

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2011-505545  
(P2011-505545A)

(43) 公表日 平成23年2月24日(2011.2.24)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
GO 1 S 17/10 (2006.01)	GO 1 S 17/10	2 F 1 1 2
GO 1 S 17/89 (2006.01)	GO 1 S 17/89	5 J 0 8 4
GO 1 C 3/06 (2006.01)	GO 1 C 3/06 1 2 0 Q	
	GO 1 C 3/06 1 4 0	

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2010-527154 (P2010-527154)  
 (86) (22) 出願日 平成20年9月25日 (2008. 9. 25)  
 (85) 翻訳文提出日 平成22年4月30日 (2010. 4. 30)  
 (86) 国際出願番号 PCT/US2008/077745  
 (87) 国際公開番号 W02009/042805  
 (87) 国際公開日 平成21年4月2日 (2009. 4. 2)  
 (31) 優先権主張番号 60/975, 557  
 (32) 優先日 平成19年9月27日 (2007. 9. 27)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)  
 (31) 優先権主張番号 12/237, 065  
 (32) 優先日 平成20年9月24日 (2008. 9. 24)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 510060316  
 オムロン サイエンティフィック テクノ  
 ロジーズ, インコーポレイテッド  
 OMRON SCIENTIFIC TE  
 CHNOLOGIES, INC.  
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94  
 555-3605, フレモント, ダン  
 バートン サークル 6550  
 6550 Dumbarton Circ  
 le, Fremont, Califo  
 rnia 94555-3605, U.  
 S. A.  
 (74) 代理人 100076428  
 弁理士 大塚 康德

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 能動的オブジェクト検出システムにおけるクラッタ除去

(57) 【要約】

本願明細書において教示される方法および装置によれば、能動的オブジェクト検出システムは、都合よくクラッタを除去すると共に、光パルス放射および対応物および飛行時間ベースの距離決定により信頼性の高いオブジェクト検出を実行する。制限されるものではないが、本願明細書で教示される方法および装置は、特にセーフティ・クリティカルなオブジェクト検出アプリケーション、例えば、所定の監視半径または輪郭内の少なくとも指定されたサイズのオブジェクトを監視する能動的オブジェクト検出システム（例えばレーザスキャナ）、に有利である。

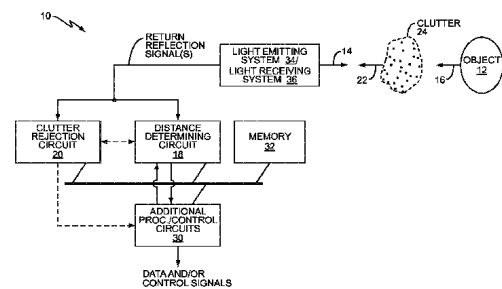


FIG. 1

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

光パルスを放射し対応する戻り反射を受光することにより少なくとも指定されたサイズのオブジェクトを検出する能動的オブジェクト検出システムであって、

光パルスを放射してからオブジェクトからの対応する戻り反射を受光するまでの間の経過時間を決定することによって、検出されたオブジェクトまでの距離を算出するように構成された距離決定回路と、

所与の光パルスに対して複数の戻り反射が受光された場合に、クラッタ関連の戻り反射を除去するように構成されたクラッタ除去回路と、

を含むことを特徴とする能動的オブジェクト検出システム。

10

**【請求項 2】**

前記能動的オブジェクト検出システムは、所定の監視境界を有するように構成され、所与の光パルスに対して複数の戻り反射が受光された場合に、前記クラッタ除去回路は、前記複数の戻り反射のうち最後の戻り反射よりも前の任意の戻り反射を除去するよう構成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の能動的オブジェクト検出システム。

**【請求項 3】**

前記クラッタ除去回路は、前記能動的オブジェクト検出システムが前記最後の戻り反射に従ってオブジェクト距離を算出するように、早期の任意の戻り反射に対する距離決定処理を防止するかまたは早期の任意の戻り反射に対する距離決定を無視することにより、前記複数の戻り反射のうち最後の戻り反射よりも前の任意の戻り反射を除去することを特徴とする請求項 2 に記載の能動的オブジェクト検出システム。

20

**【請求項 4】**

前記能動的オブジェクト検出システムは、所定の監視境界を有するように構成され、所与の光パルスに対して複数の戻り反射が受光された場合に、前記クラッタ除去回路は、前記複数の戻り反射のうち最後の戻り反射以外の最小強度を有する全ての戻り反射をクラッタ関連の戻り反射として除去するよう構成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の能動的オブジェクト検出システム。

**【請求項 5】**

前記能動的オブジェクト検出システム内の前記クラッタ除去回路または関連する回路は、反射パルスの幅を決定するか、反射パルスの積分を実行するか、または、反射パルスの振幅を決定するかに基づいて、戻り反射の強度を決定することを特徴とする請求項 1 に記載の能動的オブジェクト検出システム。

30

**【請求項 6】**

所与の光パルスに対して複数の戻り反射が受光された場合に、前記クラッタ除去回路は、前記複数の戻り反射に対する少なくとも 1 つの受光オーダの評価と、前記複数の戻り反射に対する相対ベースまたは絶対ベースでの信号強度の評価とに基づいて、前記複数の戻り反射の個々の戻り反射がクラッタ関連であるかまたはオブジェクト関連であるかを識別するよう構成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の能動的オブジェクト検出システム。

**【請求項 7】**

前記能動的オブジェクト検出システムは、1 以上の光パルス方向に対して、既知のオブジェクト距離に関連する戻り反射を期待するように構成され、前記クラッタ除去回路は、所与の光ビーム方向に放射した光パルスに対して受光された最後の戻り反射以外の全ての戻り反射を無視または除去することにより、または、該光パルスに対して強度検証された最後の戻り反射以外の全ての戻り反射を無視することにより、前記 1 以上の光パルス方向に対するクラッタ除去処理を実行するよう構成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の能動的オブジェクト検出システム。

40

**【請求項 8】**

前記能動的オブジェクト検出システムは、走査する平面または領域を規定する 1 以上のビーム方向に光パルスを放射するよう構成された発光系と、前記発光系が放射した光パル

50

スと同じビーム方向に沿った戻り反射を受光するように前記発光系と同軸または準同軸にある受光系と、を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の能動的オブジェクト検出システム。

【請求項 9】

前記発光系および前記受光系は、前記能動的オブジェクト検出システムから外部へ向かう所定の方向に光パルスを偏向させるための可動の光パルスデフレクタと、前記能動的オブジェクト検出システムに入来する戻り反射を該戻り反射に回答して 1 以上の電気信号を生成するよう構成された光検出器に偏向させるための可動の戻り反射デフレクタと、を含むことを特徴とする請求項 8 に記載の能動的オブジェクト検出システム。

【請求項 10】

前記距離決定回路および前記クラッタ除去回路は、前記能動的オブジェクト検出システムのメモリに格納された対応するコンピュータプログラム命令を実行するマイクロプロセッサにおいて少なくとも部分的に実現されることを特徴とする請求項 1 に記載の能動的オブジェクト検出システム。

【請求項 11】

前記能動的オブジェクト検出システムは、方向付けられた光パルスを放射し対応する戻り反射を監視することにより所定の監視半径または輪郭に従ってオブジェクトを監視するように構成され、前記クラッタ除去回路は、所与の光パルスに対して受光される複数の戻り反射のうち最後の戻り反射が前記所定の監視半径または輪郭上またはその内側にあるか否かを決定し、前記所定の監視半径または輪郭上またはその内側にある場合に、前記最後の戻り反射を前記能動的オブジェクト検出システムによるオブジェクト距離決定のためのオブジェクト関連の戻り反射として識別するように構成されることを特徴とする請求項 1 に記載の能動的オブジェクト検出システム。

【請求項 12】

前記クラッタ除去回路は、前記能動的オブジェクト検出システムが光パルスを放射する 1 以上のビーム方向に対するクラッタ背景をプレサンプリングし、所与のビーム方向に放射された所与の光パルスに対する戻り反射信号全体からオブジェクト関連の戻り反射成分を分離するため、該戻り反射信号全体から前記所与のビーム方向に対して決定された前記クラッタ背景を差し引くよう構成されることを特徴とする請求項 1 に記載の能動的オブジェクト検出システム。

【請求項 13】

前記能動的オブジェクト検出システムは、基準輪郭を学習し、該学習した基準輪郭からの変化または偏差を監視するように構成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の能動的オブジェクト検出システム。

【請求項 14】

光パルスの放射及び対応する戻り反射の受光に基づいて少なくとも指定されたサイズのオブジェクトを検出する能動的オブジェクト検出の方法であって、

光パルスを放射してからオブジェクトからの対応する戻り反射を受光するまでの間の経過時間を決定することによって、検出されたオブジェクトまでの距離を算出するステップと、

所与の光パルスに対して複数の戻り反射が受光された場合に、クラッタ関連の戻り反射を除去するステップと、

を含むことを特徴とする方法。

【請求項 15】

所定の監視境界または輪郭に沿うまたはその内側にあるオブジェクトを検出するステップを更に含み、複数の戻り反射が受光される所与の光パルスに対して、該複数の戻り反射のうち最後の戻り反射よりも前の任意の戻り反射をクラッタ関連の戻り反射として除去することを特徴とする請求項 14 に記載の方法。

【請求項 16】

オブジェクト距離決定のために前記複数の戻り反射のうち最後の戻り反射を使用するス

10

20

30

40

50

トップを更に含むことを特徴とする請求項 15 に記載の方法。

【請求項 17】

所定の監視半径または輪郭に沿うまたはその内側にあるオブジェクトを検出するステップを更に含み、複数の戻り反射が受光される所与の光パルスに対して、該複数の戻り反射のうち最後の戻り反射以外の最小強度を有する全ての戻り反射をクラッタ関連の戻り反射として除去することを特徴とする請求項 14 に記載の方法。

