



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

距離測定センサであって、  
光電子受信器としての P S D ( 3 0 ) と、  
スポット ( 2 2 、 2 6 ) を生成するための送信器 ( 1 0 、 1 2 ) と、  
前記 P S D ( 3 0 ) 上に前記スポット ( 2 2 ' 、 2 6 ' ) を再生するための光学部品 ( 1 4 、 3 2 ) と、  
三角測量技術によってターゲット ( 2 4 ) と前記センサとの間の距離を測定するために、前記 P S D ( 3 0 ) によって生成される出力信号 ( I 1 、 I 2 ) を処理するとともに、前記処理された出力信号 ( I 1 、 I 2 ) に応じて前記送信器 ( 1 0 、 1 2 ) を制御するための手段 ( 4 4 、 4 6 、 4 8 、 5 0 、 5 2 ) とを備え、

前記送信器が、互いに独立する少なくとも 2 つのスポット ( 2 2 、 2 6 ) をターゲット ( 2 4 ) 上に投射するための少なくとも 2 つの光電子信号源 ( 1 0 、 1 2 ) を含み、  
前記手段 ( 4 4 、 4 6 、 4 8 、 5 0 、 5 2 ) が、前記出力信号 ( I 1 、 I 2 ) を平衡させるためのデジタル方式で制御される電位差計 ( 4 8 ) と、該電位差計 ( 4 8 ) を制御するように構成されたデジタルプロセッサ ( 5 2 ) とを含んでいることを特徴とする距離測定センサ。

## 【請求項 2】

請求項 1 に記載のセンサにおいて、  
前記デジタルプロセッサ ( 5 2 ) が、前記少なくとも 2 つの光電子信号源 ( 1 0 、 1 2 ) を制御するように構成されていることを特徴とするセンサ。

## 【請求項 3】

請求項 1 または 2 に記載のセンサにおいて、  
前記電位差計 ( 4 8 ) をセッティングするための値を保存するメモリ手段が設けられていることを特徴とするセンサ。

## 【請求項 4】

請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載のセンサにおいて、  
前記少なくとも 2 つの光電子信号源 ( 1 0 、 1 2 ) が、異なる I R L E D とされていることを特徴とするセンサ。

## 【請求項 5】

請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載のセンサにおいて、  
前記光学部品 ( 1 4 、 3 2 ) が、スポット ( 2 2 、 2 6 ) を前記少なくとも 2 つの光電子信号源 ( 1 0 、 1 2 ) から前記ターゲット ( 2 4 ) 上に投射するための 1 つの送信レンズ ( 1 4 ) と、前記ターゲット ( 2 4 ) から反射された前記スポット ( 2 2 、 2 6 ) を前記 P S D ( 3 0 ) 上に投射するための 1 つの受信レンズ ( 3 2 ) とを含んでいることを特徴とするセンサ。

## 【請求項 6】

請求項 5 に記載のセンサにおいて、  
前記スポットが前記 P S D ( 3 0 ) 上に反射されるように前記受信レンズ ( 3 2 ) の位置を調節するために、機械的調節手段 ( 3 3 ) が設けられていることを特徴とするセンサ。

## 【請求項 7】

距離測定方法であって、  
少なくとも 2 つの光電子信号源 ( 1 0 、 1 2 ) が、少なくとも 2 つのスポット ( 2 2 、 2 6 ) をターゲット ( 2 4 ) 上に投射し、  
光学部品 ( 1 4 、 3 2 ) が、出力信号 ( I 1 、 I 2 ) を生成する P S D ( 3 0 ) 上に前記少なくとも 2 つのスポット ( 2 2 ' 、 2 6 ' ) を再生し、  
手段 ( 4 4 、 4 6 、 4 8 、 5 0 、 5 2 ) が、三角測量技術によって前記ターゲット ( 2 4 ) とセンサとの間の距離を測定するために、前記出力信号 ( I 1 、 I 2 ) を処理するとともに、前記処理された出力信号 ( I 1 、 I 2 ) に応じて前記少なくとも 2 つの光電子信

号源（10、12）を制御し、

デジタル方式で制御される電位差計（48）が、前記少なくとも2つのスポットによって前記PSD（30）内に生成されるそれぞれの信号の前記出力信号（I1、I2）を連続的に平衡させる、ことを特徴とする距離測定方法。

【請求項8】

請求項7に記載の方法において、

前記手段（44、46、48、50、52）が、前記少なくとも2つの光電子信号源（10、12）を制御し、前記スポット（22、26）が、前記ターゲット（24）上に順次投射され、それらのそれぞれの位置が、前記手段（44、46、48、50、52）によって連続的に分析される、ことを特徴とする方法。

10

【請求項9】

請求項7または8に記載の方法において、

前記センサの検出能力の完全性のモニタリングが、少なくとも2つの異なるスポット間の信号出力の変動を分析することによってなされることを特徴とする方法。

【請求項10】

請求項1～6のいずれかに記載のセンサの自動ドア開閉器での使用、あるいは、請求項7～9のいずれかに記載の方法の自動ドア開閉器での使用。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、請求項1の前提部による距離測定センサと請求項7による距離測定方法とに関するものである。

20

【背景技術】

【0002】

一般に自動ドアのために使用される大多数の周知の光電子距離測定センサは、三角測量原理に基づいている。送信LEDと対応するレンズとが、地面上に赤外線（IR）スポットを送り、送信器に対して所定の距離で配置された受信器が、送信されたIR光線と受信されたIR光線との間の角度を測定する。この角度は、ターゲット距離に直接関係するものであり、受信感知装置上で受信されたスポットの位置によって測定される。

