

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7565212号  
(P7565212)

(45)発行日 令和6年10月10日(2024.10.10)

(24)登録日 令和6年10月2日(2024.10.2)

(51)国際特許分類

F I

G 0 1 B 11/25 (2006.01)

G 0 1 B 11/25 H

G 0 6 T 7/521(2017.01)

G 0 6 T 7/521

請求項の数 15 (全19頁)

|                   |                                  |          |                                                                 |
|-------------------|----------------------------------|----------|-----------------------------------------------------------------|
| (21)出願番号          | 特願2020-519793(P2020-519793)      | (73)特許権者 | 517145315                                                       |
| (86)(22)出願日       | 平成30年10月3日(2018.10.3)            |          | マジック アイ インコーポレイテッド                                              |
| (65)公表番号          | 特表2020-537237(P2020-537237<br>A) |          | アメリカ合衆国 ニューヨーク ニューヨ<br>ーク イースト フォーティース ストリ<br>ート 2 3 5 スイート 9 1 |
| (43)公表日           | 令和2年12月17日(2020.12.17)           | (74)代理人  | 110001210                                                       |
| (86)国際出願番号        | PCT/US2018/054183                |          | 弁理士法人 Y K I 国際特許事務所                                             |
| (87)国際公開番号        | WO2019/070867                    | (72)発明者  | 木村 昭輝                                                           |
| (87)国際公開日         | 平成31年4月11日(2019.4.11)            |          | 日本国東京都八王子市明神町 4 丁目 1 -<br>1 9 - 9 0 1                           |
| 審査請求日             | 令和3年8月4日(2021.8.4)               | 審査官      | 國田 正久                                                           |
| (31)優先権主張番号       | 62/569,543                       |          |                                                                 |
| (32)優先日           | 平成29年10月8日(2017.10.8)            |          |                                                                 |
| (33)優先権主張国・地域又は機関 | 米国(US)                           |          |                                                                 |
| 前置審査              |                                  |          |                                                                 |

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 縦グリッドパターンを使用した距離測定

(57)【特許請求の範囲】  
【請求項 1】

距離センサの投射点から物体の表面に投射パターンを投射するステップであって、前記投射パターンは、前記投射点から投射された複数の光ビームによって生成され、前記複数の光ビームは、前記物体の前記表面に、経度方向及び緯度方向に 2 次元配列された複数のドットからなり、それぞれが前記経度方向に並ぶ複数のドットからなる複数の列、及び、それぞれが前記緯度方向に並ぶ複数のドットからなる複数の行が形成されたグリッドパターンに配置された複数の投射アーチファクトを生成し、前記複数の投射アーチファクトの中心のドットは、前記グリッドパターンの複数の前記列の中心列である経度線と、前記グリッドパターンの複数の前記行の中心行である緯度線との交点に位置する、投射するステップと、

10

前記経度線が前記距離センサの投射中心を通る位置から第 1 の角度だけ回転され、前記緯度線が前記投射中心を通る位置から前記第 1 の角度とは異なる第 2 の角度だけ回転されるように前記複数の光ビームの投射を調整し、その結果、調整された投射パターンが前記物体の前記表面に投射されるステップと、

前記調整された投射パターンの少なくとも一部を含む、前記物体の画像を撮影するステップと、

前記画像からの情報を用いて、前記距離センサから前記物体までの距離を計算するステップと、

を含むことを特徴とする方法。

20

## 【請求項 2】

請求項 1 に記載の方法であって、

前記複数の列は、共通の列に存在する複数のアーチファクトのそれらの投射アーチファクトが非平行であるように、千鳥状に配置される、  
ことを特徴とする方法。

## 【請求項 3】

請求項 1 に記載の方法であって、

前記距離は、前記距離センサのレンズの主点を中心とした球面の半径に対応する、  
ことを特徴とする方法。

## 【請求項 4】

請求項 1 に記載の方法であって、

前記投射パターンの平面は、前記距離センサのベースラインに平行であり、  
前記ベースラインは、前記投射点の中心軸と前記距離センサのレンズの中心軸との間の横方向の距離として定義される、  
ことを特徴とする方法。

