

(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2018-533026  
(P2018-533026A)

(43) 公表日 平成30年11月8日(2018.11.8)

(51) Int.Cl.  
G01S 17/02 (2006.01)

F I  
G O I S 17/02

テーマコード(参考)  
5 J 0 8 4

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 29 頁)

(21) 出願番号 特願2018-543273 (P2018-543273)  
 (86) (22) 出願日 平成28年11月3日(2016.11.3)  
 (85) 翻訳文提出日 平成30年7月4日(2018.7.4)  
 (86) 国際出願番号 PCT/US2016/060397  
 (87) 国際公開番号 W02017/079483  
 (87) 国際公開日 平成29年5月11日(2017.5.11)  
 (31) 優先権主張番号 62/251,672  
 (32) 優先日 平成27年11月5日(2015.11.5)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 518157931  
 ルミナー テクノロジーズ インコーポレ  
 イテッド  
 アメリカ合衆国 フロリダ州 32826  
 オーランド リサーチ パークウェイ  
 12601  
 (74) 代理人 100113608  
 弁理士 平川 明  
 (74) 代理人 100138357  
 弁理士 矢澤 広伸  
 (72) 発明者 キャンベル, スコット アール.  
 アメリカ合衆国 フロリダ州 32826  
 オーランド リサーチ パークウェイ  
 12601

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 高分解能のデプスマップを作成するための、改善された走査速度を有するライダーシステム

(57) 【要約】

ライダーシステムは、光パルスを放射するように構成される光源と、ライダーシステムからの射程範囲に位置する複数のピクセルにわたって光源の視野を順走査方向に走査するスキャナとを有し得る。スキャナは、光パルスを第2のピクセルに向け、第1の検出器の視野を走査することができる。第1の検出器の視野は、光源の視野から順走査方向とは逆の方向にオフセットされ得る。パルスが放射されるとき、第1の検出器の視野は、第1のピクセルに少なくとも部分的に重なることができ、及び光源の視野は、第2のピクセルに少なくとも部分的に重なることができる。第1の検出器は、第2のピクセル内に少なくとも部分的に位置する標的によって散乱された光パルスの部分を検出するように構成され得る。

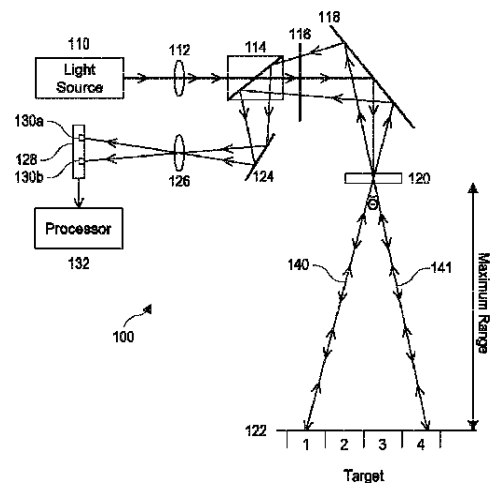


FIG. 1

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

ライダーシステムであって、  
光パルスを放射するように構成される光源と、  
スキャナであって、

前記ライダーシステムからの射程範囲に位置する複数のピクセルであって、第 1 のピクセルと、前記第 1 のピクセルに順走査方向に沿って隣接して位置する第 2 のピクセルとを含む、複数のピクセルにわたって、前記光源の視野を前記順走査方向に走査することと

前記光パルスを前記第 2 のピクセルに向けることと、

10

前記ライダーシステムの第 1 の検出器の視野を走査することであって、

前記第 1 の検出器の視野は、前記複数のピクセルにわたって前記順走査方向に走査され、

前記第 1 の検出器の視野は、前記パルスが放射されるときに、

前記第 1 の検出器の視野が前記第 1 のピクセルに少なくとも部分的に重なり、

前記光源の視野が前記第 2 のピクセルに少なくとも部分的に重なるように、

前記光源の視野から前記順走査方向とは逆の方向にオフセットされて、走査することと、

を行うように構成されるスキャナと、

前記第 1 の検出器であって、前記第 2 のピクセル内に少なくとも部分的に位置する標的によって散乱された前記光パルスの部分を検出するように構成される前記第 1 の検出器とを含む、ライダーシステム。

20

## 【請求項 2】

少なくとも部分的に前記光パルスの飛行時間に基づいて、前記ライダーシステムから前記標的までの距離を特定するように構成されるプロセッサを更に含む、請求項 1 に記載のライダーシステム。

## 【請求項 3】

前記ライダーシステムから前記標的までの距離が前記ライダーシステムの最大距離に対応する場合、前記第 1 の検出器が前記光パルスの前記部分を検出するとき、前記第 1 の検出器の視野は、前記第 2 のピクセルの略全てに重なる、請求項 1 に記載のライダーシステム。

30

## 【請求項 4】

前記標的が、前記ライダーシステムの最大距離の 20% 以内に位置する近距離標的である場合、前記第 1 の検出器が前記光パルスの前記部分を検出するとき、前記第 1 の検出器の視野は、前記第 2 のピクセルの 20% 以下に重なる、請求項 1 に記載のライダーシステム。

## 【請求項 5】

前記標的が、前記ライダーシステムの最大距離の 20% ~ 80% に位置する中距離標的である場合、前記第 1 の検出器が前記光パルスの前記部分を検出するとき、前記第 1 の検出器の視野は、前記第 2 のピクセルの 20% ~ 80% に重なる、請求項 1 に記載のライダーシステム。

40

## 【請求項 6】

前記標的が前記ライダーシステムの最大距離の 80% 以上の距離に位置する場合、前記第 1 の検出器が前記光パルスの前記部分を検出するとき、前記第 1 の検出器の視野は、前記第 2 のピクセルの 80% 以上に重なる、請求項 1 に記載のライダーシステム。

## 【請求項 7】

前記第 1 の検出器の視野の角度サイズは、前記光源の視野の角度サイズに略等しい、請求項 1 に記載のライダーシステム。

## 【請求項 8】

前記順走査方向に沿って前記第 1 のピクセルに隣接して位置する前記第 2 のピクセルは

50

、前記第 2 のピクセルにわたって走査する前に前記第 1 のピクセルにわたる走査を開始する前記光源の視野に対応する、請求項 1 に記載のライダーシステム。

【請求項 9】

前記第 1 の検出器の視野が 1 ピクセル幅を走査する時間は、前記ライダーシステムの最大距離の往復時間に概ね等しい、請求項 1 に記載のライダーシステム。

【請求項 10】

前記光源の視野が 1 ピクセル幅を走査する時間は、前記ライダーシステムの最大距離の往復時間に概ね等しい、請求項 1 に記載のライダーシステム。

【請求項 11】

前記光源の視野から前記順走査方向とは逆の方向にオフセットされた前記第 1 の検出器の視野は、前記光パルスが放射された後、前記ライダーシステムの最大距離の往復時間に対応する時間において、前記第 1 の検出器の視野が前記第 2 のピクセルと位置合わせされるようなものである、請求項 1 に記載のライダーシステム。

10

【請求項 12】

前記第 1 の検出器の視野は、前記光パルスが放射された後、前記ライダーシステムの最大距離の往復時間に対応する時間において、前記第 2 のピクセルと位置合わせされ、及び前記光源は、前記第 1 の検出器の視野が前記第 2 のピクセルと位置合わせされた後の時間において、別の光パルスを放射するように更に構成される、請求項 1 に記載のライダーシステム。

【請求項 13】

第 2 の検出器を更に含み、前記第 2 の検出器の視野は、前記光源の視野から前記順走査方向にオフセットされる、請求項 1 に記載のライダーシステム。

20

【請求項 14】

前記パルスが放射される時、前記第 2 の検出器の視野は、前記第 2 のピクセルの 20 % 以下に重なる、請求項 13 に記載のライダーシステム。

【請求項 15】

前記スキャナは、

前記順走査方向とは逆の方向に対応する逆走査方向に前記光源の視野を走査することと

、前記逆走査方向に前記第 2 の検出器の視野を走査することと

を行うように更に構成される、請求項 13 に記載のライダーシステム。

30

【請求項 16】

前記光源は、前記スキャナが前記逆走査方向に前記光源の視野及び前記第 2 の検出器の視野を走査している間、追加の光パルスを放射するように更に構成され、及び

前記第 2 の検出器は、前記ライダーシステムからの射程範囲に位置する標的によって散乱される前記追加の光パルスの部分を検出するように構成される、請求項 15 に記載のライダーシステム。

【請求項 17】

前記順走査方向は、左から右への方向に概ね対応し、及び

前記逆走査方向は、右から左への方向に概ね対応する、請求項 15 に記載のライダーシステム。

40

【請求項 18】

ライダーシステムの光源により、光パルスを放射することと、

前記ライダーシステムからの射程範囲に位置する複数のピクセルであって、第 1 のピクセルと、前記第 1 のピクセルに順走査方向に沿って隣接して位置する第 2 のピクセルとを含む、複数のピクセルにわたって、前記光源の視野を前記順走査方向に走査することと、

前記光パルスを前記第 2 のピクセルに向けることと、

前記ライダーシステムの第 1 の検出器の視野を走査することとであって、

前記第 1 の検出器の視野は、前記複数のピクセルにわたって前記順走査方向において走査され、

50

前記第 1 の検出器の視野は、前記パルスが放射されるときに、  
 前記第 1 の検出器の視野が前記第 1 のピクセルに少なくとも部分的に重なり、  
 前記光源の視野が前記第 2 のピクセルに少なくとも部分的に重なるように、  
 前記光源の視野から前記順走査方向とは逆の方向にオフセットされて、走査することと

、  
 前記第 2 のピクセル内に少なくとも部分的に位置する標的によって散乱された前記光パルスの部分を検出することと  
 を含む、方法。

【請求項 19】

少なくとも部分的に前記光パルスの飛行時間に基づいて、前記ライダーシステムから前記標的までの距離を特定することを更に含む、請求項 18 に記載の方法。

10

【請求項 20】

前記順走査方向とは逆の方向に対応する逆走査方向に前記光源の視野を走査することと

、  
 前記第 2 の検出器の視野が前記光源の視野から前記順走査方向にオフセットされて、前記逆走査方向に前記ライダーシステムの第 2 の検出器の視野を走査することと  
 を更に含む、請求項 18 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

20

優先権出願の参照による援用

例えば、本願は、2015年11月5日出願された「LIDAR SYSTEM WITH IMPROVED SCANNING SPEED FOR HIGH-RESOLUTION DEPTH MAPPING」という名称の米国仮特許出願第62/251,672号明細書に対する優先権を主張するものであり、この米国仮特許出願は、全体的として参照により本明細書に援用される。

【0002】

本開示は、注視野のデプスマップを作製する走査ライダーシステムに関する。

【背景技術】

【0003】

30

ライダーとは、離れた標的までの距離の測定に使用することができる技術である。通常、ライダーシステムは光源及び検出器を含む。光源は、光パルスを標的に向けて放射し、次に標的が光を散乱させる。散乱光のいくらかは検出器において受け取られる。システムは、返ってきた光パルスに関連する1つ又は複数の特性に基づいて標的までの距離を特定する。例えば、システムは、返ってきた光パルスの飛行時間に基づいて標的までの距離を特定し得る。

【発明の概要】

【0004】

幾つかの実施形態では、ライダーシステムは、光パルスを放射するように構成される光源と、スキャナであって、ライダーシステムからの射程範囲に位置する複数のピクセルであって、第1のピクセルと、前記第1のピクセルに順走査方向に沿って隣接して位置する第2のピクセルとを含む、複数のピクセルにわたって、前記光源の視野を順走査方向に走査することと、光パルスを第2のピクセルに向けることと、ライダーシステムの第1の検出器の視野を走査することであって、第1の検出器の視野は、複数のピクセルにわたって順走査方向に走査され、第1の検出器の視野は、パルスが放射されるときに、第1の検出器の視野が第1のピクセルに少なくとも部分的に重なり、光源の視野が第2のピクセルに少なくとも部分的に重なるように、光源の視野から順走査方向とは逆の方向にオフセットされて、走査することと、を行うように構成されるスキャナと、第1の検出器であって、第2のピクセル内に少なくとも部分的に位置する標的によって散乱された光パルスの部分を検出するように構成される第1の検出器とを含む。

