

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2019年1月31日(31.01.2019)



(10) 国際公開番号

WO 2019/021887 A1

(51) 国際特許分類:

G01S 7/497 (2006.01) G01S 17/10 (2006.01)
G01S 7/481 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2018/026748

(22) 国際出願日: 2018年7月17日(17.07.2018)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:

特願 2017-145389 2017年7月27日(27.07.2017) JP

(71) 出願人: シャープ株式会社(SHARP KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒5908522 大阪府堺市堺区匠町1番地 Osaka (JP).

(72) 発明者: 井口 勝次 (IGUCHI, Katsuji). 河西 秀典 (KAWANISHI, Hidenori). 高橋 幸司 (TAKAHASHI, Koji).

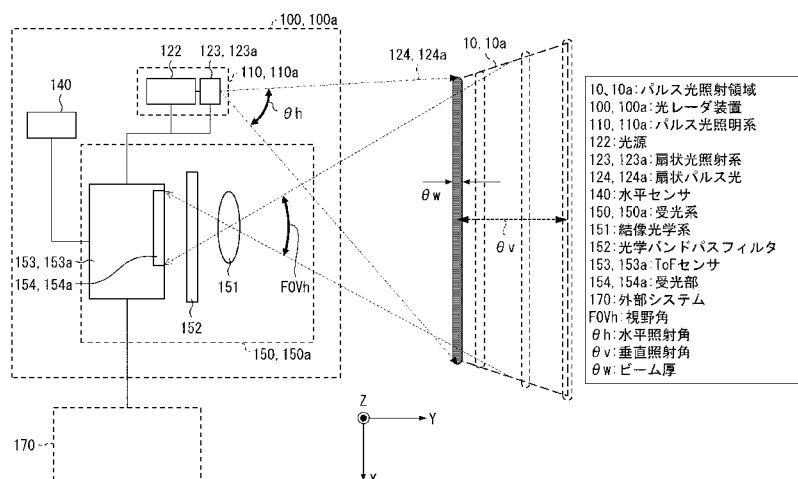
(74) 代理人: 特許業務法人 H A R A K E N Z O W O R L D P A T E N T & T R A D E M A R K (HARAKENZO WORLD PATENT & TRADEMARK); 〒5300041 大阪府大阪市北区天神橋2丁目北2番6号 大和南森町ビル Osaka (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(54) Title: OPTICAL RADAR DEVICE

(54) 発明の名称: 光レーダ装置

図 1



10, 10a Pulsed-light projection region
100, 100a Optical radar device
110, 110a Pulsed-light illumination system
122 Light source
123, 123a Fan-shaped light projection system
124, 124a Fan-shaped pulsed light
140 Horizontal sensor
150, 150a Light reception system
151 Image-forming optical system
152 Optical band-pass filter
153, 153a ToF sensor
154, 154a Light reception unit
170 External system
FOVh Field-of-view angle
θh Horizontal projection angle
θv Vertical projection angle
θw Beam thickness

(57) Abstract: The present invention enables the position of an object to be accurately recognized with a small amount of data processing. This optical radar device (100) includes: a pulsed-light illumination system (110) that projects pulsed light onto an object; a light reception system (150) that detects the light reflected from the object and thereby measures the distance to the object; and a horizontal sensor (140) that detects an inclination angle with respect to a horizontal plane of the light axis of the light reception system (150). The light reception system (150) corrects the inclination, with respect to the horizontal plane, of the light axis of the light reception system (150) by the inclination angle amount detected by the horizontal sensor (140).

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

一 国際調査報告(条約第21条(3))

(57) 要約: 少ないデータ処理量で対象物の位置を正確に認識する。光レーダ装置(100)は、対象物にパルス光を照射するパルス光照明系(110)と、対象物からの反射光を検出して、対象物までの距離を測定する受光系(150)と、受光系(150)の光軸の水平面に対する傾斜角を検出する水平センサ(140)と、を含み、受光系(150)は、水平センサ(140)が検出した傾斜角分、当該受光系(150)の光軸の水平面に対する傾斜を補正する。

明 細 書

発明の名称：光レーダ装置

技術分野

[0001] 本発明は、光レーダ装置に関し、特に、主に対象物の２次元画像と対象物までの距離情報からなる３次元イメージを取得するための光レーダ装置に関する。

背景技術

[0002] ３次元イメージは、通常の写真の様な２次元イメージに加えて、視野内の対象物までの距離情報も含めた概念であり、近年、自動車やロボット等の周辺認識用として３次元イメージセンサが極めて重要となっている。２次元イメージ用センサとしては、ＣＣＤ（Charge Coupled Device）やＣＭＯＳ（Complementary Metal Oxide Semiconductor）イメージャが普及しており、何れもシリコン製フォトダイオードによって光強度を電気信号に変換して画像化している。高精度の距離情報の計測は、レーザ光を照射して、対象物からレーザ光が反射して戻って来るまでの飛行時間（Time-of-flight）を計測する方法が普及しつつある。

[0003] 視野全体にレーザ光を照射する方法としては、点状（非特許文献１参照）または帯状（特許文献１参照）に絞ったレーザビームを、ミラー等によってスキャンするスキャンタイプと、視野全体にほぼ均一にレーザビームを広げて照射する一括照射タイプがあり、対象物上で強いビーム強度が得易いスキャンタイプが多く開発されている。スキャンタイプはビームを振るための機械的な機構が必要となるため、高価で大きくなる。一方、一括照射タイプは、スキャンする機械的な機構が必要無いため、小型化し易いが、対象物上でのレーザ光強度がスキャンタイプに比べて弱くなるため、対象物までの距離が大きくなると、信号強度が弱くなり、距離測定精度が落ちる。

[0004] 飛行時間計測に関しては、時間測定精度が距離精度に直結するために、パルスレーザ光を複数回発射し、発光から受光までの時間測定を繰り返し、ヒ

ストグラム（横軸：時間、縦軸：頻度）を構成し、飛行時間を決定する方法が有る。T C S P C（Time-Correlated-Single-Photon-Counting：時間相関単光子数計測）と呼ばれる手法である。受光素子としては、S P A D（Single-Photon-Avalanche-Diode：単光子雪崩増倍フォトダイオード）が用いられる。この方法は、画素当たりの回路規模が大きいため、大規模な（削除）に画素を２次元配列したイメージャでは用いられておらず、主にスキャンタイプと組合せて用いられている（特許文献２および非特許文献１参照）。

- [0005] 一方、一括照射タイプでは、フォトダイオードの電流を計測し、判定値と比較して飛行時間を決定している。また、時系列に並べたキャパシタに順次、前記電流を蓄積し、その蓄積量で判定する場合も有る。この仕組みから、１回のレーザ照射で３次元イメージを構成することとなるため、写真で言えばフラッシュを当てて画像を撮った様に、視野全体に渡って同時性が確保される。視野の各点毎に、時刻が異なるスキャンタイプとは大きく異なり、「フラッシュ」と形容されている（特許文献３および特許文献４参照）。

先行技術文献

特許文献

- [0006] 特許文献１：日本国公開特許公報「特開２０１５－７８９５３号公報（２０１５年４月２３日公開）」
特許文献２：米国特許第５８９２５７５号明細書（１９９９年４月６日）
特許文献３：米国特許第５６９６５７７号明細書（１９９７年１２月９日）
特許文献４：米国特許第８１３０３６７号明細書（２０１２年３月６日）

非特許文献

- [0007] 非特許文献１：IEEE JOURNAL OF SOLID-STATE CIRCUITS, VOL. 49, NO. 1, JANUARY 2014, P315-330 “A 0.18- μ m CMOS SoC for a 100-m-Range 10-Frame/s 200 96-Pixel Time-of-Flight Depth Sensor.” Cristiano Niclass, Member, IEEE, Mineki Soga, Hiroyuki Matsubara, Masaru Ogawa, and Manabu Kagami, Member, IEEE

発明の概要

発明が解決しようとする課題

- [0008] しかしながら、上述した従来の技術では、以下の課題がある。
- [0009] 光レーダ装置は、車両、ロボット、ドローン、視覚障害者用杖等、移動する物体（本体、移動体）に取り付けられて使用される為、時々刻々と対象視野の方向が変化する場合が多い。例えば本体の移動に伴い、地面の傾斜や本体の傾きが変わり、光レーダ装置の対象視野の中心（光軸）が上下に振れる事がある。また、前記光軸の回りに視野が回転する事も生じる。例えば上下の振れがある場合には、本来は前方中央にある対象物を、実際より上方や下方に在ると認識したり、静止している対象物を上下に動いていると認識したりする誤認識が生じる恐れが有る。光軸の回りに視野が回転する場合には、平坦な通路を傾いた通路と誤認識したり、傾いた地面を平坦と誤認識したりする場合が生じうる。この様な誤認識を避ける為には、本体に別の水平センサ、或いは2軸加速度計を設け、鉛直線に対して本体がどの様に傾斜しているかをモニターし、本体の傾斜情報を基に、光レーダ装置が出力する3Dイメージ情報を解釈し直す必要が有る。
- [0010] 本体が大きな車両であり、高性能CPUを備えている場合には、上記の様なデータの加工は大きな時間遅延なしに出来るが、より小規模の移動体で強力なCPUを備えていない場合には、上記データ処理は大きな障害となる。また、大きな車両で複数台の光レーダ装置を装備している場合、鉛直線からの傾斜が、光レーダ装置毎に異なる事が在りえる。これは、本体が大きい程、完全剛体で無い限り、変形量は大きくなるからである。
- [0011] 本発明の一態様は、鉛直線に対する光レーザ装置の位置関係が一定しており、少ないデータ処理量で対象物の位置を正確に認識できる3Dイメージを出力できる光レーダ装置を実現することを目的とする。

課題を解決するための手段

- [0012] 上記の課題を解決するために、本発明の一態様に光レーダ装置は、所定の対象領域に存在する対象物までの距離を飛行時間（Time-of-flight）法で測

定する光レーダ装置であって、パルス状の光を発する光源と、上記光源の発するパルス光を上記対象領域の少なくとも一部に照射するパルス光照明系と、上記パルス光照明系にて照射されたパルス光の上記対象物からの反射光を検出して、上記対象物までの距離を測定する受光系と、上記受光系の光軸の水平面に対する傾斜角を検出する水平センサと、を含み、上記受光系は、上記水平センサが検出した傾斜角分、当該受光系の光軸の水平面に対する傾斜を補正することを特徴としている。

発明の効果

[0013] 本発明の一態様によれば、光レーザ装置の出力する３Ｄイメージの、水平面に対する位置関係が一定しており、少ないデータ処理量で対象物の位置を正確に認識できる３Ｄイメージを出力できるという効果を奏する。

図面の簡単な説明

[0014] [図１]本発明の実施形態１及び２に係る光レーダ装置の構成を示す模式図である。

[図２]図１に示す光レーダ装置を構成するパルス光照明系の扇状光照射系の構成を示す模式図である。

[図３]図１に示す光レーダ装置において、対象領域と測定可能領域、パルス光照射領域の関係を示す模式図である。

[図４]図１に示す光レーダ装置を構成するＴｏＦセンサの模式図である。

[図５]本発明の実施形態２に係る光レーダ装置において、対象領域と測定可能領域、パルス光照射領域の関係を示す模式図である。

[図６]本発明の実施形態３に係る光レーダ装置の構成を示す模式図である。

[図７]図６に示す光レーダ装置において、対象領域と測定可能領域、パルス光照射領域の関係を示す模式図である。

[図８]本発明の実施形態４に係る光レーダ装置の構成を示す模式図である。

[図９]図８に示す光レーダ装置において、対象領域と測定可能領域、パルス光照射領域の関係を示す模式図である。

発明を実施するための形態

[0015] 〔実施形態１〕

本発明の一実施形態について説明すれば以下の通りである。以下、説明の便宜上、特定の実施形態にて説明した構成と同一の機能を有する構成については、同一の符号を付記し、その説明を省略する場合がある。

[0016] （光レーダ装置の概要）

図１は、本実施形態１に係る光レーダ装置１００の模式図である。

[0017] 光レーダ装置１００は、図１に示すように、パルス光照射領域１０に扇状パルス光１２４（以下では単にパルス光と記述する場合もある）を照射するパルス光照明系１１０と、パルス光照射領域１０の少なくとも一部からの光を受光する受光系１５０と、水平センサ１４０とからなる。

[0018] パルス光照明系１１０は、パルス光を発する光源１２２と、光源１２２が発したパルス光をパルス光照射領域１０に照射する扇状光照射系１２３とを含んでいる。

[0019] 扇状光照射系１２３は、光源１２２からのパルス光を水平方向に広がった狭帯幅の帯状パルス光にし、この帯状パルス光を垂直方向に１次元スキャンする事で、パルス光照射領域１０全体にパルス光（扇状パルス光１２４）を照射するようになっている。

[0020] 受光系１５０は、ＴｏＦセンサ（３次元画像素子を含む）１５３と、ＴｏＦセンサ１５３の受光部１５４に結像する結像光学系１５１、光学バンドパスフィルタ１５２を含む。ＴｏＦセンサ１５３には、パルス光照明系１１０の制御や、外部システム１７０とのコミュニケーション等の機能も含めている。

[0021] 水平センサ１４０は、受光系１５０の光軸の水平面に対する傾斜角を常時モニターし、モニター結果をＴｏＦセンサ１５３へ出力する。本実施形態では、受光系１５０の光軸の水平面に対する傾斜を補正する場合について記載する。

