

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3774225号

(P3774225)

(45) 発行日 平成18年5月10日(2006.5.10)

(24) 登録日 平成18年2月24日(2006.2.24)

(51) Int. Cl.

G 0 1 B 11/24 (2006.01)

F I

G O 1 B 11/24 A

G O 1 B 11/24 K

請求項の数 8 (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2004-302215 (P2004-302215)  
 (22) 出願日 平成16年10月15日(2004.10.15)  
 (65) 公開番号 特開2006-112978 (P2006-112978A)  
 (43) 公開日 平成18年4月27日(2006.4.27)  
 審査請求日 平成16年10月15日(2004.10.15)

(73) 特許権者 503360115  
 独立行政法人科学技術振興機構  
 埼玉県川口市本町4丁目1番8号  
 (73) 特許権者 502265079  
 佐藤 幸男  
 東京都港区麻布十番二丁目8番6号  
 (73) 特許権者 504279599  
 柴田 進  
 愛知県名古屋市中千種区京命2丁目1番16号  
 (74) 代理人 100075258  
 弁理士 吉田 研二  
 (74) 代理人 100096976  
 弁理士 石田 純

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 三次元計測センサ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

光切断法による三次元形状の計算のための情報を取得するセンサであって、  
 光検出器が行列状に配列されて構成される光検出器アレイと、  
 光検出器アレイの行ごとに設けられ、対応する行に属する光検出器の出力に接続された  
 行信号ラインと、

光検出器アレイの光検出器を列単位で選択し、選択された各光検出器の出力信号をそれ  
 ぞれ対応する行信号ラインへと出力させると共に、光切断法のために走査されるスリット  
 光の光検出器アレイ上での像が実質上静止していると見なせる程度に短い行走査期間の間  
 に、選択する列を行の一方端から他方端へと順に切り換える行走査回路と、

行信号ラインごとに設けられる受光位置検出回路であって、行走査期間ごとに、対応す  
 る行信号ラインを流れる信号の、その行走査期間におけるピークを検出し、このピークを  
 検出したタイミングに基づき、その行走査期間での光検出器アレイの当該行における受光  
 位置の情報を求める受光位置検出回路と、

行走査期間ごとに各受光位置検出回路が求めた受光位置の情報を出力する出力回路と、  
 を備える三次元計測センサ。

【請求項2】

前記行走査回路の動作基準であるクロック信号をカウントするカウンタを更に備え、  
 前記各受光位置検出回路が、前記ピークを検出したタイミングにおける前記カウンタの  
 カウント値を前記受光位置の情報として出力する、

10

20

請求項 1 記載の三次元計測センサ。

【請求項 3】

前記行走査回路の動作基準であるクロック信号をカウントするカウンタと、  
前記カウンタのカウント値に対応する受光位置の情報を記憶したルックアップテーブルと、

を更に備え、

前記各受光位置検出回路は、前記カウンタのカウント値に対応する受光位置の情報を前記ルックアップテーブルから読み出して出力する、

請求項 1 記載の三次元計測センサ。

【請求項 4】

前記各受光位置検出回路が、前記ピークを検出したタイミングに基づき、前記受光位置に対応する信号レベルを有する信号を前記受信位置の情報として生成する、請求項 1 記載の三次元計測センサ。

【請求項 5】

前記各受光位置検出回路が、

対応する前記行信号ライン上の信号のピークレベルを保持するピークホールド回路と、

該ピークホールド回路の出力を微分する微分回路と、

所定の基準信号を積分する積分回路と、

前記微分回路の出力がオンレベルになった時に前記積分回路が蓄積した電荷を放電させ、前記微分回路の出力がオフレベルにある間は前記積分回路に電荷を蓄積させる制御素子と、

を備え、前記出力回路は、前記行走査期間完了時の前記積分回路の出力を前記受光位置の情報として出力する、請求項 4 記載の三次元計測センサ。

【請求項 6】

前記受光位置検出回路が、

対応する前記行信号ライン上の信号のピークレベルを保持するピークホールド回路と、

該ピークホールド回路の出力を微分する微分回路と、

行走査期間の開始からの経過時刻に応じた信号レベルを持つ受光位置信号を生成する受光位置信号生成回路と、

前記微分回路の出力によってトリガされ、トリガの時点における前記受光位置信号をサンプリングして保持するサンプルホールド回路と、

を備え、前記出力回路は、前記行走査期間完了時に前記サンプルホールド回路が保持する信号を、前記受光位置の情報として出力する、請求項 4 記載の三次元計測センサ。

【請求項 7】

計測対象に対するスリット光の投影角度を求めるための角度カウンタと、

行走査期間において各受光位置検出回路が求めた受光位置の情報を、その行走査期間における前記角度カウンタのカウント値と対応づけて記憶する記憶処理部と、

を更に備える請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の三次元計測センサ。

【請求項 8】

計測対象に対するスリット光の投影角度を求めるための角度カウンタと、

行走査期間において各受光位置検出回路が求めた受光位置の情報と、その行走査期間完了時の前記ピークホールド回路の出力とを、その行走査期間における前記角度カウンタのカウント値と対応づけて記憶する記憶処理部と、

を更に備える請求項 5 又は 6 に記載の三次元計測センサ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、対象物の三次元形状を計測するためのセンサに関する。

【背景技術】

【0002】

10

20

30

40

50

光学系を利用した三次元物体の形状計測は、様々な産業分野で利用されつつある。その中で、実用性が高いと考えられている手法として光切断法がある。光切断法では、スリット状又はスポット状の光を対象物に照射したときの対象物表面の反射光をカメラで捉え、光源とカメラの位置関係から、三角測量の原理で対象物表面の各点の三次元座標を求める。

#### 【0003】

光切断法による三次元形状計測のための装置として、例えば、非特許文献1（特に「3.2.3 イメージエンコーダ」参照）に示される装置がある。この装置では、対象物に対してスリット光を掃引したときの画像をCCDカメラで撮像し、そのカメラの出力するビデオ信号をイメージエンコーダに入力する。イメージエンコーダには、そのビデオ信号の他に、スリット光の投光角度を示すコード化信号が入力される。イメージエンコーダは、入力されるビデオ信号に対して、各画素ごとに輝度のピークホールド処理をリアルタイムで行うと共に、そのピークホールド処理により各画素が最大輝度を取ったタイミングを検出し、そのタイミングにおけるコード化信号を当該画素のコード化値として記憶することで、光切断法が適用可能なコード化画像を形成する。

10

#### 【0004】

しかし、この非特許文献1に示される装置は、CCDカメラの1読出走査期間の間は、スリット光の投影位置が実質的に変化しないことを前提としており、物体の形状計測にはスリット光の位置を徐々に変えながらその読出走査を繰り返し行わなければならない。一般的なCCDカメラは読出走査が1/30秒や1/60秒程度なので、この装置で1つの物体の三次元形状を求めるには非常に時間がかかり、動いている物体には実質上適用できない。

20

#### 【0005】

このような問題に対し、本発明の発明者の一人は、特許文献1に示す装置を提案した。この装置は光検出器ごとに要素メモリを備えた非走査型の撮像素子を備えており、各要素メモリは時間経過信号 $t$ を伝えるバスに接続されている。そして、光検出器がスリット光を検出した時に発する受光出力をトリガとして要素メモリに与え、これにより要素メモリがその時バスから供給されている時間経過信号 $t$ の値をラッチする。この構成によれば、対象物に対してスリット光を1回掃引する間に、撮像素子の各要素メモリには、対応する光検出器にスリット光が当たった時刻に対応する情報が記憶される。すなわちこの装置では、スリット光1掃引の間に撮像素子の要素メモリ群に対し、非特許文献1のイメージエンコーダの生成するコード化画像と同等の情報が蓄積される。したがって、スリット光1掃引につき1度撮像素子のメモリ群の読出走査を行えばよい。このように、特許文献1の装置によれば、撮像素子の読出走査と同等の速度でスリット光を掃引しても形状計測ができるので、リアルタイムに近い形状計測が可能になった。

