

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4993084号
(P4993084)

(45) 発行日 平成24年8月8日(2012.8.8)

(24) 登録日 平成24年5月18日(2012.5.18)

(51) Int. Cl. F I
 GO 1 S 7/48 (2006.01) GO 1 S 7/48 Z
 GO 1 S 17/89 (2006.01) GO 1 S 17/89

請求項の数 2 (全 9 頁)

(21) 出願番号	特願2007-72318 (P2007-72318)	(73) 特許権者	000000099
(22) 出願日	平成19年3月20日 (2007.3.20)		株式会社 I H I
(65) 公開番号	特開2008-232800 (P2008-232800A)		東京都江東区豊洲三丁目1番1号
(43) 公開日	平成20年10月2日 (2008.10.2)	(74) 代理人	100090022
審査請求日	平成22年1月28日 (2010.1.28)		弁理士 長門 侃二
		(72) 発明者	平岩 勇樹
			東京都江東区豊洲三丁目1番1号 石川島
			播磨重工業株式会社内
		(72) 発明者	高野 武寿
			東京都江東区豊洲三丁目1番1号 石川島
			播磨重工業株式会社内
		(72) 発明者	山口 真
			東京都江東区豊洲三丁目1番1号 石川島
			播磨重工業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 レーザ監視装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

監視対象領域の全域に亘ってパルスレーザー光を走査しながら所定の周期で照射し、この走査に同期して前記監視対象領域における前記パルスレーザー光の反射光を受光して前記監視対象領域における物体の有無を監視するレーザー監視装置であって、

前記監視対象領域における物体の有無の監視は、前記パルスレーザー光の走査に同期して検出される前記反射光の受光データを解析して物体を検出すると共に、前記監視対象領域における固定物を監視対象から除外して行われ、

前記検出された物体毎にその平均反射光強度と平均検出距離とを求め、最遠点の物体の平均反射光強度とその有効データ数との積算値が予め設定した指標未満である場合に前記パルスレーザー光の出力強度を増大させ、前記積算値が前記指標以上である場合には反射光強度が飽和しているデータ数が増加するに伴い前記パルスレーザー光の出力強度を減少させるレーザー光強度調整手段を備えたことを特徴とするレーザー監視装置。

【請求項2】

前記パルスレーザー光の出力強度の減少は、反射光強度が飽和しているデータ数が予め設定した閾値を超えるとき、反射光強度が飽和している検出データの平均距離に応じた強度まで前記パルスレーザー光の出力強度を減少させるものである請求項1に記載のレーザー監視装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、パルスレーザー光を走査して監視対象領域における物体の有無を監視するレーザー監視装置に関する。

【背景技術】

【0002】

踏切内における障害物の有無を検出する監視装置として、パルスレーザー光を用いたレーザー監視装置が知られている（例えば特許文献1を参照）。この種のレーザー監視装置は、監視対象領域を見渡し得る所定高さの監視位置から上記監視対象領域の全域に亘ってパルスレーザー光を2次元走査しながら照射し、この走査に同期して上記パルスレーザー光の反射光を受光することで、その走査位置毎に障害物が存在するか否かを検出するものであり、レーザーダとも称される。

10

【0003】

尚、この種のレーザー監視装置（レーザーダ）において、その計測の安定性を確保するべく、温度に応じてレーザー光の出力強度を調整したり、また外来ノイズの影響を除去してその測定可能距離を確保するべく、パルスレーザー光の出力停止期間における受光信号に応じて受光アンプのゲインを最適化調整することが提唱されている。（例えば特許文献2, 3を参照）。

【特許文献1】特開2006-7818号公報

【特許文献2】特開平9-318747号公報

【特許文献3】特開平9-318749号公報

20

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

ところでレーザー監視装置においては、所定の監視対象領域における物体の有無を確実に検出し得る性能を備えることは勿論のことではあるが、長期に亘ってその性能を安定に維持し得ることも重要である。しかしながらレーザー監視装置の構成部品、特にパルスレーザー光を生成するレーザー発振器、例えばレーザーダイオードの寿命は、その出力強度や駆動時間に大きく依存する。しかも一般的には監視対象領域の状況は絶えず変化しており、常に安定した監視環境が確保されるとは限らない。

