

(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  
2016年1月7日(07.01.2016)

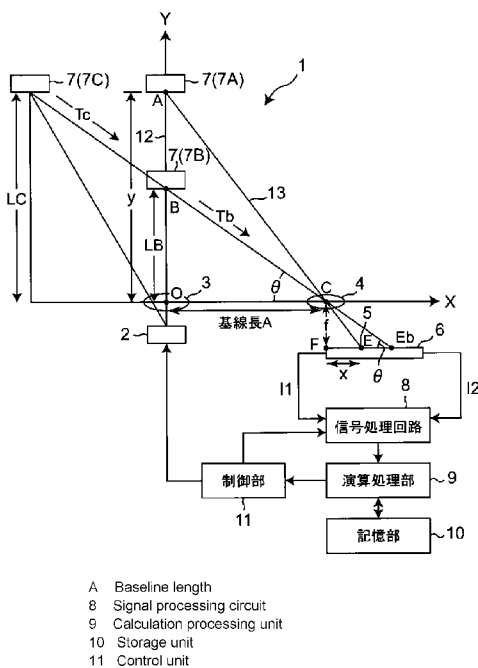


(10) 国際公開番号  
WO 2016/002373 A1

- (51) 国際特許分類:  
G01C 3/06 (2006.01) G01S 17/10 (2006.01)  
G01S 7/486 (2006.01)
  - (21) 国際出願番号: PCT/JP2015/064596
  - (22) 国際出願日: 2015年5月21日(21.05.2015)
  - (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 2014-137884 2014年7月3日(03.07.2014) JP
  - (71) 出願人: シャープ株式会社 (SHARP KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒5458522 大阪府大阪市阿倍野区長池町2番2号 Osaka (JP).
  - (72) 発明者: 高岡 隆志 (TAKAOKA, Takashi). 岡田 教和 (OKADA, Norikazu). 高田 敏幸 (TAKADA, Toshiyuki). 辻 雅樹 (TSUJI, Masaki). 佐藤 克徳 (SATO, Katsunori).
  - (74) 代理人: 鮫島 睦, 外 (SAMEJIMA, Mutsumi et al.); 〒5300017 大阪府大阪市北区角田町8番1号梅田阪急ビルオフィスタワー青山特許事務所 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, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, 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.
  - (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:  
— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: OPTICAL REFLECTION SENSOR AND ELECTRONIC DEVICE

(54) 発明の名称: 光反射型センサおよび電子機器



(57) Abstract: This light reflection-type sensor is provided with a light emitting element (2) which irradiates light towards a distance measurement target (7), a light receiving optical system (4) which condenses light reflected from the distance measurement target (7), a light receiving element (6) which receives the light condensed by the light receiving optical system (4) and outputs a photoelectric signal corresponding to the light receiving position, and a signal processing circuit (8) which, on the basis of the photoelectric signal outputted from the light receiving element (6), calculates light reception position information about the where light was received on the light receiving element (6) and light travel time information, which is the time from irradiation of the light by the light emitting element (2) to reflection of said light on the distance measurement target (7) and reception by the light receiving element (6).

(57) 要約: 光反射型センサは、測距対象物(7)に対して光を照射する発光素子(2)と、測距対象物(7)からの反射光を集光する受光光学系(4)と、上記受光光学系(4)で集光された光を受光すると共に、受光位置に応じた光電流信号を出力する受光素子(6)と、上記受光素子(6)から出力された上記光電流信号に基づいて、上記受光素子(6)上における受光位置情報と、上記発光素子(2)より光が照射されてから当該光が測距対象物(7)で反射されて上記受光素子(6)で受光されるまでの時間である光の飛行時間情報とを求める信号処理回路(8)とを備えている。

WO 2016/002373 A1

## 明 細 書

発明の名称：光反射型センサおよび電子機器

### 技術分野

[0001] この発明は、物体の有無の検出や物体の距離の検出を行う反射型センサ、および、それを用いた電子機器に関する。

### 背景技術

[0002] 従来、物体の有無の検出や物体の距離の検出を行う反射型センサとして、以下のようなものがある。

- ・特開2013-113610号公報(特許文献1)
- ・特開2013-210315号公報(特許文献2)
- ・特開2012-63173号公報(特許文献3)
- ・特開平2-61510号公報(特許文献4)
- ・特開2013-134173号公報(特許文献5)

[0003] 上記特許文献1に開示された「放射線測定方法および装置」においては、指向性を有する2次元の放射線検出器の位置および向きを変えて放射線源からの放射線を検出し、得られた放射線の検知角度領域をボクセル化した測定空間上に表記することによって放射線の線源箇所を推定するようにしている。

[0004] また、上記特許文献2に開示された「光学式距離測定装置」においては、戻り光集光光学系は戻り光集光レンズを含んでおり、この戻り光集光レンズは、レーザ光出力素子から出射されて走査ミラーで反射されたレーザ光が照射点に向かう光路を含み、且つ走査面に垂直な面内の幅方向の屈折力が、上記走査面方向の屈折力よりも大きい光学特性を有すると共に、上記照射点からの戻り光を受光して上記走査ミラーに集光する。こうして、戻り光の光量が多く得られて、距離測定の有効範囲が十分に得られるようにしている。

[0005] また、上記特許文献3に開示された「レーザ測距装置」においては、レーザダイオードからのレーザ光をミラーを含む2次元スキャナで偏向して測定

対象物上の任意の多角形の頂点を照射する。そして、各頂点で反射されたレーザー光をフォトダイオードで受光して信号を出力し、演算制御部によって、上記フォトダイオードからの出力信号と上記２次元スキャナの動作情報とを用いて上記多角形の面積を算出するようにしている。

[0006] また、上記特許文献４に開示された「非接触二次元形状計測センサ」においては、光源から出射され、ミラーを含む光偏向器で偏向されて一定幅で照射された細光線の物体表面からの反射光を、受光レンズで集光してイメージセンサ上に結像する。その際に、上記受光レンズと上記イメージセンサとの間に上記イメージセンサの検出ラインに垂直な方向にのみ光を収束させる集束レンズを配置して、一定幅に偏向された細光線のうち中央部から上記垂直な方向に外れた細光線の反射光をも上記イメージセンサ上に結像させることによって、一次元の上記イメージセンサによって二次元方向の距離の測定を可能にしている。

[0007] また、上記特許文献５に開示された「測距システム」においては、固体撮像装置に入射する測距対象からの反射光の強度の立上り期間の一部の期間である第１受光期間に、入射した光の光量に応じた光電子を上記固体撮像装置によって累積蓄積する。また、上記固体撮像装置に入射する上記反射光の強度のピークから立下り期間を含む期間である第２受光期間に、入射した光の光量に応じた光電子を上記固体撮像装置によって累積蓄積する。そして、演算部によって、上記第２受光期間に累積蓄積された光電子情報を上記第１受光期間に累積蓄積された光電子情報で除算して光量比を、光の往復時間に依存した値として求めることにより、タイム・オブ・フライト(TOF)方式によって上記測距対象までの距離を求めるようにしている。さらに、測距対象の受光期間以外の受光期間での受光量に応じた光電子は捨てるようにしている。

[0008] しかしながら、上記各特許文献に開示された従来の反射型センサにおいては、以下のような問題がある。

[0009] すなわち、図６に示すように、三角測距方式を使用した測距センサにおい

ては、P S D (Position Sensitive Detector : 位置検出素子)における光入射位置で、出力電流を遠側出力電流と近側出力電流とに分割して両電流の比で入射位置を検出することによって、三角測量方式により検知物 A, B までの距離を求めることができる。

[0010] しかしながら、L E D (Light Emitting Diode : 発光ダイオード)から出射された光の広がりによって、対象物に投光スポットの一部しか当たらない場合には、反射光の光量重心位置がずれて、正確に測距することができない。例えば、図6に示すように、検知物 C は検知物 A と同じ距離にあるが、検知物 C からの反射光の P S D 入射角度は検知物 B の P S D 入射角度と同じになるので、検知物 C の場合の P S D 出力電流は検知物 B の場合の P S D 出力電流となり、誤検出になるという問題が生じている。

[0011] また、上記 T O F 方式の測距センサにおいては、光が発光部から出射されてから対象物で反射されて受光部に入射されるまでの飛行時間によって、上記対象物までの距離を求めることができる。

[0012] しかしながら、基本的には投光正面の対象物を測距の対象としている。そのため、検出範囲を平面的に広げる場合には、ミラー等で投光角度を変化させて走査し、ミラー角度に基づいて投光の方向を特定する等、距離を得るためにミラー等の駆動が必要である。または、複数個の受光素子を並べ、入射光を受光した受光素子の位置に応じて上記対象物の方向を特定することも可能であるが、その場合には受光部のサイズが拡大して高価となる。

[0013] 上述した上記特許文献1に開示された従来の「放射線測定方法および装置」では、複数の検知角度領域が必要である。また、特許文献2に開示された「光学式距離測定装置」、特許文献3に開示された「レーザ測距装置」および特許文献4に開示された「非接触二次元形状計測センサ」では、何れも偏光・走査用の反射鏡を有しており、上記特許文献1と共に二次元的に反射光を検出できるようになっている。しかしながら、その分だけ構造が複雑になっている。

[0014] また、上記特許文献5に開示された「測距システム」では、T O F 方式に

よる上記測距対象までの距離算出に光量比を用いるようにしている。さらに、測距対象の受光期間以外の受光期間での受光量に応じた光電子は捨てるようにしている。しかしながら、照射装置正面の測距対象物を測距の対象としており、広域にある測距対象までの距離を算出可能な構成にはなっていない。そのため、測距範囲を平面的に広げるには、ミラー等で照射角度を変化させて走査する。または、上記個体撮像装置を複数個並べることが必要となる。

