

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5486150号  
(P5486150)

(45) 発行日 平成26年5月7日(2014.5.7)

(24) 登録日 平成26年2月28日(2014.2.28)

(51) Int. Cl. F 1  
G O 1 S 17/10 (2006.01) G O 1 S 17/10

請求項の数 11 (全 24 頁)

(21) 出願番号	特願2007-95083 (P2007-95083)	(73) 特許権者	306037311 富士フイルム株式会社 東京都港区西麻布2丁目26番30号
(22) 出願日	平成19年3月30日(2007.3.30)	(74) 代理人	100077665 弁理士 千葉 剛宏
(65) 公開番号	特開2008-249673 (P2008-249673A)	(74) 代理人	100116676 弁理士 宮寺 利幸
(43) 公開日	平成20年10月16日(2008.10.16)	(74) 代理人	100142066 弁理士 鹿島 直樹
審査請求日	平成21年9月8日(2009.9.8)	(74) 代理人	100126468 弁理士 田久保 泰夫
		(72) 発明者	石山 英二 埼玉県朝霞市泉水3丁目11番46号 富士フイルム株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 測距装置、測距方法及び測距システム

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

基準時から所定のパルス幅を有するパルス光を出射する発光手段と、

前記パルス光により照射された物体からの反射光を受光し、前記基準時から前記パルス幅に相当する期間にわたる第1区間で蓄積した第1電荷量と、前記第1区間経過時点から前記パルス幅に相当する期間にわたる第2区間で蓄積した第2電荷量と、前記第2区間経過時点から前記パルス幅に相当する期間にわたる第3区間で蓄積した第3電荷量とを得る受光手段と、

前記受光手段で得られた前記第1電荷量、前記第2電荷量及び前記第3電荷量に基づいて、前記物体までの距離を算出する演算手段とを有し、

前記演算手段は、

前記第1電荷量、前記第2電荷量及び前記第3電荷量を比較する比較部と、

第1変数、第2変数及び第3変数に基づいて、前記第1区間又は前記第2区間に基づいた距離を演算する距離演算部と、

前記第1区間及び前記第3区間のうち、最も電荷量の少ない区間に応じて前記第1変数、前記第2変数及び前記第3変数と、前記第1電荷量、前記第2電荷量及び前記第3電荷量との対応関係を選択する選択部と、

加算部と、

を有し、

前記距離演算部は、前記パルス幅で決まる設定距離をL、前記第1変数をXa、前記第

10

20

2変数を  $X_b$ 、前記第3変数を  $X_c$  としたとき、

$$\{ (X_b - X_c) / (X_a + X_b - X_c \times 2) \} \times L$$

を演算して前記距離を求め、

前記選択部は、最も電荷量の少ない区間が前記第3区間の場合に、前記第1変数  $X_a$  に前記第1電荷量、前記第2変数  $X_b$  に前記第2電荷量、前記第3変数  $X_c$  に前記第3電荷量を選択し、最も電荷量の少ない区間が前記第1区間の場合に、前記第1変数  $X_a$  に前記第2電荷量、前記第2変数  $X_b$  に前記第3電荷量、前記第3変数  $X_c$  に前記第1電荷量を選択し、

前記加算部は、最も電荷量の少ない区間が前記第3区間の場合に、前記距離演算部で得られた前記距離に0を加算し、最も電荷量の少ない区間が前記第1区間の場合に、前記距離演算部で得られた前記距離に前記設定距離  $L$  を加算することを特徴とする測距装置。

10

【請求項2】

請求項1記載の測距装置において、

最も電荷量の少ない区間が前記第2区間の場合に、測定エラーとすることを特徴とする測距装置。

【請求項3】

基準時から所定のパルス幅を有するパルス光を出射する発光手段と、

前記パルス光により照射された物体からの反射光と外光成分とを含む光を、前記基準時から前記パルス幅に相当する期間毎に順番に配置された  $n$  個の区間においてそれぞれ受光して  $n$  個の受光積分強度を得る受光手段と、

20

前記  $n$  個の受光積分強度を比較し、強度の大きい2つの受光積分強度（第1受光積分強度及び第2受光積分強度）と、強度の小さい（ $n - 2$ ）個の受光積分強度を検出して、前記  $n$  個の区間のうち、前記第1受光積分強度及び前記第2受光積分強度に対応する2つの区間（第1区間及び第2区間）を、前記反射光が到来し、且つ、前記外光成分が入射した反射光区間とし、その他の（ $n - 2$ ）個の区間を、前記外光成分のみが入射した外光区間とする比較手段と、

前記外光区間における強度の小さい（ $n - 2$ ）個の受光積分強度をそれぞれ基準強度とし、（ $n - 2$ ）個の基準強度の時間変化を関数化して前記反射光区間及び前記外光区間を含めた  $n$  個の区間における基準強度の分布を得る手段と、

得られた前記基準強度の分布から、前記反射光区間における前記第1区間及び前記第2区間に対応した第1基準強度及び第2基準強度を求める手段と、

30

前記反射光区間における前記第1受光積分強度及び前記第2受光積分強度からそれぞれ対応する前記第1基準強度及び前記第2基準強度を減算して第1補正積分強度及び第2補正積分強度を得る手段と、

前記第1補正積分強度及び前記第2補正積分強度に基づいて、前記物体までの距離を算出する手段とを有し、

前記物体までの距離を算出する手段は、

前記パルス幅で決まる設定距離を  $L$ 、前記第1補正積分強度を  $d_1$ 、前記第2補正積分強度を  $d_2$ 、前記  $n$  個の区間のうち、前記基準時から前記反射光区間が到来するまでの区間の数を  $m$  としたとき、

40

$$\{ d_2 / (d_1 + d_2) \} \times L + m \times L$$

を演算して前記物体までの距離  $k$  を算出することを特徴とする測距装置。

【請求項4】

基準時から所定のパルス幅を有するパルス光を出射する発光ステップと、

前記パルス光により照射された物体からの反射光を前記基準時から前記パルス幅に相当する期間にわたる第1区間で受光して第1受光積分強度を得る第1受光ステップと、

前記反射光を前記第1区間経過時点から前記パルス幅に相当する期間にわたる第2区間で受光して第2受光積分強度を得る第2受光ステップと、

前記反射光を前記第2区間経過時点から前記パルス幅に相当する期間にわたる第3区間で受光して第3受光積分強度を得る第3受光ステップと、

50

前記第 1 受光積分強度、前記第 2 受光積分強度及び前記第 3 受光積分強度に基づいて、前記物体までの距離を算出する演算ステップとを有し、

前記演算ステップは、

前記第 1 受光積分強度、前記第 2 受光積分強度及び前記第 3 受光積分強度を比較する比較ステップと、

第 1 変数、第 2 変数及び第 3 変数に基づいて、前記第 1 区間又は前記第 2 区間に基づいた距離を演算する距離演算ステップと、

前記第 1 区間及び前記第 3 区間のうち、最も受光積分強度の小さい区間に応じて前記第 1 変数、前記第 2 変数及び前記第 3 変数と、前記第 1 受光積分強度、前記第 2 受光積分強度及び前記第 3 受光積分強度との対応関係を選択する選択ステップと、

加算ステップと、  
を有し、

前記距離演算ステップは、前記パルス幅で決まる設定距離を  $L$ 、前記第 1 変数を  $X_a$ 、前記第 2 変数を  $X_b$ 、前記第 3 変数を  $X_c$  としたとき、

$$\{ (X_b - X_c) / (X_a + X_b - X_c \times 2) \} \times L$$

を演算して前記距離を求め、

前記選択ステップは、最も受光積分強度の小さい区間が前記第 3 区間の場合に、前記第 1 変数  $X_a$  に前記第 1 受光積分強度、前記第 2 変数  $X_b$  に前記第 2 受光積分強度、前記第 3 変数  $X_c$  に前記第 3 受光積分強度を選択し、最も受光積分強度の小さい区間が前記第 1 区間の場合に、前記第 1 変数  $X_a$  に前記第 2 受光積分強度、前記第 2 変数  $X_b$  に前記第 3 受光積分強度、前記第 3 変数  $X_c$  に前記第 1 受光積分強度を選択し、

前記加算ステップは、最も受光積分強度の小さい区間が前記第 3 区間の場合に、前記距離演算ステップで得られた前記距離に 0 を加算し、最も受光積分強度の小さい区間が前記第 1 区間の場合に、前記距離演算ステップで得られた前記距離に前記設定距離  $L$  を加算することを特徴とする測距方法。

#### 【請求項 5】

請求項 4 記載の測距方法において、

前記第 2 受光ステップで受光した受光積分強度が基準強度とみなされた場合に、測定エラーとすることを特徴とする測距方法。

#### 【請求項 6】

基準時から所定のパルス幅を有するパルス光を出射する発光ステップと、

前記パルス光により照射された物体からの反射光と外光成分を含む光を、前記基準時から前記パルス幅に相当する期間毎に順番に配置された  $n$  個の区間においてそれぞれ受光して  $n$  個の受光積分強度を得る受光ステップと、

前記  $n$  個の受光積分強度を比較し、強度の大きい 2 つの受光積分強度（第 1 受光積分強度及び第 2 受光積分強度）と、強度の小さい（ $n - 2$ ）個の受光積分強度を検出して、前記  $n$  個の区間のうち、前記第 1 受光積分強度及び前記第 2 受光積分強度に対応する 2 つの区間（第 1 区間及び第 2 区間）を、前記反射光が到来し、且つ、前記外光成分が入射した反射光区間とし、その他の（ $n - 2$ ）個の区間を、前記外光成分のみが入射した外光区間とする比較ステップと、

