

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

**特開2020-34456
(P2020-34456A)**

(43) 公開日 **令和2年3月5日(2020.3.5)**

(51) Int. Cl.

G01S 7/486 (2020.01)

F I

G O I S 7/486

テーマコード (参考)

5 J O 8 4

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2018-162081 (P2018-162081)
(22) 出願日 平成30年8月30日 (2018.8.30)

(71) 出願人 000005016
パイオニア株式会社
東京都文京区本駒込二丁目28番8号
(74) 代理人 100134832
弁理士 瀧野 文雄
(74) 代理人 100165308
弁理士 津田 俊明
(74) 代理人 100115048
弁理士 福田 康弘
(72) 発明者 石川 雄悟
埼玉県川越市山田25番地1 パイオニア
株式会社 川越事業所内
(72) 発明者 永田 宏
埼玉県川越市山田25番地1 パイオニア
株式会社 川越事業所内

最終頁に続く

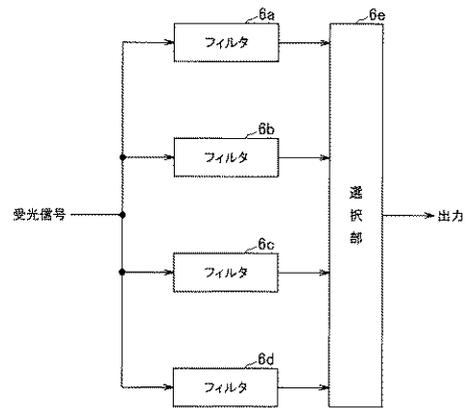
(54) 【発明の名称】 信号処理装置

(57) 【要約】

【課題】レーザレーダ装置の出力精度の低下を抑えることができる情報処理装置を提供する。

【解決手段】照射方向を変えながら光を照射する発光部2及び物体100にて反射された光の戻り光を受光する受光部3を備えるライダ1の受光部3の受光信号を処理するマッチドフィルタ6であって、受光信号に対して所定の基準信号に基づく特性によりSN比向上処理を行う複数のフィルタ6a~6dと、複数のフィルタ6a~6dによりフィルタ処理された結果に基づいて、フィルタ6a~6dの出力信号のいずれかを選択して出力する選択部6eと、を備えている。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

光を照射する照射部及び対象物にて反射された前記光の戻り光を受光する受光部を備える光学機器の前記受光部の出力信号を処理する信号処理装置であって、

前記出力信号に対して複数の基準信号に基づく特性により S N 比向上処理を行う信号処理部と、

複数の前記特性によりそれぞれ前記 S N 比向上処理がされた結果に基づいて、一の前記特性による前記 S N 比向上処理の結果を選択して出力する選択部と、

を備えることを特徴とする信号処理装置。

【請求項 2】

前記選択部は、複数の前記特性により前記 S N 比向上処理された結果それぞれ得られる S N 比に基づいて、一の前記特性による前記 S N 比向上処理の結果を選択することを特徴とする請求項 1 に記載の信号処理装置。

10

【請求項 3】

複数の前記基準信号の波形情報が格納された格納部を備え、

前記信号処理部は、前記格納部に格納された複数の前記基準信号の波形情報に基づいて前記 S N 比向上処理を行うことを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の信号処理装置。

【請求項 4】

前記複数の前記基準信号は、前記照射部が照射する照射光に基づいて、それぞれ異なる加工が施されて生成されていることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の信号処理装置。

20

【請求項 5】

前記複数の前記基準信号は、それぞれ特性の異なるローパスフィルタにより生成されていることを特徴とする請求項 4 に記載の信号処理装置。

【請求項 6】

前記信号処理部は、前記複数の基準信号に基づく特性を順次変更して順次 S N 比向上処理を行うことを特徴とする請求項 1 から 5 のうちいずれか一項に記載の信号処理装置。

【請求項 7】

光を照射する照射部及び対象物にて反射された前記光の戻り光を受光する受光部を備える光学機器の前記受光部の出力信号を処理する信号処理装置で実行される信号処理方法であって、

30

前記出力信号に対して複数の基準信号に基づく特性により S N 比向上処理を行う信号処理工程と、

複数の前記特性によりそれぞれ前記 S N 比向上処理がされた結果に基づいて、一の前記特性による前記 S N 比向上処理の結果を選択して出力する選択工程と、

を含む、

ことを特徴とする信号処理方法。

【請求項 8】

請求項 7 に記載の信号処理方法をコンピュータにより実行させることを特徴とする信号処理プログラム。

40

【請求項 9】

請求項 8 に記載の信号処理プログラムを格納したことを特徴とするコンピュータ読み取り可能な記憶媒体。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、光を照射する照射部及び対象物にて反射された光の戻り光を受光する受光部を備える光学機器の受光部の出力信号を処理する信号処理装置に関する。

【背景技術】**【0002】**

50

従来から、被検出空間にレーザー光のパルスを照射し、その反射光のレベルに基づいて、被検出空間内の対象物を検出するレーザーレーダ装置（LiDAR；Light Detection and Rangingとも呼ばれる）が知られている。このようなレーザーレーダ装置には、SN比（信号対雑音比）の向上等を目的として、受光部の出力信号に対してフィルタリングを行ってノイズ低減を行うものが存在する。例えば、特許文献1には、レーザーレーダ装置において、受光部の出力信号に対してマッチドフィルタを用いる点が記載されている。

【0003】

特許文献1に記載されているマッチドフィルタを用いる場合、マッチドフィルタに供するインパルス応答を既知として予め用意しておき、用意したインパルス応答を用いて受光部の出力信号のフィルタリングを行うが、レーザーレーダ装置ごとの個体差や経年変化、温度等の環境変化などに対応できず、結果としてレーザーレーダ装置の出力精度が低下するという問題が生じる。

10

【0004】

このような問題に対処するため、特許文献2では、射出光を反射する反射体を備え、反射体によって反射された戻り光をAPDが受光したときのAPDの出力信号に基づいて、マッチドフィルタによって利用される基準受信パルスを推定している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【特許文献1】特開2007-225318号公報

20

【特許文献2】特開2018-9831号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

しかしながら、特許文献2に記載の方法では、実際に光を照射する対象物の特性を考慮せずに基準受信パルス（基準信号ともいう）を推定しているため、対象物の形状や照射角度等によっては基準信号が精度良く推定できず、レーザーレーダ装置の出力精度が低下するという問題への対策としては不十分である。