## 先行技術文献

### 特許文献

- [0015] 特許文献1：特開2013-113610号公報  
特許文献2：特開2013-210315号公報  
特許文献3：特開2012-63173号公報  
特許文献4：特開平2-61510号公報  
特許文献5：特開2013-134173号公報

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

- [0016] そこで、この発明の課題は、小型で且つ簡単な構成で、2次元平面での物体の有無や物体の距離の広域検出を可能にする反射型センサを提供することにある。

### 課題を解決するための手段

- [0017] 上記課題を解決するため、この発明の光反射型センサは、  
測距対象物に対して光を照射する発光素子と、  
測距対象物からの反射光を集光する受光光学系と、  
上記受光光学系で集光された光を受光すると共に、受光位置に応じた光電流信号を出力する受光素子と、  
上記受光素子から出力された上記光電流信号に基づいて、上記受光素子上における受光位置情報と、上記発光素子より光が照射されてから当該光が測

距対象物で反射されて上記受光素子で受光されるまでの時間である光の飛行時間情報とを求めるとともに、信号処理回路とを備えたことを特徴としている。

- [0018] また、一実施の形態の光反射型センサでは、  
上記発光素子が照射する光は、パルス光であり、  
上記受光素子は位置検出素子であり、上記光電流信号は、上記受光位置の一側に設けられた電極から出力される第1光電流信号と他側に設けられた電極から出力される第2光電流信号とで成り、  
上記発光素子にパルス状の駆動信号を出力すると共に、上記信号処理回路に上記駆動信号の立ち下がりに同期した同期信号を出力する制御部を備え、  
上記信号処理回路は、  
上記受光素子から出力された上記第1光電流信号の積分値と上記第2光電流信号の積分値との比によって、上記受光位置情報を求める一方、  
上記制御部から上記同期信号を受信した時点で、上記第1光電流信号および上記第2光電流信号を2分割し、分割位置より時間軸上前側の第1光電流信号および第2光電流信号夫々の積分値の加算値と、上記分割位置より時間軸上後側の第1光電流信号および第2光電流信号夫々の積分値の加算値との比によって、上記光の飛行時間情報を求めるようになっている。

- [0019] また、一実施の形態の光反射型センサでは、  
上記発光素子は、放射角度を有する光を照射するようになっており、  
上記測距対象物は、上記発光素子の放射角度内に位置しており、  
上記測距対象物からの反射光の上記受光素子への入射角度と、当該測距対象物に関する上記光の飛行時間情報とから、当該測距対象物の上記受光光学系を基点とする位置情報を算出するための演算式を格納する記憶部と、  
上記信号処理回路によって求められた上記受光位置情報に基づいて、上記測距対象物からの反射光の上記入射角度を求めると共に、この求めた上記入射角度と上記信号処理回路によって求められた上記光の飛行時間情報とに基

づいて、上記記憶部に格納された上記演算式を用いて上記測距対象物の上記位置情報を算出する演算処理部とを備えている。

- [0020] また、一実施の形態の光反射型センサでは、  
上記測距対象物は、上記発光素子の放射角度内に位置して複数あり、  
上記発光素子にパルス状の駆動信号を出力する制御部を備え、  
上記信号処理回路は、上記光電流信号における時間軸上の長さが上記駆動信号における時間軸上の長さより長い場合には、上記光電流信号の立ち上がりの時点で、上記駆動信号および上記光電流信号に基づいて、上記複数の測距対象物のうち上記受光光学系から最も近い最近測距対象物に関する上記受光位置情報と上記光の飛行時間情報とを求める一方、上記光電流信号の立ち下りの時点で、上記駆動信号および上記光電流信号に基づいて、上記受光光学系から最も遠い最遠測距対象物に関する上記受光位置情報と上記光の飛行時間情報とを求めるようになっており、  
上記演算処理部は、上記信号処理回路によって求められた上記夫々の受光位置情報に基づいて、上記最近測距対象物および上記最遠測距対象物に関して、反射光の上記入射角度を求めると共に、この求めた上記入射角度と上記信号処理回路によって求められた上記光の飛行時間情報とに基づいて、上記受光光学系を基点とする位置情報を算出するようになっている。

- [0021] また、この発明の電子機器は、  
上記この発明の光反射型センサを用いたことを特徴としている。

### 発明の効果

- [0022] 以上より明らかなように、この発明の光反射型センサは、上記信号処理回路によって、上記受光素子から出力された上記光電流信号に基づいて、上記受光素子への入射角を求めるための上記受光素子上の受光位置情報と、上記光の飛行時間情報とを求めるようにしている。したがって、上記三角測距方式と上記TOF方式による測距方法の欠点を補って、上記測距対象物までの距

離の検出精度を高めることができる。さらに、上記入射角度と上記光の飛行時間との何れか一方のみを用いる場合の誤検出を、防止することができる。

[0023] さらに、この発明の光反射型センサにおける光学系の構成は、広域に光射出可能な唯一つの発光素子と、上記受光光学系と、唯一つの上記受光素子とを備えるだけであり、照射角度を変化させて走査するためのミラー等を備えたり、上記発光素子や上記受光素子を複数個並べたりする必要がない。したがって、小型で且つ簡単な構成で2次元平面での広域検出を可能にすることができる。

[0024] また、この発明の電子機器は、小型で且つ簡単な構成で、2次元平面での物体の有無や物体の距離の広域検出を高精度で可能にする、安価な反射型センサを用いているので、サニタリ用途、ロボット掃除機および人体検出を必要とする機器等の電子機器に用いることによって、人や環境に優しく快適な電子機器を提供することが可能になる。

### 図面の簡単な説明

[0025] [図1]この発明の光反射型センサにおける構成を示す概略図である。

[図2]発光素子への駆動信号および受光素子の検出信号の変化を示す図である。

[図3]測距の対象物が発光レンズと受光レンズとの間にある状態を示す図である。

[図4]放射角内に在る二つの対象物と光学系との位置関係を示す図である。

[図5]図4において発光素子への駆動信号と受光素子の検出信号を示す図である。

[図6]三角測距方式を使用した検知物までの距離の求め方の説明図である。

### 発明を実施するための形態

[0026] 以下、この発明を図示の実施の形態により詳細に説明する。

[0027] ・第1実施の形態

図1は、本実施の形態の光反射型センサにおける構成を示す概略図である。本実施の形態の光反射型センサは、上記三角測距方式と上記TOF方式と

を兼ね備えた構成を有している。図1において、光反射型センサ1は、測距の対象である測距対象物(以下、単に対象物と言う)7に光を照射する上記LEDで成る発光素子2と、発光素子2から照射された光を集光する発光レンズ3と、対象物7からの反射光を集光する受光レンズ4と、受光レンズ4で集光された光が結像されて光スポット5が形成される受光素子6と、を備えている。尚、発光素子2としては、赤外線発光素子やレーザダイオード等の他の素子であってもよい。

[0028] 上記発光レンズ3の位置を原点Oとし、対象物7(7A)上における発光素子2からの光の照射位置をAとし、受光レンズ4の位置を点Cとし、原点Oの基線上であるX軸に平行な直線上に受光素子6を配している。以下、説明の都合上、同一図中に複数の対象物7を描く必要がある場合には、夫々の部材番号7にアルファベットを付けて区別することにする。

[0029] 上記受光素子6には、上記PSDが用いられており、受光素子6上に照射されて結像された光スポット5の光重心位置を検出して検出信号を出力する。

[0030] 信号処理回路8は、上記受光素子6上における光スポット5の位置を求めると共に、発光素子2から光が出射されてから受光素子6上に光スポット5が形成されるまでの時間である光の飛行時間(以下、単に飛行時間と言う)を求める。演算処理部9は、信号処理回路8で求められた光スポット5の位置に基づいて、対象物7からの反射光の受光素子6への入射角度や、発光レンズ3と受光レンズ4とを通る直線である基線から対象物7までの距離を算出する。記憶部10には、後に詳述する飛行時間検索表が格納される。制御部11は、演算処理部9からの算出結果を受けて、発光素子2および信号処理回路8等の動作を制御する。

[0031] 図1に示す構成において、上記発光素子2から対象物7(7A)に出射された光束が、発光レンズ3によって略平行光束12に集光される。この集光された平行光束12は、Y軸上に沿って射出され、対象物7上の点Aにスポット照射され、対象物7で拡散反射する。対象物7によって拡散反射された光

束13は、受光レンズ4によって集光される。集光された光は、受光素子6上の点Eに結像されて光スポット5を形成する。

[0032] そして、上記点C(受光レンズ4の中心)を通るY軸に平行な線が受光素子6と交差する点を点Fとすると、三角形OACと三角形FCEとは相似形となる。

[0033] そこで、従来の上記三角測距方式による測距においては、信号処理回路8によって、受光素子6からの検出信号に基づいて光スポット5の位置を求め、辺FEの長さ(距離x)を測定する。そして、演算処理部9によって、距離xを用いて、発光レンズ3から測距対象物7までの距離yを、 $距離y = 距離A \times (距離f / 距離x)$ によって検出するようにしている。

[0034] ここで、上記距離Aは、発光レンズ3と受光レンズ4との間の距離(基線長)である。また、距離fは、受光レンズ4と受光素子6との距離であり、受光レンズ4の焦点距離である。また、距離xは、受光素子(PSD)6上における光スポット5の光重心位置の基準位置からの変化量である。ここで、距離xは、受光素子6の両端に設けられた電極から出力される上記検出信号であって、上記変化量に応じて変化する信号電流I1とI2とのバランスを、受光素子6に接続された信号処理回路8で検出することによって求められる。