40

50

## 【 0 0 0 5 】

幾つかの実施形態では、方法は、ライダーシステムの光源により、光パルスを放射することと、ライダーシステムからの射程範囲に位置する複数のピクセルであって、第1のピクセルと、前記第1のピクセルに順走査方向に沿って隣接して位置する第2のピクセルとを含む、複数のピクセルにわたって、前記光源の視野を順走査方向に走査することと、光パルスを第2のピクセルに向けることと、ライダーシステムの第1の検出器の視野を走査することであって、第1の検出器の視野は、複数のピクセルにわたって順走査方向に走査され、第1の検出器の視野は、パルスが放射されるときに、第1の検出器の視野が第1のピクセルに少なくとも部分的に重なり、光源の視野が第2のピクセルに少なくとも部分的に重なるように、光源の視野から順走査方向とは逆の方向にオフセットされて、走査することと、第2のピクセル内に少なくとも部分的に位置する標的によって散乱された光パルスの部分を検出することを含む。

10

## 【 図面の簡単な説明 】

## 【 0 0 0 6 】

【 図 1 】 高分解能のデプスマップを作成するための、改善された走査速度が可能なライダーシステム 100 を示す。

【 図 2 】 ピクセル # 1 における近距離標的に対応する走査時間における射程範囲ピクセルと、第1の検出器 130 a の視野との空間関係を示す。

【 図 3 】 ピクセル # 1 における中距離標的に対応する走査時間における射程範囲ピクセルと、第1の検出器 130 a の視野との空間関係を示す。

20

【 図 4 】 ピクセル # 1 における最大距離標的に対応する走査時間における射程範囲ピクセルと、第1の検出器 130 a の視野との空間関係を示す。

【 図 5 】 ピクセル # 1 における最大距離の2倍における標的に対応する走査時間における射程範囲ピクセルと、第1の検出器 130 a の視野との空間関係を示す。

【 図 6 】 様々な測距期間中にいずれのピクセルが一緒に検出されるかを示す図である。

【 図 7 】 時間の経過に伴い各走査ラインでいずれのピクセルが検出されるかを示す図である。

【 図 8 】 注視野内の複数の行を同時に走査するために2次元上で離間された検出器 130 a ~ f を含む検出器アレイ 128 の図である。

【 図 9 】 検出器の視野がピクセルよりも大きい、射程範囲ピクセルと検出器の視野との空間関係を示す。

30

【 図 10 】 2つの検出器を含む検出器アレイの図である。

【 図 11 】 図 10 における検出器アレイに基づく順方向走査及び逆方向走査を示す。

【 図 12 】 3つの検出器を含む検出器アレイの図である。

【 図 13 】 図 12 における検出器アレイに基づく順方向走査及び逆方向走査を示す。

【 図 14 】 標的によって散乱された光を検出する方法例を示す。

【 図 15 】 角度離間された光パルスから散乱光を検出する方法例を示す。

## 【 発明を実施するための形態 】

## 【 0 0 0 7 】

ライダーシステムは、射程範囲内の標的までの距離を特定するのに使用することができる。注視野にわたってライダーシステムを走査することにより、システムを使用して、注視野内の幾つかのポイントまでの距離をマッピングすることができる。これらの各ポイントはピクセルと呼ぶことができる。多くの場合、注視野の高分解能デプスマップを達成するために、注視野内のデプスマッピングされるポイントは、可能な限り密な間隔であることが望ましい。加えて、多くの場合、デプスマップの作成に必要な時間が可能な限り短いことが望ましい。例えば、デプスマップビデオのサポートに十分に高速なフレームレート（例えば、30フレーム/秒）で注視野のデプスマップを繰り返し完成させることが望ましいことがある。本開示は、ビデオフレームレートで比較的高分解能のデプスマップを達成可能なライダーシステム 100 を記載する。

40

## 【 0 0 0 8 】

50

図1は、高分解能のデプスマップを作成するための、改善された走査速度が可能なライダーシステム100を示す。ライダーシステム100は、光源110を含む。光源は、例えば、パルスレーザとすることができる。光源110は、コリメートレンズ112に向かって伝搬する光パルスを放射する。コリメートレンズ112を透過した後、光パルスは、ビームスプリッタ114を直接透過して、4分の1波長板116に向かって伝達される。次に、光パルスは、スキャナ118から反射される。スキャナ118は、例えば、少なくとも1つの軸の回りを回転して、光パルスを注視野にわたって向ける走査ミラー118とすることができる。例として、スキャナ118は、ガルバノメータスキャナ、共振スキャナ、ボイスコイルモータ、DCモータ、ステップモータ、又は微小電子機械システム(MEMS)デバイスを含むことができる。幾つかの実施形態では、ビームスプリッタ114及び4分の1波長板116の代わりに、ライダーシステム100は、光源110によって放射された光パルスがミラーを透過するように構成されたミラーを含み得る。例として、ミラーは、光パルスが走査ミラー118に進行する際に透過する穴、スロット、又は他のアパーチャを含み得る。標的122によって散乱された光は、ライダーシステムに向かって伝搬し、ミラーは、この戻り光をミラー124に向けて反射し得、次に、ミラー124は、光を検出器レンズ126に向ける。他の物理的なレイアウト及び光学要素の組合せを使用することもできる。

#### 【0009】

スキャナ118から反射された後、光パルスは、ホログラフィック要素、ピクセレータ、回折要素、又は同様のデバイス120に入射する。ホログラフィック要素又はピクセレータ120は、光パルスを2つのパルスに分割し、2つのパルスは、ここで、別個の角度離間経路140、141に沿って進行する。2つの光パルスは、ライダーシステム100から標的122に向けて射程範囲を伝搬する。図1では、標的122は、ライダーシステム100の最大距離に位置するものとして示されている。

#### 【0010】

幾つかの実施形態では、ホログラフィック要素又はピクセレータ120によって付与される角度離間は、ライダーシステムの最大距離における2つの光パルス間の距離が複数のピクセルの幅に対応するようなものである。例えば、ホログラフィック要素又はピクセレータは、最大距離における2つの光パルスの隔たりが3つのピクセル以上の奇数個のピクセル(例えば、3、5、7、9等)に対応するように設計することができる。(この特定の離間の重要性について後述する)。図1では、標的122上に4つのピクセルが記されている。光パルスの一方は最初のピクセルに向けられ、一方、他方の光ピクセルは4番目のピクセルに向けられる。したがって、この実施形態では、光パルスの間隔はピクセル3個である。

#### 【0011】

光パルスは、標的122からの散乱を受け、各パルスの一部は、復路140、141に沿ってライダーシステムに向かって伝搬する。各戻り光パルスは、パルスが伝達されたときの位置からわずかに回転したスキャナ118によって、4分の1波長板116の方に反射される。4分の1波長板116を透過した後、戻り光パルスは、ビームスプリッタ114によってミラー124に向けて反射される。(図1は、光源110及び検出器アレイ128がビームスプリッタ114を介してアパーチャを共有することを示すが、共有アパーチャを有さない他の実施形態も可能である)。ミラー124は、戻り光パルスを検出器レンズ126に向けて反射し、検出器レンズ126は、レンズ126の焦点面に配置された検出器アレイ128上に戻り光パルスを結像する。本明細書において更に考察するように、検出器焦点面アレイ128は、少なくとも2つの空間的に離間された検出器130a、130bを含む。2つの検出器130a、130bの間隔は、ライダーシステム100の走査次元における間隔である。図1に示されるように、ピクセル#1からの戻り光パルスは、第1の検出器130aに結像され、一方、ピクセル#4からの戻り光パルスは、第2の検出器130bに結像される。したがって、2つの検出器130a、130bの間隔は、ライダーシステム100の最大距離における光パルスの間隔に対応する。したがって、

10

20

30

40

50

検出器 130 a、130 b の間隔は、同様に 3 以上の奇数個のピクセルの間隔に対応する。(ここでも、この間隔の重要性について後述する)。

【0012】

検出器 130 a、130 b は、戻り光パルスを示す電気信号を生成する。電気信号は、プロセッサ 132 に供給され、プロセッサ 132 は、次に、例えば、光パルスの飛行時間に基づいて標的 122 までの距離を特定する。このプロセスは、スキャナ 118 が注視野を横切る際に繰り返されて、シーンのデプスマップを作成する。プロセッサ 132 は、光源 110 からの光パルスのタイミングの制御及びライダーシステム 100 の他の機能に使用することもできる。

【0013】

図 2 は、ピクセル # 1 における近距離標的に対応する走査時間における射程範囲ピクセルと、第 1 の検出器 130 a の視野との空間関係を示す。ピクセルのサイズは、光源 110 の角度視野のサイズ及び射程範囲標的 122 までの距離に依存する。幾つかの実施形態では、光源 110 は、ミリラジアンオーダの角度視野を有するが、用途に応じてより大きくてもよく又はより小さくてもよい。幾つかの実施形態では、各検出器 130 a、130 b の角度視野は、光源 110 の角度視野に略等しいが、これは必ずしも要求されるわけではない。しかし、図 2 に示されるように、ピクセル及び検出器の視野は同じサイズを有する。

【0014】

ライダーシステム 100 は、各検出器 130 a、130 b が、光源 110 が位置合わせされた射程範囲ピクセルの 1 つからそれぞれオフセットされる射程範囲ピクセルと位置合わせされるように設計される(光源 110 は、ピクセレータ 120 により、2 つの射程範囲ピクセルと同時に位置合わせされる)。例えば、幾つかの実施形態では、検出器 130 a、130 b は、光源が位置合わせされた各射程範囲ピクセルに直接隣接する(走査方向とは逆の方向において) 2 つのピクセルに向けられる。

【0015】

図 2 を参照すると、光源 110 は、スキャナ 118 が第 1 のパルスをピクセル # 1 (及び第 2 のパルスをピクセル # 4) に向けてように位置決めされる時間  $t_1$  において光パルスを放射する。スキャナ 118 は、光パルスが放射された(続けて 2 つのパルスに分割された)後、引き続き次のピクセルを走査する(左から右へ)。第 1 の検出器 130 a の視野は、光源の視野から走査方向とは逆の方向にオフセットされるため、第 1 の検出器 130 a の視野は、 $t_1$  後に続く時間までピクセル # 1 と位置合わせされない。

【0016】

図 2 では、光パルスが放射されてから比較的短い時間期間が過ぎる。したがって、検出器 130 a の視野はピクセル # 1 にわずかに重なる。戻りパルスが、図 2 に示される時間において検出器 130 a によって受信される場合、プロセッサ 132 は、経過した飛行時間が短いことに起因して近距離標的 122 の検出を見当合わせるであろう。検出器の視野は、近距離標的の場合、ピクセル # 1 と部分的にのみ重なるが、標的が比較的近距离であることに起因して  $1/r^2$  信号損失が小さいため、戻りパルスは、それでもなお検出するのに十分な強度を有する。

【0017】

図 3 は、ピクセル # 1 における中距離標的に対応する走査時間における射程範囲ピクセルと、第 1 の検出器 130 a の視野との空間関係を示す。この走査時間において、検出器 130 a の視野は、図 2 における近距離標的の場合よりも大きい量でピクセル # 1 に重なる。これは、 $t_1$  から経過した走査時間がより長いことに起因する。検出器 130 a の視野とピクセル # 1 との重複がより大きいため、より離れた標的から生じるより大きい  $1/r^2$  信号損失は少なくとも部分的に相殺される。したがって、検出器 130 a は、中距離標的からの戻りパルスを検出することが可能である。

【0018】

図 4 は、ピクセル # 1 における最大距離標的に対応する走査時間における射程範囲ピク

10

20

30

40

50

セルと、第1の検出器130aの視野との空間関係を示す。図4に示されるように、スキャナ118の走査速度は、ライダーシステム100の最大距離に位置する標的122の往復時間に対応する走査時間において、第1の検出器130aの視野がピクセル#1に略完全に重なるように設定することができる。(換言すれば、図示される例の場合、スキャナが1ピクセル幅を移動するのに必要な時間は、システム100の最大距離での往復時間と概ね同じであり、1つのピクセルを片側から逆側に完全に横断するための時間は、最大距離での往復時間の約2倍である)。最大距離標的の場合、ライダーシステムの最大距離に関連する往復伝搬距離から生じるより大きい $1/r^2$ 信号損失を少なくとも部分的に相殺するために、検出器の視野がピクセル#1に略完全に重なることが有利である。

