

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4488170号
(P4488170)

(45) 発行日 平成22年6月23日(2010.6.23)

(24) 登録日 平成22年4月9日(2010.4.9)

(51) Int.Cl. F I
GO 1 S 17/10 (2006.01) GO 1 S 17/10

請求項の数 16 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2003-521393 (P2003-521393)	(73) 特許権者	390039413
(86) (22) 出願日	平成14年8月1日(2002.8.1)		シーメンス アクチエンゲゼルシャフト
(65) 公表番号	特表2004-538491 (P2004-538491A)		Siemens Aktiengesellschaft
(43) 公表日	平成16年12月24日(2004.12.24)		ドイツ連邦共和国 D-80333 ミュンヘン ヴィッテルスバッハープラッツ 2
(86) 国際出願番号	PCT/DE2002/002843		Wittelsbacherplatz 2, D-80333 Muenchen, Germany
(87) 国際公開番号	W02003/016944	(74) 代理人	100061815
(87) 国際公開日	平成15年2月27日(2003.2.27)		弁理士 矢野 敏雄
審査請求日	平成16年4月2日(2004.4.2)	(74) 代理人	100094798
(31) 優先権主張番号	101 38 531.5		弁理士 山崎 利臣
(32) 優先日	平成13年8月6日(2001.8.6)		
(33) 優先権主張国	ドイツ(DE)		
(31) 優先権主張番号	101 53 742.5		
(32) 優先日	平成13年10月31日(2001.10.31)		
(33) 優先権主張国	ドイツ(DE)		
前置審査			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 三次元距離画像を記録するための方法及び装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

光パルス(1)を光源から対象面に送出し、前記対象面から反射された光パルス(3)を光検出器により受信して積分を行い、前記光検出器から前記対象面における点までの距離(d)をそれぞれ光パルスの光伝播時間(T_0)から制御及び処理ユニットにより算出する、光伝播時間に基づいて対象の三次元距離画像を電氣的に記録するための方法において、

前記制御及び処理ユニットは、前記対象面から反射された光パルス(3)を受信するための時間的に間隔を置かず設けられている連続する第1の積分窓(21)及び第2の積分窓(22)を設け、光パルス(1)を送出するために形成されるトリガ信号を同時に受信側において、前記トリガ信号の形成時から時間増分(T_v)で段階的に増加する時間遅延(T_v)後に前記第1の積分窓(21)を開くために使用し、且つ、該第1の積分窓(21)が閉じられた後に前記第2の積分窓(22)を開き、および前記第2の積分窓(22)が閉じられた後に前記第1の積分窓(21)を開くことを反復的に行うために使用し、

前記制御及び処理ユニットにより、前記積分窓と受信した前記光パルスとの時間的な重畳から相関関数を形成し、

前記制御及び処理ユニットは、各所定の時間遅延(T_v)において、前記対象面を照明する度に開かれる前記第1の積分窓(21)および前記第2の積分窓(22)に対して複数回の照明を行い、前記光パルス(3)の継続時間に比べて長い、同一の積分時間(T_i)

）でもって時間的に間隔を置かず連続して前記対象面から反射された光パルス（3）を累積的に積分し、

光パルス（3）が第1の積分窓（21）と第2の積分窓（22）との間の共通の境界に位置し、該2つの積分窓（21、22）に属する積分されたそれぞれの電圧（U）の値が等しいときに、前記光検出器から前記対象面における点までのそれぞれの距離（d）が算出され、対応する時間遅延（ T_v ）を距離値（d）に変換し、該時間遅延（ T_v ）は前記光伝播時間（ T_0 ）に相応することを特徴とする、光伝播時間に基づいて対象の三次元距離画像を電氣的に記録するための方法。

【請求項2】

前記トリガ信号を受信側において、前記対象面から反射された光パルス（3）を受信するための1つの積分窓（2）を反復的に開くために使用し、

前記光検出器から前記対象面における点までのそれぞれの距離（d）を、積分された電圧（U）が最大値に達した際に、近似的に前記光伝播時間（ T_0 ）に等しい所属の時間遅延（ T_v ）から求める、請求項1記載の方法。