[0035] ところで、2次元平面での物体の有無や物体の距離の広域検出を可能にするために、発光素子2から出射される光に広がりを持たせた場合、対象物の大きさが上記光の広がり全体を覆うほど大きい場合には問題は無い。ところが、図1において、上記基線からの距離が対象物7Aと同じであるが、対象物7Aとは異なる対象物7Cが存在する場合には、対象物7Cからの反射光の受光素子6への入射角度はY軸上に在る対象物7Bからの反射光の入射角度と同じになるので、信号処理回路8によって求められる上記距離xが対象物7Cと対象物7Bとで同じになってしまう。したがって、上記基線から対象物7Cまでの距離LCが対象物7Bまでの距離y(LB)として算出されてしまい、誤検出になる。

[0036] そこで、本実施の形態においては、上記受光素子6および信号処理回路8

に、上記TOF方式による距離検出機能を持たせることによって、上記三角測距方式による上記誤検出を防止するのである。

[0037] 先ず、上記発光素子2から広域に出射される光の放射角度内に位置することが想定される複数の対象物7に関し、発光素子2から光が出射されてから、上記光が夫々の対象物7で反射されて受光素子6で受光されるまでの時間である上記飛行時間Tを、予め求めておく。そして、各対象物7毎に、上記飛行時間Tを、上記基線から対象物7までの距離yと受光素子6への入射角度 $\theta$ とに対応付けて成る飛行時間検索表を作成して、記憶部10に格納しておく。

[0038] そして、実際の測距時には、先ず、上記制御部11から発光素子2に対して、パルス光を出射させるための駆動信号が出力されて、発光素子2からパルス光が出射される。それと同時に、信号処理回路8には、パルス光をオフさせたことを通知するための制御信号が出力される。

[0039] そうすると、上記信号処理回路8および演算処理部9は、発光素子2から出射されたパルス光に対応する受光素子6からの検出信号を受けて、上記三角測距方式によって、受光素子6への入射角度 $\theta$ を求める。すなわち、対象物7B上における発光素子2からの光の照射位置をBとし、受光素子6上に形成される光スポット5の位置をEbとすると、三角形OBCと三角形FCEbとは相似形となる。そこで、信号処理回路8によって、受光素子6からの検出信号に基づいて光スポット5の位置を求め、辺FEbの長さ(距離x)を測定する。そして、演算処理部9によって、三角形FCEbに関して $\tan^{-1}(f/x)$ を算出して受光素子6への入射角度 $\theta$ を求めるのである。

[0040] 次に、上記信号処理回路8は、上記受光素子6からの検出信号と、制御部11からのパルス光をオフさせたことの制御信号とに基づいて、発光素子2からパルス光が出射されてから、対象物7Cからの反射光によって受光素子6上に光スポット5が形成されるまでの時間である飛行時間Tcを求める。

[0041] そして、上記演算処理部9によって、上記求めた入射角度 $\theta$ と、信号処理回路8で求められた飛行時間Tcとに基づいて、記憶部10に格納された上記

飛行時間検索表を検索する。そして、入射角度 $\theta$ と飛行時間 $T_c$ とに該当する上記基線から測距対象物7までの距離 $y (=L C)$ を得るのである。

[0042] ここで、上記信号処理回路8によって求められた飛行時間が $T_b$ の場合には、演算処理部9による上記飛行時間検索表の検索結果、上記基線から測距対象物7までの距離 $y$ が $L B$ と求められる。すなわち、受光素子6への入射角度が同じ入射角度 $\theta$ を呈する異なる対象物7を、上記飛行時間の違いによって区別することができるのである。

[0043] 以上のごとく、本実施の形態によれば、上記受光素子6として上記PSDを用いることによって、対象物7からの反射光による受光素子6上のスポット位置に応じて受光素子6の両端から出力される検出信号の比により、受光素子6上のスポット位置が検出可能になる。そこで、上記スポット位置に基づいて、上記三角測距方式によって対象物7からの反射光の入射角度 $\theta$ を求めることができる。

[0044] また、上記発光素子2よりパルス光が出射されてから、受光素子6より上記検出信号が出力されるまでの時間が、上記基線から対象物7までの距離に応じた上記飛行時間分遅れる。そのため、その遅延時間、つまり上記飛行時間 $T$ を、上記スポット位置に応じて受光素子6の両端から出力された検出信号とパルス光をオフさせたことを通知するための制御信号とにより検出する。そして、上記入射角度 $\theta$ と上記飛行時間 $T$ とに基づいて、上記基線から対象物7までの距離を求めることができる。

[0045] その場合、上記対象物7からの反射光の入射角度 $\theta$ が同じであっても、対象物7と受光レンズ4との間の距離(つまり、上記飛行時間 $T$ )によって発光レンズ3から対象物7までの距離が変動する。また、上記飛行時間 $T$ が同じであっても、対象物7と受光レンズ4との角度(つまり、上記入射角度 $\theta$ )によって発光レンズ3から対象物7までの距離が変動する。このことは、対象物7からの反射光の入射角度 $\theta$ と発光素子2から光が出射されてから受光素子6で受光されるまでの飛行時間 $T$ とを用いることによって、上述した互いの欠点を補って、発光レンズ3から対象物7までの距離の検出精度を高める

ことができることを意味している。さらに、上記入射角度 $\theta$ と上記飛行時間 $T$ との何れか一方のみを用いる場合の誤検出を、防止することができるのである。

[0046] また、本光反射型センサにおける光学系の構成は、広域に光出射可能な唯一つの発光素子2および発光レンズ3と、受光レンズ4と、上記PSDで成る唯一つの受光素子6と、を備えるだけであり、照射角度を変化させて走査するためのミラー等を備えたり、発光素子2や受光素子6を複数個並べたりする必要がない。したがって、小型で且つ簡単な構成で2次元平面での広域検出を可能にすることができる。

[0047] すなわち、本実施の形態によれば、1パルスで投光する光反射型センサによって、2次元平面での対象物の位置情報検出の精度を向上させ、また、誤検出を防止することができるのである。

[0048] 尚、上記説明においては、上記受光素子6からの検出信号に基づいて辺 $FEb$ の長さ(距離 $x$ )を測定し、三角形 $FCEb$ に関して $Tan^{-1}(f/x)$ によって受光素子6への入射角度 $\theta$ を求めるようにしている。しかしながら、この発明はこれに限定されるものではなく、三角形 $OBC$ の辺 $OB$ の長さ $LB$ を上記三角測距方式によって求め、三角形 $OBC$ に関して $Tan^{-1}(LB/A)$ によって求めてもよい。

[0049] ・第2実施の形態

本実施の形態は、上記信号処理回路8による受光素子6上における光スポット5の位置を求める方法と、発光素子2より光が出射されてから受光素子6上で光スポット5が検出されるまでの上記飛行時間 $T$ を求める方法とに関する。

[0050] 図2は、上端から順に、上記制御部11から発光素子2に対して出力される上記駆動信号のオン・オフ(つまり、発光素子2のオン・オフ)のタイミングと、受光素子6における遠側の検出信号である遠側出力電流の変化と、受光素子6における近側の検出信号である近側出力電流の変化とを示す。

[0051] ここで、上記受光素子6の遠側とは、PSDである受光素子6において、

遠くに在る対象物 7 からの反射光がスポット 5 を形成する側である。また、受光素子 6 の近側とは、受光素子 6 において、近くに在る対象物 7 からの反射光がスポット 5 を形成する側である。そして、上記遠側出力電流  $I_1$  は、図 1 に示すように、受光素子 6 の両端のうちの上記遠側の端の電極から出力される出力電流であり、その値を「 $I_1$ 」とする。同様に、上記近側出力電流  $I_2$  は、受光素子 6 の上記近側の端の電極から出力される出力電流であり、その値を「 $I_2$ 」とする。尚、遠側出力電流  $I_1$  は、上記第 1 光電流信号の一例であり、近側出力電流  $I_2$  は、上記第 2 光電流信号の一例である。

[0052] 図 2 に示すように、上記遠側出力電流  $I_1$  を、発光素子 2 のオフ(立下り)のタイミングで分割する。そして、分割位置より時間軸上前側である第 1 受光期間における出力電流値  $I_1$  の積分値を  $I_{1a}$  とする。また、上記分割位置より時間軸上後側である第 2 受光期間における出力電流値  $I_1$  の積分値を  $I_{1b}$  とする。同様に、近側出力電流  $I_2$  を、発光素子 2 のオフ(立下り)のタイミングで分割する。そして、分割位置より時間軸上前側である第 1 受光期間における出力電流値  $I_2$  の積分値を  $I_{2a}$  とする。また、上記分割位置より時間軸上後側である第 2 受光期間における出力電流値  $I_2$  の積分値を  $I_{2b}$  とする。

[0053] ここで、上記対象物 7 の位置が遠い側と近い側と間で移動する場合には、遠側出力電流  $I_1$  と近側出力電流  $I_2$  とが互いに相反する方向に増減する。したがって、「第 1 受光期間+第 2 受光期間」における出力電流値  $I_1$  の積分値 ( $I_{1a} + I_{1b}$ ) と、「第 1 受光期間+第 2 受光期間」における出力電流値  $I_2$  の積分値 ( $I_{2a} + I_{2b}$ ) とを比較することによって、発光素子 2 上におけるスポット 5 の位置を求めることができる。