10

## 【請求項 5】

請求項 4 に記載の方法であって、

前記複数の投射アーチファクトの各投射アーチファクトは軌跡を有し、前記複数の投射アーチファクトのうちの所定の投射アーチファクトの前記軌跡は、前記ベースラインから前記物体までの距離が変化するにつれて、前記物体の前記表面上での前記所定の投射アーチファクトの動きを記述する、  
ことを特徴とする方法。

20

## 【請求項 6】

請求項 5 に記載の方法であって、

複数の前記投射点のうちの所定の投射点の軌跡と別の投射点の軌跡との重なりは、前記調整によって最小化される、  
ことを特徴とする方法。

## 【請求項 7】

請求項 1 に記載の方法であって、

前記投射点と前記距離センサのレンズは、前記投射点が撮像素子の光軸方向に前記レンズが接続されている撮像素子の主点と水平になるように、共通の平面内に取り付けられている、  
ことを特徴とする方法。

30

## 【請求項 8】

請求項 7 に記載の方法であって、

前記主点は、前記レンズの前結節点である、  
ことを特徴とする方法。

## 【請求項 9】

請求項 1 に記載の方法であって、

前記画像を撮影するのに使用される画像装置の視野は半球状である、  
ことを特徴とする方法。

40

## 【請求項 10】

プロセッサによって実行可能な命令がコード化された非一時的な機械読み取り可能な記憶媒体であって、前記命令が実行されると、前記命令は前記プロセッサに、

距離センサの投射点から物体の表面に投射パターンを投射するステップであって、前記投射パターンは、前記投射点から投射された複数の光ビームによって生成され、前記複数の光ビームは、前記物体の前記表面に、経度方向及び緯度方向に 2 次元配列された複数のドットからなり、それぞれが前記経度方向に並ぶ複数のドットからなる複数の列、及び、それぞれが前記緯度方向に並ぶ複数のドットからなる複数の行が形成されたグリッドパターンに配置された複数の投射アーチファクトを生成し、前記複数の投射アーチファクトの

50

中心のドットは、前記グリッドパターンの複数の前記列の中心列である経度線と、前記グリッドパターンの複数の前記行の中心行である緯度線との交点に位置する、投射するステップと、

前記経度線が前記距離センサの投射中心を通る位置から第1の角度だけ回転され、前記緯度線が前記投射中心を通る位置から前記第1の角度とは異なる第2の角度だけ回転されるように前記複数の光ビームの投射を調整し、その結果、調整された投射パターンが前記物体の前記表面に投射されるステップと、

前記調整された投射パターンの少なくとも一部を含む、前記物体の画像を撮影するステップと、

前記画像からの情報を用いて、前記距離センサから前記物体までの距離を計算するステップと、

10

を含む操作を実行させることを特徴とする、非一時的な機械読み取り可能な記憶媒体。

【請求項11】

請求項10に記載の非一時的な機械読み取り可能な記憶媒体であって、

前記投射パターンの平面は、前記距離センサのベースラインに平行であり、

前記ベースラインは、前記投射点の中心軸と前記距離センサのレンズの中心軸との間の横方向の距離として定義される、

ことを特徴とする非一時的な機械読み取り可能な記憶媒体。

【請求項12】

請求項11に記載の非一時的な機械読み取り可能な記憶媒体であって、

20

前記複数の投射アーチファクトの各投射アーチファクトは軌跡を有し、

前記複数の投射アーチファクトのうちの所定の投射アーチファクトの前記軌跡は、前記ベースラインから前記物体までの距離が変化するにつれて、前記物体の前記表面上での前記所定の投射アーチファクトの動きを記述する、

ことを特徴とする非一時的な機械読み取り可能な記憶媒体。

【請求項13】

請求項12に記載の非一時的な機械読み取り可能な記憶媒体であって、

複数の前記投射点のうちの所定の投射点の軌跡と別の投射点の軌跡との重なりは、前記調整によって最小化される、

ことを特徴とする非一時的な機械読み取り可能な記憶媒体。

30

【請求項14】

請求項10に記載の非一時的な機械読み取り可能な記憶媒体であって、

前記投射点と前記距離センサのレンズは、前記投射点が撮像素子の光軸方向に前記レンズが接続されている撮像素子の主点と水平になるように、共通の平面内に取り付けられている、

