

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第6249577号
(P6249577)

(45) 発行日 平成29年12月20日(2017.12.20)

(24) 登録日 平成29年12月1日(2017.12.1)

(51) Int.Cl.

F 1

GO 1 S	7/481	(2006.01)	GO 1 S	7/481	Z
GO 1 S	17/89	(2006.01)	GO 1 S	17/89	
GO 1 S	17/93	(2006.01)	GO 1 S	17/93	
GO 2 B	26/10	(2006.01)	GO 2 B	26/10	B
			GO 2 B	26/10	G

請求項の数 18 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2016-536095 (P2016-536095)
(86) (22) 出願日	平成26年7月23日 (2014.7.23)
(65) 公表番号	特表2016-534346 (P2016-534346A)
(43) 公表日	平成28年11月4日 (2016.11.4)
(86) 國際出願番号	PCT/US2014/047864
(87) 國際公開番号	W02015/026471
(87) 國際公開日	平成27年2月26日 (2015.2.26)
審査請求日	平成28年3月18日 (2016.3.18)
(31) 優先権主張番号	13/971,606
(32) 優先日	平成25年8月20日 (2013.8.20)
(33) 優先権主張国	米国(US)

(73) 特許権者	317015065 ウェイモ エルエルシー アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94 043 マウンテン ビュー アンフィシ アター パークウェイ 1600
(74) 代理人	100079108 弁理士 稲葉 良幸
(74) 代理人	100126480 弁理士 佐藤 瞳
(72) 発明者	ペネコット, ゲタン アメリカ合衆国, カリフォルニア州 94 043, マウンテン ビュー, アンフィシ アター パークウェイ 1600, グーグ ル インコーポレイテッド内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】共用伝送/受光経路を備えた LIDAR プラットフォームを回転させる装置及び方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光検出及び測距 (LIDAR) 装置であって、

ハウジングに搭載されたレンズであって、前記ハウジングは、軸を中心として回転するように構成され、伝送プロックと、受光プロックと、伝送経路と、受光経路とを含む内部空間を備え、前記伝送プロックは反射面を備える壁に出口孔を有し、前記受光プロックは入口孔を有し、前記伝送経路は前記出口孔から前記レンズに延伸し、前記受光経路は前記レンズから前記反射面を介して前記入口孔に延伸する、レンズと、

前記出口孔を通って複数の異なる方向に複数の光ビームを射出するように構成されており、前記光ビームは所定の波長範囲の波長を有する光を含む、前記伝送プロック内の複数の光源と、

前記所定の波長範囲の波長を有する光を検出するように構成された、前記受光プロック内の複数の検出器と、を備え、

前記レンズは、前記伝送経路を介して前記光ビームを受光し、前記 LIDAR 装置の外部環境への伝送のために前記光ビームをコリメートし、前記 LIDAR 装置の前記外部環境内の 1 つ以上の対象物により反射された前記コリメートされた光ビームのうち 1 つ以上からの光を含む光を集光し、前記集光された光を前記受光経路を介して前記検出器上に合焦させるように構成されている、LIDAR 装置。

【請求項 2】

前記複数の検出器のうちの各検出器は前記複数の光源のうちの対応する光源と関連付け

られており、前記レンズは、各検出器上に、前記集光された光の、前記検出器の対応する光源からの光を含む部分をそれぞれ合焦させるように構成されている、請求項1のLIDAR装置。

【請求項3】

前記壁は透明な材料を備え、前記反射面は前記透明な材料の一部を被覆し、前記出口孔は、前記透明な材料の、前記反射面により被覆されていない部分に対応する、請求項1のLIDAR装置。

【請求項4】

前記伝送経路は、少なくとも部分的に前記受光経路と重なる、請求項1のLIDAR装置。

10

【請求項5】

前記レンズは前記伝送ブロック内の湾曲した焦点面と前記受光ブロック内の湾曲した焦点面とを定義する、請求項1のLIDAR装置。

【請求項6】

前記複数の光源のうちの前記光源は前記伝送ブロック内の前記湾曲した焦点面に略対応するパターンで配置され、前記複数の検出器のうちの前記検出器は前記受光ブロック内の前記湾曲した焦点面に略対応するパターンで配置される、請求項5のLIDAR装置。

【請求項7】

前記レンズは非球面とトロイダル面とを有する、請求項1のLIDAR装置。

【請求項8】

前記トロイダル面は前記ハウジング内の前記内部空間にあり、前記非球面は前記ハウジングの外側にある、請求項7のLIDAR装置。

20

【請求項9】

前記軸は略垂直である、請求項1のLIDAR装置。

【請求項10】

前記伝送ブロック内に鏡をさらに備え、前記鏡は前記光ビームを前記出口孔に向かって反射するように構成されている、請求項1のLIDAR装置。

【請求項11】

前記受光ブロックは不活性ガスを含む密閉環境を備える、請求項1のLIDAR装置。

【請求項12】

前記入口孔は、前記所定の波長範囲の波長を有する光は通し他の波長を有する光は減衰させる材料を備える、請求項1のLIDAR装置。

30

【請求項13】

前記複数の光源の各光源はそれぞれレーザダイオードを備える、請求項1のLIDAR装置。

【請求項14】

前記複数の検出器の各検出器はそれぞれアバランシェフォトダイオードを備える、請求項1のLIDAR装置。

【請求項15】

レンズを搭載し、伝送ブロックと、受光ブロックと、伝送経路と、受光経路とを含む内部空間を備え、前記伝送ブロックは反射面を備える壁に出口孔を有し、前記受光ブロックは入口孔を有し、前記伝送経路は前記出口孔から前記レンズに延伸し、前記受光経路は前記レンズから前記反射面を介して前記入口孔に延伸する、光検出及び測距(LIDAR)装置のハウジングを、軸を中心として回転させることと、

40

前記伝送ブロック内の複数の光源によって、所定の波長範囲の波長を有する光を含む複数の光ビームを、前記出口孔を通じて複数の異なる方向に出射することと、

前記レンズによって、前記伝送経路を介して前記光ビームを受光することと、

前記レンズによって、前記LIDAR装置の外部環境へと伝送するために前記光ビームをコリメートすることと、

前記レンズによって、前記LIDAR装置の前記外部環境内の1つ以上の対象物により

50

反射された前記コリメートされた光ビームのうち 1 つ以上の光を集光することと、
前記レンズによって、前記集光された光を前記受光経路を介して前記受光ブロック内の複数の検出器上に合焦させることと、

前記受光ブロック内の前記複数の検出器によって、前記所定の波長範囲の波長を有する前記合焦された光からの光を検出することと、を備える、方法。

【請求項 1 6】

前記複数の検出器の各検出器は前記複数の光源のうちの対応する光源と関連付けられており、前記方法は、

各検出器上に、前記レンズによって、前記集光された光の、前記検出器の対応する光源からの光を含む部分をそれぞれ合焦させることをさらに備える、請求項 1 5 の方法。 10

【請求項 1 7】

前記伝送ブロック内の鏡によって、前記出射された光ビームを、前記出口孔に向かって反射することをさらに備える、請求項 1 5 の方法。

【請求項 1 8】

前記壁は透明な材料を備え、前記反射面は前記透明な材料の一部を覆い、前記出口孔は前記反射面で覆われてない前記透明な材料の一部に対応する、請求項 1 5 の方法。

【発明の詳細な説明】

【背景技術】

【0 0 0 1】

[0001] 本明細書中に別途記載のない限り、本項に記載された事柄は、本願の特許請求の範囲に対する先行技術ではなく、本項への包含により先行技術であると認められるものではない。 20

【0 0 0 2】

[0002] 車両は、運転者からの入力がほとんど又は全く無い状態で車両が環境内を移動する自律モードで動作するように構成されることが可能である。そのような自律走行車両は、車両が動作する環境についての情報を検出するように構成された 1 つ以上のセンサを含み得る。

【0 0 0 3】

[0003] そのようなセンサの 1 つが光検出及び測距 (L I D A R) 装置である。 L I D A R は、ある場面全体をスキャンして環境内の反射面を示す「ポイントクラウド」を組み立てながら、環境特徴までの距離を推定することができる。ポイントクラウドの個々の点は、レーザパルスを伝送すること、もしあれば環境内の対象物から反射されて返ってくるパルスを検出すること、及び伝送されたパルスと反射されたパルスの受波との間の遅延時間に従って対象物までの距離を判定することにより決定され得る。単一のレーザ又は 1 組のレーザを場面全体にわたって迅速に且つ繰り返しスキャンして、場面内の反射物体までの距離についての連続した実時間の情報を提供することもできる。各距離を測定しつつ測定された距離とレーザの配向とを組み合わせることによって、三次元位置を、返ってくる各パルスと関連付けることが可能になる。このようにして、全スキャン範囲について、環境内の反射特徴の位置を示す点の三次元地図が生成され得る。 30

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

【0 0 0 4】

[0004] 一例においては、軸を中心として回転するように構成されたハウジングを含む光検出及び測距 (L I D A R) 装置が提供される。ハウジングは、伝送ブロックと、受光ブロックと、共有空間とを含む内部空間を備える。伝送ブロックは出口孔を有し、受光ブロックは入口孔を有する。 L I D A R 装置は伝送ブロック内に複数の光源も有している。複数の光源は、出口孔を通じて共有空間に入り伝送経路を介して共有空間を通過する複数の光ビームを出射するように構成されている。光ビームは、波長範囲の波長を有する光を含む。 L I D A R 装置は受光ブロック内に複数の検出器も含んでいる。複数の検出器は、波長範囲の波長を有する光を検出するように構成されている。 L I D A R 装置は、ハウジン 50

グに取り付けられたレンズも含んでいる。レンズは、(i) 伝送経路を介して光ビームを受光し、(ii) LIDAR装置の環境内に伝送する光ビームをコリメートし、(iii) LIDAR装置の環境内の1つ以上の対象物により反射されたコリメートされた光ビームのうち1つ以上からの光を含む光を集光し、(iv) 集光された光を、共有空間と受光ブロックの入口孔とを通じて延伸する受光経路を介して、検出器上に合焦させるように構成されている。

【0005】

[0005] 別の一例においては、軸を中心として光検出及び測距(LIDAR)装置のハウジングを回転させることを伴う方法が提供される。ハウジングは、伝送ブロックと、受光ブロックと、共有空間とを含む内部空間を備える。伝送ブロックは出口孔を有し、受光ブロックは入口孔を有する。方法はさらに、伝送ブロック内の複数の光源によって複数の光ビームを出射することを伴う。複数の光ビームは伝送経路を介して共有空間に入る。光ビームは、波長範囲の波長を有する光を含む。方法はさらに、伝送経路に沿ってハウジングに取り付けられたレンズにおいて光ビームを受光することを伴う。方法はさらに、レンズによって、LIDAR装置の環境内に伝送する光ビームをコリメートすることを含む。方法はさらに、レンズによって、LIDAR装置の環境内の1つ以上の対象物により反射されたコリメートされた光ビームのうち1つ以上からの光を集光することを伴う。方法はさらに、集光された光を、共有空間及び受光ブロックの入口孔を通じて延伸する受光経路を介して、レンズにより受光ブロック内の複数の検出器上に合焦させることを伴う。方法はさらに、受光ブロック内の複数の検出器によって、波長範囲の波長を有する合焦された光からの光を検出することを伴う。