[0022] なお、本実施形態では図１及び図２に示した座標設定において、Ｚ軸が鉛直方向、Ｘ－Ｙ面が水平面である。なお、環境に固定された座標軸を、Ｘ，

Y, Zで表し、光レーダ装置100に固定された座標軸を X_r 、 Y_r 、 Z_r で表す。光レーダ装置100が傾いていない場合には、両者は一致する。Y軸方向が光レーダ装置100の前方であり、 Y_r 軸がY軸に対して傾斜する場合を前方傾斜と呼び、 X_r 軸がX軸に対して傾斜する場合を左右傾斜と呼ぶ。以下の各構成要素の説明においては、特に断らない限り、光レーダ装置100が水平面に対して、いずれの方向にも傾いていない場合を前提に、Y軸方向がパルス光照射領域10の中央部であり、受光系150の光軸方向である場合について説明する。また、本実施形態では光レーダ装置100の左右傾斜が無視できる場合を対象としている。

[0023] (パルス光照明系110)

光レーダ装置100のパルス光照明系110について図2および図3を参照しながら以下に説明する。図2は、図1に示すパルス光照明系110の扇状光照射系123の構成を示す模式図である。図3は、図1に示す光レーダ装置において、対象領域と測定可能領域、パルス光照射領域の関係を示す模式図である。

[0024] はじめに、扇状光照射系123によって照射される扇状パルス光124について説明する。扇状パルス光124は、水平方向では扇状に広がっており、その広がり角度を θ_h とする。一方、垂直方向の広がり角度は小さく、ビーム厚 θ_w （半値幅）とする。 $\theta_h \gg \theta_w$ である。この扇状パルス光124を垂直方向に垂直照射角 θ_v 内でスキャンする事で、水平方向の広がり角度 θ_h 、垂直方向の広がり角度 θ_v のパルス光照射領域10を順次光照射する事が出来る。なお。 $\theta_v > \theta_w$ である。垂直方向に異なる角度で照射される扇状パルス光124を区別する必要がある場合は、 $124-1 \sim 124-N_s$ と記す事にする。 N_s は垂直方向のスキャン総数である。

[0025] $\theta_h > \theta_v$ の場合には、垂直方向のスキャンを全て完了しなくても、初期の少数のスキャンによって、視野内の対象物の多くを検出出来る。陸上では、検出すべき障害物が空中に浮かんでいる場合は稀であり、路面や地面から垂直方向に立っている場合が多い為、例えば低い高さから、丁度水平面に平

行に扇状パルス光を照射すれば、大概の障害物を検知できる。従って、1フィールドの期間が終わる前に、早く障害物を検出できるという特徴がある。一方、路面を遠方まで監視する様な用途では、 $\theta_h \leq \theta_v$ であっても良く、用途に応じて変更できる。

[0026] 扇状パルス光124は、対象視野内において、均一である事が好ましいが、光強度が強い場所の検出感度が高くなる為、対象視野内において、特に注視する必要が有る場所がある場合は、その付近の強度を強化した光強度分布とする事も可能である。

[0027] 次に、扇状光照射系123の構成について説明する。

[0028] 扇状光照射系123は、図2に示すように、光源122（図1）の光を、ほぼ平行なスポット光133（Y-Z面内）に整形するコリメート光発生器130と、スポット光133を垂直方向（Z方向）に振る1次元スキャン装置131、1次元スキャン装置131によって垂直方向の進行角度を変えられたスポット光を扇状に広げる扇状ビーム生成器132を少なくとも含む。

[0029] 1次元スキャン装置131は、水平面（X-Y面）内の一軸（X軸とする）の回りに回転運動する反射面を有するMEMSミラー素子等により構成される。

[0030] 扇状ビーム生成器132は、例えばパウエルレンズを含む。例えば、コリメート光発生器130によって、発散角1.0度程度、口径8.9mmのパウエルレンズの入射部での径が3mm程度のスポット光133を形成し、MEMSミラー素子からなる1次元スキャン装置131によって、レーザ光を水平面に対して、 ± 20 度振る。前記パウエルレンズは、レーザ光を $\theta_h = 90$ 度、 $\theta_w = 1$ 度で放射する為、この扇状パルス光124は $\theta_h = 90$ 度、 $\theta_v = 40$ 度の範囲を照射する事ができる。

[0031] 扇状光照射系123の光路は、図2では、1次元スキャン装置131を通過した後に、扇状ビーム生成器132を通過させているが、逆に、扇状ビーム生成器132を通過し後に、1次元スキャン装置131を通過しても良い。ここで、 θ_v は、光レーダ装置100の垂直方向の測定領域 θ_{ov} よりは

大きい事が好ましい。例えば、図3に示すように、光レーダ装置100が下方向きに θ_{iy} （前方傾斜角、下向きをマイナスで定義する）だけ傾いた場合、実際の水平面は光レーダ装置100のパルス光照射領域10の中心に対して $-\theta_{iy}$ だけずれる。実際に測定すべき領域である対象領域12は水平面を中心に角度 θ_{ov} の範囲であるため、パルス光照明系110の1次元スキャン装置131は、光照射領域を中心から $-\theta_{iy}$ だけずらして、 θ_{ov} の範囲をスキャンする事が好ましい。従って、 θ_{iy} の許容最大値を $\pm\theta_{my}$ とすれば、 $\theta_v \geq \theta_{ov} + 2 \cdot \theta_{my}$ である事が好ましい。例えば、 $\theta_{ov} = 20$ 度、 $\theta_{my} = 10$ 度なら、 θ_v は40度以上である事が好ましい。なお、ここでは対象領域12が水平面を中心に広がった場合を記載したが、対象領域12が水平面に対して、下方や上方に向いている場合も同様である。即ち、Y軸を対象領域12の中心へ向く様に、水平面からずらして設定すれば良い。以下でも同様である。

[0032] MEMSミラー素子は、例えば電磁式であり、流す電流量を制御する事で、ミラーの振れ角を変更する。静電式や圧電式では、印加する電圧を制御する事で、ミラーの振れ角を変更できる。MEMSミラー素子は、装置を小型化できるという利点がある。1次元スキャン装置131の制御は、ToFセンサ153に含めている。扇状パルス光124が照射された対象物からの信号を検出する様に、ミラーの振れ角と受光系を同期制御する必要が有る。1次元スキャン装置131はMEMSミラー素子以外には、ポリゴンミラーや液晶導波路方式、等、他の構成であっても良い。

[0033] 扇状ビーム生成器132として、他の構成も可能ではあるが、パウエルレンズを用いる事は、可動部が無く、比較的小さな光学部品によって、パルス光を広げられる為、装置の小型化や堅固性向上と言う利点がある。

[0034] ここで、パルス光照明系110を構成する光源122は、レーザやLEDの様にパルス発光が可能な光源であり、波長700nmから1000nm程度の赤外線である事が好ましい。人の目に見えない為、邪魔にならない上に、長波長程、動物の目に対する安全性が高いと言う利点がある。更に、波長

が長い程、背景光強度も低下する、特に940nmから950nm付近の波長は、空気中の水分による太陽光の吸収によって、強度が低下している為、好ましい。また、発光波長帯域が狭く、発光ピーク波長の温度変動少ない事が好ましく、赤外線レーザが好ましい。特に、発光波長帯域が狭く、発光ピーク波長の温度変動少ないVCSEL (Vertical Cavity Surface Emitting LASER: 垂直共振器面発光レーザ) が好ましい。図1には記載して無いが、発光ピーク波長の温度変動を抑制する為に、光源122の温度制御を行う温度制御回路を加えても良い。

[0035] 光源122は、ToFセンサ153と同期して、パルス発光する。発光強度やパルス幅(発光時間の半値幅)は可変であっても良い。ここでパルス光のパルス幅は1nsecから数百nsec程度である。パルス光のピークパワーは数Wから数百Wである。

[0036] 光レーダ装置100が、毎秒30フレームのデータを取得し、各フレームの画素分解能 $\Delta\theta$ が0.5度、 $\theta_{ov}=20$ 度の場合、例えば、1フレームは垂直方向に進行角度が異なる40個の扇状パルス光124-1から124-40が照射される。扇状パルス光124-kの照射に割り当てられる時間は、 $1/1200$ 秒であり、この間に1次元スキャン装置131の反射面の角度を設定値に変更し、光源122をパルス発光させる。パルス発光周波数が190kHzの場合、各扇状パルス光124-kは158発のパルスを対象物に照射し、パルス毎の測定結果を積算する事となる。

[0037] 1次元スキャン装置131の反射面の角度設定精度が高く無い場合には、受光系150の1画素に対応する垂直角度分解能に対し、 θ_w は、ほぼ等しいか、大きい方が好ましい。一方、1次元スキャン装置131の反射面の角度設定精度が高い場合には、画素の垂直角度分解能に対し、 θ_w は、ほぼ等しいか、小さい方が好ましい。例えば、 $\Delta\theta=0.5$ 度に対し、反射面の角度設定精度が ± 0.2 度の場合、対象画素に確実にパルス光を照射する為には、 $\theta_w \geq 0.9$ 度でなければならない。 $\theta_w=1$ 度の場合には、ほぼ50%のパルス光しか、対象画素に投影される対象物面上に照射されない場合が

生じる。反射面の角度設定精度が ± 0.02 度の場合、 $\Delta\theta = 0.5$ 度の場合、対象画素の対象物面上に扇状パルス光124の90%以上を照射することができる。

[0038] 上記の説明では、対象画素に対応する対象物面をほぼ均一に光照射する事を前提にしているが、不均一性を許容して、できるだけ多くの光を照射する事を優先するなら、 θ_w は出来るだけ小さい方が良い。例えば、前記反射面の角度設定精度が ± 0.2 度の場合において、 $\theta_w = 0.5$ 度の場合、最低照射量はパルス光の60%であり、 $\theta_w = 1$ 度で均一照射する場合より多く出来る。 $\theta_w = 0.05$ 度なら、ほぼ100%のパルス光を照射出来る。従って、 θ_w の大きさは、1次元スキャン装置131の特性や、対象面への照射態様によって異なるが、受光系の1画素に対応する垂直角度分解能を基準として、決定される。

[0039] (受光系150)

光レーダ装置100の受光系150について以下に説明する。

[0040] 受光系150を構成する結像光学系151は一般的にはレンズである。受光部154の大きさ、視野角(FOV)によって、焦点距離やFナンバーを選択できる。後述の光学バンドパスフィルタ152の中心波長に於いて、透過率が高く、収差が少ない事が好ましい。図1に示す光レーダ装置100では、結像光学系151としてレンズを用いた例を示したが、レンズ以外の反射光学系であっても構わない。結像光学系151の前面から受光部154までの光路に、光学バンドパスフィルタ152を配置する事で、帯域外の背景光を低減する事が好ましい。

[0041] 光学バンドパスフィルタ152は、パルス光の波長ピークを中心に、一定幅の帯域に透過帯を有する。透過帯の幅(透過率の波長分布の半値幅)は数nmから数十nmである。透過帯の幅は、10nmから20nm程度が好ましい。一般に屋外で動作させる場合、動作温度範囲が広くなり、パルス光のピーク波長が温度と共に変化する為、少なくとも動作温度範囲では、パルス光の分布は前記透過帯に納まっている必要が有る。VCSELの場合、ピー

ク波長の温度シフトは 0.07 nm/度 程度、発光ピークの半値幅が 1 nm 程度、光学バンドパスフィルタの透過帯中心波長の温度シフトが 0.025 nm/度 である為、 85°C から -40°C の温度帯を考慮しても、ピーク波長と透過帯中心波長の相対的な波長シフトは 5.6 nm 程度であり、 10 nm 程度の透過帯域の光学バンドパスフィルタを使用する事が出来る。なお、光学バンドパスフィルタ152を結像光学系151の内部に組み込んでも良い。

[0042] 光レーダ装置100が水平面に対して傾いていない場合には、結像光学系151の光軸はY軸方向を向いおり、ToFセンサ153の受光部154はX-Z面に平行である。

[0043] 結像光学系151やToFセンサ153の受光部154によって決まる測定可能領域11はパルス光照射領域10と等しいか、小さい事が好ましい。

[0044] (ToFセンサ153)

受光系150を構成するToFセンサ153について図4を参照しながら以下に説明する。図4は、図1に示す光レーダ装置を構成するToFセンサの模式図である。ここで言う、ToFセンサ153は、扇状のパルス光によって照らされる、パルス光照射領域10のライン状部分からの光を受光し、飛行時間測定により、前記ライン状部分と光レーダ装置100の間の距離を求めるセンサである。

[0045] ToFセンサ153は、一例として、例えば図4に示すように、画素 $P \times (i, j)$ を2次元行列状に配置した受光部154と、上記画素 $P \times (i, j)$ の列を構成する各画素 $P \times (i, j)$ から電気パルスが供給される画素記憶素子 $M \times (j)$ と、上記画素記憶素子 $M \times (j)$ が蓄えたデータを読み出し、上記画素 $P \times (i, j)$ 毎に、対象物までの距離を示す距離情報を少なくとも取得する信号処理回路DSと、を備えた3次元画像素子を含む。上記画素記憶素子 $M \times (j)$ は、上記電気パルスの数を互いに異なるタイミングで積算する、複数のバイナリカウンタを有しており、上記信号処理回路DSは、上記画素記憶素子 $M \times (j)$ が蓄えたデータの読み出しを、上記バイ