ことを特徴とする非一時的な機械読み取り可能な記憶媒体。

【請求項15】

請求項14に記載の非一時的な機械読み取り可能な記憶媒体であって、

前記主点は、前記レンズの前結節点である、

ことを特徴とする非一時的な機械読み取り可能な記憶媒体。

40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

関連出願の相互参照

本出願は、2017年10月8日に出願された米国仮特許出願第62/569,543号の優先権を主張し、その全体を本願に引用して援用する。

【背景技術】

【0002】

米国特許出願第14/920,246号、15/149,323号、及び15/149,429号は、距離センサの様々な構成を説明している。そのような距離センサは、セキ

50

ュリティ、ゲーム、無人車両の制御、及びその他の用途を含む、様々な用途で役立つ可能性がある。

【 0 0 0 3 】

これらの出願に記載されている距離センサは、光源（例えば、レーザ）、回折光学素子、及び／又は視野内にパターン（例えば、ドット、ダッシュ、又はその他のアーチファクトのパターン）を生成する光ビームを投射するために連携する他の構成要素を含む。パターンが視野内の物体に入射すると、センサから物体までの距離は、視野の１つ以上の画像におけるパターンの外観（例えば、ドット、ダッシュ、又はその他のアーチファクトの位置関係）に基づいて計算することができる。物体の形状及び寸法を決定することもできる。

【発明の概要】

10

【課題を解決するための手段】

【 0 0 0 4 】

一例において、方法は、距離センサの投射点から物体の表面に投射パターンを投射することであって、投射パターンは、投射点から投射された複数の光ビームによって生成され、複数の光ビームは、物体の表面にグリッド状に配置された複数の投射アーチファクトを生成し、複数の投射アーチファクトの中心の投射アーチファクトは、グリッドの経度線とグリッドの緯度線との交点に位置する、投射することと、経度線及び緯度線の少なくとも一方が元の位置から新しい位置に所定量だけ回転されるように複数のビームの投射を調整し、その結果、調整された投射パターンが物体の表面に投射されることと、調整された投射パターンの少なくとも一部を含む、物体の画像を撮影することと、画像からの情報を用いて、距離センサから物体までの距離を計算することと、を含む。

20

【 0 0 0 5 】

別の例では、非一時的な機械読み取り可能な記憶媒体がプロセッサによって実行可能な命令でコード化され、命令が実行されると、命令はプロセッサに、操作を実行させる。操作は、距離センサの投射点から物体の表面に投射パターンを投射することであって、投射パターンは、投射点から投射された複数の光ビームによって生成され、複数の光ビームは、物体の表面にグリッド状に配置された複数の投射アーチファクトを生成し、複数の投射アーチファクトの中心の投射アーチファクトは、グリッドの経度線とグリッドの緯度線との交点に位置する、投射することと、経度線及び緯度線の少なくとも一方が元の位置から新しい位置に所定量だけ回転されるように複数のビームの投射を調整し、その結果、調整された投射パターンが物体の表面に投射されることと、調整された投射パターンの少なくとも一部を含む、物体の画像を撮影することと、画像からの情報を用いて、距離センサから物体までの距離を計算することと、を含む。