【0006】

[0006] これら並びに他の態様、利点、及び代替案は、適当な場合には添付の図面を参照して以下の詳細な説明を読むことにより、当業者には明らかになるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0007】

【図1】[0007] 例示的なLIDAR装置のブロック図である。

【図2】[0008] 例示的なLIDAR装置の断面図である。

【図3A】[0009] 本明細書に記載の少なくともいくつかの実施形態による、様々な構成要素が取り付けられた例示的なLIDAR装置の斜視図である。

【図3B】[0010] ハウジングの内部空間を示すために様々な構成要素が取り除かれた状態の、図3Aに示す例示的なLIDAR装置の斜視図である。

【図4】[0011] 本明細書に記載の少なくともいくつかの実施形態による例示的な伝送ブロックを示す図である。

【図5A】[0012] 例示的な一実施形態による例示的な光源の図である。

【図5B】[0013] 例示的な一実施形態による、シリンドリカルレンズと組み合わせた図5Aの光源の図である。

【図5C】[0014] 例示的な一実施形態による、図5Bの光源とシリンドリカルレンズとの組み合わせの別の図である。

【図6A】[0015] 本明細書に記載の少なくともいくつかの実施形態による、例示的な受光ブロックを示す図である。

【図6B】[0016] 図6Aの受光ブロックに含まれている3つの検出器の側面図である。

【図7A】[0017] 本明細書に記載の少なくともいくつかの実施形態による、非球面とトロイダル面とを備えた例示的なレンズ。

【図7B】[0018] 図7Aに示す例示的なレンズ750の断面図である。

【図8A】[0019] 本明細書に記載の少なくともいくつかの実施形態による、車両に搭載された例示的なLIDAR装置を示す図である。

【図8B】[0020] 本明細書に記載の少なくともいくつかの実施形態による、図8Aに示すLIDAR装置が1つ以上の対象物を含む環境をスキャンしている筋書きを示す図である。

10

20

30

40

50

【図9】[0021] 本明細書に記載の少なくともいくつかの実施形態による方法のフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0008】

[0022] 以下の詳細な説明は、開示されるシステム、装置及び方法の様々な特徴及び機能を、添付の図面を参照して説明するものである。図面中、文脈がそうでないと規定しない限りは、同様の符号は同様の構成要素と同一であると見なす。本明細書に記載の説明的なシステム、装置及び方法の実施形態は限定的であることを意図されてはいない。当業者によれば、開示されるシステム、装置及び方法の特定の態様は、多様な異なる構成で配置及び組み合わせ可能であり、本明細書においてはそのすべてが想定されることが、容易に理解されるであろう。

【0009】

[0023] 光検出及び測距（LIDAR）装置は、複数の光源から発せられる光パルスを伝送してもよく、また、反射された光パルスを受光してもよい。この反射された光パルスはその後複数の検出器により検出される。本明細書に記載の例においては、複数の光源からの光をコリメートし且つ反射光を複数の検出器上に合焦させる伝送／受光レンズを含むLIDAR装置が提供される。コリメート用の伝送レンズ及び合焦用の受光レンズに代えてこれらの機能の両方を行う伝送／受光レンズを用いることにより、寸法、費用、及び／又は複雑さに関して利点がもたらされ得る。

【0010】

[0024] LIDAR装置は、軸を中心として回転するように構成されたハウジングを備える。いくつかの例においては、軸は略垂直である。ハウジングは、複数の光源を含む伝送ブロック、複数の検出器を含む受光ブロック、出射された光が伝送ブロックから伝送／受光レンズへと通過するとともに反射光が伝送／受光レンズから受光ブロックへと通過する共有空間、及び出射された光をコリメートし反射光を合焦させる伝送／受光レンズなどの様々な構成要素を含む内部空間を有してもよい。様々な構成要素を含むハウジングを回転させることにより、いくつかの例においては、LIDAR装置の環境の360度視野の三次元地図が、様々な構成要素の配置の頻繁な再校正を行うことなく決定され得る。

【0011】

[0025] いくつかの例においては、ハウジングは、伝送ブロックと受光ブロックとの間に無線周波数（RF）及び光学的遮蔽を含んでいてもよい。例えば、ハウジングは、RF遮蔽を提供するために、金属、金属インク、又は金属フォームにより形成及び／又は被覆されてもよい。遮蔽のために用いられる金属は、例えば、銅又はニッケルを含み得る。

【0012】

[0026] 伝送ブロックに含まれる複数の光源は、例えば、レーザダイオードを含んでいてもよい。一例においては、光源はおよそ905nmの波長を有する光を放射する。伝送／受光レンズは光源により出射された光を伝送経路を通じて受け取るが、いくつかの例においては、その伝送経路が鏡又はプリズムなどの反射素子を含んでいてもよい。反射素子を含むことによって伝送経路は折り曲げられ、より寸法の小さな伝送ブロック、及びひいてはより小さなLIDAR装置のハウジングが提供され得る。また、伝送経路は伝送ブロックの出口孔を含み、出射された光はこれを通って共有空間に入り伝送／受光レンズへと通過する。

【0013】

[0027] いくつかの例においては、複数の光源の各光源は、シリンドリカルレンズ又はアシリンドリカルレンズなど、それぞれレンズを含む。光源はコリメートされていない光ビームを放射してもよく、この光ビームは第2の方向よりも第1の方向により多く発散する。これらの例においては、光源のそれぞれのレンズは、コリメートされていない光ビームを第1の方向に予めコリメートして部分的にコリメートされた光ビームを提供し、それによって第1の方向への発散を減少させてもよい。いくつかの例においては、部分的にコリメートされた光ビームは、第2の方向よりも第1の方向により少なく発散する。伝送／受

10

20

30

40

50

光レンズは、1つ以上の光源から伝送プロックの出口孔を介して部分的にコリメートされた光ビームを受光する。また、伝送／受光レンズは、部分的にコリメートされた光ビームをコリメートして、LIDAR装置の環境へと伝送されるコリメートされた光ビームを提供する。この例においては、光源により出射された光は第1の方向よりも第2の方向により大きな発散を有していてもよく、出口孔は光源からの光のビームの垂直及び水平の範囲を収容可能である。

【0014】

[0028] ハウジングは伝送／受光レンズを搭載しており、これを通って複数の光源からの光がハウジングから出ることが可能であるとともに、反射光がハウジングに入り受光プロックに到達することができる。伝送／受光レンズは、複数の光源により出射された光をコリメートし受光プロック内の複数の検出器上に反射光を合焦させるのに十分な光パワーを有していてもよい。一例においては、伝送／受光レンズは、ハウジングの外側の非球面形状を備えた表面と、ハウジングの内側のトロイダル形状を備えた表面と、およそ120mmの焦点距離とを有する。

10

【0015】

[0029] 受光プロックに含まれる複数の検出器は、例えば、窒素などの不活性ガスを充填された密閉環境内のアバランシェフォトダイオードを含み得る。受光プロックは入口孔を含んでいてもよく、これを通って伝送／受光レンズからの合焦された光が検出器の方に向かって通過する。いくつかの例においては、入口孔は、複数の光源により出射された波長範囲内の波長を有する光は通し他の波長を有する光は減衰させるフィルタリング窓を含んでいてもよい。

20

【0016】

[0030] LIDAR装置から環境内へと伝送されたコリメートされた光は、環境内の1つ以上の対象物に反射して対象物反射光を提供し得る。伝送／受光レンズは、対象物反射光を集光し、その対象物反射光を焦点経路（「受光経路」）を介して複数の検出器上に合焦させてもよい。いくつかの例においては、受光経路は、合焦された光を複数の検出器に向ける反射面を含んでいてもよい。追加的又は代替的には、反射面は、受光プロックへと向かう合焦された光を折り曲げてもよく、それによって共有空間及びLIDAR装置のハウジングの空間の節約を提供することができる。

30

【0017】

[0031] いくつかの例においては、反射面は、伝送プロックと共有空間との間に出口孔を含む壁を画定してもよい。この場合、伝送プロックの出口孔は、反射面の透明及び／又は非反射性の部分に対応する。透明の部分は反射面の穴又は切欠部であってもよい。代替的には、反射面は透明基板（例えばガラス）上に反射性材料の層を形成することにより形成されてもよく、透明の部分は、基板の、反射性材料で被覆されていない部分であってもよい。このように、共有空間は伝送経路及び受光経路の両方に用いられ得る。いくつかの例においては、伝送経路は、共有空間内で少なくとも部分的に受光経路と重なっている。

【0018】

[0032] 出口孔の垂直及び水平の範囲は、光源からの出射光ビームのビーム幅を収容するのに十分である。しかしながら、出口孔は非反射性の性質が、受光経路内の集光され合焦された光の一部が反射面で受光プロックの検出器へと向かって反射するのを妨げる。したがって、出口孔の寸法を最小化し集光された光の損失部分を少なくするためには、伝送プロックからの出射光ビームのビーム幅を縮小するのが望ましい。上記のいくつかの例においては、出口孔を通って通過するビーム幅の縮小は、各光源に隣接したシリンドリカルレンズ又はアシリンドリカルレンズなどそれぞれのレンズを含むことで、出射光ビームを部分的にコリメートすることにより、達成され得る。

40

【0019】

[0033] 追加的又は代替的には、出射光ビームのビーム幅を縮小するべく、いくつかの例においては、伝送／受光レンズは、垂直面及び／又は水平面内に実質的な湾曲を有する焦点面を定義するように構成されていてもよい。例えば、伝送／受光レンズは、非球面と、

50

垂直面及び／又は水平面に沿って湾曲した焦点面を提供する上述のトロイダル面とを有するように構成されていてもよい。この構成においては、伝送ブロック内の光源は、伝送ブロック内の伝送／受光レンズの湾曲した焦点面に沿って配置されてもよく、受光ブロック内の検出器は受光ブロック内の伝送／受光レンズの湾曲した焦点面上に配置されてもよい。したがって、湾曲した焦点面に沿って配置された光源からの出射光ビームは、略平行及び／又は発散性の光ビーム用の孔よりも小さな寸法を有する出口孔に収束し得る。

【0020】

[0034] 光源のそのような湾曲した配置を容易にするために、いくつかの例においては、光源は、1つ以上の垂直配向されたプリント回路基板（P C B）の湾曲端縁上に、P C Bの湾曲端縁がP C Bの垂直面内の焦点面の湾曲と略一致するように、取り付けられてもよい。この例においては、1つ以上のP C Bは、伝送ブロック内に、1つ以上のP C Bの水平面内の焦点面の湾曲と略一致する水平湾曲に沿って取り付けられてもよい。例えば、伝送ブロックは4つのP C Bを含んでいてもよく、各P C Bは、伝送ブロック内の伝送／受光レンズの湾曲した焦点面に沿って64個の光源を提供するように、16個の光源を搭載している。この例においては、64個の光源は、出射光ビームが伝送ブロックの出口孔に向かって収束するように、伝送／受光レンズにより定義される湾曲した焦点面に略対応するパターンで配置される。

