

(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2014-517921

(P2014-517921A)

(43) 公表日 平成26年7月24日(2014.7.24)

(51) Int.Cl.

GO1S 7/481 (2006.01)  
 GO1S 17/10 (2006.01)  
 GO1C 3/06 (2006.01)

F 1

GO1S 7/481  
 GO1S 17/10  
 GO1C 3/06

A  
 120Q

テーマコード(参考)

2F112  
 5J084

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 25 頁)

(21) 出願番号 特願2014-509884 (P2014-509884)  
 (86) (22) 出願日 平成24年5月11日 (2012.5.11)  
 (85) 翻訳文提出日 平成25年11月7日 (2013.11.7)  
 (86) 國際出願番号 PCT/IB2012/052365  
 (87) 國際公開番号 WO2012/153309  
 (87) 國際公開日 平成24年11月15日 (2012.11.15)  
 (31) 優先権主張番号 13/105,497  
 (32) 優先日 平成23年5月11日 (2011.5.11)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(71) 出願人 509347284  
 レッダーテック インコーポレイテッド  
 カナダ ケベック ジー1ピー 4エス4  
 ケベック アインシュタイン ストリー  
 ト 2740  
 (74) 代理人 100092093  
 弁理士 辻居 幸一  
 (74) 代理人 100082005  
 弁理士 熊倉 賢男  
 (74) 代理人 100067013  
 弁理士 大塚 文昭  
 (74) 代理人 100086771  
 弁理士 西島 幸喜  
 (74) 代理人 100109070  
 弁理士 須田 洋之

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】明るい周囲背景光下における多視野スキャナー無し光学式距離計

## (57) 【要約】

明るい周囲背景光下で用いるべくパルス飛行時間動作方式で動作する多視野スキャナー無し光学式距離計について述べる。当該距離計は、LED光源及びドライバー電子機器を有し、広い照射野(FOI)を有する光パルスの列を発する発光器と、全視野(FOV)が各チャネルの瞬間FOVをカバーし、FOIが全FOVをカバーする状況で、光帰還信号を検知すべくアナログフロントエンド電子機器を有するマルチチャネル受光器(MCOR)と、波形を受信してデジタル形式に変換するアナログ/デジタル変換器(ADC)と、パルストリガ信号を生成し、光帰還信号の検知を開始して、デジタル形式の波形を処理すべく同期トリガ信号をMCORへ送信する制御及び処理装置(CPU)と、データインターフェースとを含んでいて、波形の何れかに存在するピークが、瞬間FOV内で検知された物体のシグネチャである。

【選択図】図1

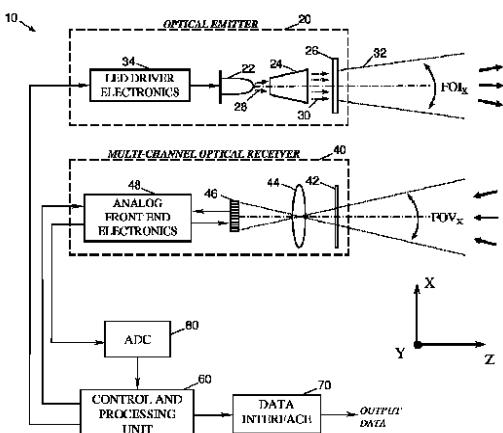


Figure 1

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

50 W / m<sup>2</sup>を超える太陽放射照度を伴う明るい周囲背景光下で用いるべくパルス飛行時間動作方式で動作する多視野スキャナー無し光学式距離計であって、

最小全範囲が15° × 2.5°である広い照射野（FOI）を有すると共に各々の持続時間が50 ns未満である極めて短い光パルスの列を発する、LED光源及びドライバードライバ電子機器を備えた発光器と、

前記列の第1のパルスの前記発光が始まった瞬間から、前記第1のパルスの前記発光が終了した後、前記列の前記極めて短い光パルスの次のパルスの発光の前に終了するまでの時間にわたり検知される光帰還信号を検知するマルチチャネル受光器（M C O R）であって、光検知器のアレイを有するマルチチャネル受光器（M C O R）において、前記アレイの各光検知器が前記マルチチャネル受光器の検知チャネルを形成し、各光検知器が、面積が少なくとも0.5 mm<sup>2</sup>且つ最大逆電流が1 mA超の感光面を有し、前記各検知チャネルの瞬間視野が、前記各感光面の寸法により画定される水平及び垂直範囲を有すると共にチャネル帰還信号波形を出力すべく適合されていて、前記マルチチャネル受光器の全視野（FOV）が前記各瞬間視野をカバーし、前記照射野が前記全視野をカバーし、前記マルチチャネル受光器が、個々の完全な時間波形トレースを取得及び保存すべく各検知チャネルの時間間隔を空けた複数のサンプリング点を保存すると共に、前記チャネル帰還信号波形を調整するためのアナログフロントエンド電子機器を有し、前記M C O Rが、調整されたチャネル帰還信号波形を出力するマルチチャネル受光器と、

前記M C O Rから前記調整されたチャネル帰還信号波形を受信してデジタル形式に変換するアナログ／デジタル変換器（A D C）と、

前記発光器、前記M C O R及び前記A D Cに動作可能に接続されていて、

前記発光器を起動して前記パルス列を発光させるべくパルストリガ信号を生成し、

前記光帰還信号の前記検知を開始すべく同期トリガ信号を前記M C O Rに送信し、

デジタル形式の前記調整されたチャネル帰還信号波形を処理する、

制御及び処理装置（C P U）と、

処理されたチャネル帰還信号波形を前記C P Uから受信して出力データを用意するデータインターフェースを含み、

何れかの前記光帰還信号波形に存在するピークが、前記瞬間視野内で検知された物体のシグネチャである距離計。

## 【請求項 2】

前記LED光源が複数のLEDを含んでいる、請求項1に記載の距離計。

## 【請求項 3】

前記光パルスが、電磁スペクトルの近赤外領域及び可視領域の一方にある、請求項1～2の何れか1項に記載の距離計。

## 【請求項 4】

前記発光器が更に、前記LED光源が発する前記光パルスを調整すべく、視準レンズアセンブリ、レンチキュラレンズシート、LED反射器、及び光拡散器のうち少なくとも1個を含んでいる、請求項1～3の何れか1項に記載の距離計。

## 【請求項 5】

前記M C O RがPINフォトダイオードのアレイを含んでいる、請求項1～4の何れか1項に記載の距離計。

## 【請求項 6】

前記M C O Rが更に、少なくとも1個のレンズ素子、少なくとも1個の鏡、少なくとも1個の修正プレートの少なくとも1つを含む対物レンズを含んでいて、前記対物レンズが前記光帰還信号を前記光検知器の前記感光面に集中させる、請求項1～5の何れか1項に記載の距離計。

## 【請求項 7】

前記アナログフロントエンド電子機器が、並列マルチチャネル及び時間多重化マルチチ

10

20

30

40

50

ヤネルのうち少なくとも一方である、請求項 1～6 の何れか 1 項に記載の距離計。

【請求項 8】

アナログ / デジタル変換器 (A D C) が、互いに協働して前記調整されたチャネル帰還信号波形を受信してデジタル形式に変換すべく適合された 1 つ以上のコンバータ装置を含んでいる、請求項 1～7 の何れか 1 項に記載の距離計。

【請求項 9】

前記 M C O R が、第 1 の方向に延在する N 個の検知チャネルの線形配列、及び前記第 1 の方向及び直交方向の両方に延在する M × N 個の検知チャネルの 2 次元配列の一方を含んでいて、前記直交方向が前記第 1 の方向に直交する、請求項 1～8 の何れか 1 項に記載の距離計。

10

【請求項 10】

前記検知チャネルが A C 結合されている、請求項 1～9 の何れか 1 項に記載の距離計。

【請求項 11】

前記 L E D エミッター、前記マルチチャネル受光器、前記アナログ / デジタル変換器、並びに前記制御及び処理装置が、前記 L E D エミッター及び前記マルチチャネル受光器用の光透過窓を備えたエンクロージャ内に設けられていて、前記距離計が更に、前記発光器の波長帯域外に波長スペクトルを有する寄生背景光の少なくとも一部を遮断すべく前記窓上に設けられた光学フィルターを含んでいる、請求項 1～10 の何れか 1 項に記載の距離計。

20

【請求項 12】

前記光学フィルターが、光学フィルムでコーティングされた 1 個の面を有する光保護窓及び波長選択性の光学透過を許す材料で作られた保護窓の一方である、請求項 11 に記載の距離計。

【請求項 13】

前記 M C O R が集積回路に設けられている、請求項 1～12 の何れか 1 項に記載の距離計。

【請求項 14】

前記全視野が、25° × 4° の全範囲を有している、請求項 1～13 の何れか 1 項に記載の距離計。

【請求項 15】

前記制御及び処理装置が、前記距離計と前記検知された物体との距離を計算する距離計算機を更に含み、前記距離計算機が、前記光パルスの時間及び空間特徴の少なくとも一方を取得し、前記特徴及びデジタル形式の前記調整されたチャネル帰還信号波形を用いて前記距離を計算し、前記出力データが前記距離を含んでいる、請求項 1～14 の何れか 1 項に記載の距離計。

30

【請求項 16】

前記制御及び処理装置が更に、前記マルチチャネル受光器の前記検知チャネルにおける前記距離及び前記マルチチャネル受光器のデジタル形式の前記調整されたチャネル帰還信号波形を用いて前記瞬間視野内の前記物体の位置を計算する位置ロケータを含み、前記出力データが前記位置を含んでいる、請求項 15 に記載の距離計。

40

【請求項 17】

前記物体が車両、人、動物、気体、液体、粒子、舗道、壁、柱、歩道、地表面及び木の何れか 1 つである、請求項 1～16 の何れか 1 項に記載の距離計。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

関連出願の相互参照

本出願は、合衆国法典第 35 卷 119 条 (e) に基づき、2011 年 5 月 11 日出願の米国特許出願第 13 / 105,497 号明細書を優先権主張するものであり、その明細書本文を本明細書において引用する。

50

## 【0002】

本発明は、各種の検知システムで用いる光学式距離計システム及び方法に関し、特に、全く遮られていない日光を含む多くの照明条件下で動作可能な広い視野において近くの物体及び障害物の角度分解された検知及び距離測定を行うスキャナー無し測定器に関する。

## 【背景技術】

## 【0003】

光学式距離計は、可視または不可視光の何れかを用いて遠隔物体の距離を測定する。従来、これらの測定器は、多くのアプリケーションに用いられており、特に、自動車及び輸送アプリケーションでは、例えば運転者を支援して路上での安全性の向上を図る各種の能動システムに組み込まれている。数メートル以上離れて配置された物体の距離測定を行う大多数の光学式距離計は、有限な光の伝播速度に依存する飛行時間（T O F）原理に従い動作する。T O F原理は、パルスT O F、振幅変調T O F、及び周波数変調T O F技術を含む各種の形式で用いられる。パルスT O F技術では、距離計に収納された光源が、極めて短い持続時間の光パルスの列を発する。各パルスにより担持される光エネルギーの一部が、照準を合わせた物体により反射されて、距離計の受光器の集光開口部へ戻る。空気中における光の速度が分かれば、照準を合わせた物体と距離計との間の距離は、光パルスが照準を合わせた物体まで伝播し、次いで距離計に戻るのに要する時間から推定できる。この時間遅延は通常、ピーク検知及び閾値比較器回路と組み合せた電子カウンターにより測定される。光学式距離計の開発は、低コストで利用でき、最大数100メートル離れた物体の距離測定を意図した一般消費者向けの小型製品に対する強い需要に後押しされた進行中の努力に負うものである。その結果、これらの距離計の基本設計は昨今、近赤外波長での持続時間が5～50ns（ナノ秒）のレーザーパルスを発するレーザーダイオードトランジスタ、フォトダイオード（典型的にはアバランシェフォトダイオード（A P D））、増幅器、自動利得制御（A G C）及びタイミング識別器の何れかを含む受光器を典型的に含む小型のアセンブリを中心に展開されている。レーザー距離測定原理に関する更なる詳細は、M - C . Amman他による「Laser ranging: a critical review of usual techniques for distance measurement」（Optical Engineering, Vol. 40, No. 1, pp. 10 - 19, 2001年）に見ることができる。