【0007】

本発明が解決しようとする課題としては、レーザーレーダ装置の出力精度の低下を抑えることが一例として挙げられる。

30

【課題を解決するための手段】

【0008】

上記課題を解決するために、請求項1に記載の発明は、光を照射する照射部及び対象物にて反射された前記光の戻り光を受光する受光部を備える光学機器の前記受光部の出力信号を処理する信号処理装置であって、前記出力信号に対して複数の基準信号に基づく特性によりSN比向上処理を行う信号処理部と、複数の前記特性によりそれぞれ前記SN比向上処理がされた結果に基づいて、一の前記特性による前記SN比向上処理の結果を選択して出力する選択部と、を備えることを特徴としている。

【0009】

40

請求項7に記載の発明は、光を照射する照射部及び対象物にて反射された前記光の戻り光を受光する受光部を備える光学機器の前記受光部の出力信号を処理する信号処理装置で実行される信号処理方法であって、前記出力信号に対して複数の基準信号に基づく特性によりSN比向上処理を行う信号処理工程と、複数の前記特性によりそれぞれ前記SN比向上処理がされた結果に基づいて、一の前記特性による前記SN比向上処理の結果を選択して出力する選択工程と、を含む、ことを特徴としている。

【0010】

請求項8に記載の発明は、請求項7に記載の信号処理方法をコンピュータにより実行させることを特徴としている。

【0011】

50

請求項 9 に記載の発明は、請求項 8 に記載の信号処理プログラムを格納したことを特徴としている。

【図面の簡単な説明】

【0012】

【図 1】本発明の第 1 の実施例にかかる信号処理装置の概略構成図である。

【図 2】図 1 に示されたマッチドフィルタの詳細構成図である。

【図 3】図 2 の変形例である。

【図 4】基準信号波形の説明図である。

【図 5】基準信号波形の他の例である。

【図 6】図 1 に示されたライダの動作のフローチャートである。

10

【図 7】本発明の第 2 の実施例にかかる信号処理装置の概略構成図である。

【図 8】図 7 に示されたマッチドフィルタとローパスフィルタの詳細構成図である。

【図 9】図 7 の変形例である。

【図 10】本発明の第 3 の実施例にかかる信号処理装置の概略構成図である。

【図 11】図 10 に示されたマッチドフィルタの詳細構成図である。

【図 12】図 10 に示されたライダの動作のフローチャートである。

【発明を実施するための形態】

【0013】

以下、本発明の一実施形態にかかる信号処理装置を説明する。本発明の一実施形態にかかる信号処理装置は、光を照射する照射部及び対象物にて反射された光の戻り光を受光する受光部を備える光学機器の受光部の出力信号を処理する信号処理装置であって、出力信号に対して複数の基準信号に基づく特性により SN 比向上処理を行う信号処理部と、複数の特性によりそれぞれ SN 比向上処理がされた結果に基づいて、一の特性による SN 比向上処理の結果を選択して出力する選択部と、を備えている。このようにすることにより、複数の特性による SN 比向上処理結果のうち最善の結果を選択できるため、光を照射する対象物の特性を考慮した結果を得ることができ、レーザレーダ装置の出力精度の低下を抑えることができる。

20

【0014】

また、選択部は、複数の特性により SN 比向上処理された結果得られる SN 比に基づいて、一の特性による SN 比向上処理の結果を選択してもよい。このようにすることにより、SN 比の良い結果を選択することができるため、レーザレーダ装置の出力精度の低下を抑えることができる。

30

【0015】

また、複数の基準信号の波形情報が格納された格納部を備え、信号処理部は、格納部に格納された複数の基準信号の波形情報に基づいて SN 比向上処理を行ってもよい。このようにすることにより、予め格納されている波形情報に基づいて SN 比向上処理ができる。

【0016】

また、複数の基準信号は、照射部が照射する照射光に基づいて、それぞれ異なる加工が施されて生成されていてもよい。このようにすることにより、照射光の信号特性が変化しても、それに応じた基準信号を生成することができる。

40

【0017】

また、複数の基準信号は、それぞれ特性の異なるローパスフィルタにより生成されていてもよい。このようにすることにより、簡便な構成のローパスフィルタにより複数の基準信号を生成することができる。

【0018】

また、変更部は、複数の特性を順次変更し、信号処理部は、順次変更された特性により順次 SN 比向上処理を行うようにしてもよい。このようにすることにより、1 つのハードウェアを時分割で利用することができ、DSP (Digital Signal Processor) 等のプロセッサで動作するプログラムとして信号処理部を構成することができる。

【0019】

50

また、本発明の一実施形態にかかる信号処理方法は、光を照射する照射部及び対象物にて反射された光の戻り光を受光する受光部を備える光学機器の受光部の出力信号を処理する信号処理装置で実行される信号処理方法であって、その出力信号に対して複数の基準信号に基づく特性によりSN比向上処理を行う信号処理工程と、複数の特性によりそれぞれSN比向上処理がされた結果に基づいて、一の特性によるSN比向上処理の結果を選択して出力する選択工程と、を含んでいる。このようにすることにより、複数の特性によるSN比向上処理結果のうち最善の結果を選択できるため、光を照射する対象物の特性を考慮した結果を得ることができ、レーザレーダ装置の出力精度の低下を抑えることができる。

【0020】

また、本発明の一実施形態にかかる信号処理プログラムは、上述した信号処理方法を、コンピュータにより実行させている。このようにすることにより、コンピュータを用いて、複数の特性によるSN比向上処理結果のうち最善の結果を選択できるため、光を照射する対象物の特性を考慮した結果を選択することができ、レーザレーダ装置の出力精度の低下を抑えることができる。

10

【0021】

また、上述した情報処理プログラムをコンピュータ読み取り可能な記憶媒体に格納してもよい。このようにすることにより、当該プログラムを機器に組み込む以外に単体でも流通させることができ、バージョンアップ等も容易に行える。

【実施例1】

【0022】

本発明の第1の実施例にかかる信号処理装置を図1～図5を参照して説明する。図1は、本実施例にかかる信号処理装置を備える光学機器としてのライダの機能構成図である。ライダ1は、発光部2と、受光部3と、光学系4と、ADコンバータ(ADC)5と、マッチドフィルタ6と、制御部8と、を備えている。ライダ1は、光パルス(以下、照射光という)を照射し、対象物としての外部の物体100により反射された光パルス(以下、戻り光という)を受光することにより、物体100に関する情報を生成するレーザレーダ装置であり、LiDARとも称される。