10

【0021】

[0035] 受光ブロックについて、いくつかの例においては、複数の検出器は、受光ブロックに取り付けられたフレキシブルP C B上に、伝送／受光レンズの焦点面の形状に適合するように配設される。例えば、フレキシブルP C Bは、焦点面の形状に対応した表面を有する2つの挟持片の間に保持されてもよい。さらに、この例においては、複数の検出器の各々が、複数ある光源の各光源に対応する伝送／受光レンズからの合焦された光を受光するように、フレキシブルP C B上に配置されてもよい。この例においては、検出器は、受光ブロック内の伝送／受光レンズの湾曲した焦点面に略対応するパターンで配置されてもよい。したがって、この例においては、伝送／受光レンズは、複数ある検出器の各検出器上に、その検出器に対応する光源からの光を含む集光された光のそれぞれの部分を合焦せんように構成されていてもよい。

20

【0022】

[0036] よって、本開示のいくつかの実施形態は、共用伝送／受光レンズを用いるL I D A R装置のためのシステム及び方法を提供する。いくつかの例においては、そのようなL I D A R装置は、光源からの光が、集光された光を検出器の方に向かって反射する反射面に含まれる小さな出口孔を通過するように、伝送を行う光源及び受光を行う検出器のための湾曲した焦点面を提供するように構成された共用レンズを含み得る。

30

【0023】

[0037] 図1は、例示的なL I D A R装置100のブロック図である。L I D A R装置100は、L I D A R装置100内に含まれる伝送ブロック120、受光ブロック130、共有空間140、及びレンズ150などの様々な構成要素の配置を収容するハウジング110を備える。L I D A R装置100は様々な構成要素の配置を含み、この配置は、伝送ブロック120から、レンズ150によりコリメートされるとともにコリメートされた光ビーム104としてL I D A R装置100の環境へと伝送される出射光ビーム102を提供するほか、L I D A R装置100の環境内の1つ以上の対象物からの反射光106をレンズ150によって集光し、合焦された光108として受光ブロック130に向かって合焦させる。反射光106は、L I D A R装置100の環境内の1つ以上の対象物により反射されたコリメートされた光ビーム104からの光を含む。出射光ビーム102及び合焦された光108は、やはりハウジング110に含まれている共有空間140を通過する。いくつかの例においては、出射光ビーム102は伝送経路により共有空間140を通って伝播しており、合焦された光108は受光経路により共有空間140を通って伝播している。いくつかの例においては、伝送経路は共有空間140において少なくとも部分的に受光経路と重なる。L I D A R装置100は、受光ブロック130が受光した合焦された光

40

50

108を処理することによって、LIDAR装置100の環境内の1つ以上の対象物の態様（例えば位置、形状など）を判定することができる。例えば、LIDAR装置100は、出射光ビーム102に含まれるパルスが伝送ブロック120により出射された時刻と、合焦された光108に含まれる対応するパルスが受光ブロック130により受光された時刻とを比較し、その比較に基づいて1つ以上の対象物とLIDAR装置100との間の距離を判定することができる。

【0024】

[0038] LIDAR装置100に含まれるハウジング110は、LIDAR装置100に含まれる様々な構成要素を取り付けるためのプラットフォームを提供し得る。ハウジング110は、ハウジング110の内部空間に含まれるLIDAR装置100の様々な構成要素を支持することが可能な任意の材料から形成可能である。例えば、ハウジング110は、プラスチック又は金属などの構造材から形成されてもよい。

10

【0025】

[0039] いくつかの例においては、ハウジング110は、周辺光及び／又は伝送ブロック120からの出射光ビーム102の受光ブロック130への意図せぬ伝送を低減するための光学的遮蔽用に構成されていてもよい。LIDAR装置100の環境の周辺光からの光学的遮蔽は、ハウジング110の外面を、環境からの周辺光を遮断する材料で形成及び／又は被覆することによって達成することができる。さらに、ハウジング110の内面が、伝送ブロック120を受光ブロック130から光学的に隔離するべく、上記の材料を含み及び／又はこの材料により被覆されて、出射光ビーム102がレンズ150に到達する前に受光ブロック130が出射光ビーム102を受光するのを防止してもよい。

20

【0026】

[0040] いくつかの例においては、ハウジング110は、LIDAR装置110の周囲の環境からの電磁ノイズ（例えば無線周波数（RF）ノイズなど）及び／又は伝送ブロック120と受光ブロック130との間の電磁ノイズを低減させるための電磁遮蔽用に構成されていてもよい。電磁遮蔽は、伝送ブロック120により出射される出射光ビーム102の品質を向上させるとともに、受光ブロック130により受光及び／又は提供される信号のノイズを低減させることができる。電磁遮蔽は、電磁放射を吸収する金属、金属インク、金属フォーム、炭素フォームなどの材料、又は電磁放射を吸収するように構成された任意の他の材料でハウジング110を形成及び／又は被覆することにより達成することができる。電磁遮蔽のために使用可能な金属は、例えば銅又はニッケルを含み得る。

30

【0027】

[0041] いくつかの例においては、ハウジング110は、略円筒形の形状を有するように、且つLIDAR装置100の軸を中心として回転するように構成されていてもよい。例えば、ハウジング110は、およそ10センチメートルの直径を備えた略円筒形の形状を有し得る。いくつかの例においては、軸は略垂直である。様々な構成要素を含むハウジング110を回転させることによって、いくつかの例においては、LIDAR装置100の環境の360度視野の三次元地図を、LIDAR装置100の様々な構成要素の配置の頻繁な再校正を行うことなく決定することができる。追加的又は代替的には、LIDAR装置100は、LIDAR装置100の視野を制御するべくハウジング110の回転軸を傾けるように構成されていてもよい。

40

【0028】

[0042] 図1には図示されていないが、LIDAR装置100は、ハウジング110のための取り付け構造を任意選択的に含み得る。取り付け構造は、LIDAR装置100の軸を中心としてハウジング110を回転させるためのモータ又は他の手段を含んでいてもよい。代替的には、取り付け構造は、LIDAR装置100以外の装置及び／又はシステムに含まれていてもよい。

【0029】

[0043] いくつかの例においては、伝送ブロック120、受光ブロック130、及びレンズ150といったLIDAR装置100の様々な構成要素は、各構成要素及び／又は各構

50

成要素に含まれる下位構成要素の配置の校正の負担を軽くするために、所定の位置で取り外し可能にハウジング 110 に取り付けられてもよい。このように、ハウジング 110 は、LIDAR 装置 100 の組み立て、整備、校正、及び製造を容易にするために、LIDAR 装置 100 の様々な構成要素のためのプラットフォームを提供する。

【0030】

[0044] 伝送ブロック 120 は複数の光源 122 を含み、これらの光源は複数の出射光ビーム 102 を出口孔 124 を介して出射するように構成されていてもよい。いくつかの例においては、複数の出射光ビーム 102 の各々は、複数の光源 122 の 1 つに対応する。伝送ブロック 120 は、光源 122 と出口孔 124 との間の出射光ビーム 102 の伝送経路に沿って、鏡 126 を任意選択的に含んでいてもよい。

10

【0031】

[0045] 光源 122 は、レーザダイオード、発光ダイオード (LED)、垂直共振器面発光レーザ (VCSEL)、有機発光ダイオード (OLED)、高分子発光ダイオード (PLED)、発光高分子 (LEP)、液晶ディスプレイ (LCD)、微小電気機械システム (MEMS)、又は複数の出射光ビーム 102 を提供するべく光を選択的に伝送、反射、及び / 又は出射するように構成された任意の他の素子を含み得る。いくつかの例においては、光源 122 は、受光ブロック 130 内に含まれる検出器 132 により検出可能な波長範囲の出射光ビーム 102 を出射するように構成されていてもよい。波長範囲は、例えば、電磁スペクトルの紫外線部分、可視部分、及び / 又は赤外線部分であり得る。いくつかの例においては、波長範囲は、レーザによって提供されるような狭い波長範囲であってもよい。一例においては、波長範囲は、およそ 905 nm の波長を含む。さらに、光源 122 は、出射光ビーム 102 をパルスの形で出射するように構成されていてもよい。いくつかの例においては、複数の光源 122 は、1 つ以上の基板 (例えばプリント回路基板 (PCB)、フレキシブル PCB など) 上に配設され、出口孔 124 に向かって複数の光ビーム 102 を出射するように配置されてもよい。

20

【0032】

[0046] いくつかの例においては、複数の光源 122 は、出射光ビーム 102 に含まれるコリメートされていない光ビームを出射するように構成されていてもよい。例えば、出射ビーム 102 は、複数の光源 122 により出射されたコリメートされていない光ビームに起因して、伝送経路に沿った 1 つ以上の方向に発散してもよい。いくつかの例においては、伝送経路に沿った任意の位置における出射光ビーム 102 の垂直及び水平の範囲は、複数の光源 122 により出射されたコリメートされていない光ビームの発散の範囲に基づいていてもよい。

30

【0033】

[0047] 出射光ビーム 102 の伝送経路に沿って配置された出口孔 124 は、複数の光源 122 により出射された複数の光ビーム 102 の垂直及び水平の範囲を出口孔 124 において収容するように構成されていてもよい。ただし、図 1 に示されるブロック図は、説明の便宜のため、機能モジュールとの関連において記載されている。しかしながら、図 1 のブロック図の機能モジュールは、他の位置で物理的に実装されてもよい。例えば、出口孔 124 は伝送ブロック 120 に含まれるものとして図示されているが、出口孔 124 は物理的に伝送ブロック 120 及び共有空間 140 の両方に含まれることが可能である。例えば、伝送ブロック 120 と共有空間 140 とが、出口孔 124 を含む壁によって分離されていてもよい。この場合、出口孔 124 は壁の透明の部分に対応していてもよい。一例においては、透明の部分は壁の穴又は切欠部であってもよい。別の一例においては、壁は不透明な材料で被覆された透明基板 (例えばガラス) から形成されていてもよく、出口孔 124 は基板の不透明な材料で被覆されていない部分であってもよい。

40

【0034】

[0048] LIDAR 装置 100 のいくつかの例においては、出口孔 124 の寸法は、複数の光ビーム 102 の垂直及び水平の範囲を収容しつつ最小化することが望ましいかもしれない。例えば、出口孔 124 の寸法を最小化することは、ハウジング 110 の機能という

50

点で上述した光源 122 の光学的遮蔽を向上させ得る。追加的又は代替的には、伝送ブロック 120 と共有空間 140 とを分離する壁は、合焦された光 108 の受光経路に沿って配置されてもよく、したがって出口孔 124 は、合焦された光 108 のうちより大きな部分が壁に到達できるように最小化され得る。例えば、壁は反射性材料（例えば共有空間 140 の反射面 142）で被覆されてもよく、受光経路は合焦された光 108 を反射性材料によって受光ブロック 130 の方へと反射することを含んでいてもよい。この場合、出口孔 124 の寸法を最小化することによって、合焦された光 108 のうちより大きな部分が壁を被覆している反射性材料に反射することが可能となる。