前記外光区間における強度の小さい（ $n - 2$ ）個の受光積分強度をそれぞれ基準強度とし、（ $n - 2$ ）個の基準強度の時間変化を関数化して前記反射光区間及び前記外光区間を含めた  $n$  個の区間における基準強度の分布を得るステップと、

得られた前記基準強度の分布から、前記反射光区間における前記第 1 区間及び前記第 2 区間に対応した第 1 基準強度及び第 2 基準強度を求めるステップと、

前記反射光区間における前記第 1 受光積分強度及び前記第 2 受光積分強度からそれぞれ対応する前記第 1 基準強度及び前記第 2 基準強度を減算して第 1 補正積分強度及び第 2 補正積分強度を得るステップと、

前記第 1 補正積分強度及び前記第 2 補正積分強度に基づいて、前記物体までの距離を算出するステップとを有し、

10

20

30

40

50

前記物体までの距離を算出するステップは、  
前記パルス幅で決まる設定距離をL、前記第1補正積分強度をd1、前記第2補正積分強度をd2、前記n個の区間のうち、前記基準時から前記反射光区間が到来するまでの区間の数をmとしたとき、

$$\{ d 2 / ( d 1 + d 2 ) \} \times L + m \times L$$

を演算して前記物体までの距離kを算出することを特徴とする測距方法。

【請求項7】

請求項6記載の測距方法において、

前記第1区間と前記第2区間が時間的に連続していない場合に、測距エラーとすることを特徴とする測距方法。

10

【請求項8】

請求項6記載の測距方法において、

前記比較ステップは、

区間毎の受光積分強度の差分を求め、差分が0よりも大きく最大である区間を、前記反射光区間の開始区間と判定し、差分が0よりも小さく絶対値が最大である区間を、前記反射光区間の終了区間と判定することを特徴とする測距方法。

【請求項9】

請求項1又は2記載の測距装置と、

前記測距装置における各受光部に対応した距離を算出して距離画像を得る距離画像取得手段と、

20

前記測距装置における前記各受光部に対応して検出された前記最も電荷量の少ない区間の電荷量に基づいて前記各受光部に対応した濃淡画像を得る濃淡画像取得手段とを有することを特徴とする測距システム。

【請求項10】

請求項9記載の測距システムにおいて、

前記距離画像と前記濃淡画像とを関連付けて記録媒体に記録する画像記録手段を有することを測距システム。

【請求項11】

請求項9記載の測距システムにおいて、

前記距離画像における各受光部に対応した距離データと、前記濃淡画像における各受光部に対応した濃淡データとを、それぞれ各受光部に関連付けて記録媒体に記録するデータ記録手段を有することを測距システム。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、測距装置、測距方法及び測距システムに関するものであり、例えば出射された光により照射された物体からの反射光を撮像素子の各画素ごとに受光して物体の立体構造を検出する場合に好適な測距装置、測距方法及び測距システムに関する。

【背景技術】

【0002】

物体までの距離を測定する方法として、TOF (Time Of Flight) 方式の光波測距方法が知られている。

40

【0003】

この方式による装置は、図15に示すように、例えばLEDアレイで構成され、強度変調された光(変調光)を出射する光源200と、該光源200から出射された変調光によって照射された物体202からの反射光を受光する撮像素子204と、反射光を撮像素子204に結像させる光学系206とを有する。

【0004】

光源200から物体202に照射される変調光が例えば20MHzの高周波で強度変調されている場合、その波長は15mとなるから、光が7.5mの距離を往復すれば1周期

50

の位相の遅れが生じることになる。

【0005】

ここで、変調光に対する反射光の位相の遅れについて図16を参照しながら説明する。

【0006】

図16に示すように、変調光Wに対して、反射光Rは だけ位相遅れが生じている。この位相遅れを検出するために、変調光Wの1周期に例えば4回だけ等間隔に反射光Rをサンプリングする。例えば変調光Wの位相が0°、90°、180°、270°であるときの反射光Rのサンプリング値をそれぞれA0、A1、A2、A3とすると、位相の遅れは次式で与えられる。

$$= \arctan \{ (A3 - A1) / (A0 - A2) \}$$

10

【0007】

物体202からの反射光は、光学系206を介して撮像素子204の受光面に結像される。撮像素子204の受光面には複数の画素(フォトダイオード)が2次的に配列されており、各画素について上式による位相遅れを求めることにより、物体202の立体的な構造を検出できる。

【0008】

そして、上述の原理を利用した測距装置として、例えば特許文献1及び2が提案されている。

【0009】

この特許文献1に係る測距装置は、物体からの反射光を、撮像素子の電荷掃き出しゲート(オーバーフローレインゲート: OFDG)あるいは読出しゲートの開閉の位相をずらすことによって、複数のパターンの露光期間にて受光することで測距を行う、というものである。

20

【0010】

特許文献2に係る測距装置は、特許文献1と同様の原理であるが、濃淡画像と距離画像をほぼ同時刻に得られるようにしたものである。

【0011】

また、特許文献3には、物体にパルス光を照射して、パルス光の飛行時間(TOF)に比例するクロックパルス数を計数する、あるいは、2つの電荷蓄積部を交互に使用して電荷を蓄積し、その比から被物体までの距離を求める技術が開示されている。

30

【0012】

【特許文献1】特許第3758618号公報

【特許文献2】特開2006-46959号公報

【特許文献3】特表2003-510561号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0013】

しかしながら、上述した特許文献3は、外光成分を除去する機能がなく、外光下では、正確な測距ができないという問題がある。

【0014】

40

特許文献1及び2の測距方法は、照射光として変調光を使用することにより、外光成分を除去することが可能であるが、照射光の変調が不正確(正弦波変調で照射光の強度変化がサインカーブからずれている)場合には、測距演算における誤差となる。従って、精密な光源の変調が必要であるが、このような制御は困難が伴うという問題がある。

【0015】

本発明はこのような課題を考慮してなされたものであり、パルス光を使用して測距する際に、外光成分を除去することができ、測距の精度を向上させることができる測距装置及び測距方法を提供することを目的とする。

【0016】

また、本発明は、測距によって得られた距離画像と同時に物体の濃淡画像も取得可能で

50

、距離データから得られる三次元ポリゴン画像や、該三次元ポリゴン画像に濃淡画像による輝度データをマッピングした三次元モデル画像を表示することが可能となり、様々なアプリケーションに適用させることができる測距システムを提供することを目的する。

【課題を解決するための手段】

【0017】

第1の本発明に係る測距装置は、基準時から所定のパルス幅を有するパルス光を出射する発光手段と、前記パルス光により照射された物体からの反射光を受光し、前記基準時から前記パルス幅に相当する期間にわたる第1区間で蓄積した第1電荷量と、前記第1区間経過時点から前記パルス幅に相当する期間にわたる第2区間で蓄積した第2電荷量と、前記第2区間経過時点から前記パルス幅に相当する期間にわたる第3区間で蓄積した第3電荷量とを得る受光手段と、前記受光手段で得られた前記第1電荷量、前記第2電荷量及び前記第3電荷量に基づいて、前記物体までの距離を算出する演算手段とを有し、前記演算手段は、前記第1電荷量、前記第2電荷量及び前記第3電荷量を比較する比較部と、第1変数、第2変数及び第3変数に基づいて、前記第1区間又は前記第2区間に基づいた距離を演算する距離演算部と、前記第1区間及び前記第3区間のうち、最も電荷量の少ない区間に応じて前記第1変数、前記第2変数及び前記第3変数と、前記第1電荷量、前記第2電荷量及び前記第3電荷量との対応関係を選択する選択部と、加算部と、を有し、前記距離演算部は、前記パルス幅で決まる設定距離をL、前記第1変数をXa、前記第2変数をXb、前記第3変数をXcとしたとき、 $\{ (Xb - Xc) / (Xa + Xb - Xc \times 2) \} \times L$ を演算して前記距離を求め、前記選択部は、最も電荷量の少ない区間が前記第3区間の場合に、前記第1変数Xaに前記第1電荷量、前記第2変数Xbに前記第2電荷量、前記第3変数Xcに前記第3電荷量を選択し、最も電荷量の少ない区間が前記第1区間の場合に、前記第1変数Xaに前記第2電荷量、前記第2変数Xbに前記第3電荷量、前記第3変数Xcに前記第1電荷量を選択し、前記加算部は、最も電荷量の少ない区間が前記第3区間の場合に、前記距離演算部で得られた前記距離に0を加算し、最も電荷量の少ない区間が前記第1区間の場合に、前記距離演算部で得られた前記距離に前記設定距離Lを加算することを特徴とする。

この場合、最も電荷量の少ない区間が前記第2区間の場合に、測定エラーとするようにしてもよい。

また、第2の本発明に係る測距装置は、基準時から所定のパルス幅を有するパルス光を出射する発光手段と、前記パルス光により照射された物体からの反射光と外光成分とを含む光を、前記基準時から前記パルス幅に相当する期間毎に順番に配置されたn個の区間においてそれぞれ受光してn個の受光積分強度を得る受光手段と、前記n個の受光積分強度を比較し、強度の大きい2つの受光積分強度(第1受光積分強度及び第2受光積分強度)と、強度の小さい(n-2)個の受光積分強度を検出して、前記n個の区間のうち、前記第1受光積分強度及び前記第2受光積分強度に対応する2つの区間(第1区間及び第2区間)を、前記反射光が到来し、且つ、前記外光成分が入射した反射光区間とし、その他の(n-2)個の区間を、前記外光成分のみが入射した外光区間とする比較手段と、前記外光区間における強度の小さい(n-2)個の受光積分強度をそれぞれ基準強度とし、(n-2)個の基準強度の時間変化を関数化して前記反射光区間及び前記外光区間を含めたn個の区間における基準強度の分布を得る手段と、得られた前記基準強度の分布から、前記反射光区間における前記第1区間及び前記第2区間に対応した第1基準強度及び第2基準強度を求める手段と、前記反射光区間における前記第1受光積分強度及び前記第2受光積分強度からそれぞれ対応する前記第1基準強度及び前記第2基準強度を減算して第1補正積分強度及び第2補正積分強度を得る手段と、前記第1補正積分強度及び前記第2補正積分強度に基づいて、前記物体までの距離を算出する手段とを有し、前記物体までの距離を算出する手段は、前記パルス幅で決まる設定距離をL、前記第1補正積分強度をd1、前記第2補正積分強度をd2、前記n個の区間のうち、前記基準時から前記反射光区間が到来するまでの区間の数をmとしたとき、

$$\{ d2 / (d1 + d2) \} \times L + m \times L$$

10

20

30

40

50

を演算して前記物体までの距離  $k$  を算出することを特徴とする。

【0018】

これにより、パルス光を使用して測距する際に、外光成分を除去することができ、測距の精度を向上させることができる。

【0023】

これらの構成においては、演算手段を構成する比較部、距離演算部、選択部等をハードウェアとして1つのブロックにて構成することができ、ソフトウェアの簡略化、演算処理の高速化を図ることができる。