20

【0023】

発光部2は、制御部8からのトリガ信号等に応じて光パルスを出力する。発光部2は、レーザダイオード(LD)と、LDを駆動するドライバ回路等を備えている。

30

【0024】

受光部3は、物体100からの戻り光の強度に比例した電圧信号(受光信号)を出力する。一般的に、フォトダイオードなどの光検出素子は電流出力であるため、受信部はこの電流を電圧に変換(I/V変換)して出力する。受光部3は、光検出素子としてAPD(アバランシェフォトダイオード)と、上述したI/V変換回路等を備えている。

【0025】

光学系4は、発光部2から入力される光パルスを照射光として照射方向を変えながら照射するとともに、この照射光が空間中の物体100に出会って反射あるいは散乱されることにより戻ってきた戻り光を受光部3に導く。光学系4は、回転ミラー、コリメータレンズ、集光レンズ等の光学部材を備えている。即ち、発光部2と光学系4とで、照射方向を変えながら光を照射する照射部として機能し、受光部3と光学系4とで、物体100(対象物)にて反射された光の戻り光を受光する受光部として機能する。なお、本実施例では、照射方向を変えながら光を照射するライダで説明するが、照射方向を変えないフラッシュライダ等であってもよい。

40

【0026】

ADコンバータ5は、受光部3から出力されたアナログ信号(受光信号)をデジタル信号に変換する周知の回路である。

【0027】

マッチドフィルタ6は、送受信するパルスの波形と同じ波形の信号に対して通過率を1とする通過特性をもつ周知のフィルタであり整合フィルタとも呼ばれる。マッチドフィル

50

タ 6 は、A D コンバータ 5 の出力（受光信号）に対して、予め定めた基準信号を所定のインパルス応答として畳み込んで、フィルタリングを行うことで受光信号の S N 比向上処理を行う。この S N 比向上処理とは、例えば S N 比が最大になるような処理を示す。つまり、マッチドフィルタ 6 が本実施例に係る信号処理装置を構成する。

【 0 0 2 8 】

また、本実施例では、マッチドフィルタ 6 は、後述するようにそれぞれ異なる基準信号に基づく特性に応じた複数のフィルタを備えている。また、マッチドフィルタ 6 では、前記した複数のフィルタの出力のうち、最も S N 比が良い出力をマッチドフィルタ 6 の出力として制御部 8 へ出力する。

【 0 0 2 9 】

制御部 8 は、例えば C P U（Central Processing Unit）やメモリ等を有するマイクロコンピュータもしくは専用のハードウェアで構成され、ライダ 1 の全体制御を司る。制御部 8 は、発光部 2 に対して光パルス出力を指示するトリガ信号を送出する。また、制御部 8 は、トリガ信号の送出タイミングとマッチドフィルタ 6 からの出力信号のタイミングとに基づいてライダ 1 から物体 1 0 0 までの距離を算出する。

【 0 0 3 0 】

次に、上述した構成のマッチドフィルタ 6 の詳細について図 2 を参照して説明する。マッチドフィルタ 6 は、上述したように複数のフィルタを備えている。これらのフィルタ 6 a ~ 6 d は、それぞれが上述した整合フィルタである。図 2 では、4 つのフィルタ 6 a ~ 6 d を備える例を示しているが、4 つに限らないのは言うまでもない。

【 0 0 3 1 】

フィルタ 6 a ~ 6 d は、入力される信号は同じ受光信号である。これらのフィルタ 6 a ~ 6 d は、それぞれ異なる基準信号をインパルス応答として畳み込む。つまり、フィルタ 6 a ~ 6 d は、それぞれ異なる基準信号に基づく特性を予めそれぞれ有している。なお、フィルタ 6 a ~ 6 d は、それぞれ専用のハードウェアから構成されるに限らず、それぞれ汎用の演算装置等のハードウェアと制御用のソフトウェアにより構成されていてもよい。つまり、フィルタ 6 a ~ 6 d は信号処理部として機能する。

【 0 0 3 2 】

なお、図 2 に示した構成では、フィルタ 6 a ~ 6 d は、それぞれ異なる基準信号に基づく特性をそれぞれ有していたが、図 3 に示したように、基準信号の波形をフィルタの外部のメモリ等に格納しておいてもよい。図 3 では、メモリ 9 a ~ 9 d にそれぞれ異なる基準信号の波形情報を格納して、フィルタ 6 a ~ 6 d がそれぞれ波形情報を読み出してフィルタ処理をしている。

【 0 0 3 3 】

図 4 に、基準信号の例を示す。図の左側は、理想的な基準信号を示し、例えば発光部 2 の出力した照射光が外光の影響を受けない環境に置かれた反射特性既知の反射体より反射された戻り光を受光部 3 が受光した際の A D コンバータ 5 の出力信号である。そして、その理想的な基準信号に対して例えばガウシアンフィルタ等によりフィルタリングして生成した基準信号が右側に示されている。図 3 に示した基準信号は、上から順に標準偏差 σ が所定の実数 a （ $a \times 1$ ）のガウシアンフィルタ、標準偏差 σ が所定の実数 $a \times 1.6$ のガウシアンフィルタ、標準偏差 σ が所定の実数 $a \times 6.4$ のガウシアンフィルタ、標準偏差 σ が所定の実数 $a \times 12.8$ のガウシアンフィルタとなっている。なお、基準信号は、ガウシアンフィルタに限らず他のフィルタリングにより生成してもよい。

【 0 0 3 4 】

なお、基準信号を生成する関数としては、図 4 に示したような対称な分布を示すものに限らず、例えば図 5 に示したような非対称な分布を示すものであってもよい。

【 0 0 3 5 】

また、図 2 に示したように、マッチドフィルタ 6 は、選択部 6 e を更に備えている。選択部 6 e は、フィルタ 6 a ~ 6 d によるフィルタリング結果のうち、最も S N 比が良い結果をマッチドフィルタ 6 の出力として選択する。S N 比は、例えばフィルタ 6 a ~ 6 d の

10

20

30

40

50

入力信号である受光信号と各々のフィルタ 6 a ~ 6 d の出力信号に基づいて算出すればよい。即ち、選択部 6 e は、複数のフィルタ 6 a ~ 6 d (複数の特性による S N 比向上処理) により処理された結果に基づいて、一のフィルタ (一の特性による S N 比向上処理) の出力信号を選択して出力する。