【請求項3】

積分窓（2）の時間的な長さは光パルス（1、3）の継続時間と等しい、請求項1または2記載の方法。

【請求項4】

センサ素子として使用されるフォトダイオードを2つの別個のセクションに分割し、各セクションが同一の光強度を受信する、請求項1記載の方法。

【請求項5】

前記対象面の照明にレーザまたはレーザダイオードの光を使用する、請求項1から4までのいずれか1項記載の方法。

【請求項6】

受信側において、画像記録のために最初に受信する光パルス（3）に関して時間遅延は零である、請求項1から5までのいずれか1項記載の方法。

【請求項7】

積分窓（2）の時間的な長さは一定である、請求項1から6までのいずれか1項記載の方法。

【請求項8】

前記時間遅延（ T_v ）の増分量は0.25ナノ秒よりも短い、請求項1から7までのいずれか1項記載の方法。

【請求項9】

前記電圧（U）の最大値ないし零通過の検出に補間法を使用する、請求項1から8までのいずれか1項記載の方法。

【請求項10】

二次多項式またはスプライン関数を基礎とする補間法を使用する、請求項9記載の方法。

【請求項11】

電圧値を評価するために、事前に記憶された基準曲線と、前記光検出器から前記対象面における点までの既知の距離（d）との比較を行う、請求項1から10までのいずれか1項記載の方法。

【請求項12】

前記時間遅延（ T_v ）をプログラム可能な遅延線の使用により生じさせる、請求項1から11までのいずれか1項記載の方法。

【請求項13】

請求項1から3または5から12のいずれか1項記載の方法を実施する装置において、対象面を照明するための1つの光源を備えた光パルス照明部と、ピクセル毎に積分を行う光検出器としての複数のセンサ点を備えたCMOSセンサと、送信側及び受信側のトリガを少なくとも制御し、電圧信号（U）から距離値を算出する

10

20

30

40

50

制御及び処理ユニットと、

受信側の段階的に調節可能なトリガの遅延を用意する、制御及び処理ユニットとCMOS受信センサとの間の遅延線と、

前記光パルス照明部及び前記CMOS受信センサへのそれぞれのトリガ線と、
から構成されることを特徴とする装置。

【請求項14】

請求項1または4から13のいずれか1項記載の方法を実施する装置において、
対象面を照明するための1つの光源を備えた光パルス照明部と、
ピクセル毎に積分を行う光検出器としての複数のセンサ点を備えたCMOSセンサと、
送信側及び受信側のトリガを少なくとも制御し、差動増幅器を使用して電圧信号(U)
から距離値を算出する制御及び処理ユニットと、

10

受信側の段階的に調節可能なトリガの遅延を用意する、制御及び処理ユニットとCMOS受信センサとの間の遅延線と、

前記光パルス照明部及び前記CMOS受信センサへのそれぞれのトリガ線と、
から構成されることを特徴とする装置。

【請求項15】

前記制御及び処理ユニットは少なくとも部分的にCMOS受信センサの電子ユニットに集積されている、請求項13または14記載の装置。

【請求項16】

フォトダイオードの電圧値が時間的に連続して積分器に供給され、続いて中間記憶ユニットに記憶され、選択的に差動増幅器、次いで処理ユニットへと供給される、請求項13から15までのいずれか1項記載の装置。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

三次元画像の迅速でロバストな検知は、殊に多くの分野におけるセンサ技術にとってますます重要になってきている。公知の三角測量法は距離値の三角法による計算に測定基礎が必要とされるので約2mまでの近距離にしか適しておらず、制限的にしか適用できない。殊に例えば20cmから50mまでの比較的広範な測定領域に関しては、三次元(3D)に検知及び評価するコストの掛からない測定システムにとって、例えば自動車技術、ナビゲーションまたは建築技術、セキュリティ技術及びオートフォーメーション技術の領域におけるような多用な適用が生じる。今日では比較的大きい3Dシーン及び3D対象は相応に高いコスト及び時間がかかる写真測量または3Dレーザレーダを用いるスキャンングでもって統計的に測定できるに過ぎない。

30

【0002】

ドイツ連邦共和国特許明細書第198 33 207号には、距離画像ないし間隔画像を迅速且つコストを掛けずに光伝播時間測定の評価により形成するために、CMOS光センサの極端に短い積分時間、例えば30nsが同様に短いレーザパルスと組み合わせられて使用される方法が記載されている。レーザパルスの送出と同時にトリガによってCMOS画像センサにおける測定窓が開かれ、レーザパルスの光強度は測量すべき対象において反射された後に積分時間 T_1 及び T_2 でもって連続して2回測定することにより検出される。積分時間 T_1 及び T_2 でもって2つの測定窓において積分された強度 U_1 及び U_2 の測定から、次の計算の関係により伝播時間 T_0 したがって対象点までの距離を正確に算出することができる。

