

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3976868号
(P3976868)

(45) 発行日 平成19年9月19日(2007.9.19)

(24) 登録日 平成19年6月29日(2007.6.29)

(51) Int.C1.

F 1

G O 1 S 17/36 (2006.01)
G O 1 C 3/06 (2006.01)G O 1 S 17/36
G O 1 C 3/06 120Q

請求項の数 8 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願平10-8484
 (22) 出願日 平成10年1月20日(1998.1.20)
 (65) 公開番号 特開平10-246783
 (43) 公開日 平成10年9月14日(1998.9.14)
 審査請求日 平成16年11月12日(2004.11.12)
 (31) 優先権主張番号 197 01 803 3
 (32) 優先日 平成9年1月20日(1997.1.20)
 (33) 優先権主張国 ドイツ(DE)

(73) 特許権者 596154491
 ズイック アーゲー
 ドイツ連邦共和国 テー-79183 ヴ
 アルトキルヒ/プライス ガウ セバスチ
 ャン-クナイプ-シュトラーゼ 1
 (74) 代理人 100079119
 弁理士 藤村 元彦
 (72) 発明者 トーマス ブリュームック
 ドイツ連邦共和国 79261 グターク
 エルツシュトラーゼ 24
 (72) 発明者 ハンス-ヨハイム ブライザハール
 ドイツ連邦共和国 79353 バーリン
 ゲン クロイツシュトラーゼ 1

審査官 大和田 有軌

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】光伝達時間を用いた光センサ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光センサであって、モニター領域に光信号を送信する光送信器(3)と、前記モニター領域にある対象物(4)から反射された光信号を受信する光受信器(5)と、前記光送信器(3)に送る第1信号(T_x)および前記第1信号(T_x)と明確な位相関係を有し前記第1信号(T_x)と異なる信号形状を有する第2信号(L_0)を生成する少なくとも1つの信号発生器(1)と、前記受信光信号(R_x)と前記第2信号(L_0)との相関関数(KKF)を生成する相関手段(6)と、前記相関手段(6)の後に前記光センサと前記対象物(4)との距離を決定する評価手段(7)と、を有し、

前記第1信号(T_x)及び前記第2信号(L_0)は、前記相関関数(KKF)が1周期内に起きた他の全ての強度変化よりも大きな及び/又は急峻な1つの強度変化を前記1周期内に有するような信号形状を有し、

前記相関関数(KKF)の値が、前記強度変化の前では上側閾値(S_u)より大きく(または下側閾値(S_l)より小さく)、前記強度変化の後では下側閾値(S_l)より小さい(または上側閾値(S_u)より大きい)ことを特徴とする光センサ。

【請求項 2】

請求項1に記載の光センサであって、前記第1信号(T_x)および前記第2信号(L_0)が同一の周期(T , L_0 , T_x)を有することを特徴とする光センサ。

【請求項 3】

請求項1または2に記載の光センサであって、前記第1信号(T_x)および前記第2信号(

10

20

L_0)各々が、互いに異なる2つの振幅ステップのみを有し、前記第1信号(T_x)および前記第2信号(L_0)は同一長さ(T_{CLK})を有する個々の信号の連続として組み立てられ、前記個々の信号の各々が当該第1又は第2の振幅ステップのみを有することを特徴とする光センサ。

【請求項4】

請求項3に記載の光センサであって、前記第2信号(L_0)の前記2つの振幅ステップがゼロに対し対称に配され、及び／又は前記振幅ステップが時間軸上において個別信号の長さ(T_{CLK})に対応する急峻さを有することを特徴とする光センサ。

【請求項5】

請求項1ないし4のいずれか1に記載の光センサであって、前記第1信号(T_x)および前記第2信号(L_0)の形状は前記相関関数(KKF)のコンピュータ支援による探索及び分析によって見出され、及び／又は前記相関関数(KKF)の値が振幅値ゼロの近傍に存するか、または前記相関関数(KKF)が直流(DC)成分を有しないことを特徴とする光センサ。