[0054] また、上記飛行時間  $T$  が長短の間で変化すると、遠側出力電流  $I_1$  および近側出力電流  $I_2$  における分割位置が時間軸上前後に移動する。したがって、「第 1 受光期間」における遠側出力電流  $I_1$  および近側出力電流  $I_2$  夫々の積分値の加算値 ( $I_{1a} + I_{2a}$ ) と、「第 2 受光期間」における遠側出力電流  $I_1$  および近側出力電流  $I_2$  夫々の積分値の加算値 ( $I_{1b} + I_{2b}$ ) とを比較することによって、上記飛行時間  $T$  を求めることができる。

[0055] そこで、上記信号処理回路8は、PSDである上記受光素子6からの遠側出力電流 $I_1$ と近側出力電流 $I_2$ を受信すると、制御部11から送信されてくる発光素子2への上記制御信号の立ち下がりに同期する同期信号(上記パルス光をオフさせたことを通知する制御信号)のタイミングに基づいて、遠側出力電流 $I_1$ および近側出力電流 $I_2$ を上記第1受光期間と上記第2受光期間とに分割する。そして、出力電流値 $I_1$ の積分値( $I_{1a} + I_{1b}$ )および出力電流値 $I_2$ の積分値( $I_{2a} + I_{2b}$ )を算出し、さらに両積分値の比「 $(I_{1a} + I_{1b}) / (I_{2a} + I_{2b})$ 」を算出する。そして、上記比の値に基づいて、受光素子6上における光スポット5の位置を求めるのである。

[0056] また、上記「第1受光期間」における両出力電流の積分値の加算値( $I_{1a} + I_{2a}$ )と「第2受光期間」における両出力電流の積分値の加算値( $I_{1b} + I_{2b}$ )とを算出し、さらに両加算値の比「 $(I_{1a} + I_{2a}) / (I_{1b} + I_{2b})$ 」を算出する。そして、上記比の値に基づいて、発光素子2から光が出射されてから受光素子6上で光スポット5が検出されるまでの上記飛行時間 $T$ を求めるのである。ここで、上記比の値に基づいて上記飛行時間を求める方法は、特に限定されるものではなく、例えば予め作成された上記比の値と上記飛行時間との対応表や対応式を用いて求めればよい。

[0057] 以上のごとく、本実施の形態によれば、唯一つの受光素子6によって、上記発光素子2からの1回のパルス光の出射に基づいて得られた上記遠側出力電流 $I_1$ と上記近側出力電流 $I_2$ とを発光素子2のオフ(立下り)のタイミングで分割し、得られた4つの出力電流値の積分値 $I_{1a}$ ,  $I_{1b}$ ,  $I_{2a}$ ,  $I_{2b}$ の組み合わせを変えて演算するだけの簡単な処理で、受光素子6上における光スポット5の位置を求めるための位置情報と、上記飛行時間 $T$ を求めるための時間情報とを得ることができる。

[0058] したがって、上記位置情報と時間情報とに基づいて、発光レンズ3から対象物7までの距離算出の精度向上を容易に図ることができるのである。

[0059] ・第3実施の形態

本実施の形態は、上記発光素子2における光放射角度を広げた場合におけ

る発光素子 2 の光軸上からずれた位置にある対象物 7 までの上記基線からの距離を、上記第 1 実施の形態における上記飛行時間検索表を用いることなく求める方法に関する。

[0060] 本実施の形態においては、図 3 に示すように、測距の対象となる対象物 7 C が発光レンズ 3 と受光レンズ 4 との中間位置にある場合を想定する。

[0061] 上記信号処理回路 8 は、先ず PSD である受光素子 6 からの遠側出力電流 I1 と近側出力電流 I2 とに基づいて、例えば上記第 2 実施の形態の処理によって、受光素子 6 上における光スポット 5 の位置を求め、三角形 F C E の辺 F E の長さ(距離 x)を測定する。さらに演算処理部 9 によって、発光レンズ 3 を通る Y 軸上にある仮想の対象物 7 B 上の点を B とし、三角形 O B C と三角形 F C E とが相似形であることを利用し、上記三角測距方式によって、発光レンズ 3 から対象物 7 B までの距離 L1 を算出する。この場合、発光レンズ 3 と受光レンズ 4 との間の距離は基線長 A1 であり、受光レンズ 4 と受光素子 6 との間の距離は受光レンズ 4 焦点距離 f であり、共に既知である。

[0062] そして、上記三角形 O B C に関して  $\tan^{-1}(L1/A1)$  を算出して受光素子 6 への入射角度  $\alpha$  を求める。

[0063] 次に、上記信号処理回路 8 は、受光素子 6 からの遠側出力電流 I1 と近側出力電流 I2 とに基づいて、例えば上記第 2 実施の形態の処理によって、発光素子 2 から光が出射されてから対象物 7 C で反射されて受光素子 6 で受光されるまでの上記飛行時間 T を求める。

[0064] ここで、上記受光レンズ 4 から受光素子 6 上の光スポット 5 までの光の飛行時間は非常に短いので無視すると、発光レンズ 3 から対象物 7 C までの距離 X と、対象物 7 C から受光素子 6 までの距離 Y と、上記飛行時間 T との間には、次式(1)の関係があるとする事ができる。

$$X + Y = T \cdot C \quad \dots (1)$$

但し、C : 光速

[0065] また、上記対象物 7 C を通る Y 軸に平行な直線と上記基線との交点を G とする一方、対象物 7 C 上の点を点 H とする。そうすると、G - H 間の長さ L2

と、G - F間の長さA2とは、式(2)および式(3)で表される。

$$L2 = Y \sin \alpha \quad \dots (2)$$

$$A2 = Y \cos \alpha \quad \dots (3)$$

さらに、三角形OHGは直角三角形であるから、次式(4)の関係がある。

$$X^2 = L2^2 + (A1 - A2)^2 \quad \dots (4)$$

[0066] そこで、上記演算処理部9は、上記式(1)~式(4)から、対象物7Cから受光素子6までの距離Yを、式(5)のごとく算出する。

$$Y = (A1^2 - T^2 C^2) / (2 A1 \cos \alpha - 2 T \cdot C) \quad \dots (5)$$

)

さらに、算出された距離Yの値を上記式(2)および式(3)に代入することによって、測距の対象物7Cにおける受光レンズ4からの上記基線に沿った距離A2と、上記基線からの距離L2とを、算出することができるのである。

[0067] すなわち、本実施の形態においては、上記記憶部10に、上記飛行時間検索表に代えて上記式(1)~(4)を格納しておく。

[0068] そして、上記信号処理回路8によって、受光素子6からの遠側出力電流I1と近側出力電流I2とに基づいて、受光素子6上における光スポット5の位置を求め、演算処理部9によって、上記三角測距方式を用いて、対象物7Cからの反射光の受光素子6への入射角度 $\alpha$ を求める。さらに、信号処理回路8によって、発光素子2より光が出射されてから対象物7Cで反射されて受光素子6で受光されるまでの上記飛行時間Tを求める。

[0069] さらに、上記演算処理部9によって、上記得られた入射角度 $\alpha$ と上記飛行時間Tとに基づいて、記憶部10に格納されている上記式(1)~(4)を用いて、受光レンズ4を基点とした対象物7Cの位置情報を得るのである。

[0070] したがって、広域に光出射可能な唯一つの発光素子2を用いて、2次元平面での対象物7の位置情報を検出する際における検出精度を、上記飛行時間検索表を用いる場合に比して、さらに向上させることができる。さらに、上記飛行時間検索表を作成して登録する必要がなく、光反射型センサの構築が容易になる。

[0071] 尚、本実施の形態においては、図3に示すように、測距の対象となる対象物7Cが発光レンズ3と受光レンズ4との中間位置にある場合を想定している。しかしながら、図1に示すように、測距の対象となる対象物7Cが発光レンズ3に対して受光レンズ4側と反対側にある場合も、同様な構成および処理で対象物7Cの受光レンズ4を基点とした位置情報を得ることができる。

[0072] ・第4実施の形態

本実施の形態は、広域に光出射可能な唯一つの発光素子2を用いて、発光素子2からの光放射角内に複数の対象物7が存在する場合の位置情報検出方法に関する。

[0073] 図4は、本実施の形態における発光レンズ3, 受光レンズ4および受光素子6と、二つの対象物7D, 7Eとの位置関係を示す。図4に示すように、一方の対象物7Dは、発光レンズ3と受光レンズ4との間に位置し、他方の対象物7Eは、発光レンズ3に関して受光レンズ4側とは反対側に位置している。

[0074] 上記何れの対象物7D, 7Eも発光素子2からの光放射角内に位置しており、対象物7Dからの反射光は、受光素子6における遠距離検出領域側に入射して光スポット5dを形成している。これに対し、対象物7Eからの反射光は、受光素子6における近距離検出領域側に入射して光スポット5eを形成している。

[0075] 図5は、上記発光素子2への上記駆動信号および受光素子6からの検出信号を示す。図5(a)は、制御部11から発光素子2に対して出力される上記駆動信号のオン・オフ(つまり、発光素子2のオン・オフ)のタイミングを示す。図5(b)は、測距の対象が対象物7D, 7Eの場合における受光素子6からの検出信号を示す。図5(c)は、測距の対象が対象物7Dのみの場合における受光素子6からの検出信号を示す。図5(d)は、測距の対象が対象物7Eのみの場合における受光素子6からの検出信号を示す。尚、上記「検出信号」としては、上記遠側出力電流I1と上記近側出力電流I2との何れであっても差