30

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 6 】

【図 1】距離センサの要素を説明する概略図である。

【図 2】距離センサの投射点によって投射された例示的なパターンの一部である複数のドットの軌跡を示す図である。

【図 3 A】投射点から投射されたビームの配置の一例の側面図である。

【図 3 B】図 3 A のビームの配置によって生成された投射パターンの正面図である。

40

【図 3 C】図 3 A 及び 3 B に図示された投射パターンの簡略化された等角図である。

【図 3 D】図 3 A - 3 C の投射パターンの全体的な形状を半球状の視野で示す図である。

【図 4 A】投射点から投射されたビームの配置の一例の側面図である。

【図 4 B】図 4 A のビームの配置によって生成された投射パターン 4 0 2 の正面図である。

【図 4 C】図 4 A 及び 4 B のパターンが平坦な表面に投射されたときの、図 4 A 及び 4 B の投射アーチファクトの軌跡を示す正面図である。

【図 5 A】投射点から投射されたビームの配置の一例を示す側面図である。

【図 5 B】図 5 A のビームの配置によって生成された投射パターンの正面図である。

【図 5 C】平坦な表面に投射された図 5 A 及び 5 B の投射パターンの側面図である。

【図 5 D】平坦な表面に投射された図 5 A 及び 5 B の投射パターンの正面図である。

50

【図 5 E】図 5 A - 5 D のパターンが平坦な表面に投射されたときの、図 5 A - 5 D の投射アーチファクトの軌跡の正面図である。

【図 5 F】図 5 A - 5 E の投射パターンの全体的な形状を半球状の視野で示す図である。

【図 6 A】投射点から投射されたビームの配置の一例の側面図である。

【図 6 B】図 6 A のビームの配置によって生成された投射パターンの正面図である。

【図 6 C】平坦な表面に投射された図 6 A 及び 6 B の投射パターンの側面図である。

【図 6 D】平坦な表面に投射された図 6 A 及び 6 B の投射パターンの正面図である。

【図 6 E】図 6 A - 6 D のパターンが平坦な表面に投射されたときの、図 6 A - 6 D の投射アーチファクトの軌跡の正面図である。

【図 7】本開示の例示的な投射ビームアライメントを示す図である。

10

【図 8】センサから物体までの距離を計算するための例示的な方法のフロー図である。

【図 9】センサから物体までの距離を計算するための例示的な電子装置の高レベルブロック図である。

【発明を実施するための形態】

【0007】

本開示は、縦グリッドパターンを用いた距離測定のための装置、方法、及び非一時的なコンピュータ読み取り可能な媒体を広く記載している。上述したように、米国特許出願第 14/920,246 号、第 15/149,323 号、及び第 15/149,429 号に記載されているような距離センサは、物体を含む視野内にパターン（例えば、ドット、ダッシュ、又は他のアーチファクトのパターン）を生成する光ビームを投射することによって、物体までの距離（及び潜在的には、物体の形状及び寸法）を決定する。いくつかの例では、センサは、複数の「投射点」を含み、ここで、複数のビームが各投射点から投射されてもよい。複数のビームは、パターンの一部を形成するように扇状に広がってもよい。パターンの外観は、物体までの距離に応じて変化してもよい。例えば、パターンがドットのパターンを含む場合、物体がセンサに近いときにはドットは互いに近くに見え、物体がセンサから遠くにあるときにはドットは互いに遠くに見え得る。

20

【0008】

図 1 は、例えば、米国特許出願第 14/920,246 号、第 15/149,323 号、及び第 15/149,429 号に記載されたセンサに類似した距離センサの要素を示す概略図である。図示されているように、センサは、撮像装置のレンズ 100 を含み得る。レンズ 100 の視野は、 $f$  で示されてもよい。センサはまた、レンズ 100 の周囲に配置された（例えば、光源、回折光学素子、及び/又は他の構成要素の組合せによって形成される）複数の投射点を含み得る。図 1 は、1 つのそのような投射点 102 を例示しているが、他の投射点は、レンズ 100 の周囲の異なる位置に同様に構成されて配置されてもよい。レンズ 100 の中心軸から投射点 102 の中心軸までの距離  $d$  は、センサの「ベースライン」として参照されてもよい。

30

【0009】

投射点 102 は、複数の光のビーム  $104_1 - 104_n$ （以下、個別に「ビーム 104」と称するか、又は「ビーム 104」と総称する）を投射し、ビーム 104 が表面に入射すると、扇状に広がり、投射アーチファクトのパターン 106（例えば、ドット、ダッシュなど）を形成する。パターン 106 の平面は、センサのベースライン  $d$  と平行であってもよい。図 1 に示された例では、投射アーチファクトはドットである。図 1 は、パターン 106 がベースライン  $d$  からの第 1 の距離  $D_1$  で現れるように、また、ベースライン  $d$  からの第 2 の距離  $D_2$  で現れるように、パターン 106 を図示している。

40

【0010】

同じ投射点 102 から投射されたすべてのビーム 104 は、上述したように、物体距離に応じて、ベースライン  $d$  に沿って同じ方向に移動する。しかしながら、同じ投射点 102 から投射されるビーム 104 の数が増加するにつれて、ビーム 104 によって生成されるアーチファクト（例えば、ドット）の軌跡（すなわち、移動範囲）は、より接近して現れることがあり、場合によっては、重なり合うことさえある。