30

#### 【0006】

しかし、この特許文献1の装置では、撮像素子の各光検出器ごとに要素メモリを設ける必要があるため、撮像素子の大型化を招いたり、製造のしやすさの点で不利になったりといった問題があった。

#### 【0007】

また、上記問題の解決のために別のアプローチをとった従来技術として、非特許文献2に示すものがある。これは撮像素子を高速読み出しすることでリアルタイム対応能力を高めようとするものであり、光検出器アレイに加えて、各画素（4色の光検出器で1画素）ごとに4フレーム分の信号を記憶できるアナログメモリアレイと、そのメモリアレイの列ごとに比較器及び出力ラッチと、を備えたCMOSセンサを用いている。このセンサでは、各画素の信号が3.3kfps（キロ・フレーム毎秒）の高いフレームレートで読み出され、読み出された信号がアナログメモリアレイの対応フレームのセルに記憶される。そして、アレイ各列の画素ごとに順に、その列の比較器によりアナログメモリアレイに記憶された4フレーム分の信号のうちの時間的に後の2フレーム分の和から前の2フレーム分の和を引いた差信号を求め、この信号が0の時は出力ラッチに値「0」を保持させ、その

40

50

信号が負値から 0 になった時（これがスリット光のピークが当該画素上にあるタイミングである）には出力ラッチに「1」を保持させる。各列の出力ラッチを高速に読み出せば、1 フレーム（光検出器アレイの 1 読出走査期間）ごとに、各画素にスリット光のピークが当たっているか否かを求めることができる。フレームの番号がスリット光の投影角度に対応しており、このセンサにより各画素が何フレーム目でスリット光ピークを検出したかが分かるので、対象物の三次元形状を求めることができる。

【0008】

非特許文献 2 のセンサは、アナログメモリアレイや比較器、出力ラッチなどの回路構成を光検出器アレイの外に設けることにより、光検出器アレイの開口率の向上を見込めるが、1 画素当たり 4 フレーム分のアナログ信号メモリが必要であり、素子全体としての回路規模が大きくなるという問題がある。1 画素当たり 4 フレーム分というのが仮に一例であるとしても、同一画素の受光信号の時間的な差分からスリット光のピークを求めるという原理を採用している以上、1 画素当たり少なくとも 2 フレーム分のアナログ信号メモリは必要である。

10

【0009】

また、特許文献 2 には、三次元計測のための撮像素子として、複数の画素が二次元配列され、各画素がスリット光の撮像面上での掃引方向に長い形状を有し、掃引方向と直交する方向に隣り合う画素同士が掃引方向にずれて配置されているものが開示されている。また、この文献には、隣接する画素の出力値を比較してその差分が反転した撮像素子上での空間位置を記憶することで、スリット光がどの画素に当たっているかを特定する方式が開示されている（第 7 段落及び第 26 段落参照）。

20

【0010】

しかしながら、特許文献 2 にはその方式を実現するための具体的なハードウェア回路構成は示されていない。

【0011】

また、特許文献 3 には、対象物の三次元形状を求めるための装置として、0 次モーメント演算器と 1 次モーメント演算器とにより、ライトパターン光が伸びる方向における各位置での該方向に対して垂直の方向での 0 次モーメント、1 次モーメントを、受光素子アレイにて略同時刻に得られた出力信号に相当するデジタル信号を積分して求める装置が開示されている。この装置では、光検出器アレイの各受光素子の光電出力を、それぞれ多値のデジタル信号に変換し、そのデジタル信号に対してモーメント演算処理を施している。

30

【0012】

特許文献 3 の装置は、各受光素子の光電出力をアナログ・デジタル変換したり、得られたデジタル値をパラレル読み出ししたりするなど、様々な処理のために複雑な回路構成が必要であり、製造コストが高かった。

【0013】

【非特許文献 1】吉澤徹編「三次元光学 1 - 光三次元計測」, 初版, 株式会社新技術コミュニケーションズ, 1993 年 3 月, p. 38 - 51

【非特許文献 2】杉山寿伸、外 3 名, 「カラー動画撮像と実時間 3 次元計測が可能な CMOS センサー」, 社団法人映像情報メディア学会技術報告, 社団法人映像情報メディア学会, 2002 年 3 月 18 日, 第 26 巻, 第 26 号, p. 1 - 6

40

【特許文献 1】特公平 6 - 025653 号公報

【特許文献 2】特開 2001 - 053261 号公報

【特許文献 3】特開 2002 - 365022 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0014】

本発明は、比較的簡素な回路構成で対象の三次元形状の計測に用いるデータを収集できるセンサを提供する。

【課題を解決するための手段】

50

## 【0015】

本発明に係る三次元計測センサは、光切断法による三次元形状の計算のための情報を取得するセンサであって、光検出器が行列状に配列されて構成される光検出器アレイと、光検出器アレイの行ごとに設けられ、対応する行に属する各光検出器の出力に接続された行信号ラインと、光検出器アレイの光検出器を列単位で選択し、選択された各光検出器の出力信号をそれぞれ対応する行信号ラインへと出力させると共に、光切断法のために走査されるスリット光の光検出器アレイ上での像が実質上静止していると見なせる程度に短い行走査期間の間に、選択する列を行の一方端から他方端へと順に切り換える行走査回路と、行信号ラインごとに設けられる受光位置検出回路であって、行走査期間ごとに、対応する行信号ラインを流れる信号の、その行走査期間におけるピークを検出し、このピークを検出したタイミングに基づき、その行走査期間での光検出器アレイの当該行における受光位置の情報を求める受光位置検出回路と、行走査期間ごとに各受光位置検出回路が求めた受光位置の情報を出力する出力回路と、を備える。

10

## 【0016】

ここで、行走査回路での光検出器の「列単位で」の選択は、1列ごとに限るものではなく、連続する複数の列をまとめて選択するようにしてもよい。

## 【0017】

本発明の好適な態様では、前記各受光位置検出回路が、対応する前記行信号ライン上の信号のピークレベルを保持するピークホールド回路と、該ピークホールド回路の出力を微分する微分回路と、所定の基準信号を積分する積分回路と、前記微分回路の出力がオンレベルになった時に前記積分回路が蓄積した電荷を放電させ、前記微分回路の出力がオフレベルにある間は前記積分回路に電荷を蓄積させる制御素子と、を備え、前記出力回路は、前記行走査期間完了時の前記積分回路の出力を前記受光位置の情報として出力する。

20

## 【0018】

本発明の別の好適な態様では、前記受光位置検出回路が、対応する前記行信号ライン上の信号のピークレベルを保持するピークホールド回路と、該ピークホールド回路の出力を微分する微分回路と、行走査期間の開始からの経過時刻に応じた信号レベルを持つ受光位置信号を生成する受光位置信号生成回路と、前記微分回路の出力によってトリガされ、トリガの時点における前記受光位置信号をサンプリングして保持するサンプルホールド回路と、を備え、前記出力回路は、前記行走査期間完了時に前記サンプルホールド回路が保持する信号を、前記受光位置の情報として出力する。

30

## 【0019】

更に好適な態様では、三次元計測センサは、計測対象に対するスリット光の投影角度を求めるための角度カウンタと、行走査期間において各受光位置検出回路が求めた受光位置の情報と、その行走査期間完了時の前記ピークホールド回路の出力値とを、その行走査期間における前記角度カウンタのカウント値と対応づけて記憶する記憶処理部と、を更に備える。

## 【0020】

この態様の三次元形状センサは、三角法の原理に基づく三次元座標の計算のための基礎となるデータとして、角度カウンタの値と受光位置の情報を提供することができる。更に、このセンサが提供する受光位置の情報とピークホールド回路の出力値を組み合わせれば、計測対象の輝度分布を示す輝度画像を形成することができる。