【0035】

[0049] 出口孔 124 の寸法を最小化するために、いくつかの例においては、光源 122 により出射されたコリメートされていない光ビームを部分的にコリメートして出射光ビーム 102 の垂直及び水平の範囲を最小化しひいては出口孔 124 の寸法を最小化することによって、出射光ビーム 102 の発散が減少されてもよい。例えば、複数ある光源 122 の各光源は、光源に隣接して配置されたシリンドリカルレンズを含み得る。光源は対応するコリメートされていない光ビームを出射してもよく、この光ビームは第 2 の方向よりも第 1 の方向により多く発散する。シリンドリカルレンズは、第 1 の方向のコリメートされていない光ビームを予めコリメートして部分的にコリメートされた光ビームを提供し、それによって第 1 の方向の発散を減少させてもよい。いくつかの例においては、部分的にコリメートされた光ビームは、第 2 の方向よりも第 1 の方向により少なく発散する。同様に、複数ある光源 122 の他の光源からのコリメートされていない光ビームは、第 1 の方向に縮小されたビーム幅を有してもよく、したがって出射光ビーム 102 は、部分的にコリメートされた光ビームによってより小さな発散を有してもよい。この例においては、出口孔 124 の垂直及び水平の範囲のうち少なくとも一方が、光ビーム 102 を部分的にコリメートすることによって縮小されてもよい。

10

20

【0036】

[0050] 追加的又は代替的には、出口孔 124 の寸法を最小化するべく、いくつかの例においては、光源 122 は、伝送ブロック 120 により定義される略湾曲面に沿って配置されてもよい。湾曲面は、出射光ビーム 102 が出口孔 124 に向かって収束するように、またひいては出口孔 124 における出射光ビーム 102 の垂直及び水平の範囲が伝送ブロック 120 の湾曲面に沿った光源 122 の配置によって縮小されるように構成されていてもよい。いくつかの例においては、伝送ブロック 120 の湾曲面は、複数の光ビーム 102 が伝送経路に沿って複数の光源 122 の前の中央領域に向かって収束するように、出射光ビーム 102 の発散の第 1 の方向に沿った湾曲と、出射光ビーム 102 の発散の第 2 の方向に沿った湾曲とを含み得る。

30

【0037】

[0051] 光源 122 のそのような湾曲した配置を容易にするために、いくつかの例においては、光源 122 は、1 つ以上の方向に沿って湾曲を有するフレキシブル基板（例えばフレキシブル P C B）上に配設されてもよい。例えば、湾曲したフレキシブル基板は、出射光ビーム 102 の発散の第 1 の方向と出射光ビーム 102 の発散の第 2 の方向とに沿って湾曲していてもよい。追加的又は代替的には、光源 122 のそのような湾曲した配置を容易にするために、いくつかの例においては、光源 122 は、1 つ以上の垂直配向されたプリント回路基板（P C B）の湾曲端縁上に、P C B の湾曲端縁が第 1 の方向（例えば P C B の垂直面）の湾曲と略一致するように、配設されてもよい。この例においては、1 つ以上の P C B は、伝送ブロック 120 内に、第 2 の方向（例えば 1 つ以上の P C B の水平面）の湾曲と略一致する水平湾曲に沿って取り付けられてもよい。例えば、伝送ブロック 120 は 4 つの P C B を含んでいてもよく、各 P C B は、伝送ブロック 120 の湾曲面に沿って 64 個の光源を提供するように、16 個の光源を搭載している。この例においては、64 個の光源は、出射光ビーム 102 が伝送ブロック 120 の出口孔 124 に向かって収束するように、あるパターンで配置される。

40

【0038】

50

[0052] 伝送ブロック 120 は、光源 122 と出口孔 124 との間の出射光ビーム 102 の伝送経路に沿って、鏡 126 を任意選択的に含んでいてもよい。伝送ブロック 120 内に鏡 126 を含むことによって、出射光ビーム 102 の伝送経路は折り曲げられ、伝送経路が折り曲げられない別の伝送ブロックの寸法よりも小さな寸法を有する LIDAR 装置 100 の伝送ブロック 120 及びハウジング 110 を提供することができる。

【0039】

[0053] 受光ブロック 130 は複数の検出器 132 を含み、これらは合焦された光 108 を入口孔 134 を介して受光するように構成されていてもよい。いくつかの例においては、複数の検出器 132 の各々は、合焦された光 108 の、複数の光源 122 のうち対応する光源により出射され LIDAR 装置 100 の環境内の 1 つ以上の対象物に反射された光ビームに対応する部分を受光するように構成及び配置される。受光ブロック 130 は、任意選択的には、不活性ガス 136 を有する密閉環境内に検出器 132 を含んでいてよい。

10

【0040】

[0054] 検出器 132 は、フォトダイオード、アバランシェフォトダイオード、フォトトランジスタ、カメラ、能動画素センサ (APS)、電荷結合素子 (CCD)、極低温検出器、又は出射光ビーム 102 の波長範囲の波長を有する合焦された光 108 を受光するように構成された任意の他の光のセンサを備え得る。

【0041】

[0055] 検出器 132 の各々が、合焦された光 108 の、複数の光源 122 のうち対応する光源に由来する部分を受光することを容易にするために、検出器 132 は、1 つ以上の基板上に配設され、それに応じて配置されてもよい。例えば、光源 122 は伝送ブロック 120 の湾曲面に沿って配置されてもよく、検出器 132 もまた受光ブロック 130 の湾曲面に沿って配置されてもよい。受光ブロック 130 の湾曲面は、受光ブロック 130 の湾曲面の 1 つ以上の軸に沿って同様に湾曲していてもよい。したがって、検出器 132 の各々は、元々は複数の光源 122 のうち対応する光源により出射された光を受光するように構成されている。

20

【0042】

[0056] 受光ブロック 130 の湾曲面を提供するために、検出器 132 は、伝送ブロック 120 内に配設された光源 122 と同様に、1 つ以上の基板上に配設されてもよい。例えば、検出器 132 は、各々が光源 122 のうち対応する光源から発せられる合焦された光を受光するように、フレキシブル基板 (例えばフレキシブル PCB) 上に配設されフレキシブル基板の湾曲面に沿って配置されてもよい。この例においては、フレキシブル基板は、受光ブロック 130 の湾曲面の形状に対応した表面を有する 2 つの挟持片の間に保持されてもよい。したがって、この例においては、フレキシブル基板を受光ブロック 130 上へと摺動すること及び 2 つの挟持片を用いてこの基板を正しい曲率に保持することによって、受光ブロック 130 の組み立てを簡略化することが可能である。

30

【0043】

[0057] 受光経路に沿って通過する合焦された光 108 は、入口孔 134 を介して検出器 132 により受光されてもよい。いくつかの例においては、入口孔 134 は、複数の光源 122 により出射された波長範囲内の波長を有する光は通し他の波長を有する光は減衰させるフィルタリング窓を含んでいてもよい。この例においては、検出器 132 は、波長範囲内の波長を有する光を実質的に含む合焦された光 108 を受光する。

40

【0044】

[0058] いくつかの例においては、受光ブロック 130 に含まれる複数の検出器 132 は、例えば、不活性ガス 136 を充填された密閉環境内のアバランシェフォトダイオードを含んでいてもよい。不活性ガス 136 は、例えば窒素を含み得る。

【0045】

[0059] 共有空間 140 は、伝送ブロック 120 からレンズ 150 への出射光ビーム 102 用の伝送経路を含むとともに、レンズ 150 から受光ブロック 130 への合焦された光

50

108用の受光経路を含む。いくつかの例においては、伝送経路は、共有空間140において、少なくとも部分的に受光経路と重なる。共有空間140内に伝送経路と受光経路とを含むことにより、LIDAR装置100の組み立て、製造、及び/又は整備の寸法、費用、及び/又は複雑さに関して利点がもたらされ得る。

【0046】

[0060] いくつかの例においては、共有空間140は反射面142を含んでいてもよい。反射面142は、受光経路に沿って配置され、合焦された光108を入口孔134へ向かって及び検出器132上へと反射するように構成され得る。反射面142は、合焦された光108を受光ブロック130内の入口孔134に向かって反射するように構成されたプリズム、鏡、又は任意の他の光学素子を備えていてもよい。いくつかの例においては、壁が共有空間140を伝送ブロック120から分離する。これらの例においては、壁は透明基板(例えばガラス)を備えていてもよく、反射面142は壁に反射性の被覆を備え、出口孔124のための被覆されていない部分を有していてもよい。

10

【0047】

[0061] 反射面142を含む実施形態においては、反射面142は、伝送ブロック120内の鏡126と同様に受光経路を折り曲げることによって、共有空間140の寸法を縮小することができる。追加的又は代替的には、いくつかの例においては、反射面142は、合焦された光103を受光ブロック130に向けて、ハウジング110内の受光ブロック130の配置にさらに柔軟性をもたらしてもよい。例えば、反射面142の傾きを変化させると、合焦された光108がハウジング110の内部空間の様々な部分へと反射されることになり得るため、受光ブロック130はハウジング110内の対応する位置に配置され得る。追加的又は代替的には、この例においては、LIDAR装置100は、反射面142の傾きを変化させることによって校正されてもよい。

20

【0048】

[0062] ハウジング110に取り付けられたレンズ150は、伝送ブロック120内の光源122からの出射光ビーム102をコリメートし且つLIDAR装置100の環境内の1つ以上の対象物からの反射光106を受光ブロック130内の検出器132上に合焦させる光パワーを有していてもよい。一例においては、レンズ150はおよそ120mmの焦点距離を有する。コリメート用の伝送レンズと合焦用の受光レンズとに代えて、同一のレンズ150を用いてこれらの両機能を実施することにより、寸法、費用、及び/又は複雑さに関して利点がもたらされ得る。いくつかの例においては、出射光ビーム102をコリメートしてコリメートされた光ビーム104を提供することで、コリメートされた光ビーム104がLIDAR装置100の環境内の1つ以上の対象物まで移動する距離を判定することができる。

30

【0049】

[0063] 例示的な筋書きでは、伝送経路に沿って通過する光源122からの出射光ビーム102は、LIDAR装置100の環境にコリメートされた光ビーム104を提供するべく、レンズ150によってコリメートされてもよい。コリメートされた光ビーム104は次いでLIDAR装置100の環境内の1つ以上の対象物に反射し、反射光106としてレンズ150に返ってきてよい。すると、レンズ150は反射光106を集光し、合焦された光108として受光ブロック130内に含まれる検出器132上に合焦してもよい。いくつかの例においては、LIDAR装置100の環境内の1つ以上の対象物の態様は、出射光ビーム102を合焦された光ビーム108と比較することによって判定され得る。態様は、例えば、1つ以上の対象物の距離、形状、色彩、及び/又は材料を含んでいてもよい。追加的には、いくつかの例においては、ハウジング110を回転させることによって、LIDAR装置100の周囲の三次元地図が決定されてもよい。

40

【0050】

[0064] いくつかの例においては、複数の光源122は伝送ブロック120の湾曲面に沿って配置されたているが、その場合レンズ150は、伝送ブロック120の湾曲面に対応した焦点面を有するように構成されていてもよい。例えば、レンズ150は、ハウジング