10

20

30

40

## 【0004】

典型的なレーザー距離計から発せられた光パルスは、典型的に単一視野（F O V）で極めて小さい横断ビームの大きさを維持しながら、長距離を伝播することができる。レーザービームのこの高指向性は、距離計の照準方向の角度走査と組み合わせた場合に、物体の角度分解された検知及び距離測定に大いに有用である。ビーム大きさが小さいのは、レーザー光の固有な性質、特に、単一の縦及び単一の横モードレーザービームを照射可能なレーザー光源の利用可能性と共に、その高い空間及び時間的コヒーレンス性の結果である。これらの要素を組み合わせることで、簡単な市販の光学機器を用いて設計された視準器により、拡散（角拡散）が極めて小さいビームの形式でレーザー光パルスの光視準が可能になる。光学式距離計からの高指向性レーザービームの発光は、照準を合わせた物体により反射されたレーザー光を、狭いF O Vで検知する受光器で検知する場合に最適なアプリケーションがある。受光器のF O Vは、当該受光器に組み込まれた光検知器の感光面の大きさと対物レンズの焦点距離の比により与えられ、感光面は、レンズの焦点面の近傍に、または正確に当該位置に置かれている。事実、最適な性能が得られるのは一般に、受光器のF O Vと、発せられた光パルスの拡散角が一致した場合である。実際には、典型的な距離計のF O Vは、数mrad（ミリラジアン）を超えないが、これは主に、数センチメートルを超えない焦点距離を有する対物レンズの使用を指示する小型化設計のニーズと共に、共通に利用できるA P Dの表面積が極めて小さい（典型的には直径が50～200μm）ためである。

## 【0005】

レーザー距離計を受光器に組み込む方法としてA P Dが益々普及しているため、今では

50

PINフォトダイオードに基づく距離計が滅多に見かけないようになっている。PIN及びAPDフォトダイオードは共に、持続時間がナノ秒レベルの光パルスの帰還を検知するのに充分な帯域幅を有しており、1 μm未満の近赤外波長における量子効率を最大化するシリコンで作成できる。これらに対応するPIN相対物と比較すると、APDは、光の単一光子の吸収から複数の電子・ホール対を生成可能にするアバランシェ増倍プロセスに起因して、より高い感度及び応答性（最大200X）を与える。APDは、動作がアナログ（線形）であるため、自身の破壊電圧を僅かに下回る電圧で逆向きのバイアスを受けて、自身の感光面にかかる光力及び印加された利得に比例する出力光電流を生じる。APDは次いで、利得機構を自身の構造内に組み込み、利得係数は典型的には50～200の範囲である。しかし、APDの信号対ノイズ比（SNR）は最初、ピーク値（最適利得）に達するまで利得に伴いに増大する点に注意されたい。SNRは次いで、アバランシェ増倍プロセスに固有の過剰ノイズ係数に起因して、利得の増大するにつれて減少する。極めて低い光量条件下における光検知ではAPDの高い検知感度が完全に利用されるが、白昼条件、例えば明るい日光が存在する場合に、屋外での使用を意図した距離計でAPDの利点を完全に利用することは一般に困難である。これらの条件下において、受光器は、照準を合わせた物体から反射された有用な光信号と競合する強い太陽背景信号を捕捉する。米国特許第7,508,497号明細書に報告されているように、背景光は典型的には、レーザー距離計の白昼動作中のノイズの最大発生源である。

10

## 【0006】

強度の背景光が存在してもレーザー距離計の耐性を高める有効なアプローチが例えば米国特許第5,241,315号明細書及び第7,741,618号明細書に記述されている。このアプローチは二つの基本的ステップを含んでいる。第1のステップは受光器のFOVをなるべく狭く保つことであるが、これは受光器により集光される背景光の量が例えばR.W.Byren「Laser Rangefinders」（Chapter 2 of The infrared and electro-optical systems handbook Vol. 6, Active electro-optical systems (SPIE Press, Bellingham, WA, 1993年））の式（2.10）に示すように、当該FOVに比例するためである。次いで、第2のステップは、受光器の対物レンズの前方に狭帯域光学フィルターを挿入することにある。屋外での使用を意図したレーザー測定器では現在10nm未満の帯域通過を有する干渉光学フィルターが用いられており、これらのフィルター自身もまた受光器のFOVを厳密に制限することを必要とする。この制限は、入射光が受光器の光軸からかけ離れた入射角で捕捉されるため、中心波長またはフィルター帯域通過が大幅にドリフトするという事実による。また、有用な帰還光信号の中心波長がフィルター帯域通過の中心波長と一致する間、発せられたレーザーパルスの波長スペクトルが干渉フィルターの帯域通過より狭く保たれることを保証することにより、当該帰還光信号の過度の遮断が防止される。

20

30

## 【0007】

光学式距離計の基本構成は、車両の安全確保及び輸送に関するアプリケーションに種々適合してきた。今日、能動光検知及び距離計は、いくつか列挙すれば、適応型巡航制御（ACC）、衝突回避、衝突前減速、盲点検知、及び駐車支援を意図した安全確保及び運転者支援システムに利用できる。これらのアプリケーションには各々制約及び要件があるが、これらは全て何らかの共通な要件を共有している。例えば、これらのアプリケーションは、反射率が変動し、数メートルから最大約100mまでの距離に位置する遠隔物体のリアルタイム且つ信頼性が高い検知及び距離測定を必要とする。更に、例えば米国特許第6,377,167号明細書に記述しているように、これらのアプリケーションは、車両に搭載された際に、真っ暗な夜間から明るい白昼にわたる広範囲な周囲照明条件下で動作可能な測定器を必要とする。現行の自動車の安全確保アプリケーションはまた、水平方向に数十度に達し得る広いFOVにわたり光学的に検知可能な測定器を必要とする。後者の要件が、先の段落で述べた狭FOV光学式距離計を、大幅な変更無しに直接組み込むことでは満たされることは明らかである。

40

50

## 【0008】

上述の各種自動車安全確保アプリケーションでの使用に光学式距離計を適応させるべく多くの方策が検討されてきた。例えば、他の点では標準の光学式距離計（狭いFOVを有する）を機械式単一軸スキャナー機器に搭載することにより、水平方向に広いFOVを周期的に走査できる。この普及している、但し単純なアプローチにより、測定器が発するレーザー光を効率的に利用しながら、大きな角度カバレッジが得られる。走査機器に依存し、且つ各種の車両安全確保アプリケーションを意図した装置及び方法が、例えば米国特許第5,249,157号明細書、第5,293,162号明細書、第5,604,580号明細書、第5,625,447号明細書、第5,754,099号明細書、第5,757,501号明細書、第6,317,202号明細書、第6,937,375号明細書及び第7,187,445号明細書に開示されている。残念ながら、当該アプローチには、いくつかの主だった短所がある。実際、これらは、自動車の通常使用時に遭遇する衝撃及び振動レベルに耐え得る堅牢且つ長寿命な角度スキャナーアセンブリを必要とするため、高価且つ大多数の車両で広範に利用するには往々にして大き過ぎる機械式ハードウェアに基づいている。また、典型的スキャナーの狭い垂直FOVは、例えば物体の表面の一部の区画が鏡面反射性を有する場合、性能が低い。

10

## 【0009】

米国特許第7,532,311号明細書に報告されているように、機械式スキャナー機器の使用に関する問題は、非機械式走査（NMS）技術の開発により軽減できる。これらの技術には、微細電気機械システム（MEMS）機器、液晶、及び音響光学機器が含まれる。残念なことに、自動車への組み込みに充分利用可能なNMSを用いた機器の開発は依然として未熟な段階にあり、発せられたレーザー光及び受光器の光軸の両方を完全に同期的させて一緒に走査する必要があるという事実に関する重大な困難に直面している。

20

## 【0010】

機械式走査機器に基づく技術に加え、一切の走査を必要とせずに、他のいくつかのアプローチでは広角カバレッジによる光検知を可能にしている。第1のアプローチは、広いFOVを有する受光器で広い角度（照射野（FOI）とも称する）にわたり照射を行うべく設計された発光体を組み合わせるものである。発光体及び受光器は共に、意図されたアプリケーションの性質により決定される特定の適切に選択された共通方向（照準線）を指す。照明域の中心位置は例えば、FOV内の任意の位置にある物体が、発せられた光の一部により照射可能なように、受光器のFOVの中心位置と一致させられる。ほとんどの場合、照明域及びFOVの外縁は、水平方向に最も長く、垂直方向に比較的狭いままである。レーザー光源は、照明の広い領域にわたり光で満たすように確実に使用できるものの、広い角度にわたりレーザー光を広げるには高光エネルギーまたは、同じことだが、高ピーク出力を担持する光パルスの発光が可能なレーザー光源を必要とするため、この選択は高価であることがわかる。多数のレーザーバーを共通基板に積層することにより製造される積層レーザーダイオードアレイは、例えば広い照射野にわたり高いピークレーザー出力を与えるのに良く適しているが、これらは依然として自動車における広範囲な利用には高価過ぎる。

30

## 【0011】

受光器のFOVは、有効焦点距離が短い対物レンズの焦点面に、感光面がより大きい光検知器を配置することにより広げることができる。所与の方向に延在するFOVにわたる検知には、直角方向に極めて狭いままであって細長い矩形の感光面が好適である。単一の光検知器を用いることは光検知測定器のコストに好ましい影響を与えるが、FOV内で角度分解が行われないため、大多数のアプリケーションでは実際に考え難い。実際、FOV内に存在する物体の距離測定に加え、大多数のアプリケーションは、少なくとも近似的に、基準方向と対して物体の角度位置の決定を必要とする。同様に、距離測定された物体の近似的な射影された大きさ及び形状を評価する能力は、検知された物体の分類を可能にする、即ち、それらが自動車、スポーツ用多目的車、大型トラック、オートバイ、自転車、歩行者、アンテナ塔、環境粒子、舗道、壁等であるか否かを判定することにより多くのア

40

50

プリケーションに更に重要な利点をもたらす。

【0012】

相当な大きさに広がる全FOV内の物体の角度分解された光学式距離測定を可能にする簡単な方法は、完全にFOVを、対物レンズの焦点面に横並びに配置された複数の光検知器の使用を通じて、連続する小さいFOVの組に分割するものである。個々の光検知器の各々は自身のFOVを有し、この場合一般に瞬間FOV(IFOVと略記)と称され、任意の所与のIFOVの中心角度位置が対応する感光面の中心位置と対物レンズの光軸との横方向間隔で決定される。光検知器は単に、单一方向に広がる全FOVにわたる光学検知を可能にすべく一線に沿って配置されればよい。光検知器の線形アレイは従って、これらのスキャナー無しマルチFOV光学検知構成における検知機器として好適である。