【請求項 18】

反射パルスの幅を決定するか、反射パルスの積分を実行するか、または、反射パルスの振幅を決定するかに基づいて、戻り反射の強度を決定するステップを更に含むことを特徴とする請求項 14 に記載の方法。

【請求項 19】

クラッタ関連の戻り反射を除去する前記ステップは、前記複数の戻り反射に対する少なくとも 1 つの受光オーダの評価と、前記複数の戻り反射に対する相対ベースまたは絶対ベースでの信号強度の評価とに基づいて、前記複数の戻り反射の個々の戻り反射がクラッタ関連であるかまたはオブジェクト関連であるかを識別するステップを含むことを特徴とする請求項 14 に記載の方法。

【請求項 20】

1 以上の光パルス方向に対して、既知のオブジェクト距離に関連する戻り反射を期待するためのオブジェクト検出処理を構成するステップと、所与の光ビーム方向に放射した光パルスに対して受光された最後の戻り反射以外の全ての戻り反射を無視または除去することにより、または、該光パルスに対して強度検証された最後の戻り反射以外の全ての戻り反射を無視することにより、前記 1 以上の光パルス方向に対するクラッタ除去処理を実行するステップと、を更に含むことを特徴とする請求項 14 に記載の方法。

【請求項 21】

方向付けられた光パルスを放射し対応する戻り反射を監視することにより所定の監視半径または輪郭に従ってオブジェクトを監視するステップと、所与の光パルスに対して複数の戻り反射が受光される場合に、該複数の戻り反射のうち最後の戻り反射が前記所定の監視半径または輪郭上またはその内側にあるか否かを決定し、前記所定の監視半径または輪郭上またはその内側にある場合に、前記最後の戻り反射を距離決定のためのオブジェクト関連の戻り反射として取り扱い、他の戻り反射をクラッタ関連の反射として無視することにより、クラッタ関連の戻り反射を除去するステップと、を更に含むことを特徴とする請求項 14 に記載の方法。

【請求項 22】

所与の光パルスに対して複数の戻り反射が受光される場合のクラッタ関連の戻り反射を除去する前記ステップは、光パルスが放射される 1 以上のビーム方向に対するクラッタ背景をプレサンプリングするステップと、所与のビーム方向に放射された所与の光パルスに対する戻り反射信号全体からオブジェクト関連の戻り反射成分を分離するため、該戻り反射信号全体から前記所与のビーム方向に対して決定された前記クラッタ背景を差し引くステップと、を含むことを特徴とする請求項 14 に記載の方法。

【請求項 23】

基準輪郭を学習するステップと、該学習した基準輪郭からの変化または偏差を監視するステップと、を更に含むことを特徴とする請求項 14 に記載の方法。

【請求項 24】

少なくとも指定されたサイズのオブジェクトを能動的に検出する方法であって、  
学習モードにおいて、多数の走査位置の各々において光パルスを放射し、1 以上の固定オブジェクトにより規定される固定輪郭からの戻り反射を受光し、前記光パルスと前記戻り反射との間の経過時間に基づいて走査位置に対する前記輪郭の距離を計算し、該距離を記憶することに基づいて、前記固定輪郭により囲まれた領域を走査するステップと、  
監視モードにおいて、前記囲まれた領域を走査し、前記記憶した距離から偏差した任意のオブジェクト関連の反射があるか否かを検出するステップと、

10

20

30

40

50

監視中に所与の光パルスに対して複数の戻り反射が受光される場合に、クラッタ関連の戻り反射を除去するステップと、  
を含むことを特徴とする方法。

【請求項 25】

クラッタ関連の戻り反射を除去する前記ステップは、所与の走査位置において放射された光パルスに対して複数の戻り反射が受光される場合に、該複数の戻り反射のうちの最後の戻り反射が、前記記憶した走査位置に対する距離と一致するか否かを判定するステップと、一致する場合に、先行する任意の戻り反射をクラッタ関連の戻り反射として除去するステップと、を含むことを特徴とする請求項 24 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

10

【技術分野】

【0001】

本発明は、一般に能動的オブジェクト検出システム（例えば所定の検知領域内のオブジェクトの距離座標および角度座標を測定するパルスレーザスキャナ）に関し、特に能動的オブジェクト検出システムにおけるクラッタ除去に関するものである。

【背景技術】

【0002】

能動的オブジェクト検出システムは、オブジェクト（例えば所定の走査範囲または監視領域の中のオブジェクト）を検出するために、能動的シグナリングを使用する。能動的シグナリングの実施例は、レーザ光線または他の電磁エネルギーの放出を含む。一般に、オブジェクトが所定領域の中にあることが感知される場合、いくつかの動作が検出システム内の制御回路によってなされる。当該システムによってなされる特定の動作は、オブジェクトまでの距離検出機能であり得る。従って、能動的オブジェクト検出システムは、一般に、例えば”パルスの飛行時間（TOF）”測定回路のような距離決定メカニズムを含む。

20

【0003】

TOFベースの距離決定について、システムは所定のビーム経路に沿って光のパルスを放射し、対応する戻り反射が当該システム内の受光部により検出される。経過時間の決定（射出光パルスの送信と戻り反射パルスの受信との間の時間の量）が高精度に決定され、正確な距離測定のベースを提供する。しばしば、時間遅延は特殊な電子機器を使用して測定され、以下の関係を利用して距離（ $d$ ）に変換される。

30

【0004】

$$d = c \cdot t / 2$$

ここで、 $c$  は光速であり、 $t$  は往復（round-trip）時間遅延である。

【0005】

走査ベースの検出システムにおいて、しばしば光学視野はパルス放出と同期して回転し、角度測定はTOFによる距離測定と相関する。換言すれば、このタイプの走査方式は、各放射パルスに対してビーム角および飛行時間をトラッキングし、当該システムは、オブジェクトの当該システムに対する相対的な距離および角度を決定できる。

【0006】

40

Drinkardに対する特許（特許文献1）は、所望のスキャン角度にわたってパルスレーザビームを掃引する回転ミラー・アセンブリを含む筐体を含むTOFベースのレーザスキャナを開示している。戻りパルスは、同じ回転ミラー・アセンブリにより受信回路に反射される。各パルスのTOFは、Drinkard他に対する特許（特許文献2）に記載されているタップ遅延線回路を使用して測定される。

【0007】

特許文献2により教示される”タップ遅延線”を用いることにより、レーザパルス放出は、デジタル・バッファの直列チェーンへの入力であるスタートパルスを生じる。各バッファはチェーン内の次のバッファにスタートパルスを伝播し、各々は戻り反射の信号線をサンプリングする対応するデジタル捕捉レジスタをトリガする。このように、各々の捕捉

50

レジスタは、バッファチェーン内の既知の深さまたは位置に対応し、それ故、チェーンの始まりに対する相対的な既知の時間オフセットに対応する。レーザパルスの飛行時間の決定は、どの捕捉レジスタが戻り反射パルスを記録したかを決定するための捕捉レジスタ内容の検査に依存する。Drinkard 他に対する特許（特許文献 3）は、特許文献 2 に詳述されるタイプのタップ遅延線に関連する進歩した波形データ処理の方法を教示する。

#### 【0008】

時間ベースの回路詳細を問わず、多くのこの種の TOF ベースのスキュナでの一般的な動作提案は、レーザパルスが所与のビーム射出上に放射され、対応する反射が当該ビーム射出に沿って遭遇する最初のオブジェクトに返される。その提案は一般に、当該ビーム射出に沿った最初のオブジェクトの後ろに存在している任意のより遠いオブジェクトを完全に陰にするため、最初の遭遇オブジェクトがビーム断面より大きい場合に有効である。逆にいえば、その提案は、当該最初の遭遇オブジェクトが、レーザパルスの少なくとも一部が当該遭遇オブジェクトを通り抜けるのに十分小さい場合に有効ではない。そのような場合、単一の出力パルスによって多数の戻り反射（小さいオブジェクトがパルスの一部をブロックすることにより生じる最初の戻り反射、および、ビーム経路に沿ったより遠いオブジェクトにより生じる 1 以上の後続の戻り反射）が発生し得る。これは、同じビーム経路に沿ったより遠いオブジェクトがより近いオブジェクトを通り抜けるビームの一部によって照射されていると理解される。

10

#### 【0009】

小さく近いオブジェクトの反射は、特に、保証された測定精度を有する長い検知範囲でわずかに反射するオブジェクトを検出することが能動的オブジェクト検出システムに必要とされる場合に問題となる。この種のスキュナは、スキュナとより遠いオブジェクトとの間に存在し検出される小さくより近いオブジェクトに対し大きく影響される。例えば、小さい浮遊粒子、煙のパフまたは浮遊煤じん（たとえばコンクリート塵）の一過性の雲は、より遠いオブジェクトをスキュナ視野から部分的にブロックし得る。この種の検出システムは、典型的には”最初に検出したオブジェクト”を基準として反応するように構成され、この種の”クラッタ”は誤ったオブジェクト検出を生成し、制御回路の不必要または不適切な動作をもたらす。