ナリカウンタによる積算と並行して実行できる。

[0046] 尚、T o F センサ 1 5 3 は水平センサ 1 4 0 の出力を受信し、その出力値に基づいて、パルス光照明系 1 1 0 を制御し、受光する画素 $P \times (k, j)$ を選択する機能を有しており、必ずしも 1 チップで構成する必要は無い。前記 3 次元画像素子と他の制御機能を実行するデバイスとの組み合わせであっても構わない。

[0047] 具体的には、図 4 に示すように、T o F センサ 1 5 3 の受光部 1 5 4 には、画素 $P \times (i, j)$ を M 行 N 列の 2 次元マトリックスに配置されており、パルス光照射領域 1 0 からの光信号が結像光学系 1 5 1 によって、この M 行 N 列の 2 次元マトリックス上に投影される。ここで、画素 $P \times (i, j)$ の形状を正方形とする。この場合、受光系 1 5 0 の角度分解能が $\Delta \theta$ の場合、測定可能領域の F O V は水平方向に $N \cdot \Delta \theta$ 、垂直方向に $M \cdot \Delta \theta$ である。

[0048] 画素 $P \times (i, j)$ は全部が一度に活性化される訳では無い。パルス光照射領域 1 0 へ向けて照射されるパルス光が扇状パルス光 1 2 4 である為、この扇状パルス光 1 2 4 - k に対応した、k 行にある画素のみが活性化される。即ち、扇状パルス光 1 2 4 - k が照射される際に、 $P \times (k, j)$ が活性化される。ここで $P \times (k, j)$ が活性化されるとは、少なくとも $P \times (k, j)$ の出力信号が信号記憶処理部 1 5 5 へ伝達される事を意味し、更に、他の $P \times (i, j)$ への電源供給を停止し、 $P \times (k, j)$ のみに電源が供給されていても良い。ここでは、説明の便宜上、扇状パルス光 1 2 4 は、最下部から最上部に向けて、1 から M までの番号を付け、対応する $P \times (i, j)$ の i は最上部から最下部へ、1 から M までの番号を付ける。結像光学系 1 5 1 を介して、両者の順番は逆になる為、この様に対応させている。なお、この対応付けは、結像光学系 1 5 1 の性質に依存して、変更する事は可能である。

[0049] 画素 $P \times (i, j)$ は、光電変換する受光素子と、受光素子の出力を信号記憶処理部 1 5 5 へ伝える回路等が含まれている。受光素子としては、アバランシェフォトダイオード等のフォトダイオードが用いられる。

- [0050] 扇状パルス光 1 2 4 - k に対応する k 行の画素 $P \times (k, j)$ の選択をする為の回路として、受光部 1 5 4 には行選択回路 1 6 1 が設けられている。また、行選択回路 1 6 1 の信号を各画素 $P \times (i, j)$ に伝える行選択線 $R(i)$ が設けられている。行選択線 $R(i)$ は単一の信号線とは限らず、極性や電圧が異なる複数の信号線であっても良い。
- [0051] 行選択回路 1 6 1 は、扇状光照射系 1 2 3 の 1 次元スキャン装置 1 3 1 の動作と同期して、活性化する k 行を選択する。同期する為の信号は制御部 1 6 0 から発せられる。行選択回路 1 6 1 は、例えば、各 $P \times (k, j)$ ($j = 1 \sim N$) の出力だけを信号線 $L \times (j)$ に接続する様に、 $P \times (i, j)$ を制御しても良いし、各 $P \times (k, j)$ ($j = 1 \sim N$) のみに電源（複数）を供給する様にスイッチ（図示せず）を制御しても良い。両方を行っても良い。
- [0052] 信号記憶処理部 1 5 5 には、各列 j に対応する少なくとも一個の画素記憶素子 $M \times (j)$ を含み、画素記憶素子 $M \times (j)$ は各画素 $P \times (i, j)$ と信号線 $L \times (j)$ によって、結ばれている。光を受光する事によって、画素 $P \times (k, j)$ が発する電気信号を、信号線 $L \times (j)$ を介して画素記憶素子 $M \times (j)$ が受け、信号量を時系列で記憶する。すなわち、画素記憶素子 $M \times (j)$ には、画素の列を構成する各画素から電気パルスが供給され、データを蓄積する。
- [0053] 信号記憶処理部 1 5 5 は更に、バッファメモリ $B \times (j)$ と、列信号線 $C(j)$ 、信号処理回路 D S を含む。ここで、画素記憶素子 $M \times (j)$ に蓄積されたデータは、定められたタイミングで読み出され、列信号線 $C(j)$ を介してバッファメモリ $B \times (j)$ へ、コピーされる。
- [0054] 信号処理回路 D S は、バッファメモリ $B \times (j)$ の情報に基づき、距離情報 $D(k, j)$ や 2 次元イメージ情報 $G 1(k, j)$ 、 $G 2(k, j)$ を少なくとも算出し出力する。 $G 1(i, j)$ は背景光による 2 次元イメージ情報であり、 $G 2(i, j)$ はパルス光の反射光による 2 次元イメージ情報とする事ができるが、それらに限定される物では無い。

- [0055] 信号記憶処理部155は、画素記憶素子 $M \times (j)$ の一部を選択する為のメモリ選択回路163とメモリ選択線 $R_m(\alpha)$ を有していても良い。画素記憶素子 $M \times (j)$ が列信号線 $C(j)$ に信号を出力する際に、全出力を平行に出力すると大量の配線が必要となる為、画素記憶素子 $M \times (j)$ を構成する時間毎の信号量を読み出す事で、配線数を減らす事が出来る。
- [0056] 制御部160は、対象領域12(図3)内の測定順序を決定し、この順序に従い1次元スキャン装置131(図2)の角度設定を行い、受光部154の活性化すべき行 k を決定し、行選択回路161を駆動して、画素 $P \times (k, j)$ ($j = 1 \sim N$)を活性化し、光源122(図1)に発光を指示し、同時に画素 $P \times (k, j)$ の測定を開始し、画像記憶素子 $M \times (j)$ 信号量の記憶を始める。光源122の繰り返し発光が終了した時点で、画素記憶素子 $M \times (j)$ が蓄積したデータをバッファメモリ $B \times (j)$ へコピーし、信号処理回路DSに順に、距離情報 $D(k, j)$ や2次元イメージ情報 $G1(k, j)$ 、 $G2(k, j)$ を計算させ、ToFセンサ153内のメモリに蓄えたり、外部システム170(図1)へ出力したりすると言った、一連の制御を行う。
- [0057] この様に、制御部160は、パルス光照明系110とToFセンサ153を同期して駆動する事で、対象領域12の3Dイメージを取得する。また、以下に記載する様に、水平センサ140の出力値 θ_{iy} に基づき、対象領域12に対応する扇状パルス光124-kとそのラインを測定する画素 $P \times (k, j)$ を特定する機能を持つ。
- [0058] 光レーダ装置100が、図3に示すように傾いた場合、実際の水平面は光レーダ装置100のパルス光照射領域10の中心に対して $-\theta_{iy}$ だけずれる。実際に測定すべき領域である対象領域12は水平面を中心に角度 θ_{ov} の範囲であるため、パルス光照明系110の1次元スキャン装置131は、光照射領域を中心から $-\theta_{iy}$ だけずらして、 θ_{ov} の範囲をスキャンし、ToFセンサ153はこれと同期して、受光部154の行方向において、中心から $(-\theta_{iy}/\Delta\theta)$ からずらした行を中心として、その上下に $(\theta_{ov}$

／ $\Delta\theta$ ／2)の範囲の行を測定する。従って、受光部154を構成する画素 $P \times (i, j)$ の行数 M は $\theta_v / \Delta\theta$ 以上で有る事が好ましい。この場合には、パルス光照射領域10全体を測定できる為、 $|\theta_{iy}| \leq \theta_{my}$ である限り、光レーダ装置100が傾いても、常に対象領域12全体を測定できる。

[0059] 尚、本体の傾斜に関わらず、常に所定の対象領域12を監視する機能は、外部システム170からの指示によって、制御部160が停止できる事が好ましい。前記機能を停止した際には、本体の向きに従って変わる測定可能領域11を監視する事となる。傾斜が大きい山道等では、水平面を基準に監視すると、登りでは路面しか見えず、下りでは空しか見えず、前方の監視が正しく出来ない場合が生じ得る。又、航空機やドローンの様な装置では、本体を基準にして、一定の視野を監視できた方が良い場合が有るからである。この様に、用途や状況に応じて、機能を切り換えられる事で、光レーダ装置の有用性を増す事が出来る。

[0060] T o F センサ153の信号記憶処理部155としては、種々の構成が可能である。画素が発する信号に関しても、アナログのまま扱う回路や、デジタル変換して扱う回路など、様々の方式が有る。また飛行時間の測定方式に関しても、直接法、間接法、位相シフト法、T C S P C等、多様な方式が有り、本発明では、いずれの方式も採用できる。また、上述の様な2次元アレイ状の受光部では無く、一行に相当するライン状にT o F 素子を配置し、1次元スキャン装置131と同期して、機械的にスキャンしても良い。

[0061] (水平センサ140)

光レーダ装置100の水平センサ140について以下に説明する。

[0062] 本実施形態の光レーダ装置100は陸上または海上で使用する事を想定しており、パルス光照射領域10は鉛直方向に伸びている。また、受光系150の光軸は水平面内にある場合について、前記光軸の水平面に対する傾斜を補正する場合について記述する。

[0063] 水平センサ140は、前記光軸の水平面に対する傾斜角 θ_{iy} を計測し、

その結果をToFセンサ153へ出力する。例えば図1に記載した座標軸と言うX-Z面と平行な面に設けた3次元加速度計を取り付け、重力加速度を測定し、結果が(G_x 、 G_y 、 G_z) (水平センサ140に固定した座標系で見た3次元ベクトル表現、 $G_z < 0$ である)であった場合に、 $\theta_{iy} = \text{Arctan}(G_y / G_z)$ から、 θ_{iy} を求める事が出来る。或いはX-Y面に平行な面に、傾斜計を設け、Y軸方向の傾斜角を θ_{iy} としても良い。なお、水平センサ140は必ずしも θ_{iy} を出力する必要は無く、 $\sin(\theta_{iy})$ や $\cos(\theta_{iy})$ 、或いは両方を出力しても良い。

[0064] 水平センサ140は、ToFセンサ153の近傍に設置する事が好ましい。ToFセンサ153からの距離が離れる程、本体が振動等する場合に、ToFセンサ153と水平センサ140の位置関係の歪みが大きくなる為である。また、水平センサ140はToFセンサ153と同一基板上に搭載する事が好ましい。異なる基板に搭載した場合、やはり振動等によって、両者の位置関係が歪み、 θ_{iy} の計測値が、実際の光軸の水平面に対する傾斜角からずれる恐れが有る。

[0065] (効果の説明)

以上の構成の光レーダ装置100によれば、各フレームにおいて、 θ_{iy} を測定し、測定された θ_{iy} の値より、パルス光照明系110の1次元スキャン装置131は、光照射領域の中心から $-\theta_{iy}$ だけずれたラインを中心として、 θ_{ov} の範囲をスキャンする。ToFセンサ153はこれと同期して、受光部154の行方向において、中心から $(-\theta_{iy} / \Delta\theta)$ からずらした行を中心として、その上下に $(\theta_{ov} / \Delta\theta / 2)$ の範囲の行を測定する事で、実際の水平面を中心として、 θ_{ov} の範囲である対象領域12を常に測定する事が出来る。

[0066] そして、光レーダ装置100の傾斜角が $\pm\theta_{my}$ の範囲である限り、どの様に光レーダ装置100が傾斜しても、対象領域12は一定に保つ事が出来る。

[0067] 従って、外部システム170は光レーダ装置100の傾斜量に関わらず、

常に一定方向の3次元イメージを取得する事ができる為、対象物の認識を簡便に精度良く、行う事ができる。例えば、本体側で複雑な補正をせずに、本体前方の道路や通路の傾斜を正しく認識できるし、障害物の高さも精度良く測定できる。

[0068] 本実施形態に対して、水平センサが測定した θ_{iy} に従って、光レーダ装置100自身を本体に対して、 $-\theta_{iy}$ だけ傾斜させて、同様な機能を実現する事が出来る。しかし、この方法では光レーダ装置100全体を、フレーム毎に非常に高速で、高精度に機械的に動かさねばならず、大きく、且つ、振動に脆弱な装置となる。また、非常に高価な装置にならざるを得ない。

[0069] 本実施形態では受光系150の視野拡大によるコストアップや1次元スキャン装置131のスキャン範囲増大によるコストアップ等、多少のコストアップ要因が有るにしても、比較的容易に実現できる。

[0070] 又、この様なコストアップも望まないの有れば、 $\theta_{ov} = \theta_v$ として、 $|\theta_{iy}| \neq 0$ の場合には、対象領域12の内、実際に測定可能な領域だけを測定して出力する事も出来る。この場合、対象領域12の内、 $|\theta_{iy}| / \Delta\theta$ 分の行数のデータ数が欠落するが、光レーダ装置100の傾斜に依存しない測定結果を得る事が出来る。 $|\theta_{iy}| \leq \theta_v / 2$ であれば、少なくとも測定可能領域11の半分以上のデータを得る事が出来る。従って、水平面付近の対象物は間違いなく補足できる為、光レーダ装置として十分機能する。

[0071] [実施形態2]

本発明の他の実施形態について説明すれば以下の通りである。

[0072] 本実施形態は、光軸周りの回転が問題となる用途への本発明の適用例であり、前記実施形態1では扱っていなかった光レーダ装置100のY軸周りの回転変動に対する対策を盛り込んでいる。