【0024】

次に、第3の本発明に係る測距方法は、基準時から所定のパルス幅を有するパルス光を出射する発光ステップと、前記パルス光により照射された物体からの反射光を前記基準時から前記パルス幅に相当する期間にわたる第1区間で受光して第1受光積分強度を得る第1受光ステップと、前記反射光を前記第1区間経過時点から前記パルス幅に相当する期間にわたる第2区間で受光して第2受光積分強度を得る第2受光ステップと、前記反射光を前記第2区間経過時点から前記パルス幅に相当する期間にわたる第3区間で受光して第3受光積分強度を得る第3受光ステップと、前記第1受光積分強度、前記第2受光積分強度及び前記第3受光積分強度に基づいて、前記物体までの距離を算出する演算ステップとを有し、前記演算ステップは、前記第1受光積分強度、前記第2受光積分強度及び前記第3受光積分強度を比較する比較ステップと、第1変数、第2変数及び第3変数に基づいて、前記第1区間又は前記第2区間に基づいた距離を演算する距離演算ステップと、前記第1区間及び前記第3区間のうち、最も受光積分強度の小さい区間に応じて前記第1変数、前記第2変数及び前記第3変数と、前記第1受光積分強度、前記第2受光積分強度及び前記第3受光積分強度との対応関係を選択する選択ステップと、加算ステップと、を有し、前記距離演算ステップは、前記パルス幅で決まる設定距離を  $L$ 、前記第1変数を  $X_a$ 、前記第2変数を  $X_b$ 、前記第3変数を  $X_c$  としたとき、 $\{ (X_b - X_c) / (X_a + X_b - X_c \times 2) \} \times L$  を演算して前記距離を求め、前記選択ステップは、最も受光積分強度の小さい区間が前記第3区間の場合に、前記第1変数  $X_a$  に前記第1受光積分強度、前記第2変数  $X_b$  に前記第2受光積分強度、前記第3変数  $X_c$  に前記第3受光積分強度を選択し、最も受光積分強度の小さい区間が前記第1区間の場合に、前記第1変数  $X_a$  に前記第2受光積分強度、前記第2変数  $X_b$  に前記第3受光積分強度、前記第3変数  $X_c$  に前記第1受光積分強度を選択し、前記加算ステップは、最も受光積分強度の小さい区間が前記第3区間の場合に、前記距離演算ステップで得られた前記距離に0を加算し、最も受光積分強度の小さい区間が前記第1区間の場合に、前記距離演算ステップで得られた前記距離に前記設定距離  $L$  を加算することを特徴とする。

【0025】

これにより、パルス光を使用して測距する際に、外光成分を除去することができ、測距の精度を向上させることができる。

【0026】

そして、第2の本発明において、前記第2受光ステップで受光した受光積分強度が前記基準強度とみなされた場合に、測定エラーとするようにしてもよい。

【0027】

次に、第4の本発明に係る測距方法は、基準時から所定のパルス幅を有するパルス光を出射する発光ステップと、前記パルス光により照射された物体からの反射光と外光成分を含む光を、前記基準時から前記パルス幅に相当する期間毎に順番に配置された  $n$  個の区間においてそれぞれ受光して  $n$  個の受光積分強度を得る受光ステップと、前記  $n$  個の受光積分強度を比較し、強度の大きい2つの受光積分強度（第1受光積分強度及び第2受光積分強度）と、強度の小さい  $(n - 2)$  個の受光積分強度を検出して、前記  $n$  個の区間のうち、前記第1受光積分強度及び前記第2受光積分強度に対応する2つの区間（第1区間及び第2区間）を、前記反射光が到来し、且つ、前記外光成分が入射した反射光区間とし、その他の  $(n - 2)$  個の区間を、前記外光成分のみが入射した外光区間とする比較ステッ

10

20

30

40

50

プと、前記外光区間における強度の小さい ( $n - 2$ ) 個の受光積分強度をそれぞれ基準強度とし、( $n - 2$ ) 個の基準強度の時間変化を関数化して前記反射光区間及び前記外光区間を含めた  $n$  個の区間における基準強度の分布を得るステップと、得られた前記基準強度の分布から、前記反射光区間における前記第 1 区間及び前記第 2 区間に対応した第 1 基準強度及び第 2 基準強度を求めるステップと、前記反射光区間における前記第 1 受光積分強度及び前記第 2 受光積分強度からそれぞれ対応する前記第 1 基準強度及び前記第 2 基準強度を減算して第 1 補正積分強度及び第 2 補正積分強度を得るステップと、前記第 1 補正積分強度及び前記第 2 補正積分強度に基づいて、前記物体までの距離を算出するステップとを有し、前記物体までの距離を算出するステップは、前記パルス幅で決まる設定距離を  $L$ 、前記第 1 補正積分強度を  $d_1$ 、前記第 2 補正積分強度を  $d_2$ 、前記  $n$  個の区間のうち、前記基準時から前記反射光区間が到来するまでの区間の数を  $m$  としたとき、

$$\left\{ \frac{d_2}{d_1 + d_2} \right\} \times L + m \times L$$

を演算して前記物体までの距離  $k$  を算出することを特徴とする。

【0028】

パルス光を使用して測距する際に、時間的に変化する外光成分をも除去することができ、測距の精度をさらに向上させることができる。

【0029】

そして、第 4 の本発明において、前記第 1 区間と前記第 2 区間が時間的に連続していない場合に、測距エラーとするようにしてもよい。

【0030】

また、第 4 の本発明において、前記比較ステップは、区間毎の受光積分強度の差分を求め、差分が 0 よりも大きく最大である区間を、前記反射光区間の開始区間と判定し、差分が 0 よりも小さく絶対値が最大である区間を、前記反射光区間の終了区間と判定するようにしてもよい。この場合、反射光が到来した区間を確実に検出することが可能となる。

【0031】

次に、第 5 の本発明に係る測距システムは、上述した第 1 の本発明に係る測距装置と、前記測距装置における各受光部に対応した距離を算出して距離画像を得る距離画像取得手段と、前記測距装置における前記各受光部に対応して検出された前記最も電荷量の少ない区間の電荷量に基づいて前記各受光部に対応した濃淡画像を得る濃淡画像取得手段とを有することを特徴とする。

【0032】

これにより、測距によって得られた距離画像と同時に物体の濃淡画像も取得可能で、距離データから得られる三次元ポリゴン画像や、該三次元ポリゴン画像に濃淡画像による輝度データをマッピングした三次元モデル画像を表示することが可能となり、様々なアプリケーションに適用させることができる。

【0033】

そして、第 5 の本発明において、前記距離画像と前記濃淡画像とを関連付けて記録媒体に記録する画像記録手段を有するようにしてもよい。

【0034】

また、第 5 の本発明において、前記距離画像における各受光部に対応した距離データと、前記濃淡画像における各受光部に対応した濃淡データとを、それぞれ各受光部に関連付けて記録媒体に記録するデータ記録手段を有するようにしてもよい。

【発明の効果】

【0035】

以上説明したように、本発明に係る測距装置及び測距方法によれば、パルス光を使用して測距する際に、外光成分を除去することができ、測距の精度を向上させることができる。

【0036】

また、本発明に係る測距システムによれば、測距によって得られた距離画像と同時に物体の濃淡画像も取得可能で、距離データから得られる三次元ポリゴン画像や、該三次元ポ

10

20

30

40

50



リゴン画像に濃淡画像による輝度データをマッピングした三次元モデル画像を表示することが可能となり、様々なアプリケーションに適用させることができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0037】

以下、本発明に係る測距装置、測距方法及び測距システムの実施の形態例を図1～図14を参照しながら説明する。

【0038】

本実施の形態に係る測距システム10は、図1に示すように、ほぼ直方体あるいは立方体の形状を有する筐体12と、該筐体12に設けられ、基準時から所定のパルス幅を有するパルス光を出射する発光手段14（図2参照）と、パルス光により照射された物体からの反射光を受光する受光手段16（図2参照）と、受光手段16で得られたデータに基づいて物体までの距離を算出する演算手段18（図2参照）とを有する。

10

【0039】

筐体12の前面12aには、照射光源20と撮影用の光学レンズ22が設けられている。光学レンズ22は筐体12の前面12aのほぼ中央部に設けられ、照射光源20は、筐体12の前面12aのうち、光学レンズ22の周囲に多数配置された赤外LED24を有する。