50

## 【 0 0 1 1 】

投射アーチファクトの軌跡は、距離センサの投射光学系（例えば、光源、回折光学素子、及び光ビームを投射する他の構成要素を含む光学系のセット）と、受光光学系（例えば、レンズ、撮像装置、及び投射アーチファクトの画像を撮像する他の構成要素）との間の平面方向（例えば、横方向）及び高さ方向（例えば、横方向に垂直な方向）における位置関係によって決定される。投射アーチファクトの軌跡は、放射状のパターン又は線として現れてもよく、センサと投射パターンが投射される物体との間の距離が変化することにつれて、投射アーチファクトの動きを記述する。より具体的には、投射アーチファクトの軌跡は、距離センサの撮像装置に対する投射アーチファクトの動きを距離の変動とともに記述する。

10

## 【 0 0 1 2 】

図 2 は、例えば、距離センサの投射点（例えば、図 1 の投射点 1 0 2 など）によって投射された例示的なパターンの一部である複数のドットの軌跡 2 0 0 を示している。網掛けされていないドットは、センサのベースラインから第 1 の距離にあるドットの位置を表し、網掛けされたドットは、センサのベースラインから第 2 の距離にあるドットの位置を表す。網掛けされていないドットと網掛けされたドットとを結ぶ線又は軌跡 2 0 0 は、センサベースラインからの異なる距離で描かれた網掛けされていないドットと網掛けされたドットとが同じドットであることを表す。図 2 に示すように、いくつかのドットの軌跡 2 0 0 は、重なってもよい。重複する軌跡 2 0 0 は、円 2 0 2 によって示される。軌跡 2 0 0 の重なりが発生すると、投射点から投射されたどのビームが投射パターンのどのドットに対応するかを判断することが困難になる場合がある。これは、正確な計算が、画像内で視認可能なドットを生成したビームを識別する能力に依存する可能性があることから、同様に距離測定の実算を複雑にする可能性がある。

20

## 【 0 0 1 3 】

このように、距離センサの投射点から投射されるビームの数の増加は、ビームによって生成された投射アーチファクトの軌跡に重なりがある可能性を増加させ得る（そのため距離計算の困難さを増加させる）。一方で、ビームの数が多きことは、距離計算の目的のためにセンサの視野のより良い空間的カバレッジを提供するので、一般的に有利であると考えられる。追加の考慮事項として、製造コスト、センサのサイズ、及び部品の損傷によるセンサの故障を最小限に抑えるために、投射点の数を最小限に抑えることが望ましい場合がある。しかし、より少ない投射点で空間的カバレッジを維持するためには、投射点からより多くのビームを投射することが必要であるかもしれない。

30

## 【 0 0 1 4 】

本開示の例は、センサの投射点から投射されるビームの数の増加することにつれて、投射アーチファクト軌跡の重なりを最小化する距離センサのためのビーム配置を提供する。特に、本開示の例は、空間的カバレッジの必要性和投射アーチファクト軌跡の重なりを最小化する必要性和とのバランスをとる投射アーチファクトの分布を有するパターンを提供する。開示されたパターンの例は、各投射点から、中心ビームに関して対称的に（少なくとも x 方向及び y 方向に）扇状に広がる複数のビームを投射することによって達成され得る。

## 【 0 0 1 5 】

上述したように、投射アーチファクトの軌跡は、放射状のパターン又は線として現れてもよい。本開示の例では、投射アーチファクトの軌跡及び複数の投射アーチファクトを含む投射パターンの線の両方が、線形に現れ得るという事実を考慮している。このように、投射アーチファクトと距離センサの撮像装置との間の位置関係、中心投射アーチファクトの方向、又は複数の投射アーチファクトによって生成される投射パターンの回転位相は、投射パターンを形成する複数の投射アーチファクトの軌跡の重なりを最小にするように調整することができる。本開示のさらなる例は、投射パターンを形成する平面が湾曲している場合、投射アーチファクトの軌跡と投射パターンの線とによって形成される角度が徐々に変化する可能性があり、それによって、投射パターン全体にわたる軌跡の重なりを一様に排除することがより困難になるという事実を考慮している。