40

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【0021】

以下、図面を参照しつつ本発明の好適な実施の形態を説明する。

## 【0022】

まず、本発明に係る三次元計測センサが適用される光切断法による三次元形状計測の原理を、図1を参照して説明する。

## 【0023】

図1に示すように、光切断法では、レーザ1及びレンズ系2等からなる光源からスリッ

50

ト光 5 を発し、そのスリット光 5 をポリゴンミラーなどの偏向装置 3 などで反射させて対象物体 4 に投影する。これにより対象物体 4 の表面がスリット状に照明される。対象物体 4 の表面からの反射光は、撮像装置 7 のレンズ系で集束され、撮像素子の撮像面 8 に結像する。撮像面 8 には、対象物体 4 表面のスリット状の被照明部分 6 に対応するスリット状部分 9 のみが明るく、他の部分は暗くなった像が形成される。このとき、対象物体 4 上の被照明部分 6 上の点の三次元座標は、その点に対応する撮像面 8 上のスリット状部分 9 上の点の二次元位置、光源（レーザ 1）と撮像面 8 の位置、及びその時のスリット光 5 の投影方向（角度）から三角測量の原理で求められる。そして、偏向装置 3 の反射面を回転させることにより、スリット光 5 で対象物体 4 の表面を一方端から他方端へと走査する。原理上、対象物体 4 表面のすべての点（もちろん光学系の構成上影になる部分は除く）は、この 1 回の走査の間に一回だけスリット光により照明されるので、上述の三角測量の原理でその三次元位置を特定できる。

10

**【 0 0 2 4 】**

以上、概略を説明したが、光切断法の原理や大まかなシステム構成については、上述の各先行技術文献（特に非特許文献 1）や、井口征治・佐藤宏介共著「三次元画像計測」，初版，昭晃堂，1990年11月20日発行，p36 - 40（2.2.2 スリット光投影法）に示されており、周知のものであるので、これ以上の説明は省く。

**【 0 0 2 5 】**

本実施形態では、この光切断法による三次元形状計測に好適な三次元計測センサを提供する。本実施形態の計測原理を、図 2 を参照して説明する。

20

**【 0 0 2 6 】**

本実施形態の装置は、撮像面 8 上の各画素（光検出器）の位置にスリット光が入射した時刻のデータを生成する。画素にスリット光が入射した時刻はスリット光の投影角度を示す。各画素の撮像面 8 上での位置及び光源の位置は既知なので、その時刻が分かれば、その画素に対応する対象物体 4 上の点の三次元座標が計算できる。この考え方自体は、特許文献 1 と同じものである。特許文献 1 の方式では、スリット光の入射を検出してその時刻を保持する回路を画素ごとに設ける点がコストその他の点で問題であったので、本実施形態ではその点の改善を目指す。

**【 0 0 2 7 】**

図 2 に模式的に示すのは、撮像装置 7 の撮像面 8 に並んだ光検出器 10（例えばフォトダイオード）の行列（アレイ）のうちの 1 つの行である。この行に属する各光検出器 10 は、共通の信号ライン 12 に接続されており、光の検出により生じた検出信号をその信号ライン 12 に出力する構成となっている。

30

**【 0 0 2 8 】**

ここでは、この行の方向が、光切断法でスリット光を走査する方向と同じであるものとする。すなわちこれは、行の方向がスリット光走査方向と平行になるように撮像装置 7 を設置した場合である。この場合、撮像面 8 上のスリット光の像は、撮像面 8 の光検出器 10 の行列の各行を横切ることになる。なお、ここでスリット光の走査方向と言っているのは、偏向装置 3 によるスリット光の走査に応じて撮像装置 7 の撮像面に結像されるスリット光が移動する方向のことである。

40

**【 0 0 2 9 】**

このような光検出器 10 群の並ぶ行に対しある瞬間に入射するスリット光の強度パターンは、例えば図示の入射強度パターン 100 のように、1 つの急峻なピークを持ったパターンとなる。1 本のスリット光が行を横切っているからである。したがって、スリット光が静止していると見なせるほどの短い時間の間に、行の読出走査、すなわち、各光検出器 10 の出力を行の一方端から他方端へと順に 1 つずつ信号ライン 12 に読み出す走査を行えば、信号ライン 12 には図示のように 1 つの大きなピークをもつ出力信号 200 が流れることになる（なお、厳密には、信号を出力する光検出器 10 を順に切り換えていくため信号ライン 12 上の出力信号は図示のような滑らかなものとはならないが、大略的な傾向は図示の通りである）。なお、図示例は、左から右に順に光検出器 10 を選択していった

50

ときの出力信号 200 である。

【0030】

そして、1 回の読出走査（すなわち水平走査（或いは行走査））の開始時点からピークまでの時間 A、或いはピークから読出走査の終了時点までの時間 B を計測すれば、1 行の中でのピークの位置を求めることができる。

【0031】

1 行の読出走査は、水平走査回路 14 により行われる。水平走査回路 14 は例えばパラレル出力のシフトレジスタで構成される。この場合、シフトレジスタのうちの 1 段を H（ハイ）レベル（"1"）とし他の段を L（ロー）レベル（"0"）として、それをタイミング制御部 16 から供給されるクロック信号に従って一方端から他方端へと順にシフトしていく。そして、各段の出力により、それぞれ対応する各光検出器 10 の出力と信号ライン 12 との間を断続するスイッチを開閉する。なお図示の瞬間は、左から 5 番目の光検出器 10 に対応する段のみがハイレベルなので、その 5 番目の光検出器 10 の出力（0 に近い低いレベルの信号）が信号ライン 12 に出力される。

10

【0032】

この信号ライン 12 上の信号を位置検出部 18 で処理することで、その時点でのその行における入射光のピークの位置を求める。ピーク位置は、例えば、水平走査回路 14 のシフト動作の基準とするクロック信号をカウンタでカウントし、信号のピークを検出したタイミングでのそのカウンタのカウント値を取得することにより求めることができる。カウンタを 1 水平走査期間ごとにクリアするようにすれば、カウンタの値は水平走査の開始時点からピーク検出時点までの時間 A を示す。なお、ピーク位置の求め方はこれに限るものではなく、後で他の例も説明する。

20

【0033】

以上のような構成により、行上での入射光のピーク位置が求められる。このピーク位置を、記録処理部 22 が、スリット光の投影角度を求めるためのカウンタ 20 のカウント値と対応づけて記録する。このカウンタ 20 は、例えば、水平走査回路 14 の 1 水平走査期間ごとに 1 つカウントアップし、スリット光の 1 回の走査が終了するごとにカウント値をクリアすればよい。

【0034】

以上、1 行の構成を説明したが、この行を複数並べれば、撮像面 8 の画素行列（アレイ）を構成できる。この場合、水平走査回路 14、タイミング制御部 16、カウンタ 20 及び記録処理部 22 はそれら複数の行に対して 1 つ設ければよい。

30

【0035】

また以上では、1 水平走査期間における処理を説明したが、この処理をスリット光の走査期間の間繰り返せば、スリット光走査の間に各画素位置に対してスリット光が入射した時刻のデータを求めることができる。これにより、対象物体 4 全体の三次元形状の計算に必要な基礎データが収集できる。

【0036】

なお、以上では、画素行列の行の方向をスリット走査方向に平行にした場合を説明したが、原理的にはスリット光の像が行列の各行を横切れば上記のデータ収集処理が実行できるので、平行にする場合がもっとも良好な態様ではあるが、必ずしも平行でなくてもかまわない。

40

【0037】

また以上では、1 行の中で同時に読み出すのは 1 つの光検出器 10 のみであったが、感度向上等のために隣り合う複数個の光検出器 10 の出力を同時に読み出すようにすることもできる。

【0038】

次に、図 3 を参照して、本実施形態の三次元計測センサの回路構成の例を説明する。図 2 の原理構成における構成要素に該当する回路要素には、それぞれ同一の符号を付す。

