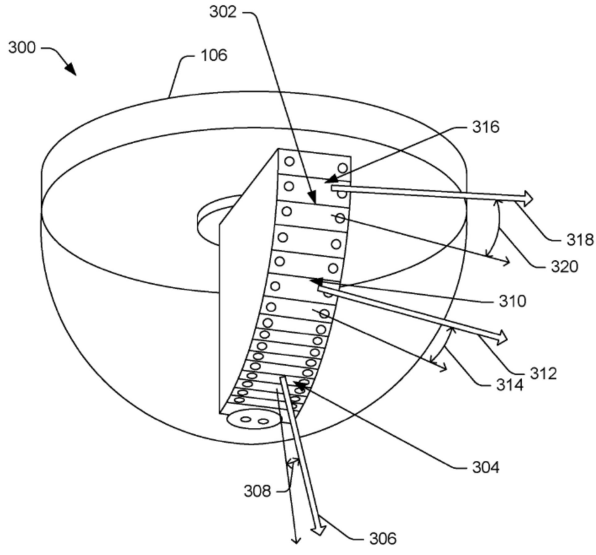
【図1】



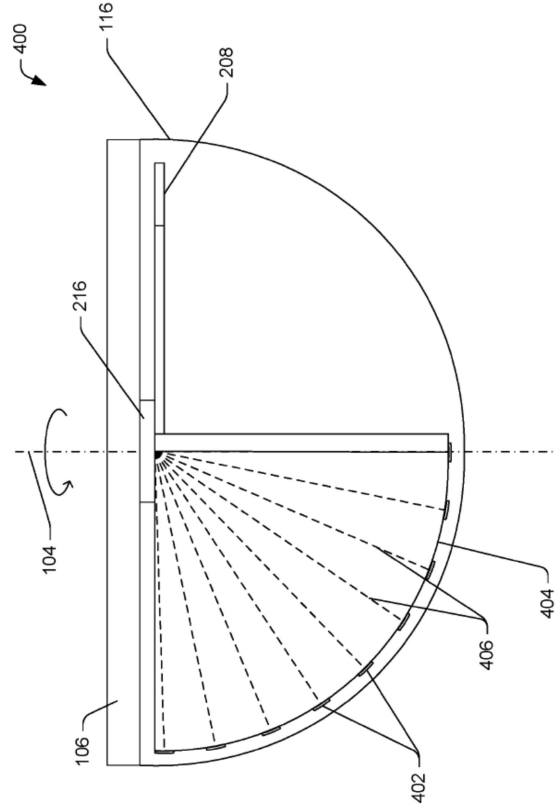
【図2】



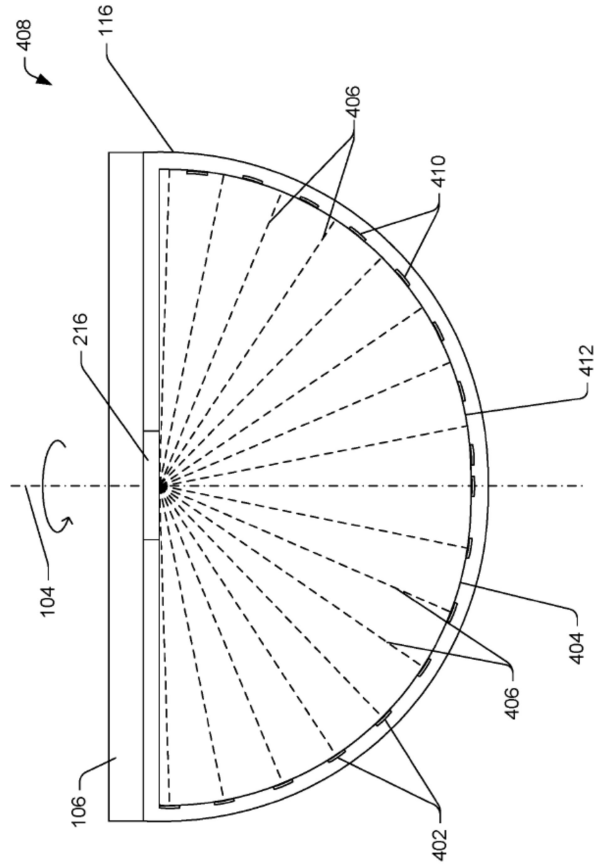
【 図 3 】



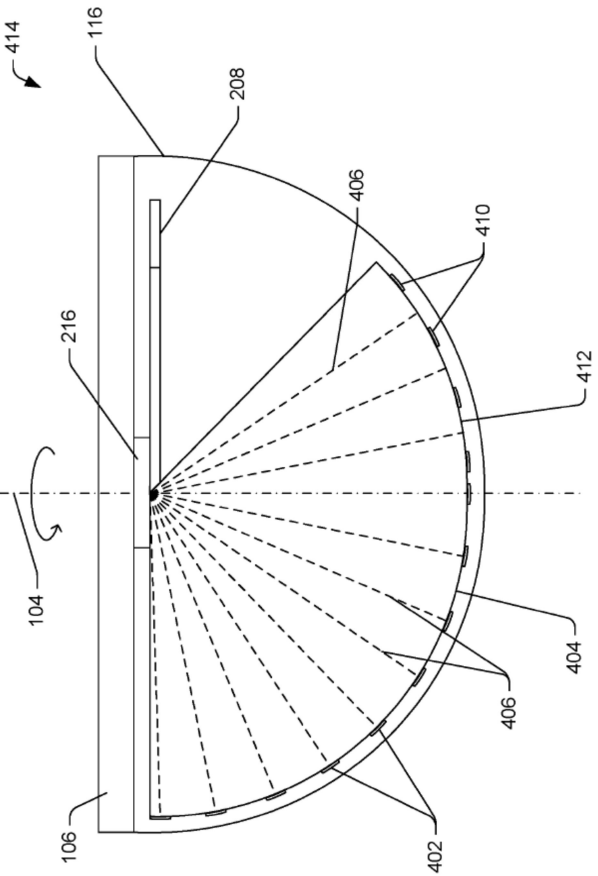
【 図 4 A 】



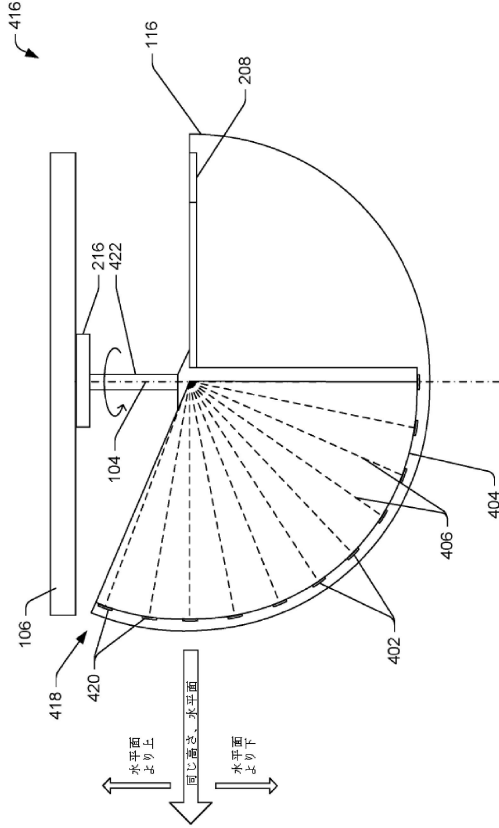
【 図 4 B 】



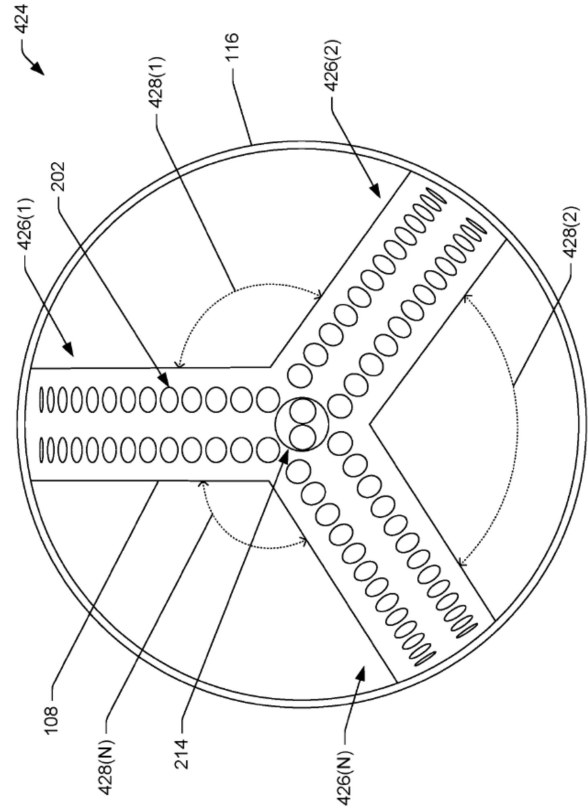