20

#### 【0010】

クラッタ関連の誤検出に対するスキュナの感応を緩和する周知の方法は、”走査”に関連し得る 2 以上の連続的な検出時間に対してオブジェクトを検出し追跡することをスキュナに要求することを含む。他の方法は、少なくとも 2 個の隣接したビーム角またはビーム方向のオブジェクトを検出することをスキュナに要求する。前者の技術は時間的または持続性ベースの制約として理解され、一方で、後者の技術は空間的または大きさベースの制約として理解され得る。これらの技術の何れかまたはそれらの組合せは、走査範囲で浮遊している小粒子を伴う誤ったオブジェクト検出を低減することができるが、それらの効果は、走査時間と比較してゆっくり拡散し空気中に持続し得る浮遊煤じん粒子に対して非常に弱い。

30

#### 【0011】

他の方法において、スキュナは、不要なクラッタをフィルタするための基礎として、より高い反射パルス検出閾値で動作する。一般的に、検出閾値を上げることは、クラッタに特有のより弱い反射がオブジェクト反射としてスキュナにより検出されないことを意味する。換言すれば、スキュナ電子機器は、高い検出閾値未満のより弱い反射を”見る”ことはない。同様に、システム利得を低下させることもでき、固定閾値未満のより弱いパルスをドライブする。この種の技術は、良好なクラッタ除去パフォーマンスを提供するが、スキュナ感度の低下を犠牲として来る。特に確実に遠いおよび/または低反射率のオブジェクトに伴うかすかな反射を感知することを必要とするスキュナでは、感度低下は許容されない。

40

#### 【0012】

感度ベースのクラッタ除去に対する修正されたアプローチは、意図されたオブジェクト

50

検出範囲に基づいてスキャナ感度を調整するかまたは設定する。より高い閾値がより短い検出距離に対して使用され、スキャナの感度を維持する低い閾値が長い検出距離に対して使用される。もちろん、より長い距離範囲に対して使用される低減された検出閾値は、スキャナをクラッタ関連の誤検出に対する問題に対し弱いままにする。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0013】

【特許文献1】米国特許第6,753,776号明細書

【特許文献2】米国特許第6,493,653号明細書

【特許文献3】米国特許第6,665,621号明細書

10

【発明の概要】

【0014】

本願明細書において教示される方法と装置によれば、能動的オブジェクト検出システムは、都合よくクラッタを除去すると共に、光パルス放射および対応物および飛行時間ベースの距離決定により信頼性の高いオブジェクト検出を実行する。制限されるものではないが、本願明細書で教示される方法および装置は、特にセーフティ・クリティカルなオブジェクト検出アプリケーション、例えば、所定の監視半径または輪郭内の少なくとも指定されたサイズのオブジェクトを監視する能動的オブジェクト検出システム（例えばレーザースキャナ）、に有利である。

【0015】

20

一実施形態において、能動的オブジェクト検出システムは、光パルスを放射し対応する戻り反射を受信することによって、少なくとも指定されたサイズのオブジェクトを検出するように構成される。能動的オブジェクト検出システムは、距離決定回路およびクラッタ除去回路を含む。距離決定回路は、光パルスを放射しオブジェクトから対応する戻り反射が受光されるまでの間の経過時間を決定することによって、検出オブジェクトまでの距離を算出するように構成される。距離決定動作に補足して、クラッタ除去回路は、が所与の光パルスに対し複数の戻り反射受け取られる場合にクラッタ関連の戻り反射を除去するように構成される。

【0016】

1以上の特定の実施形態において、能動的オブジェクト検出システムは、方向付けられた光パルスを放射し対応する戻り反射を監視することによって、所定の監視半径または輪郭に従ってオブジェクトを監視するように構成される。クラッタ除去回路は、所与の光パルスに対して受光される複数の戻り反射の最後の1つが所定の監視半径または輪郭上または内部にあるかどうか決定するように対応して構成される。最後の1つが所定の監視半径または輪郭上または内部にある場合、クラッタ除去回路は、距離決定回路による距離決定に対する最後の戻り反射をオブジェクト関連の戻り反射と識別し、その他の戻り反射をクラッタ関連の反射として無視するかまたは除去する。

30

【0017】

本願明細書において教示される更に他の実施形態では、少なくとも指定されたサイズのオブジェクトを検出する能動的オブジェクト検出の方法は、光パルスを放射し、対応する戻り反射を受光することに基づく。当該方法は、光パルスを放射しオブジェクトから対応する戻り反射を受光するまでの間の経過時間を決定しすることにより検出オブジェクトまでの距離を算出するステップと、所与の光パルスに対して複数の戻り反射が受光される場合にクラッタ関連の戻り反射を除去するステップと、を含む。少なくとも1つの実施形態のクラッタ除去処理は、所与の光パルスに対し受光される複数の戻り反射のうち最後の戻り反射に先行する任意の戻り反射をクラッタ関連の戻り反射として除去することに基づく。1以上の実施形態は、強度閾値処理を適用し、所与の光パルスに対して複数の戻り反射が受光される場合、複数の戻り反射のうち最小強度を有する最後の戻り反射以外の任意の戻り反射をクラッタ関連の反射として除去する。

40

【0018】

50

他の実施形態では、能動的に検出オブジェクトの方法は、対応する戻り反射のための誘導された光パルスおよびモニタリングを発生することによって、予め定められた監視半径または輪郭に従ってオブジェクトのためのモニタリングを含む。その方法は、そのオブジェクトからその戻り反射をそのオブジェクトから作り出したその光パルスの放出およびその戻り反射の受信間の経過時間を決定することに基づいて検出オブジェクトまでの距離を算出することを含む。更に、複数の戻り反射が所与の光パルスのために受け取られる例のために、その方法は、その複数の戻り反射の最後の一つがその予め定められた監視半径か曲線にあるかどうかについて決定することを含む。その場合は、その方法は、その最後の戻り反射を物体距離の決定のためのオブジェクト関連の戻り反射とみなして、クラッタ関連の反射としてその他の戻り反射を無視する。

10

【0019】

しかしながら、本発明は、上述した概要の特徴および効果に限定されない。実際、当業者は、以下の詳細な説明を読み込み、また、添付の図面を見ることにより、付加的な特徴および効果を認識するであろう。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】飛行時間型ベースの距離決定回路およびクラッタ除去回路を含む能動的オブジェクト検出システムの一実施形態のブロック図である。

【図2】距離測定回路およびクラッタ除去回路のデジタル処理回路による実施形態のブロック図である。

20

【図3】クラッタ関連の反射がオブジェクトの検出および距離決定に干渉するオブジェクト検出シナリオの例を示す図である。

【図4】クラッタ関連の反射がオブジェクトの検出および距離決定に干渉するオブジェクト検出シナリオの例を示す図である。

【図5】クラッタ除去処理の方法の一実施形態の論理フローチャートである。

【図6】図5の方法の例示的な詳細処理の例を提供する論理フローチャートである。

【図7】所定の監視半径または輪郭内または沿った能動的オブジェクト検出を実行するように構成される能動的オブジェクト検出システムの一実施形態を示す図である。

【図8】戻り反射の到着時間に関する例示的なクラッタ除去処理を示す図である。

【図9】反射パルスの強度に関する例示的なクラッタ除去処理を示す図である。

30

【図10】高強度閾値および低強度閾値の使用に基づくクラッタ除去処理の他の実施形態を示す図である。

【図11】クラッタ除去処理を行うように構成された能動的オブジェクト検出システムのレーザスキャナによる実現例の斜視図である。

【図12】図11のレーザスキャナの断面(側面)図であり、図1で導入される発光・受光システムの選択された機械、光学、電子光学の態様の実施形態の詳細を提供する図である。

【発明を実施するための形態】

【0021】

図1は、能動的オブジェクト検出システム10(以下にシステム10と称する)の一実施形態を示す。システム10は、パルス電磁信号を放射し信号の戻り反射を検出することによってオブジェクトの存在を監視するという意味において、“能動的に”オブジェクトを検出する。1以上の実施形態において、システム10は、光パルス14を放射し対応する戻り反射16を受光することによって、少なくとも指定されたサイズのオブジェクト12を検出するように構成される。

40

【0022】

この設定を支持するため、システム10は、光パルス14を放射しオブジェクト12から対応する戻り反射16を受光するまでの間の経過時間を決定することによって、検出オブジェクト12までの距離を算出するように構成される距離決定回路18を含む。加えて、システム10は、所与の光パルスに対して複数の戻り反射が受光される場合にクラッタ

50

関連の戻り反射 22 を除去するように構成されるクラッタ除去回路 20 を含む。

【 0 0 2 3 】

すなわち、" 通常の " 計画では、システム 10 は、放射した光パルス 14 の各々に対して 1 つの反射だけが戻ったことを見ることを予想するが、クラッタについては、システム 10 は、実際のオブジェクト 12 からオブジェクト関連の戻り反射 16 を受光するとともに 1 以上のクラッタ関連の戻り反射 22 をしばしば受信する。クラッタ関連の反射 22 の受信は、例えば、放射された光パルス 14 のビーム経路に存在している 1 以上の小粒子（一般に " クラッタ 24 " と称される）に放射された光パルス 14 が当たった結果である。

【 0 0 2 4 】

図示した例の詳細を続けると、システム 10 は 1 以上の付加的な処理回路および制御回路 30 を含む。そして、それはシステム制御回路および入力 / 出力インタフェース回路および 1 以上のメモリ回路 32 を含み得る。図示された回路は、距離決定回路 18 およびクラッタ除去回路 20 を含み、全部または一部がハードウェアにおいて実施され得、統合したまたは分離した回路の組み合わせを含み得る。他方で、少なくとも、システム 10 のいくつかの実施形態は、図示された回路の全部または一部を高い集積度（例えばマイクロプロセッサ・ベースまたはデジタルシグナルプロセッサ・ベースでの実装）で実装する。