【0019】

図4と図2との比較により、ピクセル#1の最大距離標的に対応する走査時間において、検出器の視野は、ピクセル#2に相対して、ピクセル#1の走査が開始されたときのピクセル#1に相対する位置と同じ位置にあることが明らかになる。これは、検出器がこの時間にピクセル#2の走査を開始し得ることを示唆し得る。しかし、そうすることに伴う問題は、ちょうどライダーシステム100の最大距離を超えて位置する標的が、ピクセル#2に位置する短距離標的と見分けがつかないことがあり得ることである。この曖昧さを回避する一方法は、スキャナ118を一時停止するか、又はスキャナ118の走査速度を落とすことである。この曖昧さを回避する別の方法は走査分解能を下げることである。しかし、これらの解決策のいずれも特に望ましいものではない。代わりに、図1に示されるライダーシステム100は、よりよい解決策を用いる。

【0020】

図1に示されるように、検出器アレイ128は2つの空間的に離間された検出器130a、130bを含む。また、既に考察したように、2つの検出器130a、130bは、3以上の奇数個のピクセルに対応する距離だけ走査方向において互いからオフセットされる。特に、図1では、検出器は、ピクセル3個分に対応する距離だけ互いからオフセットされている。したがって、第1の検出器130aがピクセル#1と位置合わせされる場合、第2の検出器130bはピクセル#4と位置合わせされる。更に、ホログラフィック要素又はピクセルレータ120の存在により、光パルスがピクセル#1に向けて放射されるとき、別の光パルスもピクセル#4に向けて放射される。これは、2つの検出器130a、130bによってピクセル#1及びピクセル#4を同時に検出し得ることを意味する。

【0021】

図4に関してまさに考察したように、第1の検出器130aがそれを行うための位置にスキャナ118があるとき、ピクセル#2の走査を開始することに関連する欠点がある。同じ理由で、第2の検出器130bがそれを行うための位置にスキャナがあるとき、ピクセル#5の走査を開始することに関連する欠点もある。これは、ピクセル#1及び#4に位置する離れた標的を、システムの最大距離を超えるピクセル#2及び#5にそれぞれ位置する近距離標的と誤って識別するリスクによるものである。このリスクは、この時間において、ピクセル#2及び#5をスキップし(すなわち、この時間においてレーザーパルスをこれらのピクセルに向けて放射せず)、代わりに第1の検出器130aがピクセル#3を走査し、第2の検出器130bがピクセル#6を走査するための位置にスキャナ118が配置されるまで待つことによって軽減することができる。これを図5に示す。

【0022】

図5は、ピクセル#1における最大距離の2倍における標的に対応する走査時間における射程範囲ピクセルと、第1の検出器130aの視野との空間関係を示す。この走査位置では、ピクセル#1における標的を誤検出するリスクは低減し、なぜなら、そのような標的がシステムの最大距離の2倍に位置し、戻り光パルスが、その距離に関連して比較的より大きい量の $1/r^2$ を生じさせるためである。そのような戻り光に関連する信号は、場合により、システムのノイズフロアよりも上に上昇しない。(それにも関わらず、システムの最大距離の2倍の距離であってさえも、ピクセルにおける標的の距離を誤って識別するリスクが高過ぎると思われる場合、第1の検出器130a及び第2の検出器130bは

10

20

30

40

50



、代わりにピクセル5個分、7個分、9個分等に対応する距離で離間することができる)。図5に示される走査位置では、第1の検出器130aは、ピクセル#3の走査を開始する位置にある。示されていないが、第2の検出器130bも同様にピクセル#6の走査を開始する位置にある。したがって、プロセッサ132は、光源110にスキャナ位置に光パルスを放射させることができる。本明細書において既に考察したように、光パルスは、ホログラフィック要素又はピクセレータ120によって分割されて、パルスをピクセル#3及びピクセル#6に同時に送信させる。次に、これらのピクセルは、スキャナ118が注視野を横断して進み続ける際、(図2~図4に示される様式と同様にして)検出器130a、130bによって測距される。

#### 【0023】

図6は、様々な測距期間中にいずれのピクセルが一緒に検出されるかを示す図である。特定の測距期間に検出されるピクセルは、図6において星を用いて示され、一方、その測距期間中に検出されないピクセルは、斜線の入った円で示されるか又は示されない。本明細書において既に考察したように、幾つかの実施形態では、第1及び第2の検出器130a、130bは、ピクセル3個分、走査方向において離間されたピクセルを同時に測距/検出する位置にあるように空間的に離間される。したがって、第1の測距期間中、ピクセル#1及び#4が検出される。第2の測距期間中、ピクセル#3及び#6が検出される。第3の測距期間中、ピクセル#5及び#8が検出され、以下同様である。このようにして、第1の検出器130aは奇数のピクセルを検出し、第2の検出器130bは偶数のピクセルを検出する。

#### 【0024】

図7は、時間の経過に伴い各走査ラインでいずれのピクセルが検出されるかを示す図である。図に示されるように、走査ライン内のあらゆるピクセルは、ピクセル#2を除いて検出される。多くの用途では、より高い走査速度及び分解能の増大を達成するために、このトレードオフは許容可能なものである。しかし、ライン内のあらゆるピクセルを走査する必要がある場合、スキャナ118は、補償のために、ラインの末尾において1つ又は複数の追加のピクセルを走査するように構成され得る。

#### 【0025】

図8は、注視野内の複数の行を同時に走査するために2次元において離間された検出器130a~fを含む検出器アレイ128の図である。検出器アレイ128内の各行の検出器は、注視野内のラインを同時に走査することができる。図示されるように、検出器130a及び130bは、本明細書において既に考察したようにライン#1を走査することができる。同時に、検出器130c及び130dは、ライン#5を走査することができ、検出器130e及び130fは、ライン#9を走査することができる。垂直軸において検出器を離間することにより、スキャナは、単に方向を逆にして視線を1ライン下げることによって走査を達成することができる。そうでなければ、走査は、次の走査ラインが開始される前に走査の垂直部分が検出器ラインの数を横断する時間だけ遅延する。しかし、走査方向に直交する方向における検出器間の他の配置及び間隔も可能である。

#### 【0026】

幾つかの実施形態では、ライダーシステム100は、光源110、スキャナ118、及び検出器(例えば、検出器130a)を含み得る。スキャナ118は、ライダーシステムから射程範囲に位置する複数のピクセル(例えば、図1~図5に示されるピクセル#1~#3又は図6及び図7に示されるピクセル#1~#8)にわたり、光源110の視野を走査方向に走査するように構成され得る。ピクセルは、ピクセル#1及びピクセル#2を含み得、ここで、ピクセル#2は、走査方向に沿ってピクセル#1に隣接して位置する。走査方向に沿ってピクセル#1に隣接して位置するピクセル#2は、光源の視野が、ピクセル#2にわたって走査する前にピクセル#1にわたる走査を開始する(すなわち、ピクセル#2の前にピクセル#1が走査される)ことを示し得る。例として、走査方向が左から右である場合(例えば、図2~図5に示されるように)、ピクセル#2は、ピクセル#1の右側に位置する。図2~図5に示される走査方向(例えば、左から右へ)は、順走査方

10

20

30

40

50

向と呼ぶことができ、順走査方向とは実質的に逆の方向（例えば、右から左へ）は逆走査方向と呼ぶことができる。

【0027】

幾つかの実施形態では、ピクセルは、光源110の視野を表し得るか又はそれに対応し得る。光源ビームが光源110から離れて伝搬するにつれて、ビームの直径（及び対応するピクセルのサイズ）は、ビームの発散に従って増大し得る。例として、光源110が1ミリラジアン（ $\text{mrad}$ ）の発散を有する場合、光源110から100mの距離において、光源ビームは、概ね10cmのサイズ又は直径を有し得、対応するピクセルも概ね10cmの対応するサイズ又は直径を有し得る。光源110から200mの距離において、光源ビーム及び対応するピクセルは、それぞれ概ね20cmの直径を有し得る。

10

【0028】

幾つかの実施形態では、光源110は、時間 $t_1$ において光パルスを放射し、スキャナ118は、光パルスをピクセル#2に向け得る（例えば、パルスが放射される時、光源の視野は、ピクセル#2に部分的に、実質的に、又は完全に重なり得る）。スキャナ118は、光源の視野が走査されるのと同じ走査方向に、ピクセルにわたって検出器130aの視野を走査するようにも構成され得る。幾つかの実施形態では、検出器130aの視野は、光源の視野から走査方向とは逆の方向にオフセットされ得る（例えば、検出器130aの視野は光源の視野の後方に位置する）。検出器の視野と光源の視野との間のオフセットは、時間 $t_1$ において、パルスが放射される時、検出器130aの視野がピクセル#1に少なくとも部分的に重なり、光源の視野がピクセル#2に少なくとも部分的に重なる（例えば、検出器130aの視野は、概ねピクセル1個分だけ光源の視野の後方に位置する）ものであり得る。例として、時間 $t_1$ において、検出器130aの視野は、ピクセル#1の略全て（例えば、ピクセル#1の80%以上）に重なり得（例えば、図4に示されるように）、光源の視野は、ピクセル#2の略全て（例えば、ピクセル#2の80%以上）に重なり得る。更に、時間 $t_1$ において、検出器130aの視野はピクセル#2の10%未満に重なり得、光源の視野はピクセル#1の10%未満に重なり得る。検出器の視野は、光源の視野に相対して適するサイズであり得る。例として、検出器の視野の角度サイズは、光源の視野の角度サイズよりも小さいか、実質的に同じサイズであるか、又はより大きいことができる。

20

【0029】

幾つかの実施形態では、検出器130aは、ピクセル#2内に少なくとも部分的に位置する標的によって散乱された光パルスの部分を検出するように構成され得る。光パルスの部分は、パルスが放射される時間 $t_1$ 後の適する時間において検出され得る（例えば、検出器130aは、時間 $t_2$ においてパルスの部分を検出し得、ここで、 $t_2 > t_1$ である）。幾つかの実施形態では、ライダーシステム100は、少なくとも部分的に光パルスの飛行時間に基づいて、ライダーシステム100から標的までの距離を特定するプロセッサ132を含み得、ここで、飛行時間は $(t_2 - t_1)$ である。ライダーシステム100が飛行時間 $t$ （例えば、 $t_2 - t_1$ に等しい $t$ は、光がライダーシステム100から標的まで伝播し、標的からライダーシステム100に戻る往復時間を表す）を測定する場合、標的からライダーシステム100までの距離 $D$ は、 $D = c \cdot t / 2$ として表され得、

30

40

【0030】

ライダーシステム100から標的122までの距離がライダーシステム100の最大距離に対応する場合、ライダーシステムの最大距離に対応する往復時間は、概ね $(t_2 - t_1)$ であり、時間 $t_2$ （検出器が放射パルスの散乱部分を検出する時間）において、検出器130aの視野はピクセル#2の略全て（例えば、80%以上）に重なる。ライダーシステム100の最大距離は、例えば、100m、200m、500m、又は1km等の適する距離であり得る。例として、最大距離が200mである場合、最大距離に対応する飛

50

行時間は概ね  $2 \cdot (200 \text{ m}) / c = 1.33 \mu\text{s}$  である。幾つかの実施形態では、標的が、ライダーシステム 100 の最大距離の 20% 以内に位置する近距離標的である場合、時間  $t_2$  (検出器が放射パルスの散乱部分を検出する時間) において、検出器の視野はピクセル # 2 の 20% 以下に重なり得る。幾つかの実施形態では、標的が、ライダーシステム 100 の最大距離の 20% ~ 80% に位置する中距離標的である場合、時間  $t_2$  において、検出器の視野はピクセル # 2 の 20% ~ 80% に重なり得る。幾つかの実施形態では、標的がライダーシステム 100 の最大距離の 80% 以上の距離に位置する場合、時間  $t_2$  において、検出器の視野はピクセル # 2 の 80% 以上に重なり得る。