10

【請求項6】

請求項1ないし5のいずれか1に記載の光センサであって、前記強度変化の時間位置を、前記光センサを調整することによって前記相関関数(KKF)の1周期内でシフトさせ、異なる計測距離に適合させ得ることを特徴とする光センサ。

【請求項7】

請求項1ないし6のいずれか1に記載の光センサであって、前記第1信号(T_x)および前記第2信号(L_0)を位相差が無いように定め、前記第1信号(T_x)および前記第2信号(L_0)の値が1周期内、少なくとも前記周期の少なくとも50%以上の範囲において異なり、及び／又は前記第1信号(T_x)を生成する前記信号発生器および前記光送信器の間に、前記光送信器に供給される遅延信号(T_{xd})を生成する可変遅延器を備えたことを特徴とする光センサ。

20

【請求項8】

請求項1ないし7のいずれか1に記載の光センサであって、前記第2信号(L_0)を生成する前記信号発生器(1)および前記相関手段(6)の間に、遅延信号(L_{0d})を生成する可変遅延器(2)を備えたことを特徴とする光センサ。

【発明の詳細な説明】

【0001】

30

【発明の属する技術分野】

本発明は光センサに関し、特にモニター領域に光信号を送信する光送信器と、モニター領域にある対象物で反射された光信号を受信する光受信器からなり、光信号を送信してから受信するまでの経過時間を観測して光センサと対象物との間の距離を得る光伝達時間計測の原理に基づく光センサに関する。

【0002】

40

【従来の技術】

上記の光伝達時間計測の原理に基づく光センサに加えて、光送信器と光受信器を互いに並べ光送信ビームと光受信ビームの間の角度を決定し、この角度から光センサと対象物との間の距離を得る三角測量の原理に基づくセンサがある。この三角測量法では対象物の傾きによって角度の誤差が生じ、結果的に誤った距離が得られる欠点がある。さらに検出距離を長くしても低い精度しか得られない。この不都合を補うには、光送信光学系と光受信光学系との間隔を大きくとらなくてはならないため、光センサを非常に大きくしなければならない。しかし光送信光学系と光受信光学系との間隔を大きくすることは、光センサの非常に近くにある対象物を検知できない点で不利である。

【0003】

上記の理由から、光伝達時間計測の原理に基づく光センサは前述の不都合を有せず基本的に優れている。しかし、これらの光伝達時間計測の原理に基づく光センサでは光伝達時間を決定するために複雑な信号処理が必要なため、技術的に複雑でありコストも相対的に高い。さらに、送信信号または参照信号と受信信号との相関から光伝達時間を計算するこの

50

ような光伝達時間センサでは、測定が正確な領域が小さいというのも欠点である。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

本発明の目的は、安価で簡単に製作でき、正確に計測できる領域を可能な限り大きくした光伝達時間計測の原理に基づく光センサを提供することにある。

【0005】

【課題を解決するための手段】

本発明の目的は光センサであって、モニター領域に光信号 T_x , T_{xd} を送信する光送信器と、モニター領域にある対象物から反射された光信号 R_x を受信する光受信器と、光送信器に送る第1信号 T_x および第1信号と明確な位相関係を有し第1信号と異なった信号形状を有する第2信号 L_0 を生成する少なくとも1つの信号発生器と、受信光信号 R_x と第2信号 L_0 , L_{0d} との相関関数 KKF を生成する相関手段と、相関手段の後に光センサと対象物との距離を決定する評価手段と、を有する光センサにより達成される。10