【0003】

感知装置はしばしば、非常に細い境界によって隔てられた1組のフォトダイオード、つまり、1つの位置感知装置（Position Sensing Device）、位置感応装置（Position Sensitive Device）あるいは位置感応検出器（Position Sensitive Detector）からなる（一般にPSDと称されている）。1組のフォトダイオードは、いずれのダイオード上にスポットが反射されたかを決定するために使用される。フォトダイオードによって生成される電流の差異を測定することによって、いずれのフォトダイオード上にスポットが当たったかを決定することが可能となる。

30

【0004】

スポットはフォトダイオードの検出領域と比較して相対的に小さいため、一方のフォトダイオードあるいは他方によってスポットが受信されたかどうかを決定することができるのみである。PSDは、2つの出力に電流を供給する光学電位差計として機能する。電流の量は、受信されたスポットにおける装置に沿った位置に比例する。

40

【0005】

先行技術から周知の装置及び方法は、受信されたスポットにおける受信器上の位置によって距離閾値が固定されるため、1つの距離（検出）閾値だけを許容するという欠点を有している。2つのフォトダイオードの場合、ターゲットとセンサとの間の距離の減少は、一方のフォトダイオードから他方への受信されるスポットの変位を生じさせる。境界の位置は、距離閾値を決定するものであり、機械的に調節される。これは、2つの距離閾値のためには、それに応じて各閾値の位置が変化しなければならず、1組のフォトダイオードで力学的に達成することが不可能であることを意味している。

50

## 【0006】

特許文献1は、請求項1の前提部による光電子距離測定センサを開示しており、1つのスポットが光送信器の光パルスのビームによって生成される。PSDは、物体によって反射された光パルスを受信する。PSDは、測定センサに近づいた物体との間の距離を検出するために処理される2つの位置信号を生成する。この周知の測定センサは、複数のスポットによる同時の距離測定のための2つ以上の準同時の閾値を備えていない。

## 【0007】

特許文献2には、異なるタイプの受信センサ、すなわちリニアCCDセンサが示されている。このCCDセンサは、ラインを形成する多くの異なるピクセルに対応する信号を供給することができる。2つのラインの使用に対応する冗長性は、センサをテストすることを許容する。

10

## 【0008】

特許文献3は、光送信器を有する反射光センサを開示しており、該反射光センサは、少なくとも2つの相互に独立した光源と、別々に測定可能な少なくとも2つの光電性要素を含む光受信器とを備えている。光センサの切換ポイントあるいは距離限界は、制御電圧にしたがって光源の電流を逆に及び連続的に制御することにより、あるいは、第1及び第2の独立した制御電圧を連続的に変化させることにより、したがって光電性要素の出力における信号利得を制御することにより、規定された感知範囲内で連続的に変化することができる。

## 【0009】

特許文献3によれば、2つの送信器が使用されているが、それらは1つの検出スポットのみを供給している。2つの送信器の照明間の比率変化の使用は、その中に記載された「仮想スポット」の移動にまさしく等しい。この変位は、二重フォトダイオードセンサが検出を開始する検出距離を修正するための受信レンズの移動と同一の効果を提供する。その範囲において、1つの検出スポットを別とすれば、単純な二重ダイオード検出器を使用した場合に検出距離を変化させる方法を提供することが記載されている。

20

【特許文献1】欧州特許出願公開第1237011号明細書

【特許文献2】独国特許発明第10055689号明細書

【特許文献1】米国特許第5225689号明細書

【発明の開示】

30

【発明が解決しようとする課題】

## 【0010】

したがって、本発明の目的は、複数の距離検出閾値が力学的に処理されるのを許容し、いくつかの異なるスポットによる距離の準同時の検出を許容する、距離測定センサと距離測定方法とを提供することである。

【課題を解決するための手段】

## 【0011】

本発明による距離測定センサは独立請求項1の記載によって特徴付けられ、本発明による距離測定方法は独立請求項7の記載によって特徴付けられている。

## 【0012】

本発明の有利な実施例は、従属請求項に記載されている。

40

## 【0013】

本発明によれば、前記送信器が、互いに独立する少なくとも2つのスポットをターゲット上に投射するための少なくとも2つの光電子信号源を含み、前記手段が、出力信号I1、I2を平衡させるためのデジタル方式で制御される電位差計と、該電位差計を制御するように構成されたデジタルプロセッサとを含んでいる。

## 【0014】

複数の光電子信号源とPSDとを使用することにより、複数の検出スポットとそれらに対応する距離閾値とを供給することが可能となる。換言すれば、1つの検出スポットに対応する光電子信号源ごとに、所望の距離閾値が供給される。光電子受信器の出力信号を処

50

理するとともに光電子信号源をそれぞれ制御することにより、距離検出のための複数のスポットを使用することが可能となる。特に、デジタルプロセッサが、センサの（複数の）閾値距離の素早い電子的な切替及び調節のために使用される。

**【0015】**

前記手段が出力信号を平衡させるためのデジタル方式で制御される電位差計を含むという事実は、少なくとも2つの光電子信号源によってターゲットに投射されたいくつかのスポットの位置を検出するための光電子受信器として、1つのPSDを使用する問題を解決する。

**【0016】**

デジタルプロセッサはまた、少なくとも2つの光電子信号源を制御するように構成されることができ、これにより、デジタルプロセッサは、出力信号のブリッジ構成を平衡させるために、光電子信号源を連続的に制御するとともに、光電子受信器の受信された出力信号に応じて電位差計を制御することで、距離閾値を調節するためのアルゴリズムを実行することができる。