#### 【0031】

幾つかの実施形態では、検出器 130a の視野及び光源の視野は、概ね同じ走査速度を有し得る。例として、検出器の視野及び光源の視野は、それぞれライダーシステム 100 の最大距離に対応する往復時間に概ね等しい時間で 1 ピクセル幅を走査し得る。幾つかの実施形態では、光源の視野から走査方向とは逆の方向にオフセットされる検出器の視野は、検出器の視野を時間  $t_3$  においてピクセル # 2 と位置合わせされ得、ここで、 $t_3$  は  $t_1$  よりも大きく、 $t_3$  は  $t_2$  以上であり、 $(t_3 - t_1)$  はライダーシステム 100 の最大距離の往復時間に対応する。例として、光源は、時間  $t_1$  においてピクセル # 2 に向けて光パルスを放射し得、ピクセル # 2 からの対応する戻り信号は、続く時間  $t_2$  において受信され得る。検出器の視野は、時間  $t_3$  においてピクセル # 2 と位置合わせされ得、ここで、 $t_3$  は  $t_1$  後に生じ (例えば、時間  $t_3 > t_1$ )、時間  $(t_3 - t_1)$  はライダーシステム 100 の最大距離の往復時間に対応する。ピクセル # 2 からの戻り信号が、最大距離に位置する標的からの散乱光を含む場合、 $t_3$  は  $t_2$  に概ね等しいことができる (例えば、光は、検出器の視野がピクセル # 2 と位置合わせされるのと概ね同時に受信される)。その他の場合、ピクセル # 2 からの戻り信号が、最大距離よりも近くに位置する標的から発せられるとき、 $t_3$  は  $t_2$  よりも大きい (例えば、光は、検出器の視野が時間  $t_3$  においてピクセル # 2 と略位置合わせされる前の時間  $t_2$  において受信される)。

#### 【0032】

幾つかの実施形態では、時間  $t_1$  において光パルスを放射した後、光源 110 は、時間  $t_4$  において別の光パルスを放射するように構成され得る。続く光パルスは、検出器の視野がピクセル # 2 と位置合わせされる時間又は続く時間において放射され得る。検出器の視野は、時間  $t_3$  においてピクセル # 2 と位置合わせされ得、ここで、 $(t_3 - t_1)$  はライダーシステム 100 の最大距離の往復時間に対応し、光源 110 は、時間  $t_4$  において続く光パルスを放射し得、ここで、 $t_4$  は  $t_3$  以上である。更に、ピクセルは、走査方向に沿ってピクセル # 2 に隣接して位置するピクセル # 3 を含み得、パルスが放射される時間  $t_4$  において、光源 110 の視野は、パルスをピクセル # 3 に向けるように位置合わせされ得る。

#### 【0033】

図 9 は、検出器の視野 (FOV) がピクセルよりも大きい、射程範囲ピクセルと検出器の視野との空間関係を示す。幾つかの実施形態では、検出器の視野の角度サイズは、光源の視野の角度サイズよりも大きいサイズであり得る。例として、検出器の視野は、ピクセルのサイズ (光源 110 の視野に対応する) の概ね 1.5 倍、2 倍、3 倍、4 倍、5 倍、又は 10 倍であり得る。図 9 では、検出器 FOV はピクセル # 1 の概ね 2.5 倍である (例えば、検出器 FOV の直径はピクセル # 1 の直径の概ね 2.5 倍である)。別の例として、検出器 FOV の発散は、光源 FOV の発散の概ね 1.5 倍、2 倍、3 倍、4 倍、5 倍、又は 10 倍であり得る。検出器 FOV が 3 mrad 発散を有し、光源 FOV が 1 mrad 発散を有する場合、光源 110 から特定の距離において、検出器 FOV は光源 FOV の 3 倍である。例えば、光源 110 から 100 m の距離において、光源ビーム (ピクセル # 1 に対応する) は、概ね 10 cm の直径を有し得、検出器 FOV は概ね 30 cm の直径を有し得る。200 m の距離において、光源ビームは概ね 20 cm の直径を有し得、検出器 FOV は概ね 60 cm の直径を有し得る。

#### 【0034】

幾つかの実施形態では、ライダーシステム100は、一連の順方向走査及び逆方向走査を実行し得る。例として、順方向走査は、検出器FOVが左から右に水平に走査されることを含み得、逆方向走査は、検出器が右から左に走査されることを含み得、又はこの逆であり得る。別の例として、順方向走査は、検出器FOVが垂直に走査される（例えば、上方又は下方に走査される）ことを含み得、逆方向走査は、検出器FOVが逆方向に走査されることを含み得る。別の例として、順方向走査は、検出器FOVが適する方向に沿って（例えば、45°角に沿って）走査されることを含み得、逆方向走査は、検出器FOVが略逆の方向に沿って走査されることを含み得る。

#### 【0035】

図9に示されるように、検出器FOVは、順方向走査中、左から右への方向に沿って走査し得、検出器FOVは、逆方向走査中、右から左への方向に沿って走査し得る。幾つかの実施形態では、順方向走査及び逆方向走査は、互いに隣接するか、又は互いに対して変位された経路を辿り得る。例として、逆方向走査は、前の順方向走査の上、下、左、又は右に変位した注視野内のラインを辿り得る。別の例として、逆方向走査は、前の順方向走査の下に変位された注視野内の行を走査し得、次の順方向走査は逆方向走査の下に変位し得る。順方向走査及び逆方向走査は、完全な注視野がカバーされるまで、各走査を前の走査に対して変位した状態で交互に継続し得る。走査は、適する角度量だけ、例えば、概ね0.05°、0.1°、0.2°、0.5°、1°、又は2°等の角度量だけ互いから変位し得る。

#### 【0036】

幾つかの実施形態では、ライダーシステム100は、検出器FOVが光源FOVよりも大きいように構成され得、検出器FOV及び光源FOVは略一致するか又は略重なる。光源110は、光パルスピックアップセル#1に向けて放射し得る（例えば、パルスが放射される時、光源FOVはピックアップセル#1に部分的に、実質的に、又は完全に重なり得る）。検出器のFOVは、光源FOVよりも大きいサイズであり得、光パルスがピックアップセル#1に向けて放射されるとき、検出器FOVはピックアップセル#1を含み得、ピックアップセル#1に概ねセンタリングされ得る。図9に示されるように、検出器FOVは、光源FOVに対していかなる有意なオフセットも有さず、光パルスが標的に又は標的から伝搬する際、検出器FOVは、順方向走査中に右に走査し、逆方向走査中に左に走査する。ピックアップセル#1及び検出器FOVのサイズは、順方向又は逆方向走査中、少なくとも、ライダーシステムの最大距離に対応する往復時間が過ぎるまで、検出器FOVがピックアップセル#1を実質的に含み得るように構成され得る。ライダーシステムの最大距離に対応する往復時間が過ぎた場合、検出器FOVは、ピックアップセル#1が検出器FOVの左縁部又は右縁部又はその近くに位置するように移動し得る。例えば、順方向走査中、最大距離に対応する往復時間が過ぎた後、ピックアップセル#1の左縁部は、検出器FOVの左縁部と略一致し得る。

#### 【0037】

図10は、2つの検出器130g、130hを含む検出器アレイ128の図である。幾つかの実施形態では、ライダーシステム100は、第1の検出器130g及び第2の検出器130hを有する検出器アレイ128を含み得る。例として、検出器130g及び130hのそれぞれは、アバランシェフォトダイオード（APD）又は単光子アバランシェダイオード（SPAD）であり得る。別の例として、検出器130g及び130hのそれぞれは、PNフォトダイオード（例えば、p型半導体及びn型半導体によって形成されるフォトダイオード構造）又はPINフォトダイオード（例えば、p型領域とn型領域との間に配置される非ドープ真性半導体領域によって形成されるフォトダイオード構造）であり得る。検出器130g、130hは、それぞれケイ素、ゲルマニウム、又はInGaAsを含む活性領域又はアバランシェ増倍領域を有し得る。活性領域又はアバランシェ増倍領域は、例えば、約50µm～約500µmの直径又は幅等の適するサイズを有し得る。

#### 【0038】

図11は、図10における検出器アレイに基づく順方向走査及び逆方向走査を示す。幾つかの実施形態では、ライダーシステム100は、光源110、スキャナ118、及び2

10

20

30

40

50

つの検出器 130g、130h を有する検出器アレイ 128 を含み得る。2つの検出器 130g 及び 130h は、光源走査方向に対応する方向に沿って互いからオフセットされ得、光源 110 の視野は、検出器 130g の視野と検出器 130h の視野との間に配置され得る。スキャナ 118 は、ライダーシステムからの射程範囲に位置する複数のピクセルにわたって順走査方向及び逆走査方向に光源 FOV (並びに検出器 130g 及び 130h の FOV) を走査するように構成され得る。例として、スキャナ 118 は、順走査方向に沿って光源 FOV (及び検出器 FOV) を走査し得、次に、スキャナ 118 は方向を逆にし得、続く走査を逆走査方向に沿って行い得る。本明細書において考察したように、順方向走査及び逆方向走査は、互いに隣接するか、又は互いに対して変位された経路を辿り得る。順方向走査及び逆方向走査は、各逆方向走査を前の順方向走査から変位させ、各順方向走査を前の逆方向走査から変位させて交互に実行し得る。例として、順方向走査は略水平の経路を辿り得、続く逆方向走査では、スキャナ 118 は、ある角度 (例えば、 $0.5^\circ$ ) だけ垂直に光源 FOV (並びに検出器 130g 及び 130h の FOV) を偏向し得る。

10

20

30

40

50

#### 【0039】

図 11 では、順方向走査は、左から右へ水平にピクセル # 1 を横断して走査し、逆方向走査は、ピクセル # 1 の下に位置するピクセル # 2 を右から左に横断して走査する。幾つかの実施形態では、検出器 130g の視野は、順走査方向とは逆の方向 (逆走査方向に対応する) において光源の視野からオフセットされ得、検出器 130h の視野は、光源の視野から順走査方向にオフセットされ得る。図 11 に示される順方向走査では、検出器 130h の視野は光源 FOV (ピクセル # 1 に対応する) に先行し、検出器 130g の FOV は光源 FOV の後方に位置する。逆方向走査では、検出器の相対的な向きは、検出器 130g の FOV が光源 FOV (ピクセル # 2 に対応する) に先行し、検出器 130h の FOV が光源 FOV の後方に位置するように置き換えられる。幾つかの実施形態では、順方向走査中、ライダーシステム 100 は、検出器 130g からの信号を使用して標的までの距離を特定し得、逆方向走査中、ライダーシステム 100 は、検出器 130h からの信号を使用して標的までの距離を特定し得る。幾つかの実施形態では、検出器 130h によって生成される信号は、順方向走査中に無視され得、検出器 130g によって生成される信号は、逆方向走査中に無視され得る。

#### 【0040】

幾つかの実施形態では、順方向走査中、光源 110 は光パルスを放射し得、スキャナ 118 は光パルスをピクセル # 1 に向け得る。パルスが放射されるとき、検出器 130g 及び 130h の FOV は、それぞれピクセル # 1 の 20% 以下に重なり得る。スキャナ 118 は、順走査方向 (例えば、図 11 では左から右へ) に沿って検出器 130g 及び 130h の FOV を走査し得、検出器 130g は、ライダーシステム 100 からの射程範囲に位置する標的によって散乱された光パルスの部分を検出し得る。時間が進むにつれて、検出器 130h の FOV とピクセル # 1 との重複は、重複がなくなるまで低減され得、検出器 130g の FOV とピクセル # 1 との重複は、最大重複 (例えば、80% 以上の重複) に達するまで増大し得る。検出器 130g の FOV とピクセル # 1 との最大重複は、ライダーシステムの最大距離に対応する時間において生じ得、その後、検出器 130g の FOV とピクセル # 1 との重複は、順方向走査が続くにつれて低減され得る。

#### 【0041】

幾つかの実施形態では、逆方向走査中、光源 110 は別の光パルスを放射し得、スキャナ 118 は光パルスをピクセル # 2 に向け得る。パルスが放射されるとき、検出器 130g 及び 130h の FOV は、それぞれピクセル # 2 の 20% 以下に重なり得る。スキャナ 118 は、逆走査方向 (例えば、図 11 では右から左へ) に沿って検出器 130g 及び 130h の FOV を走査し得、検出器 130h は、ライダーシステム 100 からの射程範囲に位置する標的によって散乱された光パルスの部分を検出し得る。時間が進むにつれて、検出器 130g の FOV とピクセル # 2 との重複は、重複がなくなるまで低減され得、検出器 130h の FOV とピクセル # 2 との重複は、最大重複 (例えば、80% 以上の重複) に達するまで増大し得る。検出器 130h の FOV とピクセル # 2 との最大重複は、ラ