し支えない。

[0076] 図5(c), 図5(d)における検出信号の立ち上がりは、対象物7Dまたは対象物7Eで反射された光における検出開始の時点を示している。また、検出信号の立ち下がり、対象物7Dまたは対象物7Eで反射された光における検出終了の時点を示している。したがって、図5(a)における発光素子2がオンした時点 $t_1$ から図5(c), 図5(d)における検出信号の立ち上がり時点までの時間、または、図5(a)における発光素子2がオフした時点 $t_3$ から図5(c), 図5(d)における検出信号の立ち下がり時点までの時間が、上記飛行時間 $T$ に相当している。

[0077] そして、上記発光素子2がオンした時点 $t_1$ に基づく上記飛行時間 $T$ と、発光素子2がオフした時点 $t_3$ に基づく上記飛行時間 $T$ とは、何れも対象物7Dの方が対象物7Eよりも短くなっている。すなわち、対象物7Dの方が対象物7Eよりも受光レンズ4に対して近い位置にあることが分かる。

[0078] 図5(b)に示す上記対象物7D, 7Eにおける受光素子6からの検出信号は、図5(c)に示す対象物7Dの検出信号と図5(d)に示す対象物7Eの検出信号とを合成した検出信号である。したがって、図5(b)と、図5(c), 図5(d)とを比較すると、図5(b)に示す検出信号の立ち上がりの時点 $t_2$ は、受光レンズ4に最も近い位置にある対象物7Dに関する光検出信号の立ち上がりの時点に相当し、図5(b)に示す検出信号の立ち下がり、時点 $t_4$ は、受光レンズ4から最も遠い位置にある対象物7Eに関する光検出信号の立ち下がり、の時点に相当することが分かる。

[0079] すなわち、図5(a)における上記発光素子2がオンした時点 $t_1$ から図5(b)に示す検出信号の立ち上がりの時点 $t_2$ までの時間が、最も近い対象物7Dに関する上記飛行時間 $T_d$ に相当する。また、図5(a)における発光素子2がオフした時点 $t_3$ から図5(b)に示す検出信号の立ち下がり、の時点 $t_4$ までの時間が、最も遠い対象物7Eに関する上記飛行時間 $T_e$ に相当するのである。

[0080] そこで、上記信号処理回路8によって、図5(b)に示す検出信号の立ち上がり、の時点 $t_2$ のタイミングで、受光素子6からの遠側出力電流 $I_{1d}$ と近側出力

電流  $I_{2d}$ に基づいて、出力電流の比  $I_{1d}/I_{2d}$ を演算することによって、受光素子 6 上における最も近い対象物 7 D からの反射光による光スポット 5 d の位置が求められる。さらに、演算処理部 9 によって、光スポット 5 d の位置に基づいて、上記三角測距方式によって対象物 7 D からの反射光の入射角度  $\theta_d$  が得られる。

[0081] さらに、信号処理回路 8 によって、時点  $t_1$  から時点  $t_2$  までの時間を計測することによって、対象物 7 D に関する上記飛行時間  $T_d$  が求められる。

[0082] そして、上記演算処理部 9 によって、上記得られた対象物 7 D に関する入射角度  $\theta_d$  と上記飛行時間  $T_d$  とに基づいて、上記第 3 実施の形態の処理によって、受光レンズ 4 を基点とした対象物 7 D の位置情報を得ることができる。

[0083] 同様にして、図 5 (b) に示す検出信号の立ち下がりの時点  $t_4$  のタイミングで、上記信号処理回路 8 によって、受光素子 6 上における最も遠い対象物 7 E からの反射光による光スポット 5 e の位置が求められ、演算処理部 9 によって、対象物 7 E からの反射光の入射角度  $\theta_e$  が得られる。さらに、信号処理回路 8 によって、時点  $t_3$  から時点  $t_4$  までの時間により、対象物 7 E に関する上記飛行時間  $T_e$  が求められる。

[0084] そして、上記演算処理部 9 によって、上記得られた対象物 7 E に関する入射角度  $\theta_e$  と上記飛行時間  $T_e$  とに基づいて、受光レンズ 4 を基点とした対象物 7 E の位置情報を得ることができる。

[0085] 尚、時点  $t_4$  のタイミングで、最も遠い対象物 7 E に関する光スポット 5 e の位置を求める方法については、特に限定するものではない。例えば、信号処理回路 8 は、制御部 11 から発光素子 2 への上記駆動信号のオフ(つまり、発光素子 2 のオフ)を検知すると、上記駆動信号の波長  $t$  よりも十分小さい一定時間の間隔で、遠側出力電流  $I_{1d}$  と近側出力電流  $I_{2d}$  との比  $I_{1d}/I_{2d}$  を繰り返し演算し、演算結果を保持しておく。そして、検出信号の立ち下がりの時点  $t_4$  のタイミングで、上記保持している演算結果のうちの時点  $t_4$  の直前に演算された出力電流の比  $I_{1d}/I_{2d}$  の値に基づいて、光スポット 5 e の位置

を求めればよい。または、上記一定時間の間隔で遠側出力電流  $I_{1d}$  と近側出力電流  $I_{2d}$  とを保存し、時点  $t_4$  の直前に保存された両出力電流の比  $I_{1d}/I_{2d}$  に基づいて光スポット  $5e$  の位置を求めてもよい。

[0086] 以上の説明は、上記発光素子 2 からの放射角内に 2 個の対象物 7 D, 7 E が存在する場合についてである。ところが、上記放射角内に存在する対象物 7 が 3 個以上の場合には、受光素子 6 によって得られる検出信号は、3 個以上の対象物 7 に関する検出信号が合成された信号となるので、検出信号の立ち上がりで受光レンズ 4 から最も近い対象物 7 の検出信号を識別でき、当該検出信号の立ち下がりで受光レンズ 4 から最も遠い対象物 7 の検出信号を識別できるものの、中間に位置する対象物 7 の検出信号は上記両対象物 7 の検出信号内に埋もれて識別することができない。

[0087] しかしながら、上記受光素子 6 で得られた検出信号の立ち上がりのタイミングで、上述した処理によって、受光レンズ 4 を基点とした最も近い対象物 7 の位置情報を得ることができ、当該検出信号の立ち下がりのタイミングで、受光レンズ 4 を基点とした最も遠い対象物 7 の位置情報を得ることができ、そのため、受光レンズ 4 に対して最近および最遠の対象物 7 以外の対象物 7 の位置は、上記両対象物 7 の中間位置であることを検知することができる。

[0088] 以上のごとく、広域に光出射可能な唯一つの発光素子 2 を用いて、発光素子 2 からの放射角内に存在する複数の対象物 7 の位置情報を検出する場合には、PSD である受光素子 6 によって複数の対象物 7 の検出信号が合成された検出信号を得る。

[0089] そして、上記信号処理回路 8 によって、上記得られた検出信号の時間軸上の長さが、発光素子 2 への上記制御信号の時間軸上の長さよりも長い場合には、上記検出信号の立ち上がりの時点  $t_2$  のタイミングで、最も近い対象物 7 に関する光スポット 5 の位置を求め、演算処理部 9 によって、上記光スポット 5 の位置に基づいて、最も近い対象物 7 に関する入射角度  $\theta$  を得る。さらに、信号処理回路 8 によって、最も近い対象物 7 に関する上記飛行時間  $T$  を

時点  $t_1$  から時点  $t_2$  までの時間によって求める。

[0090] そして、上記演算処理部 9 によって、上記得られた入射角度  $\theta$  と上記飛行時間  $T$  とに基づいて、受光レンズ 4 を基点とした最も近い対象物 7 の位置情報を得る。

[0091] 同様に、上記得られた検出信号の立ち下がりの時点  $t_4$  のタイミングで、最も遠い対象物 7 に関する光スポット 5 の位置、入射角度  $\theta$ 、時点  $t_3$  から時点  $t_4$  までの時間による飛行時間  $T$  を求める。そして、上記得られた入射角度  $\theta$  と飛行時間  $T$  とに基づいて、受光レンズ 4 を基点とした最も遠い対象物 7 の位置情報を得るようにしている。

[0092] したがって、広域に光出射可能な一つの発光素子 2 と一つの受光素子 6 とを用いて、1 回のパルス光の出射のみで、発光素子 2 からの光放射角内に存在する複数の対象物 7 の位置情報を同時に検出することができる。

[0093] すなわち、複数の対象物 7 の位置情報を同時に検出するために、発光素子 2 または受光素子 6 を複数個備えたり、照射角度を変化させて走査するためのミラー等を備えたりする必要がない。そのために、小型で且つ簡単な構成で、検出精度が高く、使い勝手の良い、安価な光反射型センサを提供することができるのである。

[0094] ・第 5 実施の形態

以上のごとく、上記第 1 実施の形態～第 4 実施の形態によれば、小型で且つ簡単な構成で、2 次元平面での物体の有無や物体の距離の広域検出を高精度で可能にする、安価な反射型センサを提供することができる。このような反射型センサは、サニタリ用途、ロボット掃除機、人体検出を必要とする機器等の電子機器に用いると好適であり、人や環境に優しく快適な電子機器を提供することが可能になる。

[0095] 以上、この発明を纏めると、この発明の光反射型センサは、  
測距対象物 7 に対して光を照射する発光素子 2 と、  
測距対象物 7 からの反射光を集光する受光光学系 4 と、  
上記受光光学系 4 で集光された光を受光すると共に、受光位置に応じた光

電流信号を出力する受光素子 6 と、

上記受光素子 6 から出力された上記光電流信号に基づいて、上記受光素子 6 上における受光位置情報と、上記発光素子 2 より光が照射されてから当該光が測距対象物 7 で反射されて上記受光素子 6 で受光されるまでの時間である光の飛行時間情報とを求める信号処理回路 8 とを備えたことを特徴としている。