10

**【0017】**

さらなる好ましい実施例において、電位差計をセッティングするための値を保存するメモリ手段が設けられる。デジタルプロセッサは、メモリ内に電位差計のためのセッティング値を保存し、各スポットに対応する所望の距離閾値に応じて、保存された値を再ロードすることができる。

**【0018】**

複数の閾値としては、同一のスポットに対応する異なる値を保存することも可能である。

20

**【0019】**

少なくとも2つの光電子信号源は、好ましくは少なくとも2つのIR LEDであるが、レーザーのような他の源であることも可能である。

**【0020】**

光学部品は、スポットを少なくとも2つの光電子信号源からターゲット上に投射するための1つの送信レンズと、ターゲットから反射されたスポットを光電子受信器上に投射するための1つの受信レンズと、を含むことができる。

**【0021】**

好ましくは、スポットが光電子受信器上に反射されるように受信レンズの位置を調節するために、機械的調節手段が設けられる。プロセッサは、レンズの最適位置の情報をユーザーに供給することにより、この調節を容易にすることができる。

30

**【0022】**

本発明はまた、少なくとも2つの光電子信号源が、少なくとも2つのスポットをターゲット上に投射し、光学部品が、光電子受信器上に少なくとも2つのスポットを再生し、手段が、三角測量技術によってターゲットとセンサとの間の距離を測定するために、光電子受信器によって生成された出力信号を処理するとともに、処理された出力信号に応じて少なくとも2つの光電子信号源を制御する、距離測定方法に関連するものである。デジタル方式で制御される電位差計は、正確な測定を達成するために、光電子受信器の出力信号を平衡させる。

40

**【0023】**

好ましくは、前記手段が、少なくとも2つの光電子信号源を制御し、スポットが、ターゲット上に交互に投射され、それらのそれぞれの位置が、前記手段によって連続的に分析される。

**【0024】**

好ましくは、本発明によるセンサまたは本発明による方法が、自動ドア開閉器に使用される。

**【0025】**

本発明のさらなる目的、利点及び特徴は、添付の図面に関連する以下の説明から明らか

50

になる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0026】

図1は、赤外線三角測量原理に基づいた光電子距離測定センサを示している。送信器としてのIR LED（赤外線発光ダイオード）10及び12と送信レンズ14とは、地面などの物体24上にスポット22及び26をそれぞれ投射するために使用される。LED10及び12は、2つの赤外線（IR）ビーム18及び20を生成する。第1のLED10は、第1のレンズ14の光軸16に配置され、第2のLED12は、光軸16から偏心して配置されている。第1のLED10は、物体24上の第1のスポット22上に投射される第1のビーム18を生成する。第2のLED12は、物体24上の第2のスポット26上に投射される第2のビーム20を生成する。特に、光電子距離測定センサが自動ドア開閉器に適用されるとき、前記物体は地面である。ビーム18及び20は、物体24から反射され、受信レンズ32の後ろの受信器としてのPSD30によって受信される。レンズ32は、物体24から反射される各スポット22及び26をスポット22'及び26'のそれぞれとしてPSD30上に集束させるため、（矢印36及び38によって示されるように）調節されることができる。矢印40は、（光学部品によって固定される、）光学部品の焦点距離を示している。

10

【0027】

機械的に調節された距離28が受信レンズ32と送信レンズ14とを隔てているため（LED10、12及びPSD30は機械的に固定されている）、ビーム18及び20は、受信レンズ32の光軸34に対する角度 $\theta$ 及び $\theta'$ のそれぞれで受信レンズ32に戻る。光電子距離測定センサと物体24との間の距離42が変化するとき、これらの角度 $\theta$ 及び $\theta'$ は変化する。光電子距離測定センサと物体との間の距離42の変化は、受信されるスポット22'及び26'を受信器のPSD30上で移動させる。

20

【0028】

いくつかのIRスポット（図1では2つのスポットが示されているが、本発明によれば2つ以上のスポットを使用することができる）が、LED10及び12からレンズ14などの1つのレンズを通して例えば地面である物体24へ放射されるとき、各スポットが地面上で対応する位置をとることになる。ランバーティアン（Lambertian）床反射がエネルギーを受信レンズ32に送り返し、各スポット22'及び26'のイメージをPSD30上のそれらの対応する位置に結合し直す。PSD30は、2つの陽極を有するフォトダイオードである。両方の陽極間の電流比は、入射するIRスポットの位置によって直接的に決まる。

30

【0029】

LED10によってPSD30上に生成される第1のスポット22'の位置Pは：

- （LED10及びレンズ14の送信器構成によって固定される、）物体24上のスポット22の位置と；
- （光学部品によって固定される、）受信光学部品の焦点距離40と；
- （機械部品によって固定されるが矢印36及び38で示されるように調節可能な、）送信レンズ14と受信レンズ32との間の距離と；
- PSD30に対する可動受信レンズ32の位置と；

40

最後に、

- センサと物体24との間の距離42（自動ドア開閉器の場合、これはセンサの取付高さあるいはターゲットの存在によって決まる）と；
- によって決まることになる。

これはまた、第2のIR LED12によって生成される第2のスポット26にもあてはまる。

【0030】

物体上のスポット22及び26の位置と、アイテム28及び40とは、センサ構造によって固定され、修正されることができない。アイテム36及び38は、取付高さに対して

50

センサを校正するために使用される。受信レンズ32の水平位置は、受信されるスポット22'及び26'をPSD30の所定の位置に送るために、機械的に調節されることができる。距離42は、検出を開始するために使用される。ターゲットへの距離42が所定の閾値以下であるならば、検出が開始されなければならない。