ライダーシステムの最大距離に対応する時間において生じ得、その後、検出器 130h の F O V とピクセル # 2 との重複は、逆方向走査が続くにつれて低減され得る。

【0042】

幾つかの実施形態では、検出器アレイ 128 は 2 つの検出器（例えば、第 1 の検出器及び第 2 の検出器）を含み得、ここで、第 1 の検出器は、順方向走査中の散乱光の検出に使用され、第 2 の検出器は、逆方向走査中の散乱光の検出に使用される。ライダーシステム 100 は、順方向走査中に散乱光を第 1 の検出器に向け、逆方向走査中に散乱光を第 2 の検出器に向けるように構成された光学要素を含み得る。例として、スキャナ 118 を使用して、順方向走査中、放射パルスからの散乱光が第 1 の検出器に向けられるような第 1 の量の一定偏向又は角度オフセットを適用し得る。同様に、スキャナ 118 は、逆方向走査中、散乱光が第 2 の検出器に向けられるような第 2 の量の偏向又は角度オフセットを適用し得る。別の例として、ライダーシステム 100 は、順方向又は逆方向走査中、散乱光を第 1 の検出器又は第 2 の検出器にそれぞれ向ける 2 つの偏向状態を有する追加の偏向ミラー又は偏向要素（例えば、ウェッジ光学系）を含み得る。幾つかの実施形態では、ライダーシステムは、順方向走査中及び逆方向走査中の両方で散乱光を検出するように構成される 1 つの検出器を含み得る。ライダーシステム 100 は、検出器 F O V の向きに 2 つの状態を提供する光学要素を含み得る。検出器 F O V は、順方向走査中、光源 F O V の後に位置し、放射パルスから散乱光を検出するように向けられ得、逆方向走査中、検出器 F O V は、これも光源 F O V の後に位置するように向けられ得る。

【0043】

幾つかの実施形態では、ライダーシステム 100 は、光源 110、スプリッタ 120、スキャナ 118、及び検出器アレイ 128 を含み得る。光源 110 は光パルスを放射し得、スプリッタ 120 は、各放射光パルスを角度的に分離された 2 つ以上の光パルスに分割し得る。パルスは、例えば、1 m r a d、2 m r a d、5 m r a d、10 m r a d、20 m r a d、又は 50 m r a d 等の適する角度 によって隔て得る。スキャナ 118 は、ライダーシステム 100 からの射程範囲に位置するピクセルにわたって走査方向に沿って、光源 110 によって放射されスプリッタ 120 によって分割された光パルスを走査し得る。検出器アレイ 128 は 2 つ以上の検出器を含み得る。例として、スプリッタ 120 は、放射パルスを 2 つの角度的に分離された光パルス（例えば、第 1 のパルス及び第 2 のパルス）に分割し得、検出器アレイ 128 は、第 1 の検出器 130 a 及び第 2 の検出器 130 b を含み得る。第 1 及び第 2 の検出器は、光パルスの走査方向に対応する方向に沿って検出器分離距離によって分離され得る。第 1 の検出器は、第 1 の光パルスからの散乱光を検出するように構成され得、第 2 の検出器は、第 2 の光パルスからの散乱光を検出するように構成され得る。幾つかの実施形態では、ライダーシステム 100 は、少なくとも部分的に第 1 の光パルスの飛行時間又は第 2 の光パルスの飛行時間に基づいて 1 つ又は複数の標的までの 1 つ又は複数の距離を特定するように構成されるプロセッサを含むこともできる。

【0044】

幾つかの実施形態では、スプリッタ 120 は、ホログラフィック光学要素、回折光学要素、偏光ビームスプリッタ、非偏光ビームスプリッタ、又は金属若しくは誘電体の被膜を有するビームスプリッタを含み得る。例として、スプリッタ 120 は、ホログラフィックプロセスを使用して製造されたビームスプリッタを含み得、又はスプリッタ 120 は回折ビームスプリッタを含み得る。別の例として、スプリッタ 120 は、入力ビームを 2 つ以上の出力ビームに分割するホログラフィック要素又は回折要素を含み得る。幾つかの実施形態では、スプリッタ 120 は、スプリッタ 120 がスキャナ 118 から放射パルスを受け取るように、スキャナ 118 の後に位置決めされ得る。図 1 に示されるように、スキャナ 118 は、光源 110 によって放射された光パルスを受け取り、スプリッタ 120 はスキャナ 118 の後に位置決めされて、スキャナ 118 からパルスを受け取る。幾つかの実施形態では、スキャナ 118 は、スプリッタ 120 が光源 110 によって放射された光パルスを受け取り、スキャナ 118 がスプリッタ 120 によって分割された後の光パルスを

受け取るように、スプリッタ 120 の後に位置決めされ得る。

【0045】

幾つかの実施形態では、スプリッタ 120 は、光パルスを略等しく 2 つのパルスに分割するように構成され得る。例として、スプリッタ 120 は、1 つの光パルスを受け取り、それを第 1 のパルス及び第 2 のパルスに分割し得、第 1 及び第 2 のパルスは、それぞれ受け取った光パルスのエネルギー又はピーク電力の概ね半分を有する。幾つかの実施形態では、スプリッタ 120 は、光パルスを角度的に分離された 3 つの光パルス（例えば、第 1 のパルス、第 2 のパルス、及び第 3 のパルス）に分割するように構成され得る。更に、検出器アレイは 3 つの検出器（例えば、第 1 の検出器、第 2 の検出器、及び第 3 の検出器）を含み得、各検出器は、各光パルスの 1 つから光を受け取り検出するように構成される（例えば、第 1 の検出器は第 1 のパルスからの光を検出する）。幾つかの実施形態では、スプリッタ 120 からの角度的に分離された光パルスは、走査方向に対応する方向に沿って分割され得る。例として、走査方向が略水平である場合、角度的に分離された光パルスも同じ水平方向に沿って分割され得る。

10

【0046】

幾つかの実施形態では、光源 110 は、時間  $t_1$  において光パルスを放射し得、スプリッタ 120 は、パルスを 2 つのパルス（例えば、第 1 のパルス及び第 2 のパルス）に分割し得る。スキャナ 118 は、走査方向に沿って、ライダーシステム 100 からの射程範囲に位置するピクセルにわたり、第 1 のパルスに関連する第 1 の光源の視野及び第 2 のパルスに関連する第 2 の光源の視野を走査し得る。ピクセルは、走査方向に沿って順に位置するピクセル # 1、ピクセル # 2、ピクセル # 3、ピクセル # 4、及びピクセル # 5 を含み得る（例えば、第 1 又は第 2 の光源の視野はピクセルにわたって走査し、以下の順にピクセルの直面し得る：ピクセル # 1、ピクセル # 2、ピクセル # 3、ピクセル # 4、及びピクセル # 5）。幾つかの実施形態では、スキャナ 118 は、第 1 の光パルスをピクセル # 2 に向け得、第 2 の光パルスをピクセル # 5 に向け得る。更に、スキャナ 118 は、ピクセルにわたって走査方向に沿って第 1 の検出器の視野及び第 2 の検出器の視野を走査し得る。第 1 の検出器の視野は、第 1 の光源の視野から走査方向の逆方向にオフセットされ得、時間  $t_1$  において、第 1 の検出器の視野は第 1 のピクセルに少なくとも部分的に重なり、第 1 の光源の視野は第 2 のピクセルに少なくとも部分的に重なる。同様に、第 2 の検出器の視野も第 2 の光源の視野から走査方向の逆方向にオフセットされ得、時間  $t_1$  において、第 2 の検出器の視野は第 4 のピクセルに少なくとも部分的に重なり、第 2 の光源の視野は第 5 のピクセルに少なくとも部分的に重なる。

20

30

【0047】

幾つかの実施形態では、ライダーシステム 100 の最大距離における第 1 の光パルスと第 2 の光パルスとの分離距離は、検出器 130 a 及び 130 b 間の分離距離に対応し得る。例として、第 1 及び第 2 の光パルスは、ライダーシステム 100 の最大距離に位置する標的に入射する場合、検出器分離距離に対応する距離だけ分離され得る。第 1 及び第 2 の光パルスが放射される場合、それらの視野はピクセル # 2 及び # 5 にそれぞれ重なり得る。第 1 及び第 2 の光パルスが標的からの散乱後にライダーシステム 100 に戻るとき、第 1 の検出器の視野はピクセル # 2 に重なり得、第 2 の検出器の視野はピクセル # 5 に重なり得る。幾つかの実施形態では、ライダーシステム 100 の最大距離における第 1 の光パルスと第 2 の光パルスとの分離距離は、3 以上の奇数個のピクセルに対応し得る。例として、最大距離において、第 1 及び第 2 の光パルスは、ピクセル 3 個分に対応する距離によって離間され得、それにより、第 1 のパルスがピクセル # 2 に向けられるとき、第 2 のパルスはピクセル # 5 に向けられる。幾つかの実施形態では、検出器分離距離は、3 以上の奇数個のピクセルに対応し得る。例として、検出器分離距離はピクセル 3 個分に対応し得、したがって、第 1 の検出器がピクセル # 2 からの光を受け取る時、第 2 の検出器はピクセル # 5 からの光を受け取る。

40

【0048】

図 12 は、3 つの検出器 130 i、130 j、及び 130 k を含む検出器アレイ 128

50

の図である。各検出器 130 i、130 j、及び 130 k は APD 又は SPAD であり得る。幾つかの実施形態では、ライダーシステム 100 は、光源 110、スキャナ 118、スプリッタ 120、並びに 3 つの検出器 130 i、130 j、及び 130 k を有する検出器アレイ 128 を含み得る。3 つの検出器 130 i、130 j、及び 130 k は、光源走査方向に対応する方向に沿って検出器分離距離だけ互いから離間され得る。

#### 【0049】

図 13 は、図 12 における検出器アレイに基づく順方向走査及び逆方向走査を示す。順方向走査中、スプリッタ 120 は、放射パルスを角度的に分離された 2 つの光パルス（例えば、ピクセル # 1 及びピクセル # 2 にそれぞれ向けられる第 1 のパルス及び第 2 のパルス）に分割し得る。パルスが放射される時、第 1 のパルスの視野（ピクセル # 1 に対応する）は、検出器 130 i の FOV と検出器 130 j の FOV との間に位置し得、第 2 のパルスの視野（ピクセル # 2 に対応する）は、検出器 130 j の FOV と検出器 130 k の FOV との間に位置し得る。検出器 130 i の FOV は、第 1 のパルスの FOV の後に位置し得、検出器 130 i は、第 1 のパルスからの散乱光を検出するように構成され得る。同様に、検出器 130 j の FOV は、第 2 のパルスの FOV の後に位置し得、検出器 130 j は、第 2 のパルスからの散乱光を検出するように構成され得る。更に、順方向走査中、検出器 130 k からの信号は無視され得る。幾つかの実施形態では、ピクセル # 1 と # 2 との間に位置する追加のピクセル（図 13 に示されず）（及びピクセル # 3 と # 4 との間に位置する追加のピクセル）が存在し得る。