【 0 0 3 6 】

図 2 に示した構成のマッチドフィルタ 6 は、フィルタ 6 a では、受光信号に対して基準信号に基づくフィルタリングを施して選択部 6 e へ出力する。フィルタ 6 b ~ 6 d も同様にしてフィルタリングを施して選択部 6 e へ出力する。そして、選択部 6 e では、入力されたフィルタリング結果のうち、S N 比の最も良い結果をマッチドフィルタ 6 の出力として制御部 8 へ出力する。

10

【 0 0 3 7 】

従来のマッチドフィルタは、基準信号は 1 種類で全ての受光信号のフィルタリング処理に用いられていたが、ライダ 1 から光パルスが照射される対象物の特性や照射角度等によっては、戻り光 (受光信号) の波形が発光信号とは異なる波形となる場合がある。従来のマッチドフィルタは、受光信号と発光信号が同じ波形であるという前提で設計されているため、上述したような対象物の特性や照射角度等による受光信号の波形の変形が発生すると、ライダ 1 の出力精度の低下を引き起こすこととなる。

【 0 0 3 8 】

そこで、本実施例のように、それぞれ異なる基準信号によって受光信号にフィルタリングを施すことで、より適切な受光信号によるフィルタリングを施すことができる。そして、S N 比が最も良い結果を選択することで、より適切な受光信号によるフィルタリング結果をマッチドフィルタ 6 の結果として出力することができる。

20

【 0 0 3 9 】

ここで、マッチドフィルタ 6 の構成としては、図 2 や図 3 に示したように複数のフィルタ 6 a ~ 6 d を有する構成に限らず、1 つのフィルタ等の信号処理部を時分割で利用するようにしてもよい。例えば、最初にフィルタ 6 a の設定による演算を行い、2 番目にフィルタ 6 b の設定による演算を行い、3 番目にフィルタ 6 c の設定による演算を行い、最後にフィルタ 6 d の設定による演算を行うといった方法でもよい。即ち、信号処理部は、複数の特性を順次変更して順次 S N 比向上処理を行ってもよい。このようにすると、D S P (Digital Signal Processor) 等のプロセッサで動作するプログラムとしてマッチドフィルタ 6 を構成することができる。

30

【 0 0 4 0 】

さらには、複数のフィルタと時分割動作とを組み合わせてもよい。例えば、図 2 に示したようにフィルタが 4 つの場合に、2 つのハードウェアを用意し、それらを時分割で動作させるようにしてもよい。

【 0 0 4 1 】

次に、上述した構成のライダ 1 における動作について図 6 のフローチャートを参照して説明する。まず、ステップ S 1 1 において、制御部 8 は、発光部 2 に対してトリガ信号を出力する。トリガ信号が入力された発光部 2 は光パルスを照射する。

【 0 0 4 2 】

次に、ステップ S 1 2 において、マッチドフィルタ 6 は、上述した基準信号に基づいてステップ S 1 1 で照射された光パルスの戻り光の受光信号に対してフィルタ処理 (フィルタリング) を施す。このステップでは、複数の基準信号を用いて複数のフィルタ処理が施される。

40

【 0 0 4 3 】

次に、ステップ S 1 3 において、選択部 6 e は、ステップ S 1 2 でフィルタ処理が施された結果のうち S N 比が最も良い結果を選択して制御部 8 へ出力する。

【 0 0 4 4 】

次に、ステップ S 1 4 において、制御部 8 は、ステップ S 1 1 でトリガ信号を出力してからステップ S 1 3 の結果が入力されるまでの時間に基づいて物体 1 0 0 までの距離を算

50

出する。このようにして、一つの光パルスに対応する物体 100 上の一点までの距離が算出される。

【0045】

即ち、ステップ S12 が信号処理工程、ステップ S13 が選択工程として機能し、本発明の一実施例にかかる信号処理方法を構成する。また、これらの工程を上述したような DSP 等で動作するプログラムとして構成することで信号処理プログラムとすることができる。また、この信号処理プログラムは、DSP 等が読み書きするメモリ等に記憶させるに限らず、光ディスクやメモリーカード等の記憶媒体に記憶させてもよい。

【0046】

本実施例によれば、照射方向を変えながら光を照射する発光部 2 及び物体 100 にて反射された光の戻り光を受光する受光部 3 を備えるライダ 1 の受光部 3 の受光信号を処理するマッチドフィルタ 6 であって、受光信号に対して所定の基準信号に基づく特性により SN 比向上処理を行う複数のフィルタ 6a ~ 6d と、複数のフィルタ 6a ~ 6d によりフィルタ処理された結果に基づいて、フィルタ 6a ~ 6d の出力信号のいずれかを選択して出力する選択部 6e と、を備えている。このようにすることにより、複数のフィルタ 6a ~ 6d の結果のうち最善の結果を選択することができるため、物体 100 の特性を考慮した結果を得ることができ、ライダ 1 の出力精度の低下を抑えることができる。

10

【0047】

また、選択部 6e は、複数のフィルタ 6a ~ 6d によりフィルタ処理された結果得られる SN 比に基づいて、最も良いフィルタの出力信号を選択している。このようにすることにより、SN 比の良い結果を選択することができるため、ライダ 1 の出力精度の低下を抑えることができる。

20

【実施例 2】

【0048】

次に、本発明の第 2 の実施例にかかる信号処理装置を図 7 ~ 図 9 を参照して説明する。なお、前述した第 1 の実施例と同一部分には、同一符号を付して説明を省略する。

【0049】

第 1 の実施例では、図 2 や図 5 に示したように、予め基準信号に基づく特性や基準信号の波形情報を有していたが、本実施例では、所定の信号に基づいて基準信号を生成する。図 6 に本実施例にかかる信号処理装置を備える光学機器としてのライダの機能構成図を示す。

30

【0050】

ライダ 1A は、発光部 2 と、受光部 3 と、光学系 4 と、AD コンバータ (ADC) 5 と、マッチドフィルタ 6 と、ローパスフィルタ (LPF) 7 と、制御部 8 と、を備えている。つまり、図 6 は、図 1 に示した構成に対してローパスフィルタ 7 が追加されている。

【0051】

ローパスフィルタ 7 は、第 1 の実施例で説明した理想的な基準信号 7e に対してそれぞれ異なる特性を有する複数のフィルタ (例えばガウシアンフィルタ) を備えている (図 8 を参照)。ローパスフィルタ 7 は、フィルタリングされた結果を基準信号としてマッチドフィルタ 6 へ出力する。理想的な基準信号 7e は、理想的な基準信号の信号波形を格納したメモリ等であってもよいし、理想的な基準信号を生成する発振回路等であってもよい。