【0039】

50

図3に示す回路構成では、画素回路11が行列状に配列されており、同じ行(水平ライン)に属する複数(図示例では4個)の画素回路11は、共通の信号ライン12に接続されている。図示は省略するが、画素回路11は、光検出器10と、その光検出器10の出力と信号ライン12との間を断続するためのスイッチを備えている。このスイッチは、水平走査回路14からアドレスライン15を介して供給される制御信号に応じ、オン・オフされる。同じ列に属する複数(図示例では4個)の画素回路11同士のスイッチは、共通のアドレスライン15に接続され、同時にオン・オフされる。水平走査回路14は、画素回路11群の列のうちの1列(又は連続する所定数の列)のアドレスライン15にのみオン信号(例えばHレベル信号)を供給し、他の列にはオフ信号(例えばLレベル)の信号を供給する。そして、水平走査回路14は、オン信号を供給する列を、一方向(例えば右から左)に向かって、タイミング制御部16から与えられるクロック信号に応じて一定周期ごとに1列ずつ、シフトしていく。このようなシフト動作により、1水平走査期間の間に、行列の一方の行端から他方の行端までの各列が順に選択されることになる。このような水平走査により、各行の信号ライン12に対し、それぞれその行における入射光の強度ピークの位置を示す図2に例示したような出力信号が出力される。

10

**【0040】**

各信号ライン12は、それぞれピークホールド回路30に接続され、ピークホールド回路30の出力はタイミング検出回路32の入力に接続される。これらピークホールド回路30及びタイミング検出回路32の組が、図2の原理構成における位置検出部18に該当する。

20

**【0041】**

ピークホールド回路30は、信号ライン12から入力される信号のピーク値を保持して出力する。各ピークホールド回路30の出力は、それぞれ対応するタイミング検出回路32に入力される。タイミング検出回路32は、ピークホールド回路30の出力に基づきピークタイミング信号を生成し、生成したピークタイミング信号から、距離信号を生成して出力する。距離信号は、当該信号ライン12に対応する画素の行においてもっとも明るい画素(すなわちスリット光が入射している画素)から、その行の一方の端部(この例では右端)までの距離を示す信号である。

**【0042】**

ピークホールド回路30及びタイミング検出回路32の回路構成の一例を、図4を参照して説明する。

30

**【0043】**

図示例のピークホールド回路30は、入出力のインピーダンス変換のための2つのボルテージホロワ回路とピーク電圧保持のための容量C1から構成される、一般的なピークホールド回路である。信号ライン12は、第1のボルテージホロワ回路を構成するオペアンプOP1の非反転入力端子に接続される。オペアンプOP1の出力端子は整流用のダイオードD1のアノードに接続される。ダイオードD1のカソード側は、オペアンプOP1の反転入力端子に接続され、これにより第1のボルテージホロワ回路が構成される。また、ダイオードD1のカソード側は、第2のボルテージホロワ回路のオペアンプOP2の非反転入力端子に接続される。このダイオードD1のアノード側に接続されたオペアンプOP2の非反転入力端子には、ピーク電圧保持用の容量C1の一端が接続され、この容量C1の他端はグランド端子に接続されている。オペアンプOP2の出力端子は、そのオペアンプOP2自身の反転入力端子に接続され、これにより第2のボルテージホロワ回路が構成される。このオペアンプOP2の出力端子からの出力が、ピークホールド回路30の出力となる。

40

**【0044】**

タイミング検出回路32は、微分回路322と距離信号生成回路324から構成される。

**【0045】**

微分回路322は、オペアンプを用いた一般的な微分回路である。微分回路322を構

50



成する容量C2の一方端がピークホールド回路30の出力に接続され、他方端がオペアンプOP3の反転入力端子に接続されている。オペアンプOP3の非反転入力端子はグラウンドに接続され、出力端子はそのオペアンプOP3の反転入力端子に接続されている。オペアンプOP3の出力端子からは、ピークホールド回路30の出力信号を微分した信号が出力される。

#### 【0046】

距離信号生成回路324は、トランジスタTR1、容量C3、抵抗R1、オペアンプOP4から構成される。例示の回路におけるトランジスタTR1はNPN型であり、ベースが、微分回路322の出力、すなわちオペアンプOP3の出力端子に接続され、エミッタがグラウンドに接続されている。またトランジスタTR1のコレクタはオペアンプOP4の非反転入力端子に接続される。このトランジスタTR1のコレクタに接続されたオペアンプOP4の非反転入力端子には抵抗R1の一端が接続され、抵抗R1の他端はタイミング制御部16の水平走査信号出力端子に接続されている。水平走査信号は、水平走査期間を示す信号であり、例えば水平走査期間の間Hレベルとなる信号である。また、オペアンプOP4の非反転入力端子には、抵抗R1を介して入力される水平走査信号に応じて電荷を蓄積する容量C3の一端が接続される。容量C3の他端はグラウンドに接続される。オペアンプOP4の出力端子は、そのオペアンプOP4自身の反転入力端子に接続され、ボルテージホロワ回路を構成している。このオペアンプOP4の出力端子からの出力信号が、画素の行における入射光のピーク位置からその行の端部までの距離を示す距離信号である。

#### 【0047】

次に、ピークホールド回路30とタイミング検出回路32の動作を、図5の信号タイミングチャートを参照しながら説明する。

#### 【0048】

図5において、(a)は、タイミング制御部16から距離信号生成回路324に供給される水平走査信号のタイミングチャートである。この水平走査信号は、センサの水平走査期間の間Hレベルとなり、その後次の水平走査期間が始まるまではリセットされてLレベルとなる。

#### 【0049】

(b)は、ピークホールド回路30への入力信号、すなわち信号ライン12上の信号と、ピークホールド回路30の出力信号のタイミングチャートである。水平走査により光検出信号を出力する光検出器10を順に切り換えていくので、信号ライン12からの入力信号は、図に実線で示すようにいくつかのピークを持つ信号となり、入射光のピークが入射した光検出器10から信号が出力されるタイミングで最大のピークとなる。ピークホールド回路30の出力信号は、破線で示すような信号となる(破線が見えない区間は、実線と重なっているものと理解されたい)。

#### 【0050】

(c)は、微分回路322の出力信号のタイミングチャートである。この信号は、(b)において破線で示したピークホールド出力信号を微分した信号なので、信号ライン12からの入力信号のピーク値がホールドされている期間は間はLレベルとなり、ホールドされた値よりも入力信号のレベルが上がると、Hレベルとなる。入力信号の最大ピークに達するまでには何度かレベルの上下があるが、最大ピークを越えた後はその水平走査期間の最後までずっとLレベルである。

#### 【0051】

(d)は、距離信号生成回路324から出力される距離信号のタイミングチャートである。距離信号は、水平走査信号により容量C3に蓄積された電荷に応じたレベルの信号となる。ここで、微分回路322の出力信号(以下、微分出力という)がHレベルになってトランジスタTR1がオン状態になると、容量C3に蓄積された電荷がトランジスタTR1を通過してグラウンドに放電される。したがって、微分出力がHレベルになると、距離信号のレベルは最低値(0)にリセットされる。しかし、信号ライン12からの入力信号が最大のピークに到達した以降は、水平走査期間の終わりまで微分出力がHレベルとなる

10

20

30

40

50

ことはないので、その間容量C3には電荷が徐々に蓄積されいき、時間の経過に従って距離信号のレベルは増大していく。したがって、水平走査期間の終了時点では、スリット光が入射した光検出器10の位置から行の終端位置までの距離(図2における時間Bに対応)に対応したレベルの距離信号が出力されることになる。

【0052】

再び図3に戻り、タイミング検出回路32から出力される距離信号は、A/D変換器34でデジタルデータに変換される。A/D変換器34として、例えば1行の画素数以上の分解能を持つビット数のものをもちいれば、行上でのスリット光の入射位置を画素単位以上の精度で判別可能なデータに変換できる。