【0005】

本発明はこのような事情を考慮してなされたもので、その目的は、監視対象領域の状況変化に応じて長期に亘って安定に所要とする監視性能を維持することのできる簡易な構成のレーザー監視装置を提供することにある。

30

【課題を解決するための手段】

【0006】

上述した目的を達成するべく本発明は、監視対象領域の全域に亘ってパルスレーザー光を走査しながら所定の周期で照射し、この走査に同期して前記監視対象領域における前記パルスレーザー光の反射光を受光して前記監視対象領域における物体の有無を監視するレーザー監視装置に係り、

前記監視対象領域における物体の有無の監視は、前記パルスレーザー光の走査に同期して検出される前記反射光の受光データを解析して物体を検出すると共に、前記監視対象領域における固定物を監視対象から除外して行われ、

40

前記検出された物体毎にその平均反射光強度と平均検出距離とを求め、最遠点の物体の平均反射光強度とその有効データ数との積算値が予め設定した指標未満である場合に前記パルスレーザー光の出力強度を増大させ、前記積算値が前記指標以上である場合には反射光強度が飽和しているデータ数が増加するに伴い前記パルスレーザー光の出力強度を減少させるレーザー光強度調整手段を備えたことを特徴としている。

【0009】

特に前記パルスレーザー光の出力強度を減少させる場合には、例えば反射光強度が飽和しているデータ数が予め設定した閾値を超えると、これらの反射光強度が飽和している検

50

出データの平均距離を求める。そして予め求められている検出距離とその検出距離の物体を確実に検出するために必要なパルスレーザー光の出力強度との関係に基づき、上記平均距離に応じた強度まで前記パルスレーザー光の出力強度の減少させるようにすれば良い。

【発明の効果】

【0010】

上記構成のレーザー監視装置によれば監視対象領域における物体検出状況に応じてパルスレーザー光の出力強度を調整することができるので、例えば前記監視対象領域の最遠点での検出データが物体を認識するのに十分であるか否かを判定し、その判定結果に応じてパルスレーザー光の出力強度を調整して反射光の強度を最適化することができる。特に反射光の強度が物体を認識するのに十分であるような場合には、パルスレーザー光の出力強度を増大させることによりその計測性能を確保することが可能となる。

10

【0011】

また上述した最遠点からの反射光の受光強度が十分に確保できる状況下においては、例えば近距離からの反射光の強度がその受光性能に比較して飽和していないか否かを判定することで前記パルスレーザー光の出力強度が過剰であるか否かを判断することができる。そしてパルスレーザー光の出力強度が過剰である場合には、その出力強度を低減することで反射光の受光強度の最適化を図ると共に、パルスレーザー光を生成するレーザー発振器、例えばレーザーダイオードの駆動条件を緩和してその長寿命化を図ることができる。更にはパルスレーザー光の出力強度を低減した分、その駆動エネルギーを抑えて省エネルギー化を図ることが可能となる等の効果が奏せられる。

20

【発明を実施するための最良の形態】

【0012】

以下、図面を参照して本発明の一実施形態に係るレーザー監視装置について説明する。

図1はレーザー監視装置の概略構成図で、1は所定の監視対象領域Aを見渡し得る所定の高さ位置に設けられたセンサヘッドである。このセンサヘッド1には、パルスレーザー光を所定周期で生成して前記監視対象領域Aに向けて出力する投光部2と、上記パルスレーザー光の前記監視対象領域Aにおける反射光を受光する受光部3とが組み込まれている。尚、前記投光部2は、例えばレーザー光源としてのレーザーダイオードと、このレーザーダイオードから出力されたレーザー光を平行ビーム化するコリメータレンズ等を備えて構成されるものである。また前記受光部3は、例えば光センサとしてのフォトダイオードと、その前面に設けられた集光レンズ等を備えて構成される。