[0073] 本実施形態に係る光レーダ装置100aの構成要素としては、図1および図4に示す、前記実施形態1の光レーダ装置100と変わらないが、各構成要素の特性は以下に記すように異なる為、各要素の番号の末尾にaを付けて

、実施形態 1 とは区別する。以下では実施形態 1 との相違点のみを説明する。

[0074] 水平センサ 140 は、図 1 の光レーダ装置 100a の前方傾斜 θ_{iy} だけでなく、左右傾斜量 θ_{ix} も計測する。 θ_{ix} は Y 軸周りの回転量に対応している。例えば、図 1 の X-Z 面と平行な面に設けた 3 次元加速度計を取り付け、この座標系での重力加速度を測定し、結果が (G_x, G_y, G_z) (水平センサ 140 に固定した座標系で見た 3 次元ベクトル表現、 $G_z < 0$ である) であった場合に、 $\theta_{iy} = \text{Arctan}(G_y / G_z)$ から、 θ_{iy} を求め、 $\theta_{ix} = \text{Arctan}(G_x / G_z)$ から θ_{ix} を求める事が出来る。或いは図 1 の X-Y 面に平行な面に、傾斜計を設け、Y 軸方向の傾斜角を θ_{iy} 、X 軸方向の傾斜角を θ_{ix} としても良い。

[0075] 図 5 は、光レーダ装置 100a において、対象領域と測定可能領域、パルス光照射領域の関係を示す模式図である。

[0076] パルス光照明系 110a の扇状光照射系 123a は、扇状パルス光 124a を出射し、図 5 に示す様に、パルス光照射領域 10a が対象領域 12 より θ_h も含めて広がっている。従って、対象領域 12 が同じ場合には、扇状ビーム生成器 132a の水平方向への広がり角度は大きい事が好ましい。受光部 154a は行数ばかりでなく、列数も増加している事が好ましい。従って、信号記憶処理部 155a も、列数が増加している事が好ましい。また、図 5 の測定領域 13a に対応した画素の測定結果である距離情報 $D(i, j)$ や 2 次元イメージ情報 $G1(i, j)$ 、 $G2(i, j)$ を蓄積できるメモリを有している。

[0077] 制御部 160a は、各フレームにおいて計測された θ_{iy} と θ_{ix} に基づき、測定領域 13a を決定する。測定領域 13a は、測定すべき対象領域 12 全体をカバーする光レーダ装置 100a の測定可能領域 11a の一部であり、対応する受光部 154a の一部である。対象領域 12 は原点を中心として、X 軸と Y 軸に平行な方向に広がっているが、測定領域 13a は光レーダ装置 100a の傾きに依じて、Y 軸に対して θ_{iy} 傾斜すると共に、X 軸に

対しても θ_{ix} だけ傾斜している。

[0078] 制御部 160a は、測定領域 13a に該当する部分にパルス光を照射し、3D イメージを取得し、信号記憶処理部 155a 内のメモリに蓄えて行く。測定領域 13a の測定が完了した時点で、制御部 160a は対象領域 12 に対応する測定結果を前記メモリから読み出し、外部システム 170 へ出力する。この様にして、 θ_{iy} と θ_{ix} の値に関わらず、実際の対象に対して、一定の対象領域のデータを得る事が出来る。

[0079] 測定領域 13a は、対象領域 12 を完全にカバーする為に、測定可能領域 11a の中心から $-\theta_{iy}$ だけ上方に向いた方向を中心として、横方向に幅 θ_{sh} 、縦方向に幅 θ_{sv} の範囲である。 θ_{sh} 及び θ_{sv} は以下の式 (1) (2) で与えられる。

$$\theta_{sh} = \theta_{oh} \cdot \cos(\theta_{ix}) + \theta_{ov} \cdot \sin(\theta_{ix}) \cdots (1)$$

$$\theta_{sv} = \theta_{oh} \cdot \sin(\theta_{ix}) + \theta_{ov} \cdot \cos(\theta_{ix}) \cdots (2)$$

従って、 θ_{iy} の許容最大値を $\pm\theta_{my}$ 、 θ_{ix} の許容最大値を $\pm\theta_{mx}$ とすれば、 θ_h 及び θ_v は下記の条件を示す式 (3) (4) を満たす事が好ましい。この条件下では、前記 θ_{iy} 及び θ_{ix} の最大許容範囲であれば、対象領域 12 の全域を監視する事が出来る。

$$\theta_h \geq \theta_{oh} \cdot \cos(\theta_{mx}) + \theta_{ov} \cdot \sin(\theta_{mx}) \cdots (3)$$

$$\theta_v \geq 2 \cdot \theta_{my} + \theta_{oh} \cdot \sin(\theta_{mx}) + \theta_{ov} \cdot \cos(\theta_{mx}) \cdots (4)$$

対象領域 12 に対応する測定データは、メモリに蓄えられた測定領域 13a の測定結果から抽出して、外部システム 170 へ受け渡す必要が有る。例えば、対象領域 12 内の方向 (η_x 、 η_z) のデータとしては、測定領域 13a 内の下記画素のデータを採用すれば良い。なお、測定領域 13a の行番号 (式 (5))、列番号 (式 (6)) の基準は、図 5 に示す様に、左上を原点としている。

$$[0080] \quad \{ \theta_{sh} / 2 + \eta_x \cdot \cos(\theta_{ix}) - \eta_z \cdot \sin(\theta_{ix}) \} / \Delta \theta \cdots (5)$$

$$\{ \theta_{sv} / 2 - \eta_z \cdot \cos(\theta_{ix}) - \eta_x \cdot \sin(\theta_{ix}) \} / \Delta \theta \cdots (6)$$

尚、式（５）及び式（６）は、最も単純な場合には、四捨五入によって整数化されて、該当する行番号、列番号のデータが割り当てられる。より精度が求められる場合には、式（５）及び式（６）で計算された数値の前後の行番号、列番号を有する複数のデータより、内挿、或いは外挿によって、（ η_x 、 η_z ）のデータを求める事も可能である。

[0081] （効果の説明）

以上の構成によれば、各フレームにおいて、 θ_{iy} 、 θ_{ix} を測定し、測定された θ_{iy} の値より、パルス光照明系１１０ａの１次元スキャン装置１３１ａは、光照射領域の中心から $-\theta_{iy}$ だけずれたラインを中心として、 θ_{sv} の範囲をスキャンする。ToFセンサ１５３ａはこれと同期して、受光部１５４ａの行方向において、中心から（ $-\theta_{iy} / \Delta \theta$ ）からずらした行を中心として、その上下に（ $\theta_{sv} / \Delta \theta / 2$ ）の範囲の行に対して、列方向には±（ $\theta_{sh} / \Delta \theta / 2$ ）の範囲を測定する事で、実際の水平面を中心として θ_{ov} の範囲であり、水平方向には θ_{oh} の範囲にある対象領域１２を常に測定する事が出来る。

[0082] 光レーダ装置１００ａの傾斜角の許容範囲は、Ｙ軸が± θ_{my} の範囲であり、Ｘ軸が± θ_{mx} である場合、測定可能領域１１ａを表す θ_h 、 θ_v が式（３）及び式（４）を満たせば、どの様に光レーダ装置１００ａが傾斜しても、対象領域１２は一定に保つ事が出来る。

[0083] 従って、外部システム１７０は光レーダ装置１００ａの傾斜量に関わらず、常に一定方向の３次元イメージを取得する事ができる為、対象物の認識を簡便に精度良く、行う事ができる。例えば、本体側で複雑な補正をせずに、本体前方の道路や通路の傾斜を正しく認識できるし、障害物の高さも精度良く測定できる。

[0084] 本実施形態に対して、水平センサ140が測定した θ_{iy} 、 θ_{ix} に従って、光レーダ装置100a自身を本体に対して傾斜させて、同様な機能を実現する事が出来る。しかし、この方法では光レーダ装置100全体を、フレーム毎に非常に高速で、高精度に機械的に動かさねばならず、大きくて振動に脆弱な装置となり、且つ、非常に高価な装置にならざるを得ない。

[0085] 本実施形態では受光系150aの視野拡大によるコストアップや1次元スキャン装置131aのスキャン範囲増大によるコストアップ等、多少のコストアップ要因が有るにしても、比較的容易に実現できる。

[0086] 又、この様なコストアップも望まないものであれば、 $\theta_{ov} = \theta_v$ 、 $\theta_{oh} = \theta_h$ として、 $|\theta_{iy}| \neq 0$ 、 $|\theta_{ix}| \neq 0$ の場合には、対象領域12の内、実際に測定可能な領域だけを測定して出力する事も出来る。この場合、対象領域12は縮小されるが、光レーダ装置の傾斜に依存しない測定結果を得る事が出来る。 $|\theta_{iy}| \leq \theta_v / 2$ であれば、少なくとも測定可能領域11の半分以上のデータを得る事が出来る。従って、水平面付近の対象物は間違いなく補足できる為、光レーダ装置として十分機能する。

[0087] [実施例3]

本発明のさらに他の実施形態について以下に説明する。

[0088] 本実施形態は、2次元スキャン装置によって、測定領域にパルス光を照射する点が、前記実施形態1、2と異なる。図6及び図7を用いて、本実施形態に係る光レーダ装置100bの構成について説明する。なお、前記実施形態1、2と同様の点に関しては、説明を省略する。

[0089] 図6は、本発明の実施形態3に係る光レーダ装置100bの構成を示す模式図である。

[0090] 光レーダ装置100bは、図6に示すように、パルス光照射領域10bにスポットパルス光124b（以下では単にパルス光と記述する場合もある）を照射するパルス光照明系110bと、パルス光照射領域10bの少なくとも一部からの光を受光する受光系150bと、水平センサ140とからなる。

- [0091] パルス光照明系 110b はスポットパルス光を 2 次元スキャンする事で、パルス光照射領域 10b 全体を照射する為の 2 次元スキャン装置 123b を有し、パルス光を発する光源 122 とコリメート光発生器 130 を含む。
- [0092] 受光系 150b は、ToF センサ 153b と、ToF センサ 153b の受光部 154b に結像する結像光学系 151b と、光学バンドパスフィルタ 152 と、制御部 160b を含む。制御部 160b は、水平センサ 140 からの信号受信や、パルス光照明系 110b の制御、ToF センサ 153b の制御、外部システム 170 とのコミュニケーション等の機能も含めている。
- [0093] 水平センサ 140 は、光レーダ装置 100b の水平面に対する傾斜角を常時モニターし、ToF センサ 153b へ出力する。
- [0094] (パルス光照明系 110b)
光レーダ装置 100b のパルス光照明系 110b について以下に説明する。
- [0095] パルス光照明系 110b は、図 6 に示す様に、光源 122 の光を、ほぼ平行はスポット光 133 に整形するコリメート光発生器 130 と、スポット光 133 を X 軸方向と Z 軸方向に振る 2 次元スキャン装置 123b とを含む。
- [0096] 2 次元スキャン装置 123b は、スキャンニングミラー 131b を含む。スキャンニングミラー 131b は、Z 軸周りに回転運動をする事で、X 軸方向のスポットパルス光 124b の振れを制御し、X-Y 面内の一軸 (X 軸と 45 度傾斜) の回りに回転運動する事で、Z 軸方向の振れを制御する。
- [0097] 2 次元スキャン装置 123b は、例えば、MEMS ミラー素子及びその制御装置からなる。2 次元スキャン装置 123b の制御は、制御部 160b に含めている。2 次元スキャン装置 123b は、MEMS ミラー素子以外には、ポリゴンミラーや液晶導波路方式、等、他の構成であっても良い。
- [0098] スポット光 133 は、スキャンニングミラー 131b によって反射され、スポットパルス光 124b として、パルス光照射領域 10b へ照射される。従って、スポット光 133 とスポットパルス光 124b は、ほぼ同じ分散角を有している。分散角は X 軸方向と Y 軸方向で異なっても良いが、以下では

両者がほぼ等しい円形ビームの場合について説明する。分散角 θ_b は、光レーダ装置 100b の角度分解能を制約する。 θ_b は、0.05 度～1 度程度である。

[0099] (受光系 150b)

光レーダ装置 100b の受光系 150b について以下に説明する。

[0100] 対象物からの反射光 125b はスキャンニングミラー 131b とミラー 156 での反射を経て、結像光学系 151b によって、光学バンドパスフィルタ 152 を介して、ToF センサ 153b の受光部 154b へ集光される。ミラー 156 はスポット光 133 の光路に位置するが、中央部に開口部 157 を有しており、スポット光 133 はこの開口部 157 を通過する。

[0101] (ToF センサ 153b および制御部 160b)

光レーダ装置 100b のToF センサ 153b および制御部 160b について以下に説明する。図 7 は、光レーダ装置 100b において、対象領域と測定可能領域、パルス光照射領域の関係を示す模式図である。

[0102] ToF センサ 153b は、スポットパルス光 124b によって照らされる、円形部分からの反射光を受光部 154b によって捕え、飛行時間測定により、前記円形部分と光レーダ装置 100b の間の距離を求めるセンサである。

[0103] 制御部 160b は、対象領域 12 内の測定順序を決定し、この順序に従い 2 次元スキャン装置 123b の角度設定を行い、光源 122 に発光を指示し、同時に ToF センサ 153b を活性化し、当該対象物に対する飛行時間を計測する。