40

【0003】

【数1】

$$d = \frac{1}{2}c \frac{U_2 T_1 - U_1 T_2}{U_2 - U_1}$$

50

【 0 0 0 4 】

照明として、積分時間 T_1 及び T_2 と同期しており、また短い立ち上がり時間（約 1 ns ）並びに可能な限り一定の出力を有するレーザ光源が使用される。

【 0 0 0 5 】

もっともこの式を使用するには、差分及び商が形成されるので、光電圧が CMOS 画像センサのノイズ限界を顕著に上回っていなければならない光強度でもって測定することが必要とされる。たしかに複数のレーザパルス照明の結果を加算することができるが、信号／雑音比の改善はレーザパルスの数の根を用いてしか達成することができない。さらには、 CMOS 画像センサの積分特性におけるレーザパルスの最終的な上昇エッジ並びに不可避な非線形性は測定エラーに繋がり、この測定エラーには付加的な較正方法が必要とされる。

10

【 0 0 0 6 】

本発明の課題は、距離測定範囲を拡大することができ、センサ信号が光パルスの形状に依存せず且つ送信側にとって比較的少ない光出力を実現する、光伝播時間測定を用いる三次元距離画像を記録するための方法及び装置を提供することである。

【 0 0 0 7 】

解決手段は請求項 1、3 ないし請求項 14 または 15 の特徴をそれぞれ組み合わせることによって生じる。有利な実施形態は従属請求項より生じる。

【 0 0 0 8 】

本発明は、積分時間を画素毎に調節することができる、短時間積分を用いる複数の画素ないし画像セルを有する CMOS 光センサ並びに 3D 距離画像を形成するための光パルス照明を使用する。このために使用される光源を一様に制御する必要があるが、点状にも面状にも構成することができる。距離値を検出するために、 CMOS センサのノイズ限界までの確実な光伝播時間測定を実現することを目的とした新たな測定原理が使用される。このためにトリガ信号によって送信側では光パルスの送いが、また受信側では時間窓の開放と同義である電子シャッタの開放が CMOS センサにおいて制御される。このことは受信側において、例えば $1/10$ ナノ秒の増分での遅延線を介する段階的に上昇する時間遅延でもって生じる。したがって送出されたレーザパルス及び積分窓は時間的に増していく時間遅延でもって相互にずらされ、段階的に上昇するトリガ遅延毎に少なくとも 1 つの光パルスが送出される。レーザパルス出力を低減するために、可能であれば、全てのトリガ遅延に多重露光が適用され、最後に信号評価が実施される。そのようにして測定された積分センサ信号は処理ユニットに記憶される。

20

30

【 0 0 0 9 】

生じた遅延と対応の対象点の光伝播時間が相関する場合には、解決手段に応じて積分信号における最大値が生じ、この最大値は処理ユニットに記憶されている値から高い感度及び精度を用いる補間法によって求めることができる。したがって 3D 距離値を時間窓と逆反射された光パルスとの間の最大限の合致に関して求められたトリガ遅延に基づいて規定することができ、また結果、光伝播時間は光パルスの形状並びに CMOS 画像センサの線形特性に依存せずとも十分に得られる。換言すれば、画像点までの距離はこの状態までにアクティブにされた遅延段の数から生じる。ここでレーザパルスと積分時間は、可能な限り明確な相関最大値を得るためにほぼ同じ継続時間である。しかしながら積分時間は回路技術的な理由から約 30 ns に制限されている。

40

【 0 0 1 0 】

提起された課題の別の解決手段は同様に光受信器の短時間積分を使用し、並びに受信側の積分窓に相対的である、段階的に行われるレーザパルスの時間的な遅延を使用する。しかしながら短時間積分は同一の積分時間、すなわち同じ長さの積分窓でもって、並行にまたは連続して 2 回行われる。このことは、相前後して起動され且つ直接的に連続する 2 つの時間窓に関して行われる。ここで並行なやり方とは、前の積分窓及び後の積分窓が同時に照明及び検出されることを意味する。例えば遅延によって時間遅延された、送信側のレーザパルスに相対的な積分窓のトリガは変化することなく実施される。連続した処理は、

50

第1の積分窓を用いるまたは第1の積分窓による評価を意図し、それに基づき第2の積分窓に関連する第2のそれに続くフェーズが評価され、それぞれ記憶された積分値が相互に比較される。評価のこの場合には、レーザパルスの継続時間は積分時間の継続時間ないし積分窓の長さ比べて短い。