30

【0013】

特に前記投光部2から出力されたパルスレーザー光は、例えば反射鏡4aおよびハーフミラー4bからなる光学系を介して光学スキャナ5に導かれ、この光学スキャナ5にてその照射方向が一定の周期で2次元偏向制御されている。具体的には光学スキャナ5は、パルスレーザー光を角度に亘って水平偏向制御(主走査)すると共に、この水平偏向制御に同期して角度に亘って垂直偏向制御(副走査)し、これによって前記監視対象領域Aの全域に亘って前記パルスレーザー光の照射位置を走査している。そしてパルスレーザー光が照射された物体において生じた反射光は、上記走査に同期して前記光学スキャナ5を介して前記受光部3に導かれて受光され、受光部3はその受光強度に応じたレベルの検出信号を出力する。

40

【0014】

尚、前記投光部2は、センサ制御部6の制御の下で所定の周期T毎に発光駆動されると共に、その駆動電圧に応じた強度のパルスレーザー光を出力する。センサ制御部6は、その上位機器であり、パルスレーザー光に対する発光周期調整手段およびレーザー光強度調整手段としての機能を担う情報処理装置(例えばPC)7からの指示に従い、前記パルスレーザー光の生成周期Tとその出力強度Pをそれぞれ可変調整する機能を備える。

【0015】

また前記受光部3からの検出信号を入力する検出部8は、前記センサ制御部6の制御の下で前述したパルスレーザー光の生成タイミングに同期して前記検出信号のレベル(反射光

50

の受光強度)を判定し、予め設定した閾値以上の検出信号を物体による前記パルスレーザ光の反射光であるとして検出している。同時に検出部 8 は上記反射光の検出タイミング(反射光の受光タイミング)と前記パルスレーザ光の出力タイミングとの時間差を求め、これを前記監視対象領域 A における物体の検出距離として求めている。このようにして求められた反射波の受光強度 Q と検出距離 D とからなる検出データ (Q, D) は、前記光学スキャナ 5 によるパルスレーザ光の照射方向の情報、つまり偏向情報 (,) と共に前記情報処理装置 7 に与えられる。そして情報処理装置 7 は、上記検出データに従って前記監視対象領域 A における物体の検出処理を実行すると共に、後述するように検出データを解析して前記センサヘッド 1 の駆動を制御する。特に監視対象領域 A における物体検出状況に応じて前記パルスレーザ光の出力強度 P を可変設定し、また必要に応じて前記パルスレーザ光の生成周期 T を可変設定するものとなっている。

10

【 0 0 1 6 】

ここで前述した検出データに基づく前記情報処理装置 7 での物体検出処理について簡単に説明すると、情報処理装置 7 は前記パルスレーザ光の偏向走査に同期して、その偏向方向である走査位置 (,) 毎に前記検出データ (Q, D) を解析し、例えば同一物体による反射光であると認められる複数点からの検出データを統合してラベリングする。そして同一ラベルが付されて統合された複数の検出データの走査位置 (,) からその大きさを推定して物体検出を行うと共に、前記監視対象領域 A における物体の存在位置を検出する。

【 0 0 1 7 】

20

図 2 は上述した物体検出の手法を模式的に示している。例えば前記センサヘッド 1 から視野し得る監視対象領域 A に図 2 (a) に示すように物体 a_1, a_2, a_3 が存在している場合、上記監視対象領域 A をパルスレーザ光によりスキャン(走査)することによって図 2 (b) に示すように上記各物体 a_1, a_2, a_3 による反射光が検出される。そしてこれらの反射光は、前記各物体 a_1, a_2, a_3 の存在領域毎に或るまとまりをなし、それらの各まとまりの大きさは各物体 a_1, a_2, a_3 の大きさをそれぞれ示すことになる。従ってこれらの反射光のまとまり b_1, b_2, b_3 を検出し、その大きさを判定すれば、所定の大きさをなす反射光(検出データ)のまとまり b_1, b_2, b_3 を、それぞれ物体として認識することが可能となる。