50

110の外側には非球面を、共有空間140に面したハウジング110の内側にはトロイダル面を、備えていてもよい。この例においては、レンズ150の形状が、レンズ150が出射光ビーム102をコリメートし且つ反射光106を合焦させることを可能にする。また、この例においては、レンズ150の形状が、レンズ150が伝送ブロック120の湾曲面に対応した焦点面を有することを可能にする。いくつかの例においては、レンズ150により提供される焦点面は、伝送ブロック120の湾曲形状に略一致する。また、いくつかの例においては、検出器132は、同様に受光ブロック130の湾曲形状に配置されて、レンズ150により提供される湾曲した焦点面に沿って合焦された光108を受光してもよい。したがって、いくつかの例においては、受光ブロック130の湾曲面もまた、レンズ150により提供される湾曲した焦点面に略一致していてもよい。

10

【0051】

[0065] 図2は、例示的なLIDAR装置200の断面図である。この例においては、LIDAR装置200は、伝送ブロック220と、受光ブロック230と、共有空間240と、レンズ250とを収容するハウジング210を含む。説明のため、図2はx-y-z軸を示しており、ここでz軸は略垂直方向にあり、x軸及びy軸は略水平面を定義する。

【0052】

[0066] LIDAR装置200に含まれる様々な構成要素の構造、機能、及び動作は、図1に記載のLIDAR装置100に含まれる対応する構成要素と同様である。例えば、ハウジング210、伝送ブロック220、受光ブロック230、共有空間240、及びレンズ250は、それぞれ図1に記載のハウジング110、伝送ブロック120、受光ブロック130、及び共有空間140と同様である。

20

【0053】

[0067] 伝送ブロック220は、レンズ250により定義された湾曲した焦点面228に沿って配置された複数の光源222a～cを含む。複数の光源222a～cは、それぞれ波長範囲内の波長を有する複数の光ビーム202a～cを出射するように構成されていてもよい。例えば、複数の光源222a～cは、波長範囲内の波長を有する複数の光ビーム202a～cを出射するレーザダイオードを備えていてもよい。複数の光ビーム202a～cは、鏡224によって、出口孔226を通過して共有空間240内へと反射され、レンズ250の方に向かう。複数の光源222a～c、鏡224、及び出口孔226の構造、機能、及び動作は、それぞれ図1のLIDAR装置100の説明において述べられた複数の光源122、鏡124、及び出口孔226と同様であってもよい。

30

【0054】

[0068] 図2は湾曲した焦点面228がx-y平面(水平面)内で湾曲していることを示しているが、追加的又は代替的には、複数の光源222a～cは、垂直面内で湾曲した焦点面に沿って配置されてもよい。例えば、湾曲した焦点面228は垂直面内の湾曲を有していてもよく、複数の光源222a～cは、湾曲した焦点面228に沿って垂直に配置されるとともに鏡224に向けられ出口孔226を通して反射される光ビームを出射するように構成された追加的な光源を含んでいてもよい。

【0055】

[0069] 湾曲した焦点面228に沿って複数の光源222a～cを配置することにより、複数の光ビーム202a～cは、いくつかの例においては、出口孔226に向かって収束し得る。したがって、これらの例においては、出口孔226は、複数の光ビーム202a～cの垂直及び水平の範囲を収容可能としつつ、最小の寸法決めがなされていてもよい。また、いくつかの例においては、湾曲した焦点面228はレンズ250により定義されていてもよい。例えば、湾曲した焦点面228は、レンズ250の形状及び構成により、レンズ250の焦点面に対応していてもよい。この例においては、複数の光源222a～cは、レンズ250によって伝送ブロックに定義される焦点面に沿って配置されていてもよい。

40

【0056】

[0070] 複数の光ビーム202a～cは、伝送ブロック220と、出口孔226と、共有

50

空間 240 とを通りレンズ 250 に向かって延伸する伝送経路を伝播する。レンズ 250 は、複数の光ビーム 202a～c をコリメートして、コリメートされた光ビーム 204a～c を LIDAR 装置 200 の環境内へと提供する。コリメートされた光ビーム 204a～c はそれぞれ複数の光ビーム 202a～c に対応する。いくつかの例においては、コリメートされた光ビーム 204a～c は、反射光 206 として LIDAR 装置 200 の環境内の 1 つ以上の対象物に反射する。反射光 206 は、共有空間 240 を通って受光プロック 230 上へと延伸する受光経路に沿って伝わる合焦された光 208 として、共有空間 240 内へとレンズ 250 により合焦されてもよい。例えば、合焦された光 208 は、受光プロック 230 に向かって伝播する合焦された光 208a～c として、反射面 242 により反射されてもよい。

10

【0057】

[0071] レンズ 250 は、複数の光ビーム 202a～c をコリメートし且つレンズ 250 の形状及び構成により受光経路 208 に沿って受光プロック 230 に向かって反射光 206 を合焦させることができあってもよい。例えば、レンズ 250 は、ハウジング 210 の外側に面した非球面 252 と、共有空間 240 に面したトロイダル面 254 とを有していてもよい。コリメート用の伝送レンズと合焦用の受光レンズとに代えて、同一のレンズ 250 を用いてこれらの両機能を実施することにより、寸法、費用、及び / 又は複雑性に関して利点がもたらされ得る。

【0058】

[0072] 出口孔 226 は、伝送プロック 220 を共有空間 240 から分離する壁 244 に含まれている。いくつかの例においては、壁 244 は、反射性材料 242 で被覆された透明な材料（例えばガラス）から形成されていてもよい。この例においては、出口孔 226 は、壁 244 の、反射性材料 242 で被覆されていない部分に対応していてもよい。追加的又は代替的には、出口孔 226 は壁 244 に穴又は切欠を備え得る。

20

【0059】

[0073] 合焦された光 208 は、反射面 242 により反射され、受光プロック 230 の入口孔 234 の方に向けられる。いくつかの例においては、入口孔 234 は、複数の光源 222a～c により出射された複数の光ビーム 202a～c の波長範囲の波長は通し他の波長は減衰させるように構成されたフィルタリング窓を備えていてもよい。合焦された光 208 から反射面 242 により反射された合焦された光 208a～c はそれぞれ複数の検出器 232a～c 上へと伝播する。入口孔 234 及び複数の検出器 232a～c の構造、機能、及び動作はそれぞれ、図 1 に記載の LIDAR 装置 100 に含まれる入口孔 134 及び複数の検出器 132 に類似している。

30

【0060】

[0074] 複数の検出器 232a～c は、受光プロック 230 の湾曲した焦点面 238 に沿って配置されてもよい。図 2 は湾曲した焦点面 238 が x - y 平面（水平面）に沿って湾曲していることを示しているが、追加的又は代替的には、湾曲した焦点面 238 は垂直面内で湾曲していてもよい。焦点面 238 の湾曲は、レンズ 250 によっても定義される。例えば、湾曲した焦点面 238 は、受光経路に沿ってレンズ 250 により投影された光の、受光プロック 230 における焦点面に対応していてもよい。

40

【0061】

[0075] 合焦された光 208a～c の各々は、それぞれ出射光ビーム 202a～c に対応しており、それぞれ複数の検出器 232a～c 上に向けられる。例えば、検出器 232a は、LIDAR 装置 200 の環境内の 1 つ以上の対象物に反射したコリメートされた光ビーム 204a に対応する、合焦された光 208a を受光するように構成及び配置されている。この例においては、コリメートされた光ビーム 204a は、光源 222a により出射された光ビーム 202a に対応する。したがって、検出器 232a は光源 222a によって出射された光を受光し、検出器 232b は光源 222b によって出射された光を受光し、検出器 232c は光源 222c により出射された光を受光する。

【0062】

50

[0076] 受光した光 208a～c を出射光ビーム 202a～c と比較することにより、LIDAR 装置 200 の環境内の 1 つ以上の対象物の少なくとも 1 つの態様が判定され得る。例えば、複数の光ビーム 202a～c が複数の光源 222a～c により出射された時刻と複数の検出器 232a～c が合焦された光 208a～c を受光した時刻とを比較することによって、LIDAR 装置 200 と LIDAR 装置 200 の環境内の 1 つ以上の対象物との間の距離が判定され得る。いくつかの例においては、形状、色彩、材料などといった他の態様もまた判定され得る。

【0063】

[0077] いくつかの例においては、LIDAR 装置 200 の周囲の三次元地図を決定するために、LIDAR 装置 200 が軸を中心として回転されてもよい。例えば、LIDAR 装置 200 は、矢印 290 により図示されるように、略垂直軸を中心として回転されてもよい。LIDAR 装置 200 は、矢印 290 により示されるように、軸を中心として反時計回りに回転されることが図示されているが、追加的又は代替的には、LIDAR 装置 200 は時計回りの方向に回転されてもよい。いくつかの例においては、LIDAR 装置 200 は、軸を中心として 360 度回転されてもよい。他の例においては、LIDAR 装置 200 は、LIDAR 装置 200 の 360 度の視野のうち一部に沿って正逆回転されてもよい。例えば、LIDAR 装置 200 は、完全に回転することなく軸を中心として前後にぐらつくプラットフォームに搭載されてもよい。

【0064】

[0078] 図 3A は、本明細書に記載の少なくともいくつかの実施形態による、様々な構成要素が取り付けられた例示的な LIDAR 装置 300 の斜視図である。図 3B は、ハウジング 310 の内部空間を示すために様々な構成要素が取り除かれた状態の、図 3A に示す例示的な LIDAR 装置 300 の斜視図である。LIDAR 装置 300 の構造、機能、及び動作は、図 1 及び 2 にそれぞれ記載の LIDAR 装置 100 及び 200 と同様である。例えば、LIDAR 装置 300 はハウジング 310 を含み、このハウジングは伝送プロック 320、受光プロック 330、及びレンズ 350 を収容しているが、これらはそれぞれ図 1 に記載のハウジング 110、伝送プロック 120、受光プロック 130、及びレンズ 150 と同様である。また、図 1 に記載のコリメートされた光ビーム 104 及び反射光 106 と同様、コリメートされた光ビーム 304 はレンズ 350 から LIDAR 装置 300 の環境の方に向かって伝播するとともに、反射光 306 として環境内の 1 つ以上の対象物に反射する。

【0065】

[0079] LIDAR 装置 300 は、取り付け構造 360 に取り付けられるとともに軸を中心として回転され、LIDAR 装置 300 の周囲の環境の 360 度の視界を提供することができる。いくつかの例においては、取り付け構造 360 は、1 つ以上の方向に傾いて LIDAR 装置 300 の回転軸を変更し得る可動プラットフォームを備えていてもよい。

【0066】

[0080] 図 3B に図示されるように、LIDAR 装置 300 の様々な構成要素は、ハウジング 310 に取り外し可能に取り付けることができる。例えば、伝送プロック 320 は 1 つ以上のプリント回路基板 (PCB) を備えていてもよく、この PCB はハウジング 310 内の伝送プロック 320 を取り付け可能な部分に嵌装される。また、受光プロック 330 は、フレキシブル基板に取り付けられた複数の検出器 332 を備えていてもよく、複数の検出器を含むプロックとしてハウジング 310 に取り外し可能に取り付けられ得る。同様に、レンズ 350 は、ハウジング 310 の別の側面に取り付けられてもよい。