【0053】

A/D変換器34の後段にはラッチ(図示省略)が設けられており、この距離信号を示すデジタルデータは、水平走査期間の終了のタイミングでそのラッチ回路にラッチされる。これにより、各行の終端のラッチには、水平走査期間の終了時点では、それぞれ対応する行における入射光のピーク位置を示す距離信号の大きさを示すデジタルデータが保持されることになる。また、次の水平走査期間の開始のタイミングで、そのラッチの値はクリアされる。このような動作を実現するため、ラッチ回路には、例えばタイミング制御部16から、水平走査信号が供給され、水平走査信号の立ち下がりタイミングでA/D変換器34の出力をラッチし、立ち上がりタイミングでラッチしたデータをクリアする。

【0054】

図2に示した記録処理部22は、水平走査期間の終了後、次の水平走査期間の開始までに、これら各行のラッチの保持するデータを順にデータ出力ライン36を介して読み出す。そして、各行のラッチごとに、そのラッチから取得したデータ(これはその行での入射光のピーク位置、すなわち最高輝度位置を示す)と、その行の番号と、その時点でのスリット光投影角度を示すカウンタ20のカウント値との組合せを、所定の記憶装置に記憶する。この動作をスリット光1走査の期間繰り返せば、対象物体4の三次元形状を計算するのに必要なデータが揃うことになる。すなわち、水平走査期間ごとに得られた各行の行番号及び各行の最高輝度位置の組合せに対応する画素位置(すなわち何行何列目の画素か)を特定し、その画素位置に対応する画素の値として、対応するカウント値のデータを採用すればよい。これにより、撮像面の画素ごとにその画素が最高輝度となったときのカウント値(スリット光の投影角度と等価)を示す画像(「投影角度画像」と呼ぶ)を生成することができる。後続の処理装置では、この投影角度画像と、光源及び撮像装置の既知の配置位置情報に基づき、対象物体4の三次元形状を計算できる。

【0055】

なお、図4で説明したピークホールド回路30とタイミング検出回路32を備える位置検出部18の構成において、ピークホールド回路30の出力信号は、タイミング検出回路32に入力されるだけでなく、そのまま出力して輝度信号として用いることもできる。この場合、その輝度信号を図示省略したA/D変換器でデジタル値に変換した後、図示省略したラッチ回路に入力する。すなわち、この場合、距離信号のためのA/D変換器34及びラッチ回路と同様、輝度信号用のA/D変換器及びラッチ回路を行ごとに設けるのである。ラッチ回路は、水平走査信号の立ち下がりタイミングでA/D変換器の出力をラッチし、次の立ち上がりのタイミングでクリアする。記録処理部22は、それら各行のラッチ回路の保持するデータ(輝度値)を、水平走査信号がリセットレベルにある期間(すなわち水平走査期間終了後から次の水平走査期間の開始までの期間)に順に読み出し、これに対応する行の番号と、カウンタ20のカウント値とを対応づけて所定の記憶装置に記憶する。この動作を、スリット光の走査期間の間繰り返せば、カウンタ20のカウント値ごとに、そのカウント値のタイミングでの各行の最高輝度の値が得られることになる。

【0056】

ここで、前述したように記録処理部22はカウンタ20の各カウント値に対応する各行の距離信号のデータ(すなわち入射光のピーク位置)を記録しているので、これから各カウント値に対応するタイミングにおける各行での最高輝度の位置がわかる。したがって、

10

20

30

40

50

各カウンタ値のタイミングごと（すなわちスリット光の投影角度ごと）に、そして行ごとに、最高輝度値とその最高輝度値をとる行上での位置との組み合わせを求めることができる。したがって、その組合せを、スリット光の走査期間にわたって収集し、画素行列の各行各列の画素にマッピングすれば、その期間における各画素の最高輝度からなる画像（「輝度画像」と呼ぶ）を得ることができる。この画像は、（スリット光ではない）通常の光源で対象物体 4 を照明したときに得られる画像に近いものになる。

【 0 0 5 7 】

なお、以上では、距離信号のデータ値と、輝度信号のデータ値とを、記録処理部 2 2 で個別に記録するとして説明したが、これらを併せてカウンタ 2 0 のカウンタ値に対応づけて記録するようにすることも好適である。

10

【 0 0 5 8 】

次に図 6 を参照して、本実施形態の三次元計測センサを用いた計測装置の構成例を説明する。

【 0 0 5 9 】

図 6 の例では、計測装置 1 0 0 は、計測回路チップ 1 1 0 ，光学系 1 2 0 ，走査・制御装置 1 3 0 ，ライン状光源 1 3 2 ，偏向装置 1 3 4 を備えている。光学系 1 2 0 は、レンズなどの光学部品からなるシステムであり、対象物体からの反射光を計測センサ 1 1 2 の撮像面に結像させる。計測センサ 1 1 2 は、図 3 に例示した回路群、すなわち画素回路 1 1 の行列、水平走査回路 1 4 ，ピークホールド回路 3 0 ，タイミング検出回路 3 2 ，A / D 変換器 3 4 及びラッチ回路を備えたセンサである。処理回路 1 1 4 は、図 2 の構成におけるタイミング制御部 1 6 やカウンタ 2 0 ，記録処理部 2 2 の機能と、スリット光の操作制御のための機能を提供する回路である。処理回路 1 1 4 は、前述の投影角度画像を（輝度画像を生成する場合は輝度画像も）後段の画像取り込み装置 2 0 0 に出力する。

20

【 0 0 6 0 】

これら計測センサ 1 1 2 や処理回路 1 1 4 は、それぞれワン・チップに集積することができる。また計測センサ 1 1 2 と処理回路 1 1 4 とをまとめてワン・チップ化し、計測回路チップ 1 0 0 として構成することもできる。

【 0 0 6 1 】

走査・制御装置 1 3 0 は、スリット光の走査制御を行う回路であり、処理回路 1 1 4 から供給される水平走査信号や走査クロック信号などの各種制御信号に応じ、スリット光を発するライン状光源 1 3 2 のオン・オフ制御や、偏向装置 1 3 4 におけるミラーの偏向角度の制御を行う。

30

【 0 0 6 2 】

画像取り込み装置 2 0 0 は、処理回路 1 1 4 から投影角度画像や輝度画像を取得し、投影角度画像から対象物体 4 の三次元形状を計算する。画像取り込み装置 2 0 0 は、計算した三次元形状や輝度画像を、付属の表示装置に表示したり、ファイルとして保存したりすることができる。

【 0 0 6 3 】

以上、本発明の好適な実施の形態を説明した。以上説明したように、本実施形態の三次元計測センサは、比較的小さい回路規模で、特許文献 1 や非特許文献 2 に示された従来技術と同等の投影角度画像を生成することができる。例えば非特許文献 2 の回路構成では、画素ごとに 4 フレーム分のフレームメモリと比較回路が必要となるのに対し、本実施形態では、画素の行ごとにピークホールド回路 3 0 ，タイミング検出回路 3 2 ，A / D 変換回路 3 4 等を設ければ足りるので、非特許文献 2 よりも回路規模を小さくできる。

40

【 0 0 6 4 】

なお、図 3 ， 4 等に示した回路構成はあくまで一例に過ぎず、本発明の範囲内で様々な変形が可能である。

【 0 0 6 5 】

例えば図 3 ， 4 等に示した構成では、距離信号を生成するのに水平走査信号を積分したが、これはあくまで一例である。この代替となる構成として図 7 及び図 8 にそれぞれ示す

50

構成がある。

【 0 0 6 6 】

図 7 の構成において、波形メモリ 4 0 には、図 4 の距離信号生成回路 3 2 4 で生成される距離信号の時間波形と同等の波形データを登録されている。登録する波形データは、水平走査期間内での入射光のピーク位置を求めるためのカウンタのカウンタ値（すなわち水平走査期間の開始からの経過時間）を横軸にとり、それら各カウンタ値に対し、そのカウンタ値のタイミングで入射光の最大ピークを検出した場合に水平走査期間の終了時点において出力される距離信号の値を縦軸の値としてプロットした波形データである。