【0006】

最初に述べた相関原理に基づく光伝達時間センサと異なり、本発明では、送信光信号と第2信号を同時に、あるいは既知の相対的時間シフトを有するように生成して受信信号と第2信号との相関関数をとっている。送信光信号と受信光信号は第2信号と異なる信号形状を有し、結果的に相関関数が非線形形状となるように信号形状を選ぶことができる。この非線形性は用いる信号形状を選ぶことにより選択でき、関心のある計測距離外の相関関数の値を上側または下側閾値よりそれぞれ大きくまたは小さくすることができ、関心のある計測距離内の相関関数の形状を上側および下側閾値内で比較的急峻にすることができる。この関心のある計測距離内での急峻な相関関数形状によって、本発明では非常に高精度な光センサが得られ、特に、たとえば6mの距離では1乃至2cmの精度で決定できる。20

【0007】

関心のある計測距離外で、相関関数が上側または下側閾値よりそれぞれ大きくまたは小さくなっていても、本発明の光センサでは不正確さの点で何ら問題はない。この種の不正確さの問題は、関心のある計測距離外の相関関数の値が上側および下側閾値内にあるときにだけ生じるが、前述の2つの信号形状を適当に選べば問題とならない。

【0008】

本発明において光送信器に送られる第1信号、および相関関数を生成するために用いる第2信号は互いに同じ周期を有することが望ましい。30

この第1信号および第2信号の信号形状を、相関関数が1周期に1つの、この1周期内に生じる他の強度変化よりも大きくまたは急峻な強度変化を有するように選ぶことが望ましい。この1つの強度変化は走査距離を評価・決定するために用いる相関関数の領域に正確に対応している。強度変化が急峻なことで計測距離を非常に正確に決定できる。

【0009】

本発明の光センサは、特に簡単には、この2つの信号がそれぞれ互いに異なる振幅の強度ステップを有するとき、すなわちこの2つの信号が矩形パルスからなり互いに異なる時間間隔で起こる場合に実現される。

この点から各信号は同じ長さの連続的な個々の信号から組立てられ、個々の信号が第1、または第2信号の振幅を有していることが望ましい。したがって個々の信号の長さは、たとえば光センサに組み込まれたクロック発生器の周期に対応している。40

【0010】

この2つの信号の振幅がゼロに関して対称に配置されることが望ましい。この場合2つの信号は2極性であり、相関関数の対称線または相関関数を生成する相関器の出力電圧が値ゼロをとることができる利点がある。したがって対称線は所定の受信レベルに依存しない利点がある。

さらに、前述の相関関数の強度変化が急峻で、その一時的な範囲が相関をとる2つの信号を形成する個々の信号の長さ以下であれば有利である。この種の急峻さによって計測距離を高精度で測定できる。50

【0011】

コンピュータ支援によって、相関をとる2つの信号に用いられるそれぞれの信号形状が見つけられ、信号はたとえば乱数発生器によって生成された後に相関がとられ、またこのようにして形成された相関関数が分析されることが望ましい。ランダムに見つけられた信号は相関関数が特定の基準を満たす場合、特に上記のような強度変化を有する場合に有用であると判断される。

【0012】

相関関数の値が強度変化の前では上側閾値より大きく、強度変化の後では下側閾値より小さいのが好都合である。同様に、相関関数の値が強度変化の前では下側閾値より小さく、強度変化の後では上側閾値より大きくてよい。前述のように相関関数の対称線は上側および下側閾値のおよそ中央にあるのが望ましい。10

本発明による相関関数の非線形性を得るには、相関をとる2つの信号はその形状が異なっている。特に2つの信号が1周期内で周期の50%以上において非常に異なっているのが適当である。

【0013】

特に本発明の好適な実施例は、所望の様々な計測距離に光センサが対応できるように相関関数の強度変化の位置を1周期内の任意の位置にシフトできることにある。この種の強度変化のシフト、または相関関数の変化は用いる信号形状の変更や、相関をとる2つの信号の時間シフトを与える遅延時間の設定によって得ることができる。