【0011】

レーザパルスの長さは例えば4 nsでも良く、これに対して積分窓は例えば30 ns続く。この評価方式によって対象点距離は光伝播時間を求めることに同様に検出される。このことは、段階的に変化する所定のトリガ遅延に対応付けることができ、可能な限り一義的に評価できる受信側のイベントを探すことにより生じる。第1の変形においては、レーザパルス及び積分窓の受信側における合致に関して最大値が探された。ここで説明する評価方式では、第1の積分窓から第2の積分窓への移行時に光パルスが存在する時点が検出される。逆反射された光パルスは受信側においてその半分が第1の積分窓に属し、他方の半分が第2の積分窓に属する場合には、同一の光成分ないし同一の電圧が生じる。同様に、殆ど零であるこれら2つの電圧値の差分も評価することができる。この零通過は非常に急峻であるので、これを求めるのは比較的容易である。

【0012】

レーザ保護規定に基づきクリティカルなレーザ出力を決して上回らないようにするために多重照明が使用される。しかしながら、これに伴い達成される重要な利点は、相前後して到来する複数の光パルスを積分セルにおいて累積することにある。これらは各光パルスにおける積分セルを相応に開閉することによって積分され、その結果実質的にノイズ範囲に依存する十分に高い信号レベルが各積分セルに存在する。したがって、局所的な分布が画像のピクセル分布に対応する複数の積分セルに関しては、全体的に良好に評価できる複数の電圧信号を得ることができる。複数の積分窓の時間の掛かる読み出しが多重照明の終了時に初めて行われると、評価は比較的迅速に実行される。

【0013】

別の重要な利点は1つの軸における光ビームの共線的な案内である。

【0014】

以下では本発明を制限しない図面に基づいて実施例を説明する。ここで、
 図1は、三次元距離画像を形成するための測定装置を示し、
 図2は、相関的な光伝播時間測定方法の原理を示し、
 図3は、伝播時間遅延 T_0 を検出するために最大値を求めるための補間を示し、
 図4から7は、CMOSセンサにおける異なる短時間積分を用いる距離画像の形成を説明するものである。

【0015】

・測定すべき全体の3Dシーンは画像記録のために、ナノ秒範囲の立ち上がり時間を有する短い光パルスで連続的に照明される。光パルスの送出は各測定プロセスについて制御及び処理ユニットによって設定されるトリガを介して開始される(図1)。トリガ信号の一部は同時にプログラミング可能な遅延線を介して案内され、1/10ナノ秒範囲の増分を有する所定の時間遅延 T_v 後にCMOS光センサにおける電子シャッタを開くための開始信号として使用され、この電子シャッタは所定の短い積分時間(例えば30 ns)後に再び閉じられる。このことは逆反射された光パルスを受信するために時間窓が開かれることと同義である。開かれた時間窓において到来する光パルスを積分することができる。積分時間、すなわち窓が開かれている継続時間は有利には光パルスの時間的な継続時間に等しく選択される。

【0016】

・送出された光パルスは3Dシーンの対象において散乱され、戻ってくる光はCMOSセンサにおける相応の光学系を介して電子シャッタの積分時間内に検知される。種々の対象点がセンサから異なる距離を有するので、位置に対応する光パルスによって異なる伝播時間遅延 T_0 が得られる。したがって距離 d にある所定の1つの対象点に関しては対応する受信側の画素において積分センサ信号 $U(T_0, T_v)$ が目下調節されたトリガ遅延 T_v

10

20

30

40

50

でのCMOS積分窓2と光パルス3との時間的なオーバーラップ（数学的な畳み込み関数）から生じる（図2）。

【0017】

・トリガ遅延 T_v が値0で始まり増分 $n \times T_v$ （ $= T_v$ ）で増加すると、センサ信号 U （ T_0 、 T_v ）は差し当たりこの画素に関する光伝播時間 T_0 がトリガ遅延 T_v と等しくなるまで上昇する。この場合戻ってくるレーザパルス3とCMOSセンサの測定窓2との最大のオーバーラップが存在するので、ここでは積分された強度に関する最大値が生じる。トリガ遅延 T_v がそれ以上にさらに増加すると時間的なオーバーラップ領域は再び減少し、したがって積分センサ信号（電圧 U ）が低減する。