[0104] 制御部 160b は、前記 2 次元スキャン装置 123b の角度設定の際に、水平センサ 140 の出力 θ_{iy} 、 θ_{ix} を基に、設定角度を決定し、光レーダ装置 100b の傾斜に依らず、常に対象領域を測定する事が出来る。例えば、図 7 に示す様に、対象領域 12 内の方向 (η_x 、 η_z) へスポットパルス光 124b を照射する際には、2 次元スキャン装置 123b に対して、スポットパルス光 124b を (ϕ_x 、 ϕ_z) 方向へ照射する様に、スキャンニ

ングミラー 131b を設定する様に指示する。ここで、 Φ_x は以下の式 (7)、 Φ_z は以下の式 (8) で示される。

$$\Phi_x = \theta_{iy} \cdot \sin(\theta_{ix}) + \eta_x \cdot \cos(\theta_{ix}) - \eta_z \cdot \sin(\theta_{ix}) \cdots (7)$$

$$\Phi_z = -\theta_{iy} \cdot \cos(\theta_{ix}) + \eta_z \cdot \cos(\theta_{ix}) + \eta_x \cdot \sin(\theta_{ix}) \cdots (8)$$

光レーダ装置 100b の X 軸が傾斜していない場合には、図 6 に示す様に、Z 軸周りの回転によって、X 軸方向のスキャンを行い、次に Z 軸方向の角度を変更して、X 軸方向のスキャンを行うと言う様に、同時に 2 軸を動かす事は無いが、光レーダ装置 100b の X 軸が傾斜している場合には、2 軸を同時に変更する必要がある。

(効果の説明)

以上の構成によれば、各フレームにおいて、 θ_{iy} 、 θ_{ix} を測定し、測定された θ_{iy} 、 θ_{ix} の値より、パルス光照明系 110b の 2 次元スキャン装置 123b は、式 (7) 及び式 (8) を満たす (Φ_x 、 Φ_z) 方向ヘスポットパルス光 124b を照射する事で、対象領域 12 内の方向 (η_x 、 η_z) ヘ光照射する事ができ、光レーダ装置 100b の傾斜に依らず、常に対象領域 12 だけを測定する事が出来る。

[0105] 従って、外部システム 170 は光レーダ装置 100b の傾斜量に関わらず、常に一定方向の 3 次元イメージを取得する事ができる為、対象物の認識を簡便に精度良く、行う事ができる。例えば、本体側で複雑な補正をせずに、本体前方の道路や通路の傾斜を正しく認識できるし、障害物の高さも精度良く測定できる。

[0106] 本方式では、対象領域 12 全体をカバーする為に、余分な領域まで測定する必要が無く、パルス光照射や T o F センサが余分な測定をしない上に、測定結果を一旦メモリし、その中から対象領域だけを選択する必要が無く、消費電力を削減できる。

[0107] [実施例 4]

本発明のさらに他の実施形態について以下に説明する。

[0108] 本実施形態は、拡散照射装置によって、測定領域に一括してパルス光を照射する点が、前記実施形態 1, 2 と異なる。図 8 及び図 9 を用いて、本実施形態に係る光レーダ装置 100c の構成について説明する。なお、前記実施形態 1, 2 と同様の点に関しては、説明を省略する。

[0109] 図 8 は、本発明の実施形態 4 に係る光レーダ装置 100c の構成を示す模式図である。

[0110] 光レーダ装置 100c は、図 8 に示すように、パルス光照射領域 10c にパルス光 124c（以下では単にパルス光と記述する場合もある）を一括照射するパルス光照明系 110c と、パルス光照射領域 10c の少なくとも一部からの光を受光する受光系 150c と、水平センサ 140 を含む。

[0111] 受光系 150c は、ToF センサ 153c、ToF センサ 153c の受光部 154c に結像する結像光学系 151、光学バンドパスフィルタ 152、パルス光照明系 110c と ToF センサ 153c の同期制御や、水平センサ 140 の出力のフィードバック、外部システム 170 とのコミュニケーション等の機能を担う制御部 160c 等よりなる。

[0112] 水平センサ 140 は、光レーダ装置 100c の水平面に対する傾斜角を常時モニターし、制御部 160c へ出力する。

[0113] (パルス光照明系 110c)

光レーダ装置 100c のパルス光照明系 110c について以下に説明する。

[0114] パルス光照明系 110c は、図 8 に示すように、パルス光を発する光源 122 と、前記パルス光を 2 次元に広げて照射する拡散光学系 123c とを含む。

[0115] 拡散光学系 123c は、一定の範囲に光を分散させて照射する光学装置であり、拡散板、回折格子、シリンドリカルレンズ等により構成される。水平照射角 θ_h 、垂直照射角 θ_v を有するパルス光照射領域 10c に対して、一括してパルス光 124c を照射する事が出来る。

(受光系 150c)

光レーダ装置 100c の受光系 150c について以下に説明する。

[0116] 受光系 150c は、ToF センサ 153c を除いて、前記実施形態 2 と同じである。結像光学系 151 と受光部 154c で決定される測定可能領域 11c はパルス光照射領域 10c と等しいか、小さい事が好ましい。ここでは、両者が等しい場合について記載する。また、測定可能領域 11c は実際に測定結果を出力する対象領域 12 より大きく、対象領域 12 の水平方向広がり角度 θ_{oh} 、垂直方向広がり角度 θ_{ov} に対しては、 $\theta_h > \theta_{oh}$ 、 $\theta_v > \theta_{ov}$ である事が好ましい。

[0117] (ToF センサ 153c および制御部 160c)

光レーダ装置 100c のToF センサ 153c および制御部 160c について以下に説明する。図 9 は、光レーダ装置 100c において、対象領域と測定可能領域、パルス光照射領域の関係を示す模式図である。

[0118] ToF センサ 153c の受光部 154c は、図 4 に示した ToF センサ 153 及び 153a と同様に、2次元配列された画素群を含み、測定可能領域 11c をカバーできる。ToF センサ 153 及び 153a は飛行時間測定を行毎に行うのに対して、ToF センサ 153c 全画素の飛行時間測定を平行して実行する。この様な ToF センサは公知である為、詳細は記述しない。

[0119] 制御部 160c は、パルス光照明系 110c へ信号を発して、パルス光 124c を発光させると共に、ToF センサ 153c の飛行時間測定を開始する。全画素の測定結果を一旦 ToF センサ 153c のメモリ（図示せず）に蓄積する。即ち、図 9 に示す様に、測定可能領域 11c の全データがメモリに蓄積される。制御部 160c は水平センサ 140 の出力を基に、この中から対象領域 12 に該当する部分のみを選択して、外部システム 170 へ出力する。対象領域 12 内の方向 (η_x 、 η_z) に対応する測定結果は、前記実施形態 3 で説明した式 (7)、式 (8) で表される測定可能領域 11c の方向 (Φ_x 、 Φ_z) のデータである。

[0120] (効果の説明)

以上の構成によれば、各フレームにおいて、測定可能領域 11c 全体の飛行時間測定を行なうと共に、 θ_{iy} 、 θ_{ix} を測定し、測定された θ_{iy} 、 θ_{ix} の値より、式(7)及び式(8)を満たす(Φ_x 、 Φ_z)方向のデータを参照する事で、対象領域 12 内の方向(η_x 、 η_z)に該当する測定データを得る事が出来る。光レーダ装置 100c の傾斜に依らず、常に対象領域 12 を測定する事が出来る。

[0121] 従って、外部システム 170 は光レーダ装置 100c の傾斜量に関わらず、常に一定方向の 3 次元イメージを取得する事ができる為、対象物の認識を簡便に精度良く、行う事ができる。例えば、本体側で複雑な補正をせずに、本体前方の道路や通路の傾斜を正しく認識できるし、障害物の高さも精度良く測定できる。

[0122] 本方式では、パルス光照明系 110c が全く可動部を含まず、傾斜とは無関係に測定を実行した後、メモリされた測定結果より対象領域だけを選択する事が出来る為、システムが非常に単純化でき、コストを低減できるという利点がある。

[0123] 今回開示された実施形態はすべての点で例示であって制限的なものではないと考えられるべきである。本発明の範囲は上記した説明ではなくて特許請求の範囲によって示され、特許請求の範囲と均等の意味及び範囲内でのすべての変更が含まれることが意図される。

[0124] [まとめ]

本発明の態様 1 に係る光レーダ装置は、所定の対象領域 12 に存在する対象物までの距離を飛行時間 (Time-of-flight) 法で測定する光レーダ装置 (100, 100a, 100b, 100c) であって、パルス状の光を発する光源 122 と、上記光源 122 の発するパルス光 124 を上記対象領域 12 の少なくとも一部に照射するパルス光照明系 (110, 110a) と、上記パルス光照明系 (110, 110a) にて照射されたパルス光 124 の上記対象物からの反射光を検出して、上記対象物までの距離を測定する受光系 (150, 150a) と、上記受光系 (150, 150a) の光軸 (Y 軸) の

水平面に対する傾斜角 θ_{iy} を検出する水平センサ140と、を含み、上記受光系(150, 150a)は、上記水平センサ140が検出した傾斜角 θ_{iy} 分、当該受光系(150, 150a)の光軸の水平面に対する傾斜を補正することを特徴としている。

[0125] 上記構成によれば、受光系は、水平センサが検出した傾斜角分、当該受光系の光軸の水平面に対する傾斜を補正することで、光レーダ装置自体が傾いていたとしても、実際の水平面を考慮して対象物までの距離を測定することができる。このため、対象物が存在する対象領域は、光レーダ装置自体が傾いていたとしても一定に保たれる。つまり、鉛直線に対する光レーザ装置の位置関係が一定している。

[0126] しかも、受光系の光軸の水平面に対する傾斜を補正するという簡便な方法で、対象物までの距離を精度よく測定することができる。

[0127] 従って、光レーダ装置の傾斜量に関わらず、簡便な方法で、対象物までの距離を常に一定方向で測定することができる。これにより、外部装置は、光レーダ装置の傾斜量に関わらず、常に一定方向の3次元イメージを取得する事ができる為、対象物の認識を簡便に精度良く、行う事ができる。

[0128] 本発明の態様2に係る光レーダ装置は、上記水平センサ140が検出した傾斜角分、上記パルス光照明系(110, 110a)の光照射範囲を補正してもよい。

[0129] 上記構成によれば、光照射領域を必要な領域に集中できる為、信号強度を高める事で測定精度を向上したり、或いは不要な光照射を低減したりする事で、電力消費量を低減する事が出来る。

[0130] 本発明の態様3に係る光レーダ装置は、上記態様1または2において、上記水平センサ140は、上記光軸(Y軸)が上記水平面に対して前方に傾斜したときの傾斜角 θ_{iy} を検出してもよい。

[0131] 上記構成によれば、水平センサは、上記光軸が上記水平面に対して前方に傾斜したときの傾斜角を検出することで、受光系は、水平センサが検出した傾斜角分、当該受光系の光軸の水平面に対する前方傾斜を補正することがで

きる。つまり、対象物が存在する対象領域は、光レーダ装置自体が水平面に対して前方に傾いていたとしても一定に保たれる。

[0132] 本発明の態様4に係る光レーダ装置は、上記態様1～3の何れか1態様において、上記水平センサ140は、上記光軸（Y軸）が上記水平面に対して左右方向に傾斜したときの傾斜角 θ_{iy} を検出してもよい。

[0133] 上記構成によれば、水平センサは、上記光軸が上記水平面に対して左右方向に傾斜したときの傾斜角を検出することで、受光系は、水平センサが検出した傾斜角分、当該受光系の光軸の水平面に対する左右方向の傾斜を補正することができる。つまり、対象物が存在する対象領域は、光レーダ装置自体が水平面に対して左右方向に傾いていたとしても一定に保たれる。

[0134] 本発明の態様5に係る光レーダ装置は、上記態様1～4の何れか1態様において、上記パルス光照明系（110, 110a）のパルス光照射領域10は、少なくとも上記対象領域12全てを含む大きさであってもよい。

[0135] 上記構成によれば、パルス光照明系のパルス光照射領域は、少なくとも対象領域全てを含む大きさであることで、光レーザ装置が傾いても、常に対象領域全体を測定することができる。

[0136] 本発明の態様6に係る光レーダ装置は、上記態様1～5の何れか1態様において、上記受光系（150, 150a）の測定領域 θ_{ov} は、少なくとも上記対象領域12全てを含む大きさであってもよい。

[0137] 上記構成によれば、受光系の測定領域は、少なくとも上記対象領域全てを含む大きさであることで、光レーザ装置が傾いても、常に対象領域全体を測定することができる。

[0138] 本発明の態様7に係る光レーダ装置は、上記態様1～6の何れか1態様において、上記パルス光照明系（110, 110a）は、上記光源122の発するパルス光124を変換して得られたスポット光を上記対象領域12に照射する1次元スキャン装置131を備えていてもよい。

[0139] 本発明の態様8に係る光レーダ装置は、上記態様7において、上記1次元スキャン装置131は、上記対象領域12に対して鉛直方向に上記スポット

光を照射するのが好ましい。

[0140] 上記構成によれば、１次元スキャン装置という簡単な構成で、光源の発するパルス光を対象領域に照射して、スキャンニングすることができる。

[0141] 本発明の態様９に係る光レーダ装置は、上記態様１～８の何れか１態様において、上記受光系（１５０，１５０ａ）は、２次元画素アレイを含んでもよい。

[0142] 本発明の態様１０に係る光レーダ装置は、上記態様１～６の何れか１態様において、上記パルス光照明系（１１０ｃ）は、上記光源１２２の発するパルス光１２４を上記対象領域１２に照射する２次元スキャン装置を備えていてもよい。