#### 【0031】

PSD30上のスポットの位置が、受信されたスポット22'あるいは26'の位置に比例する電気レベルを供給すると、プロセッサは、それから、すべてのスポットのための固有の電位差計値を電子的に設定することによって、検出閾値を調節することができる。

#### 【0032】

先行技術と本発明との間の1つの本質的な違いは、同一のPSD30上におけるいくつかのスポット22'及び26'の時間多重化である。スポット22及び26が代わりに送られることができ、それらのそれぞれの位置がPSD30のプロセッサによって連続的に分析される。各スポット22'及び26'の(PSD30上での)待機位置は異なっており、それは、物体24あるいはターゲットまでのセンサの距離だけでなく(物体24が床であるならば)床上のその配置にも依存している。

10

#### 【0033】

したがって、各検出閾値の位置は、各スポット22及び26にとって固有のものであり、検出高さに応じてプロセッサによって計算される。各スポットのための計算された検出閾値は、不揮発性メモリに保存されることができる。PSD30によって受信されるスポットの数(この実施例では2つ)は、PSDの分解能とスキャン時間とによってのみ制限される。あるいは、異なる源によって生成される2つ以上のスポットを使用するのに代えて、IRスポットが、小角(small angle)を越える掃引(sweep)とされていてよい。

20

#### 【0034】

本発明の文脈では、PSDを「光学電位差計」として考えることができる。すでに述べたように、それは2つの電流出力を供給し、その電流比が受信されたスポットにおけるPSDに沿った位置に比例している。そして、受信されたスポットが「光学電位差計」のタップの位置を規定すると結論付けることができる。

#### 【0035】

PSD30から受信された電流の電子処理は、ブリッジ原理に基づいており、図2に示されている。類似の増幅器44及び46が、PSD30の2つの出力にそれぞれ接続されていて、PSD30から受信されたそれぞれの電流I1及びI2を増幅する。それから、電位差計48が、差動増幅器50に電圧V1及びV2のそれぞれとして入る前の電流I1及びI2を平衡させるために使用され、該差動増幅器50が、2つの平衡した信号間の差異を測定する。

30

#### 【0036】

PSD30によって生成される電流I1及びI2は、受信レンズ32によってPSD30上に再生されたスポット20'及び22'の位置によって決まる。図2には、変位した物体24'が示されている。この変位した物体24'とセンサとの間の距離は、物体24とセンサとの間の距離より小さい。スポット20'及び22'は、物体24から再生されたときに、それらの位置から移されることが理解できる。したがって、電流I1及びI2が変化し、変位した物体24'とセンサとの間の検出距離が、変化した電流I1及びI2に基づいて再計算されることができる。

40

#### 【0037】

電位差計48は、PSDからの2つの電流I1及びI2を伝導する2つのラインを力学的に平衡させるために、デジタルプロセッサ52によって制御される。このタイプのデジタル方式で制御される電位差計(以下、DIGIPOTと称することもある)は、コンピュータによって非常に素早くセットされることができ、かつ、異なるLED10及び12間の切換周期でいくつかの値の間を切り換えることができる。

#### 【0038】

実際には、CPUが、第1のLED10を起動させる。スポット22は、床24に送ら

50

れて反射され、受信レンズ 3 2 を通って戻り、P S D 3 0 を刺激する。電流 I 1 が I 2 より高いことから、デジタルプロセッサ 5 2 は、スポットが距離閾値に到達する場合に V 1 と V 2 との間の完全な平衡を得るために、D I G I P O T を等価な P 1 位置にセットする。これは、セットアップ工程の間になされなければならない。

【 0 0 3 9 】

デジタルプロセッサ 5 2 が第 2 の L E D 1 2 ( 青 ) を起動させると、第 2 のスポット 2 6 が床 2 4 に送られる。電流 I 2 が電流 I 1 より大きくなると異なる状況が現れ、デジタルプロセッサ 5 2 は、距離閾値に到達した場合に  $V 1 = V 2 \rightarrow V 3 = 0$  を得るために、D I G I P O T を P 2 位置にセットする。

【 0 0 4 0 】

D I G I P O T 値は、セットアップ工程の後、最終的に電氣的消去書込可能 R O M ( E E P R O M ) に保存される。それらは、検出距離が変化しないまでは、修正される必要がない。デジタルプロセッサ 5 2 は、異なることが可能な L E D 1 0 及び 1 2 と対応する放射されたスポット 2 2 及び 2 6 との間の D I G I P O T 値が変化するとともに、D I G I P O T 値を更新する。

10

【 0 0 4 1 】

検出距離は、( 例えばリモートコントローラの使用によって ) 電子的に調節されることができ、機械的な調節は必要でない。デジタルプロセッサ 5 2 は、それから、距離閾値を移動させるために D I G I P O T 値を変化させる。

【 0 0 4 2 】

待機中、センサから床までの距離が検出距離より大きいいため、V 1 と V 2 との間の平衡が壊れており、V 2 が V 1 より常に高い。したがって、V 3 は正となる。ターゲットとセンサとの間の距離が限界に等しくなると、V 3 が負の電圧に切り換わって検出を開始する。

20

【 0 0 4 3 】

平衡システムで機能することの長所は、デッドゾーン ( 地面と閾値との間の距離 ) と床反射とが大きくなればなるほど、電圧 V 2 と電圧 V 1 との間の差異が大きくなり、それから電圧 V 3 が同じ正負符号のまま大きくなるという事実によって、より明確に理解されることができる。これは、雨、雪などによって生成されるような地面の反射変動に対して反応しなくなるため、上記の技術の基本的な長所である。