10

【0013】

一例として、米国特許第4,634,272号明細書に、車両の前方の物体の距離測定を行うそのような光検知測定器の例示的実施形態が示されている。3個の光検知器のアレイが開示されているが、検知対象物体の大きさ及び形状を判定するために光学素子の数を増やしてもよいことが付記されている。実際に、上で引用した特許で開示された発明に基づく測定器は、第1のパルス帰還が検知されたならば直ちに電子カウンターが停止される標準のアナログ的方法を用いてFOV内の物体の距離が測定されるため、極めて高感度の光学素子を必要とする。上述のように、APD等の極めて高感度の光学素子は、例えば広いFOVにわたり検知するような場合に、白昼に捕捉される強い寄生背景光に起因して屋外設定での動作が困難である。更に、このアナログ的方法では、これらの物体が異なる距離にある場合、任意の所与の光学素子のIFOV内に存在し得る2個以上の物体の識別(別々の検知)が不可能である。

20

【0014】

Cheng他による米国特許第6,404,506号明細書における別の例は、平坦な面を横断する物体を検知するAPDの25素子の線形アレイを含む非侵入型レーザー距離測定器が開示されている。当該測定器は、道路の一部の上方に配置されていて、当該測定器のFOVを通過する車両の移動時間を測定することにより、交通監視アプリケーションを意図している。

30

【0015】

走査機器に依存する光検知測定器と比較して、本明細書に簡潔に記述するスキャナー無しマルチFOV測定器は、極めて小型且つ堅牢な光検知器の線形アレイを用いることで、自動車アプリケーション用の高度に集積された光検知ソリューションに有用である。光検知器線形アレイの出力を適切なマルチチャネル増幅電子機器及び信号/データ処理手段に結合することにより、IFOVの完全な組を並列且つ同時に検知可能である。スキャナー無しマルチFOV光検知測定器は、測定器の全FOVに入っている物体のタイムリーな検知及び距離測定を行うことができると共に、小さい感光面を有する多数の光学素子を含む線形光検知器アレイを用いることにより検知された物体の分類が可能になる。様々な数の高感度APDを含む線形アレイが現在市販されているが、光学素子の数が増加するにつれてこれらの素子を自動車に組み込むことは極めて高価になる。各々がより広い感光面を有する、より少ない数の光学素子を含む線形アレイを用いる方が経済的であるが、より大きい表面を有するAPDは依然として高価である。より重要な点は、捕捉される背景光が強いほど、直径がより大きいAPDの動作が阻害されることであり、これは往々にして多様に変動する周囲照明条件での使用を意図されたシステムへの組み込みを不可能にする。狭帯域通過干渉フィルターの支援を受けて外部背景光の大部分を光学的に抑制することは、広いFOVにわたり検知を行う必要があるシステムでは満足に動作しない。

40

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0016】

当業界において、低コスト組み込みに適合され、広範囲にわたる周囲照明条件の下で、且つ例えば明るい日光の下で、動作可能なスキャナー無し多視野光学式距離計に対するニ

50

ーズがある。

【課題を解決するための手段】

【0017】

本発明の一つの広義の態様によれば、明るい周囲背景光下で用いるべくパルス飛行時間動作方式で動作する多視野スキャナー無し光学式距離計を提供する。当該距離計は、LED光源及びドライバー電子機器を有し、広い照射野(FOI)を有する光パルスの列を発する発光器と、全視野(FOV)が各チャネルの瞬間FOVをカバーし、FOIが全FOVをカバーする状況で、光帰還信号を検知すべくアナログフロントエンド電子機器を有するマルチチャネル受光器(MCOR)と、波形を受信してデジタル形式に変換するアナログ/デジタル変換器(ADC)と、パルストリガ信号を生成し、光帰還信号の検知を開始して、デジタル形式の波形を処理すべく同期トリガ信号をMCORへ送信する制御及び処理装置(CPU)と、データインターフェースとを含んでいて、波形の何れかに存在するピークが、瞬間FOV内で検知された物体のシグネチャである。

10

【0018】

本発明の別の広義の態様によれば、明るい周囲背景光下で用いるべくパルス飛行時間動作方式で動作する多視野スキャナー無し光学式距離計を提供する。当該距離計は、広い照射野(FOI)を有する極めて短い光パルスの列を発する、LED光源及びドライバー電子機器を備えた発光器と、光帰還信号を検知するマルチチャネル受光器(MCOR)であって、当該マルチチャネル受光器の各検知チャネルが感光面を備えた光検知器を有し、各検知チャネルの瞬間視野が、各感光面の寸法により画定される水平及び垂直範囲を有すると共にチャネル帰還信号波形を出力すべく適合されていて、マルチチャネル受光器の全視野(FOV)が各瞬間視野をカバーし、照射野が全視野をカバーすべく構成されていて、当該マルチチャネル受光器が、チャネル帰還信号波形を調整するためのアナログフロントエンド電子機器を有し、調整されたチャネル帰還信号波形を出力するマルチチャネル受光器(MCOR)と、当該MCORから調整されたチャネル帰還信号波形を受信してデジタル形式に変換するアナログ/デジタル変換器(ADC)と、発光器を起動してパルス列を発光させるべくパルストリガ信号を生成し、光帰還信号の検知を開始すべく同期トリガ信号をMCORへ送信し、デジタル形式の調整されたチャネル帰還信号波形を処理すべく、発光器、MCOR及びADCに動作可能に接続された制御及び処理装置(CPU)と、処理されたチャネル帰還信号波形をCPUから受信して出力データを用意するデータインターフェースとを含み、何れかの光帰還信号波形に存在するピークが瞬間視野内で検知された物体のシグネチャである。

20

【0019】

一実施形態において、パルスの持続時間は50ns未満であり、MCORの検知帯域幅は10MHzを超える。

30

【0020】

一実施形態において、LED光源は複数のLED光源を含んでいる。

40

【0021】

一実施形態において、光パルスは、電磁スペクトルの近赤外領域及び可視領域の一方にある。

【0022】

一実施形態において、発光器は更に、LED光源が発する光パルスを調整すべく、視準レンズアセンブリ、レンチキュラレンズシート、LED反射器、及び光拡散器のうち少なくとも1個を含んでいる。

【0023】

一実施形態において、MCORはPINフォトダイオードのアレイを含んでいる。

50

【0024】

一実施形態において、前記マルチチャネル受光器の前記各検知チャネルの前記光検知器の感光面の面積は少なくとも0.5のmm<sup>2</sup>である。

【0025】

一実施形態において、前記マルチチャネル受光器の前記各検知チャネルの前記光検知器の感光面の最大逆電流は 1 mA より大きい。

【0026】

一実施形態において、M C O R は更に、少なくとも 1 個のレンズ素子、少なくとも 1 個の鏡、及び少なくとも 1 個の修正プレートのうち少なくとも 1 個を含む対物レンズを含んでいて、当該対物レンズは光帰還信号を光検知器の感光面に集光させる。

【0027】

一実施形態において、アナログフロントエンド電子機器は、並列マルチチャネル及び時間多重化マルチチャネルのうち少なくとも一方である。

【0028】

一実施形態において、アナログ / デジタル変換器 (A D C) は、互いに協働して調整されたチャネル帰還信号波形を受信してデジタル形式に変換すべく適合された 2 つ以上のコンバータ装置を含んでいる。

【0029】

一実施形態において、M C O R は、第 1 の方向に延在する N 個の検知チャネルの線形配列、及び第 1 の方向及び直交方向の両方に延在する M × N 個の検知チャネルの 2 次元配列の一方を含んでいて、当該直交方向は第 1 の方向に直交する。

【0030】

一実施形態において、検知チャネルは A C 結合されている。

【0031】

一実施形態において、距離測定器は更に、発光器の波長帯域外の波長スペクトルを有する寄生背景光の少なくとも一部を遮断する光学フィルターを含んでいる。

【0032】

一実施形態において、L E D エミッター、マルチチャネル受光器、アナログ / デジタル変換器、並びに制御及び処理装置は、L E D エミッター及びマルチチャネル受光器用の光透過窓を備えたエンクロージャ内に設けられている。

【0033】

一実施形態において、距離計は更に、発光器の波長帯域外に波長スペクトルを有する寄生背景光の少なくとも一部を遮断すべく当該窓に設けられた光学フィルターを含んでいる。

【0034】

一実施形態において、光学フィルターは、光学フィルムでコーティングされた 1 個の面を有する光保護窓及び波長選択的な光透過を許す材料で作られた保護窓の一方である。

【0035】

一実施形態において、M C O R は集積回路に設けられている。

【0036】

一実施形態において、明るい周囲背景光の太陽放射照度は 50 W / m<sup>2</sup> を超える。

【0037】

一実施形態において、物体は、車両、人、動物、気体、液体、粒子、舗道、壁、柱、歩道、地表面、及び木の何れかである。

【0038】

本発明の別の広義の態様によれば、50 W / m<sup>2</sup> を超える太陽放射照度を伴う明るい周囲背景光下で用いるべくパルス飛行時間動作方式で動作する多視野スキャナー無し光学式距離計を提供する。当該距離計は、最小全範囲が 15 ° × 2.5 ° である広い照射野 (F O I) を有すると共に各々の持続時間が 50 n s 未満である極めて短い光パルスの列を発する、L E D 光源及びドライバー電子機器を備えた発光器と、当該列の第 1 のパルスの発光が始まった瞬間から、第 1 のパルスの発光が終了した後、当該列の極めて短い光パルスの次のパルスの照射の前に終了するまでの時間にわたり検知される光帰還信号を検知するマルチチャネル受光器 (M C O R) であって、光検知器のアレイを有するマルチチャネル受光器 (M C O R) において、当該アレイの各光検知器が当該マルチチャネル受光器の検

10

20

30

40

50

知チャネルを形成し、各光検知器が、面積が少なくとも  $0.5 \text{ mm}^2$  且つ最大逆電流が  $1 \text{ mA}$  超の感光面を有し、各検知チャネルの瞬間視野が、各感光面の寸法により画定される水平及び垂直範囲を有すると共にチャネル帰還信号波形を出力すべく適合されていて、マルチチャネル受光器の全視野 (FOV) が各瞬間視野をカバーし、照射野が全視野をカバーすべく構成されていて、当該マルチチャネル受光器が、個々の完全な時間波形トレースを取得及び保存すべく各検知チャネルの時間間隔を空けた複数のサンプリング点を保存すると共に、チャネル帰還信号波形を調整するためのアナログフロントエンド電子機器を有し、調整されたチャネル帰還信号波形を出力するマルチチャネル受光器と、当該 M C O R から調整されたチャネル帰還信号波形を受信してデジタル形式に変換するアナログ / デジタル変換器 (ADC) と、発光器を起動してパルス列を発光させるべくパルストリガ信号を生成し、光帰還信号の検知を開始すべく同期トリガ信号を M C O R へ送信し、デジタル形式の調整されたチャネル帰還信号波形を処理すべく、発光器、 M C O R 及び ADC に動作可能に接続された制御及び処理装置 (CPU) と、処理されたチャネル帰還信号波形を CPU から受信して出力データを用意するデータインターフェースとを含み、何れかの光帰還信号波形に存在するピークが瞬間視野内で検知された物体のシグネチャである。