10

【 0 0 2 5 】

いずれにせよ、システム 10 は、発光系 34 および受光系 36 を更に含む。これらのシステムの例示的实施態様は後に本願明細書において説明されるが、機械、光学、電子コンポーネントを含む複合システムであってもよいことは一般によく理解されていなければならない。少なくとも一つの実施形態において、戻り反射の検出および評価のために、受光系 36 は、システム 10 により（アナログおよび / またはデジタルの形式で）評価される出力信号（戻り反射信号）を生成するように構成される光検出機構（例えばアバランシェ・フォトダイオード）を含む。一実施形態において、戻り反射信号はノイズ閾値が適用されるアナログ信号ラインであり、戻り反射信号のノイズ検証されたバージョンは、クラッタ除去処理および距離決定処理を含む戻り反射処理のためにデジタル化される。

20

【 0 0 2 6 】

このデジタルプロセッシングを補足するため、図 2 は、距離決定回路 18 およびクラッタ除去回路 20 が、マイクロプロセッサ / マイクロコントローラ、フィールド・プログラマブル・ゲートアレイ（FPGA）または（マイクロプロセッサまたはデジタルシグナルプロセッサのコアを集積できる）特定用途向け集積回路を含むデジタル処理回路 40 内で実装されたシステム 10 の実施形態を例示する。1 以上のこの種の実施形態において、ワーキング RAM（SRAM、DRAM、その他）に加えて、FLASH、EEPROM のような異なるメモリタイプを含みうるメモリ 32 は、デジタル処理回路 40 によって実行されるコンピュータプログラム命令 42 を格納する。そのような実施形態において、本願明細書において教示される方法は、コンピュータ可読媒体（例えばメモリ 32）に格納されるコンピュータ・プログラムを実行することにより実現され、距離決定回路 18 および / またはクラッタ除去回路 20 は、全部または一部が、デジタル・プロセス回路 40 内でのプログラム命令の実行によって実現される。

30

【 0 0 2 7 】

特に、クラッタ除去回路 20 は、所与の放射された光パルス 14 に対して複数の戻り反射が受光される場合の、システム 10 によって呼び出されるまたは適用される処理アルゴリズムとして実装することが出来る。図 3 および図 4 は、この種の例を引き起こしている例示的な状況を示している（どちらの図も、実際のスケールを表すことを意図していない）。図 3 において、放射された光パルス 14 のビーム直径がオブジェクト 12 より小さい（概して、システム 10 は、指定された最小オブジェクト・サイズがビーム直径より何倍も大きいように設定される）ということが分かる。一方で、ビーム直径より小さいまたは似たサイズのクラッタ 24 の部材では、放射された光パルス 14 の少なくとも一部がクラッタ 12 を通り抜けることが出来ることが分かる。クラッタ 24 を通り抜けた光パルス 14 の部分は、さらなるクラッタ 24 に当たることができおよび / または実際のオブジェク

40

50

ト 1 2 に当たることができる。当該シナリオは、図 4 においてより明瞭に図示されている。

【 0 0 2 8 】

システム 1 0 のオブジェクト検出および距離決定のパフォーマンスを保ちクラッタ 2 4 がある場合に当該動作をロバストにするため、システム 1 0 は、例えば図 5 の例示的論理フローチャートにおいて代表される方法を実装するように構成される。図示された処理回路によれば、システム 1 0 は、光パルス 1 4 を放射しオブジェクトから対応する戻り反射 1 6 を受光するまでの間の経過時間を決定することによって、検出オブジェクト 1 2 までの距離を算出する（ブロック 1 0 0）。この種の処理によれば、システム 1 0 は、所与の光パルス 1 4 に対して複数の戻り反射が受光される場合、クラッタ関連の戻り反射 2 2 を除去する（ブロック 1 0 2）。例えば、システム 1 0 は、少なくともシステム 1 0 による検出が意図されるサイズである実際のオブジェクト 1 2 からの戻り反射 1 6 を受光するとともに、1 以上のクラッタ関連の戻り反射 2 2 を受光し得る。

10

【 0 0 2 9 】

図 6 は、図 5 に示される方法の一実施形態のさらなる詳細を提供する。より詳細な論理フローチャートによれば、システム 1 0 は、光パルス 1 4 を放射し（ブロック 1 1 0）、例えば、経過時間を記録、測定または追跡などを開始することにより時間計測を開始する（ブロック 1 1 2）。この時間計測の間（1 以上の実施形態のシステム 1 0 の最大検出範囲に対応するタイムアウト時間までに制限される）、システム 1 0 は、戻り反射の受光のために本質的に監視する。すなわち、戻り反射が受光されない場合（ブロック 1 1 4 で N O）、システム 1 0 は、現在の光パルスに対する受信監視がタイムアウトしたか否かを判定する。タイムアウトしていない場合（ブロック 1 1 6 で N O）、システム 1 0 は、戻り反射を待ち続ける。システム 1 0 がタイムアウトした場合（ブロック 1 1 6 で Y E S）、戻り反射が受光されない場合の適切な処理を実行し、例えば、次のビーム方向で次の光パルス 1 4 を放射することによって、反射監視処理を繰り返すことにより継続する（ブロック 1 1 8）。

20

【 0 0 3 0 】

一方で、システム 1 0 が少なくとも 1 つの戻り反射を受光する場合（ブロック 1 1 4 で Y E S）、処理は、複数の戻り反射が受光されたか否かの判定に続く（1 2 0 ブロック）。光学的受光および関連の電子処理回路は各々の光パルス放出に対し複数の戻り反射が受光および記録可能なようにシステム 1 0 は構成されているという事実をこの処理に内在する。実施形態において、システム 1 0 は、レーザパルス T O F 測定のためのタップ遅延線レジスタを使用する非制限の実施例として本願明細書において識別された特許文献 2 に開示されるようなタップ遅延線および関連するサポート電子機器を含む。タップ遅延線の各々の遅延出力により駆動される捕捉レジスタの直列チェーンは、複数の戻り反射を容易に記録できる。

30

【 0 0 3 1 】

光パルス放出に対し 1 個の戻り反射のみが受光された場合（ブロック 1 2 0 で N O）、処理はオブジェクト距離の決定に続く（ブロック 1 2 2）。すなわち、光パルス 1 4 の放出から所与のオブジェクト 1 2 からの戻り反射 1 6 の受光までの経過時間を算出する。処理は、算出されたオブジェクト 1 2 の距離およびシステム 1 0 の設定に依存してシステム 1 0 によって実行される（またはされない）特定の動作である距離ベースの処理の実行に続く（ブロック 1 2 4）。たとえば、システム 1 0 は動作できるかまたは動作をすることを延期できる。そして、例えば、算出された距離が所定のセーフティ・クリティカル半径より大きいか小さいかに基づいて、機械制御出力を非アクティブにするなどの動作を実行するか実行を遅延させる。

40

【 0 0 3 2 】

あるいは、光パルス放出に対し複数の戻り反射が受講された場合（ブロック 1 2 0 で Y E S）、処理はクラッタ除去処理の実行（1 2 6 ブロック）に続く。少なくとも 1 つの実施形態において、クラッタ除去処理は、任意のクラッタ関連の戻り反射 2 2 とオブジェク

50

ト関連の戻り反射 16 とを区別するために、所与の光パルス 14 に対し受光される戻り反射を評価するクラッタ除去回路 20 を含む。たとえば、この種の処理は、複数の戻り反射のうちの一つがオブジェクト関連の戻り反射 16 であり、残りの戻り反射の全てがクラッタ関連の戻り反射 22 であると仮定するように構成され得る。オブジェクト関連の戻り反射 16 を識別または区別することによって、多数の戻り反射が受光された場合であっても、システム 10 は正確で信頼性が高いオブジェクト距離算出をすることができる。

【0033】

たとえば、距離決定回路 18 は、少なくともいかなる物理的または論理的限界の範囲内で、所与の光パルスに対する全ての戻り反射を記録するように構成され得、クラッタ除去回路 20 は、クラッタ反射とは対照的に、戻り反射のどれがオブジェクト反射を表すかについて決定するように構成され得る。距離決定回路 18 またはシステム 10 内の他の回路は、全ての反射に対して距離を算出できるか、または少なくとも全ての反射の生データ（経過時間値、信号強度、反射パルス幅、その他）を保存できる。しかしながら、本願明細書において教示される有利なクラッタ除去処理について、システム 10 は、処理決定（例えば、最小許容距離を満たさないオブジェクトの検出に回答した実行状態から停止状態まで切替のような、状態を切替えるべきかどうかについての決定）をするために、実際のオブジェクト関連の戻り反射からの距離決定を使用する。

10

【0034】

このように、クラッタ除去処理は、受光された戻り反射に対しシステム 10 により実行される反射捕捉および関連の距離決定により予防できるかまたは予防することができないと理解されなければならないが（いくつかの実施形態では、クラッタ反射のためのこの種の処理を抑制する）、クラッタ除去処理によって、システム 10 は、オブジェクト距離の決定のためのクラッタ関連の反射とオブジェクト関連の反射とを区別できる。

20

【0035】

一実施形態において、クラッタ除去回路 20 は、所定の監視境界または輪郭に沿ったまたは内部のオブジェクトを検出するシステム 10 における方法に従ってクラッタ除去処理を実行するように構成される。たとえば、図 7 は、システム 10 を設定モードまたは境界学習モードにするこにより定義され得る所定の監視輪郭 50 に従ってオブジェクトを監視するシステム 10 の構成を例示する。ここで、システム 10 は、“背景”または予想イメージとしてオブジェクトの所与の一組を記憶するために、1次元、2次元または3次元空間空間にわたって1以上の放射された光パルスを走査または掃引できる。そうすることによって、システム 10 は、（例えばシステム 10 と所定の輪郭 50 との間に配置されたいかなるオブジェクトである）既知の背景から偏移するオブジェクトを検出できる。図 7 は、180度の走査計画を表す点に注意し、それは、180度の走査平面を数度ずつ増加させるステップングを行い、各増加位置で光パルス 14 が放射され距離評価のためにオブジェクト関連の戻り反射が評価することにより、システム 10 によって繰り返し走査されることができる。