30

【 0 0 4 4 】

受信レンズ 3 2 は、校正工程中、スポット 2 2 及び 2 6 の組を P S D 3 0 上の中央に正確に配置するため、調節手段 3 3 によって水平に調節可能である。この機械的なセッティングは、センサの取付高さにのみ依存している。レンズ 3 2 は、偏心ネジを使用して水平に移動されることができる。

【 0 0 4 5 】

センサが P S D にいくつかの異なる L E D を使用しているため、2 つのダイオードが P S D の出力において異なる読取りを生成していることをチェックすることにより、P S D センサの完全性を確かめることが容易である。

【 図面の簡単な説明 】

40

【 0 0 4 6 】

【 図 1 】 本発明による 2 つのスポットの基本測定原理の例を示す図である。

【 図 2 】 本発明によるセンサの実施例を示す図である。

【 符号の説明 】

【 0 0 4 7 】

- 1 0 第 1 の L E D
- 1 2 第 2 の L E D
- 1 4 送信レンズ
- 1 6 レンズ 1 4 の光軸
- 1 8 第 1 の赤外線ビーム

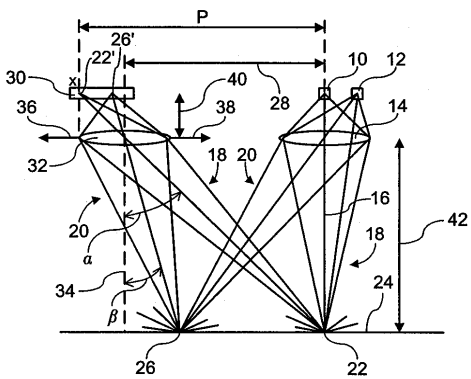
50

- 18' 第1の赤外線ビーム
- 20 第2の赤外線ビーム
- 20' 第2の赤外線ビーム
- 22 第1のスポット
- 24 物体または地面
- 24' 変位した物体
- 26 第2のスポット
- 28 機械的に調節された距離
- 30 PSD
- 32 受信レンズ
- 33 調節手段
- 34 レンズ32の光軸
- 36 レンズ32の水平調節性
- 38 レンズ32の水平調節性
- 40 光学部品の焦点距離
- 42 センサと物体24との間の距離
- 44 増幅器
- 46 増幅器
- 48 電位差計
- 50 差動増幅器
- 52 デジタルプロセッサ(CPU)

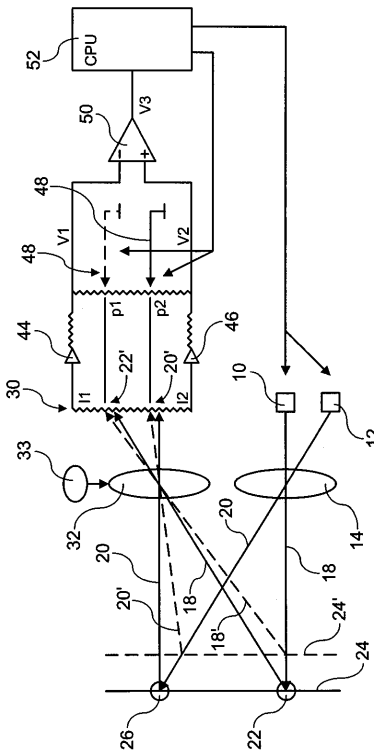
10

20

【図1】



【図2】



---

フロントページの続き

Fターム(参考) 2F065 AA06 FF09 GG07 HH14 JJ16 LL04 NN02 QQ25 UU05  
2F112 AA07 AA08 BA02 BA05 BA06 BA11 CA20 EA03 FA01 FA21

【外国語明細書】

### Distance measurement sensor

The invention relates to a distance measurement sensor according to the preamble of claim 1 and a distance measurement method according to claim 7.

Most of the known optoelectronic distance measurement sensors, which are usually used for automatic doors, are based on the triangulation principle. A transmitter LED and a corresponding lens send an infrared (IR) spot on the ground, and a receiver, placed at a given distance to the transmitter, measures the angle between the transmitted and received IR rays. This angle is directly related to the target distance and is measured by the position of the received spot on the receiver sensing device.

The sensing device is most often composed of a couple of photodiodes separated by a very thin frontier, or a single Position Sensing Device, Position Sensitive Device or Position Sensitive Detector (commonly referred to as PSD). The couple of photodiodes are used to determine on which of the diodes the spot is reflected. By measuring the difference of current generated by the

photodiodes, it is possible to determine on which of the photodiodes the spot falls.

As the spot is relatively small compared to the detection area of the photodiodes, it can only be determined whether the spot is received by one photodiode or the other. A PSD acts as an optical potentiometer providing currents on its two outputs. The amount of the currents are proportional to the position of the received spot along the device.

The devices and methods known from prior art have the drawback that they allow only one distance (detection) threshold since the distance threshold is fixed by the position of the received spot on the receiver. In the case of two photodiodes, the reduction of the distance between the target and the sensor generates a displacement of the received spot from one photodiode to the other. The position of the frontier determines the distance threshold and is adjusted mechanically. This means that for two distance thresholds the position of each of the thresholds should be changed accordingly, which is impossible to achieve dynamically with a couple of photodiodes.

EP 1 237 011 A1 discloses an optoelectronic distance measurement sensor according to the preamble of claim 1 with one spot generated by means of a beam of light pulses of a light photo transmitter. A PSD receives the light pulses reflected by an object. The PSD generates two position signals which are processed in order to detect the distance between the object closed to the measurement sensor. Two or more quasi-simultaneous

thresholds for the distance measurement of more than one spot at the same time are not provided with this known measurement sensor.