【 図 4 C 】



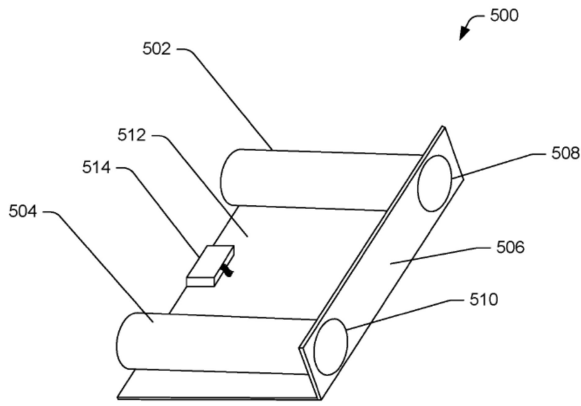
【図4D】



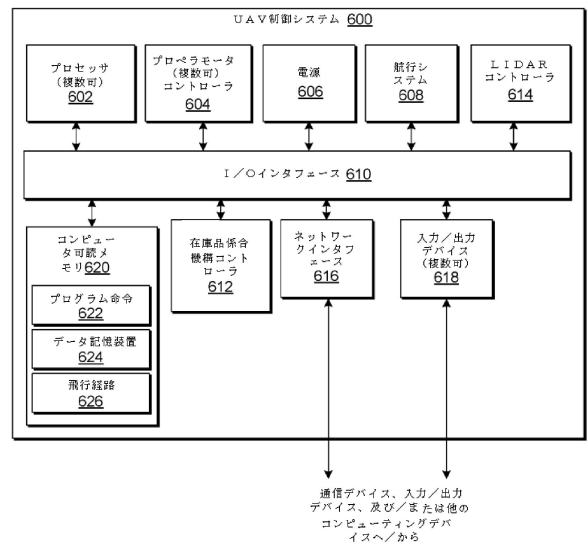
【図4E】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

- (72)発明者 ロバート トッド マークス
アメリカ合衆国 98109 ワシントン州 シアトル テリー アベニュー ノース 410
- (72)発明者 リアム スチュアート キャバノー ピングリー
アメリカ合衆国 98109 ワシントン州 シアトル テリー アベニュー ノース 410

審査官 安井 英己

- (56)参考文献 韓国登録特許第10-1123889(KR, B1)
特開2009-042146(JP, A)
特開2013-083510(JP, A)
米国特許出願公開第2012/0106800(US, A1)
国際公開第2014/043461(WO, A1)
米国特許出願公開第2014/0071234(US, A1)
特開平09-105622(JP, A)
特表2005-538394(JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01S 7/48 - 7/51,
G01S 17/00 - 17/95