[0143] 上記構成によれば、対象領域を一括してスキャンすることができる。

[0144] 本発明の態様１１に係る光レーダ装置は、上記態様１～１０の何れか１態様において、上記パルス光１２４は赤外線であってもよい。

[0145] 上記構成によれば、赤外線の種々の特性を生かした光レーダ装置を実現することができる。

[0146] 本発明の態様１２に係る光レーダ装置は、上記態様１～９の何れか１態様において、

３次元画像素子は、画素 $P \times (i, j)$ を２次元行列状に配置した受光部１５４と、上記画素 $P \times (i, j)$ の列を構成する各画素から電気パルスが供給される画素記憶素子 $M \times (j)$ と、上記画素記憶素子 $M \times (j)$ が蓄えたデータを読み出し、上記画素 $P \times (i, j)$ 毎に、対象物までの距離を示す距離情報を少なくとも取得する信号処理回路ＤＳと、を備えた３次元画像素子であって、上記画素記憶素子 $M \times (j)$ は、上記電気パルスの数を互いに異なるタイミングで積算する、複数のバイナリカウンタを有しており、上記信号処理回路ＤＳは、上記画素記憶素子 $M \times (j)$ が蓄えたデータの読み出しを、上記バイナリカウンタによる積算と並行して実行する３次元画像素子を受光部に有している事の特徴としている。

[0147] 上記構成によれば、上記態様１と同様の効果を奏する。

[0148] また、本発明は上述した各実施形態に限定されるものではなく、請求項に示した範囲で種々の変更が可能であり、異なる実施形態にそれぞれ開示された技術的手段を適宜組み合わせて得られる実施形態についても本発明の技術的範囲に含まれる。さらに、各実施形態にそれぞれ開示された技術的手段を組み合わせることにより、新しい技術的特徴を形成することができる。

符号の説明

[0149] 1 0, 1 0 a, 1 0 b, 1 0 c パルス光照射領域
1 1, 1 1 a, 1 1 c 測定可能領域
1 2 対象領域
1 3 a 測定領域
1 0 0, 1 0 0 a, 1 0 0 b, 1 0 0 c 光レーダ装置
1 1 0, 1 1 0 a, 1 1 0 b, 1 1 0 c パルス光照明系
1 2 2 光源
1 2 3 扇状光照射系
1 2 3 a 扇状光照射系
1 2 3 b 2次元スキャン装置
1 2 3 c 拡散光学系
1 2 4 扇状パルス光
1 2 4 a 扇状パルス光
1 2 4 b スポットパルス光
1 2 4 c パルス光
1 2 5 b 反射光
1 3 0 コリメート光発生器
1 3 1, 1 3 1 a 1次元スキャン装置
1 3 1 b スキャンニングミラー
1 3 2, 1 3 2 a 扇状ビーム生成器
1 3 3 スポット光
1 4 0 水平センサ

- 150, 150a, 150b, 150c 受光系
- 151, 151b 結像光学系
- 152 光学バンドパスフィルタ
- 153, 153a, 153b, 153c ToFセンサ
- 154, 154a, 154b, 154c 受光部
- 155, 155a 信号記憶処理部
- 156 ミラー
- 157 開口部
- 160, 160a, 160b, 160c 制御部
- 161 行選択回路
- 163 メモリ選択回路
- 170 外部システム

請求の範囲

- [請求項1] 所定の対象領域に存在する対象物までの距離を飛行時間 (Time-of-flight) 法で測定する光レーダ装置であって、
- パルス状の光を発する光源と、
- 上記光源の発するパルス光を上記対象領域の少なくとも一部に照射するパルス光照明系と、
- 上記パルス光照明系にて照射されたパルス光の上記対象物からの反射光を検出して、上記対象物までの距離を測定する受光系と、
- 上記受光系の光軸の水平面に対する傾斜角を検出する水平センサと、
- を含み、
- 上記受光系は、
- 上記水平センサが検出した傾斜角分、当該受光系の光軸の水平面に対する傾斜を補正することを特徴とする光レーダ装置。
- [請求項2] 上記水平センサが検出した傾斜角分、上記パルス光照明系の光照射範囲を補正することを特徴とする請求項1に記載の光レーダ装置。
- [請求項3] 上記水平センサは、上記光軸が上記水平面に対して前方に傾斜したときの傾斜角を検出することを特徴とする請求項1または2に記載の光レーダ装置。
- [請求項4] 上記水平センサは、上記光軸が上記水平面に対して左右方向に傾斜したときの傾斜角を検出することを特徴とする請求項1～3の何れか1項に記載の光レーダ装置。
- [請求項5] 上記パルス光照明系のパルス光照射領域は、少なくとも上記対象領域全てを含む大きさであることを特徴とする請求項1～4の何れか1項に記載の光レーダ装置。
- [請求項6] 上記受光系の測定領域は、少なくとも上記対象領域全てを含む大きさであることを特徴とする請求項1～5の何れか1項に記載の光レーダ装置。
- [請求項7] 上記パルス光照明系は、

上記光源の発するパルス光を変換して得られた線状に広がった光を上記対象領域に照射する１次元スキャン装置を備えていることを特徴とする請求項１～６の何れか１項に記載の光レーダ装置。

[請求項８] 上記１次元スキャン装置は、上記対象領域に対して鉛直方向に上記線状に広がった光を照射することを特徴とする請求項７に記載の光レーダ装置。

[請求項９] 上記受光系は、２次元画素アレイを含むことを特徴とする請求項１～８の何れか１項に記載の光レーダ装置。

[請求項１０] 上記パルス光照明系は、
上記光源の発するパルス光を上記対象領域に照射する２次元スキャン装置を備えていることを特徴とする請求項１～６の何れか１項に記載の光レーダ装置。

[請求項１１] 上記パルス光は赤外線であることを特徴とする請求項１～１０の何れか１項に記載の光レーダ装置。

[請求項１２] 画素を２次元行列状に配置した受光部と、
上記画素の列を構成する各画素から電気パルスが供給される画素記憶素子と、

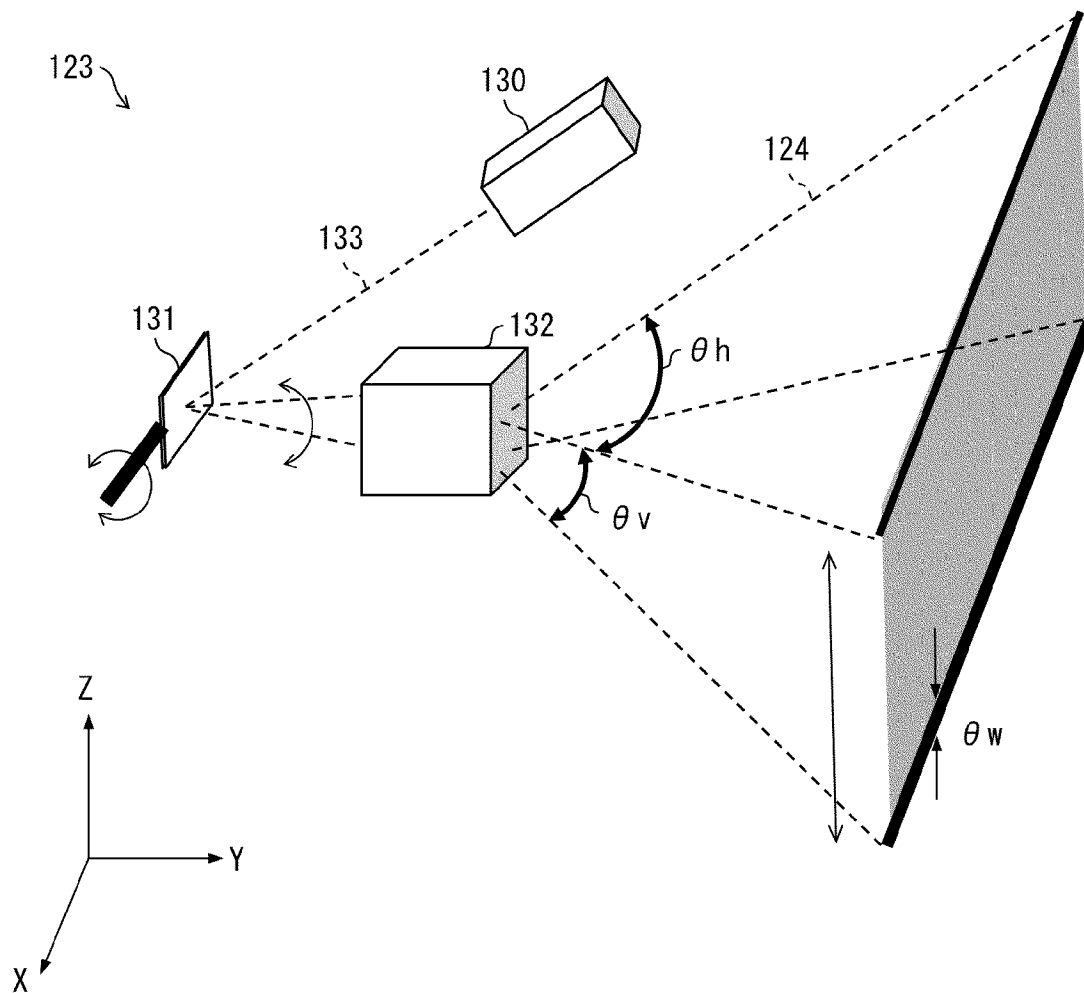
上記画素記憶素子が蓄えたデータを読み出し、上記画素毎に、対象物までの距離を示す距離情報を少なくとも取得する信号処理回路と、
を備えた３次元画像素子であって、

上記画素記憶素子は、上記電気パルス数を互いに異なるタイミングで積算する、複数のバイナリカウンタを有しており、

上記信号処理回路は、上記画素記憶素子が蓄えたデータの読み出しを、上記バイナリカウンタによる積算と並行して実行する３次元画像素子を受光部に有することを特徴とする請求項１～９の何れか１項に記載の光レーダ装置。

[図2]

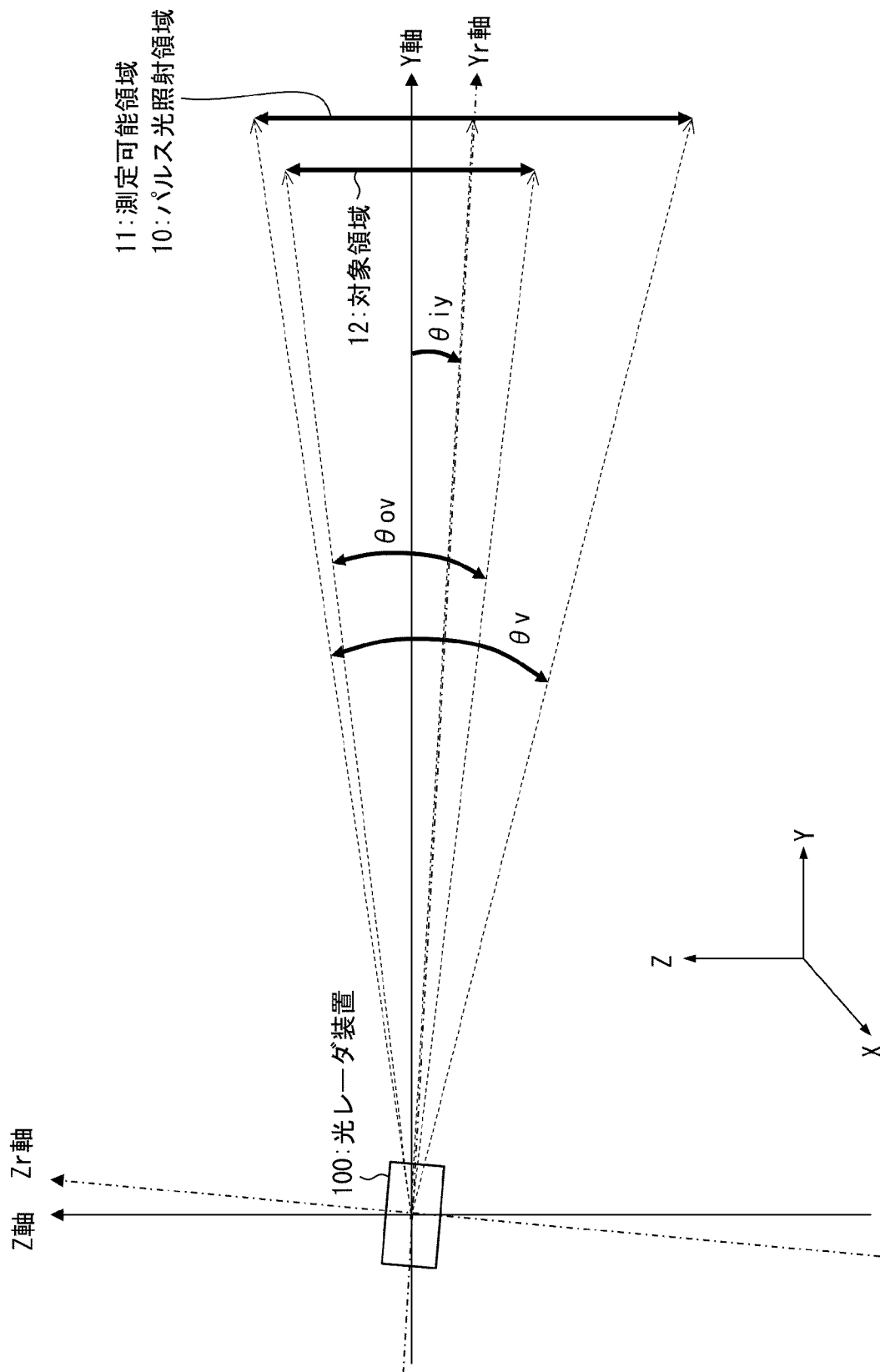
図 2



- 123: 扇状光照射系
 124: 扇状パルス光
 130: コリメート光発生器
 131: 1次元スキャン装置
 132: 扇状ビーム生成器
 133: スポット光
 θ_h : 水平照射角
 θ_v : 垂直照射角
 θ_w : ビーム厚