【 0 0 1 8 】

30

尚、上述した如くして検出される物体の検出位置は、前述したように所定の高さに設けられたセンサヘッド 1 から監視対象領域 A を視野したときの [-] 座標のものであるので、これを地表面での物体位置として検出する場合には、地表面を表す [$x-y$] 座標との間で前記物体の検出位置を座標変換(投影変換)すれば良い。この座標変換により前記センサヘッド 1 からの俯瞰に起因する視差の問題を生じることなく、例えば図 2 (c) に示すように監視対象領域 A における物体 c_1, c_2, c_3 の存在位置を容易に理解することが可能となる。

【 0 0 1 9 】

ここで本装置における特徴的な処理機能について説明する。この実施形態に係るレーザ監視装置においては、前述したようにセンサ制御部 6 の制御の下でパルスレーザ光の出力強度 P を可変設定し得る機能(レーザ光強度調整手段)を備えている。このパルスレーザ光の出力強度 P の調整は、監視対象領域 A における物体検出状況に応じて行われるものであって、概略的には前記監視対象領域 A にて検出された物体からの反射光強度 Q に応じて前記パルスレーザ光の出力強度 P を増減することにより実行される。

40

【 0 0 2 0 】

具体的にはこのレーザ光強度調整手段は、例えば前記情報処理装置 7 が備える処理機能 9 として実現される。例えばパルスレーザ光の出力強度 P の調整は、先ず監視対象領域 A にて検出された物体(検出データのまとまり)毎にその平均反射光強度 Q_{ave} と平均検出距離 D_{ave} とを求め、平均検出距離 D_{ave} から求められる最遠点の物体の平均反射光強度 Q_{ave} とその物体(検出データのまとまり)を表す有効データ数 M とに従って前記パルスレ

50

ーザ光の出力強度 P を増大させるか否かを判定することから開始される。そして、例えば最遠点の物体について、指標 K

$$K = [\text{平均反射光強度 } Q_{ave}] \times [\text{有効データ数 } M]$$

を求め、この指標 K が予め設定した物体検出の最低条件 K_{min} を満たしているか否かを判定し、少なくともこの最低条件 K_{min} を満たすように前記平均反射光強度 Q_{ave} を高め、或いは前記有効データ数 M を増大させるべく前記パルスレーザー光の出力強度 P を増大させる。

【 0 0 2 1 】

また前記パルスレーザー光の出力強度 P を増大させる必要がない場合には、前記反射光強度 Q が飽和しているデータ数 N を求め、そのデータ数 N に応じて前記パルスレーザー光の出力強度 P を減少させる。具体的には反射光強度 Q が飽和しているデータ数 N が予め設定した閾値 N_{max} を超えるとき、反射光強度 Q が飽和している複数の検出データの平均距離 D_{ave} に応じた強度まで前記パルスレーザー光の出力強度 P の減少させることで該パルスレーザー光が照射された物体による反射光の強度を全体的に低くし、反射光強度 Q が飽和する検出データの数 N を減少させる。

【 0 0 2 2 】

このようにして監視対象領域 A における物体の検出状況に応じてパルスレーザー光の出力強度 P を増減制御してその最適化を図れば、最遠点の物体を確実に検出し得る前述した最低条件 K_{min} を満たしながら、検出距離 D が短いが故にその反射光強度 Q が飽和してしまうような物体の数（データ数）を減らし、各物体による反射光の強度 Q を全体的に抑えることができる。この結果、投光部 2 の駆動条件を緩和してその長寿命化を図り、更にはパルスレーザー光の出力強度 P を低減した分、その駆動エネルギーを抑えて省エネルギー化を図ることができる等の効果が奏せられる。