#### 【0050】

幾つかの実施形態では、スキャナ 118 は、順走査方向とは逆の方向に対応する逆走査方向に沿って、光源 110 によって放射され且つスプリッタ 120 によって分割された追加の光パルスを走査するように構成され得る。光源 110 は、スキャナ 118 が逆走査方向に走査している間、追加の光パルスを放射し得る。本明細書において考察したように、逆走査方向の走査は、順走査方向から変位し得る。図 13 では、順方向走査はピクセル # 1 及び # 2 を横断して辿り、逆方向走査は、ピクセル # 1 及び # 2 の下に位置するピクセル # 3 及び # 4 を横断して辿る。スプリッタ 120 は、放射パルスを角度的に分離された第 3 の光パルス及び第 4 の光パルスに分割し得る。第 3 のパルスはピクセル # 3 に向けられ得、第 4 のパルスはピクセル # 4 に向けられ得る。パルスが放射される時、第 3 のパルスの視野（ピクセル # 3 に対応する）は、検出器 130 j の FOV と検出器 130 k の FOV との間に位置し得、第 2 のパルスの視野（ピクセル # 4 に対応する）は、検出器 130 i の FOV と検出器 130 j の FOV との間に位置し得る。逆方向走査中、検出器 130 k の FOV は、第 3 のパルスの FOV の後に位置し得、検出器 130 k は、第 3 のパルスからの散乱光を検出するように構成され得る。同様に、検出器 130 j の FOV は、第 4 のパルスの FOV の後に位置し得、検出器 130 j は、第 4 のパルスからの散乱光を検出するように構成され得る。更に、逆方向走査中、検出器 130 i からの信号は無視され得る。

#### 【0051】

本明細書において説明又は示されるライダーシステム 100 は、2015 年 10 月 19 日に出願された「Lidar System with Improved Signal-to-Noise Ratio in the Presence of Solar Background Noise」という名称の米国仮特許出願第 62/243633 号明細書又は 2015 年 11 月 30 日に出願された「Lidar System with a Distributed Laser and a Plurality of Sensor Heads」という名称の米国仮特許出願第 62/261214 号明細書に記載又は示される様々な要素を含むこともでき、これらは、それぞれ参照により本明細書に援用される。

#### 【0052】

図 14 は、標的によって散乱された光を検出する方法例 400 を示す。方法はステップ 410 において開始し得、時間  $t_1$  において、ライダーシステム 100 の光源 110 は光



パルスを放射する。ステップ420において、光源110の視野をライダーシステム100からの射程範囲に位置する複数のピクセルにわたって順走査方向に走査し得る。ピクセルは第1のピクセル及び第2のピクセルを含み得、第2のピクセルは、順走査方向に沿って第1のピクセルに隣接して位置する。ステップ430において、光パルスは第2のピクセルに向けられ得る。ステップ440において、ライダーシステム100の第1の検出器の視野を走査し得る。第1の検出器の視野は、ピクセルにわたって順走査方向に走査し得る。更に、第1の検出器の視野は、順走査方向とは逆の方向に光源の視野からオフセットされ得、この場合、時間 $t_1$ において、第1の検出器の視野は第1のピクセルに少なくとも部分的に重なり、光源の視野は第2のピクセルに少なくとも部分的に重なる。ステップ450において、第2のピクセル内に少なくとも部分的に位置する標的によって散乱された光パルスの部分を検出し得、その時点で方法は終了し得る。光パルスの部分は、 $t_1$ よりも大きい時間 $t_2$ において検出され得る。

10

#### 【0053】

図15は、角度離間された光パルスから散乱光を検出する方法例500を示す。方法はステップ510において開始し得、ライダーシステム100の光源110は光パルスを放射する。ステップ520において、放射された光パルスを角度的に分離された2つ以上の光パルスに分割し得る。2つ以上のパルスは、スプリッタ120によって分割され得、第1の光パルス及び第2の光パルスを含み得る。ステップ530において、光パルス（光源110によって放射され且つスプリッタ120によって分割された）は、ライダーシステム100からの射程範囲に位置するピクセルにわたって走査方向に沿って走査し得る。ステップ540において、第1の光パルスからの散乱光を検出し得る。ステップ550において、第2の光パルスからの散乱光を検出し得、この時点で方法は終了し得る。第1及び第2の光パルスからの散乱光は、第1の検出器及び第2の検出器によってそれぞれ検出され得、第1及び第2の検出器は検出器アレイの一部である。第1及び第2の検出器は、光パルスの走査方向に対応する方向において検出器分離距離だけ離間され得る。

20

#### 【0054】

追加の実施形態例について以下の段落において説明する。

#### 【0055】

ライダーシステムであって、光パルスを放射するように構成される光源と、放射された光パルスを、第1の光パルス及び第2の光パルスを含む2つ以上の角度的に分離された光パルスに分割するように構成されるスプリッタと、ライダーシステムからの射程範囲に位置する複数のピクセルにわたって走査方向に沿って、光源によって放射されスプリッタによって分割された光パルスを走査するように構成されるスキャナと、第1の検出器及び第2の検出器を含む検出器アレイとを含み、第1及び第2の検出器は、光パルスの走査方向に対応する方向に沿って検出器分離距離によって離間され、第1の検出器は、第1の光パルスからの散乱光を検出するように構成され、及び第2の検出器は、第2の光パルスからの散乱光を検出するように構成される、ライダーシステム。

30

#### 【0056】

ライダーシステムであって、光パルスを走査するように構成されるスキャナは、複数のピクセルにわたって走査方向に沿って、第1の光パルスに関連する第1の光源の視野及び第2の光パルスに関連する第2の光源の視野を走査するように構成され、複数のピクセルは、走査方向に沿って位置する第1のピクセル、第2のピクセル、第3のピクセル、第4のピクセル、及び第5のピクセルを含み、第1又は第2の光源の視野は、複数のピクセルにわたって走査し、以下の順：第1のピクセル、第2のピクセル、第3のピクセル、第4のピクセル、第5のピクセルでピクセルに直面する、ライダーシステム。

40

#### 【0057】

ライダーシステムであって、光パルスは、時間 $t_1$ において放射され、スキャナは、第1の光パルスを第2のピクセルに向け、第2の光パルスを第5のピクセルに向け、且つ複数のピクセルにわたって走査方向に沿って第1の検出器の視野及び第2の検出器の視野を走査するように更に構成され、第1の検出器の視野は、第1の光源の視野から走査方向と

50

は逆の方向にオフセットされ、時間  $t_1$  において、第 1 の検出器の視野は、第 1 のピクセルに少なくとも部分的に重なり、及び第 1 の光源の視野は、第 2 のピクセルに少なくとも部分的に重なり、及び第 2 の検出器の視野は、第 2 の光源の視野から走査方向とは逆の方向にオフセットされ、時間  $t_1$  において、第 2 の検出器の視野は、第 4 のピクセルに少なくとも部分的に重なり、及び第 2 の光源の視野は、第 5 のピクセルに少なくとも部分的に重なる、ライダーシステム。

【0058】

ライダーシステムであって、少なくとも部分的に第 1 の光パルスの飛行時間又は第 2 の光パルスの飛行時間に基づいて、1 つ又は複数の標的までの 1 つ又は複数の距離を特定するように構成されるプロセッサを更に含む、ライダーシステム。

10

【0059】

ライダーシステムであって、スキャナは、スプリッタから第 1 及び第 2 の光パルスを受信するように構成される、ライダーシステム。

【0060】

ライダーシステムであって、スプリッタは、スキャナから放射光パルスを受信するように構成される、ライダーシステム。

【0061】

ライダーシステムであって、スプリッタはホログラフィック要素又は回折要素を含む、ライダーシステム。

【0062】

ライダーシステムであって、スプリッタは、放射光パルスを略等しく 2 つのパルスに分割するように構成され、第 1 の光パルス及び第 2 の光パルスは、それぞれ放射光パルスのエネルギー又はピーク電力の概ね半分を有する、ライダーシステム。

20

【0063】

ライダーシステムであって、スプリッタは、放射光パルスを角度的に分離された 3 つの光パルスに分割するように構成され、角度的に分離された光パルスは、第 3 のパルスを更に含み、検出器アレイは、第 3 の光パルスからの散乱光を検出するように構成される第 3 の検出器を更に含む、ライダーシステム。

【0064】

ライダーシステムであって、角度的に分離された光パルスは、走査方向に対応する方向に沿って分割される、ライダーシステム。

30

【0065】

ライダーシステムであって、ライダーシステムの最大距離における第 1 の光パルスと第 2 の光パルスとの分離距離は、検出器分離距離に対応する、ライダーシステム。

【0066】

ライダーシステムであって、ライダーシステムの最大距離における第 1 の光パルスと第 2 の光パルスとの分離距離は、3 以上の奇数個のピクセルに対応する、ライダーシステム。

【0067】

ライダーシステムであって、検出器分離距離は、3 以上の奇数個のピクセルに対応する、ライダーシステム。

40

【0068】

ライダーシステムであって、スキャナは、走査方向とは逆の方向に対応する逆走査方向に沿って、光源によって放射され且つスプリッタによって分割された追加の光パルスを走査するように更に構成される、ライダーシステム。

【0069】

ライダーシステムであって、光源は、スキャナが逆走査方向に走査している間、追加の光パルスを放射するように更に構成され、スプリッタは、角度的に分離された第 3 の光パルス及び第 4 の光パルスに追加の光パルスを分割するように更に構成され、検出器アレイは、第 3 の検出器を更に含み、第 2 の検出器は、第 4 の光パルスからの散乱光を検出する

50

ように構成され、及び第3の検出器は、第3の光パルスからの散乱光を検出するように構成される、ライダーシステム。

【0070】

ライダーシステムであって、第2及び第3の検出器は、光パルスの走査方向に対応する方向に沿って検出器分離距離によって離間される、ライダーシステム。

【0071】

ライダーシステムの光源により、光パルスを放射することと、スプリッタにより、放射光パルスを、第1の光パルス及び第2の光パルスを含む2つ以上の角度的に分離された光パルスに分割することと、ライダーシステムからの射程範囲に位置する複数のピクセルにわたって走査方向に沿って、光源によって放射され且つスプリッタによって分割された光パルスを走査することと、検出器アレイの第1の検出器により、第1の光パルスからの散乱光を検出することであって、検出器アレイは、第1の検出器及び第2の検出器を含み、第1及び第2の検出器は、光パルスの走査方向に対応する方向に沿って検出器分離距離によって離間される、検出することと、検出器アレイの第2の検出器により、第2の光パルスからの散乱光を検出することを含む、方法。

10

【0072】

少なくとも部分的に第1の光パルスの飛行時間及び第2の光パルスの飛行時間に基づいて、1つ又は複数の標的までの1つ又は複数の距離を特定することを更に含む、方法。

【0073】

走査方向とは逆の方向に対応する逆走査方向に沿って、光源によって放射され且つスプリッタによって分割された追加の光パルスを走査することを更に含む、方法。

20

【0074】

スキャナが逆走査方向に走査している間、光源により、追加の光パルスを放射することと、スプリッタにより、角度的に分離された第3の光パルス及び第4の光パルスに追加の光パルスを分割することと、第2の検出器により、第4の光パルスからの散乱光を検出することと、検出器アレイの第3の検出器により、第3の光パルスからの散乱光を検出することを更に含む、方法。

【0075】

実施形態が添付図面に関連して説明された。しかし、図が一定の縮尺で描かれていないことを理解されたい。距離、角度等は単なる例示であり、必ずしも示されているデバイスの実際の寸法及びレイアウトへの厳密な関係を有するわけではない。更に、上記実施形態は、当業者が本明細書に記載されるデバイス、システム等を作製し使用できるようにするレベルの詳細度で説明された。多様な変形形態が可能である。構成要素、要素、及び/又はステップは、変更、追加、削除、又は再配置が可能である。特定の実施形態が明示的に説明されたが、本開示に基づいて他の実施形態が当業者に明らかになる。

30

【0076】

本明細書に記載されるシステム及び方法は、有利には、少なくとも部分的にコンピュータソフトウェア、ハードウェア、ファームウェア、又はソフトウェア、ハードウェア、及びファームウェアの任意の組合せを使用して実施することができる。ソフトウェアモジュールは、本明細書に記載される機能を実行するコンピュータ実行可能コードを含むことができる。幾つかの実施形態では、コンピュータ実行可能コードは、1つ又は複数の汎用コンピュータによって実行される。しかし、本開示に鑑みて、汎用コンピュータで実行されるようにソフトウェアを使用して実施することができる任意のモジュールが、ハードウェア、ソフトウェア、又はファームウェアの異なる組合せを使用しても実施し得ることを当業者は理解する。例えば、そのようなモジュールは、集積回路の組合せを使用して完全にハードウェアで実施することができる。代替又は追加として、そのようなモジュールは、汎用コンピュータではなく、本明細書に記載される特定の機能を実行するように設計された専用コンピュータを使用して完全又は部分的に実施することができる。加えて、少なくとも部分的にコンピュータソフトウェアによって実行されるか、又は実行することができる方法が記載される場合、そのような方法は、コンピュータ又は他の処理デバイスによ