In DE 100 55 689 is shown a different type of a receiving sensor, namely a linear CCD sensor. This CCD sensor is able to provide a signal corresponding to a lot of different pixels forming a line. The redundancy corresponding to the use of the two lines allows the testing of the sensor.

US 522 56 89 disclose a reflected light sensor having a light transmitter including at least two mutually independent light sources and a light receiver including at least two separately evaluable photosensitive elements. A switching point or distance limit of the light sensor can be continuously varied within a defined sensing range by inversely and continuously controlling currents of the light sources in accordance with a control voltage or by continuously varying a first and a second independent control voltage, thereby controlling gains of signals at the output of the photosensitive elements.

According to US 522 56 89, two transmitters are used, however they are providing only one single spot of detection. The use of a varying ratio between the illumination of the two transmitters is just equivalent to the movement of a "virtual spot" described therein. This displacement provides the same effect as the movement of the receiving lens in order to modify the distance of detection, from which the dual photodiode sensor used to trigger the detection. Insofar, it is described to provide a way to vary the distance of detec-

tion when using a simple dual diodes detector, but for a single detection spot.

Therefore, it is an object of the present invention to provide a distance measurement sensor and a distance measurement method, which allow more than one distance detection threshold to be processed dynamically, allowing the quasi-simultaneous detection of distance over several different spots.

The distance measurement sensor according to the invention is characterized by what is specified in the independent claim 1 and the distance measurement method according to the invention is characterized by what is specified in the independent claim 7.

Advantageous embodiments of the invention are specified in the dependent claims.

According to the invention, said transmitter comprises at least two optoelectronic signal sources for projecting at least two spots independent from each other on a target, said means comprising a digitally controlled potentiometer for balancing the output signals I1, I2 and a digital processor adapted for controlling the potentiometer.

By using more than one optoelectronic signal sources and a PSD, it is possible to provide more than one detection spot and its their corresponding distance thresholds. In other words, for every optoelectronic signal source corresponding to one detection spot, a desired distance threshold is provided. By processing

the output signals of the optoelectronic receiver and respective controlling of the optoelectronic signal sources, it is possible to use more than one spots for distance detection. Especially, the digital processor is used for a rapid electronic switching and adjustment of the threshold distance(s) of the sensor.

The fact that, the means comprise a digitally controlled potentiometer for balancing the output signals solves the problem of using a single PSD as optoelectronic receiver to detect the position of several spots projected in the target by the at least two optoelectronic signal sources.

The digital processor can also be adapted to control the at least two optoelectronic signal sources. By this, the digital processor can execute an algorithm for adjusting the distance thresholds in that it successively controls the optoelectronic signal sources and depending on the received output signals of the optoelectronic receiver controls the potentiometer in order to balance in a bridge configuration the output signals.

In a further preferred embodiment, memory means for storing values for setting the potentiometer are provided. The digital processor can store the setting values for potentiometer in the memory and reload the stored values depending on the desired distance threshold corresponding to each of the spots.

Multiple thresholds are also possible by storing different values corresponding to the same spot.

The at least two optoelectronic signal sources are preferably at least two IR LEDs, but other sources like laser are also possible.

The optics can comprise one transmitter lens for projecting spots from the at least two optoelectronic signal sources on the target and one receiver lens for projecting the spots reflected from the target on the optoelectronic receiver.

Preferably, mechanical adjustment means are provided for adjusting the position of the receiver lens so that the spots are reflected on the optoelectronic receiver. The processor can ease this adjustment by providing information to the user on the optimal position of the lens.

**The invention relates also to a distance measurement method** wherein at least two optoelectronic signal sources project at least two spots on a target, an optics reproduces the at least two spots on an optoelectronic receiver, and means process the output signals generated by the optoelectronic receiver and control the at least two optoelectronic signal sources depending on the processed output signals in order to measure the distance between the target and the sensor by a triangulation technique. A digitally controlled potentiometer balances the output signals of the optoelectronic receiver in order to achieve exact measurements.

Preferably, the means control the at least two optoelectronic signal sources in that the spots are pro-

jected alternatively on the target and their respective positions are successively analyzed by the means.

Preferably, the sensor according to the invention or the method according to the invention is used in a automatic door opener and shutter.

Additional objects, advantages, and features of the present invention will become apparent from the following description taken in conjunction with the accompanying drawings.

Fig. 1 shows an example of the basic measurement principle with two spots according to the invention, and

Fig. 2 shows an embodiment of the sensor according to the invention.

Fig. 1 shows an optoelectronic distance measurement sensor which is based on an infrared triangulation principle. IR LEDs 10 and 12 as transmitter and a transmitter lens 14 are used to project spots 22 and 26 respectively on an object 24 such as the ground. The LEDs 10 and 12 generate two infrared (IR) beams 18 and 20. A first LED 10 is placed in the optical axis 16 of a first lens 14; a second LED 12 is placed eccentric to the optical axis 16. The first LED 10 generates a first beam 18 which is projected on a first spot 22 on an object 24. The second LED 12 generates a second beam 20 which is projected on a second spot 26 on the object 24. Particularly, the object is a ground when the optoelec-

tronic distance measurement sensor is applied in an automatic door opener and shutter. The beams 18 and 20 are reflected from the object 24 and received by a PSD 30 as a receiver behind a receiver lens 32. The lens 32 can be adjusted in order to focus each of the spots 22 and 26 reflected from the object 24 on the PSD 30 as spots 22' and 26' respectively (shown by the arrows 36 and 38). Arrow 40 shows the focal length of the optic (fixed by optics).