【 0 0 2 3 】

図 3 は上述したパルスレーザー光の出力強度 P の増減制御手順の一例を示している。この制御は、先ず監視対象領域 A における不変的な固定物に関するデータを取得し、背景データとして物体検出処理から除外するデータを得ることから開始される ステップ $S 1$ 。この背景データの除外処理は、例えば図 4 に示すように計測対象物が存在しない状況下において物体検出を行い ステップ $S 2 1$ 、これによって検出された物体の位置座標を求める ステップ $S 2 2$ 。そしてこれらの物体が前記監視対象領域 A における不変的な固定物であるか否かを判定し ステップ $S 2 3$ 、不変的な固定物であるならば背景データとして認識対象から除外する為の情報とする ステップ $S 2 4$ 。具体的には背景データとして認識された位置からの反射光（検出データ）を監視対象として取り込まないようにマスクする為の情報を作成する。これに加えて地表面による反射光を除去するべく、地表面から高さに対する閾値を設定する ステップ $S 2 5$ 。この閾値処理は、前述したパルスレーザー光のスキャン（走査）方向毎に、その最大計測距離を設定することに相当する。

【 0 0 2 4 】

以上の初期設定処理を終えたならば、前述した図 3 に示す処理手順に戻って通常の監視処理を開始する ステップ $S 2$ 。そしてその検出データを上位の情報処理装置（ PC ）7 に送り、物体の検出処理を実行する ステップ $S 3$ 。この物体の検出処理については図 2 を参照して前述した通りである。そして所定のまとまりをなす検出データの集まり毎に、これを前記監視対象領域 A において検出された物体の情報として検出する。この際、前述した如く求められた背景データに従って監視対象領域 A における固定物をその監視対象から除外したり、更には地表面からの不要な反射光に対する除去処理を実行する。

【 0 0 2 5 】

しかる後、検出された物体毎にその検出データからその平均検出距離 D_{ave} と平均受光強度 Q_{ave} とをそれぞれ求める ステップ $S 4$ 。そして各物体毎に算出された平均検出距離 D_{ave} を相互に比較し、前記監視対象領域 A において前記センサヘッド 1 が設けられた監視点から最遠点の物体を特定し、この最遠点の物体の検出データについて、その検出性能を評価する為の指標 K を前述したように

10

20

30

40

50

$K = [\text{平均反射光強度 } Q_{ave}] \times [\text{有効データ数 } M]$

として計算する ステップ S 5 。ちなみに最遠点の物体について計測性能評価の為の指標 K を求めるのは、監視点からの距離が長くなるほど（検出距離 D が長くなるほど）パルスレーザ光およびその反射光が大気中を伝播するに際しての減衰量が多く、また外来ノイズの影響を受け易くなり、その計測条件が悪い為である。

【 0 0 2 6 】

そして上述した如く求めた指標 K について予め定めた閾値 K_{min} と比較し、その計測条件が最遠点の物体を確実に検出し得る最低条件を満たしているか否かを判定する ステップ S 6 。指標 K が上記閾値 K_{min} に満たない場合には、例えば平均受光強度 Q_{ave} と平均検出距離 D_{ave} との比 $[Q_{ave} / D_{ave}]$ を評価値とし、図 5 に示すように予め実験データ等に基づいて設定された上記評価値に対するパルスレーザ光の最適な出力強度 P との関係を満たすように前記パルスレーザ光の出力強度を増大させる ステップ S 7 。このパルスレーザ光の出力強度の増大制御は、情報処理装置 7 からセンサ制御部 6 に対して出力制御指令を与えることにより実行される。