【 0 0 6 7 】

タイミング制御部 1 6 から発せられる水平走査のクロックに従い、この波形メモリ 4 0 10  
に登録された距離信号の値が順に出力される。この値は、D / A 変換器（D A C）4 2 によりアナログ信号に変換され、各行のサンプルホールド回路 4 4 に入力される。

【 0 0 6 8 】

このサンプルホールド回路 4 4 には、サンプル・ホールド動作を制御するための制御信号として、ピークタイミング検出信号、すなわち図 4 の構成における微分回路 3 2 2 の出力信号が与えられる。ここで、微分回路 3 2 2 の出力は、図 5 の（c）に示したように、信号ライン 1 2 からの入力信号が水平走査期間における最大ピークに達するまでの間は、小さいピークに応じてレベルの上下を繰り返すが、最大のピークに達した時点で H レベルから L レベルに立ち下がった以降は水平走査期間の終了時点まで L レベルを維持する。したがって、サンプルホールド回路 4 4 が矩形パルスの立ち下がりにおいて D / A 変換器 4 20  
から入力される信号をホールドするようにすれば、最終的な水平走査期間の終了時点では、サンプルホールド回路 4 4 からは、図 4 の距離信号生成回路 3 2 4 と同じ大きさの距離信号が出力されることになる。

【 0 0 6 9 】

このように図 7 の構成は、図 3 及び図 4 の構成における距離信号生成回路 3 2 4 を、波形メモリ 4 0 , D / A 変換器 4 2 , 及びサンプルホールド回路 4 4 に代えたものと捉えることができる。サンプルホールド回路 4 4 以降の構成は図示を省略したが、これは図 3 と図 4 を用いて説明した上記実施形態と同様の構成でよい。このような構成でも図 3 及び図 4 と同様の処理が実行可能なことは了解されるであろう。

【 0 0 7 0 】

図 7 は波形メモリ 4 0 から読み出した距離信号のレベル値をいったんアナログ信号に変換しサンプルホールド回路 4 4 にてホールドしたが、図 8 の構成は距離（すなわち入射光のピーク位置）をデジタル値のまま処理するものである。

【 0 0 7 1 】

図 8 の構成では、図 3 及び図 4 の構成における距離信号生成回路 3 2 4 , A / D 変換器 3 4 及びラッチ回路（図示省略）に代えて、カウンタ 5 0 , ルックアップテーブル（L U T）5 2 , 及びデジタルメモリ 5 4 が設けられている。

【 0 0 7 2 】

図 8 の構成において、カウンタ 5 0 は、水平走査期間の開始時にリセットされ、タイミング制御部 1 6 から供給される水平走査のためのクロック信号をカウントアップする。このカウンタ 5 0 のカウント値は水平走査期間の開始時点から入射光のピークの検出時点までの時間を示し、これは原理的には、画素行列の行の走査開始側の端から、その行における入射光のピークの位置までの距離に比例する。したがって、原理的には、カウンタ 5 0 のカウント値を、ピークタイミング検出信号、すなわち微分回路 3 2 2 の出力、の立ち下がりのタイミングでデジタルメモリ 5 4 にラッチすれば、信号ライン 1 2 からの入力信号の最大のピークまでの小さなピークに対応する微分出力の上下で何度かデジタルメモリ 5 4 に保持されるカウンタ値は更新される可能性はあるものの、最大のピーク以降は更新されないので、水平走査期間の終了時点では、その行における入射光のピーク位置を原理的に示すカウンタ値がデジタルメモリ 5 4 に保持されていることになる。したがって、水平走査期間の終了時点で各行のデジタルメモリ 5 4 が保持する値を読み出せば、その期間に 40  
50

おける各行の最高輝度位置の情報を得ることができる。

【 0 0 7 3 】

ただし、水平走査期間の開始時点からの入射光のピーク検出時点までの経過時間と、行の走査開始側端部から入射光のピーク位置までの距離とは必ずしも比例するとは限らない。また、その経過時間と距離との関係に計測センサごとの個体差ができることも考えられる。そこで、図 8 の例では、そのような経過時間と距離との関係の非線形性や個体差を吸収すべく、L U T 5 2 を設けている。L U T 5 2 には、カウンタ 5 0 のカウント値に対応する「行の走査開始側端部から入射光のピーク位置までの距離」の値が登録されている。L U T 5 2 は、カウンタ 5 0 から入力されるカウント値に対応する距離の値を出力する。この距離の値が、ピークタイミング検出信号の立ち下がりのタイミングでデジタルメモリ 5 4 にラッチされるわけである。このように L U T 5 2 を用いることで、より正確なピーク位置の情報を求めることができる。

10

【 0 0 7 4 】

このような構成でも図 3 及び図 4 と同様の処理が実行可能なことは了解されるであろう。

【 0 0 7 5 】

なお、上述のように L U T 5 2 を用いることにより個体差等を校正する効果が得られるが、図 7 の構成でも、波形メモリ 4 0 に登録する波形データを調整することで同様の校正効果を得ることができる。また、図 3 及び図 4 のセンサ構成では、三角法に基づく座標演算を行う後段の演算装置に距離信号の値と実際のピーク位置との関係を示すルックアップテーブルを持たせ、A / D 変換器 3 4 でデジタル化されたデータを、その演算装置で補正してから座標演算を行うようにすれば、同様の校正が可能である。

20

【 0 0 7 6 】

図 9 に、更に別の回路構成の例を示す。図 9 において、図 3 と同じ構成要素には同一符号を付し、詳細な説明は省略する。

【 0 0 7 7 】

図 9 の回路構成において、タイミング制御・水平走査部 1 4 a は、図 3 の回路構成における水平走査回路 1 4 とタイミング制御部 1 6 とを合わせたものであり、図示の都合上、このようにまとめて表示した。

【 0 0 7 8 】

図 9 の構成は、図 3 の構成におけるピークホールド回路 3 0 , タイミング検出回路 3 2 , A / D 変換器 3 4 及びデータラッチの代わりに、A / D 変換器 6 0 , データラッチ 6 2 , コンパレータ 6 4 , データメモリ 6 6 , カウンタ回路 6 8 を備える。このうち A / D 変換器 6 0 , データラッチ 6 2 , コンパレータ 6 4 及びデータメモリ 6 6 は、各信号ライン 1 2 に対して 1 つずつ設けられる。

30

【 0 0 7 9 】

A / D 変換器 6 0 は、信号ライン 1 2 を流れる信号を、所定のサンプルタイミングごとにサンプリングし、デジタル値に変換して出力する。A / D 変換器 6 0 の出力は、コンパレータ 6 4 とデータラッチ 6 2 に入力される。コンパレータ 6 4 は、A / D 変換器 6 0 の出力と、データラッチ 6 2 から供給されるデジタル値とを比較する。そして、比較の結果前者が後者より大きければ H レベルの信号を、前者が後者より小さければ L レベルの信号を出力する。データラッチ 6 2 は、コンパレータ 6 4 から H レベルの信号が入力された場合、そのとき A / D 変換器 6 0 から供給されているデジタル値をラッチする。また、コンパレータ 6 4 から L レベルの信号が入力されているときは、データラッチ 6 2 は、以前から保持しているデジタル値を保持し続ける。またデータラッチ 6 2 は、1 水平走査期間の終了後、次の 1 水平走査期間が始まるまでの間にリセットされる。このようなデータラッチ 6 2 の動作によれば、1 水平走査期間内のある時点では、データラッチ 6 2 には、そのラッチ 6 2 に対応する信号ライン 1 2 を流れた信号のその時点まで（より厳密にはその時点の直前のサンプルタイミング以前）の最大値が保持されることになる。コンパレータ 6 4 は、データラッチ 6 2 が保持するその最大値と、現サンプルタイミングでの信号ライン