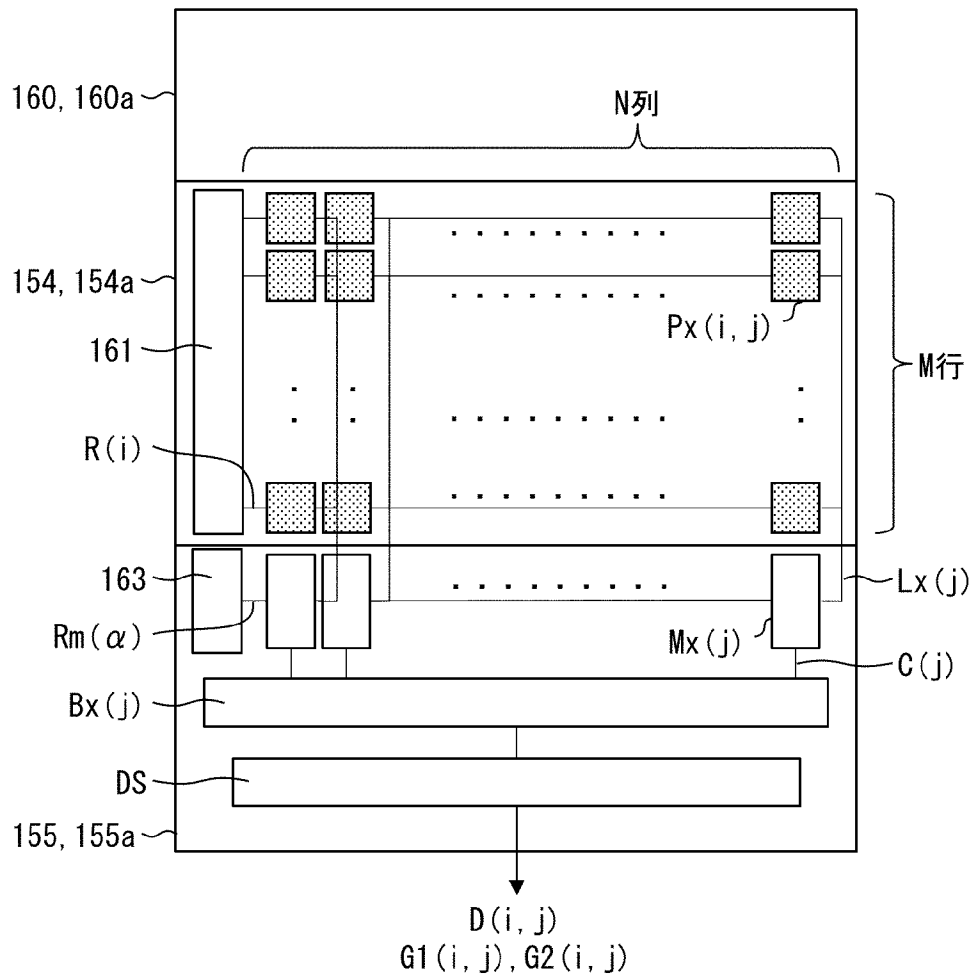
[図3]

図 3



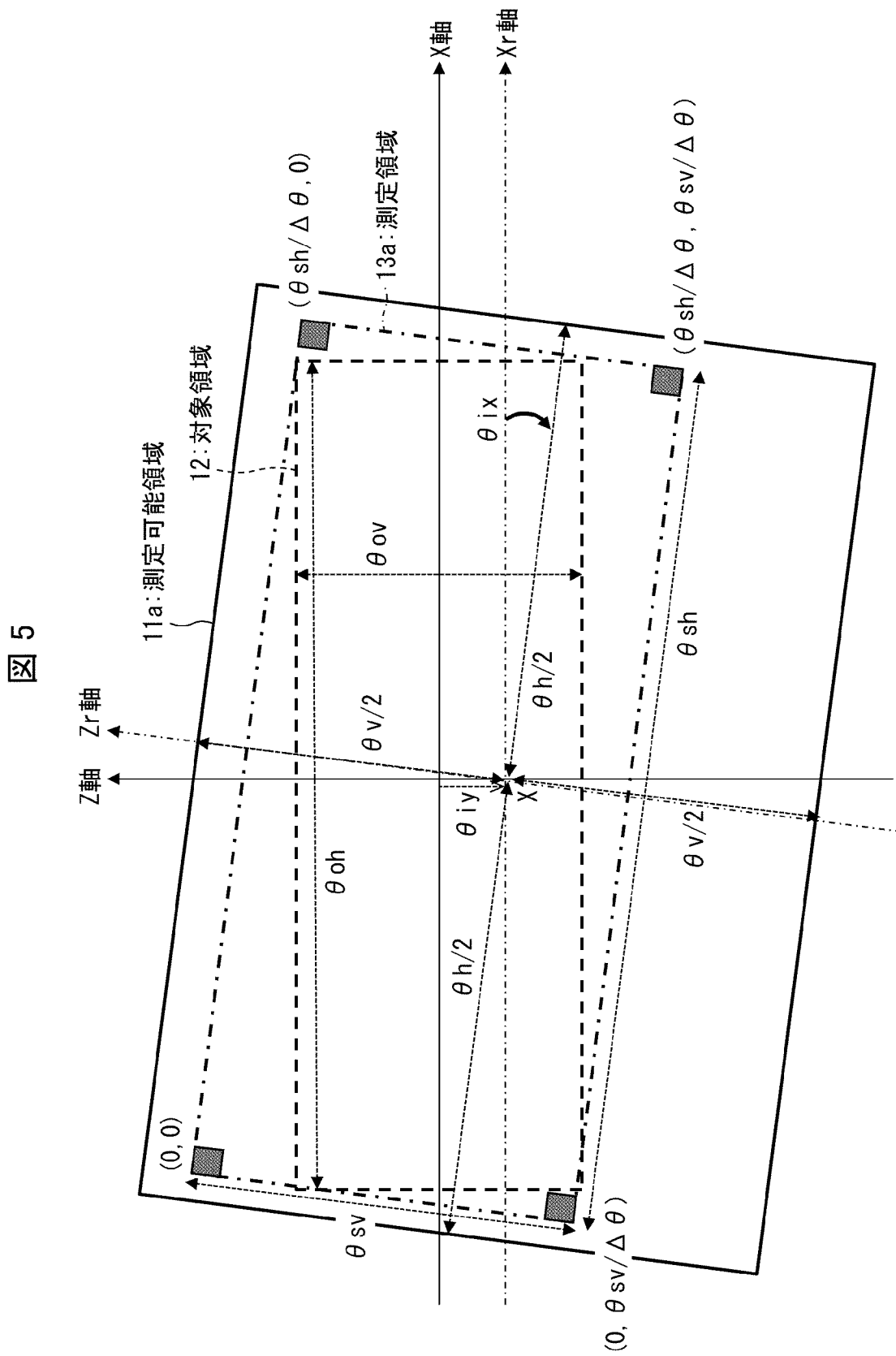
[図4]

図 4

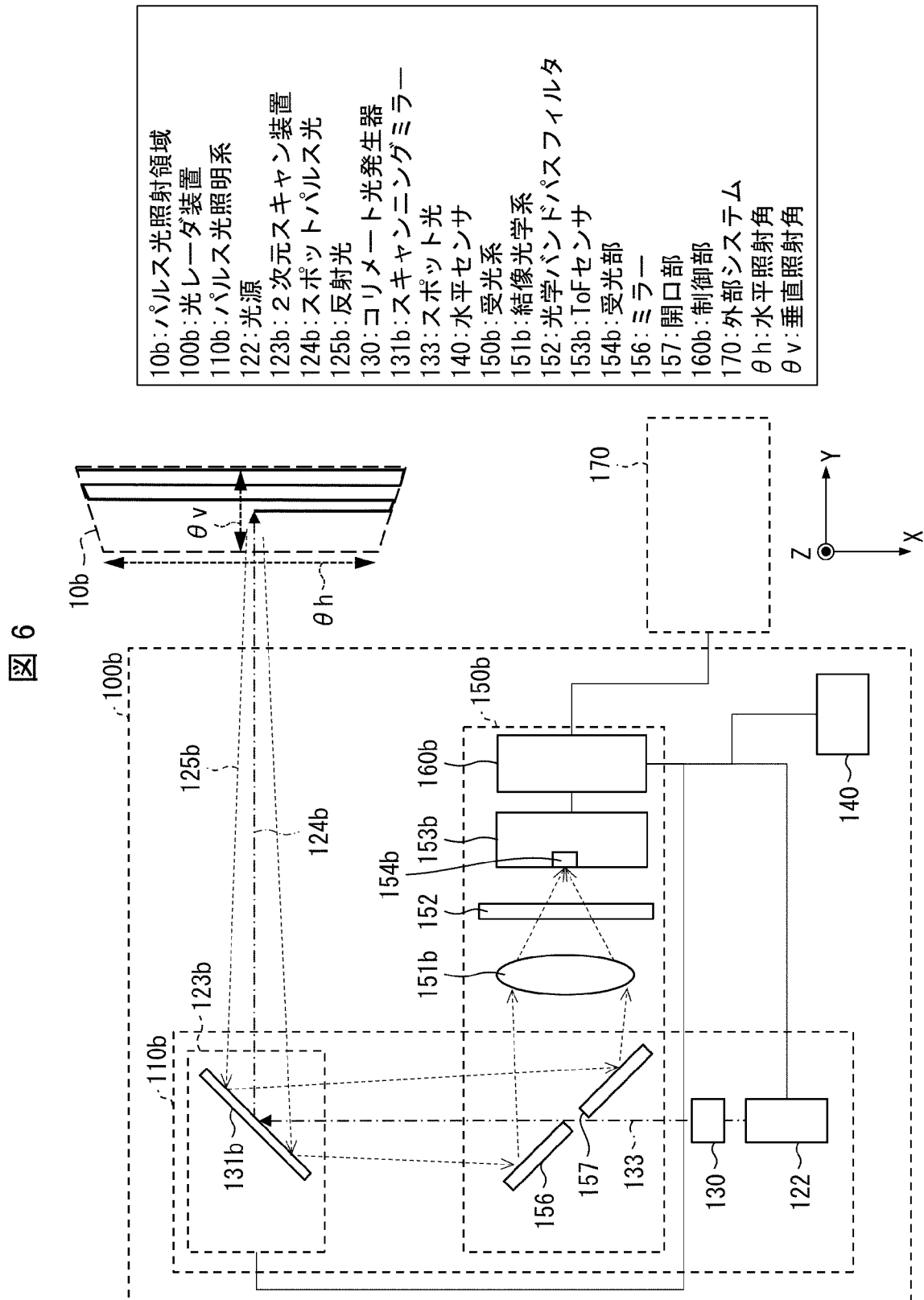


154, 154a: 受光部
 155, 155a: 信号記憶処理部
 160, 160a: 制御部
 161: 行選択回路
 163: メモリ選択回路
 Bx(j): バッファメモリ
 C(j): 列信号線
 D(i, j), G1(i, j), G2(i, j): 出力信号
 DS: 信号処理回路
 Lx(j): 信号線
 Mx(j): 画素記憶素子
 Px(i, j): 画素
 R(i): 行選択線
 Rm(α): メモリ選択線