40

【0052】

ローパスフィルタ 7 は、上述したように複数のローパスフィルタを備えている。図 8 では、4 つのローパスフィルタ 7a ~ 7d を備える例を示しているが、4 つに限らないのは言うまでもない。

【0053】

ローパスフィルタ 7a ~ 7d は、入力される信号は同じ信号であるが、フィルタ特性が異なる。例えば、図 3 のような特性であれば、ローパスフィルタ 7a は標準偏差 σ が所定の実数 a ($a \times 1$) のガウシアンフィルタ、ローパスフィルタ 7b は標準偏差 σ が所定の実数 $a \times 1.6$ のガウシアンフィルタ、ローパスフィルタ 7c は標準偏差 σ が所定の実数 a

50

× 64 のガウシアンフィルタ、ローパスフィルタ 7 d は標準偏差 σ が所定の実数 $a \times 1/28$ のガウシアンフィルタとなる。なお、実数に乘じる数値は一例であり他の数値であってもよい。即ち、基準信号は、発光部（照射部）が照射する照射光に基づいて、それぞれ異なる加工が施されて生成されている。

【 0 0 5 4 】

なお、ローパスフィルタ 7 a ~ 7 d も、それぞれ専用のハードウェアから構成されるに限らず、それぞれ汎用の演算装置等のハードウェアと制御用のソフトウェアにより構成されていてもよい。

【 0 0 5 5 】

図 8 に示したように、ローパスフィルタ 7 a はフィルタリング結果をフィルタ 6 a に基準信号として出力し、ローパスフィルタ 7 b はフィルタリング結果をフィルタ 6 b に基準信号として出力し、ローパスフィルタ 7 c はフィルタリング結果をフィルタ 6 c に基準信号として出力し、ローパスフィルタ 7 d はフィルタリング結果をフィルタ 6 d に基準信号として出力する。

10

【 0 0 5 6 】

このように、フィルタ 6 a ~ 6 d は、ローパスフィルタ 7 a ~ 7 d によりそれぞれ異なる基準信号に基づく特性を有するものとなっている。したがって、マッチドフィルタ 6 とローパスフィルタ 7 は、本実施例にかかる出力信号の S N 比向上処理を行う信号処理部 50 として機能する。

【 0 0 5 7 】

図 8 に示した構成のマッチドフィルタ 6 は、ローパスフィルタ 7 a が基準信号を生成してフィルタ 6 a へ出力する。そして、フィルタ 6 a では、受光信号に対して基準信号に基づくフィルタリングを施して選択部 6 e へ出力する。ローパスフィルタ 7 b ~ 7 d 及びフィルタ 6 b ~ 6 d も同様にフィルタリングを施して選択部 6 e へ出力する。そして、選択部 6 e では、入力されたフィルタリング結果のうち、S N 比の最も良い結果をマッチドフィルタ 6 の出力として制御部 8 へ出力する。

20

【 0 0 5 8 】

ここで、マッチドフィルタ 6 の構成としては、図 8 に示したように複数のフィルタ 6 a ~ 6 d を有する構成に限らず、1 つのフィルタ等の信号処理部を時分割で利用するようにしてもよい。例えば、最初にフィルタ 6 a の設定による演算を行い、2 番目にフィルタ 6 b の設定による演算を行い、3 番目にフィルタ 6 c の設定による演算を行い、最後にフィルタ 6 d の設定による演算を行うといった方法でもよい。このようにすると、DSP 等のプロセッサで動作するプログラムとしてマッチドフィルタ 6 を構成することができる。

30

【 0 0 5 9 】

なお、ローパスフィルタ 7 は、理想的な基準信号に基づいて基準信号を生成していたが、図 9 に示すように、発光部 2 から実際に照射された光パルスの元となるパルス信号（発光信号）に基づいて基準信号を生成してもよい。上述した説明では、理想的な基準信号として反射特性既知の反射体より反射された戻り光を受光部 3 が受光した際の A D コンバータ 5 の出力信号として説明したが、実際の受光信号は理想的な基準信号と乖離する場合がある。

40

【 0 0 6 0 】

そこで、図 9 のような構成にすることで、基準信号と受光信号との乖離を少なくすることができる。図 9 は、図 7 に対してシミュレーション部 13 が追加されている。シミュレーション部 13 は、発光部 2、受光部 3、A D コンバータ 5 の特性をシミュレーションし発光信号を補正する。ローパスフィルタ 7 では、理想的な基準信号 7 e に代えて、シミュレーション部 13 からの出力信号を各ローパスフィルタ 7 a ~ 7 d の入力とする。

【 0 0 6 1 】

本実施例によれば、基準信号は、それぞれ特性の異なるローパスフィルタによりそれぞれ異なる加工を施されて生成されている。このようにすることにより、簡便な構成のローパスフィルタにより複数の基準信号を生成することができる。

50

【0062】

また、発光信号に基づいてローパスフィルタ7で基準信号が生成されているので、照射光の信号特性が変化して基準信号と乖離が発生しても、変化に対応した基準信号を生成することができる。そのため、結果的にライダ1の出力精度の低下を抑えることができる。

【実施例3】

【0063】

次に、本発明の第3の実施例にかかる信号処理装置を図10～図12を参照して説明する。なお、前述した第1、第2の実施例と同一部分には、同一符号を付して説明を省略する。

【0064】

本実施例にかかるライダ1Bの機能構成図を図10に示す。図10に示したように、ライダ1Bは、発光部2と、受光部3と、光学系4と、ADコンバータ5と、マッチドフィルタ6Aと、制御部8と、カメラ10と、地図情報格納部11と、を備えている。

10

【0065】

図10のうち、発光部2と、受光部3と、光学系4と、ADコンバータ5と、制御部8と、は図1と同様である。

【0066】

カメラ10は、ライダ1Bが搭載されている車両等の移動体に搭載されており、発光部2から照射する照射光と同じ方向を含む範囲の画像を撮像する。地図情報格納部11は、ライダ1Bが搭載されている車両が走行する経路等の範囲の地図情報が格納されているメモリ等である。GPS受信機12は、公知であるように複数のGPS衛星から送信される電波を定期的に受信して、現在の位置情報及び時刻を検出する。