40

50

12上の信号の値とを比較するのである。したがって、コンパレータ64からは、図5の(c)の微分出力とほぼ同様の信号が出力されることになる。

【0080】

カウンタ回路68は、1水平走査期間の開始から終了まで、一定間隔でカウント値をカウントアップしていく。カウント値のカウント間隔は、1ライン上の個々の画素回路11を識別出来る時間間隔(すなわち水平走査期間を1ラインの画素数で割った時間)より短い期間とする。カウンタ回路68のカウント値は、1水平走査期間の終了から次の1水平走査期間の開始までの間に、タイミング制御・水平走査部14aから入力されるタイミング信号に応じてリセットされる。したがって、カウンタ回路68が出力するカウント値は、1ライン上での水平方向位置を示した値となる。カウンタ回路68のカウント値は、各信号ライン12に対応するデータメモリ66に供給されている。データメモリ66は、そのカウント値を、コンパレータ64から入力される信号の立ち下がりのタイミングでラッチする。

10

【0081】

このような回路構成によれば、1水平走査期間終了時点では、各データメモリ66には、それぞれ対応する信号ライン12上でのスリット光の入射位置に相当するカウント値が保持されることになる。以降の処理は、図3の構成と同じでよい。

【0082】

この回路構成でも、図3, 7, 8の構成と同様に、三次元形状の情報を求めることができる。

20

【0083】

更に別の回路構成を図10に示す。図10において、図9に示した要素に相当する要素には同一符号を付して詳細な説明を省略する。

【0084】

上記図9の回路構成では、各信号ライン12の信号をA/D変換器60でデジタル化し、コンパレータ64で比較していたが、この図10の回路構成では、その比較をアナログで実行する。以下詳細に説明する。

【0085】

信号ライン12を流れる信号は、コンパレータ72とラッチ70に入力される。コンパレータ72は、信号ライン12上の信号と、ラッチ70から供給される信号とを比較し、比較の結果前者が後者より大きければHレベルの信号を、前者が後者より小さければLレベルの信号を出力する。ラッチ70は、コンパレータ72からHレベルの信号が入力された場合、そのとき信号ライン12から供給されている信号を保持する。このようなラッチ70はサンプル・ホールド回路として構成することができ、コンパレータ72の出力がこの回路に対するサンプル動作を指示するトリガ信号となる。また、コンパレータ72からLレベルの信号が入力されているときは、ラッチ70は、以前から保持している信号レベルを保持し続け、その信号をコンパレータ72に供給する。またラッチ70は、1水平走査期間の終了後、次の1水平走査期間が始まるまでの間にリセットされる。

30

【0086】

このような回路構成でも、図9の回路構成におけるコンパレータ64の出力と同様の信号をコンパレータ72からデータメモリ66に供給することができる。したがって、図9と同様、1水平走査期間終了時点では、各データメモリ66には、それぞれ対応する信号ライン12上でのスリット光の入射位置に相当するカウント値が保持されることになる。以降の処理は、図3の構成と同じでよい。したがって、この回路構成でも、図3, 7, 8, 9の構成と同様に、三次元形状の情報を求めることができる。

40

【0087】

以上説明したように、本発明に各実施形態によれば、非特許文献2や特許文献1に示された回路構成よりも簡素な回路構成で、同等のデータを獲得することができる三次元形状計測センサ、及びこれを用いた計測装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

50

【 0 0 8 8 】

- 【 図 1 】 光切断法による三次元形状計測の原理を説明するための図である。
- 【 図 2 】 実施形態における三次元計測センサの計測原理を説明するための図である。
- 【 図 3 】 実施形態における三次元計測センサの回路構成例を示す図である。
- 【 図 4 】 ピークホールド回路とタイミング検出回路の回路構成例を示す図である。
- 【 図 5 】 図 3 の回路構成例の各部での信号のタイミングチャートを示す図である。
- 【 図 6 】 実施形態のセンサを用いた三次元形状計測装置のシステム構成例を示す図である。

【 図 7 】 三次元計測センサの回路構成の別の例の主要部を示す図である。

【 図 8 】 三次元計測センサの回路構成の更に別の例の主要部を示す図である。

【 図 9 】 三次元計測センサの回路構成の更に別の例の主要部を示す図である。

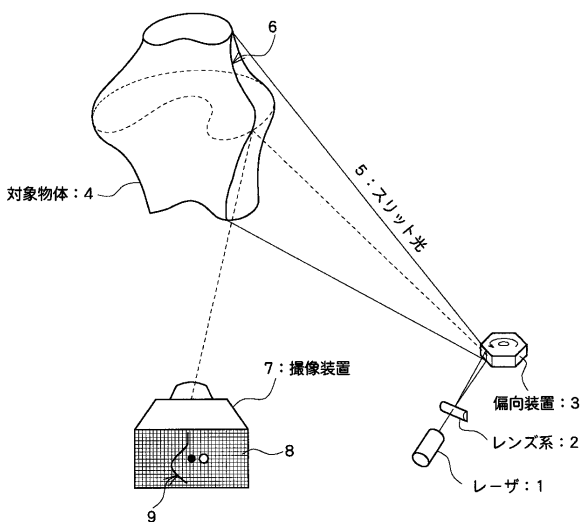
【 図 1 0 】 三次元計測センサの回路構成の更に別の例の主要部を示す図である。

【 符号の説明 】

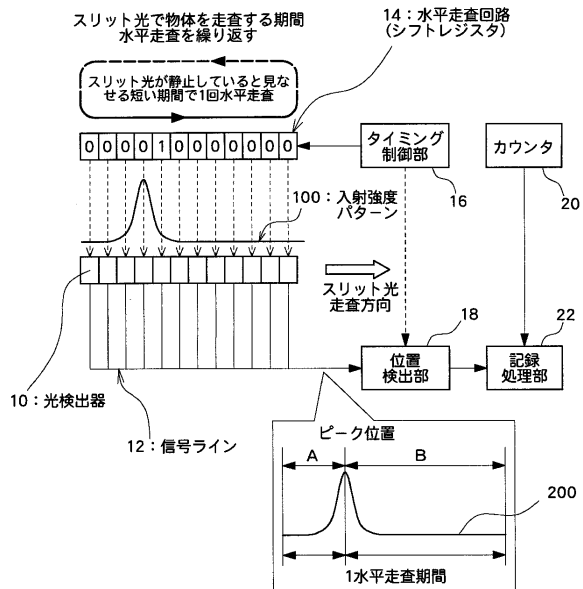
【 0 0 8 9 】

10 光検出器、11 画素回路、12 信号ライン、14 水平走査回路、15 アドレスライン、16 タイミング制御部、18 位置検出部、20 カウンタ、22 記録処理部、30 ピークホールド回路、32 タイミング検出回路、34 A/D変換器、36 データ出力ライン。