【0040】

筐体12の内部には、図2に模式的に示すように、CPU26と、該CPU26によって制御され、各赤外LED24からそれぞれ所定のパルス幅を有するパルス光28を出射するように制御する発光制御部30と、撮像素子32と、反射光34を撮像素子32の受光面に結像させる光学系36（光学レンズ22を含む）と、撮像素子32を駆動するための撮像素子制御部38と、撮像素子32からの撮像信号Sbをアナログの画像信号Scに信号処理するアナログ信号処理部40と、画像信号Scをデジタル変換して画像データDcにするA/D変換部42と、画像データDcが保存されるバッファメモリ44と、バッファメモリ44に格納された画像データDcに対してデータ整形やフォーマット変換（YC画像データ（Y：輝度信号、C：色差信号）に変換する等）を行うデータ処理回路46とを有する。

20

【0041】

筐体12の内部には、さらに、バッファメモリ44に格納された画像データDcあるいはフォーマット変換後の画像データDcを記憶装置48に記録するための保存部50と、前記画像データDcを二次元画像として第1表示器52に表示させたり、三次元画像として第2表示器54に表示させるための表示部56と、測距システム10内の各種パラメータや前記画像データDc等を通信ポート58を介して送信したり、外部からの各種データを受信するための通信部60とを有する。

30

【0042】

筐体12の外面には操作パネル62が設置されている。操作パネル62は、少なくとも操作ガイダンス用の液晶表示部64と、光学系36を制御するための操作部66と、モードダイヤルや十字キー、電源スイッチ等の各種スイッチ68とを有する。これら液晶表示部64、操作部66、各種スイッチ68とCPU26との信号のやりとりは入出力インターフェース70（I/F）を介して行われる。

40

【0043】

そして、発光手段14は、上述した発光制御部30と、照射光源20（多数の赤外LED24）とを有し、受光手段16は、上述した撮像素子32と、光学系36と、撮像素子制御部38と、アナログ信号処理部40と、A/D変換部42と、バッファメモリ44とを有する。

【0044】

発光手段14は、発光制御部30の制御によって、例えば図3に示すように、パルス幅Wが基準時t0から所定期間とされたパルス光28を出射するように構成されている。所定期間は、使用者が設定した測定可能な最大距離Lに基づいて設定されている。例えば物

50

体が最大距離  $L$  の地点に存在していると仮定したとき、パルス光 28 が出射されて物体に照射し、その反射光 34 が戻ってくるまでに光は距離  $2L$  だけ進むことになる。従って、パルス光 28 が出射された時点から反射光 34 が戻るまでの時間は、光の速度を  $c$  ( $m/sec$ ) とすると、 $2L/c$  ( $sec$ ) となる。この時間をパルス光 28 のパルス幅  $W$  に割り当てることによって、最大距離  $L$  までに存在する物体の距離を測定することができる。上述した基準時  $t_0$  は、使用者が操作パネル 62 にあるスイッチ 68 (例えば測距開始スイッチ) を操作した時点等に設定することができる。

【0045】

一方、受光手段 16 の撮像素子 32 は、図 4 に示すように、例えばマトリクス状に配列された多数の受光部 72 を有する。受光部 72 は、入射光量に応じた量の電荷に光電変換する光電変換部 74 (フォトダイオード) と、光電変換部 74 に対応して配列された 2 つの蓄積部 (第 1 蓄積部 76 a 及び第 2 蓄積部 76 b) とを有する。また、撮像素子 32 には、列方向に配列された多数の第 1 蓄積部 76 a に対して共通とされた第 1 垂直転送路 78 a が多数本、行方向に配列され、列方向に配列された多数の第 2 蓄積部 76 b に対して共通とされた第 2 垂直転送路 78 b が多数本、行方向に配列されている。各第 1 垂直転送路 78 a 並びに各第 2 垂直転送路 78 b の最終段にはそれぞれ出力部 80 が配置され、第 1 垂直転送路 78 a 及び第 2 垂直転送路 78 b を転送してきた電荷がこれら出力部 80 を通じてそれぞれ電圧信号に変換されて出力されることになる。電圧変換された電荷はリセット信号の印加に伴ってそれぞれドレイン領域に掃き出される。

【0046】

また、受光部は、図 5 に示すように、各光電変換部 74 の中央部分に対応して開口 82 が設けられ、それ以外の部分は遮光膜 84 が形成されて光が進入しないようになっている。光電変換部 74 上のうち、開口 82 に対応した部分に例えば透明電極による中央電極 86 が形成され、第 1 蓄積部 76 a 上に第 1 蓄積電極 88 a が形成され、第 2 蓄積部 76 b 上に第 2 蓄積電極 88 b が形成され、中央電極 86 と第 1 蓄積電極 88 a 間並びに中央電極 86 と第 2 蓄積電極 88 b 間に、光電変換部 74 のポテンシャルを傾斜させるための第 1 調整電極 90 a 及び第 2 調整電極 90 b が形成されている。さらに、第 1 蓄積部 76 a と第 1 垂直転送路 78 a との間には、第 1 蓄積部 76 a に蓄積された電荷を第 1 垂直転送路 78 a に転送するための第 1 転送電極 92 a が形成されている。同様に、第 2 蓄積部 76 b と第 2 垂直転送路 78 b との間にも、第 2 蓄積部 76 b に蓄積された電荷を第 2 垂直転送路 78 b に転送するための第 2 転送電極 92 b が形成されている。

【0047】

第 1 垂直転送路 78 a 上及び第 2 垂直転送路 78 b 上に形成される電極群については、例えばインターライン方式の CCD 撮像素子と同様の構成を採用することができるため、ここではその詳細説明を省略する。

【0048】

ここで、1 つの受光部 72 の動作について説明する。まず、図 5 の実線 A で示すように、中央電極 86、第 1 調整電極 90 a 及び第 2 調整電極 90 b の各電圧を調整して、光電変換部 74 のポテンシャルを第 1 蓄積部 76 a に向かって下り傾斜にさせる。そして、光が受光部 72 に入射することによって、入射光量に応じた量の電荷が光電変換部 74 で発生すると共に、発生した電荷は、光電変換部 74 でのポテンシャル傾斜に沿って第 1 蓄積部 76 a に転送蓄積される (蓄積動作)。

【0049】

ある一定の期間が経過した時点で、中央電極 86、第 1 調整電極 90 a 及び第 2 調整電極 90 b の各電圧を調整して、光電変換部 74 のポテンシャルを今度は第 2 蓄積部 76 b に向かって下り傾斜にさせる。これによって、入射光量に応じた量の電荷が光電変換部 74 で発生すると共に、発生した電荷は、光電変換部 74 でのポテンシャル傾斜に沿って第 2 蓄積部 76 b に転送蓄積される (蓄積動作)。この第 2 蓄積部 76 b への電荷の転送蓄積の期間において、第 1 転送電極 92 a に印加される電圧を調整して第 1 蓄積部 76 a と第 1 垂直転送路 78 a 間のポテンシャル障壁 94 a を下げて、第 1 蓄積部 76 a の電荷を

10

20

30

40

50

第1垂直転送路78aに転送する(読出し動作)。

【0050】

ある一定の期間が経過した時点で、中央電極86、第1調整電極90a及び第2調整電極90bの各電圧を調整して、光電変換部74のポテンシャルを再び第1蓄積部に向かって下り傾斜にさせる。これによって、入射光量に応じた量の電荷が光電変換部74で発生すると共に、発生した電荷は、光電変換部でのポテンシャル傾斜に沿って第1蓄積部76aに転送蓄積される(蓄積動作)。この第1蓄積部76aへの電荷の転送蓄積の期間において、第2転送電極92bに印加される電圧を調整して第2蓄積部76bと第2垂直転送路78b間のポテンシャル障壁94bを下げて、第2蓄積部76bの電荷を第2垂直転送路78bに転送する(読出し動作)。この読出し動作の期間において、第1垂直転送路78aの電荷が順番に出力部80に転送されて出力部80から電圧信号が出力され、電圧信号に変換された電荷は順次ドレイン領域に掃き出されてリセットされることになる(リセット動作)。これらの動作が順次繰り返されることになる。

10

【0051】

次に、この測距システム10に対応した撮像素子32の動作について図3を参照しながら説明する。

【0052】

先ず、基準時 $t_0$ からパルス幅 $W$ に相当する期間にわたる第1区間 $T_1$ において、各光電変換部74は、入射光量に応じた電荷を発生し、第1蓄積部76aに蓄積していく(蓄積動作)。

20

【0053】

第1区間 $T_1$ の経過時点からパルス幅 $W$ に相当する期間にわたる第2区間 $T_2$ において、第1蓄積部76aでの蓄積電荷を第1垂直転送路78aに読み出す(読出し動作)。また、この第2区間 $T_2$ において、各光電変換部74は、入射光量に応じた電荷を発生し、今度は第2蓄積部76bに蓄積していく(蓄積動作)。

【0054】

第2区間 $T_2$ の経過時点からパルス幅 $W$ に相当する期間にわたる第3区間 $T_3$ において、第2蓄積部76bでの蓄積電荷を第2垂直転送路78bに読み出す(読出し動作)。また、この第3区間 $T_3$ において、各光電変換部74は、入射光量に応じた電荷を発生し、再び第1蓄積部76aに蓄積していく(蓄積動作)。さらに、この第3区間 $T_3$ においては、第1垂直転送路78aに読み出されている電荷を出力部80に向けて転送し、出力部80においてそれぞれ電荷量に応じた電圧信号に変換すると共に、電圧信号に変換された電荷をリセットする(リセット動作)。複数の第1垂直転送路78aの出力部80から出力された電圧信号は、後段のアナログ処理回路40にて各受光部72における第1区間 $T_1$ の撮像信号 $S_b$ として変換する。第1区間 $T_1$ の撮像信号 $S_c$ は、A/D変換部42にてデジタル信号に変換されて第1区間 $T_1$ の画像データ(各受光部72に対応した撮像データ $D_c$ が配列されたデータ:第1画像データ $D_c1$ )としてバッファメモリ44に記録される。