20

【0067】

本実施例におけるマッチドフィルタ6Aの構成を図11に示す。マッチドフィルタ6Aは、フィルタ6fと、変更部6gと、を備えている。フィルタ6fは、第1の実施例で説明したフィルタ6a～6dと基本的には同じ整合フィルタであるが、基準信号については、変更部6gから供給を受ける。

【0068】

変更部6gは、カメラ10が撮像した画像に基づいて光パルスが照射された物体100の特性等の物体100に関する情報を取得し、当該特性等に応じた基準信号を生成してフィルタ6fに供給する。変更部6gで生成される基準信号は、例えば第1の実施例で説明したような、照射部が照射する発光信号に基づく理想的な基準信号に対してガウシアンフィルタ等により変形したものでよい。

30

【0069】

つまり、変更部6gは、照射光の照射方向(角度)とカメラ10の設置位置及び画角に基づいてカメラ10が撮像した画像から照射光が照射されている範囲を特定し、その範囲について周知の画像認識処理により物体100の材質(反射、透過、屈折、散乱等)、形状(平面、曲面等)、状態(濡れている等)等の物体100の特性を認識して取得する。そして、取得した物体100の特性に基づいて基準信号を生成してフィルタ6fに出力する。例えば、カメラ10で撮像された画像から物体100がビルの窓ガラスと認識される場合は、材質としては透過、形状としては平面と認識し、その特性に応じた基準信号を生成してフィルタ6fへ出力する。

40

【0070】

なお、変更部6gが基準信号を生成するに限らず、フィルタ6fが予め複数の基準信号に基づく特性を有し、変更部6gからは当該特性を変更する制御信号等を出力するようにしてもよい。

【0071】

即ち、変更部6gは、物体100(光を照射する対象物)に関する情報を取得する第1取得部、物体100(対象物)を含む方向の画像を撮像するカメラ10(撮像部)から画像を取得する第2取得部として機能する。そして、変更部6gは、フィルタ6fについて

50

、取得した物体100に関する情報に基づいて、それぞれ異なる基準信号に基づく複数の特性のうち一の特性に変更する。

【0072】

また、マッチドフィルタ6Aは、物体100に関する情報を地図情報格納部11に格納されている地図情報から取得してもよい。つまり、GPS受信機12で検出された現在位置と移動軌跡から得られた移動方向に基づいて照射光の照射方向にある地物を地図情報から取得することで、物体100に関する情報を取得し、当該物体100の特性等に応じた基準信号を生成してフィルタ6fに出力する。例えば、地図情報から物体100がビルと認識される場合は、壁面に照射光が照射されていると仮定して材質としては反射、形状としては平面と認識し、その特性に応じた基準信号を生成して出力する。

10

【0073】

地図情報格納部11に格納されている地図情報から物体100に関する情報を取得する場合は、地図情報格納部11に各地物の材質、形状等を含めておくもよい。あるいは、地図情報格納部11には地物の属性(ビル、街路樹)等を含めておき、その属性から材質や形状等を推定してもよい。

【0074】

即ち、変更部6gは、物体100(対象物)を含む地図情報を取得する第3取得部としても機能する。

【0075】

なお、地図情報格納部11は、全国の地図情報が格納されていなくてもよく、必要な範囲の地図情報を外部のサーバ等からダウンロードして格納するようにしてもよい。

20

【0076】

また、本実施例では、光パルスの照射方向(角度)とカメラ10の設置位置及び画角に基づいてカメラ10が撮像した画像から光パルスが照射されている範囲を特定し、その範囲に存在する地物(建物、道路等)を認識して、当該地物までの距離や入射角といった光の照射条件を推定してもよい。例えば、道路であれば入射角が小さい、郊外で建物等が殆ど認識されない場合は距離が長いなどと推定する。なお、当該地物までの距離や入射角は少なくともいずれか一方を推定すればよい。即ち、変更部6gは、光を照射する距離に関する情報及び角度に関する情報の少なくともいずれかを取得する第1取得部としても機能できる。

30

【0077】

次に、上述した構成のライダ1Aにおける動作について図12のフローチャートを参照して説明する。まず、ステップS21において、制御部8は、発光部2に対してトリガ信号を出力する。トリガ信号が入力された発光部2は光パルスを照射する。

【0078】

次に、ステップS22において、変更部6gは、カメラ10が撮像した画像或いは地図情報格納部11に格納されている地図情報及びGPS受信機12で検出された位置情報等を取得する。

【0079】

次に、ステップS23において、変更部6gは、ステップS22で取得したカメラ10が撮像した画像に基づいて光パルスが照射された物体100についての特性等の物体100に関する情報を取得し、特性等に応じた基準信号を生成してフィルタ6fへ出力する。或いは地図情報格納部11に格納されている地図情報に基づいて物体100についての特性等の物体100に関する情報を取得してもよい。

40

【0080】

次に、ステップS24において、フィルタ6fは、ステップS23で生成された基準信号に基づいてステップS21で照射された光パルスの戻り光の受光信号に対してフィルタ処理(フィルタリング)を施す。

【0081】

そして、ステップS25において、図4のステップS15と同様に、制御部8は、ステ

50

ップS 2 1でトリガ信号を出力してからステップS 2 4のフィルタ処理の結果が入力されるまでの時間に基づいて物体1 0 0までの距離を算出する。

【0 0 8 2】

即ち、ステップS 2 2が第1取得工程、ステップS 2 3が変更工程、ステップS 2 4が信号処理工程として機能し、本発明の一実施例にかかる信号処理方法を構成する。また、これらの工程を上述したようなDSP等で動作するプログラムとして構成することで信号処理プログラムとすることができる。また、この信号処理プログラムは、DSP等が読み書きするメモリ等に記憶させるに限らず、光ディスクやメモリーカード等の記憶媒体に記憶させてもよい。

【0 0 8 3】

なお、上述した物体1 0 0(対象物)が濡れているか否かについては、天気情報を外部から取得したり、ライダ1 Bを搭載している車両等のレーンセンサ等の雨を検出するセンサの検出結果を利用して推定したりしてもよい。

【0 0 8 4】

本実施例によれば、照射方向を変えながら光を照射する発光部2及び対象物にて反射された光の戻り光を受光する受光部3を備えるライダ1の受光部3の受光信号を処理するマッチドフィルタ6であって、受光信号のSN比向上処理を行うフィルタ6 fと、光を照射する物体1 0 0に関する情報を取得し、取得した対象物に関する情報に基づいて基準信号を生成してフィルタ6 fへ出力する変更部6 gと、を備えている。このようにすることにより、物体1 0 0に関する情報により、物体1 0 0に応じた特性のフィルタによる処理をすることができる。したがって、物体1 0 0の特性を考慮した結果を得ることができ、ライダ1 Aの出力精度の低下を抑えることができる。