10

## 【0039】

本明細書全般にわたり、用語「不可視」は用語「視認不可」及び「見えない」と同義であって、用語「可視」の反意語であることを意図している。「可視光」は、人間の目に見える波長で発せられた光を指すものと理解されたい。同様に、「不可視光」は人間の目に見えない波長で発せられる光を指す。

20

## 【0040】

本明細書全般にわたり、用語「車両」は、貨物、人間及び動物を輸送する任意の可動手段を含むことを意図しており、必ずしも地上輸送に限定される訳ではなく、例えば、トラック、バス、ボート、地下鉄車両、列車ワゴン、ロープウェイ、スキーリフト、飛行機、自動車、オートバイ、三輪車、自転車、セグウェイ（商標）、馬車、手押し車、乳母車等、車輪付き及び車輪無し車両が含まれる。

## 【0041】

本明細書全般にわたり、用語「環境粒子」が空中または地上で検知可能な任意の粒子を含むことを意図しており、典型的には環境的、化学的または自然現象により発生する。これには霧、雨、雪、煙、ガス、スモッグ、路面結氷、雹等が含まれる。

30

## 【0042】

本明細書全般にわたり、用語「物体」は、移動物体及び静止物体を含むことを意図している。例えば、車両、環境粒子、人、乗客、動物、気体、液体、塵等の粒子、舗道、壁、柱、歩道、地表面、木などであってよい。

## 【0043】

本明細書全般にわたり、用語「広い」は「狭い」の反意語であることを意図している。用語「狭い」及び「広い」は照射野、視野、帯域、チャネル及び環境の大きさを指す。これらは、任意の 3D 方向、即ち、LED 光源及び光検知器の向きに応じた幅、高さまたは長さでの測定を記述することを意図している。

40

## 【0044】

添付の図面は、本発明の主な態様に対する理解を深めるべく含まれ、本明細書一部を構成すべく組み込まれていて、本発明の実施形態を図示し、本発明の記述と合わせて本発明の原理の説明を補助する。添付の図面は、一定比率での表現を意図していない。

## 【図面の簡単な説明】

## 【0045】

【図 1】本発明の例示的実施形態による、光学式距離計の全般的レイアウト及び一部を形成する主要構成要素の模式図である。

【図 2】例示的マルチチャネル受光器の 16 個の連続的な瞬間視野 (IFOV) の例示的な配列を模式的に示す。

【図 3】フィルターに当たる光の入射角が  $0^\circ$  (法線入射) から  $30^\circ$  まで変化する際の

50

例示的な光学干渉フィルターの透過帯域通過の中心波長のドリフトを示すグラフである。

【図4】マルチチャネルアナログフロントエンド及びデジタル取得の4個の異なる構成を示す。

【発明を実施するための形態】

【0046】

以下に、本発明の例示的実施形態の詳細について言及する。本発明は、しかし、多くの異なる形式で実施可能であって、以下の説明に開示する実施形態に限定されると解釈してはならない。

【0047】

光学的距離計の構成の概要

本発明の例示的実施形態によるマルチFOVスキャナー無し光学式距離計10の全般的レイアウト及び主要構成要素/サブシステムは、図1の模式図を参照することにより理解が深まる。光学式距離計10は、パルスTOF原理により動作し、所定の時間及び空間特徴を有する光パルスの列を発する発光器20を含んでいる。これはまた、光帰還信号を検知し、次いで電気波形に変換するマルチチャネル受光器(略してMCOR)40を含んでいる。MCOR40の各検知チャネルは、ノイズとは顕著に異なる少なくとも1個のピークを含み得る帰還信号波形を出力する。帰還信号波形は、発光器20による各光パルスの照射後に得られるが、所与の瞬間に波形が有用な情報を担持していない場合も起こり得る。一方、帰還信号波形に存在する各ピークは、対応する検知チャネルに関連付けられた瞬間視野(IFOV)内に現在位置する物体のシグネチャである。いくつかの連続的なチャネルは、例えば、巨大な物体(例:壁)の距離が測定されたかまたは物体が測定器の近くまで入り込んだ場合に、ちょうど同じシグネチャ(パルスエコーとも称する)を含む波形を生成することができる。パルスTOF原理によれば、帰還信号波形内のシグネチャの正確な位置(タイミング)は物体への距離を表し、一方、相対振幅は発光器20の発光波長での物体の距離及び光反射率の両方に依存する。図1はまた、MCOR40の出力が、帰還信号波形の更なる処理(アナログ/デジタル変換器(ADC)80によりデジタル形式に変換された後で)及び出力データのデータインターフェース70への送信を実行する制御及び処理装置(CPU)60に接続されていることを示す。CPU60は、光パルスによる視野の照射中及び照射後におけるエコーバック信号の完全な波形トレースを保存する。トレースの取得が行われる時間は、50ns未満のパルス幅及び低いデューティサイクルで検知器から数メートル離れた物体での反射の完全な波形トレースの捕捉を可能にすべく当該パルス幅より長い。従って、上記の取得により、パルスの発光が始まった瞬間から、当該パルスの発光が終了した後、次の短い光パルスの発光の前に終了するまでの時間にわたり個々の完全な時間波形トレースを捕捉及び保存することが可能になる。更に、トレースと発せられた波形との比較を可能にすべく複数のサンプリング点を取得しなければならない。CPU60は、各光パルスを発すべく発光器20へ転送されるパルストリガ信号の生成等、他のいくつかの機能を実行する。同期トリガ信号(同相または位相がずれた)もまた、帰還信号波形の取得を開始すべくMCOR40へ送信される。CPUは、波形の取得を開始及び停止することにより取得を制御する。取得時間は、光学式距離計10がカバーする最大範囲により決定される。

【0048】

光学式距離計10はまた、図1に示す各種サブシステムに電力を供給する手段を含んでいる。明確さのため、これらの電力供給源は図1に示していない。発光器20及びMCOR40の両者について、以下の2段落で更に詳細に記述する。

【0049】

発光器

発光器20は、各々の持続時間が例えば数nsの極めて短い光パルスを発し、この持続時間はMCOR40の出力側で生成される帰還信号波形に存在し得るシグネチャの幅(持続時間)の下限を設定する。信号波形内で間隔が狭い一対のシグネチャ同士を高い信頼性で識別する場合、光学式距離測定は、持続時間がなるべく短い光パルスを用いて実行しな

10

20

30

40

50

ければならない。このようなシグネチャの対が生成されるのは、例えば、2個の異なる物体が同時点で所与のIFOV内に存在し、当該物体が距離計から僅かに異なる距離にある場合である。換言すれば、より短い光パルスを用いれば、パルスTOF原理に基づいて光学式距離測定器の距離分解能が向上する。実際、光パルスで実現可能な最も短い持続時間は、発光器20内に組み込まれたドライバー電子機器及び光源の両方のインパルス応答により制限される。帰還信号波形のシグネチャは、MCOR40の全体的な検知帯域幅が充分に高く、一般に数十～数百MHzの範囲にあれば、発せられた光パルスの忠実なレプリカである。

#### 【0050】

スペクトルに関して言えば、発せられた光パルスのスペクトルは、例えば電磁スペクトルの近赤外領域にある。いくつかの要因、即ち、手頃な価格の小型光源及び高感度光検知器が入手可能である、近赤外光に対して人間の裸眼の反応が弱いため発せられた光パルスにより気が散らない、及び可視波長領域における対応レベルと比較して当該スペクトル領域における太陽放射照度背景レベルが弱いことにより、近赤外光の使用が望ましい。可視光もまた、例えば環境の照射が必要な場合（光を用いる大域的照射またはシグナリング情報）に用いることができる。可視光は、白色光であってよく、または、例えば赤色光を生成する波長で発せられてもよい。

#### 【0051】

より低い太陽放射照度レベルに一致する光波長で光学式距離計を動作させることで、帰還信号波形に存在するシグネチャの信号対ノイズ比（SNR）を高める。本発明の例示的実施形態において、少なくとも1個の高出力発光ダイオード（LED）装置を用いて発光器20のLED光源22を形成する。LED光源は、持続時間が数nsの電流パルスを用いて高い繰り返し率で駆動可能な極めて小型で堅牢なソリッドステート素子であるため、同一直線領域で発光する半導体レーザーダイオードのいくつかの望ましい特徴を共有する。上述のように、後者の特徴は、パルスTOF原理に基づく任意の光学式距離測定器に対する適切な距離分解に有用である。高出力LEDは現在、近赤外スペクトル領域における各種の中心波長での照射に利用できる。940nm等のより長い近赤外波長は、当該領域での太陽放射照度スペクトルが示す安定的に減少するため有用であろう。対応するレーザーダイオードと比較して、LEDは極めてより広い波長帯域、典型的には選択されたLED材料及びその駆動レベルに応じて10～50nmに達する帯域にわたり発光する。

#### 【0052】

LEDが発する光は、レーザーダイオード光源が発する光よりも極めて低い時間及び空間コヒーレンス性を有する。これは特に、人間の裸眼に影響を与え、目の網膜まで伝達されるLED光は、網膜上ではるかに大きい領域にわたり広がることを意味する。その結果、不注意で眼に光が当たった場合であっても、LEDから発せられた光は、同様の光出力レベルのレーザー照射及び波長よりもはるかに安全である。実際、LEDが発した光に晒された目への潜在的な危険性は、ランプ機器で想定された安全基準で与えられる規則及びガイドラインに基づく危険性分析を実行することにより最適に評価される。従って、LED光を取扱う際に現在推奨される安全基準は、International Electrotechnical Commissionが発行する国際標準であるIEC62471「Photobiological safety of lamps and lamp systems, First Edition (2006-07)」である。近赤外でのレーザー発光と比較して、LED光を用いる場合の眼の安全規制が低いことで、より高い光エネルギーのパルスを用いた照射が可能になり、従って、受光器に対する一切の変更を必要とせずに距離計の検知性能が向上する。特に、より高い光エネルギーの光パルスから、MCOR40により捕捉されるあらゆる寄生背景光量よりも優れた光帰還信号が得られる。

#### 【0053】

LED光源22が発する光は、図1に示すように、例えば視準レンズアセンブリ24に

10

20

30

40

50

続いて光拡散器 26 を用いて、所望の照射野 (FOI) にわたり広がるように光学的に調整可能である。視準レンズアセンブリ 24 は、LED 光源 22 から発せられた拡散性が高い未加工出力光ビーム 28 をより良好に捕捉できるようにする高い入力開口数を有していてよい。レンズ装置 24 は、捕捉された光の向きを変えて、自身の出口アーチャ平面で、光拡散器 26 の寸法に適した横断面を有する光照射分布 30 を形成する。同様に、レンズ装置 24 は、拡散器 26 の指定された光学拡散特性を満たすことを保証すべく、発せられた光ビーム 28 の拡散角を数度まで減らす。光ビームは、光拡散器 26 内を透過したならば、発光器 20 の FOI を画定する開口部 (拡散) 角を有する非対称な光円錐 32 に変換される。光拡散器 26 を用いることで、FOI に滑らかで均一な光照射分布を与えることに加え、LED 光源 22 の搭載が容易になる。拡散器 26 から射出する光ビーム 32 の空間特徴は、LED 光源 22 に組み込まれた個々の LED 装置の正確な配置及び並びには殆ど影響されない。その結果、単に異なる光拡散特徴を有する光拡散器 26 を用いるだけで同一 LED 光源 22 から各種の FOI が得られる。ホログラフィック光拡散器のピーク光透過率は、所望の波長で 90 % 以上に達し得る。更に、入射光が所定の (非対称) FOI にわたり広がるようにホログラフィック光整形拡散器を設計することができ、各種のアプリケーション用に意図された光学式距離計で最適に用いられるように水平及び垂直方向の両方でかなり異なる拡散角を有していてよい。この種の光拡散器はまた、ほぼガウシアン形状をなす滑らかな出力光照射分布を有しているため好ましい。