30

【0055】

第3区間 $T_3$ の経過時点からパルス幅 $W$ に相当する期間にわたる第4区間 $T_4$ において、第1蓄積部76aでの蓄積電荷を第1垂直転送路78aに読み出す(読出し動作)。また、この第4区間 $T_4$ においては、第2垂直転送路78bに読み出されている電荷を出力部80に向けて転送し、出力部80においてそれぞれ電荷量に応じた電圧信号に変換すると共に、電圧信号に変換された電荷をリセットする(リセット動作)。複数の第2垂直転送路78bの出力部80から出力された電圧信号は、上述と同様の処理が施されて、第2区間 $T_2$ の画像データ(第2画像データ $D_c2$ )としてバッファメモリ44に記録される。

40

【0056】

そして、第4区間 $T_4$ の経過時点からパルス幅 $W$ に相当する期間にわたる第5区間 $T_5$ においては、第1垂直転送路78aに読み出されている電荷を出力部80に向けて転送し

50

、出力部 80 においてそれぞれ電荷量に応じた電圧信号に変換すると共に、電圧信号に変換された電荷をリセットする（リセット動作）。複数の第 1 垂直転送路 78a の出力部 80 から出力された電圧信号は、上述と同様の処理が施されて、第 3 区間 T3 の画像データ（第 3 画像データ Dc3）としてメモリバッファ 44 に記録される。

【0057】

一方、演算手段 18 は、図 2 に示すように、第 1 画像データ Dc1 ~ 第 3 画像データ Dc3 に基づいて、各受光部 72 に対応した物体までの距離を算出する距離演算部 96 を有する。

【0058】

この距離演算部 96 での演算アルゴリズム、特に、1 つの受光部 72 における距離の演算手法（第 1 演算手法）について図 6 及び図 7 を参照しながら説明する。

10

【0059】

先ず、外光を考慮しない場合について図 6 を参照しながら説明する。

【0060】

基準時  $t_0$  からパルス幅  $W (= 2L/c)$  のパルス光 28 を出射し、該パルス光 28 により照射された物体からの反射光 34 が、第 1 区間 T1 と第 2 区間 T2 の間に到来した場合を想定する。なお、 $L$  は、上述したように、設定した最大距離を示す。

【0061】

この場合、反射光強度を  $I$ 、光電変換部 74 での光電変換効率を  $k$ 、物体までの距離を  $k$  としたとき、第 1 区間 T1、第 2 区間 T2 及び第 3 区間 T3 に蓄積された第 1 電荷量  $d_1$ （受光積分強度）、第 2 電荷量  $d_2$ （受光積分強度）及び第 3 電荷量  $d_3$ （受光積分強度）は、以下の関係を有する。

20

$$d_1 = I (2L/c - 2k/c)$$

$$d_2 = I (2k/c)$$

$$d_3 = 0$$

このとき、物体までの距離  $k$  は、次の演算式によって求められる。

$$\begin{aligned} \text{距離 } k &= \{ d_2 / (d_1 + d_2) \} \times L \\ &= \{ (2k/c) / (2L/c) \} \times L \\ &= (2k/c) / (2/c) \\ &= k \end{aligned}$$

30

【0062】

次に、外光を考慮した場合について図 7 を参照しながら説明する。このとき、外光成分がない場合の反射光強度を  $I$ 、外光成分を  $I_0$  とする。

【0063】

外光成分  $I_0$  がある場合、蓄積電荷と演算により求められる距離  $k$  は、次のように書き換えることができる。

$$d_1' = \{ I (2L/c - 2k/c) + I_0 (2L/c) \}$$

$$d_2' = \{ I (2k/c) + I_0 (2L/c) \}$$

$$d_3' = \{ I_0 (2L/c) \}$$

$$\begin{aligned} \text{距離 } k &= \{ d_2' / (d_1' + d_2') \} \times L \\ &= \{ k + L (I_0 / I) \} / \{ 1 + 2 (I_0 / I) \} \end{aligned}$$

40

【0064】

これは、反射光強度  $I$  に対し、外光強度  $I_0$  が大きいほど、演算で求めた距離  $k$  と、実測による距離  $k$  とのずれが大きくなり、 $I_0 \gg I$  のとき、演算で求めた距離  $k$  は  $L/2$  となる。

【0065】

これを防ぐために、反射光成分を受光していない第 3 区間 T3 の第 3 電荷量  $d_3$ （受光積分強度）を利用する。具体的には、以下の関係式を用いる。

$$d_1' = d_1 - d_3$$

$$d_2' = d_2 - d_3$$

50

$$\text{距離 } k = \{ d_2' / (d_1' + d_2') \} \times L \quad \dots\dots (1)$$

【0066】

上述の演算手法は、反射光34が第1区間T1と第2区間T2の間に到来した場合を想定しているが、反射光34が第2区間T1と第3区間T3の間に到来した場合も同様の方法で距離kを求めることができる。この場合、外光成分I<sub>o</sub>のみが存在しているのは第1区間T1であることと、第1区間T1に相当する距離Lを加算する必要から、以下の演算式にて求めることができる。

$$d_2' = d_2 - d_1$$

$$d_3' = d_3 - d_1$$

$$\text{距離 } k = \{ d_3' / (d_2' + d_3') \} \times L + L \quad \dots\dots (2)$$

10

【0067】

上述の演算方法を使った演算手段での処理方法を図8のフローチャートを参照しながら説明する。

【0068】

まず、図8のステップS1において、受光部72を特定するためのカウンタnに初期値1を格納する。

【0069】

その後、ステップS2において、バッファメモリ44からn番目の受光部72に対応した第1電荷量d<sub>1</sub>～第3電荷量d<sub>3</sub>を示すデータを取り込む。

【0070】

20

その後、ステップS3において、取り込んだ第1電荷量d<sub>1</sub>～第3電荷量d<sub>3</sub>から最低の電荷量を探索する。つまり、第1区間T1～第3区間T3のうち、外光成分だけの区間を探索する。

【0071】

ステップS4において、最低の電荷量が第3電荷量d<sub>3</sub>であるか否かが判別される。最低の電荷量が第3電荷量d<sub>3</sub>であれば、次のステップS5に進み、第3区間T3が外光成分のみの区間と認定し、他の区間の電荷量、すなわち、第1電荷量d<sub>1</sub>及び第2電荷量d<sub>2</sub>を以下のように補正する。

$$d_1' = d_1 - d_3$$

$$d_2' = d_2 - d_3$$

30

【0072】

その後、ステップS6において、以下の式によって当該受光部72における物体までの距離kを演算する。

$$\text{距離 } k = \{ d_2' / (d_1' + d_2') \} \times L$$

【0073】

一方、上述のステップS4において、最低の電荷量が第3電荷量d<sub>3</sub>でないと判別された場合は、ステップS7に進み、最低の電荷量が第1電荷量d<sub>1</sub>であるか否かが判別される。最低の電荷量が第1電荷量d<sub>1</sub>であれば、次のステップS8に進み、第1区間T1が外光成分のみの区間と認定し、他の区間の電荷量、すなわち、第2電荷量d<sub>2</sub>及び第3電荷量d<sub>3</sub>を以下のように補正する。

40

$$d_2' = d_2 - d_1$$

$$d_3' = d_3 - d_1$$

【0074】

その後、ステップS9において、以下の式によって当該受光部72における物体までの距離kを演算する。

$$\text{距離 } k = \{ d_3' / (d_2' + d_3') \} \times L + L$$

【0075】

上述のステップS7において、最低の電荷量が第1電荷量d<sub>1</sub>でないと判別された場合は、ステップS10に進み、距離演算をエラーと判定する。具体的には距離kを、エラーを示す例えば「-1」とする。

50

## 【 0 0 7 6 】

上述したステップ S 6、ステップ S 9 又はステップ S 1 0 での処理が省略した段階で、ステップ S 1 1 に進み、距離 k の値と最低の電荷量の値を出力する。

## 【 0 0 7 7 】

出力された距離 k の値は、バッファメモリ 4 4 における距離画像を作成するための第 1 記録領域のうち、n 番目の受光部 7 2 に対応したアドレスに記録される。出力された最低の電荷量の値はバッファメモリ 4 4 における濃淡画像を作成するための第 2 記録領域のうち、n 番目の受光部 7 2 に対応したアドレスに記録される。

## 【 0 0 7 8 】

次のステップ S 1 2 において、カウンタ n の値を + 1 更新する。その後、ステップ S 1 3 において、全ての受光部 7 2 について処理を行ったか否かが判別される。この判別は、カウンタ n の値が受光部 7 2 の全数を超えたか否かで行われる。

10

## 【 0 0 7 9 】

全ての受光部 7 2 について処理が終了していなければ、ステップ S 2 に戻り、次の受光部 7 2 に関する最低の電荷量を探索すると共に、物体までの距離を演算し、これらの値を第 1 記録領域及び第 2 記録領域に格納する。

## 【 0 0 8 0 】

そして、ステップ S 1 3 において、全ての受光部 7 2 について処理が完了したと判別された段階で、この演算処理が終了する。

## 【 0 0 8 1 】

20

このように、測距システム 1 0 は、基準時 t 0 から所定のパルス幅 W を有するパルス光 2 8 を出射し、パルス光 2 8 により照射された物体からの反射光 3 4 を受光することによって、第 1 区間 T 1 で蓄積した第 1 電荷量 d 1 と、第 2 区間 T 2 で蓄積した第 2 電荷量 d 2 と、第 3 区間 T 3 で蓄積した第 3 電荷量 d 3 とを取得し、さらに、これら第 1 電荷量 d 1 ~ 第 3 電荷量 d 3 から最も電荷量の少ない区間の電荷量（最低の電荷量）を差し引いてから、物体までの距離 k を算出するようにしたので、パルス光 2 8 を使用して測距する際に、外光成分を除去することができ、測距の精度を向上させることができる。