【0067】

[0081] 複数の光ビーム 302 は、伝送プロック 320 によって共有空間 340 内及びレンズ 350 の方へと伝送されてもよく、コリメートされてコリメートされた光ビーム 304 となる。同様に、受光された光 306 は、レンズ 350 によって合焦され、共有空間 340 を通って受光プロック 330 上へと向けられてもよい。

【0068】

10

20

30

40

50

[0082] 図4は、本明細書に記載の少なくともいくつかの実施形態による例示的な伝送ブロック420を示す。伝送ブロック420は、図1乃至3に記載の伝送ブロック120、220、及び320に対応していてよい。例えば、伝送ブロック420は、図2の伝送ブロック220に含まれる複数の光源222a～cと同様の複数の光源422a～cを含む。また、光源422a～cは、垂直面内で湾曲している焦点面428に沿って配置される。光源422a～cは、出口孔426を通って壁444内で収束し伝播する複数の光ビーム402a～cを出射するように構成されている。

【0069】

[0083] 複数の光源422a～cは垂直面内で湾曲している焦点面428に沿って配置可能であるが、追加的又は代替的には、複数の光源422a～cは、水平面内で湾曲する焦点面又は垂直及び水平の両方に湾曲した焦点面に沿って配置されてもよい。例えば、複数の光源422a～cは、三次元格子パターンで配置され得る。例えば、伝送ブロック420は複数のプリント回路基板(PCB)を備えていてもよく、このPCBは、複数の光源422a～cのような光源の列が各PCBの垂直軸に沿うように、垂直に取り付けられる。また、複数のPCBの各々は、三次元格子パターンを提供するべく、他の垂直に取り付けられたPCBに隣接して、水平に湾曲した平面に沿って配置されてもよい。

10

【0070】

[0084] 図4に示されるように、光ビーム402a～cは出口孔426に向かって収束し、これが、図2に記載の出口孔226と同様、光ビーム402a～cの垂直及び水平の範囲を収容しつつ出口孔426の寸法を最小化することを可能にする。

20

【0071】

[0085] 図1の説明において上記したように、光源122からの光は、出口孔124を通過するように部分的にコリメートされ得る。図5A、5B、及び5Cは、そのような部分的なコリメートがどのようにして達成され得るのかの一例を図示する。この例においては、光源500は、レーザダイオード502とシリンドリカルレンズ504とからなる。図5Aに示されるように、レーザダイオード502は、速軸508に対応する短い寸法と遅軸510に対応する長い寸法とを備えた孔506を有する。図5B及び5Cは、コリメートされていないレーザビーム512がレーザダイオード502から出射されていることを示す。レーザビーム512は、速軸508により定義される一方の方向と、遅軸510により定義される別の概ね直交する方向という、2方向に発散する。図5Bは速軸508に沿ったレーザビーム512の発散を示し、その一方で図5Cは遅軸510に沿ったレーザビーム512の発散を示す。レーザビーム512は、遅軸510に沿ってよりも速軸508に沿っての方が、より迅速に発散する。

30

【0072】

[0086] 1つの具体例においては、レーザダイオード502は、約896nmから約910nmまでの波長範囲(公称波長905nm)の光のパルスを出射するOsraram社のSPL_DL90_3ナノスタックパルスレーザダイオードである。この具体例では、孔は、速軸に対応する約10ミクロンの短い寸法と、遅軸に対応する約200ミクロンの長い寸法とを有する。この具体例におけるレーザビームの発散は、速軸に沿って約25度及び遅軸に沿って約11度である。この具体例は説明的なものに過ぎないことが理解されるべきである。レーザダイオード502は、異なる構成、異なる孔寸法、異なるビーム発散を有し得るものであり、及び/又は異なる波長を出射し得る。

40

【0073】

[0087] 図5B及び5Cに示されるように、シリンドリカルレンズ504は、そのシリンドラ軸514が概ね遅軸510に平行且つ速軸508に垂直の状態で、孔506の前に配置されてもよい。この配置においては、シリンドリカルレンズ504はレーザビーム512を速軸508に沿って予めコリメートすることができ、その結果部分的にコリメートされたレーザビーム516がもたらされる。いくつかの例においては、このように予めコリメートすることにより、速軸508に沿った発散が約1度以下にまで低減される。それにもかかわらず、遅軸510に沿った発散はシリンドリカルレンズ504によっては大部分が

50

不变であり得るため、レーザビーム 516 は部分的にのみコリメートされる。このように、レーザダイオードにより出射されたコリメートされていないレーザビーム 512 が遅軸 510 に沿ってよりも速軸 508 に沿ってより大きな発散を有する一方で、シリンドリカルレンズ 504 により提供される部分的にコリメートされたレーザビーム 516 は、速軸 508 に沿ってよりも遅軸 510 に沿ってより大きな発散を有し得る。また、コリメートされていないレーザビーム 512 及び部分的にコリメートされたレーザビーム 516 における遅軸 510 に沿った発散は、実質的に等しくてもよい。

【0074】

[0088] 一例においては、シリンドリカルレンズ 504 は、約 600 ミクロンの直径を有し孔 506 の前方約 250 ミクロンに配置されたマイクロロッドレンズである。マイクロロッドレンズの材料は、例えば、溶融シリカ又は Schott 社の BK7 のようなホウケイ酸クラウンガラスであり得る。代替的には、マイクロロッドレンズは、成形プラスチックシリンドラ又はアシリンドラであり得る。シリンドリカルレンズ 504 は速軸 508 に沿った拡大を提供するためにも用いられ得る。例えば、前述のように孔 506 の寸法が 10 ミクロン × 200 ミクロンであり、シリンドリカルレンズ 504 が上述のようにマイクロロッドレンズである場合には、シリンドリカルレンズ 504 は、(速軸 508 に対応する) 短い方の寸法を約 20 倍に拡大してもよい。この拡大は孔 506 の短い方の寸法を長い方の寸法と概ね同一にまで効果的に伸張する。その結果、レーザビーム 516 からの光が例えば検出器上に合焦されると、その集光スポットは孔 506 の長方形のスリット形状の代わりに略正方形形状を有し得る。

10

20

【0075】

[0089] 図 6A は、本明細書に記載の少なくともいくつかの実施形態による、例示的な受光ブロック 630 を示す。図 6B は、図 6A の受光ブロック 630 に含まれている 3 つの検出器 632a ~ c の側面図を示す。受光ブロック 630 は、図 1 乃至 3 に記載の受光ブロック 130、230、及び 330 に対応していてもよい。例えば、図 2 に記載の受光ブロック 230、検出器 232、及び湾曲平面 238 と同様に、受光ブロック 630 は、レンズ 650 により定義された湾曲面 638 に沿って配置された複数の検出器 632a ~ c を含む。図 2 に記載の合焦された光 208a ~ c、レンズ 250、反射面 242、及び検出器 232a ~ c とそれぞれ同様に、レンズ 650 からの合焦された光 608a ~ c は反射面 642 を含む受光経路に沿って検出器 632a ~ c 上に伝播する。

30

【0076】

[0090] 受光ブロック 630 はフレキシブル基板 680 を備え、その上には複数の検出器 632a ~ c が湾曲面 638 に沿って配置されている。フレキシブル基板 680 は、湾曲面 638 を有する受光ブロックハウジング 690 に取り付けられることによって、湾曲面 638 に一致する。図 6 に示されるように、湾曲面 638 は、受光ブロック 630 の垂直軸及び水平軸に沿って湾曲した検出器 632a ~ c の配置を含む。

【0077】

[0091] 図 7A 及び 7B は、本明細書に記載の少なくともいくつかの実施形態による、非球面 752 とトロイダル面 754 とを備えた例示的なレンズ 750 を示す。図 7B は、図 7A に示す例示的なレンズ 750 の断面図を示す。レンズ 750 は、図 1 乃至 3 に含まれるレンズ 150、250、及び 350 に対応していてもよい。例えば、レンズ 750 は、光源からトロイダル面 754 に入射する光をコリメートして非球面 752 から出て伝播するコリメートされた光にするとともに非球面 752 から入ってくる反射光を検出器上に合焦させるように構成されていてもよい。非球面 752 とトロイダル面 754 とを含むレンズ 750 の構造は、レンズ 750 が上記の例において説明したコリメート及び合焦の両方の機能を実施することを可能にする。

40

【0078】

[0092] いくつかの例においては、レンズ 750 は、非球面 752 及びトロイダル面 754 によって、レンズ 750 を通って伝播する光の焦点面を定義する。これらの例においては、トロイダル面 754 に入る光を提供する光源は定義された焦点面に沿って配置されて

50

いてもよく、非球面 752 に入る光から合焦された光を受光する検出器もまた定義された焦点面に沿って配置されていてもよい。

【0079】

[0093] コリメート用の伝送レンズ及び合焦用の受光レンズに代えてこれらの機能（伝送された光のコリメート及び受光した光の合焦）の両方を行うレンズ 750 を用いることにより、寸法、費用、及び／又は複雑さに関して利点がもたらされ得る。

【0080】

[0094] 図 8A は、本明細書に記載の少なくともいくつかの実施形態による、車両 800 に搭載された例示的な LIDAR 装置 810 を示す。図 8A は車両 800 の右側面図、正面図、背面図、及び上面図を示す。車両 800 は図 8 においては自動車として図示されているが、他の例が考えられる。例えば、車両 800 とは、数ある例の中でも、トラック、バン、セミトレーラ・トラック、オートバイ、ゴルフカート、オフロード車両、又は農作業車両を意味し得る。

10

【0081】

[0095] 図 8A に示される LIDAR 装置 810 の構造、機能、及び動作は、図 1 乃至 3 に示される例示的な LIDAR 装置 100、200、及び 300 と同様である。例えば、LIDAR 装置 810 は、軸を中心として回転し LIDAR 装置 810 の周囲環境の三次元地図を決定するように構成されていてもよい。回転を容易にするため、LIDAR 装置 810 はプラットフォーム 802 上に搭載されていてもよい。いくつかの例においては、プラットフォーム 802 は、車両 800 が LIDAR 装置 810 の回転軸を制御することを可能にする可動台を備えていてもよい。

20

【0082】

[0096] LIDAR 装置 810 は車両 800 上の特定の位置に搭載されるように図示されているが、いくつかの例においては、LIDAR 装置 810 は車両 800 上の他の場所に搭載されてもよい。例えば、LIDAR 装置 810 は車両 800 の上、車両 800 の側部、車両 800 の下、車両 800 のボンネット上、及び／又は車両 800 のトランク上のどこに搭載されてもよい。

【0083】

[0097] LIDAR 装置 810 はレンズ 812 を含み、図 1 乃至 3 に記載のレンズ 150、250、及び 350 と同様、コリメートされた光はこのレンズを通って LIDAR 装置 810 から LIDAR 装置 810 の周囲環境へと伝送される。同様に、レンズ 812 はまた、周囲環境内の 1 つ以上の対象物に反射された LIDAR 装置 810 の周囲環境からの反射光を受光するように構成されていてもよい。