40

50

## 【 0 0 1 6 】

本開示の例では、投射アーチファクトが複数の行及び列に配置された全体的に長方形の形状を有する投射パターン（すなわち、複数の投射アーチファクトによって作成されたパターン）が記載されている。この文脈では、投射パターンの中心に位置する投射アーチファクトは、投射パターンの「原点」と見なされてもよい。原点と交差する行は、投射パターンの「緯度」線と呼ばれてもよく、原点と交差する列は、投射パターンの「経度」線と呼ばれてもよい。本開示のさらなる例は、投射パターンの緯度線及び経度線のうちの1つ以上を所定の角度だけ回転させて、投射アーチファクト軌跡の重なりを最小化する調整された投射パターンを達成するように、投射点からの1つ以上のビームの投射角度を調整してもよい。

10

## 【 0 0 1 7 】

図3Aは、投射点300から投射されたビームの配置の一例の側面図を示し、図3Bは、図3Aのビームの配置によって生成された投射パターン302の正面図を示す。図3A及び3Bの例では、ビームの配置は、球面304、すなわち、丸みを帯びた（平坦でない）形状を有する表面に投射される。

## 【 0 0 1 8 】

図示されているように、投射点300は、複数のビーム306<sub>1</sub> - 306<sub>m</sub>（以下、個別に「ビーム306」と称するか、又は「ビーム306」と総称する）を投射する。複数のビーム306は、中心ビーム306<sub>i</sub>を含む。残りのビーム306は、中心ビーム306<sub>i</sub>からx軸に沿った両方向に、かつy軸に沿った両方向に扇状に広がる。図面を簡略化するために、第1のビーム306<sub>1</sub>と中心ビーム306<sub>i</sub>との間、及び中心ビーム306<sub>i</sub>と最後のビーム306<sub>m</sub>との間に存在し得るビーム306は、図3Aでは図示されていない。

20

## 【 0 0 1 9 】

複数のビーム306によって生成される結果パターン302は、図3Bに示すように、長方形のグリッド内に配置された複数の投射アーチファクト（例えば、ドット）を含む。グリッドの行は、図示された座標系のx軸に沿って延び、グリッドの列はy軸に沿って延びる。行及び列は、所定の規則（例えば、等しい角度間隔、等しい正弦値間隔など）に従って間隔をおいて、中心ビーム306<sub>i</sub>からのx軸及びy軸に対応する方位に配置される。

## 【 0 0 2 0 】

投射アーチファクトは、千鳥状のパターン（例えば、行又は列に沿ったすべての投射アーチファクトが平行にならないように各行又は列が隣接する行又は列からオフセットされている）で配置されてもよいし、連続したパターン（例えば、行又は列に沿ったすべての投射アーチファクトが平行になるように各行又は列が隣接する行又は列と整列している）で配置されていてもよい。投射アーチファクトのパターンが千鳥状であろうと連続的であろうと、パターンは規則的であり（すなわち、投射アーチファクトの配置は、ランダムではなく規則的である）、中心ビーム306<sub>i</sub>によって生成された中心投射アーチファクト308から外方に延びていてもよい。中心投射アーチファクト308は、「経度線」310（又は中心列）と「緯度線」312（又は中心行）との交点に位置し、パターン302の「原点」と見なされてもよい。

30

40

## 【 0 0 2 1 】

一例では、パターン302が球面304に投射されているとき、経度線310は、y軸の周りに第1の所定角度だけ回転されてもよい。代替的に、又はそれに加えて、緯度線312は、x軸の周りに第2の所定角度だけ回転されてもよい。これは図3Bに示されている、パターン302の形状が球面304の丸みを帯びた形状に準拠するように湾曲している。

## 【 0 0 2 2 】

中心投射アーチファクト308、回転経度線310、及び/又は回転緯度線312が投射される球面304は常に平面であるので、パターン302の各行又は列は、中心投射アーチファクト308を通過する平面を含む。図3A及び3Bに図示された投射パターン3