As a mechanically adjusted distance 28 separates the receiver lens 32 and the transmitter lens 14 (LEDs 10, 12 and PSD 30 are mechanically fixed), the beams 18 and 20 return to the receiver lens 32 with angles  $\alpha$  and  $\beta$  respectively relative to the optical axis 34 of the receiver lens 32. These angles  $\alpha$  and  $\beta$  vary when the distance 42 between the optoelectronic distance measurement sensor and the object 24 changes. A change of the distance 42 between optoelectronic distance measurement sensor and object moves the received spots 22' and 26' on the PSD 30 of the receiver.

When several IR spots (in Fig. 1 two spots are shown, but according to the invention more than two spots can be used) are emitted from the LEDs 10 and 12 to the object 24, e.g. the ground, through a single lens such as lens 14, each of them will have a corresponding position on the ground. The Lambertian floor reflection sends back energy to the receiver lens 32, which recomposes the image of each spot 22' and 26' on their relative locations on the PSD 30. The PSD 30 is a photodiode having two anodes. The current ratio between both

anodes directly depends of the position of the incident IR spots.

The position P of the first spot 22' generated by LED 10 on the PSD 30 will depend on

- the position of the spot 22 on the object 24 (fixed by the transmitter configuration of LED 10 and lens 14);
- the focal length 40 of the receiver optic (fixed by optics);
- the distance between transmitter lens 14 and receiver lens 32 (fixed by mechanics, but adjustable, see arrows 36 and 38);
- the position of the movable receiver lens 32 versus the PSD 30; and finally
- the distance 42 between the sensor and the object 24 (in case of an automatic door opener or shutter, this depends on the installation height of the sensor or the target presence)

This is also valid for the second spot 26 generated by the second IR LED 12.

The position of the spots 22 and 26 on the object, the items 28 and 40 are fixed by the sensor construction and cannot be modified. Items 36 and 38 are used for calibrating the sensor versus the installation height. The horizontal position of the receiver lens 32 can be mechanically adjusted in order to send the received spots 22' and 26' on a given location of the PSD 30. The distance 42 is used to initiate detection. If the distance 42 to a target is below a given threshold, detection has to be triggered.

As the spot position on the PSD 30 will provide electrical levels, which are proportional to the position of the received spot 22' or 26', a processor can then adjust the detection threshold by setting electronically a specific potentiometer value for all spots.

One essential difference between prior art and the invention is the time multiplexing of several spots 22' and 26' on the same PSD 30. The spots 22 and 26 can be sent alternatively and their respective position are successively analyzed by the processor of the PSD 30. The standby position of each spot 22' and 26' (on the PSD 30) is different because it depends not only on the distance of the sensor to the object 24 or target, but also of its location on the floor (if the object 24 is the floor).

The position of each detection threshold is therefore specific for each spot 22 and 26 and is computed by the processor following the detection height. The computed detection threshold for each spot can be stored in a non-volatile memory. The number of spots received by the PSD 30 (two in this embodiment) is only limited by the resolution of the PSD and the scanning time. Alternatively, an IR spot could be a swept over a small angle instead of using two or more spots generated by different sources.

In the context of the invention, the PSD can be considered as an "optical potentiometer". As has been already stated, it provides two current outputs whose current ratio is proportional to the position of the received spot along the PSD. It can then be concluded that the

received spot defines the position of the "optical potentiometer" tap.

The electronic processing of the currents received from the PSD 30 is based on a bridge principle and shown in Fig. 2. Similar amplifiers 44 and 46 are respectively connected to the two outputs of the PSD 30 and amplify a respective current  $I_1$  and  $I_2$  received from the PSD 30. A potentiometer 48 is then used to balance the currents  $I_1$  and  $I_2$  before entering as respective voltages  $V_1$  and  $V_2$  a differential amplifier 50, which measures the difference between the two balanced signals.

The current  $I_1$  and  $I_2$  generated by the PSD 30 depend on the position of the spots 20' and 22' which are reproduced by means of the receiver lens 32 on the PSD 30. In Fig. 2 a displaced object 24' is shown. The distance between this displaced object 24' and the sensor is smaller than the distance between the object 24 and the sensor. It can be seen that the spots 20' and 22' are shifted from their positions when reproduced from the object 24. Therefore, the currents  $I_1$  and  $I_2$  change and the detection of the distance between the displaced object 24' and the sensor can be recalculated based on the changed currents  $I_1$  and  $I_2$ .

The potentiometer 48 is controlled by means of a digital processor 52 in order to dynamically balance the two lines conducting the two currents  $I_1$  and  $I_2$  from the PSD. This type of digitally controlled potentiometer (in the following also referred to as DIGIPOT) is able to be set by a computer very rapidly and to switch

between several values at the rhythm of the switching between the different LEDs 10 and 12.

Practically, the CPU activates the first LED 10. A spot 22 is sent to the floor 24, is reflected and comes back through the receiver lens 32 and stimulates the PSD 30. Because the current I1 is higher than I2, the digital processor 52 sets the DIGIPOT on the equivalent P1 position in order to obtain a perfect equilibrium between V1 and V2 when the spot reaches the distance threshold. This has to be done during a set up procedure.

When the digital processor 52 activates the second LED 12 (blue), a second spot 26 is sent to the floor 24. A different situation appears, since current I2 is now larger than current I1, and the digital processor 52 sets the DIGIPOT on the P2 position to obtain  $V1 = V2 - > V3 = 0$  when the distance threshold is reached.

The DIGIPOT values are stored definitively in an EEPROM after a set up procedure. They do not have to be modified until the detection distance is not changed. The digital processor 52 updates the DIGIPOT value every time it changes between the different possible LEDs 10 and 12 and corresponding emitted spots 22 and 26.

The detection distance can be electronically adjusted (for example by the use of a remote control); no mechanical adjustment is necessary. The digital processor 52 will then change the DIGIPOT value to move the distance threshold.