40

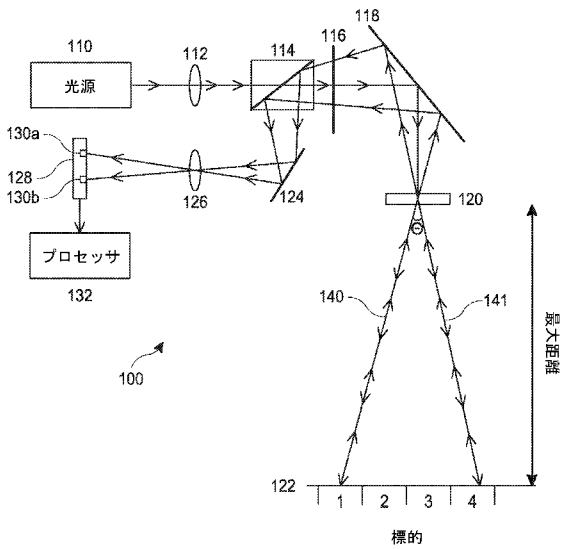
50

て読み取られると、コンピュータ又は処理デバイスに方法を実行させるコンピュータ可読媒体（例えば、CD又はDVD等の光ディスク、ハードディスクドライブ、フラッシュメモリ、ディスク等）で提供可能であることを理解されたい。

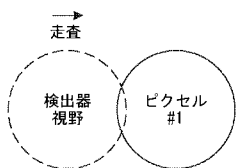
【0077】

特定の実施形態を明示的に説明したが、本開示に基づいて他の実施形態が当業者に明らかである。したがって、本発明の範囲は、単に明示的に説明された実施形態に関してではなく、特許請求の範囲を参照して規定されることが意図される。

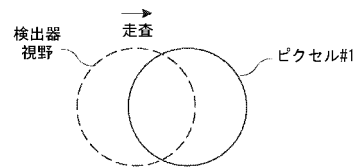
【図1】



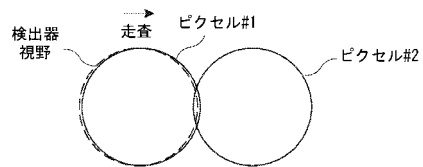
【図2】



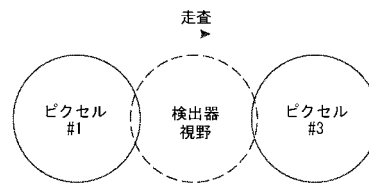
【図3】



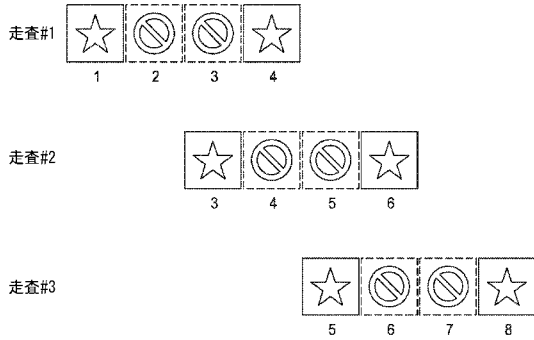
【図4】



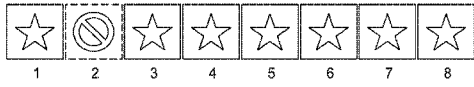
【図5】



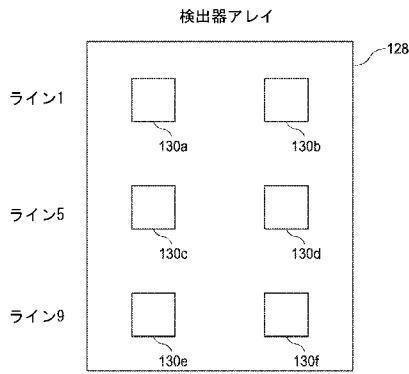
【図6】



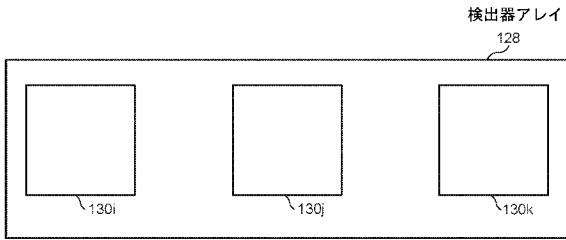
【図7】



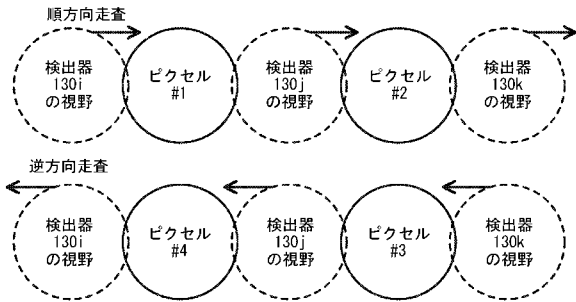
【図8】



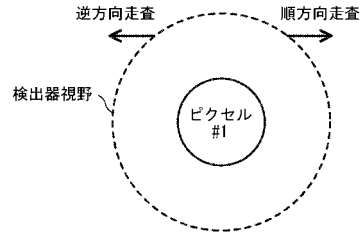
【図12】



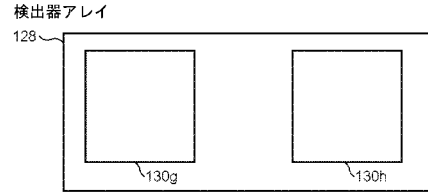
【図13】



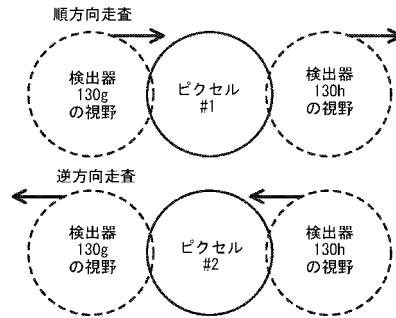
【図9】



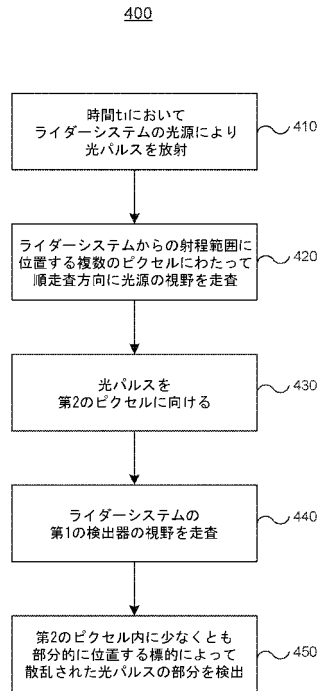
【図10】



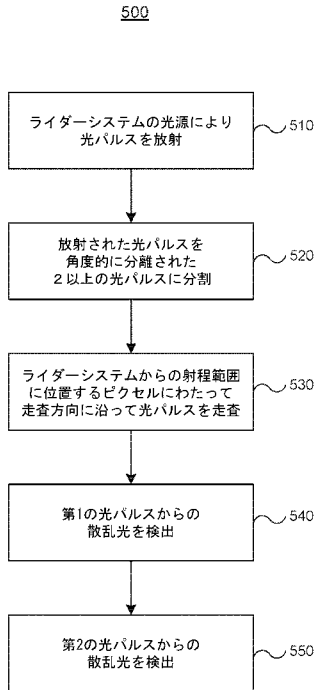
【図11】



【図14】



【 図 1 5 】



## 【 手続 補正書 】

【 提出日 】平成30年7月4日(2018.7.4)

## 【 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 】

ライダーシステムであって、  
光パルスを放射するように構成される光源と、  
スキャナであって、

前記ライダーシステムからの射程範囲に位置する複数のピクセルは、第1のピクセル及び第2のピクセルを含み、前記第2のピクセルは、第1の走査方向に沿って前記第1のピクセルに隣接して位置し、前記複数のピクセルにわたって前記光源の視野を前記第1の走査方向に走査することと、

前記光パルスを前記第2のピクセルに向けることと、

前記ライダーシステムの第1の検出器の視野を走査することであって、

前記第1の検出器の視野は、前記複数のピクセルにわたって前記第1の走査方向に走査され、

前記第1の検出器の視野は、前記パルスが放射されるときに、

前記第1の検出器の視野が前記第1のピクセルに少なくとも部分的に重なり、

前記光源の視野が前記第2のピクセルに少なくとも部分的に重なるように、

前記光源の視野から前記第1の走査方向とは逆の方向にオフセットされて、走査することと、

を行うように構成されるスキャナと、

前記第 1 の検出器であって、前記第 2 のピクセル内に少なくとも部分的に位置する標的によって散乱された前記光パルスの部分を検出するように構成される前記第 1 の検出器とを含む、ライダーシステム。

【請求項 2】

少なくとも部分的に前記光パルスの飛行時間に基づいて、前記ライダーシステムから前記標的までの距離を特定するように構成されるプロセッサを更に含む、請求項 1 に記載のライダーシステム。

【請求項 3】

前記ライダーシステムから前記標的までの距離が前記ライダーシステムの最大距離に対応する場合、前記第 1 の検出器が前記光パルスの前記部分を検出するとき、前記第 1 の検出器の視野は、前記第 2 のピクセルの略全てに重なる、請求項 1 に記載のライダーシステム。

【請求項 4】

前記標的が、前記ライダーシステムの最大距離の 20% 以内に位置する近距離標的である場合、前記第 1 の検出器が前記光パルスの前記部分を検出するとき、前記第 1 の検出器の視野は、前記第 2 のピクセルの 20% 以下に重なる、請求項 1 に記載のライダーシステム。

【請求項 5】

前記標的が、前記ライダーシステムの最大距離の 20% ~ 80% に位置する中距離標的である場合、前記第 1 の検出器が前記光パルスの前記部分を検出するとき、前記第 1 の検出器の視野は、前記第 2 のピクセルの 20% ~ 80% に重なる、請求項 1 に記載のライダーシステム。

【請求項 6】

前記標的が前記ライダーシステムの最大距離の 80% 以上の距離に位置する場合、前記第 1 の検出器が前記光パルスの前記部分を検出するとき、前記第 1 の検出器の視野は、前記第 2 のピクセルの 80% 以上に重なる、請求項 1 に記載のライダーシステム。

【請求項 7】

前記第 1 の検出器の視野の角度サイズは、前記光源の視野の角度サイズに略等しい、請求項 1 に記載のライダーシステム。

【請求項 8】

前記第 1 の走査方向に沿って前記第 1 のピクセルに隣接して位置する前記第 2 のピクセルは、前記第 2 のピクセルにわたって走査する前に前記第 1 のピクセルにわたる走査を開始する前記光源の視野に対応する、請求項 1 に記載のライダーシステム。

【請求項 9】

前記第 1 の検出器の視野が 1 ピクセル幅を走査する時間は、前記ライダーシステムの最大距離の往復時間に概ね等しい、請求項 1 に記載のライダーシステム。

【請求項 10】

前記光源の視野が 1 ピクセル幅を走査する時間は、前記ライダーシステムの最大距離の往復時間に概ね等しい、請求項 1 に記載のライダーシステム。

【請求項 11】

前記光源の視野から前記第 1 の走査方向とは逆の方向にオフセットされた前記第 1 の検出器の視野は、前記光パルスが放射された後、前記ライダーシステムの最大距離の往復時間に対応する時間において、前記第 1 の検出器の視野が前記第 2 のピクセルと位置合わせされるようなものである、請求項 1 に記載のライダーシステム。

【請求項 12】

前記第 1 の検出器の視野は、前記光パルスが放射された後、前記ライダーシステムの最大距離の往復時間に対応する時間において、前記第 2 のピクセルと位置合わせされ、及び前記光源は、前記第 1 の検出器の視野が前記第 2 のピクセルと位置合わせされた後の時間において、別の光パルスを放射するように更に構成される、請求項 1 に記載のライダー