【0018】

・したがって3D距離画像を非常に低い光出力の使用下での極限值検出を用いる簡単な強度比較測定から形成することができる。制御及び処理ユニットは一連の異なるトリガ遅延 $n \times T_v$ （経過インデックス $n = 0$ から i ）に関して、CMOS光センサ全体の対応するセンサ信号 U （ T_0 、 T_v ）を記憶し、続いて個々の画素それぞれに関する最大値 U （ T_0 、 T_v ） $_{Max}$ を求める。対応するトリガ遅延 T_v からこの画素に関する光伝播時間 $T_0 = i \times T_v$ （図2を参照されたい）を検出することができ、この光伝播時間から対応する対象点の距離 d 、 $d = c T_0 / 2$ （ c - 光速度）を検出することができる。

【0019】

・一般的に光伝播時間 T_0 は増分的に調節されたトリガ遅延 $n \times T_v$ と正確には等しくなく、図3に示されているような中間値を取る。したがって最大値検出に補間法を使用することが予定される。理想的なパルス形状には線形の方法が十分である。しかしながら実際の条件では、二次多項式またはスプライン関数を基礎とする高度な補間法を使用することが有利である。光伝播時間 T_0 に関する結果は補間曲線の最大値からだけではなく、必要に応じて他の形状判定、交点などから求めることができる。種々の伝播時間 T_0 を有する光パルス3を測定する際には、信号値の補間曲線は調節されたトリガ遅延 T_v に関連する位置においてしかずらされないの、距離値 d が既知である場合に事前に記録された、記憶されている基準曲線との比較による評価も実施することができる。したがって補間方法及び基準比較方法でもって、距離検出の結果を精度の点で改善することができ、調節すべきトリガ遅延の数を所望の距離解像度に関して低減することができる。

【0020】

・電子的なトリガ遅延に関しては有利にはCMOS技術におけるプログラミング可能な遅延線（Programmable Delay Lines）を使用することができる。例えば、標準的に0.25 nsの増分及び256のプログラム可能なセッティングを有する遅延素子が入手可能である。将来的な発展においては0.1 nsでの増分が考えられる。したがって1.5 cmの距離解像度が可能となり、この距離解像度を補間によってさらに0.5 cm改善することができる。

【0021】

・図1に示された制御及び処理ユニットを部分的にまたは完全にCMOSセンサの電子制御ユニット内に集積することができる。

【0022】

・約千の画素を有する距離画像は室内管理及びセキュリティ管理にとって殆どの場合既に十分である。10 mの距離測定範囲に対して0.5%の解像度（5 cm）を有する距離画像を形成しようとする場合、補間によって、 $T_v = 0.6$ nsの遅延増分でもって約100の画像記録が必要とされる。このことは、5 MHzのCMOSセンサ画素データレートを想定すると、全体の3D距離画像を検知するために $1000 \times 0.2 \mu s \times 100 = 20$ msの測定時間が生じる（約50の3D画像/s）。

【0023】

目下調節されたトリガ遅延 T_v でもって測定する際に、付加的にさらに多くの光パルスを同様にチップにおいて加算することができ、これによって信号/雑音比を更に改善することができ、多重照明を対象の反射率に応じて適応的に調節することができる。

10

20

30

40

50

【 0 0 2 4 】

図 4 から図 7 を用いて詳細に説明する、C M O S センサにおける差動短時間積分の方法は以下のことを内容とする：

提案される方法は同様に光受信器の短時間積分、並びに段階的に行われる 1 つまたは複数の積分窓に相対的なレーザパルスの時間遅延を使用する。しかしながら提起された課題の第 1 の解決手段とは、短時間積分が同一の積分時間 T_i でもって並行または連続して 2 回実施されるという点で異なり、2 つの同じ長さの積分窓 2 1、2 2 は直接的に連続して起動され、したがって 1 つの共通の時間的な限界を有する。

【 0 0 2 5 】

光パルスの継続時間は有利には積分時間 T_i に比べて短い。光伝播時間に関する測定プロセスは送出されたレーザパルスが積分時間 T_i に相対的に遅延時間増分 T_v だけずらされることである。光電的な変換においては、トリガ遅延 T_v が進行する際の電圧 U の積分値はレーザパルスが 2 つの積分窓 2 1、2 2 の一方に完全に属する間は変化しない。図 4 はこの状態を示し、レーザパルスは左側の図においては第 1 の積分窓 2 1 内にあり、右側の図においては第 2 の積分窓 2 2 内に現れる。図 4 の中央の図においては、レーザパルス 3 は半分が第 1 の積分窓内にあり、他方の半分が第 2 の積分窓内にある。この移行の直前に、受信した光強度の電圧 U の積分値はそれぞれの積分窓から時間的に推移することによって相応に減少するが、他方ではそれに直ぐ続く積分窓において積分された光強度は相応に増大する。したがって対象位置までのそれぞれの距離 d に対応するトリガ遅延が所定である場合には、2 つの積分窓において測定される電圧は等しい。電圧の差はほぼ零である。この零通過は非常に急峻であるので、したがって精確に検出することができる。さらには簡単な補間方法で重要な精度を達成することができる。