【0014】

この目的のためには、光送信器に送る遅延信号を生成するための可変遅延装置を、第1信号を生成する信号発生器と光送信器との間に備えるのが望ましい。これと同様に、またはこれに加えて、遅延第2信号を生成するための可変遻延装置を、第2信号を生成する信号発生器と相関器との間に備えてもよい。20

遅延時間の設定または相関関数の強度変化のシフトは、たとえば光センサに備えた指示キー(teach key)や光センサに接続したパソコン(PC)によって生じさせることができる。このように本発明の光センサは簡便に、所望の様々な計測距離に対応が可能である。

【0015】

さらに望ましい実施態様について特許請求の範囲に記載してある。本発明について実施例および図面を参照して以下に説明する。30

【0016】**【発明の実施の形態】**

図1は本出願人内部の従来技術による光センサの相互相関関数 K_1 , K_2 を示し、同じ信号形状を有する送信信号と受信信号の相互相関関数が形成されている。相互相関関数 K_1 は短い周期で比較的急峻な特性を有し、相互相関関数 K_2 は長い周期で緩い傾斜を有している。相互相関関数 K_1 の周期が短いことは、3つの上昇領域のどの領域で実際の測定値があるのかを直接決定できないため、正確さの点において不利である。相互相関関数 K_1 の測定値から2つの相関信号に3つのシフト dT_1 , dT_2 , dT_3 が存在する。

【0017】

相互相関関数 K_2 の形状については、比較的緩やかな傾斜のため2つの相関関数の検出シフト、すなわち計測距離の精度が低く不利である。40

図2は本発明による、2つの選択的に調節可能な非線形相互相関関数 K_3 の形状を示している。これらの形状で典型的なのは相互相関関数が初期の領域では実質的に一定形状であり、比較的急峻な下り傾斜が起きることである。この相互相関関数の下り傾斜の後で実質的に一定の小さな値となるか、または図2に示すように緩やかに上昇する。計測距離の決定値 dT は相互相関関数 K_3 がどの値で対称線 S_{sym} と交差するかで決められる。

【0018】

K_{3a} の形状の場合では相互相関関数の決定下り傾斜(determining decline)は領域 B_1 で生じている。値 dT_1 に対応する計測距離は光センサおよび相互相関関数により、計測対象物が dT_1 に対応する距離だけ前方あるいは後方に位置しているかを決定でき、 B_1 の範囲50

に対応する距離のどこに計測対象物があるかを正確に決定することができる。

【0019】

本発明によれば、これと異なる光センサの決定計測距離を設定したければ、相関関数の特性を前述したように、たとえば K_{3b} の形状になるようにシフトさせればよい。それによって範囲 B_2 にある計測対象物の正確な位置を決定することができる。

図3は本発明による光センサの回路のブロック図を示す。

【0020】

信号発生器1にはクロックCLKが送られ、互いに異なる2つの信号 T_x , L_0 を発生する。これらの信号は遅延装置2に送られ、信号 T_x または信号 L_0 、あるいはその両者が遅延される。遅延信号 T_{xd} は遅延装置2を通り、対象物4の方向に光信号を送信する光送信装置3に送られる。したがって光信号の強度変化または形状は信号 T_{xd} の信号形状に対応する。

10

【0021】

対象物4は光送信装置3から送信された光を光受信装置5に向けて反射し、光受信装置5は受信光を電気信号 R_x に変換し、その信号形状は受信光の強度変化または形状に対応する。

信号 R_x は相関器6に送られ、遅延信号 L_{0d} と作用する。

相関器6内では、2つの信号 R_x と L_{0d} の相互相関関数がとられ、信号評価装置7に供給される。

【0022】

20

図3における光センサは、遅延装置2によって信号 T_x または L_0 の遅延を設定することで光センサと対象物4との間隔が異なっても適用できる。

図4は、図3の信号発生器1に作用すし、周期的に繰り返す一連の矩形パルスからなるクロック信号CLKの形状を示す。

クロック信号CLKの下には図3の信号発生器1で生成された信号 L_0 を示しており、ゼロに対して対称な振幅の強度ステップである。信号 L_0 の周期 $T(L_0)$ は信号CLKの15クロックサイクルに対応する。