【0 0 8 5】

また、変更部6 gは、物体1 0 0の方向を撮像するカメラ1 0から画像を取得し、取得した画像に基づいて光を照射する物体1 0 0に関する情報を取得してもよい。このようにすることにより、カメラ1 0で撮像した画像から物体1 0 0の特性等を抽出することができる。したがって、物体1 0 0に応じた基準信号によりフィルタ6 fの特性を変更することができる。

【0 0 8 6】

また、変更部6 gは、物体1 0 0を含む地図情報格納部1 1から地図情報を取得し、物体1 0 0に関する情報を地図情報に基づいて取得してもよい。このようにすることにより、地図情報格納部1 1に格納された地図情報から物体1 0 0の特性等を抽出することができる。したがって、物体1 0 0に応じた基準信号によりフィルタ6 fの特性を変更することができる。

【0 0 8 7】

また、変更部6 gは、光を照射する距離に関する情報及び角度に関する情報の少なくともいずれかを取得し、取得した距離に関する情報及び角度に関する情報の少なくともいずれかに基づいて基準信号を変更してもよい。このようにすることにより、光を照射する距離に関する情報及び角度に関する情報の少なくともいずれかにより、光を照射する条件に応じた基準信号に基づく特性のフィルタとすることができる。したがって、物体1 0 0等の特性を考慮した結果を得ることができ、ライダ1 Aの出力精度の低下を抑えることができる。

【0 0 8 8】

なお、本実施例においても、第1の実施例と同様に、基準信号の波形をメモリ等に格納しておいてもよい。また、本実施例においても、基準信号をそれぞれ特性の異なるローパスフィルタによりそれぞれ異なる加工を施して生成してもよい。

【0 0 8 9】

また、本実施例においても、第1の実施例で説明したように、それぞれ異なる特性を有する複数のフィルタを有する構成とし、変更部6 gが対象物に関する情報や光を照射する距離に関する情報や角度に関する情報に基づいてどのフィルタを選択するかを示す情報を

10

20

30

40

50

出力するようにしてもよい。

【0090】

また、本発明は上記実施例に限定されるものではない。即ち、当業者は、従来公知の知見に従い、本発明の骨子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。かかる変形によってもなお本発明の信号処理装置を具備する限り、勿論、本発明の範疇に含まれるものである。

【符号の説明】

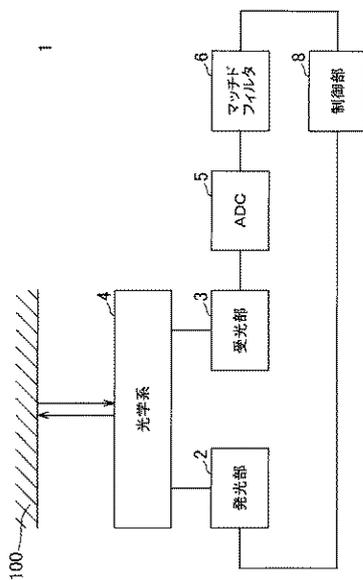
【0091】

- 1、1 A、1 B ライダ（光学機器）
- 2 発光部（照射部）
- 3 受光部
- 6 マッチドフィルタ（信号処理装置）
- 6 a ~ 6 d、6 f フィルタ（信号処理部）
- 6 e 選択部
- 6 g 変更部（第1取得部、第2取得部、第3取得部）
- 7 a ~ 7 d ローパスフィルタ（信号処理部）
- 8 制御部
- 9 a ~ 9 d メモリ（格納部）
- 10 カメラ
- 11 地図情報格納部
- 12 GPS受信機
- 100 物体（対象物）