【 0 0 2 6 】

図 7 は C M O S センサにおける差動短時間積分での短信号の評価を図示したものである。電圧 / 時間グラフに示された関数は測定点をつなぎ合わせることによって確立され、個々の測定点は一定のトリガ遅延 T_v を用いた測定から生じる。このトリガ遅延は、遅延時間増分 T_v またはその倍数と加算された初期値または零値からなる。段階的に一定に維持されるそれぞれのトリガ遅延の値に対して測定点が生じる。測定点を記録している間に例えば前述の多重照明が行われ、その結果積分はこの多重照明が終了すると初めて行われる。

【 0 0 2 7 】

図 5 においてはさらに、使用される直接的に連続する 2 つの積分窓のうちの 1 つからの電圧値が負に移行し、関数は零通過を示すことが分かる。参照記号 n_0 でもって零通過前の遅延段の番号が表される。図 5 に表されたピクセル距離 d に関する等式において対象とセンサとの距離は値 n_0 を包含している。図 5 に示された関数の零通過は通常補間方法によって求められる。図 4 から図 7 を同時に考慮する際に、積分窓 2 1、2 2 の時間的なコーナ値 (Eckwert) は時点 T_1 、 T_2 及び T_3 によって表されまた明示されている。第 1 の積分窓 2 1 に関しては、この積分窓 2 1 が T_1 において開かれ、 T_2 において閉じられることを意味する。第 2 の積分窓 2 2 は T_2 において開かれ、 T_3 において閉じられる。

【 0 0 2 8 】

図 6 及び図 7 はそれぞれ複数のフォトダイオードのうちの 1 つに関連し、このフォトダイオードは 1 つの光電チップにおいて 1 つの画素に関して受信されたそれぞれの光パルスを記録し、転送する。直接的に連続する同じ長さの時間窓を介する短時間積分は受信側のトリガ遅延と関連しており、このトリガ遅延は段階的に殊に同一の値だけ増加する。時間的に一定な各トリガ遅延において、少なくとも 1 回の照明及び少なくとも 1 回の積分が時間窓に関して行われている。一定のトリガ遅延を有する各段では、殊に多重照明が行われる。

【 0 0 2 9 】

光伝播時間を用いた評価により距離値に変換することができるトリガ遅延値の検出は、受信した光パルスが段階的に 2 つの直接的に連続する積分窓 2 1、2 2 を掃引走査するこ

10

20

30

40

50

とによって行われる。評価は好適にはアナログ電圧信号値のデジタル化に続いて行われる。この方法の利点は2つの時間窓内の積分が絶対的に等しいことである。照明は異なるレーザパルスに由来するが、その経過は極僅かに相互に偏差するにすぎない。

【0030】

図6には、構造的に並行な評価が可能である評価回路が示されている。各積分窓には構造的に等しい積分器が配属されている。生じた信号はそれぞれ中間記憶ユニットSHを介して差動増幅器に加えられ、これによって差画像を形成することができる。しかしながら測定の際の時間的な積分範囲は連続して繋がっているため、積分は時間的にずらされている。つまりセクションAでは T_1 から T_2 までの時間枠が第1の積分窓21に応じて考慮され、セクションBでは T_2 から T_3 までの相応の時間枠においては積分窓22の枠が考慮される。

10

【0031】

図7は同一の方法原理を示すが、ここではフォトダイオードの構成は並行な積分を可能にする。フォトダイオードは2つの別個のセクションに分割されており、各セクションは同一の光学的な強度を受信する。このためには図7に示されているような、菱形のパターンが殊に良好に適している。フォトダイオードを2つの別個のフォトダイオードに分離することにより、完全に相互作用の無い2つの積分が実行される。したがって図7による回路は、全体のフォトダイオードにおいてそれぞれ存在する2つのセクションの並行な評価を可能にし、これらのセクションはそれぞれ1つの積分器に供給される。一方の時間的な積分はやはり T_1 から T_2 までの時間枠における第1の積分窓21に関連し、第2の積分