30

【0084】

[0098] 図 8B は、本明細書に記載の少なくともいくつかの実施形態による、図 8A に示す LIDAR 装置 810 が 1 つ以上の対象物を含む環境 830 をスキャンしている筋書きを示す。この例示的な筋書きにおいて、車両 800 は環境 830 内の道路 822 上を移動していくてもよい。プラットフォーム 802 により定義される軸を中心として LIDAR 装置 810 を回転させることにより、LIDAR 装置 810 は、車線境界線 824a～b、他の車両 826a～c、及び／又は道路標識 828 といった周囲環境 830 内の対象物の態様を判定することができてもよい。このように、LIDAR 装置 810 は、対象物の距離、形状、色彩、及び／又は材料の種類を含め、周囲環境 830 内の対象物についての情報を車両 800 に提供することができる。

40

【0085】

[0099] 図 9 は、本明細書に記載の少なくともいくつかの実施形態による、LIDAR 装置の動作の方法 900 のフローチャートである。図 9 に示される方法 900 は、例えば LIDAR 装置 100、200、及び 300 とともに用いられ得る方法の一実施形態を提示する。方法 900 は、ブロック 902～912 のうち 1 つ以上により示される 1 つ以上の動作、機能、又は作用を含み得る。ブロックは順番に示されているが、場合によってはこれらのブロックは並行して及び／又は本明細書に記載されたものとは異なる順序で実施さ

50

れてもよい。また、様々なブロックが組み合わされてより少数のブロックにされたり、分割されて追加的なブロックにされたり、及び／又は所望の実装形態に基づいて除去されたりしてもよい。

【0086】

[00100] さらに、方法900ならびに本明細書に記載の他のプロセス及び方法について、フロー・チャートは本発明の諸実施形態の1つの考え得る実装形態の機能性及び動作を示す。この点に関して、各ブロックは、モジュール、セグメント、あるいは製造又は動作プロセスの一部を表していてもよい。

【0087】

[00101] ブロック902において、方法900は、光検出及び測距（LIDAR）装置のハウジングを軸を中心として回転させることを含む。ここで、ハウジングは伝送ブロックと、受光ブロックと、共有空間とを含む内部空間を備え、伝送ブロックは出口孔を有し、受光ブロックは入口孔を有する。

【0088】

[00102] ブロック904において、方法900は、伝送ブロック内の複数の光源によって、伝送経路を介して共有空間に入る複数の光ビームを出射することを含む。光ビームは波長範囲の波長を有する光を含んでいる。

【0089】

[00103] ブロック906において、方法900は、伝送経路に沿ってハウジングに取り付けられたレンズにおいて光ビームを受光することを含む。

10

【0090】

[00104] ブロック908において、方法900は、レンズによって、LIDAR装置の環境内に伝送する光ビームをコリメートすることを含む。

【0091】

[00105] ブロック910において、方法900は、集光された光を、共有空間及び受光ブロックの入口孔を通って延伸する受光経路を介して、レンズにより受光ブロック内の複数の検出器上に合焦させることを含む。

【0092】

[00106] ブロック912において、方法900は、受光ブロック内の複数の検出器によって、波長範囲の波長を有する合焦された光からの光を検出することを含む。

20

【0093】

[00107] 例えば、LIDAR装置200のようなLIDAR装置が、軸を中心として回転されてもよい（ブロック902）。伝送ブロック220のような伝送ブロックは、波長範囲の波長を有する光ビームを出口孔及び共有空間を通してレンズへと出射する複数の光源を含んでいてもよい（ブロック904）。光ビームは、レンズによって受光され（ブロック906）、LIDAR装置の環境へと伝送するためにコリメートされてもよい（ブロック908）。すると、コリメートされた光はLIDAR装置の環境内の1つ以上の対象物に反射し、レンズによって集光された反射光として戻ってきてよい。次に、レンズは、集光された光を、共有空間及び受光ブロックの入口孔を通って延伸する受光経路を介して、受光ブロック内の複数の検出器上に合焦してもよい（ブロック910）。その後、受光ブロック内の複数の検出器は、光源からの出射光ビームの波長範囲の波長を有する合焦された光からの光を検出してもよい（ブロック912）。

30

【0094】

[00108] 例において、記載された装置及び動作方法は、軸を中心として回転されるとともにコリメートされた光を伝送し反射光を合焦するように構成されたLIDAR装置を含む。コリメート及び合焦は共用レンズによって行われてもよい。コリメート用の伝送レンズ及び合焦用の受光レンズに代えてこれらの機能の両方を行う共用レンズを用いることにより、寸法、費用、及び／又は複雑性に関して利点がもたらされ得る。また、いくつかの例においては、共用レンズは湾曲した焦点面を定義してもよい。これらの例においては、共用レンズを通して光を出射する光源と、共用レンズにより合焦された光を受光する検出

40

50

器とが、共用レンズにより定義される湾曲した焦点面に沿って配置されてもよい。

【0095】

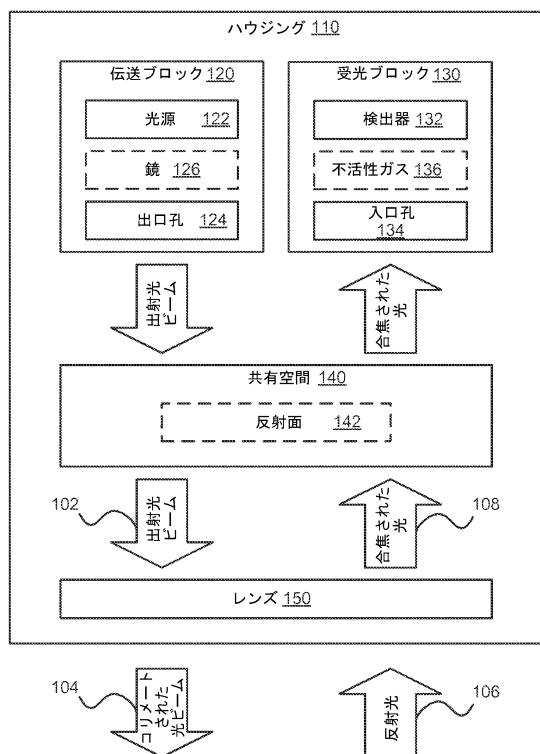
[00109] 本明細書に記載の配置は例示を目的としたものに過ぎないことが理解されるべきである。したがって、当業者には、他の配置及び他の要素（例えば機械、インターフェース、機能、順序、及び機能のグループ分けなど）を代わりに用いることが可能であり、いくつかの要素は所望の結果に応じて完全に省略され得ることがわかるであろう。さらに、記載されている要素の多くは、別々のもしくは分散した構成要素として、又は任意の適切な組み合わせ及び位置で他の構成要素と連携して実装され得る機能実体であり、あるいは、独立した構造として記載されている他の構造要素が組み合わされてもよい。

【0096】

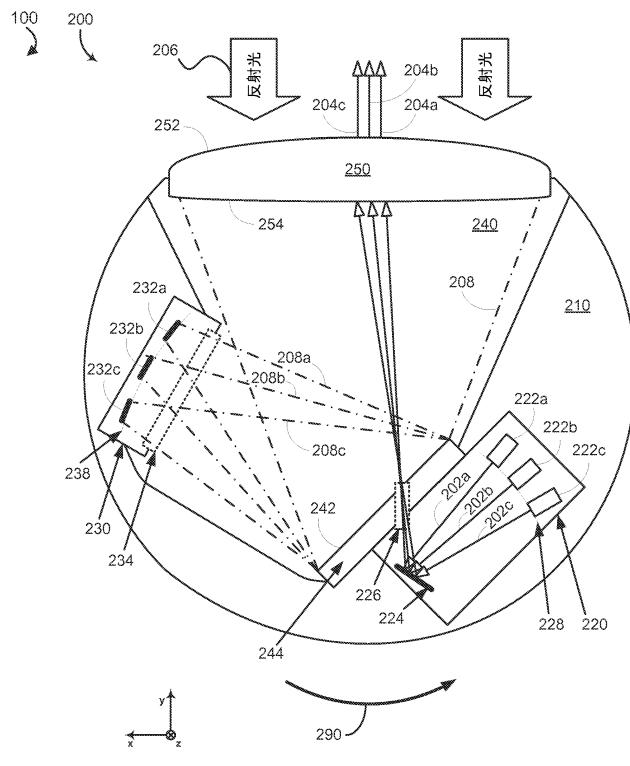
10

[00110] 本明細書においては様々な態様及び実施形態が開示されているが、当業者には、他の態様及び実施形態が明らかであろう。本明細書に記載の様々な態様及び実施形態は説明を目的とするものであって限定することを意図してはおらず、その真の範囲は、以下の特許請求の範囲と、そのような特許請求の範囲に認められる均等物の全範囲とにより示される。本明細書において用いられている用語は特定の実施形態を説明することのみを目的としており、限定的であることは意図されていないことも理解されるべきである。