10

【 0 0 2 7 】

これに対して前述した指標 K が予め定めた閾値 K_{min} を上回る場合には、少なくとも前記パルスレーザ光の出力強度 P が、最遠点の物体を確実に検出し得る最低の計測条件を満たしていると判断される。そしてこの場合には、逆に前記パルスレーザ光の出力強度 P が過大（過剰）でないかを判断するべく、前述した如く検出された物体の各検出データについてその受光強度 Q が飽和しているものを抽出し、受光強度 Q が飽和している検出データの総数 N を求める ステップ S 8 。このようにして求めた受光強度飽和検出データの総数 N を予め設定した閾値 N_{sat} と比較することで前記パルスレーザ光の出力強度 P が過大（過剰）であるか否かを判断する ステップ S 9 。そしてパルスレーザ光の出力強度 P が過大（過剰）でない場合には、前述したステップ S 2 からの処理に戻って監視対象領域 A における物体の監視処理を継続して実行する。

20

【 0 0 2 8 】

しかしパルスレーザ光の出力強度 P が過大（過剰）であると判断した場合には、受光強度 Q が飽和している全検出データについてその平均検出距離 D_{sat} を計算し ステップ S 1 0 、例えば飽和検出データの総数 N_{sat} とその平均検出距離 D_{sat} との積 $[N_{sat} \times D_{sat}]$ を評価値とし、図 6 に示すように実験結果等に基づいて予め求められている上記評価値に対するパルスレーザ光の最適な出力強度 P との関係を満たすように前記パルスレーザ光の出力強度 P を減少させる ステップ S 1 1 。

30

【 0 0 2 9 】

以上のようにして監視対象領域 A における物体の検出状況に応じてパルスレーザ光の出力強度 P を増減制御することにより、最遠点の物体を確実に検出し得る計測条件を満たしながら上記パルスレーザ光の出力強度 P を抑えることが可能となり、これによって前記パルスレーザ光の出力強度 P の最適化を図ることができる。しかも物体として検出された反射光の受光強度 Q に従ってその計測条件の適否を評価し、最遠点の物体を確実に検出するために必要な計測条件を満たすパルスレーザ光の最低の出力強度 P_{min} を確保しながら、その出力強度 P を簡易に抑えることができる。従ってパルスレーザ光の出力強度 P を抑えた分、例えばレーザ光源としてレーザダイオードの駆動条件を緩和してその長寿命化を図ると共に、省エネルギー化を図ることが可能となる等の実用上多大なる効果が奏せられる。

40

【 0 0 3 0 】

尚、本発明は上述した実施形態に限定されるものではない。ここでは過大なパルスレーザ光の出力強度 P を評価する評価値として飽和検出データの総数 N_{sat} とその平均検出距離 D_{sat} との積 $[N_{sat} \times D_{sat}]$ を用いたが、その他の評価値を用いることも可能である。

【 0 0 3 1 】

またカメラを用いて監視対象領域 A を撮像し、その画像を解析することでパルスレーザ光を用いて実施される物体検出状況を推定し、この推定結果に応じてパルスレーザ光の出

50

力強度 P を調整することも可能である。その他、本発明はその要旨を逸脱しない範囲で種々変形して実施することができる。

【図面の簡単な説明】

【0032】

【図1】 レーザ監視装置の概略構成図。

【図2】 レーザ監視装置による物体検出手法を模式的に示す図。

【図3】 本発明の一実施形態に係るレーザ監視装置におけるパルスレーザ光の出力強度制御の処理手順を示す図。

【図4】 監視対象領域における固定物の検出処理手順を示す図。

【図5】 パルスレーザ光の出力強度の増大制御に用いる、平均受光強度 Q_{ave} と平均検出距離 D_{ave} との比 $[Q_{ave} / D_{ave}]$ に対するパルスレーザ光の最適な出力強度 P との関係を示す図。

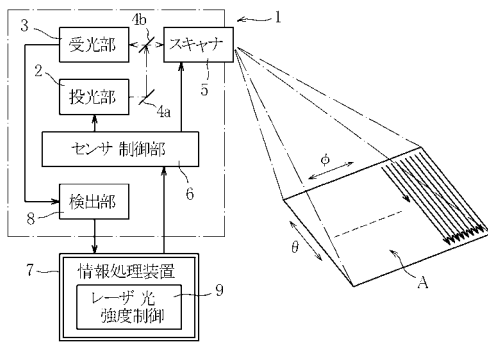
【図6】 パルスレーザ光の出力強度の増大制御に用いる、飽和検出データの総数 N_{sat} と平均検出距離 D_{sat} との積 $[N_{sat} \times D_{sat}]$ に対するパルスレーザ光の最適な出力強度 P との関係を示す図。