## 【 0 0 8 2 】

しかも、受光部 7 2 単位に距離を求めて受光部 7 2 全体に対応した距離画像を得ると共に、受光部 7 2 単位に取得した最低の電荷量に基づいて受光部 7 2 全体に対応した濃淡画像を得るようにしたので、距離データから得られる三次元ポリゴン画像や、該三次元ポリゴン画像に濃淡画像による輝度データをマッピングした三次元モデル画像を表示することが可能となり、様々なアプリケーションに適用させることができる。

30

## 【 0 0 8 3 】

上述の例では、演算手段 1 8、特に距離演算部 9 6 の構成をアルゴリズムにて示したが、図 9 に示す測距演算回路 9 8 のように、上述のアルゴリズムをハードウェアを主体に構成するにしてもよい。

## 【 0 0 8 4 】

この測距演算回路 9 8 は、図 9 に示すように、データ読出回路部 1 0 0 と、外光区間決定回路部 1 0 2 と、測距演算回路部 1 0 4 と、オフセット量決定回路部 1 0 6 と、オフセット量加算回路部 1 0 8 とを有する。

40

## 【 0 0 8 5 】

データ読出回路部 1 0 0 は、バッファメモリ 4 4 の第 1 画像データ D c 1 から各受光部 7 2 に対応した第 1 電荷量 d 1 の値を順番に読み出す第 1 読出回路 1 1 0 a と、バッファメモリ 4 4 の第 2 画像データ D c 2 から各受光部 7 2 に対応した第 2 電荷量 d 2 の値を順番に読み出す第 2 読出回路 1 1 0 b と、バッファメモリ 4 4 の第 3 画像データ D c 3 から各受光部 7 2 に対応した第 3 電荷量 d 3 の値を順番に読み出す第 3 読出回路 1 1 0 c とを有する。

## 【 0 0 8 6 】

外光区間決定回路部 1 0 2 は、比較回路部 1 1 2 と、外光区間指示部 1 1 4 とを有する

50

## 【 0 0 8 7 】

比較回路部 1 1 2 は、第 1 読出回路 1 1 0 a からの第 1 電荷量  $d_1$  と第 2 読出回路 1 1 0 b からの第 2 電荷量  $d_2$  とを比較して、第 1 電荷量  $d_1$  > 第 2 電荷量  $d_2$  のとき、高レベル信号（論理「1」）を出力し、それ以外のとき低レベル信号（論理「0」）を出力する第 1 比較器 1 1 6 a と、第 2 読出回路 1 1 0 b からの第 2 電荷量  $d_2$  と第 3 読出回路 1 1 0 c からの第 3 電荷量  $d_3$  とを比較して、第 2 電荷量  $d_2$  > 第 3 電荷量  $d_3$  のとき、高レベル信号（論理「1」）を出力し、それ以外のとき低レベル信号（論理「0」）を出力する第 2 比較器 1 1 6 b と、第 3 読出回路 1 1 0 c からの第 3 電荷量  $d_3$  と第 1 読出回路 1 1 0 a からの第 1 電荷量  $d_1$  とを比較して、第 3 電荷量  $d_3$  > 第 1 電荷量  $d_1$  のとき、高レベル信号（論理「1」）を出力し、それ以外のとき低レベル信号（論理「0」）を出力する第 3 比較器 1 1 6 c とを有する。

10

## 【 0 0 8 8 】

外光区間指示部 1 1 4 は、第 1 比較器 1 1 6 a の出力の反転と第 3 比較器 1 1 6 c の出力との論理積を出力する第 1 AND 回路 1 1 8 a と、第 3 比較器 1 1 6 c の出力の反転と第 2 比較器 1 1 6 b の出力との論理積を出力する第 2 AND 回路 1 1 8 b とを有する。

## 【 0 0 8 9 】

すなわち、第 1 区間 T 1 が外光成分のみである場合、第 3 比較器 1 1 6 c の出力が高レベルとなり、第 1 比較器 1 1 6 a の出力が低レベルとなるため、第 1 AND 回路 1 1 8 a の出力が高レベルとなり、外光区間が第 1 区間 T 1 であることを示すことになる。また、第 3 区間 T 3 が外光成分のみである場合、第 2 比較器 1 1 6 b の出力が高レベルとなり、第 3 比較器 1 1 6 c の出力が低レベルとなるため、第 2 AND 回路 1 1 8 b の出力が高レベルとなり、外光区間が第 3 区間 T 3 であることを示すことになる。

20

## 【 0 0 9 0 】

測距演算回路部 1 0 4 は、第 1 選択回路 1 2 0 a と、第 2 選択回路 1 2 0 b と、第 3 選択回路 1 2 0 c と、上述した ( 1 ) 式の演算を行う演算回路 1 2 2 とを有する。

## 【 0 0 9 1 】

第 1 選択回路 1 2 0 a ~ 第 3 選択回路 1 2 0 c は、それぞれ 5 つの入力端子（第 1 端子 1 ~ 第 5 端子 5）と 1 つの出力端子 0 とを有し、各第 1 端子 1 に第 1 読出回路 1 1 0 a の出力が接続され、各第 2 端子 2 に第 2 読出回路 1 1 0 b の出力が接続され、各第 3 端子 3 に第 3 読出回路 1 1 0 c の出力が接続されている。

30

## 【 0 0 9 2 】

第 1 選択回路 1 2 0 a の第 5 端子 5 及び、第 2 選択回路 1 2 0 b の第 5 端子 5 及び第 3 選択回路 1 2 0 c の第 4 端子 4 には、それぞれ第 1 AND 回路 1 1 8 a の出力が接続され、第 1 選択回路 1 2 0 a の第 4 端子 4、第 2 選択回路 1 2 0 b の第 4 端子 4 及び第 3 選択回路 1 2 0 c の第 5 端子 5 には、それぞれ第 2 AND 回路 1 1 8 b の出力が接続されている。

## 【 0 0 9 3 】

そして、第 1 選択回路 1 2 0 a は、第 4 端子 4 に高レベル信号が入力されると、第 1 端子 1 に入力されている第 1 電荷量  $d_1$  を選択して出力端子 0 を通じて出力し、第 5 端子 5 に高レベル信号が入力されると、第 2 端子 2 に入力されている第 2 電荷量  $d_2$  を選択して出力するようになっている。

40

## 【 0 0 9 4 】

第 2 選択回路 1 2 0 b は、第 4 端子 4 に高レベル信号が入力されると、第 2 電荷量  $d_2$  を選択して出力し、第 5 端子 5 に高レベル信号が入力されると、第 3 電荷量  $d_3$  を出力するようになっている。

## 【 0 0 9 5 】

第 3 選択回路 1 2 0 c は、第 4 端子 4 に高レベル信号が入力されると、第 1 電荷量  $d_1$  を選択して出力し、第 5 端子 5 に高レベル信号が入力されると、第 3 電荷量  $d_3$  を出力するようになっている。

50

## 【 0 0 9 6 】

一方、演算回路 1 2 2 は、第 1 選択回路 1 2 0 a の出力が入力される第 1 入力端子 a と、第 2 選択回路 1 2 0 b の出力が入力される第 2 入力端子 b と、第 3 選択回路 1 2 0 c の出力が入力される第 3 入力端子 c と、1 つの出力端子 0 とを有する。

## 【 0 0 9 7 】

この演算回路 1 2 2 は、第 1 入力端子 a に入力された値を X a、第 2 入力端子 b に入力された値を X b、第 3 入力端子 c に入力された値を X c としたとき、以下の演算式を演算し、その演算結果を出力端子 0 から出力するようになっている。

$$\{ ( X b - X c ) / ( X a + X b - X c \times 2 ) \} \times L$$

## 【 0 0 9 8 】

次に、オフセット量決定回路部 1 0 6 は、第 1 定数 ( = 0 ) が格納された第 1 レジスタ 1 2 4 a と、第 2 定数 ( = L ) が格納された第 2 レジスタ 1 2 4 b と、選択回路 1 2 6 とを有する。

## 【 0 0 9 9 】

選択回路 1 2 6 は、4 つの入力端子 ( 第 1 端子 1 ~ 第 4 端子 4 ) と 1 つの出力端子 0 とを有し、第 1 端子 1 に第 1 レジスタ 1 2 4 a の出力が接続され、第 2 端子 2 に第 2 レジスタ 1 2 4 b の出力が接続され、第 3 端子 3 に第 2 AND 回路 1 1 8 b の出力が接続され、第 4 端子 4 に第 1 AND 回路 1 1 8 a の出力が接続されている。

## 【 0 1 0 0 】

そして、第 3 端子 3 に高レベル信号が入力されると、第 1 端子 1 に入力されている第 1 レジスタ 1 2 4 a の値 ( 第 1 定数 = 0 ) を出力し、第 4 端子 4 に高レベル信号が入力されると、第 2 端子 2 に入力されている第 2 レジスタ 1 2 4 b の値 ( 第 2 定数 = L ) を出力するようになっている。

## 【 0 1 0 1 】

オフセット量加算回路部 1 0 8 は、加算回路 1 2 8 を有する。この加算回路 1 2 8 は、2 つの入力端子 ( 第 1 入力端子 1 及び第 2 入力端子 2 ) と 1 つの出力端子 0 とを有し、第 1 入力端子 1 に入力された値と第 2 入力端子 2 に入力された値とを加算して、その加算値を出力端子 0 を介して出力する。