20

【0032】

本発明による方法でもって、距離測定に関連する測定精度を従来技術に比べ三倍に改善することができる。それに必要とされるレーザ出力をファクタ10ほど低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【0033】

【図1】三次元距離画像を形成するための測定装置を示す。

【図2】相関的な光伝播時間測定方法の原理を示す。

30

【図3】伝播時間遅延 T_0 を検出するために最大値を求めるための補間を示す。

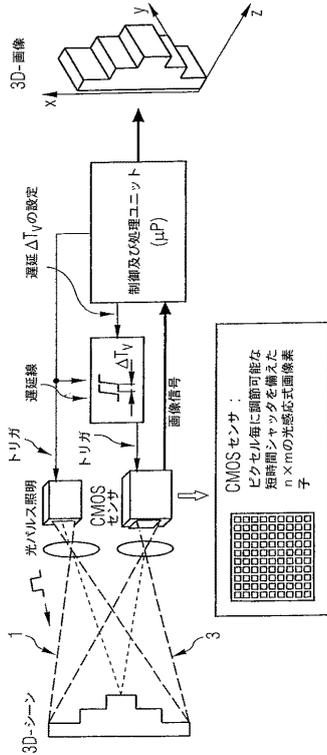
【図4】CMOSセンサにおける異なる短時間積分を用いる距離画像の形成を示す。

【図5】CMOSセンサにおける異なる短時間積分を用いる距離画像の形成を示す。

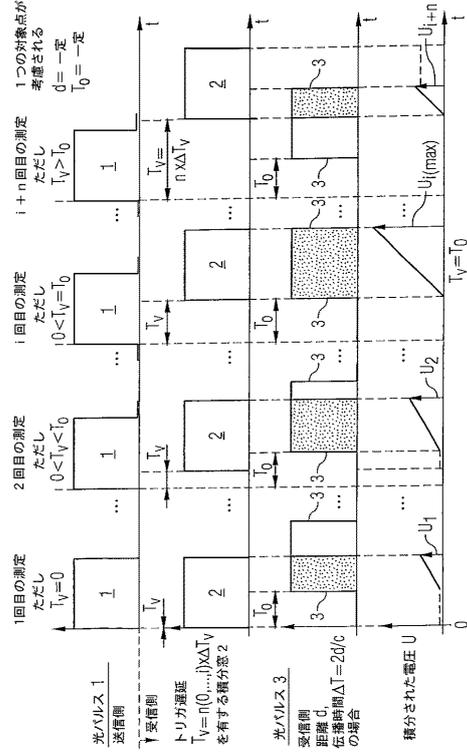
【図6】CMOSセンサにおける異なる短時間積分を用いる距離画像の形成を示す。

【図7】CMOSセンサにおける異なる短時間積分を用いる距離画像の形成を示す。

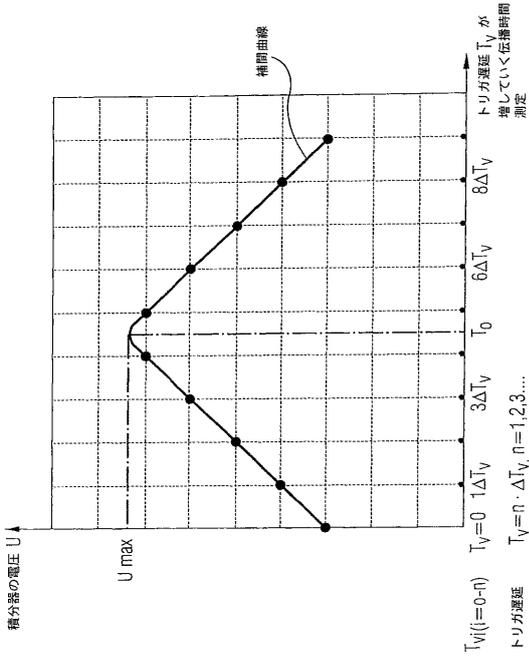
【 図 1 】



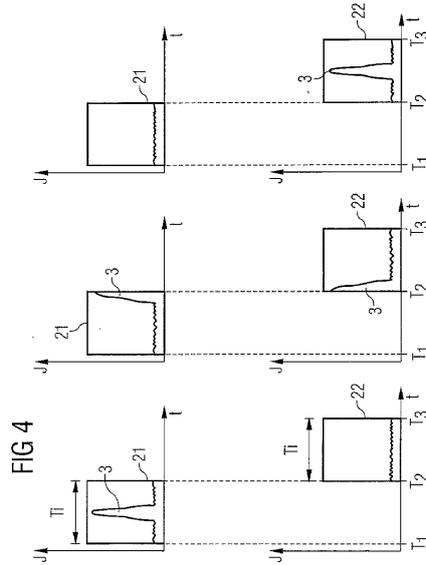
【 図 2 】



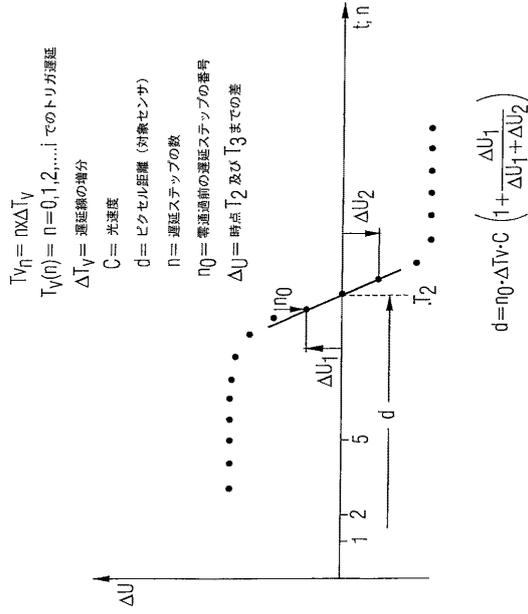
【 図 3 】



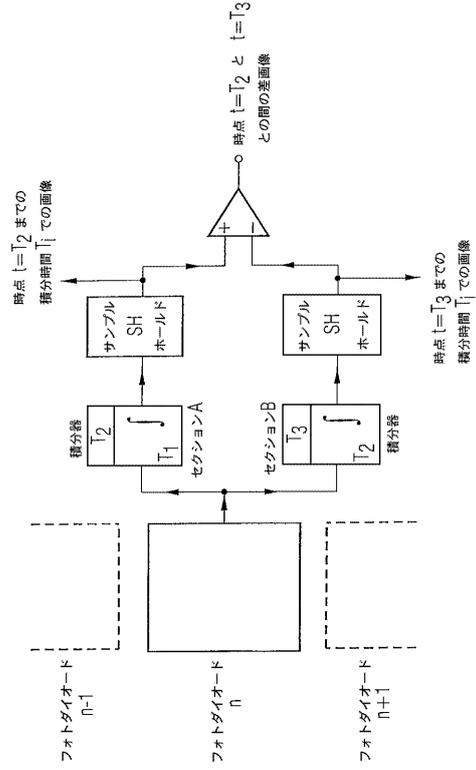
【 図 4 】