【0023】

同様に、信号 L_0 の下には図3の信号発生器1で生成された信号 T_x を示しており2つの強度、すなわち0と1を有している。信号 T_x の周期 $T(T_x)$ は信号CLKの15クロックサイクルに対応する。実際では信号CLKの15クロックサイクル以上、特に数100クロックサイクルの周期の信号 L_0 , T_x を用いることも十分に考えられる。

30

【0024】

標準化された強度値で示した1周期内の2つの信号 L_0 , T_x の強度形状は以下のように表すことができる。

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|-------|---|----|---|---|---|---|---|----|----|---|----|----|----|----|---|
| L_0 | 1 | -1 | 1 | 1 | 1 | 1 | 1 | -1 | -1 | 1 | -1 | -1 | -1 | -1 | 1 |
| T_x | 1 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 |

上記の2つの信号の相互相関関数(KKF)は標準化した形で以下のように表すことができる。

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|
| KKF | 2 | 2 | 2 | 2 | 4 | 2 | 2 | -2 | -2 | -2 | -2 | -2 | -2 | -2 | -2 |
|-----|---|---|---|---|---|---|---|----|----|----|----|----|----|----|----|

40

上記の相互相関関数の決定強度変化は値が2から-2に変化するステップの所で生じている。相互相関関数は15クロックサイクルの周期を有しているので、光センサの明確な計測範囲も15クロックサイクルに対応している。

【0025】

この場合での理想的な状況は、2つの信号 L_0 , T_x の形状を相互相関関数のステップが値4から-4に変化する所で生じるように選ぶことである。そのとき強度変化の標準化レベルは8である。しかし実際強度変化が最大値の半分、すなわちこの場合のように4であれば十分である。

図5は、図4の信号処理によって得られた相互相関関数の形状を模式的に示している。相関をとった2つの信号は相互相関関数を形成する相関器で乗算され、その後の信号評価の

50

ためローパスフィルタにかけられる。

【0026】

図5に示す形状は、強度変化がクロックサイクル $T_2 - T_1$ で起きており、相互相関関数の強度がこのステップ以前において閾値 S_0 以上であり、強度変化以後では閾値 S_U 以下であることを示している。

したがって、ある特定の受信信号に対して相互相関関数の値が閾値 S_0 以上にあると決定されれば対象物は前方、すなわち設定計測距離よりも前にあり、相互相関関数の値が閾値 S_U 以下にあれば対象物は後方、すなわち設定計測距離の後ろにあることを意味している。

【0027】

もし相互相関関数の値が図5に示す S_{sym} の値、望ましくはゼロに対応すると決定されれば、対象物は正確に設定計測距離にあるか、または対象物は全く存在しない。この不明確さは付加的なチェックにより取り除くことができ、たとえば並行して受信信号を調べることがこの目的に適う。つまり、もし受信信号強度が所定の閾値以下であれば対象物は存在せず、閾値以上であれば対象物は正確に設定計測距離にある。

【0028】

相互相関関数の値が S_U と S_0 の間にいると決定されれば、対応する範囲において相互相関関数が急峻であることから、対象物と光センサの距離を非常に正確に測定できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来の光センサの相関関数の形状を示す図である。

20

【図2】本発明による光センサの相関関数の形状を示す図である。

【図3】本発明による光センサの回路配置を説明するブロック図である。

【図4】本発明による光センサの相関関数を形成するために用いられる、光送信器に送られる第1信号 T_x および第2信号 L_0 の形状を時間に関して示した図である。