30

【0036】

この例示的な走査を心に留め、クラッタ除去回路 20 は、所与の光パルス 14 の放出が複数の戻り反射を生じる場合のクラッタ除去処理を実行する。1以上の実施形態において、複数の戻り反射受光される所与の光パルス 14 に対し、クラッタ除去回路 20 は、複数の戻り反射のうち最後の戻り反射に先行する任意の戻り反射をクラッタ関連の戻り反射として除去する方法に従って構成される。

40

【0037】

この種の処理は図 8 において示され、後で到着しているオブジェクト関連の戻り反射 16 の受光に先立って受光されるクラッタ関連の拒否 22 の時間ウィンドウを例示する。クラッタ除去回路 20 は、複数の戻り反射のどれが距離決定に使用されるかを識別するかまたは距離決定回路 18 に示す。たとえば、システム 10 は、戻り反射の受光に動的に回答する1以上の電気信号をサンプリングすることが出来、サンプル（例えばデジタル・サンプル）は全ての戻り反射に対して記録される。経過時間情報は、全てのこの種のサンプル

50

と連動して記録され得る。あるいは、所与のデジタル・サンプル捕捉レジスタの遅延ライン位置が（各々の遅延ライン位置における既知の時間オフセットに基づいて）経過時間情報を提供するタップ遅延線の実施形態において、サンプルは経過時間情報を本質的に担持できる。いずれにせよ、クラッタ除去回路 20 は、戻り反射イベントデータおよび/または経過時間情報のどれがオブジェクト距離算出に使用されるかについて指示することができる。その指示は、たとえば、オブジェクト関連の戻り反射 16 に関する、経過時間カウント・データへのメモリ・ポインタまたは遅延ライン捕捉レジスタ位置情報を含み得る。当業者は、放出された光パルスに対して受光された複数の戻り反射のどれがオブジェクト距離の決定に使用しなければならないかについて、クラッタ除去回路 20 が距離決定回路 18 に指示する多数の他の方法があると理解するであろう。

10

**【0038】**

他の実施形態では、システム 10 は、所定の監視境界または輪郭 50 内または沿ったオブジェクト 12 を検出する方法を実装する。そして、複数の戻り反射が受光された所与の光パルス 14 に対して、クラッタ除去回路 20 は最小強度を有する複数の戻り反射の最後の戻り反射以外をクラッタ関連の反射として除去する。クラッタ除去へのこのアプローチは、最小強度閾値 52 を満たす最後の戻り反射はオブジェクト関連の戻り反射 16 であると考えられる場合を除くと図 8 の処理と類似する図 9 に示される。最小強度閾値 52 未満である後続の任意の戻り反射はクラッタ関連と考えられ、無視されるかまたは除去される。

**【0039】**

強度閾値 52 は、アナログ戻り反射信号ラインまたはデジタル化戻り反射値に適用されることができる。当業者は、上述したように受光系 36 が戻り反射の受光に動的に応答する 1 以上のアナログ信号ラインまたはデジタル信号ラインを提供し、この種の信号は信号強度を評価され得ることを理解するであろう。このように、1 以上の実施形態において、クラッタ除去回路 20 またはシステム 10 内の他の回路は、戻り反射の強度を決定する方法を実装するように構成される。たとえば、戻り反射の強さは、反射パルスの幅の決定、反射パルスの積分の実行、または、反射パルスの振幅の決定により決定され得る。図 10 は、例示的实施形態におけるクラッタ除去処理を示し、高いおよび低い強度閾値が使用される。ノイズ除去目的（すなわち、低い閾値未満の任意のものは全く無視される）に使用され得る低い閾値を上回る 2 個の早期の戻り反射パルスを見ることが出来る。しかしながら、3 番目の（最後の）パルスだけは高い閾値を上回る。そうすると、距離決定は最後のパルスに対して実行される。

20

30

**【0040】**

概して、それから、システム 10 の少なくとも 1 つの実施形態において、クラッタ関連の戻り反射を除去するステップは、複数の戻り反射に対する受信オーダの少なくとも 1 つを評価、および相対ベースあるいは絶対ベースで複数の戻り反射に対する信号強度を評価に基づいて、所与の光パルスに対し受光された複数の戻り反射の各々がクラッタ関連かオブジェクト関連かを識別するステップを含む。強調されるように、システム 10 は、1 以上の光パルス方向（例えば既知の走査角度の既知の境界距離）に対して既知のオブジェクト距離に対応する戻り反射を予想して、特定の光ビーム方向において、放射される光パルスに対して受光される最後の戻り反射以外を無視するか除去することによって、または、光パルスに対して受光され強度が確認されたされた最後の戻り反射以外を無視することによって、1 以上の光パルス方向に対するクラッタ除去処理を実行することにより、オブジェクト検出処理を行うように構成されうる。

40

**【0041】**

危険な機械のセーフガードおよび他のセーフティ・クリティカルなオブジェクト検出アプリケーションに役立つ具体例において、システム 10 は、方向付けられた光パルス 14 を放射し、対応する戻り反射を監視することによって、所定の監視半径または輪郭 50 に従ってオブジェクト 12 を監視するように構成され得る。この構成の実施例は、図 7 に示される。いずれにせよ、システム 10 は、所与の光パルス 14 に対し複数の戻り反射が受

50

光される場合に、複数の戻り反射のうちの最後の戻り反射が所定の監視半径または輪郭 50 内にあるか否かを決定し、監視半径または輪郭 50 内にある場合は、最後の戻り反射を距離決定のためのオブジェクト関連の戻り反射 16 とみなして、その他の戻り反射をクラッタ関連の反射 22 として無視することによって、クラッタ関連の戻り反射を除去する。

【0042】

1 以上の他の実施例において、所与の光パルスに対して複数の戻り反射が受光される場合にクラッタ関連の戻り反射を除去するステップは、光パルス 14 を放射する 1 以上のビーム方向に対するクラッタ背景をプレサンプリングするステップと、所与のビーム方向に放射された所与の光パルス 14 に対する戻り反射信号全体から所与のビーム方向に対して決定されたクラッタ背景を差し引くステップとを含む。オブジェクト距離決定のために、この種の処理は、戻り反射信号全体からオブジェクト関連の戻り反射成分を分離する。

10

【0043】

この種の方法は、放射された光パルス 14 の有限期間が拒否電力の限界をもたらすことが認識される。例えば、短い検出範囲においては反射を分離するのは不可能かもしれない。システム 10 の 1 以上の実施形態における反射信号処理の多ビットデジタル化回路の使用により、システム 10 は、クラッタ背景をプレサンプリングし、それを全体の戻り反射信号から差し引き、"真の"オブジェクト 12 からの任意の反射を好適に分離し解決することが出来る。もちろん、この種の処理は、単一サンプル期間以内でなされる必要はない（たとえば、この種のアプローチは、多数のサンプリング期間にわたるよう構成され得る）。

20

【0044】

この種のサンプリング期間は、少なくともシステム 10 が走査システムとして構成されるシステム 10 において、走査速度により定義され得る。非制限の実施例として、図 11 は、筐体 60、走査ウィンドウ 62 および 1 以上の入力/出力インタフェース 64 を有するレーザスキャナを含むシステム 10 の実施形態を示す。これらのインタフェースは、システム 10 を電氣的に/通信的に、外部機械、電源制御スイッチ、ローカル・エリア・ネットワークまたは他の通信ネットワーク、その他と相互接続するために用いられ得る。

【0045】

動作中、システム 10 はウィンドウ 62 を介してパルス光ビーム（例えばレーザ光線）を掃引する。そして、走査される所望の角度範囲（例えば 180 度）に従って一般に構成される。図 1 で示す発光システム 34 は、筐体 60 内で、ウィンドウ 62 の後部中央に配置される回転偏向要素（例えばプリズムまたはミラー）を含むことができる。このように、光パルス 14 は、ウィンドウを介し連続した角度位置で放射され得る。

30

【0046】

たとえば、図 12 は、図 11 に示したレーザスキャナ実施例の断面図を提供する。ここで、発光系 34 は、モーター搭載の回転ミラー・アセンブリ 70 を含むということが分かる。（静止した）レーザダイオード 72 は、回転ミラー・アセンブリ 70 の下に取り付けられ、ミラー・アセンブリ 70 の中空モータシャフトを介して上方へ発光する。レーザダイオード 72 からの光パルス 14 は、送信ミラー 74 に当たる。送信ミラー 74 は、ウィンドウ 62（図 12 では不図示）を介し外へ光パルス 14 の向きを変える。ミラー・アセンブリが回転すると共に監視領域全体に対し光パルス 14 を掃引するようにして光パルスを発し、スキャン平面を好適に定義する。

40

【0047】

1 以上の実施例において、ミラー・アセンブリ 70 はエンコーダ（例えばミラー・アセンブリの回転角度をトラッキングする光学エンコーダ・ホイール）を含む。エンコーダ・フィードバックも、ミラー R P M の閉ループ制御のために使用することができる。3次元領域を監視するために、更により複雑なアセンブリ（振動および/または複数軸関節）を用いることも可能である。