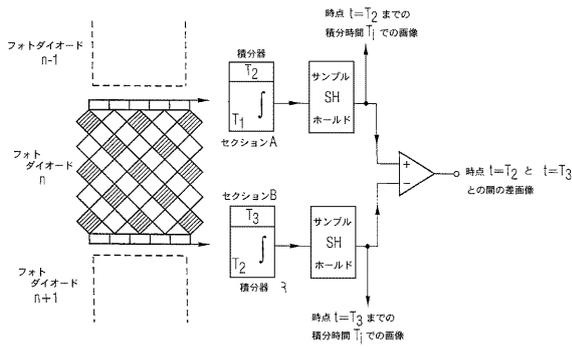
【図5】



【図6】



【図7】



フロントページの続き

- (74)代理人 100099483
弁理士 久野 琢也
- (74)代理人 100110593
弁理士 杉本 博司
- (74)代理人 100128679
弁理士 星 公弘
- (74)代理人 100135633
弁理士 二宮 浩康
- (74)代理人 100114890
弁理士 アインゼル・フェリックス＝ラインハルト
- (72)発明者 ペーター メンゲル
ドイツ連邦共和国 アイヒェナウ ロッゲンシュタイナーアレー 3 2
- (72)発明者 ギュンター デーメンス
ドイツ連邦共和国 ホルツキルヒェン アイヒェンフェルトシュトラッセ 4

審査官 鈴野 幹夫

- (56)参考文献 特開平09 - 044785 (JP, A)
特開2001 - 116516 (JP, A)
実開平07 - 006781 (JP, U)
特表平11 - 508359 (JP, A)
特表2002 - 500367 (JP, A)
国際公開第99 / 034235 (WO, A1)
特開平07 - 110381 (JP, A)
特開平06 - 317656 (JP, A)
特開2000 - 055632 (JP, A)
特表平11 - 508371 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01B 1/00-21/32
G01S 17/00-17/10