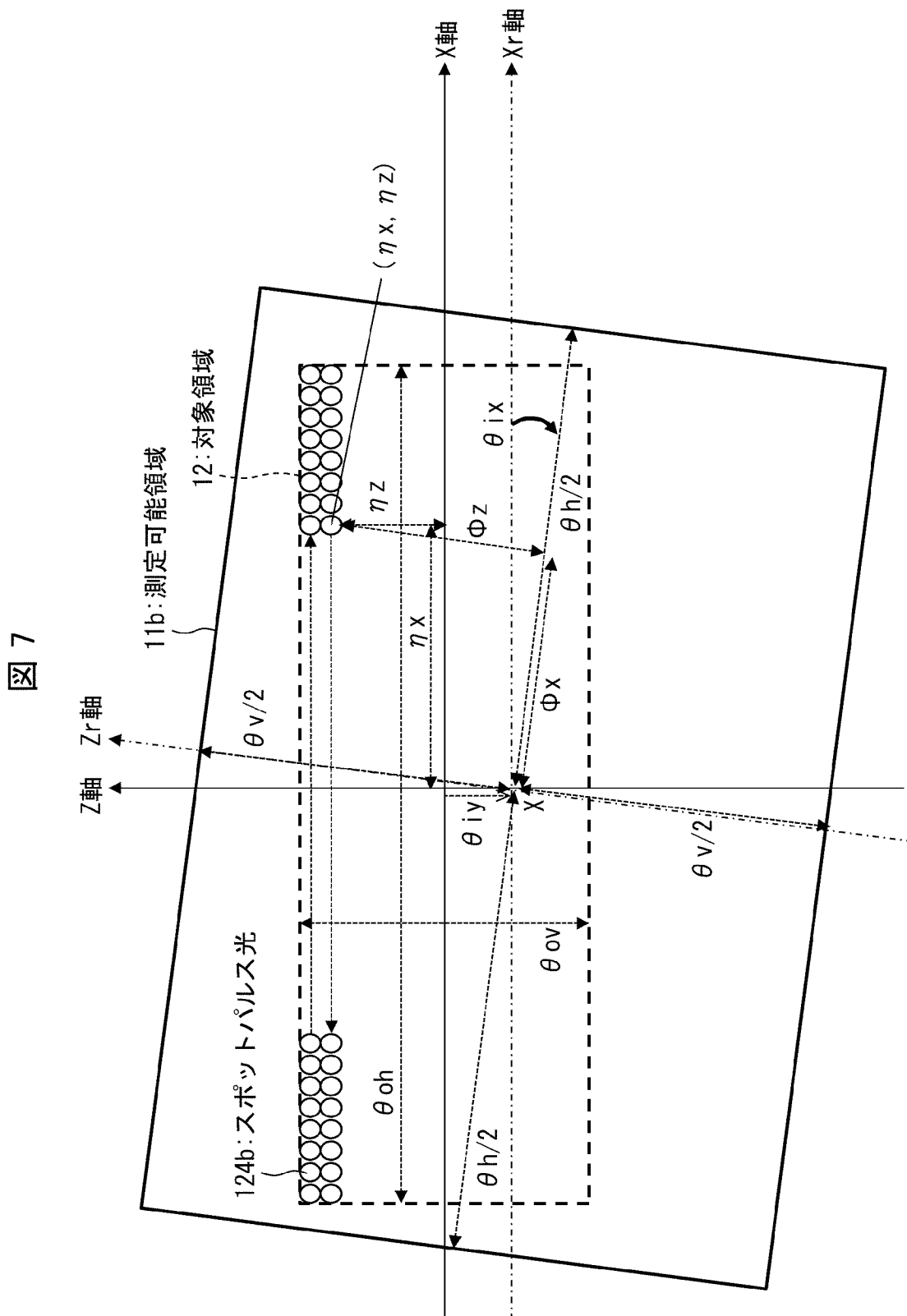
[図5]



[図6]

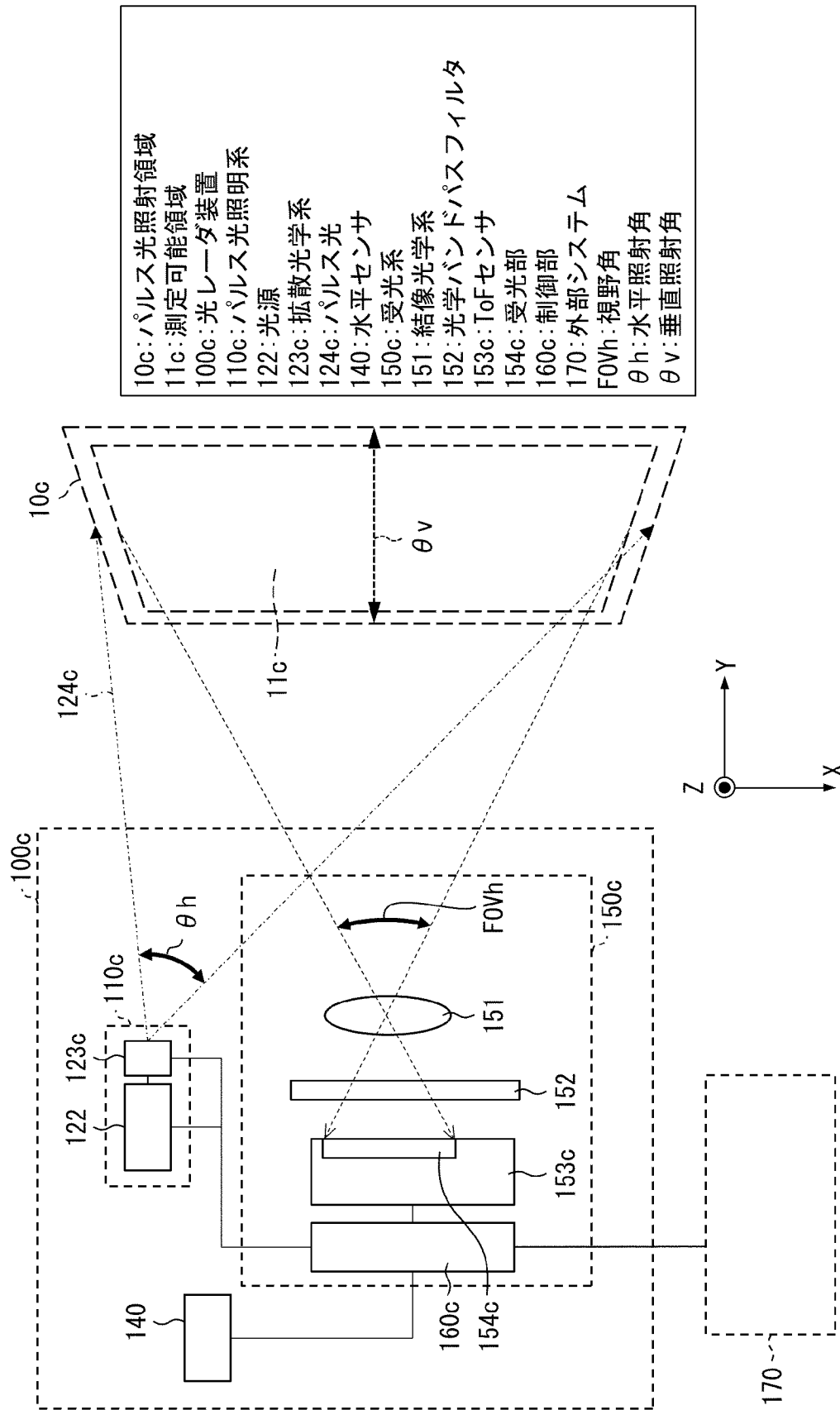


[図7]

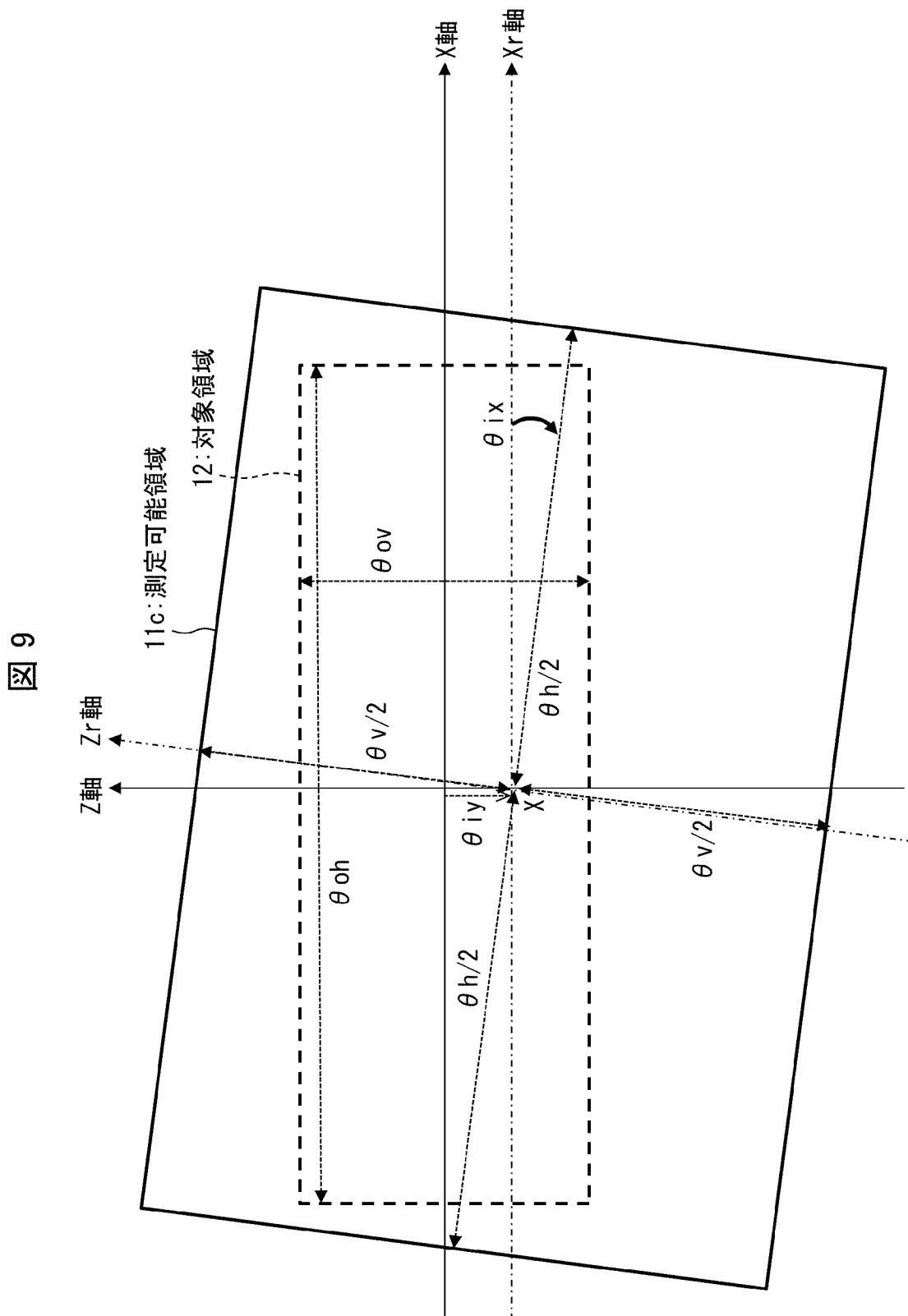


[図8]

図 8



[図9]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/026748

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. G01S7/497(2006.01)i, G01S7/481(2006.01)i, G01S17/10(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl. G01S7/00-17/95, G01C3/06, G01B11/00-11/30, H04N5/335-5/378

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2018
Registered utility model specifications of Japan	1996-2018
Published registered utility model applications of Japan	1994-2018

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	JP 2011-203122 A (NIPPON SOKEN, INC.) 13 October 2011, paragraphs [0016]-[0057], fig. 1-8 (Family: none)	1-3, 5-11
Y		4, 12
Y	JP 2003-344045 A (YASKAWA ELECTRIC CORPORATION) 03 December 2003, paragraphs [0005], [0024]-[0021], fig. 1-2, 8 (Family: none)	4, 12

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
04 October 2018 (04.10.2018)

Date of mailing of the international search report
23 October 2018 (23.10.2018)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2018/026748

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2004-523769 A (INSTRO PRECISION LIMITED) 05 August 2004, paragraphs [0025]-[0065], fig. 4-6 & WO 2002/082016 A1, page 6, line 14 to page 14, line 26, fig. 4-6 & US 2005/0088644 A1 & GB 2374743 A	12
A	JP 2004-317134 A (DAIHATSU MOTOR CO., LTD.) 11 November 2004, paragraphs [0034]-[0060], fig. 1-5 (Family: none)	1-12
A	JP 2016-125999 A (DENSO CORP.) 11 July 2016, entire text, all drawings (Family: none)	1-12
A	JP 2013-117475 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 13 June 2013, paragraphs [0042], [0050]-[0051], fig. 1-3 (Family: none)	1-12
A	JP 2015-075382 A (DENSO CORP.) 20 April 2015, paragraphs [0017]-[0193], fig. 1-20 (Family: none)	1-12
A	JP 2003-269897 A (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) 25 September 2003, paragraphs [0001]-[0016], fig. 4 (Family: none)	1-12

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01S7/497(2006.01)i, G01S7/481(2006.01)i, G01S17/10(2006.01)i

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（IPC））

Int.Cl. G01S7/00-17/95, G01C3/06, G01B11/00-11/30, H04N5/335-5/378

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2018年
日本国実用新案登録公報	1996-2018年
日本国登録実用新案公報	1994-2018年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y	JP 2011-203122 A（株式会社日本自動車部品総合研究所） 2011.10.13, 段落 0016-0057, 図 1-8（ファミリーなし）	1-3, 5-11 4, 12
Y	JP 2003-344045 A（株式会社安川電機）2003.12.03, 段落 0005, 0024-0021, 図 1-2, 8（ファミリーなし）	4, 12

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

04.10.2018

国際調査報告の発送日

23.10.2018

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（ISA/J P）

郵便番号100-8915

東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官（権限のある職員）

山下 雅人

2S

9303

電話番号 03-3581-1101 内線 3216

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2004-523769 A (インストロ プレシジョン リミテッド) 2004.08.05, 段落 0025-0065, 図 4-6 & WO 2002/082016 A1, 第 6 頁 第 14 行-第 14 頁第 26 行, FIGs. 4-6 & US 2005/0088644 A1 & GB 2374743 A	12
A	JP 2004-317134 A (ダイハツ工業株式会社) 2004.11.11, 段落 0034-0060, 図 1-5 (ファミリーなし)	1-12
A	JP 2016-125999 A (株式会社デンソー) 2016.07.11, 全文, 全図 (フ ァミリーなし)	1-12
A	JP 2013-117475 A (トヨタ自動車株式会社) 2013.06.13, 段落 0042, 0050-0051, 図 1-3 (ファミリーなし)	1-12
A	JP 2015-075382 A (株式会社デンソー) 2015.04.20, 段落 0017-0193, 図 1-20 (ファミリーなし)	1-12
A	JP 2003-269897 A (三菱重工業株式会社) 2003.09.25, 段落 0001-0016, 図 4 (ファミリーなし)	1-12