10

## 【0054】

LED 光源 22 から発せられた光ビーム 28 を光学的に調整する他の方法も、本発明の範囲を逸脱することなく想到可能である。例えば、意図されたアプリケーションで、直交する横方向の両方に對称な極めて広い FOI (例えば 120° 以上) にわたり光 32 をあふれさせが必要な場合、LED 光源 22 は、視準レンズアセンブリ 24 または光拡散器 26 を一切伴わずに発光器 20 に組み込むことができる。この経済的な方法が可能なのは、LED から発せられる未加工出力光の高拡散性及び平滑性による。更に、このアプローチにより、LED 光源 22 の一部を形成する各 LED 装置の中心発光軸の向きを個別に調整することにより結果的に得られた FOI の若干の調整を可能にする。代替的に、レンチキュラレンズシートで光拡散器 26 を代替可能である。レンチキュラレンズシートは一般に、互いに平行で拡大鏡のアレイとして機能する一組の線形なひだ (レンズ核と呼ばれる) により一方の表面がエンボス加工された、押出加工プラスチックシートからなる。レンチキュラレンズは、単一横方向 (レンズ核の向きに垂直な) に沿って光を広げるため用いられ、意図されたアプリケーションで必要とする特定の FOI を生成することができる。LED 反射器はまた、極めて低コストで光を整形する別の可能性を有している。

20

30

## 【0055】

最後に、発光器 20 はまた、パルス T OF 原理の効果的な実装に適したピーク振幅及び持続時間を有する電流パルスで LED 光源 22 を駆動する電子機器 34 を含んでいる。上述のように、CPU 60 により生成されたパルス電圧トリガ信号が、LED ドライバー電子機器 34 による各電流パルスの生成を命令する。例えば、光パルスは、典型的には 50 ns 未満の持続時間で発することができる。パルスが発せられる繰り返し率に応じて、発光のデューティサイクル (相対 ON 時間) は 0.1 % まで低くできる。低いデューティサイクルで LED 光源 22 を駆動することで、寿命を短縮することなく LED 光源 22 の名目電流レーティングを大幅に上回る値でピーク電流駆動レベルを向上させることができる。照射された光パルスの所望のピーク光出力を得るために、LED のピーク駆動レベルの低下があれば、追加的な LED 光源 22 を発光器 20 に搭載してそれらの駆動電子機器 34 を適切に多重化することで補償することができる。

40

## 【0056】

パルス幅が、0.1 % 未満のデューティサイクルで 50 ns より狭い場合、名目値の数倍の振幅を得ることができる。例示的実施形態では、0.2 % のデューティサイクルでパルス幅が 20 ns である。デューティサイクル = パルス幅 × フレームレートであるため、本例のフレームレートは 100 kHz である。別の例示的実施形態において、本システム

50

は、0.5%のデューティサイクル及び50nsのパルス幅で、100kHzのフレームレートに達する、即ち毎秒100,000パルスが発せられる。従って、各パルス間の時間は10μsである。距離 = 取得時間 × 光速 / 2 であるため、必要な距離が90mであるならば、完全な波形の取得は600ns持続するが、これはパルス幅よりはるかに長く、パルスが発せられたときに開始され、次のパルスが発光するまで続く。別の例示的実施形態において、本システムは、0.1%のデューティサイクル及び20nsのパルス幅で50kHzのフレームレートに達する。これらの高いフレームレートは、適切なパルス / 変調ドライバーを有するLEDの使用により可能になる。

#### 【0057】

発光器20は更に、照射光が集められた重なりが結果的にFOIのより良好な充填（均一性）を生じるように各LED光源22を特定の方向に沿って個別に整列配置（光学的照準合わせ）することにより複数のLED光源22を用いることの利点が得られる。このアプローチにより、光拡散器26を用いることなく所望の全体寸法を有する均一なFOIが得られる。

10

#### 【0058】

##### マルチチャネル受光器（MCOR）

マルチチャネル受光器（MCOR）は検知器のアレイを有している。当該アレイは1次元でも2次元でもよい。

#### 【0059】

一実施形態において、水平方向に延在するN個の小型IFOVの1×N個の線形配列からなる全FOV内で位置する物体の光検知及び距離測定は、図1の模式図に示すように、受光器構成40により可能になる。図1において、水平面はページの平面と平行に設定されている。同じく図1に示す基準X軸は、基準Z軸に垂直な方向に、水平に設定され、後者は発光器20及びMCOR40の両方の光軸が指す方向に平行（即ち、測定器10の照準線と平行）である。X及びZ軸の両方に直交するY軸は次いで、垂直方向を指す。一時的に図2を参照するに、16個の別々のIFOVの例示的な線形配列の正面図を模式的に示す。IFOVの組は、水平X方向に配置されている。全視野は、光学式距離計の発光器が生成する照射野（FOI）で囲まれている。一般に、個々のIFOVは、これらの範囲が各光検知器の感光面の寸法により画定されるため、X及びY軸に沿って異なる範囲を有する。図2に、偏心がかなり大きい、即ちFOIx>>FOIyである橢円形の外部輪郭（図2の破線）を有するFOIを示すが、FOIとして各種形状が想到可能である。FOIは例えば、MCOR40のFOVをX及びY両方向に充分囲めるよう広く設定されている。

20

#### 【0060】

図2に、水平方向に広い範囲（FOVx）を有するFOVにわたり検知を可能にする例示的実施形態を示し、検知は一切の機械的走査手段を必要とせずに実現できる。必要な水平範囲FOVxは、意図されたアプリケーションに応じて変動する。例えば、自動車アプリケーションにおいて、衝突前緩和のシステムでは約15°、盲点検知では40°、及び駐車支援用のシステムでは85°に達し得る。停止バー検知等の輸送アプリケーションにおいて、複数のレーン同士の交差が短い場合は広いFOVが好適であり、交差が長い場合は狭いFOVが好適である。いずれの場合も、測定器10の発光波長で表面反射率が低い物体を比較的短い距離で確実に検知して距離測定を行わなければならない。

30

#### 【0061】

一例示的実施形態において、全視野は、15°×2.5°の最小全範囲を有している。別の例示的実施形態において、全視野は、85°×13°の全範囲を有している。

40

#### 【0062】

水平方向に延在する小型IFOVの線形1×N配列は、図2に示すように、いくつかの特定のアプリケーションでは2次元（2D）角度分解された光検知を行うべく水平及び垂直方向の両方に配置された小型IFOVの組を必要とする場合があるため、本発明の範囲を限定するものと解釈してはならない。実際、「3次元（3D）光検知」という表現の方

50

が、先の段落で定義されたZ軸に平行な第3の方向で検知された何らかの物体の位置に関する情報を提供する測定器の距離測定能力があるため、当該状況では適切であろう。I F O Vの配列は、M C O R 4 0 の焦点面内の光検知器の組の配置を反映している。

#### 【0063】

再び図1を参照するに、M C O R 4 0 の集光開口部に入射する光帰還信号は最初に、発光器2 0 の発光スペクトルにより決定される限られた波長帯域から外れた波長スペクトルを有する寄生背景光の部分を遮断する光学フィルター4 2（任意選択の）を通過する。光学干渉フィルターは、自身のスペクトル帯域通過が鋭いエッジ及び高光透過率を有するために有用である。狭いF O Vで動作するレーザー距離計を設計する際の一般的な実施方式では対照的に、光学フィルター4 2の帯域通過を比較的広く選択しなければならず、ある状況では、光学フィルター4 2を一切用いずにM C O R 4 0 を動作させることが望ましい場合がある。このような実施方式の妥当性は2通りある。上述のように、フィルター帯域通過は、集光開口部に入射する有用な光帰還信号が拒絶される場合を減らすべく発光器2 0 の発光スペクトルよりも若干広くなければならない。第2の理由は、入射光の入射角の増大に伴う狭帯域干渉光学フィルターの中心波長の公知のドリフトに関係している。この現象は、極端な状況において、通常の入射方向の一方で最大80°までカバー可能な広いF O Vにわたり検知を行う光学器械で特に問題となる。

#### 【0064】

この現象をより分かりやすく説明すべく、図3は、約80nm F W H Mという比較的広い帯域幅を有する例示的な光学干渉フィルター4 2の透過帯域通過の、より短い波長へのシフトを示すグラフである。破線で表す曲線1 2 0が示すように、帯域通過の中心波長が、入射角0°（太実線で表す曲線1 1 0）で約960nmから、入射角30°で930nmまでドリフトすることが明らかである。入射角が最大30°まで開くにつれた観察されるドリフトは即ち、光帰還信号のスペクトルが増大している部分が、当該信号がF O Vの中心位置から離れた位置にある物体から近づくにつれて光学フィルター4 2により遮断されることを意味する。当該グラフはまた、細実線で表す940nm L E D光源の典型的な発光スペクトル1 3 0を示す。本例では、フィルターは、法線方向の入射における帯域通過がL E D発光スペクトルに良く合致するように選択されている。図3はまた、海面レベルでの太陽放射照度スペクトルの曲線1 4 0もプロットしている。太陽放射照度とL E D発光スペクトルの両者を比較すると、当該波長領域が、太陽放射照度スペクトルが相当低下した状態で一致するため、940nmに近い発光波長で動作する利点を示す。従って、広いF O Vにわたり検知された光帰還信号の望ましくない遮断が発生して、結果的に寄生的な背景光を捕捉してしまう不具合を減らすべく光学フィルター4 2の帯域通過を広げる必要がある。この状況は、M C O R 4 0 に組み込むための適切な光検知器の選択に影響を与える。

#### 【0065】

入射光の入射角に伴う中心波長のシフトに加え、光学干渉フィルターの中心波長もまた、周囲温度に何らかの感度を示す。

#### 【0066】

より便利にすべく、光学フィルターリング動作はまた、光波長スペクトルのある部分を遮断すべく面の1個が適切な光学フィルムでコーティングされた市販の光保護窓の使用により実現可能である。代替的に、波長選択的光透過を可能にすべく所定の材料で作られた極めて高い耐性を有する保護窓が、B a y e r A G P l a s t i c s B u s i n e s s G r o u p ( L e v e r k u s e n , G e r m a n y ) 等の製造業者から入手できる。例えば、調色番号4 5 0 6 0 1の軽量なM a k r o l o n ( 登録商標 ) ポリカーボネート材モデル2 4 0 5は、700nm未満の波長の光を効果的に遮断する（ほぼ0%の透過率）しながら、高い衝撃強度を発揮する。

#### 【0067】

再び図1を参照するに、光学フィルター4 2を透過する光帰還信号の部分は次いで、対物レンズ4 4の焦点面内（またはその近傍で）水平方向横並びに配置された一連の光検知