- [0096] 2次元平面内において複数の測距対象物 7 までの距離を上記測距対象物 7 からの反射光に基づいて広域検出する場合に、三角測距方式あるいは T O F 方式による測距方法が用いられる。
- [0097] 上記三角測距方式による測距方法は、上記各測距対象物 7 からの反射光の受光素子 6 への入射角に基づくものである。ところが、上記入射角度が同じであっても、発光素子 2 からの光が受光素子 6 で受光されるまでの光の飛行時間によって上記測距対象物 7 までの距離が変動するという欠点がある。
- [0098] 一方、上記 T O F 方式による測距方法は、上記光の飛行時間に基づくものである。ところが、上記光の飛行時間が同じであっても、測距対象物 7 と受光光学系 4 との角度(つまり、上記入射角度)によって測距対象物 7 までの距離が変動するという欠点がある。
- [0099] 上述のことは、上記測距対象物 7 の測距には、上記入射角度と上記光の飛行時間とを併用することによって、上述した互いの欠点を補って、上記測距対象物 7 までの距離の検出精度を高めることができることを意味している。
- [0100] 上記構成によれば、上記信号処理回路 8 によって、上記受光素子 6 から出力された上記光電流信号に基づいて、上記受光素子 6 への入射角を求めるための上記受光素子 6 上の受光位置情報と、上記光の飛行時間情報とを求めようとしている。したがって、上記三角測距方式と上記 T O F 方式とによる測距方法の欠点を補って、上記測距対象物 7 までの距離の検出精度を高めることができる。さらに、上記入射角度と上記光の飛行時間との何れか一方のみを用いる場合の誤検出を、防止することができる。
- [0101] また、この発明の光反射型センサにおける光学系の構成は、広域に光出射

可能な唯一つの発光素子 2 と、上記受光光学系 4 と、唯一つの上記受光素子 6 とを備えるだけであり、照射角度を変化させて走査するためのミラー等を備えたり、上記発光素子 2 や上記受光素子 6 を複数個並べたりする必要がない。したがって、小型で且つ簡単な構成で 2 次元平面での広域検出を可能にすることができる。

- [0102] また、一実施の形態の光反射型センサでは、  
上記発光素子 2 が照射する光は、パルス光であり、  
上記受光素子 6 は位置検出素子であり、上記光電流信号は、上記受光位置の一侧に設けられた電極から出力される第 1 光電流信号 I1 と他側に設けられた電極から出力される第 2 光電流信号 I2 とで成り、  
上記発光素子 2 にパルス状の駆動信号を出力すると共に、上記信号処理回路 8 に上記駆動信号の立ち下がりに同期した同期信号を出力する制御部 11 を備え、  
上記信号処理回路 8 は、  
上記受光素子 6 から出力された上記第 1 光電流信号 I1 の積分値と上記第 2 光電流信号 I2 の積分値との比によって、上記受光位置情報を求める一方、  
上記制御部 11 から上記同期信号を受信した時点で、上記第 1 光電流信号 I1 および上記第 2 光電流信号 I2 を 2 分割し、分割位置より時間軸上前側の第 1 光電流信号および第 2 光電流信号夫々の積分値の加算値 ( $I1a + I2a$ ) と、上記分割位置より時間軸上後側の第 1 光電流信号および第 2 光電流信号夫々の積分値の加算値 ( $I1b + I2b$ ) との比によって、上記光の飛行時間情報を求める  
ようになっている。

- [0103] この実施の形態によれば、唯一つの上記受光素子 6 によって、上記発光素子 2 からの 1 回のパルス光の出射に基づいて得られた上記第 1 光電流信号 I1 と上記第 2 光電流信号 I2 とを、上記発光素子 2 への駆動信号の立ち下がりに同期して分割する。そして、得られた 4 つの部分光電流信号の積分値  $I1a$ ,  $I1b$ ,  $I2a$ ,  $I2b$  の組み合わせを変えて上記受光位置情報および上記光の飛行時

間情報を演算するようにしている。

[0104] したがって、上記受光素子 6 からの上記第 1 光電流信号 I1 と上記第 2 光電流信号 I2 とを、上記駆動信号の立ち下がりに同期して分割し、得られた 4 つの部分光電流信号の積分値 I1a, I1b, I2a, I2b の組み合わせを変えて演算するだけの簡単な処理で、上記受光位置情報と上記光の飛行時間情報とを得ることができる。

[0105] また、一実施の形態の光反射型センサでは、  
上記発光素子 2 は、放射角度を有する光を照射するようになっており、  
上記測距対象物 7 は、上記発光素子 2 の放射角度内に位置しており、  
上記測距対象物 7 からの反射光の上記受光素子 6 への入射角度と、当該測距対象物 7 に関する上記光の飛行時間情報とから、当該測距対象物 7 の上記受光光学系 4 を基点とする位置情報を算出するための演算式を格納する記憶部 10 と、

上記信号処理回路 8 によって求められた上記受光位置情報に基づいて、上記測距対象物 7 からの反射光の上記入射角度を求めると共に、この求めた上記入射角度と上記信号処理回路 8 によって求められた上記光の飛行時間情報とに基づいて、上記記憶部 10 に格納された上記演算式を用いて上記測距対象物 7 の上記位置情報を算出する演算処理部 9 と  
を備えている。

[0106] この実施の形態によれば、上記演算処理部 9 によって、上記受光位置情報に基づく上記反射光の入射角度と上記光の飛行時間情報とに基づいて、上記記憶部 10 に格納された上記演算式を用いて、上記測距対象物 7 の上記位置情報を算出するようにしている。

[0107] したがって、広域に光出射可能な唯一つの上記発光素子 2 を用いて 2 次元平面での上記測距対象物 7 の位置情報を検出する際における検出精度を、さらに向上させることができる。

[0108] また、一実施の形態の光反射型センサでは、  
上記測距対象物 7 は、上記発光素子 2 の放射角度内に位置して複数あり、

上記発光素子 2 にパルス状の駆動信号を出力する制御部 11 を備え、

上記信号処理回路 8 は、上記光電流信号における時間軸上の長さが上記駆動信号における時間軸上の長さより長い場合には、上記光電流信号の立ち上がりの時点で、上記駆動信号および上記光電流信号に基づいて、上記複数の測距対象物 7 のうち上記受光光学系 4 から最も近い最近測距対象物 7 D に関する上記受光位置情報と上記光の飛行時間情報とを求める一方、上記光電流信号の立ち下がりの時点で、上記駆動信号および上記光電流信号に基づいて、上記受光光学系 4 から最も遠い最遠測距対象物 7 E に関する上記受光位置情報と上記光の飛行時間情報とを求めるようになっており、

上記演算処理部 9 は、上記信号処理回路 8 によって求められた上記夫々の受光位置情報に基づいて、上記最近測距対象物 7 D および上記最遠測距対象物 7 E に関して、反射光の上記入射角度を求めると共に、この求めた上記入射角度と上記信号処理回路 8 によって求められた上記光の飛行時間情報とに基づいて、上記受光光学系 4 を基点とする位置情報を算出するようになっている。

[0109] この実施の形態によれば、上記信号処理回路 8 によって、上記光電流信号の立ち上がりおよび立ち下がりの時点で、上記駆動信号および上記光電流信号に基づいて、上記受光光学系 4 から最も近い最近測距対象物 7 D および最も遠い最遠測距対象物 7 E に関する上記受光位置情報と上記光の飛行時間情報とを求めるようにしている。

[0110] したがって、広域に光出射可能な一つの上記発光素子 2 と一つの上記受光素子 6 とを用いて、1 回のパルス光の出射のみで、上記発光素子 2 からの光放射角内に存在する複数の測距対象物 7 の位置情報を同時に検出することができる。

[0111] すなわち、上記複数の測距対象物 7 の位置情報を同時に検出するために、上記発光素子 2 または上記受光素子 6 を複数個備えたり、照射角度を変化させて走査するためのミラー等を備えたりする必要がない。そのために、小型で且つ簡単な構成で、検出精度が高く、使い勝手の良い、安価な光反射型セ

ンサを提供することができる。

[0112] また、この発明の電子機器は、  
上記この発明の光反射型センサを用いた  
ことを特徴としている。

[0113] 上記構成によれば、小型で且つ簡単な構成で、2次元平面での物体の有無  
や物体の距離の広域検出を高精度で可能にする、安価な反射型センサを用い  
ているので、サニタリ用途、ロボット掃除機および人体検出を必要とする機器  
等の電子機器に用いることによって、人や環境に優しく快適な電子機器を提  
供することが可能になる。

### 符号の説明

- [0114] 1…光反射型センサ  
2…発光素子  
3…発光レンズ  
4…受光レンズ  
5…光スポット  
6…受光素子  
7…対象物  
8…信号処理回路  
9…演算処理部  
10…記憶部  
11…制御部  
12…平行光束  
13…拡散反射光束

## 請求の範囲

### [請求項1]

測距対象物(7)に対して光を照射する発光素子(2)と、  
測距対象物(7)からの反射光を集光する受光光学系(4)と、  
上記受光光学系(4)で集光された光を受光すると共に、受光位置に応じた光電流信号を出力する受光素子(6)と、  
上記受光素子(6)から出力された上記光電流信号に基づいて、上記受光素子(6)上における受光位置情報と、上記発光素子(2)より光が照射されてから当該光が測距対象物(7)で反射されて上記受光素子(6)で受光されるまでの時間である光の飛行時間情報とを求める信号処理回路(8)と  
を備えたことを特徴とする光反射型センサ。