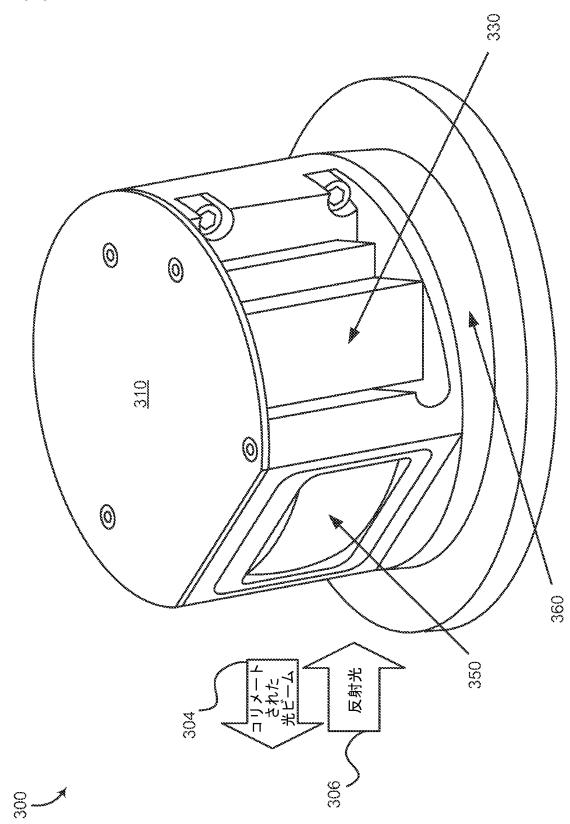
【図1】



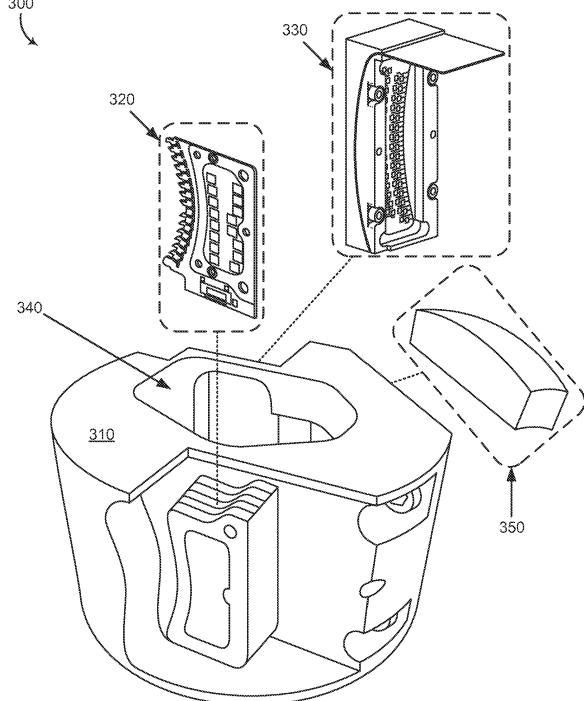
【図2】



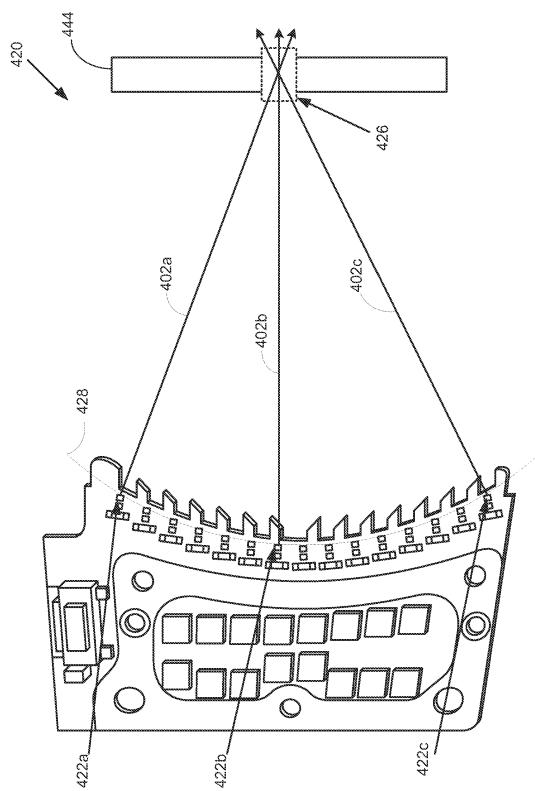
【図3A】



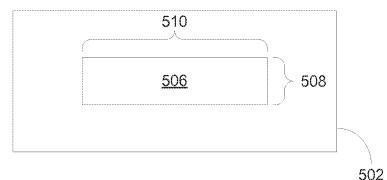
【図3B】



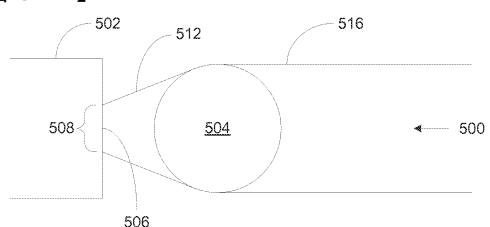
【図4】



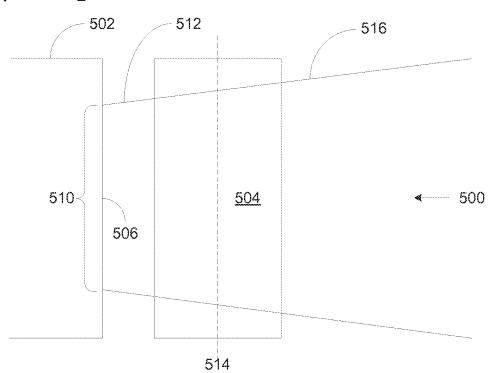
【図5A】



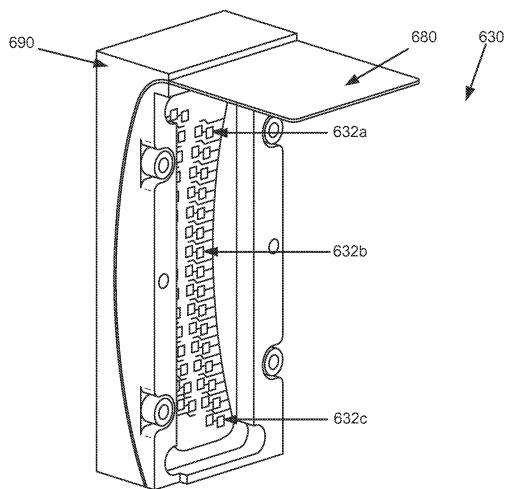
【図5B】



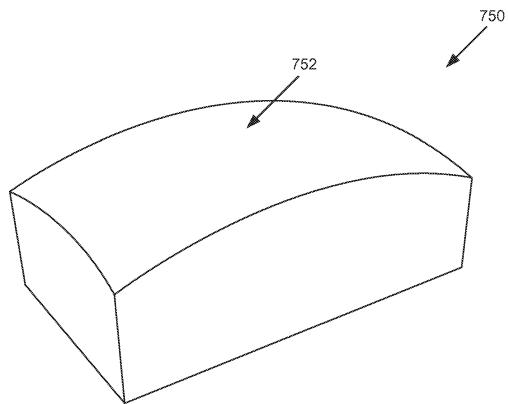
【図5C】



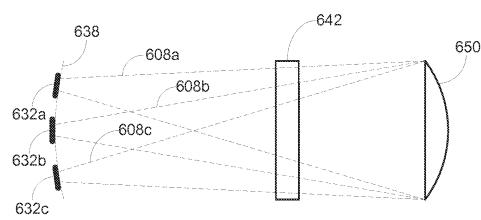
【図 6 A】



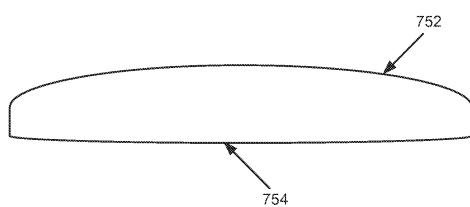
【図 7 A】



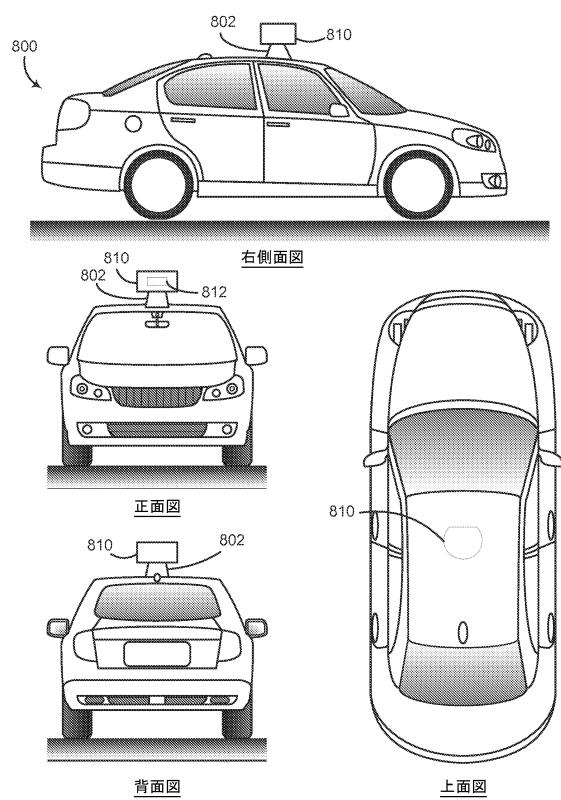
【図 6 B】



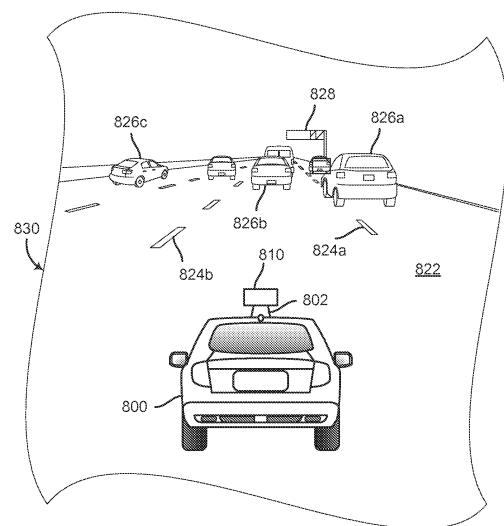
【図 7 B】



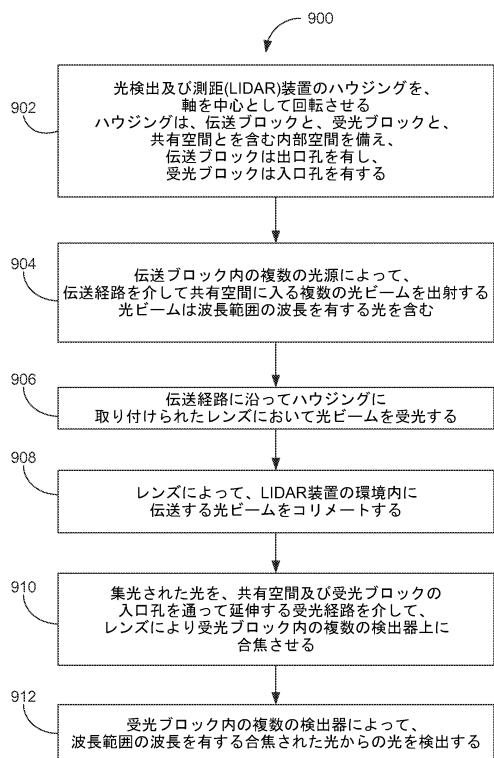
【図 8 A】



【図 8 B】



【図9】



フロントページの続き

- (72)発明者 ドロー , ピエール - イヴス
 アメリカ合衆国 , カリフォルニア州 94043 , マウンテン ビュー , アンフィシアター パークウェイ 1600 , グーグル インコーポレイテッド内
- (72)発明者 ウーリッヒ , ドリュー ユージーン
 アメリカ合衆国 , カリフォルニア州 94043 , マウンテン ビュー , アンフィシアター パークウェイ 1600 , グーグル インコーポレイテッド内
- (72)発明者 グルーヴァー , ダニエル
 アメリカ合衆国 , カリフォルニア州 94043 , マウンテン ビュー , アンフィシアター パークウェイ 1600 , グーグル インコーポレイテッド内
- (72)発明者 モリス , ザカリー
 アメリカ合衆国 , カリフォルニア州 94043 , マウンテン ビュー , アンフィシアター パークウェイ 1600 , グーグル インコーポレイテッド内
- (72)発明者 レヴァンドフスキ , アンソニー
 アメリカ合衆国 , カリフォルニア州 94043 , マウンテン ビュー , アンフィシアター パークウェイ 1600 , グーグル インコーポレイテッド内

審査官 請園 信博

- (56)参考文献 米国特許出願公開第2011/0216304 (US, A1)
 特開2012-021949 (JP, A)
 特開2008-216238 (JP, A)
 特開2012-181144 (JP, A)
 特開平08-327738 (JP, A)
 特開平06-214027 (JP, A)
 特開平07-244167 (JP, A)
 特開平09-269375 (JP, A)
 特開2010-002489 (JP, A)
 特開昭62-088906 (JP, A)
 米国特許出願公開第2013/0188043 (US, A1)
 米国特許出願公開第2002/0003617 (US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl. , DB名)

G 01 B	11/00	-	11/30
G 01 C	3/00	-	3/32
G 01 S	7/48	-	7/51
	17/00	-	17/95
G 02 B	26/10	-	26/12