10

20

30

40

50

器46の感光面に集光させる対物レンズ44を介して伝送される。対物レンズ44は、図1に模式的に示すように、単一のレンズ素子を含んでいてよく、または、複数のレンズ素子を含む光学アセンブリとして実装されていてもよい。代替的に、対物レンズ44は、鏡または鏡と修正レンズ/プレートの組み合わせにより構築することができる。反射屈折型対物レンズアセンブリに見られる。必要なf数、開口部直径(MCOR40の集光開口部を画定する)、支配的な光学収差に必要な修正レベル、小型であること、堅牢性、及び製造コスト等、いくつかの要因が対物レンズ44の設計に影響を与える場合がある。

#### 【0068】

光検知器46のアレイは、例えば同一の特徴を有する複数の個別光検知器を含んでいる。上述のように、各光検知器の感光表面積は、対応するFOVを決定する。例えば、浜松ホトニクス(浜松市、日本)から市販されているシリコン(Si)PINフォトダイオード型番S8558の16素子線形アレイは、アレイが水平方向に設置された(素子ピッチ0.8mmで)場合に0.7mm(水平方向)×2.0mm(垂直方向)の感光表面積を特徴とする。個々の光検知器に関連付けられたFOVは、線形アレイが焦点距離50mmの対物レンズに結合されている場合0.8°(H)×2.3°(V)の寸法を有する。従って、16素子線形アレイ(間隙を含む)は、14.5°(H)×2.3°(V)の全FOVを与え、その大部分は水平方向に延在している。他の製造業者もアレイを提供する。例えば、Advanced Photonix(Camarillo, California)は、各素子の寸法が1.22mm(H)×1.84mm(V)である16素子線形アレイであるPDB-C216、及び各素子の寸法が0.89mm(H)×1.65mm(V)である32素子線形アレイであるPDB-C232を販売している。

10

20

30

40

50

#### 【0069】

例えば垂直方向で若干の角度分解が必要な場合、2次元光検知器アレイを用いてよいであろう。例えば、浜松ホトニクスの1素子当たり能動領域が1.3mm×1.3mm(素子ピッチ1.5mm)の5×5素子SIPINフォトダイオードアレイ番号S7585を用いることができる。当該アプリケーションがFOVを殆ど必要としない場合、浜松ホトニクスの部品S4204は2素子フォトダイオードであって、各素子が1mm×2mmの能動領域を有している。Optek Technologyの部品OPR2101は6素子フォトダイオードアレイであって、各素子が0.72mm×1.23mmの能動領域を有している。その構成は中央部で2×2素子であって、2×2マトリクスの各辺に1個の追加的な素子を有している。

#### 【0070】

例示的実施形態は、より広く用いられているAPDに代えてPINフォトダイオードのアレイを用いる。この選択にはいくつかの理由がある。広いFOVにわたる検知の必要性とLED主体の発光器20の利用とが相まって、寄生背景光を光学的に抑制すべくMCOR40の狭帯域光学干渉フィルターを用いることができない。測定器を白昼、例えば明るい日なたで動作させる場合、重要な太陽背景信号が光検知器46に達して、有用な光帰還信号と競合する。実際、明るい日なたでの太陽放射照度は1000W/m<sup>2</sup>に達し得る。曇り空の場合、約100W/m<sup>2</sup>まで低下し得る。屋外では、明るい周囲背景光の太陽放射照度は典型的に50W/m<sup>2</sup>を超える。これらの屋外条件は、照射が典型的に5~30W/m<sup>2</sup>である人工照明で照らされた屋内空間とは大幅に異なる。

#### 【0071】

太陽背景信号についてより良い洞察を得るために例を挙げることができる。広いFOVにわたる検知のために提案されているように、開口部が20mmの対物レンズを含み、940nm波長に中心がある80nm帯域通過を有する光学フィルターの後側に配置された、焦点距離が19.7mmを有する受光器構成について考察する。対物レンズの焦点面に配置されたフォトダイオードの感光面(ここでは0.7×2.0mm<sup>2</sup>)で受光された光学フィルター帯域幅内の太陽背景信号の光力は、晴天白昼条件下で受光器の照準線と太陽の間の角度が75°から15°まで減少するにつれて、約80nW~800nWの範囲にあると推定される。極端な場合、推定された太陽背景信号は、直射日光が捕捉された場合

、即ち、測定器の照準線がちょうど太陽に向けられているか、または直射日光が極めて反射度が高い平坦面により測定器の方へ逸らされている場合、最大約 5 mW 上昇する。

【0072】

上で述べた推定は、The infrared and electro-optical systems handbook Vol. 1, Sources of Radiation, (SPIE Press, Bellingham, WA, 1993年) の D. Kryskowski and G. H. Suits, Natural Sources, Chapt. 3 に示されているグラフ及び表から得られた太陽放射照度及び 940 nm 波長の晴天背景発光データに基づいている。太陽背景の光力を評価する別 の方法が、Electro-Optical Instrumentation: Sensing and Measuring with Lasers (Prentice Hall, 2004年) の chapt. 3 で S. Donati により説明されている。写真撮影の原理を用いて、シーン拡散の最悪ケースを取り上げれば、結果ははるかに高く、同一センサ構成（帯域通過が 80 nm、表面積が  $0.7 \times 2.0 \text{ mm}^2$ ）で約 15 μW に達する。700 nm を超える波長選択的光透過を可能にすべく調合された材料から作られた光学フィルターまたは窓を用いた（80 nm の帯域パスフィルターを用いる代わりに）場合、背景のレベルを 10 倍（最大 8 μW ~ 150 μW まで）向上させることができる。光学フィルターが存在しない場合、背景のレベルを 16 倍（最大 13 μW ~ 240 μW まで）向上させることができる。これらの強い太陽 / 日光背景の寄与は、APD のアレイに設定された内部利得値の大幅な減少をもたらす一方で、これらは PIN フォトダイオードにより扱うことができる。

10

20

30

30

【0073】

典型的には、能動領域が比較的大きい PIN フォトダイオードは、当該背景照射からの飽和を回避するのに充分高い最大逆電流 ( $I_{\text{rmax}}$ ) を有している。PIN フォトダイオードの大きい能動領域は、0.5 の  $\text{mm}^2$  以上、例えば  $1 \text{ mm}^2$  に達し得る。PIN フォトダイオードの  $I_{\text{rmax}}$  パラメータは、連続動作において APD の  $I_{\text{rmax}}$  パラメータよりも 10 ~ 40 倍大きくなり得る。例えば、PIN フォトダイオードは 10 mA の  $I_{\text{rmax}}$  パラメータを有することができるのに対し、APD の  $I_{\text{rmax}}$  パラメータは 250 μA を有することができる。PIN フォトダイオードにおけるこの巨大な最大逆電流  $I_{\text{rmax}}$  は、線形範囲を増大させ、極めて明るい周囲光下で極めて弱いパルス信号の検知を可能にする。能動領域が大きいほど、 $I_{\text{rmax}}$  値が高く且つ線形性が良好になることが容易に理解されよう。

【0074】

感光面の約 1 mA を超える最大逆電流  $I_{\text{rmax}}$  は、典型的な明るい周囲光下で期待される結果をもたらすであろう。上で詳述した直射日光の極端なケースでは、最大逆電流  $I_{\text{rmax}}$  は約 4 mA を上回る。

30

【0075】

テストにより、殆どの状況において、屋外で使用する測定器に組み込まれた APD の内部利得が、フォトダイオードの過負荷または検知電子機器の飽和を回避すべく、LED 光源を備えた光学フィルター用いる場合であっても、白昼は約 20 より高く設定できないことが分かっている。これらの状況において、低い内部利得設定で APD を動作させることは、APD 固有の性能特性を完全に発揮させるにはほど遠いことを意味する。APD は典型的に、利得が 20 で数マイクロワットの最大連続動作を行う。

40

【0076】

PIN フォトダイオードとは対照的に、APD は高バイアス電圧（典型的には 100 V ~ 500 V の間で変動する）下で動作し、屋外の悪条件下でシームレスに安定動作するには、接合部温度を安定させる手段を必要とするが、これはこの種の光検知器を組み込む測定器のコストに好ましくない影響を与える。また、バイアス電圧を生成する回路の温度は、線形構成で動作する APD が自身の破壊電圧の極めて近くまでバイアスされる事実により安定させる必要があるため、更に APD アセンブリのコストが増大する。APD 及び関

50

連回路の温度依存性は、例えば米国特許第6,894,266号明細書で議論されている。アレイ形式に構成されている場合、APDのバイアス電圧が高いことはまた、アレイ内の連続するフォトダイオード間に間隔(間隙)を設けるべきであることを意味する。例えば、Silicon Sensor GmbH (Berlin, Germany) から市販されている16素子線形APDアレイモデルAA16-9DIL18の各フォトダイオードは、感光表面積が約0.21mmの(H)×0.65mm(V)であって、連続的な光検知器を分離する0.11mm(H)の非感光性間隙を有することを特徴とする。そのようなAPDアレイを50mm対物レンズの焦点面で動作させた場合、結果的に、隣接するIFOVの各対の間に0.13°(水平方向に)カバーする不感区域が生じる。一見すると不感区域のこの水平範囲はやや低いように見えるが、この特定の設計による各IFOVが0.24°の水平範囲をカバーする点に注意されたい。換言すれば、本例では、全FOVの水平範囲の約35%が、物体が検知されないままの不感区域からなる。

## 【0077】

APDのアレイで遭遇される別の問題は、当該アレイ内で光学素子毎に光検知性能パラメータにバラツキがある点である。例えば、個々の光検知器の光学応答性がアレイ内で往々にして変動し、単一の電圧源が全ての光検知器に集合的にバイアスをかけるべく機能するため、これらの変動を補償することは一般に不可能である。最後に、APD及び関連電子機器の動作は、様々な性質の外乱に影響され易いため、これらの機器はより積極な保護及び遮蔽を必要とする。

## 【0078】

対応するAPDに比較すると、PINのアレイは依然としてはるかに低価格であるため、特に中または低価格自動車のいくつかのアプリケーションでの広範な用途を意図された低コスト光学測定器への組み込みに適している。また、PINフォトダイオードは、米国特許第7,830,442号明細書に報告されているように他の技術と組み合わせることができる。これは、PINフォトダイオードのアレイが、各種の技術を用いて製造された単一のダイに他の半導体装置と共に搭載でき、従って、高度に集積された、極めて小型、低ノイズ且つ経済的なマルチチャネル光検知サブアセンブリが得られることを意味する。シリコンオンインシュレータ(SOI)CMOSプロセスが用いてPINフォトダイオードを製造することができる。ハイブリッド技術を用いてPINフォトダイオードと読み出し集積回路(ROIC)を一体化することもできる。典型的には、その場合、Si-PINアレイは標準のICパッケージングにおいてROICダイと一体化される。ROICは、PINアレイからの光電流をデジタル化及び処理すべく電圧に変換する。ROICは、複数のアナログ/デジタル変換器(ADC)を並列取得のために一体化できる。

## 【0079】

同等コストのAPDのアレイで得られるよりもはるかに大きい感光表面積を有するPINフォトダイオードのアレイが利用できる。広いFOVにわたる光学式距離測定を行うには、より長い焦点距離の対物レンズ44を光検知器の前方に配置することにより所与のFOVがカバーできるため、より大きい型式の光検知器を用いることが極めて望ましい。光学収差を管理可能に保つ必要性により対物レンズのf数に下限が設定されるため、より長い焦点距離の対物レンズ44を選択する可能性は従って当該構成要素の開口部直径を大きくせざるを得ないことを示唆する。その結果、より大きな型式(例えば、0.5mm<sup>2</sup>以上の能動領域を有する)PINフォトダイオードを選択することで、FOV及び対物レンズのf数の固定値に対してMCOR40の集光開口部に入射する光帰還エネルギーをより多く捕捉することができる。PINフォトダイオードは従って、MCOR40に対するより高い集光効率をもたらし、APDフォトダイオードと比較して感度が低いことを、少なくとも部分的に、埋め合わせることができる。換言すれば、PINフォトダイオードにおける内部利得機構の欠如は、より広い集光開口部を使用する結果得られる光学的利得により埋め合わせることができる。