## 【 0 1 0 2 】

第 1 入力端子 1 に演算回路 1 2 2 の出力が接続され、第 2 入力端子 2 に選択回路 1 2 6 の出力が接続されている。

## 【 0 1 0 3 】

従って、この測距演算回路 9 8 は、第 1 AND 回路 1 1 8 a の出力が高レベル ( 外光区間が第 1 区間 T 1 ) のとき、演算回路 1 2 2 の第 1 入力端子 a に第 2 電荷量 d 2、第 2 入力端子 b に第 3 電荷量 d 3、第 3 入力端子 c に第 1 電荷量 d 1 が入力されることから、上述した ( 2 ) 式が演算されてその結果が加算回路 1 2 8 から出力されることになる。

## 【 0 1 0 4 】

同様に、第 2 AND 回路 1 1 8 b の出力が高レベル ( 外光区間が第 3 区間 T 3 ) のとき、第 1 入力端子 a に第 1 電荷量 d 1、第 2 入力端子 2 に第 2 電荷量 d 2、第 3 入力端子 3 に第 3 電荷量 d 3 が入力されることから、上述した ( 1 ) 式が演算されてその結果が加算回路 1 2 8 から出力されることになる。

## 【 0 1 0 5 】

この測距演算回路 9 8 を用いれば、演算手段 1 8 を構成するデータ読出回路部 1 0 0 と、外光区間決定回路部 1 0 2 と、測距演算回路部 1 0 4 と、オフセット量決定回路部 1 0 6 と、オフセット量加算回路部 1 0 8 をハードウェアとして 1 つのブロックにて構成することができ、測距システム 1 0 のソフトウェアの簡略化、演算処理の高速化を図ることができる。

## 【 0 1 0 6 】

次に、測距システム 1 0 における演算手段 1 8 の他の演算手法 ( 第 2 演算手法 ) につい

10

20

30

40

50



て図10A～図11を参照しながら説明する。

【0107】

第2演算手法は、上述した第1演算手法と同様の手法を用いるが、予め設定したサイクル数だけ、図3に示す一連の動作を行って、時間的に変化する外光成分を取得して、より精度よく反射光強度を検出する点で異なる。

【0108】

この第2演算手法では、サイクル数をNとしたとき、バッファメモリ44の記憶容量を、3N個分の画像データが記録できる程度の容量とする。説明を簡単にするために、サイクル数Nを3として説明する。

【0109】

第1サイクルC1～第3サイクルC3の各第1区間T1で蓄積した第1電荷量d1をそれぞれ対応する第1画像データDc1、第4画像データDc4及び第7画像データDc7としてバッファメモリ44に記憶する。

【0110】

また、第1サイクルC1～第3サイクルC3の各第2区間T2で蓄積した第2電荷量d2をそれぞれ対応する第2画像データDc2、第5画像データDc5及び第8画像データDc8としてバッファメモリ44に記憶する。

【0111】

同様に、第1サイクルC1～第3サイクルC3の各第3区間T3で蓄積した第3電荷量d3をそれぞれ対応する第3画像データDc3、第6画像データDc6及び第9画像データDc9としてバッファメモリ44に記憶する。

【0112】

そして、1つの受光部72に関する処理を主体に説明すると、先ず、物体までの距離が3Lより遠いが、4Lよりは近い距離にあって、外光が徐々に明るくなっている場合を想定したとき、撮像した1つの受光部72での電荷量の変化は、図10Aに示すように、反射光34が第4区間T4と第5区間T6の間で到来し、その他の区間が外光成分のみであって、且つ、これら各区間の外光成分が例えば右上がり増加した特性が得られる。各区間の電荷量をそれぞれ受光量の積分強度として見た場合、図10Bに示すような特性となる。

【0113】

そこで、この第2演算手法では、図11に示す処理を行う。ここでは、1つに受光部72を主体に説明する。

【0114】

先ず、ステップS101において、9個の画像データの対応する受光部72の電荷量を比較して、反射光34が到来した2つの区間（反射光区間）と、その他の区間（外光区間）を検出する。これは、強度の大きい2つの受光積分強度と、強度の小さい7個の受光積分強度を検出することと等価である。

【0115】

その後、ステップS102において、7個の外光区間における各受光積分強度をそれぞれ基準強度とし、これら7個の基準強度の時間変化を関数化する。図10Aの例では、外光区間の電荷量が時間の経過に伴って徐々に増加していることから、直線（一点鎖線）pに示すように、1つの一次関数として関数化することができる。

【0116】

その後、ステップS103において、関数化された基準強度の分布から、強度の大きい2つの受光積分強度に対応する2つの区間（反射光区間）における基準強度を求める。

【0117】

その後、ステップS104において、強度の大きい2つの受光積分強度からそれぞれ対応する基準強度を減算して補正積分強度を得る。

【0118】

そして、ステップS105において、上述した2つの補正積分強度に基づいて、物体ま

10

20

30

40

50

での距離  $k$  を算出する。つまり、図 10A 及び図 10B の例では、反射光 34 が第 2 サイクル C2 の第 1 区間 T1 と第 2 区間 T2 の間に到来していることから、上述した測距演算の方法を利用して、

$$\text{距離 } k = \{ d_2 / (d_1 + d_2) \} \times L + 3L$$

にて求めることができる。

【0119】

なお、ステップ S101 において検出した受光積分強度の大きい 2 つの区間が時間的に連続していない場合は、反射光 34 の到来ではないとして、測距エラーとする。

【0120】

また、ステップ S101 において、受光積分強度の大きい 2 つの区間を検出する手法としては、例えば隣接する区間毎の受光積分強度の差分を求め、差分が 0 よりも大きく最大である区間が反射光 34 の受光開始区間と判定し、差分が 0 よりも小さく絶対値が最大である区間が反射光 34 の受光終了区間と判定する。このようにすれば、反射光 34 が到来した期間を早期に検出することが可能となる。

10

【0121】

ところで、本実施の形態に係る測距システム 10 は、図 8 のステップ S11 にも示すように、バッファメモリ 44 の第 1 記憶領域に距離画像を記憶し、第 2 記憶領域に濃淡画像を記憶するようにしている。

【0122】

そこで、この測距システム 10 は、これら距離画像と濃淡画像を保存部 50 によって記憶装置 48 に保存させる場合、距離画像と濃淡画像とを関連付けて保存するようにしている。

20

【0123】

関連付けの方法としては、図 12 に示すように、CPU 26 で動作する OS (オペレーションシステム) がデータをファイル管理する機能を有する場合、距離画像が記録されたファイルのファイル名と、濃淡画像が記録されたファイルのファイル名を連名にして管理する。これにより、例えばある距離画像のファイルへのアクセスが行われた場合に、その距離画像のファイルに関連する濃淡画像のファイルへも容易にアクセスでき、煩雑な画像ファイルの管理を容易に行うことができる。

【0124】

その他の関連付けの方法としては、距離画像と濃淡画像とをそれぞれ受光部単位に管理する方法がある。この方法は、図 13 に示すように、1 つのファイルに受光部 72 単位の濃淡値と距離値を対応付けて登録するものである。

30

【0125】

そして、図 14 に示すように、測距システム 10 に接続される第 1 表示器 52 (二次元画像対応) に切替スイッチ 130 を設けて、切替スイッチ 130 を操作するたびに、距離画像の表示 / 濃淡画像の表示 / OFF に切り替えられるようにしてもよい。この場合、上述のように距離画像と濃淡画像とが関連付けられて保存されているため、容易に画像表示を切り替えることができ、要求から応答までの処理時間を大幅に短縮させることができる。

40

【0126】

また、測距システム 10 に第 2 表示器 54 (三次元画像対応) を接続することによって、距離画像を三次元画像として表示することも可能である。この場合、三次元画像は、距離データのみから得られる三次元ポリゴン画像や、この三次元ポリゴン画像に濃淡画像による輝度データをマッピングした三次元モデル画像等から選択することができる。この場合も、上述のように距離画像と濃淡画像とが関連付けられて保存されているため、容易に三次元画像を切り替えることができ、要求から応答までの処理時間を大幅に短縮させることができる。

【0127】

なお、本発明に係る測距装置、測距方法及び測距システムは、上述の実施の形態に限ら

50

ず、本発明の要旨を逸脱することなく、種々の構成を採り得ることはもちろんである。

【図面の簡単な説明】

【0128】

【図1】本実施の形態に係る測距システムの外形を示す斜視図である。

【図2】本実施の形態に係る測距システムの構成を示すブロック図である。

【図3】本実施の形態に係る測距システムの動作を示すタイミングチャートである。

【図4】撮像素子の概略構成を示す説明図である。

【図5】受光部のポテンシャルを主体にした構成を示す説明図である。

【図6】外光を考慮しない場合の第1演算手法を説明するためのタイミングチャートである。

10

【図7】外光を考慮した場合の第1演算手法を説明するためのタイミングチャートである。

【図8】第1演算手法のアルゴリズムを示すフローチャートである。

【図9】第1演算手法のアルゴリズムに基づいて構成された測距演算回路を示す回路図である。

【図10】図10Aは第2演算手法を説明するためのタイミングチャートであり、図10Bは各区間の電荷量をそれぞれ受光量の積分強度として見た場合の特性図である。

【図11】第2演算手法による処理動作を示すフローチャートである。

【図12】距離画像と濃淡画像をファイル名で関連付けて管理する場合の一例を示す説明図である。

20

【図13】1つのファイルに受光部単位の濃淡値と距離値を対応付けて登録する場合の一例を示す説明図である。

【図14】第1表示器(二次元画像対応)に距離画像と濃淡画像の切替スイッチを設けた例を示す説明図である。

【図15】TOF(Time of Flight)方式の光波測距方法を示す説明図である。

【図16】変調光に対する反射光の位相の遅れを示す波形図である。

【符号の説明】

【0129】

10 ... 測距システム	14 ... 発光手段	30
16 ... 受光手段	18 ... 演算手段	
20 ... 照射光源	28 ... パルス光	
32 ... 撮像素子	34 ... 反射光	
48 ... 記憶装置	50 ... 保存部	
52 ... 第1表示器	54 ... 第2表示器	
56 ... 表示部	72 ... 受光部	
74 ... 光電変換部	76a ... 第1蓄積部	
76b ... 第2蓄積部	78a ... 第1垂直転送路	
78b ... 第2垂直転送路	96 ... 距離演算部	
98 ... 測距演算回路	100 ... データ読出回路部	40
102 ... 外光区間決定回路部	104 ... 測距演算回路部	
106 ... オフセット量決定回路部	108 ... オフセット量加算回路部	