### [請求項2]

請求項1に記載の光反射型センサにおいて、  
上記発光素子(2)が照射する光は、パルス光であり、  
上記受光素子(6)は位置検出素子であり、上記光電流信号は、上記受光位置の一侧に設けられた電極から出力される第1光電流信号(11)と他側に設けられた電極から出力される第2光電流信号(12)とで成り、  
上記発光素子(2)にパルス状の駆動信号を出力すると共に、上記信号処理回路(8)に上記駆動信号の立ち下がりに同期した同期信号を出力する制御部(11)を備え、  
上記信号処理回路(8)は、  
上記受光素子(6)から出力された上記第1光電流信号(11)の積分値と上記第2光電流信号(12)の積分値との比によって、上記受光位置情報を求める一方、  
上記制御部(11)から上記同期信号を受信した時点で、上記第1光電流信号(11)および上記第2光電流信号(12)を2分割し、分割位置より時間軸上前側の第1光電流信号および第2光電流信号夫々の積分値の加算値(11a+12a)と、上記分割位置より時間軸上後側の第1光

電流信号および第2光電流信号夫々の積分値の加算値(11b+12b)との比によって、上記光の飛行時間情報を求める

ようになっている

ことを特徴とする光反射型センサ。

[請求項3]

請求項1または請求項2に記載の光反射型センサにおいて、

上記発光素子(2)は、放射角度を有する光を照射するようになっており、

上記測距対象物(7)は、上記発光素子(2)の放射角度内に位置しており、

上記測距対象物(7)からの反射光の上記受光素子(6)への入射角度と、当該測距対象物(7)に関する上記光の飛行時間情報とから、当該測距対象物(7)の上記受光光学系(4)を基点とする位置情報を算出するための演算式を格納する記憶部(10)と、

上記信号処理回路(8)によって求められた上記受光位置情報に基づいて、上記測距対象物(7)からの反射光の上記入射角度を求めると共に、この求めた上記入射角度と上記信号処理回路(8)によって求められた上記光の飛行時間情報とに基づいて、上記記憶部(10)に格納された上記演算式を用いて上記測距対象物(7)の上記位置情報を算出する演算処理部(9)と

を備えたことを特徴とする光反射型センサ。

[請求項4]

請求項3に記載の光反射型センサにおいて、

上記測距対象物(7)は、上記発光素子(2)の放射角度内に位置して複数あり、

上記発光素子(2)にパルス状の駆動信号を出力する制御部(11)を備え、

上記信号処理回路(8)は、上記光電流信号における時間軸上の長さが上記駆動信号における時間軸上の長さより長い場合には、上記光電流信号の立ち上がりの時点で、上記駆動信号および上記光電流信号に

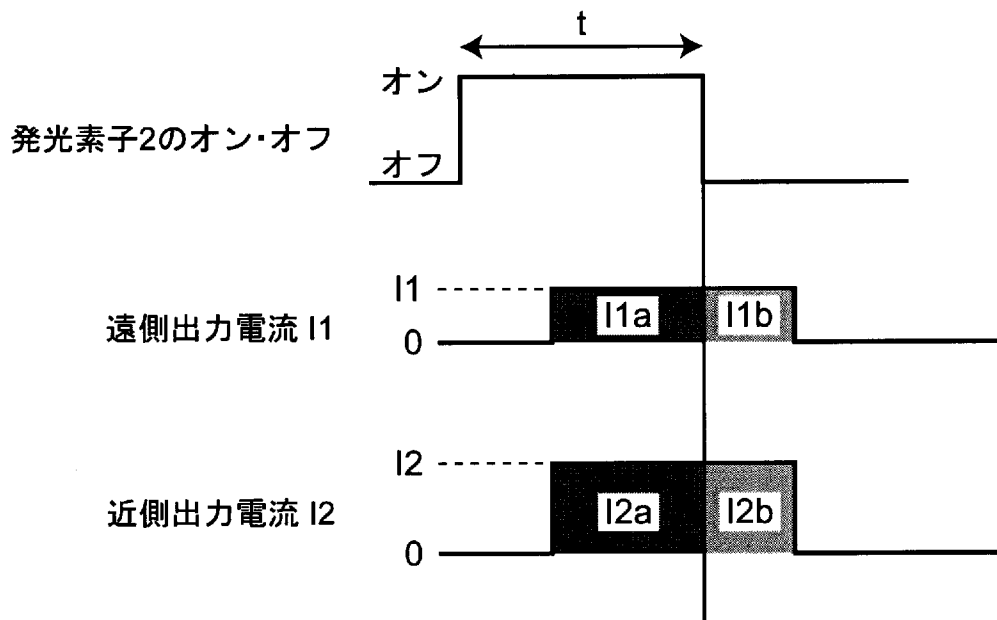
基づいて、上記複数の測距対象物(7)のうち上記受光光学系(4)から最も近い最近測距対象物(7D)に関する上記受光位置情報と上記光の飛行時間情報とを求める一方、上記光電流信号の立ち下がりの時点で、上記駆動信号および上記光電流信号に基づいて、上記受光光学系(4)から最も遠い最遠測距対象物(7E)に関する上記受光位置情報と上記光の飛行時間情報とを求めるようになっており、

上記演算処理部(9)は、上記信号処理回路(8)によって求められた上記夫々の受光位置情報に基づいて、上記最近測距対象物(7D)および上記最遠測距対象物(7E)に関して、反射光の上記入射角度を求めると共に、この求めた上記入射角度と上記信号処理回路(8)によって求められた上記光の飛行時間情報とに基づいて、上記受光光学系(4)を基点とする位置情報を算出するようになっていることを特徴とする光反射型センサ。

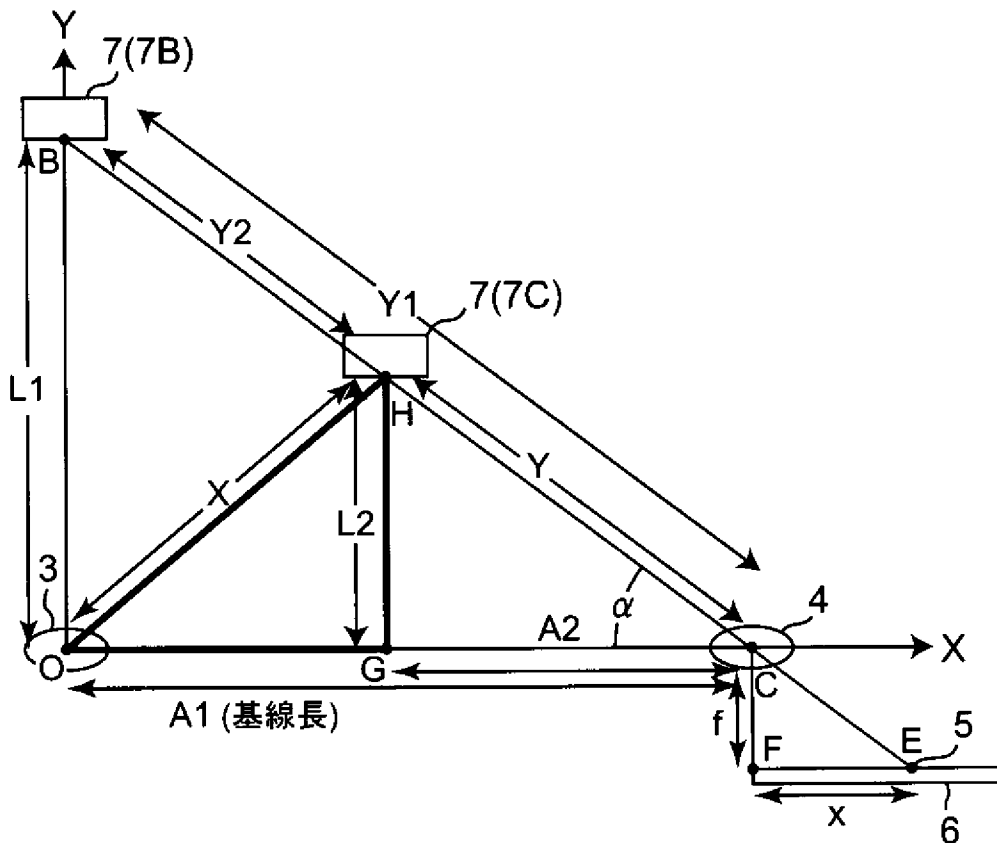
[請求項5] 請求項1から請求項4までの何れか一つに記載の光反射型センサを用いたことを特徴とする電子機器。



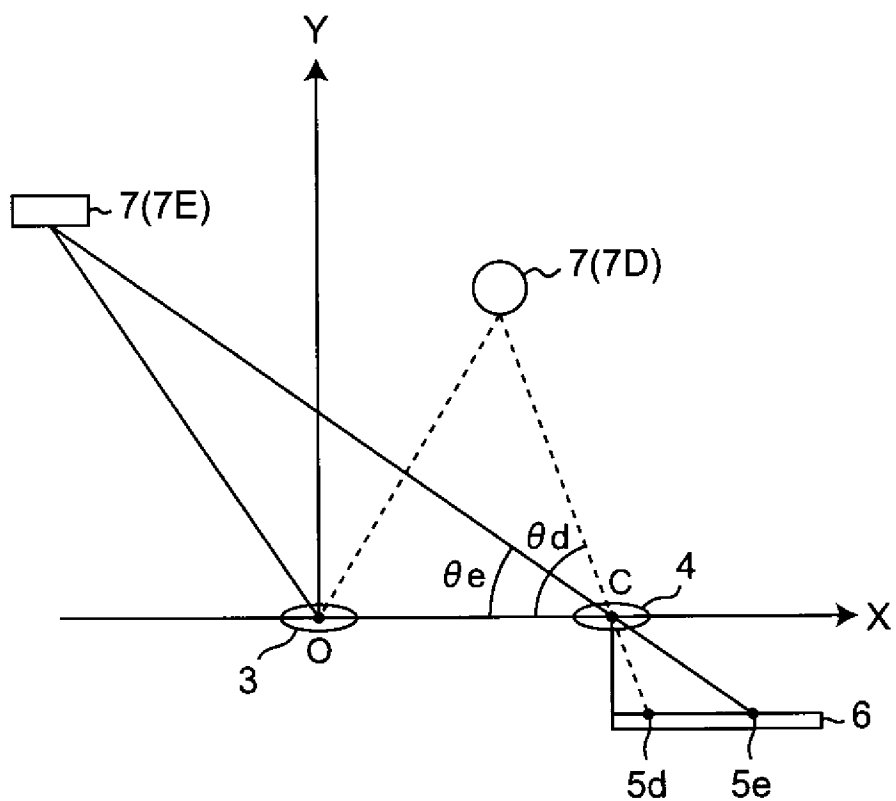
[図2]