## 【0080】

また、PINアレイの写真感度の安定性は、エミッターのエンクロージャの窓での反射

を基準信号として用いる場合に有用である。この信号は、背景レベルとは独立により安定し、窓の位置（基準距離）及び窓上の塵／汚れのレベル（当該反射の振幅）を示すために有用であり得る。

#### 【0081】

再び図1を参照するに、光学式距離測定器10の例示的実施形態のM C O R 4 0はまた、P I N フォトダイオードのアレイ46の出力側で未加工の電流波形を調整するマルチチャネルアナログフロントエンド電子機器48を含んでいる。当業者には明らかなように、例示的アナログフロントエンド電子機器48は、低ノイズトランジスタインピーダンス増幅器、広帯域増幅段、及びP I N フォトダイオードのアレイ46にバイアスをかける低電圧回路を含んでいてよい。典型的には、P I N フォトダイオードにバイアスをかける逆電圧は50V未満である。比較的大きい能動領域要素素子を備えたフォトダイオードアレイを用いるには一般に、逆電圧（V<sub>r</sub>）を最大定格値近くに設定することが必要である。実際、能動領域が大きいフォトダイオードを用いることで、接合静電容量（C<sub>j</sub>）が増大して、帯域幅に関して影響を及ぼす（フォトダイオード応答時間が遅くなる）。高いV<sub>r</sub>を用いることでカットオフ周波数が向上する。これらの要素は、並列構成において繰り返されて、個々のチャネルがアレイ46の対応P I N フォトダイオードに接続されたマルチチャネル検知電子機器48を提供する。上述のように、P I N アレイ46とマルチチャネルアナログフロントエンド電子機器48は同一プリント回路基板を共有でき、且つ例えば特定用途向け集積回路（A S I C）の形式で一体化できる。

#### 【0082】

図1に示すように、フロントエンド電子機器48のアナログ出力が、アナログ電圧波形をデジタル化するマルチチャネルアナログ／デジタル変換器（A D C）ボード80へ転送される。各検知チャネル毎に毎秒数十～数百個のメガサンプルの速度でデジタル化することより、帰還信号波形に存在し得るシグネチャの取りこぼしを減らすのに充分な距離分解能が得られる。測定器10がFOV内に存在する物体を検知するため、シグネチャの持続時間がほぼ同じままである点に注意されたい。これは、A D C ボード80のサンプリング周波数を、好都合なサンプリング点の数で各シグネチャのサンプリングをするのに充分高く選択できることを意味する。トレースの取得が生じる時間長は、検知器から数メートル離れた物体上の反射の完全な波形トレースを50n s未満のパルス幅及び低いデューティサイクルで取得できるようにすべく、パルス幅よりも長い。更に、トレースを発せられた波形と比較できるように、複数のサンプリング点を取得する必要がある。取得プロセスはまた、シフト技術を用いてA D C 80のサンプリング周波数を下げることができる。これらのシフト技術のいくつかが米国特許出願公開第2,010/277,713号明細書に記述されている。

#### 【0083】

ピーク振幅が極めて低いシグネチャが、先の段落で述べたようにP I Nを主体とする光検知構成により検知可能である。例えば、適切なアナログ検知電子機器に接続されたP I N フォトダイオードのノイズフロアを、持続時間が約20n sのF W H Mのシグネチャを含み、且つ相応に50M H zの帯域幅を有するアナログ電子機器で増幅された帰還信号波形を最初に仮定することにより、評価することができる。P I N フォトダイオードは、約0.7A/Wの典型的ピーク感度で利用可能であり、それらのノイズ寄与はフロントエンドアナログ電子機器のノイズ寄与に比べて無視できる。例えば、光学式距離測定アプリケーション用に開発され、M a x i m I n t e g r a t e d P r o d u c t s (S u n n y v a l e , C A ) が製造しているM A X 3 8 0 6 高利得線形プリアンプは、1.5p A / H z<sup>1/2</sup>の典型的ノイズフロア密度を特徴とする。光力単位で表す場合、当該アナログ電子機器のノイズフロアは50M H zの検知帯域幅にわたり約15n Wである。帰還信号波形に対する当該ノイズフロアの寄与は、1024個の連続的な帰還信号波形の組を平均化することにより、約0.5n Wまで下げることができる。本例は次いで、適切なS N Rでわずか数n Wのピーク光力を担持する有用なシグネチャを検知できることを示す。有用なシグネチャにおけるこれらのピーク光力が、白昼に捕捉された典型的な背景光寄与よ

10

20

30

40

50

りもはるかに低い（先に示したように数十～数百uW）ことがわかるが、この背景DC寄与は、フロントエンドアナログ電子機器をACカップリングモードで動作させることにより帰還信号波形から除去することができる。

#### 【0084】

マルチチャネルアナログフロントエンド電子機器48及びADCボード80を用いることにより性能及びデータ伝送効率が向上するが、PINアレイ46からの帰還信号波形の調整及びCPU60への送信もまた、本発明の範囲から逸脱することなく単一チャネル電子機器及びデジタル変換により実現することができる。この代替的な実施形態において、PINアレイ46のN個の出力は、逐次問い合わせされて（時間多重化）、次いで帰還信号波形の組をデジタル形式に変換すべく単一チャネルADC80に連続的に送信する前に、単一チャネルアナログ増幅器の列により増幅される。アナログフロントエンド電子機器48及びADC80の当該単一チャネル実施形態は、対応するマルチチャネル方式よりも経済的であるが、PINアレイ46の各々の完全な問い合わせ周期毎に発光器20からのN個の連続的な光パルスの発光を生じる。発光器20は、数十～数百kHzの繰り返し率で光パルスを発するべく設計可能である。問い合わせ周期の持続時間は従って、リアルタイムの光学検知を可能にするのに充分短く保つことができる。

#### 【0085】

図4に、マルチチャネルアナログフロントエンド及びデジタル取得の4個の異なる実施形態を示す。図4Aに、逆バイアス電圧Vr100を有するフォトダイオードアレイ（N素子）を示す。典型的には、フォトダイオードアレイ46は、Vr100により供給される共通PIN（陽極または陰極）を有している。フォトダイオードアレイ46の各素子（チャネル）は、アナログフロントエンド48により調整され、ADC80により並列にデジタル化される。フォトダイオードアレイ46の各素子からの信号は、AC結合（背景照射からの全てのDCレベルは拒絶される）またはDC結合することができる。図4Bでは、ADCチャネルの数（少なくとも1個のチャネル）を最小化すべく制御及び処理装置（図示せず）により制御されるマルチプレクサMux102が挿入されている。図4Cに、フォトダイオードアレイ46とアナログフロントエンド48の間でMUX102を用いる構成を示す。アナログフロントエンドチャネルの数を1個に減らすことができ、従ってアナログフロントエンドの構成要素の数が減る。Mux102は、極めて高感度な領域に配置されていて、「ON」抵抗及びチャネル入出力静電容量は低くなければならない。寄生静電容量は帯域幅を制限することができる。図4Dに、逆バイアス電圧Vr100とフォトダイオードアレイ46の間に配置されたMux102を有する構成を示す。この構成は、マルチプレクサの静電容量に対する感度は低いが、逆バイアス電圧のレベルで動作できる筈である。

#### 【0086】

##### 制御及び処理装置（CPU）

ADCボード80の出力側における時間系列数値データストリームの組、即ちデジタル化された帰還信号波形の組は、更なる処理のためCPU60へ転送される。CPU60の中核は、例えば組み込みアプリケーションに適していて、必要なチャネルの数で並列処理を実行可能なマイクロプロセッサーアセンブリである。CPU60はまた、FPGA（フィールドプログラマブルゲートアレイ）、DSP（デジタル信号プロセッサー）その他のプログラム可能な論理回路等、他の種類の処理手段を中心に展開することができる。数値処理の性質及び範囲は、意図されたアプリケーションに依存する。CPU60は次いで、Ethernet（登録商標）、USBまたはCANbus等の例示的なデータ通信インターフェースの下で動作するデータインターフェース70を介して光学式距離計10を組み込み可能な、より高レベルのシステムに出力データを伝送することができる。

#### 【0087】

##### 記録された信号波形の数値処理

光学式距離計10は、物体の検知及び距離測定を行う最大距離により定められた適切な時間間隔にわたり取得されたデジタル化帰還信号波形の組を出力できるため、完全な波形

L I D A R (光検知及び距離測定) 測定器であると考えることができる。検知されたピークが所定の閾値を超えたたら直ちに電子カウンターを停止することにより物体の距離測定を行う古典的なアナログ光学式距離計と比較すると、完全波形測定器は、記録されたデジタル波形に対して多くの数値処理タスクを実行可能にすることにより、より大きい柔軟性を提供する。

#### 【0088】

例えば、任意の所与の検知チャネルに関連付けられた帰還信号波形に存在するシグネチャの信号対ノイズ比 (S N R) は、チャネルにより取得された多数の連続的な波形の平均をとることにより、向上させることができる。標準的な信号平均化 (累積) がもたらす S N R の向上は、連続的な波形に存在するノイズ寄与が互いに独立で完全に無相関であるならば可能である。固定的なパターンノイズ寄与を適切に除去した後で多く見られるように、この条件が満たされたならば、波形の S N R は ( $n_w$ )<sup>1/2</sup> 倍増加する。ここに、 $n_w$  は平均化された波形の数である。平均化された波形の数を制限する他の条件として、シグネチャを生成する処理の定常性が必要である。換言すれば、波形に存在するシグネチャの特性 (ピーク振幅、形状、時間 / 距離位置) が、平均化される波形の完全な組を記録するのに必要な時間にわたり不变のままでなければならぬ。この条件は、光学式距離計 10 に対して急速に移動する物体の検知を試みる場合、遵守が困難であり得る。移動物体に関連付けられたシグネチャは波形毎に多少感知可能な程度にドリフトする。この状況は本明細書に記述する光学式距離計 10 が意図されたアプリケーションで頻繁に生じるが、発光器 20 の充分に高い、例えば k H z 範囲のパルス繰り返し率を選択することにより、その有害な影響を軽減することができる。高繰り返し率で動作することで、充分に短い時間内に多数の帰還信号波形の捕捉が可能になり、所与の可動物体に関連付けられたシグネチャの顕著なドリフトが防止される。可動物体を扱う別の方針は、移動物体からのシグネチャの S N R の向上を特に意図した帰還信号波形の洗練された数値処理を実行することである。そのような数値処理の方法が例えば米国特許第 7,640,122 号明細書に教示されている。

#### 【0089】

波形平均化は、移動平均化の形式で行うことができ、最初に取得された波形を減算しながら新規に取得された波形を加算することにより現在の平均波形が連続的に更新される。移動平均を用いることで、C P U による出力検知データの生成速度は影響を受けない。更に、新規に取得された波形が、現在の平均波形とは顕著に異なる少なくとも 1 個の特徴を表す場合、光学式距離測定器 10 の F O V に突然出現する物体があれば、移動平均をリセットすることによりこれをタイムリーに検知することができる。