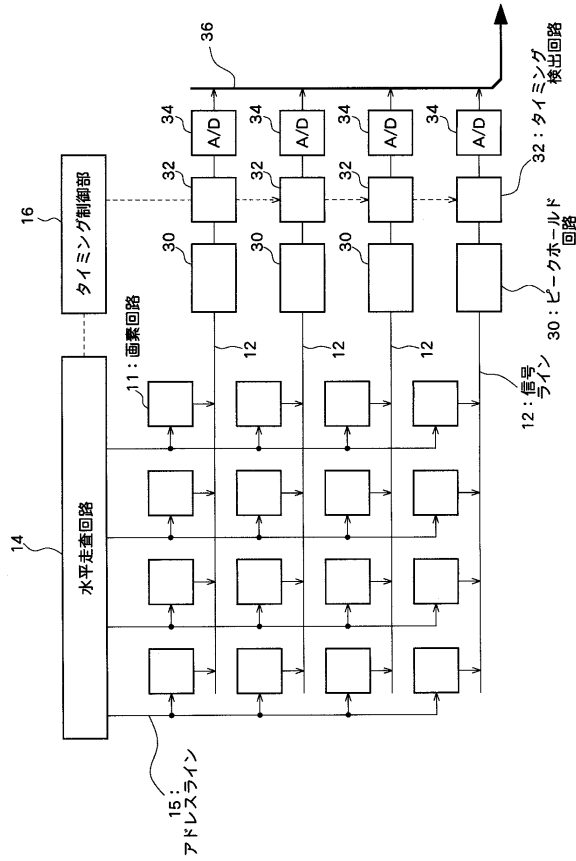
【 図 1 】



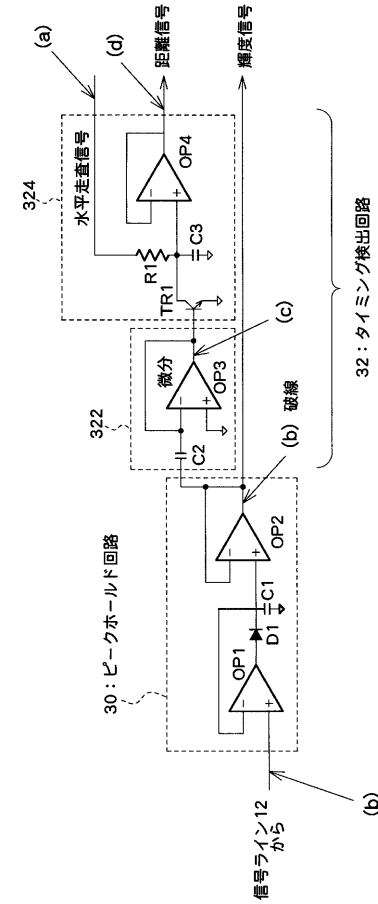
【 図 2 】



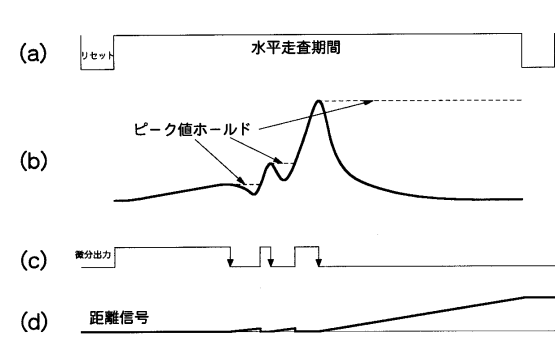
【図3】



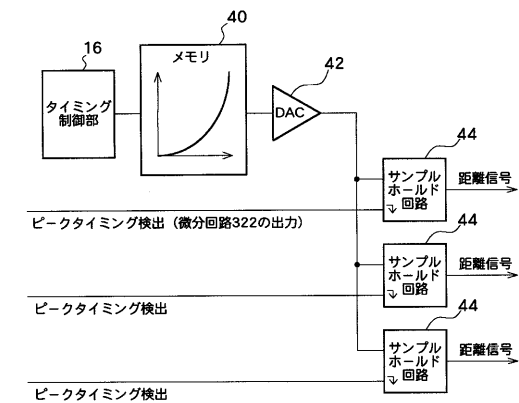
【図4】



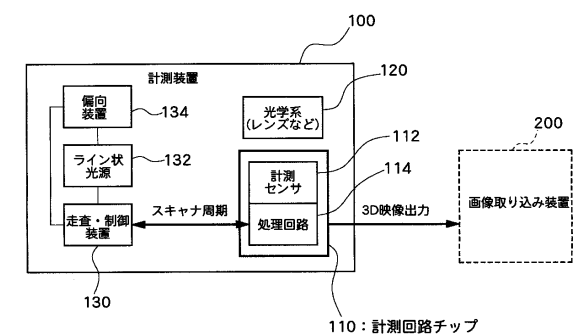
【図5】



【図7】

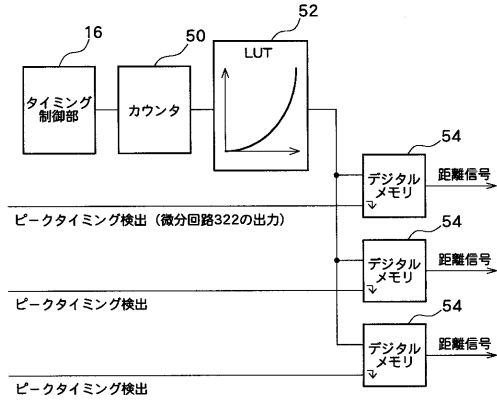


【図6】

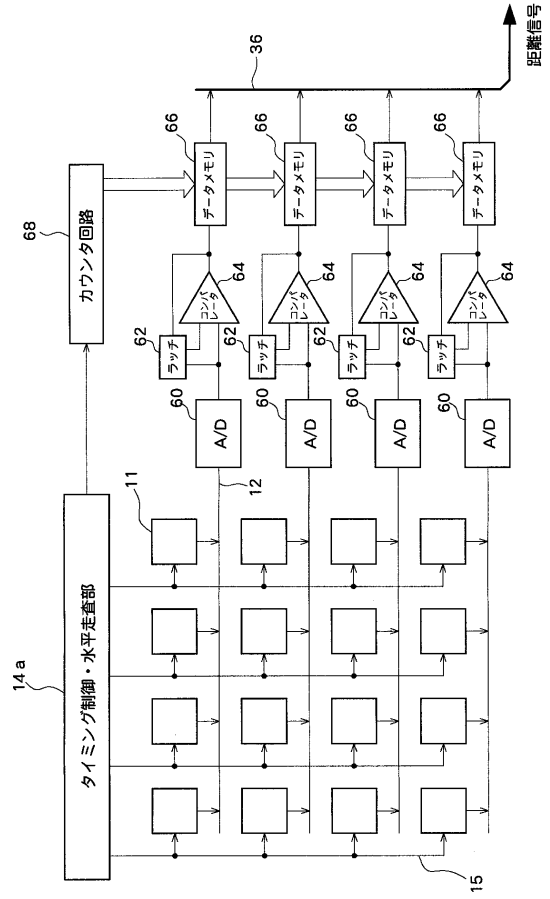




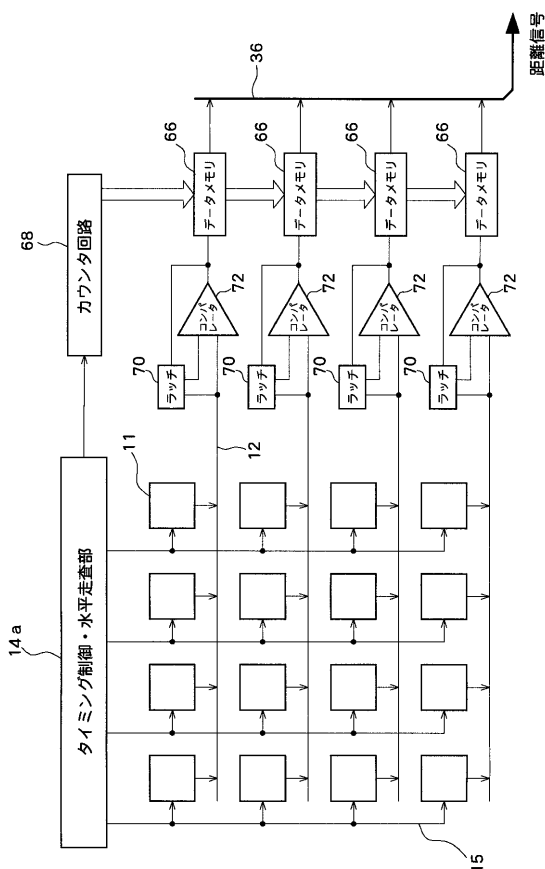
【 図 8 】



【 図 9 】



【 図 10 】



---

フロントページの続き

(72)発明者 佐藤 幸男  
東京都港区麻布十番2丁目8番6号

(72)発明者 柴田 進  
名古屋市千種区京命2丁目1番16号

審査官 山下 雅人

(56)参考文献 特開平11-160050(JP,A)  
特開2002-365022(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G01B 11/00 - 11/30