システム。

【請求項 13】

第2の検出器を更に含み、前記第2の検出器の視野は、前記光源の視野から前記第1の走査方向にオフセットされる、請求項1に記載のライダーシステム。

【請求項 14】

前記パルスが放射される時、前記第2の検出器の視野は、前記第2のピクセルの20%以下に重なる、請求項13に記載のライダーシステム。

【請求項 15】

前記スキャナは、

前記第1の走査方向とは逆の方向に対応する第2の走査方向に前記光源の視野を走査することと、

前記第2の走査方向に前記第2の検出器の視野を走査することと

を行うように更に構成される、請求項13に記載のライダーシステム。

【請求項 16】

前記光源は、前記スキャナが前記第2の走査方向に前記光源の視野及び前記第2の検出器の視野を走査している間、追加の光パルスを放射するように更に構成され、及び

前記第2の検出器は、前記ライダーシステムからの射程範囲に位置する標的によって散乱される前記追加の光パルスの部分を検出するように構成される、請求項15に記載のライダーシステム。

【請求項 17】

前記第1の走査方向は、前記スキャナの視点で左から右への方向に概ね対応し、及び

前記第2の走査方向は、前記スキャナの前記視点で右から左への方向に概ね対応する、請求項15に記載のライダーシステム。

【請求項 18】

ライダーシステムの光源により、光パルスを放射することと、

前記ライダーシステムからの射程範囲に位置する複数のピクセルであって、第1のピクセルと、前記第1のピクセルに第1の走査方向に沿って隣接して位置する第2のピクセルとを含む、複数のピクセルにわたって、前記光源の視野を前記第1の走査方向に走査することと、

前記光パルスを前記第2のピクセルに向けることと、

前記ライダーシステムの第1の検出器の視野を走査することであって、

前記第1の検出器の視野は、前記複数のピクセルにわたって前記第1の走査方向において走査され、

前記第1の検出器の視野は、前記パルスが放射される時に、

前記第1の検出器の視野が前記第1のピクセルに少なくとも部分的に重なり、

前記光源の視野が前記第2のピクセルに少なくとも部分的に重なるように、

前記光源の視野から前記第1の走査方向とは逆の方向にオフセットされて、走査することと、

前記第2のピクセル内に少なくとも部分的に位置する標的によって散乱された前記光パルスの部分を検出することと

を含む、方法。

【請求項 19】

少なくとも部分的に前記光パルスの飛行時間に基づいて、前記ライダーシステムから前記標的までの距離を特定することを更に含む、請求項18に記載の方法。

【請求項 20】

前記第1の走査方向とは逆の方向に対応する第2の走査方向に前記光源の視野を走査することと、

前記第2の検出器の視野が前記光源の視野から前記第1の走査方向にオフセットされて、前記第2の走査方向に前記ライダーシステムの第2の検出器の視野を走査することとを更に含む、請求項18に記載の方法。



## 【請求項 2 1】

ライダーシステムであって、  
光源の視野に沿って光パルスを放射するように構成される光源と、  
スキャナであって、

前記ライダーシステムからの射程範囲に位置する複数のピクセルにわたって走査方向に前記光源の視野を走査することと、

前記光源の視野に沿って前記光源によって放射される光パルスを前記複数のピクセルのピクセルに向けることと、

前記ライダーシステムの第 1 の検出器の視野を走査することであって、

前記第 1 の検出器の視野が前記複数のピクセルにわたって前記走査方向に走査され

、  
前記第 1 の検出器の視野の走査速度が前記光源の視野の走査速度に概ね等しくなるように、走査することと、

を行うように構成されるスキャナと、

前記第 1 の検出器であって、少なくとも部分的に前記ピクセル内に位置する標的によって散乱された前記光パルスの部分を検出するように構成される前記第 1 の検出器と  
を含む、ライダーシステム。

## 【請求項 2 2】

前記第 1 の検出器の視野及び前記光源の視野が走査される間、前記第 1 の検出器の視野は、前記光源の視野に少なくとも部分的に重なる、請求項 2 1 に記載のライダーシステム  
。

## 【請求項 2 3】

前記光源の視野及び前記第 1 の検出器の視野が走査される間、前記光源の視野は、前記第 1 の検出器の視野内に含まれる、請求項 2 1 に記載のライダーシステム。

## 【請求項 2 4】

前記光源の視野及び前記第 1 の検出器の視野が走査される間、前記第 1 の検出器の視野は、前記光源の視野でセンタリングされる、請求項 2 1 に記載のライダーシステム。

## 【請求項 2 5】

前記散乱された光パルスの前記部分が前記第 1 の検出器によって検出される場合、前記第 1 の検出器の視野は、前記ピクセルに少なくとも部分的に重なる、請求項 2 1 に記載のライダーシステム。

## 【請求項 2 6】

前記ライダーシステムから前記標的までの距離が前記ライダーシステムの最大距離に対応する場合、前記散乱された光パルスの前記部分が前記第 1 の検出器によって検出される  
とき、前記第 1 の検出器の視野は、前記ピクセルの略全てに重なる、請求項 2 1 に記載の  
ライダーシステム。

## 【請求項 2 7】

前記光パルスが放射されるとき、前記光源の視野は、前記ピクセルの略全てに重なる、  
請求項 2 1 に記載のライダーシステム。

## 【請求項 2 8】

前記光パルスが放射されるとき、前記第 1 の検出器の視野は、前記複数のピクセルの別のピクセルに少なくとも部分的に重なり、前記別のピクセルは、前記走査方向に沿って前記ピクセルに隣接して位置する、請求項 2 1 に記載のライダーシステム。

## 【請求項 2 9】

前記第 1 の検出器の視野の角度サイズは、前記光源の視野の角度サイズに等しい、請求項 2 1 に記載のライダーシステム。

## 【請求項 3 0】

前記第 1 の検出器の視野は、前記光源の視野よりも大きい、請求項 2 1 に記載のライダーシステム。

## 【請求項 3 1】

前記第 1 の検出器の視野の角度サイズは、前記光源の視野の角度サイズの 3 倍～4 倍大きい、請求項 2 1 に記載のライダーシステム。

【請求項 3 2】

前記第 1 の検出器の視野は、前記第 1 の検出器の視野及び前記光源の視野が前記走査方向に走査される間、前記第 1 の検出器の視野が前記光源の視野の後方に位置するように、前記光源の視野から前記走査方向とは逆の方向にオフセットされる、請求項 2 1 に記載のライダーシステム。

【請求項 3 3】

前記第 1 の検出器の視野が 1 ピクセル幅を走査する時間は、前記ライダーシステムの最大距離の往復時間に等しい、請求項 2 1 に記載のライダーシステム。

【請求項 3 4】

前記光源の視野が 1 ピクセル幅を走査する時間は、前記ライダーシステムの最大距離の往復時間に等しい、請求項 2 1 に記載のライダーシステム。

【請求項 3 5】

前記第 1 の検出器は、アバランシェフォトダイオード (APD) を含む、請求項 2 1 に記載のライダーシステム。

【請求項 3 6】

少なくとも部分的に前記光パルスの飛行時間に基づいて、前記ライダーシステムから前記標的までの距離を特定するように構成されるプロセッサを更に含む、請求項 2 1 に記載のライダーシステム。

【請求項 3 7】

第 2 の検出器を更に含み、  
前記走査方向は、第 1 の走査方向に対応し、  
前記第 1 の検出器の視野は、前記第 1 の走査方向に走査しているとき、前記第 1 の検出器の視野が前記光源の視野の後方に位置するように、前記光源の視野から前記第 1 の走査方向とは逆の方向にオフセットされ、  
第 2 の検出器の視野は、前記第 1 の走査方向に走査しているとき、前記第 2 の検出器の視野が前記光源の視野の前方に位置するように、前記光源の視野から前記第 1 の走査方向にオフセットされる、請求項 2 1 に記載のライダーシステム。

【請求項 3 8】

前記スキャナは、  
前記第 1 の走査方向とは逆の前記方向に対応する第 2 の走査方向に前記光源の視野を走査することと、  
前記第 2 の走査方向に走査しているとき、前記第 2 の検出器の視野が前記光源の視野の後方に位置するように、前記第 2 の検出器の視野が前記光源の視野からオフセットされて、前記第 2 の検出器の視野を前記第 2 の走査方向に走査することと  
を行うように更に構成される、請求項 3 7 に記載のライダーシステム。

【請求項 3 9】

前記光源は、前記スキャナが前記光源の視野及び前記第 2 の検出器の視野を前記第 2 の走査方向に走査している間、追加の光パルスを放射するように更に構成され、  
前記第 2 の検出器は、前記ライダーシステムからの射程範囲に位置する別の標的によって散乱される前記追加の光パルスの部分を検出するように構成される、請求項 3 8 に記載のライダーシステム。

【請求項 4 0】

前記第 1 の走査方向は、前記スキャナの視点で左から右への方向に対応し、  
前記第 2 の走査方向は、前記スキャナの前記視点で右から左への方向に対応する、請求項 3 8 に記載のライダーシステム。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 2 6

## 【補正方法】変更

## 【補正の内容】

## 【0026】

幾つかの実施形態では、ライダーシステム100は、光源110、スキャナ118、及び検出器（例えば、検出器130a）を含み得る。スキャナ118は、ライダーシステムから射程範囲に位置する複数のピクセル（例えば、図1～図5に示されるピクセル#1～#3又は図6及び図7に示されるピクセル#1～#8）にわたり、光源110の視野を走査方向に走査するように構成され得る。ピクセルは、ピクセル#1及びピクセル#2を含み得、ここで、ピクセル#2は、走査方向に沿ってピクセル#1に隣接して位置する。走査方向に沿ってピクセル#1に隣接して位置するピクセル#2は、光源の視野が、ピクセル#2にわたって走査する前にピクセル#1にわたる走査を開始する（すなわち、ピクセル#2の前にピクセル#1が走査される）ことを示し得る。例として、走査方向が左から右である場合（例えば、図2～図5に示されるように）、ピクセル#2は、ピクセル#1の右側に位置する。図2～図5に示される走査方向（例えば、左から右へ）は、順走査方向（第1の走査方向）と呼ぶことができ、順走査方向とは実質的に逆の方向（例えば、右から左へ）は逆走査方向（第2の走査方向）と呼ぶことができる。

## 【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US16/60397
<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> IPC - G01S17/02, G01S17/06, G01S17/08, G01S17/88, G01S17/89 (2017.01) CPC - G01S17/003, G01S17/026, G01S17/102, G01S17/325, G01S17/895		
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) See Search History document		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched See Search History document		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) See Search History document		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 2012/0038903 A1 (WEIMER, C et al.) 16 February 2012, abstract, Fig. 2A, 3A, para. [0016], [0017], [0029], [0031]	1-20
A	US 2007/0247612 A1 (PACK, R et al.) 25 October 2007, abstract, Fig. 1-3, para. [0012], [0017], [0018], [0025]-[0028]	1-20
A	US 2006/0227316 A1 (GATT, P) 12 October 2006, Fig. 2-4, para. [0039]-[0043]	1-20
A	US 2011/0122012 A1 (VAN ZEIJL, P et al.) 26 May 2011, entire document	1-20
A	US 8,817,096 B1 (NI, M et al.) 26 August 2014, entire document	1-20
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/> See patent family annex.		
* 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 "Z" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 13 January 2017 (13.01.2017)		Date of mailing of the international search report <b>01 FEB 2017</b>
Name and mailing address of the ISA/ Mail Stop PCT, Attn: ISA/US, Commissioner for Patents P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. 571-273-8300		Authorized officer <b>Shane Thomas</b> 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, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, 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, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA

(72)発明者 アイシェンホルツ, ジェイソン エム.

アメリカ合衆国 フロリダ州 3 2 8 2 6 オーランド リサーチ パークウェイ 1 2 6 0 1

(72)発明者 マーティン, レーン エー.

アメリカ合衆国 フロリダ州 3 2 8 2 6 オーランド リサーチ パークウェイ 1 2 6 0 1

(72)発明者 ウィード, マシュー ディー.

アメリカ合衆国 フロリダ州 3 2 8 2 6 オーランド リサーチ パークウェイ 1 2 6 0 1

Fターム(参考) 5J084 AA05 AD01 BA03 BA36 BA48 BB04 BB14 BB16 BB28 CA03

DA01 EA04 EA05