【0048】

図 12 に対する関心の更なる詳細は、図 1 において導入された受光系 36 に対して与え

50

られる実施例を含む。ここで、回転ミラー・アセンブリ70が受光ミラー76を含むことが分かる。それは正面ウインドウ62を介してシステム10に入来する戻り反射を受信するように構成される。特に、この構成において、受光ミラー76は、光送信ミラー74と同軸または準同軸である。一般に、受光系36は発光系34と同じビーム経路上に整列配置され、出て行く光パルス14によって照射される特定のオブジェクト12からの任意の戻り反射が受光系36によって受光される。

#### 【0049】

図12に戻ると、他の受光系要素（例えばレンズ78および80および光検出器82）が分かる。電子機器は図12に図示されないが、当業者は1以上の回路基板または他の電子アセンブリが筐体60内部に担持されると認識し、本願明細書において特に興味がある距離決定回路18クラッタ除去回路20を含む回路素子を含むことを認識するであろう。

10

#### 【0050】

もちろん、システム10の、機械、光学、電気部品の特定の配置は、意図される用途に依存し、本願明細書において示されるクラッタ除去処理の教示はパルス光オブジェクト検出システムの幅広い範囲に直接適用できる。この種の教示は、長距離範囲の検出能力を保つと共に、たとえば、短距離範囲のクラッタ除去を提供する。1以上の実施形態において、狭パルス放出を使用し多重反射検出能力と組み合わせることによりこれらの性能改善が得られる。

#### 【0051】

非制限実施例として、能動的オブジェクト検出スキャナは、一時的ディジタイザ、高速アナログデジタル変換器（ADC）またはタップ遅延線レジスタの使用、または他の戻り反射検出能力を用いて、多重反射検出能力（すなわち所与のビーム経路に沿って1個のパルス放出に対する多重反射を検出する能力）を有するように構成されることができ、1以上の特定の構成において、放出された光ビームの断面は標的より小さく構成され（システム10による検出を意図した最小オブジェクト・サイズより小さい）、所与の放射パルスに対して検出される”最後のパルス反射”が主要な関心の反射であるという論理的議論がなされ得る。”クラッタ・イベント”は最後の主要なパルス反射より先行して検出される反射であるという論理的前提について、放射ビームの小断面のみをブロックする非常に小さいオブジェクトに放射されたパルス当たるため、必然的に、大部分のエネルギーはビーム経路に沿って通り抜ける。

20

30

#### 【0052】

都合のよいことに、提案するシステム10が機械保護システムとして役立つように、クラッタ反射を無視する技術は安全コンテキストにおいて考慮される。このコンテキストにおいて、不運な時間の背景光パルスが最後の主要な反射として現れることにより、システム10は、”真の”オブジェクト検出イベントとではなく以前の戻り反射をクラッタ反射としての認識をもたらすかもしれない。しかしながら、現実のアプリケーションでこの状況を回避するために、クラッタ除去回路20は、所定の検知半径または輪郭内で検出される最後の反射パルスが検出オブジェクトと解釈されるように構成され得る。このような方法で、所定の検知距離の外側で起こる二次的な反射を生じるオブジェクトを無視できる。

#### 【0053】

より詳細な実施形態において、1以上の実施形態のシステム10は、”輪郭監視モード”動作のために構成される。輪郭監視モードでは、システム10は、スキャナが監視に使用する各々のビーム角または方向に対して最も近いオブジェクトの位置を学習する。換言すれば、システム10は、一定のオブジェクト輪郭を学習し、通常動作の間、この一定のオブジェクト輪郭を見るのを”予想する”。より詳しくは、通常動作で、システム10は、走査毎に学習したオブジェクト輪郭の検出を必要とする。

40

#### 【0054】

基準境界監視の実施形態として、システム10がドアを含む密閉セルのフロアを監視している領域保護アプリケーションを考える。システム10は、閉位置のドアを有するセル輪郭を学習した更に仮定できる。このように、システム10の通常走査操作の間、セルの

50

ドアを開放すると、システム 10 により観察される輪郭が学習した輪郭に対して変化するため、システム 10 に状態切り替え（例えば、実行状態から停止状態への切り替えであり、停止状態では 1 以上の機械制御リレーへの通電が断たれる）をもたらす。

【0055】

上記の教示に従う 1 つの方法の実施形態は、システム 10 の学習モードにおいて、1 以上の固定オブジェクトにより規定される固定輪郭により囲まれている領域を走査するステップを含む。この種のスキャンは、複数の走査位置の各々で光パルスを放射して、固定輪郭からの戻り反射を受光し、光パルスと戻り反射との間の経過時間に基づいて走査位置に対する輪郭距離を算出し距離を記憶することに基づいている。当該方法は、更に、システム 10 のモニタモードにおいて、囲まれている領域を走査して、オブジェクト関連の反射が記憶されている距離から変位しているかどうかを検出するステップを含む。所与の光パルスに対して複数の戻り反射が受光された場合、監視の間、システム 10 はクラッタ関連の戻り反射を除去する。

10

【0056】

このコンテキストにおいて、クラッタ関連の戻り反射を除去するステップは、特定の走査位置で放射される光パルスに対し複数の戻り反射が受光された場合、戻り反射の最後の 1 つが走査位置に対して記憶されている距離に合致するか否かを判定するステップを含む。距離に合致する場合、システム 10 は、クラッタ関連の戻り反射として任意の先行する戻り反射を除去する。

【0057】

また、基準境界監視が使用される場合、基準境界の外側でのオブジェクトの検出は、境界の移動を含むことを意味し、状態変化をもたらす点に注意されなければならない（換言すれば、基準境界の外側で検出されるオブジェクトが、必ずしも無視されるというわけではない）。場合によっては、誤検出の可能性がまだ存在する。しかしながら、セーフティ・アプリケーションにおいて、たとえば、上述の検証は、所定の検知（例えば、安全）境界内での、真のオブジェクトの誤検出を常に回避する。

20

【0058】

最後に、所定の境界内で起こる任意の二次的反射検出、必要な検出能力（または精度）を保証するのに十分強いことを確実にするため、最小強度条件は、システム 10 が検証処理をするように構成されるものであれば適用されることができる。例えば、システムの光検出器からアナログの戻り反射信号を処理するために用いるためアナログ・デジタル変換器を使用することが出来、システム 10 はパルス上の領域を形成することができ、または、システム 10 はパルス幅を測定するように構成され得、例えば、それは制限増幅器が使われる所で可能である。システム 10 がタップ遅延線レジスタ・ベースの捕捉システムまたは過渡波形デジタイザの他の形式により構成される場合、これらまたは他の検証技術を使用することができる。

30

【0059】

もちろん、当業者は用途が非制限であることを認識するであろう。実際、本発明は、上述の議論および添付の図面に制限されるものではない。代わりに、本発明は、以下の請求の範囲およびその法的等価物によってのみ制限される。