#### 【産業上の利用可能性】

#### 【0090】

本発明の各種態様をなす例示的実施形態について上で述べてきたが、そのような記述は、本発明の意図する範囲の記述ではなく本発明の実施形態の説明として解釈されたい。従って、本発明の範囲が車両搭載された運転者支援 / 安全性システムに限定されるものと解釈してはならない。本発明の光学式距離計は従って、例えば各種の物体 (車両、自転車、歩行者、舗道) を各種気象条件下、且つ自然及び人工光源の両方から生じる様々な照明条件下で広い視野にわたり確実に検知する必要がある道路交差点における交通監視専用の固定的システムに組み込み可能である。本発明の光学式距離計はまた、自動車産業分野における運転者支援アプリケーション等の移動アプリケーションに組み込み可能である。

10

20

30

40

【図 1】

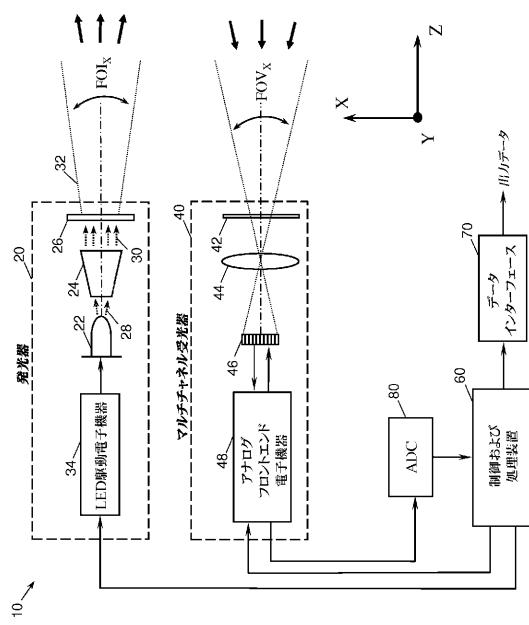


図1

【図 2】

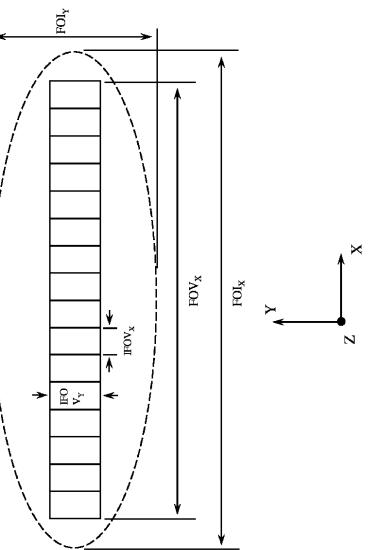


Figure 2

【図 3】

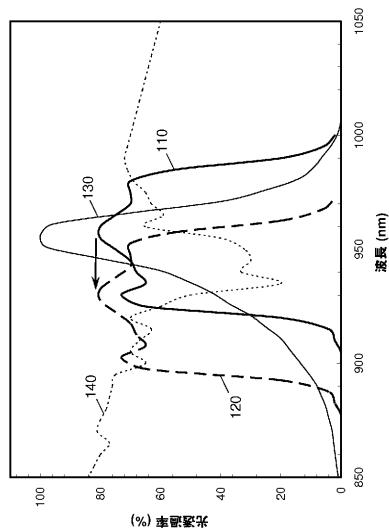


図3

【図 4】

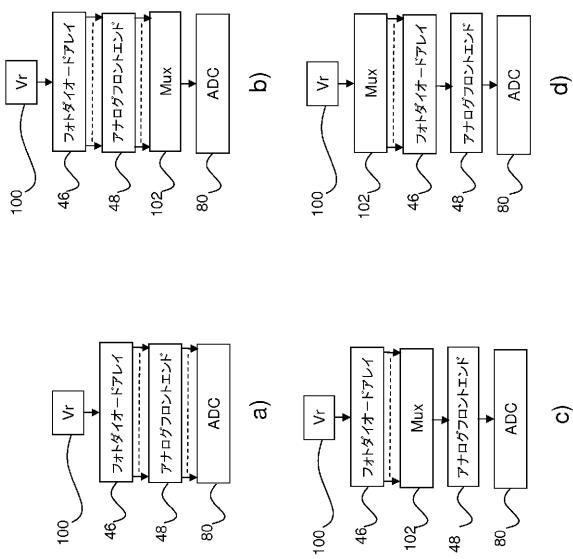


図4

## 【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/IB2012/052365																		
<p><b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b>            IPC: <i>G01S 17/02</i> (2006.01), <i>G01S 17/08</i> (2006.01), <i>G01S 7/481</i> (2006.01), <i>G01S 7/484</i> (2006.01),  <i>G01S 7/486</i> (2006.01)            According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC</p>																				
<p><b>B. FIELDS SEARCHED</b>            Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)            IPC: <i>G01S 17/02</i> (2006.01), <i>G01S 17/08</i> (2006.01), <i>G01S 7/481</i> (2006.01), <i>G01S 7/484</i> (2006.01), <i>G01S 7/486</i> (2006.01)</p>																				
<p>Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched</p>																				
<p>Electronic database(s) consulted during the international search (name of database(s) and, where practicable, search terms used)  <b>Databases:</b> EPOQUE (Epodoc, English Full Text); IEEEExplore, Google Scholar/ patent  <b>Keywords:</b> Optical rangefinder, scannerless, (wide) field of view / FOV, field of illumination / FOI, instantaneous field of view / IFOV / multiple_FOV, multichannel optical receiver / MCOR/ array of detectors, time_of_flight / pulse, LED, diffuser, filter/ coating</p>																				
<p><b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b></p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category*</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>WO2008/154736A1 (MIMEAULT et al.) 24 December 2008 (24-12-2008)            * abstract; p. 8, line 9 - p. 19, line 6; p. 22, line 35 - p. 23, line 35; claims 1, 3-6, 9, 18; figs. 1, 4 *</td> <td>I-17</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US2011/0025843A1 (OGGIER et al.) 3 February 2011 (03-02-2011)            * whole document *</td> <td>I-17</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>US4634272 (ENDO) 6 January 1987 (06-01-1987)            * whole document *</td> <td>I-17</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>STOPPA et al., "Scannerless 3D Imaging Sensors", IEEE IST 2005, International workshop on Imaging Systems and Techniques, Niagara Falls, 13-14 May 2005, p. 58-61</td> <td>I-17</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	X	WO2008/154736A1 (MIMEAULT et al.) 24 December 2008 (24-12-2008) * abstract; p. 8, line 9 - p. 19, line 6; p. 22, line 35 - p. 23, line 35; claims 1, 3-6, 9, 18; figs. 1, 4 *	I-17	A	US2011/0025843A1 (OGGIER et al.) 3 February 2011 (03-02-2011) * whole document *	I-17	A	US4634272 (ENDO) 6 January 1987 (06-01-1987) * whole document *	I-17	A	STOPPA et al., "Scannerless 3D Imaging Sensors", IEEE IST 2005, International workshop on Imaging Systems and Techniques, Niagara Falls, 13-14 May 2005, p. 58-61	I-17			
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.																		
X	WO2008/154736A1 (MIMEAULT et al.) 24 December 2008 (24-12-2008) * abstract; p. 8, line 9 - p. 19, line 6; p. 22, line 35 - p. 23, line 35; claims 1, 3-6, 9, 18; figs. 1, 4 *	I-17																		
A	US2011/0025843A1 (OGGIER et al.) 3 February 2011 (03-02-2011) * whole document *	I-17																		
A	US4634272 (ENDO) 6 January 1987 (06-01-1987) * whole document *	I-17																		
A	STOPPA et al., "Scannerless 3D Imaging Sensors", IEEE IST 2005, International workshop on Imaging Systems and Techniques, Niagara Falls, 13-14 May 2005, p. 58-61	I-17																		
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.		<input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.																		
<table> <tr> <td>* Special categories of cited documents :</td> <td>"T"</td> <td>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</td> </tr> <tr> <td>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</td> <td>"X"</td> <td>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</td> </tr> <tr> <td>"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date</td> <td>"Y"</td> <td>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</td> </tr> <tr> <td>"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)</td> <td>"&amp;"</td> <td>document member of the same patent family</td> </tr> <tr> <td>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</td> <td></td> <td></td> </tr> </table>			* Special categories of cited documents :	"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	"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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	"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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	"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)	"&"	document member of the same patent family	"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		
* Special categories of cited documents :	"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																		
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"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																		
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"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																		
"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)	"&"	document member of the same patent family																		
"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																				
Date of the actual completion of the international search 08 August 2012 (08-08-2012)		Date of mailing of the international search report 13 September 2012 (13-09-2012)																		
Name and mailing address of the ISA/CA Canadian Intellectual Property Office Place du Portage I, C114 - 1st Floor, Box PCT 50 Victoria Street Gatineau, Quebec K1A 0C9 Facsimile No.: 001-819-953-2476		Authorized officer Michal Bordovsky (819) 994-7533																		

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**  
Information on patent family members

International application No.  
PCT/IB2012/052365

Patent Document Cited in Search Report	Publication Date	Patent Family Member(s)	Publication Date
WO2008154736A1	24 December 2008 (24-12-2008)	CA2633377A1 CA2691138A1 CA2691141A1 CN101356450A EP1969395A1 EP1969395A4 EP2158579A1 EP2160629A1 JP2009520194A JP2010529932A US2007228262A1 US7855376B2 US2010191418A1 US2010194595A1 US2011205521A1 WO2007071032A1 WO2008154737A1	28 June 2007 (28-06-2007) 24 December 2008 (24-12-2008) 24 December 2008 (24-12-2008) 28 January 2009 (28-01-2009) 17 September 2008 (17-09-2008) 08 September 2010 (08-09-2010) 03 March 2010 (03-03-2010) 10 March 2010 (10-03-2010) 21 May 2009 (21-05-2009) 02 September 2010 (02-09-2010) 04 October 2007 (04-10-2007) 21 December 2010 (21-12-2010) 29 July 2010 (29-07-2010) 05 August 2010 (05-08-2010) 25 August 2011 (25-08-2011) 28 June 2007 (28-06-2007) 24 December 2008 (24-12-2008)
US4634272A	06 January 1987 (06-01-1987)	DE3315288A1 JP58211677A	08 December 1983 (08-12-1983) 09 December 1983 (09-12-1983)
US2011025843A1	03 February 2011 (03-02-2011)	EP2287629A2 EP2287629A3	23 February 2011 (23-02-2011) 11 April 2012 (11-04-2012)

---

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ,NA,RW,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,R,S,SE,SI,SK,SM,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,CL,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,PE,PG,PH,PL,PT,QA,RO,RS,RW,SC,SD,SE,SG,SK,SL,SM,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,VN,ZA

(74)代理人 100109335

弁理士 上杉 浩

(74)代理人 100121979

弁理士 岩崎 吉信

(72)発明者 ミモー イヴァン

カナダ ケベック ジー1ヴィ 3シー7 ケベック クレアモント ストリート 742

F ターム(参考) 2F112 AD01 BA09 CA05 DA02 DA04 DA19 DA26 DA28 EA05 FA07

FA21 FA41 GA01

5J084 AA05 AB01 AB07 AB11 AD01 BA20 BA36 BA38 BA48 BB02

BB20 CA03 CA31 CA49