【図5】本発明による光センサの相関関数の形状の他の例を示す図である。

【符号の説明】

1 信号発生器

2 可変遅延器

3 光送信器

4 対象物

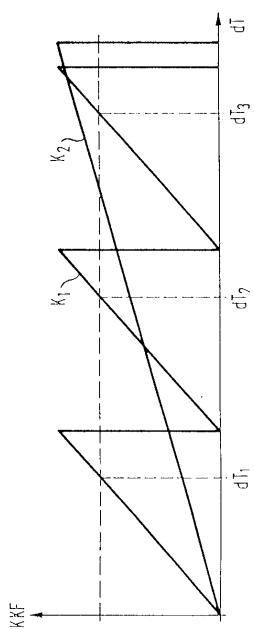
30

5 光受信器

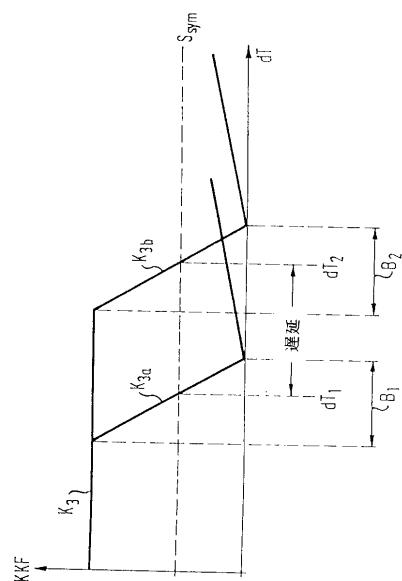
6 相関器

7 信号評価器

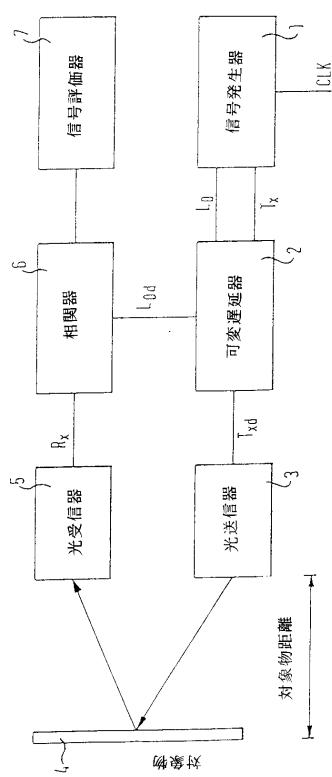
【図1】



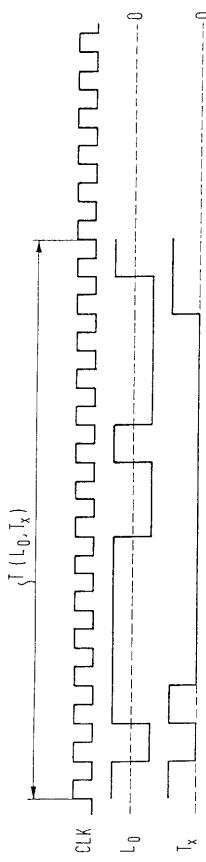
【図2】



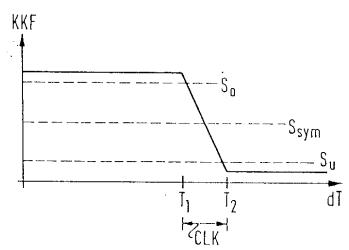
【図3】



【図4】



【図5】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平03-165287(JP,A)
特開昭47-037287(JP,A)
特開平05-1000015(JP,A)
特開平10-002963(JP,A)
特開平05-164852(JP,A)
仏国特許出願公開第2258639(FR,A1)
Norihiro Tamiya, et al., "Optical Spread Spectrum Radar for Lateral Detection in Vehicles", Proceedings. 1996 IEEE 4th International Symposium on Spread Spectrum Techniques and Applications, 1996年9月22日, Vol.1, p.195-198

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01S 7/00 - 7/64
G01S 13/00 - 17/95
G01B 11/00 - 11/30
G01C 3/00 - 3/32