40

【 図 1 】

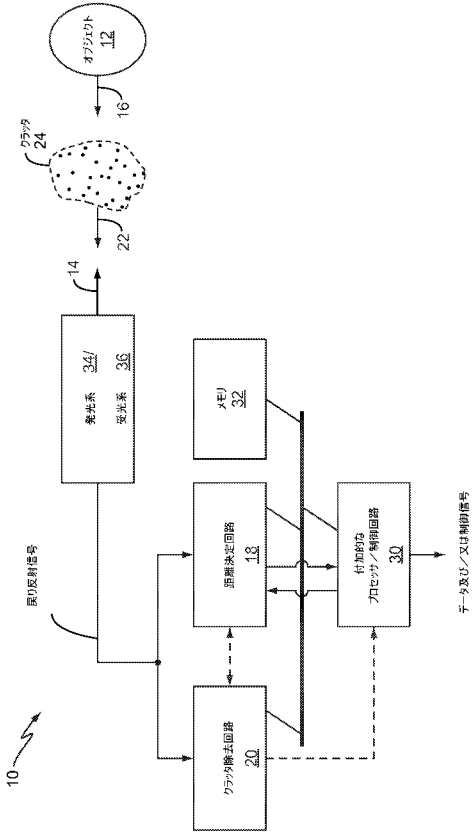


FIG. 1

【 図 2 】

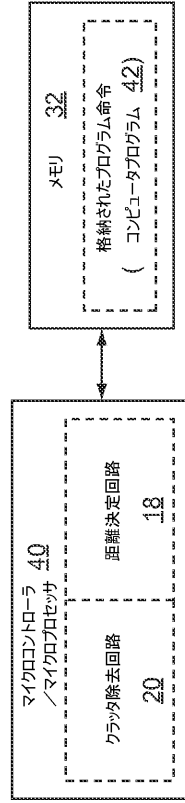


FIG. 2

【 図 3 】

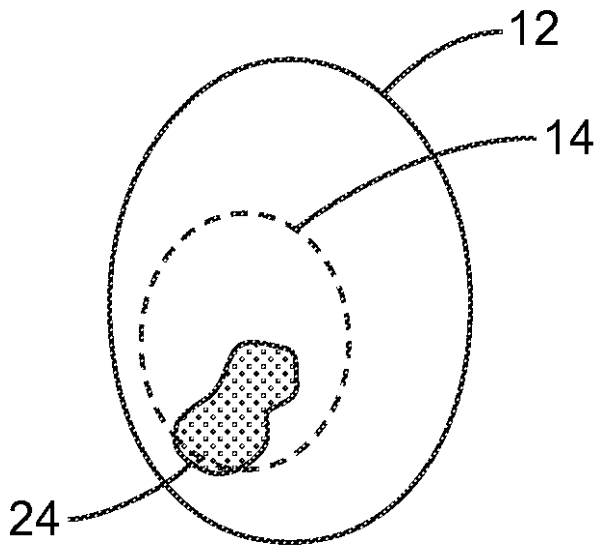


FIG. 3

【 図 4 】

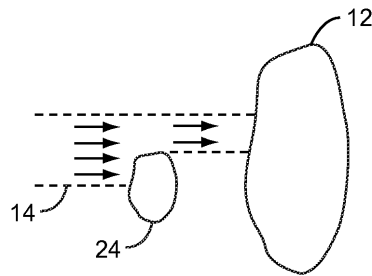


FIG. 4

【 図 5 】

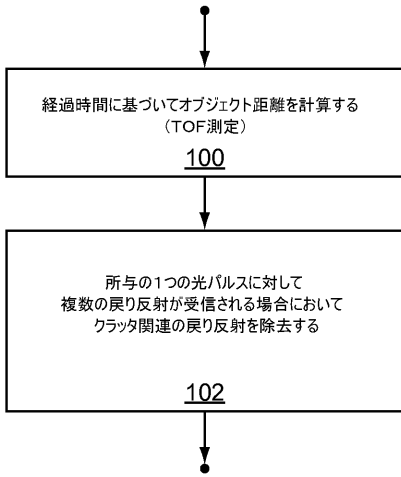


FIG. 5

【 図 6 】

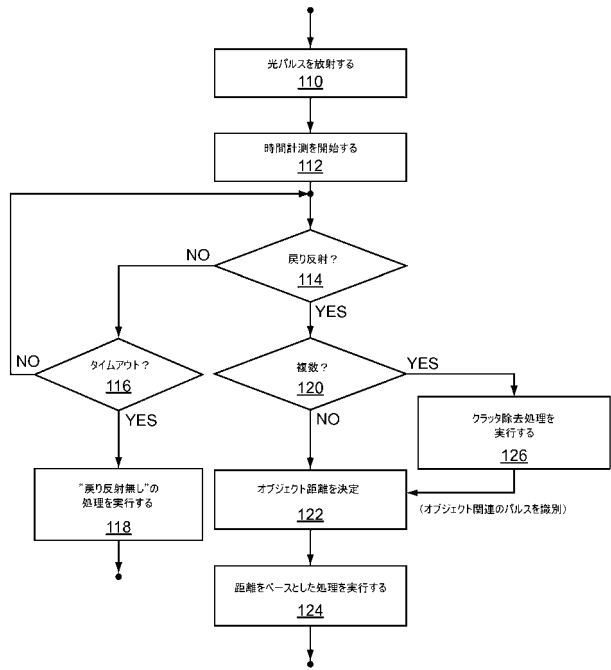


FIG. 6

【 図 7 】

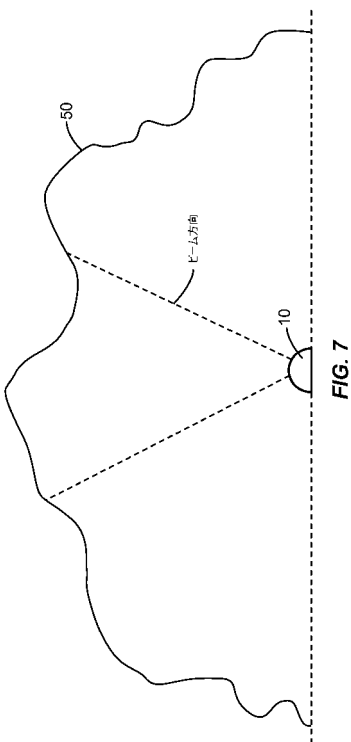


FIG. 7

【 図 8 】

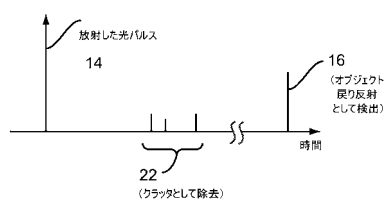


FIG. 8

【 図 9 】

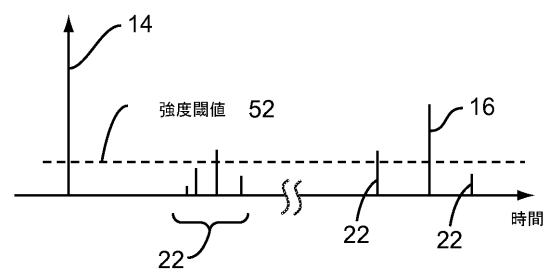


FIG. 9

【図 10】

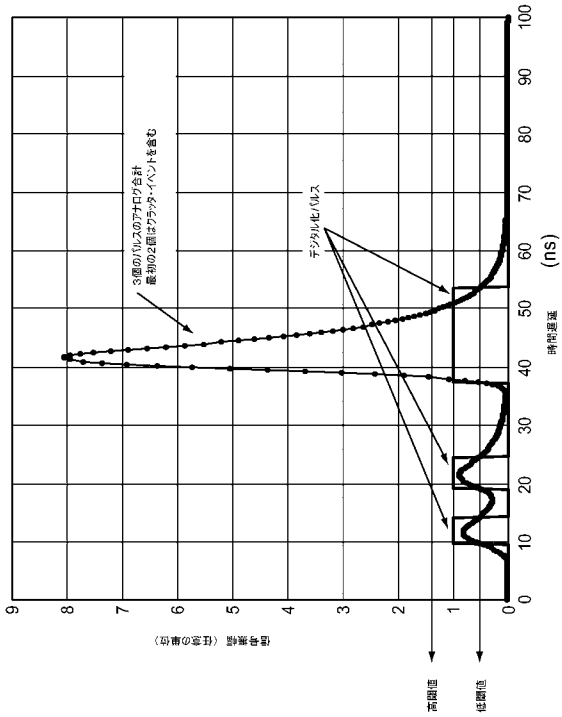


FIG. 10

【図 11】

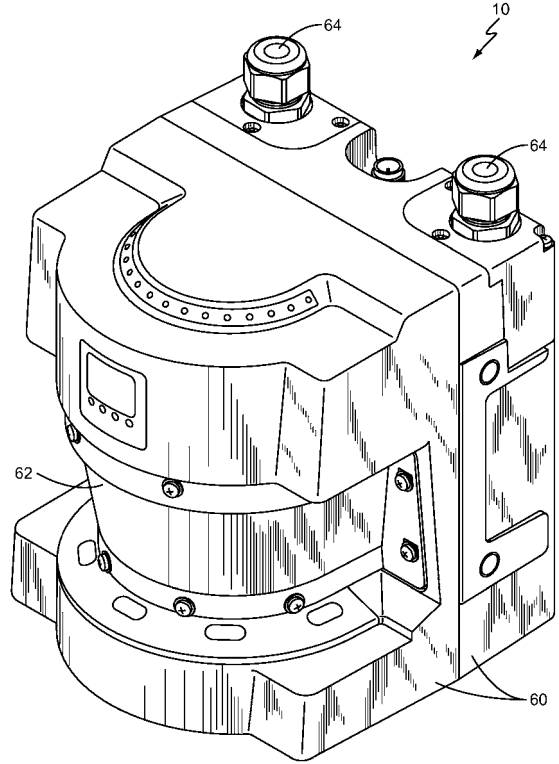


FIG. 11

【図 12】

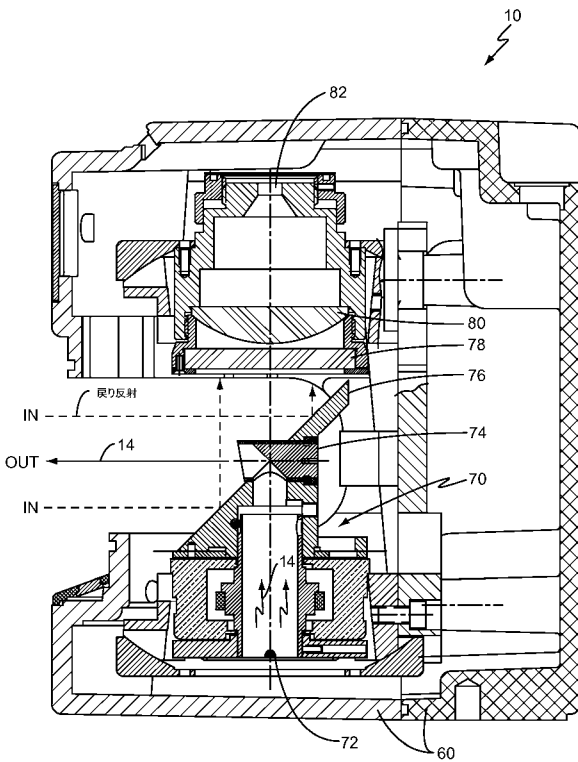


FIG. 12

## 【手続補正書】

【提出日】平成21年3月2日(2009.3.2)

## 【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

光パルスを放射し戻り反射を受光することにより、所定の監視境界内の少なくとも指定された最小オブジェクトサイズのオブジェクトを検出する能動的オブジェクト検出システムであって、

光パルスのどの部分も前記少なくとも指定された最小オブジェクトサイズのオブジェクトを素通りすることが無いように、前記指定された最小オブジェクトサイズより小さいビーム径の光パルスを放射するように構成された光放射系と、

戻り反射がオブジェクト関連の戻り反射として識別されるのに応答して、光パルスを放射してからオブジェクトからの戻り反射を受光するまでの間の経過時間を決定することによって、検出されたオブジェクトまでの距離を算出するように構成された距離決定回路と

放射した光パルスの各々に対して、戻り反射が前記所定の監視境界内の距離に対応し前記放射した光パルスに応答して1つの戻り反射を受光される場合に、該戻り反射をオブジェクト関連として識別し、前記放射した光パルスに応答して複数の戻り反射を受光され該複数の戻り反射のうち最後に受光した戻り反射が前記所定の監視境界内の距離に対応する場合に、該最後に受光した戻り反射をオブジェクト関連として識別し、該最後に受光した戻り反射より前に受光した全ての戻り反射をクラッタ関連として除去する、ように構成されたクラッタ除去回路と、