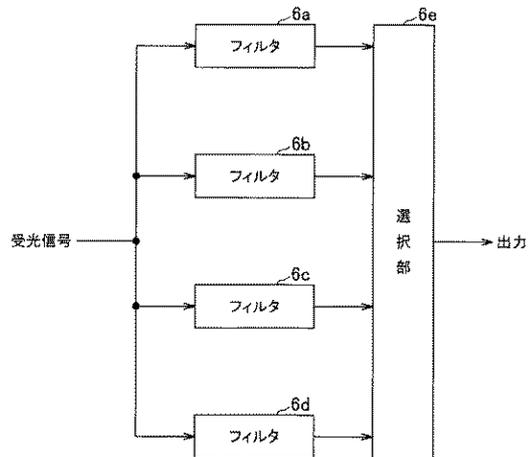
10

20

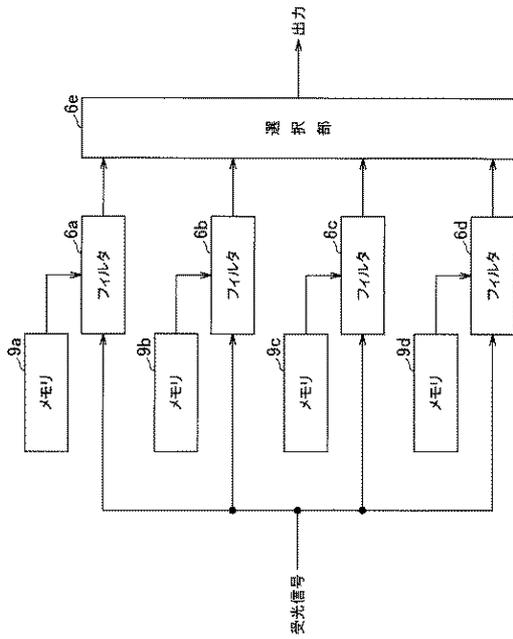
【図1】



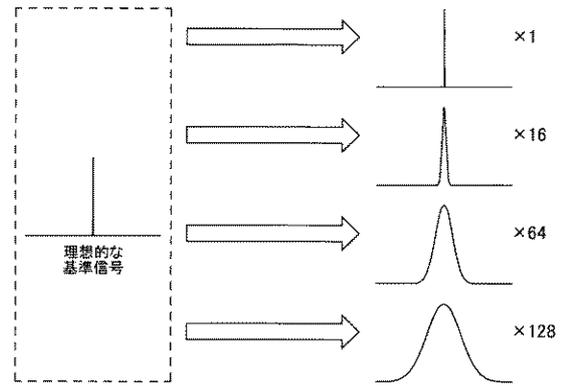
【図2】



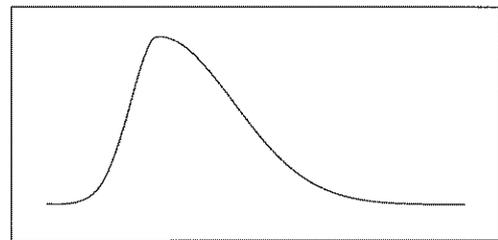
【図3】



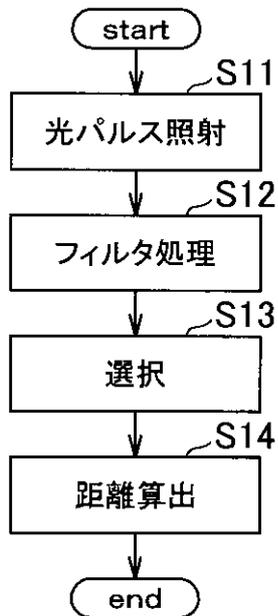
【図4】



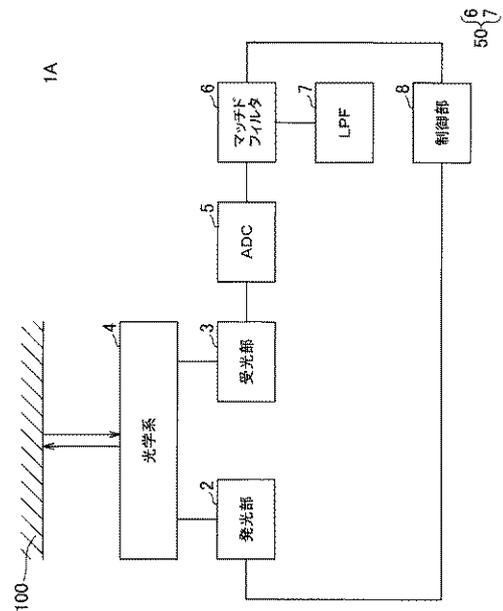
【図5】



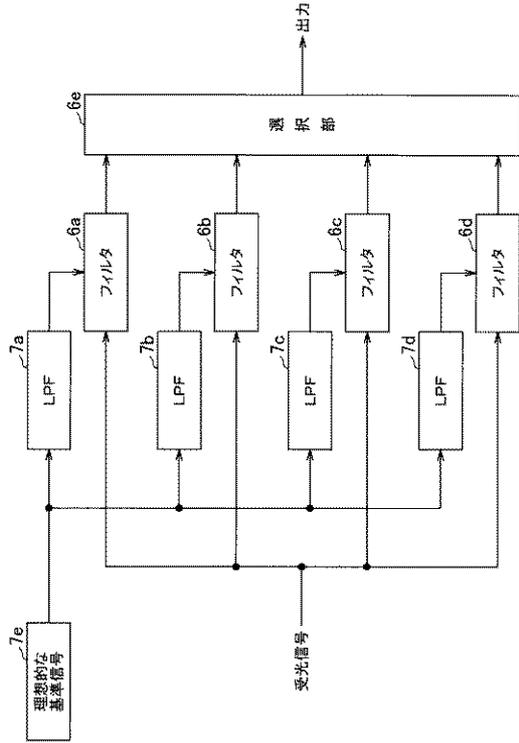
【図6】



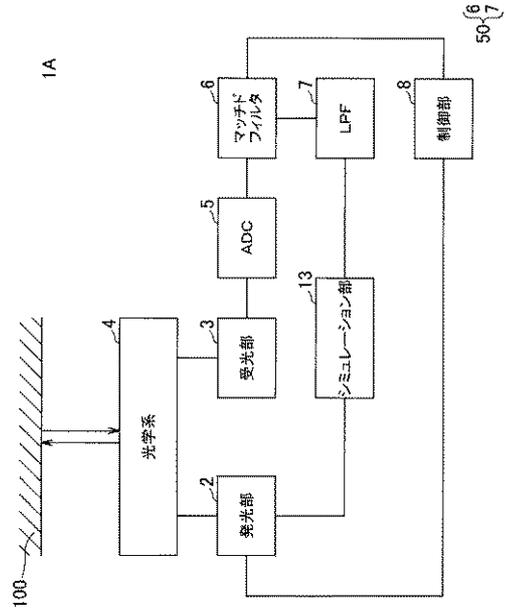
【図7】



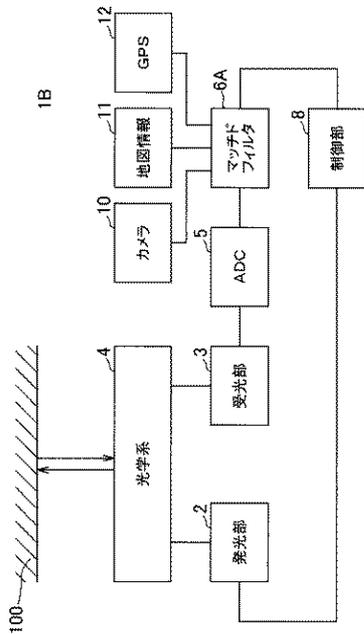
【図 8】



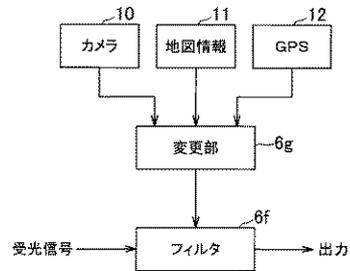
【図 9】



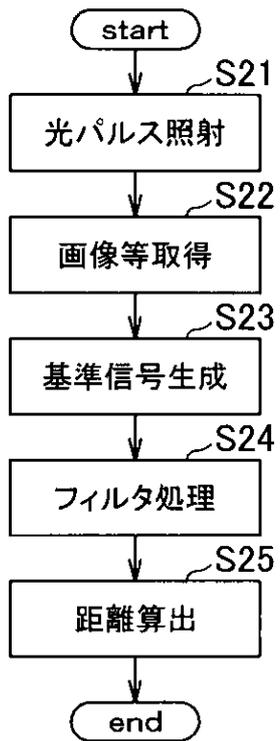
【図 10】



【図 11】



【 図 1 2 】



フロントページの続き

Fターム(参考) 5J084 AB16 AC02 BA04 BA34 BA36 BB04 BB28 CA03 CA27 CA29
CA49 CA65 EA01