【符号の説明】

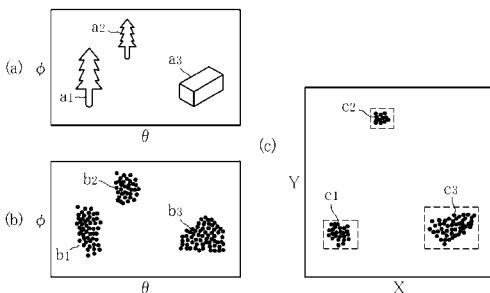
【0033】

- 1 センサヘッド
- 2 投光部
- 3 受光部
- 5 光学スキャナ
- 6 センサ制御部
- 7 情報処理装置
- 8 検出部
- 9 レーザ光強度調整手段

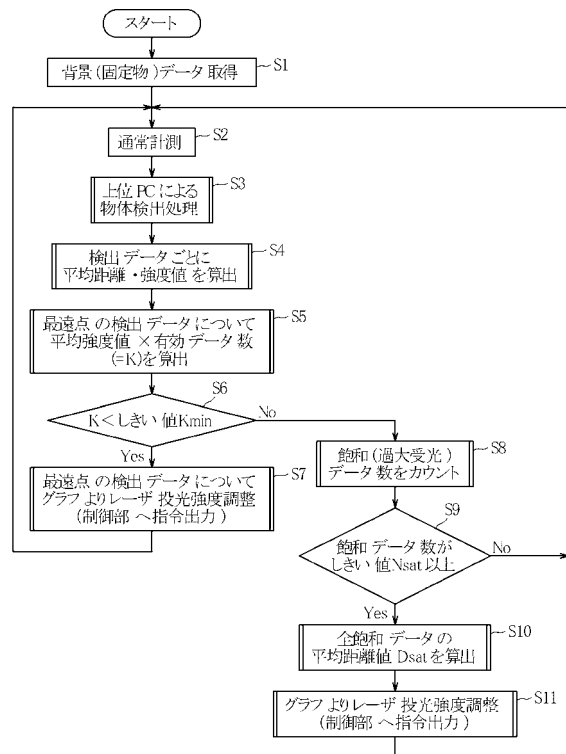
【図1】



【図2】



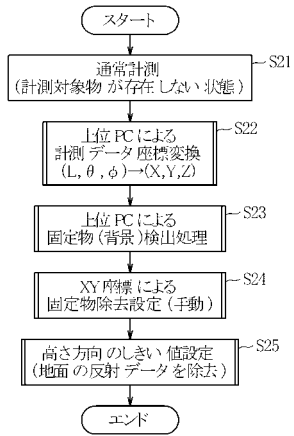
【図3】



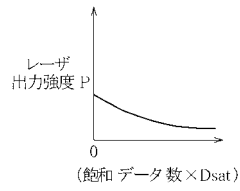
10

20

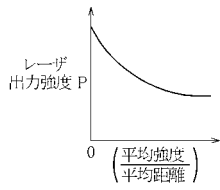
【 図 4 】



【 図 6 】



【 図 5 】



フロントページの続き

(72)発明者 寺内 強

東京都江東区豊洲三丁目1番1号 石川島播磨重工業株式会社内

審査官 大和田 有軌

(56)参考文献 特開2006-194617(JP,A)

特開2005-300259(JP,A)

特開平07-174851(JP,A)

特開平07-167958(JP,A)

特開平05-264719(JP,A)

特開2001-280951(JP,A)

特開平05-005621(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01S 7/48 - 7/51

G01S 17/00 - 17/95

G01C 3/00 - 3/32

G01B 11/00 - 11/30