を含むことを特徴とする能動的オブジェクト検出システム。

【請求項2】

前記クラッタ除去回路は、前記能動的オブジェクト検出システムがオブジェクト関連の戻り反射に従ってオブジェクト距離を検出するように、放射した光パルスの各々に対して、任意のクラッタ関連の戻り反射に対する距離決定処理を防止するか、または、任意のクラッタ関連の戻り反射に対する距離決定を無視する、ように更に構成されていることを特徴とする請求項1に記載の能動的オブジェクト検出システム。

【請求項3】

前記能動的オブジェクト検出システムは、所定の回転角の中でパルスレーザビームを掃引することにより前記光パルスを放射する回転レーザスキャナを含むことを特徴とする請求項1に記載の能動的オブジェクト検出システム。

【請求項4】

前記クラッタ除去回路は、放射した1つの光パルスに応答して複数の戻り反射を受光され、最小の強度閾値を満たす複数の戻り反射のうち最後に受光した戻り反射が前記所定の監視境界内の距離に対応する場合に、該最後に受光した戻り反射をオブジェクト関連として識別し、該最後に受光した戻り反射より前または後に受光した全ての戻り反射をクラッタ関連として除去するように構成されていることを特徴とする請求項1に記載の能動的オブジェクト検出システム。

【請求項5】

前記能動的オブジェクト検出システム内の前記クラッタ除去回路または関連する回路は、反射パルスの幅を決定するか、反射パルスの積分を実行するか、または、反射パルスの振幅を決定するかに基づいて、戻り反射の強度を決定することを特徴とする請求項4に記載の能動的オブジェクト検出システム。

【請求項6】

前記クラッタ除去回路は、所与のビーム方向に放射された所与の光パルスに対する戻り反射信号全体からオブジェクト関連の戻り反射成分を分離するため、前記能動的オブジェクト検出システムが光パルスを放射する1以上のビーム方向に対するクラッタ背景をプレサンプリングし前記戻り反射信号全体から前記所与のビーム方向に対して決定された前記クラッタ背景を差し引くことによりクラッタ関連の戻り反射を除去するよう構成されることを特徴とする請求項1に記載の能動的オブジェクト検出システム。

【請求項7】

前記能動的オブジェクト検出システムは、設定モードまたは学習モードの間、放射した光パルスを所定の空間にわたって走査または掃引し、任意の検出オブジェクトを前記所定の監視境界を表す背景イメージとして記憶することにより前記所定の監視境界を学習するように構成されていることを特徴とする請求項1に記載の能動的オブジェクト検出システム。

【請求項8】

光パルスの放射及び戻り反射の受光に基づいて、所定の監視境界内の少なくとも指定された最小オブジェクトサイズのオブジェクトを検出する能動的オブジェクト検出の方法であって、

光パルスのどの部分も前記少なくとも指定された最小オブジェクトサイズのオブジェクトを素通りすることが無いように、前記指定された最小オブジェクトサイズより小さいビーム径の光パルスを放射するステップと、

戻り反射がオブジェクト関連の戻り反射として識別されるのに応答して、光パルスを放射してからオブジェクトからの戻り反射を受光するまでの間の経過時間を決定することによって、検出されたオブジェクトまでの距離を算出するステップと、

放射した光パルスの各々に対して、

戻り反射が前記所定の監視境界内の距離に対応し前記放射した光パルスに応答して1つの戻り反射を受光される場合に、該戻り反射をオブジェクト関連として識別するステップと、

前記放射した光パルスに応答して複数の戻り反射を受光される場合に、

該複数の戻り反射のうち最後に受光した戻り反射が前記所定の監視境界内の距離に対応する場合に、該最後に受光した戻り反射をオブジェクト関連として識別するステップと

、  
該最後に受光した戻り反射より前に受光した全ての戻り反射をクラッタ関連として除去するステップと、

を含むことを特徴とする方法。

【請求項9】

検出されたオブジェクトへの距離が前記オブジェクト関連の戻り反射に従って算出されるように、放射した光パルスの各々に対して、任意のクラッタ関連の戻り反射に対する距離決定処理を防止するステップ、または、任意のクラッタ関連の戻り反射に対する距離決定を無視するステップ、を更に含むことを特徴とする請求項8に記載の方法。

【請求項10】

光パルスを放射する前記ステップは、所定の回転角の中でパルスレーザビームを掃引するステップを含むことを特徴とする請求項8に記載の方法。

【請求項11】

前記複数の戻り反射のうち最後に受光した戻り反射をオブジェクト関連として識別する前記ステップは、最小の強度閾値を満たす複数の戻り反射のうち最後に受光した戻り反射をオブジェクト関連として識別するステップを含み、前記最後に受光した戻り反射より前に受光した全ての戻り反射をクラッタ関連として除去する前記ステップは、該最後に受光した戻り反射より前または後に受光した全ての戻り反射をクラッタ関連として除去するステップを含むことを特徴とする請求項8に記載の方法。

【請求項12】

反射パルスの幅を決定するか、反射パルスの積分を実行するか、または、反射パルスの

振幅を決定するかに基づいて、戻り反射の強度を決定するステップを更に含むことを特徴とする請求項 1 1 に記載の方法。

【請求項 1 3】

クラッタ関連の戻り反射を除去する前記ステップは、光パルスが放射される 1 以上のビーム方向に対するクラッタ背景をプレサンプリングするステップと、所与のビーム方向に放射された所与の光パルスに対する戻り反射信号全体からオブジェクト関連の戻り反射成分を分離するため、該戻り反射信号全体から前記所与のビーム方向に対して決定された前記クラッタ背景を差し引くステップと、を含むことを特徴とする請求項 8 に記載の方法。

【請求項 1 4】

設定モードまたは学習モードの間、放射した光パルスを所定の空間にわたって走査または掃引し、任意の検出オブジェクトを前記所定の監視境界を表す背景イメージとして記憶することにより前記所定の監視境界を学習するステップを更に含むことを特徴とする請求項 8 に記載の方法。

【請求項 1 5】

少なくとも指定された最小オブジェクトサイズのオブジェクトを能動的に検出する方法であって、

学習モードにおいて、多数の走査位置の各々において光パルスを放射し、1 以上の固定オブジェクトにより規定される固定輪郭からの戻り反射を受光し、前記光パルスと前記戻り反射との間の経過時間に基づいて走査位置に対する前記輪郭の距離を計算し、該距離を記憶することに基づいて、前記固定輪郭により囲まれた領域を走査するステップと、

監視モードにおいて、

前記走査位置の各々における光パルスの放射と戻り反射の受光とに基づいて、前記囲まれた領域を走査するステップと、

走査位置において放射した光パルスの各々について、

戻り反射が前記走査位置に対して記憶した距離から偏差し前記放射した光パルスに応答して 1 つの戻り反射が受光される場合に、該戻り反射をオブジェクト関連として識別するステップと、

前記放射した光パルスに応答して複数の戻り反射が受光される場合に、最後の戻り反射以外の全ての戻り反射をクラッタ関連として除去し、該最後の戻り反射が前記走査位置に対して記憶した距離から偏差する場合に、該最後の戻り反射をオブジェクト関連として識別するステップと、

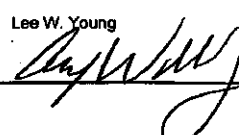
を含むことを特徴とする方法。

## 【 国際調査報告 】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/US 08/77745

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC(8) - G06K 9/00 (2008.04) USPC - 382/103 According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC(8): G06K 9/00 (2008.04) USPC: 382/103 Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched 382/103, 128, 154; 345/419, 418 Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) USPTO WEST (PGPB, USPT, EPAB, JPAB); GOOGLE Search Terms Used: reject, clutter, object, detect, filter, remove, pulse, light, reflection, deflect, calculate, determine, distance,		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X — Y	US 5,760,867 A (FINK et al) 02 June 1998 (02.06.1998), entire document, especially abstract, Figs 1-3, 9-10 and col 1, ln 25-38 ; col 2, ln 7-27; col 3, ln 27 to col 4, ln 3; col 5, ln 45 to col 6, ln 4; col 7, ln 19-40	1-5, 7-11, 13-18, 20-21, 23-25 6, 12, 19, 22
Y	US 2006/0233421 A1 (PORTIGAL et al.) 19 October 2006 (19.10.2006), entire document, especially para [0026]-[0028], [0036], [0047]-[0049]	6, 12, 19, 22
A	US 2003/0072470 A1 (LEE) 17 April 2003 (17.04.2003)	1-25
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/>		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 24 November 2008 (24.11.2008)		Date of mailing of the international search report <b>02 DEC 2008</b>
Name and mailing address of the ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US, Commissioner for Patents P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. 571-273-3201		Authorized officer: Lee W. Young PCT Helpdesk: 571-272-4300 PCT OSP: 571-272-7774 

## フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(74)代理人 100112508

弁理士 高柳 司郎

(74)代理人 100115071

弁理士 大塚 康弘

(74)代理人 100116894

弁理士 木村 秀二

(74)代理人 100130409

弁理士 下山 治

(72)発明者 ドリンカード, ジョン

アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94404, フォスター シティ, カボット レーン  
849

Fターム(参考) 2F112 AD01 BA07 CA12 DA09 DA15 DA25 EA05 FA03 FA45 GA01  
5J084 AA01 AD01 BA04 BA36 BA50 BB28 CA03 CA19 CA23 CA31  
CA49 CA70 DA01 DA08 EA01