【図5】

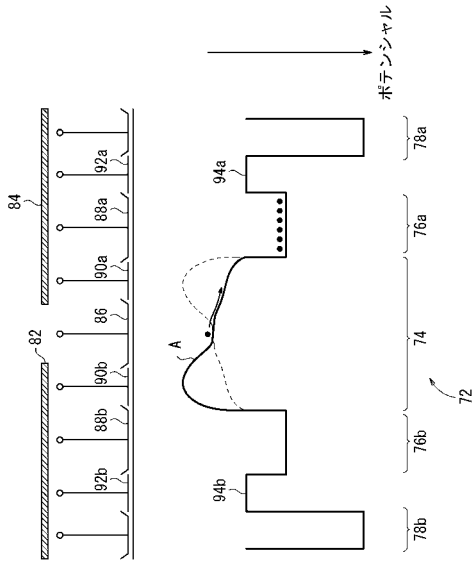


FIG. 5

【図6】

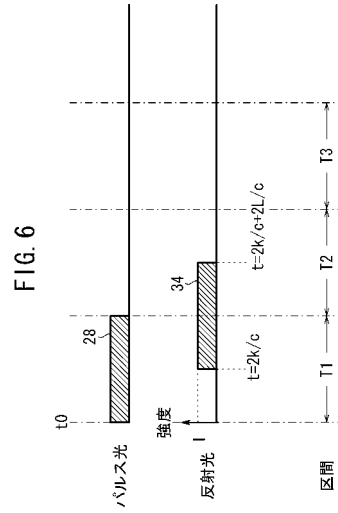


FIG. 6

【図7】

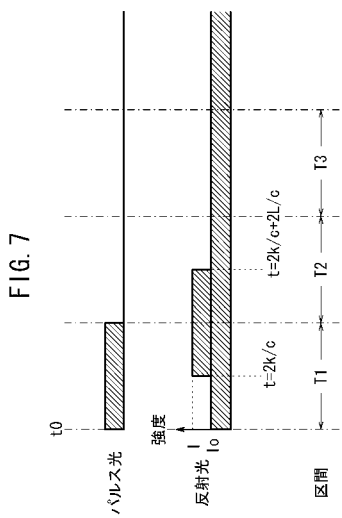


FIG. 7

【図8】

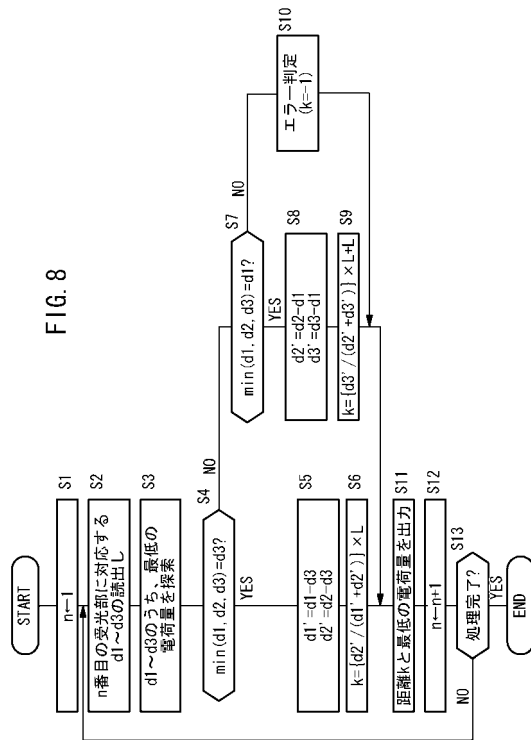
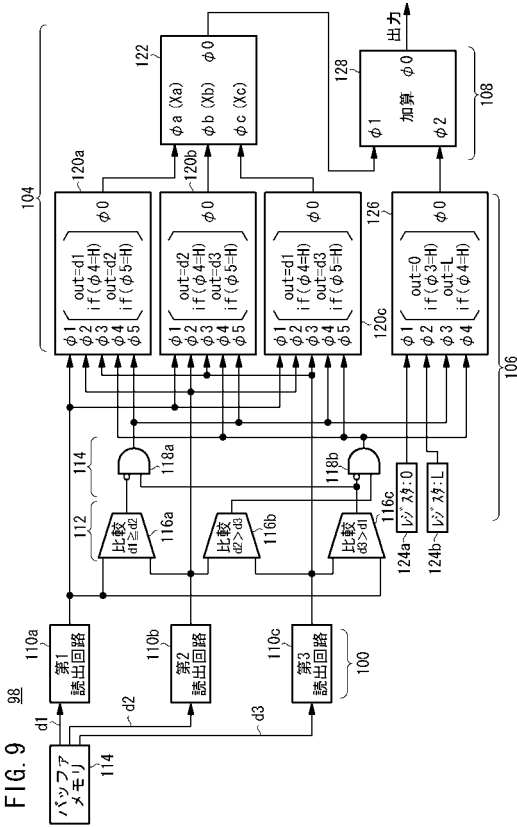
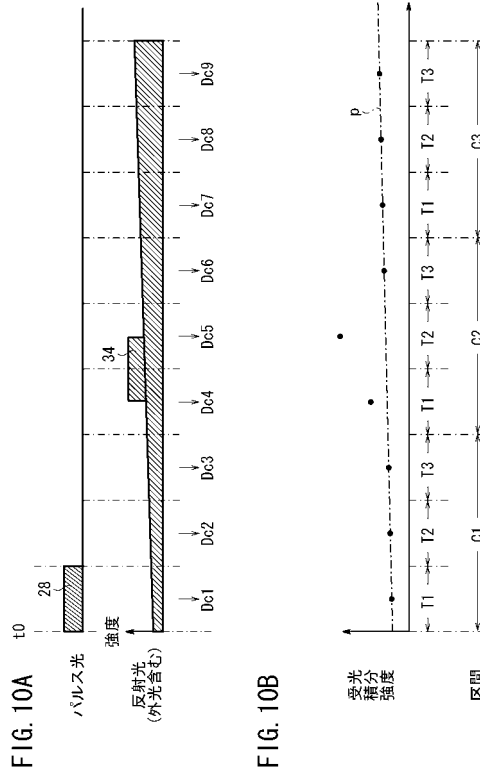


FIG. 8

【図 9】

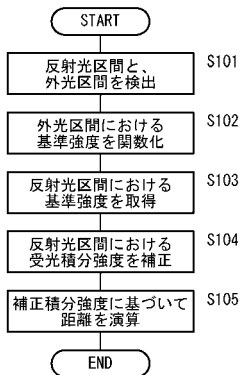


【図 10】



【図 11】

FIG. 11



【図 12】

FIG. 12

/DC1M/ABCD\_001/DSCF0001.bmp  
/DSCF0001.dst

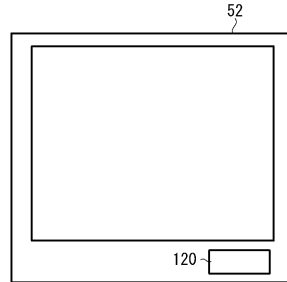
【 図 1 3 】

【 図 1 4 】

FIG. 13

width=640, height=480  
 Y(0, 0)=46, D(0, 0)=131.37  
 Y(1, 0)=51, D(1, 0)=139.01  
 ⋮ ⋮

FIG. 14



【 図 1 5 】

【 図 1 6 】

FIG. 15

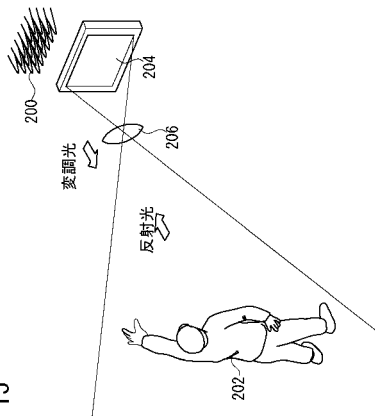
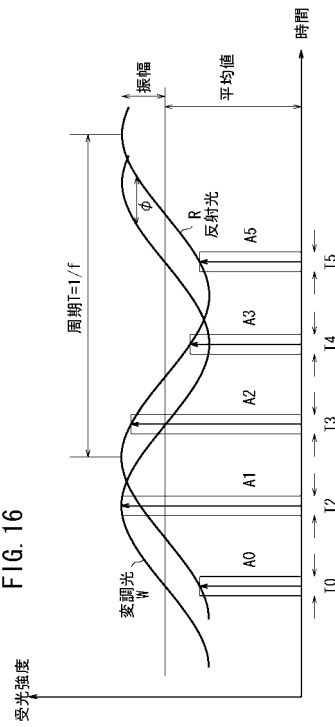


FIG. 16



---

フロントページの続き

審査官 山下 雅人

- (56)参考文献 特開2004-294420(JP,A)  
特開2006-105694(JP,A)  
特許第3832441(JP,B2)  
特許第3758618(JP,B2)  
特開2007-248227(JP,A)  
特開2007-132848(JP,A)  
特開2008-122223(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01S 7/00 - 17/95  
G01B11/00 - 11/30  
G01C 3/06  
G06T 7/00 - 7/60  
G01R25/00 - 25/08  
G04G10/06