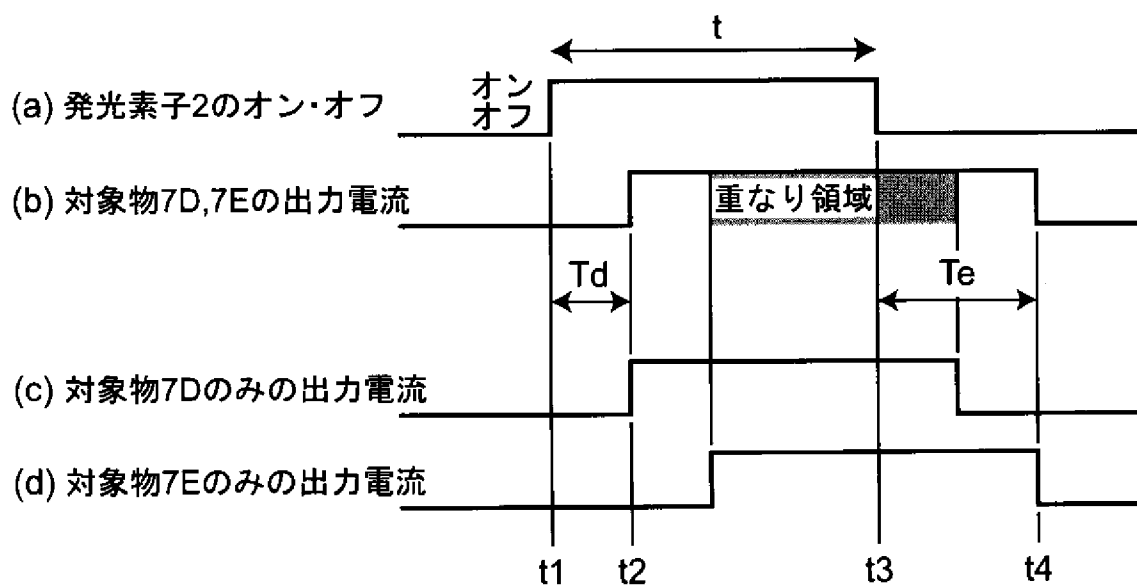
[図3]



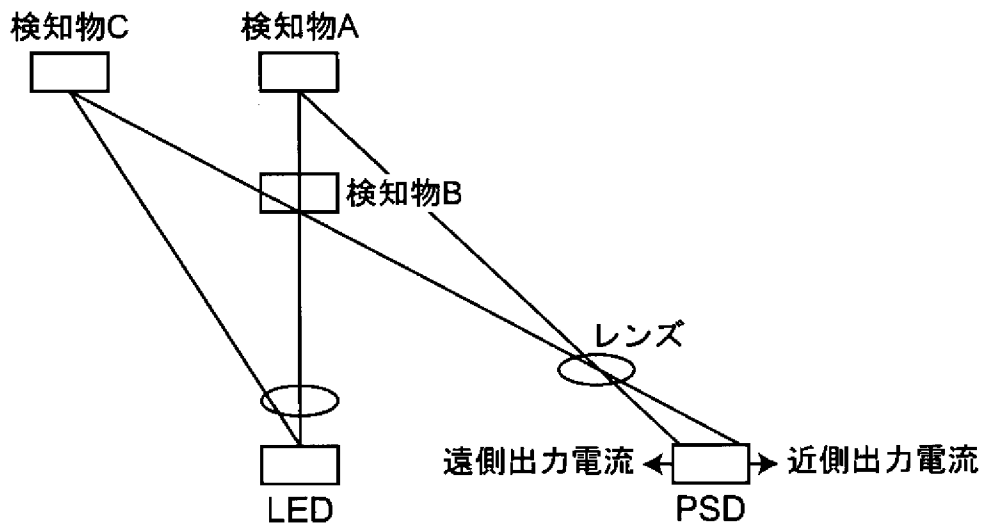
[図4]



[図5]



[図6]



**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.  
PCT/JP2015/064596

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**  
G01C3/06(2006.01)i, G01S7/486(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)  
G01B11/00-11/30, G01C3/00-3/32, G01S7/48-7/51, G01S17/00-17/95

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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 Y	JP 6-317741 A (Olympus Optical Co., Ltd.), 15 November 1994 (15.11.1994), paragraphs [0002] to [0010], [0053] to [0061], [0078] to [0095]; fig. 8, 9, 12 to 16 (Family: none)	1, 5 2-4
Y A	WO 2013/099537 A1 (SEMICONDUCTOR ENERGY LABORATORY CO., LTD.), 04 July 2013 (04.07.2013), paragraphs [0115] to [0179]; fig. 4, 5 & JP 2013-175160 A & US 2013/0162778 A1 & TW 201329875 A	2-4 1, 5

Further documents are listed in the continuation of Box C.       See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"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
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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
"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)	"&" document member of the same patent family
"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	

Date of the actual completion of the international search 07 August 2015 (07.08.15)	Date of mailing of the international search report 18 August 2015 (18.08.15)
--	---

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/JP2015/064596

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
$\frac{Y}{A}$	JP 8-152474 A (Nikon Corp.), 11 June 1996 (11.06.1996), claim 4; paragraphs [0001] to [0016], [0022] to [0024]; all drawings (Family: none)	$\frac{4}{1-3, 5}$
A	JP 2001-186544 A (Asahi Optical Co., Ltd.), 06 July 2001 (06.07.2001), abstract & US 2001/0022653 A1	1-5
A	JP 58-204383 A (Mitsubishi Electric Corp.), 29 November 1983 (29.11.1983), page 2, lower right column, line 1 to page 3, upper left column, line 14; fig. 4 (Family: none)	1-5
A	JP 7-191143 A (Mazda Motor Corp.), 28 July 1995 (28.07.1995), paragraphs [0036] to [0046]; fig. 9 (Family: none)	1-5
A	JP 2004-184333 A (Denso Corp.), 02 July 2004 (02.07.2004), abstract; paragraphs [0070] to [0071]; all drawings & US 2005/0093735 A1 & US 2007/0032953 A1 & US 2009/0045999 A1 & DE 10356797 A	1-5
A	US 6160479 A (Besam AB), 12 December 2000 (12.12.2000), entire text; all drawings & WO 1997/042465 A1 & AU 2797097 A & SE 9601742 A0	1-5

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))  
 Int.Cl. G01C3/06(2006.01)i, G01S7/486(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. G01B11/00-11/30, G01C3/00-3/32, G01S7/48-7/51, G01S17/00-17/95

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 1971-2015年  
 日本国実用新案登録公報 1996-2015年  
 日本国登録実用新案公報 1994-2015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
<u>X</u> <u>Y</u>	JP 6-317741 A (オリンパス光学工業株式会社) 1994. 11. 15, 段落 [0002] - [0010], [0053] - [0061], [0078] - [0095], 図8, 9, 12-16 (ファミリーなし)	<u>1, 5</u> 2-4
<u>Y</u> <u>A</u>	WO 2013/099537 A1 (SEMICONDUCTOR ENERGY LABORATORY CO., LTD.) 2013. 07. 04, paragraphs [0115]-[0179], FIG. 4, 5 & JP 2013-175160 A & US 2013/0162778 A1 & TW 201329875 A	<u>2-4</u> 1, 5

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	の日の後に公表された文献
「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	「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
「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	「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
「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)	「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
「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	「&」同一パテントファミリー文献
「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 07. 08. 2015	国際調査報告の発送日 18. 08. 2015
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) 神谷 健一 電話番号 03-3581-1101 内線 3258

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
<u>Y</u> A	JP 8-152474 A (株式会社ニコン) 1996.06.11, 請求項4, 段落 [0001] - [0016], [0022] - [0024], 全図 (ファミリーなし)	<u>4</u> 1 - 3, 5
A	JP 2001-186544 A (旭光学工業株式会社) 2001.07.06, 要約欄 & US 2001/0022653 A1	1 - 5
A	JP 58-204383 A (三菱電機株式会社) 1983.11.29, 第2頁右下欄第1行 - 第3頁左上欄第14行, 第4図 (ファミリーなし)	1 - 5
A	JP 7-191143 A (マツダ株式会社) 1995.07.28, 段落 [0036] - [0046], 図9 (ファミリーなし)	1 - 5
A	JP 2004-184333 A (株式会社デンソー) 2004.07.02, 要約, 段落 [0070] - [0071], 全図 & US 2005/0093735 A1 & US 2007/0032953 A1 & US 2009/0045999 A1 & DE 10356797 A	1 - 5
A	US 6160479 A (Besam AB) 2000.12.12, 全文, 全図 & WO 1997/042465 A1 & AU 2797097 A & SE 9601742 A0	1 - 5