During standby, because the distance sensor-to-floor is higher than the detection distance, the equilibrium between  $V_1$  and  $V_2$  is broken and  $V_2$  is always higher than  $V_1$ .  $V_3$  is therefore positive. When the distance between the target and the sensor is equal to the limit,  $V_3$  will switch to a negative voltage, which will trigger detection.

The advantage of working with a balanced system can clearly be understood by the following facts: The higher the dead zone (distance between ground and threshold) and the floor reflectivity, the higher the difference between voltage  $V_2$  and voltage  $V_1$  and then the higher is voltage  $V_3$ , but it stays of the same sign. This is the fundamental advantage of such a technique, because it becomes then insensitive to ground reflectivity variations like the one generated by rain, snow, etc.

The receiver lens 32 is horizontally adjustable by adjusting means 33 in order to properly center the pair of spots 22 and 26 on the PSD 30 during the calibration procedure. This mechanical setting only depends on the installation height of the sensor. The lens 32 can be translated horizontally using an eccentric screw.

As the sensor is using several different LEDs on the PSD, it is then easy to verify the integrity of the PSD sensor by checking that the two diodes are generating different readings at the output of the PSD.

**Reference numerals**

10	first LED
12	second LED
14	transmitter lens
16	optical axis of lens 14
18	first infrared beam
18'	first infrared beam
20	second infrared beam
20'	second infrared beam
22	first spot
24	object or ground
24'	displaced object
26	second spot
28	mechanically adjusted distance
30	PSD
32	receiver lens
33	adjustment means
34	optical axis of lens 32
36	horizontal adjustability of lens 32
38	horizontal adjustability of lens 32
40	focal length of the optic
42	distance between sensor and object 24
44	amplifier
46	amplifier
48	potentiometer
50	differential amplifier
52	digital processor (CPU)

### New Claims

1. Distance measurement sensor comprising a PSD (30) as an optoelectronic receiver, a transmitter (10, 12) for generating a spot (22, 26) an optics (14, 32) for reproducing said spot (22', 26') on the PSD (30) and means (44, 46, 48, 50, 52) for processing output signals (I1, I2) generated by said PSD (30) and for controlling the said transmitter (10, 12) depending on said processed output signals (I1, I2) in order to measure the distance between the target (24) and the sensor by a triangulation technique, **characterized in that** said transmitter comprises at least two optoelectronic signal sources (10, 12) for projecting at least two spots (22, 26) independent from each other on a target (24), said means (44, 46, 48, 50, 52) comprising a digitally controlled potentiometer (48) for balancing the output signals (I1, I2) and a digital processor (52) adapted for controlling the potentiometer (48).
2. Sensor according to claim 1, **characterized in that** the digital processor (52) is adapted to control the at least two optoelectronic signal

sources (10, 12).

3. Sensor according to claim 3 or 4, **characterized by** memory means for storing values for setting the potentiometer (48).
4. Sensor according to any of the preceding claims, **characterized in that** the at least two optoelectronic signal sources (10, 12) are different IR LEDs.
5. Sensor according to any of the preceding claims, **characterized in that** the optics (14, 32) comprises one transmitter lens (14) for projecting spots (22, 26) from the at least two optoelectronic signal sources (10, 12) on the target (24) and one receiver lens (32) for projecting the spots (22, 26) reflected from the target (24) on the PSD (30).
6. Sensor according to claim 5, **characterized by** mechanical adjustment means (33) provided for adjusting the position of the receiver lens (32) so that the spots are reflected on the PSD (30).
7. **D**istance measurement method wherein at least two optoelectronic signal sources (10, 12) project at least two spots (22, 26) on a target (24), an optics (14, 32) reproduces the at least two spots (22', 26') on an PSD (30) generating output signals (I1, I2), and means (44, 46, 48, 50, 52) process the output signals (I1, I2) and control the at least two optoelectronic signal sources

(10, 12) depending on the processed output signals (I1, I2) in order to measure the distance between the target (24) and the sensor by a triangulation technique, and a digitally controlled potentiometer (48) sequentially balances the output signals (I1, I2) of the respective signal generated by the at least two spots in the PSD (30).

8. Method according to claim 7, **characterized in that** the means (44, 46, 48, 50, 52) control the at least two optoelectronic signal sources (10, 12) in that the spots (22, 26) are projected sequentially on the target (24) and their respective positions are successively analyzed by the means (44, 46, 48, 50, 52).
9. Method according to claim 7 or 8, **characterized in that** the monitoring of the sensor detection capabilities integrity is done by analyzing the signal outputs variations between at least two different spots.
10. Usage of the sensor according to any of claims 1-6 or the method according to any of claims 7-9 in a automatic door opener and shutter.

## 1 Abstract

Distance measurement sensor comprising a PSD (30) as an optoelectronic receiver, a transmitter (10, 12) for generating a spot (22, 26) an optics (14, 32) for reproducing said spot (22', 26') on the PSD (30) and means (44, 46, 48, 50, 52) for processing output signals (I1, I2) generated by said PSD (30) and for controlling the said transmitter (10, 12) depending on said processed output signals (I1, I2) in order to measure the distance between the target (24) and the sensor by a triangulation technique, **characterized in that** said transmitter comprises at least two optoelectronic signal sources (10, 12) for projecting at least two spots (22, 26) independent from each other on a target (24), said means (44, 46, 48, 50, 52) comprising a digitally controlled potentiometer (48) for balancing the output signals (I1, I2) and a digital processor (52) adapted for controlling the potentiometer (48).

## 2 Representative Drawing

Fig. 2