50

02の簡略化された等角図を示す図3Cに示されるように、球面304の平面上に投射される投射アーチファクトの各線は、直線となる。

#### 【0023】

図3Cに示された例では、投射点300及びパターン302の緯度線によって形成される表面は、(円錐の頂点又は細い端部としての投射点300を有する)円錐形であり、一方、投射点300及びパターン302の経度線によって形成される表面は平坦又は平面である。このため、投射点によって形成されるグリッド線は曲線となる。経度線上に配置されたグリッド線は直線であり、長方形の形状(それぞれの線によって形成された角度)は、3次元の位置の差に対して一様である。一例では、例示的な投射パターン302によれば、距離センサから物体までの距離は、距離センサのレンズの主点を中心とする球面304の半径に対応する。センサは、投射点300を含む複数の投射点の中心に配置されてもよく、主点は、センサのレンズの前結節点であってもよい。

10

#### 【0024】

図3Dは、図3A-3Cの投射パターン302の全体的な形状を半球状の視野で示している。より具体的には、図3Dは、投射点300に対する投射パターンのグリッド線の配向を図示している。図示されているように、投射パターン302は、緯度線326及び経度線328のうちの1つ以上を、それぞれ所定の角度 $\eta$ 及び $\theta$ だけ回転させることによって調整されてもよい。 $\eta$ 及び $\theta$ は、投射パターン302が投射される物体の用途及び形状に応じて、等しくても等しくなくてもよい。

#### 【0025】

例えば、緯度線326は、y方向(すなわち、y軸に沿った方向)に新しい位置322にシフトしてもよい。一例では、新しい位置322への緯度線326のシフトは、緯度線326を $\eta$ の角度だけ回転させることによって達成される。

20

#### 【0026】

経度線328は、x方向(すなわち、x軸に沿った方向)に新しい位置324にシフトされてもよい。一例では、新しい位置324への経度線328のシフトは、経度線328を $\theta$ の角度だけ回転させることによって達成される。

#### 【0027】

図3Dは、このビームレイアウトによって生成され得る例示的な投射アーチファクトのいくつかを示している。緯度線326の元の位置( $\eta = 0$ の場合)と経度線328の元の位置( $\theta = 0$ の場合)との交点に位置する中心投射アーチファクト308に加えて、以下の投射アーチファクト、すなわち中心投射アーチファクト308から( $\theta, \eta$ )の座標に位置し(例えば、x方向及びy方向の両方にシフトされている)、調整されたパターンにおける中心投射アーチファクト308の新しい位置を表す投射アーチファクト330、座標( $\theta, 0$ )に位置する投射アーチファクト332、及び座標( $0, \eta$ )に位置する投射アーチファクト334も示されている。

30

#### 【0028】

図4Aは、投射点400から投射されたビームの配置の一例の側面図を示し、図4Bは、図4Aのビームの配置によって生成された投射パターン402の正面図を示す。図4A及び4Bの例では、ビームの配置は、平坦な表面404に投射されている。

40

#### 【0029】

図示されているように、投射点400は、複数のビーム406<sub>1</sub>-406<sub>m</sub>(以下、個別に「ビーム406」と呼ぶか、又は「ビーム406」と総称する)を投射する。複数のビーム406は、中心ビーム406<sub>i</sub>を含む。残りのビーム406は、中心ビーム406<sub>i</sub>からx軸に沿った両方向に、及びy軸に沿った両方向に扇状に広がる。図面を簡略化するために、第1のビーム406<sub>1</sub>と中心ビーム406<sub>i</sub>との間、及び中心ビーム406<sub>i</sub>と最後のビーム406<sub>m</sub>との間に存在し得るビーム406は、図4Aでは図示されていない。

#### 【0030】

複数のビーム406によって生成される結果パターン402は、図4Bに示すように、長方形のグリッド内に配置された複数の投射アーチファクト(例えば、ドット)を含む。

50

グリッドの行は、図示された座標系の $x$ 軸に沿って延び、グリッドの列は $y$ 軸に沿って延びる。行及び列は、所定の規則（例えば、等しい角度間隔、等しい正弦値間隔など）に従って間隔をおいて、中心ビーム $406_i$ からの $x$ 軸及び $y$ 軸に対応する方位に配置される。

【0031】

投射アーチファクトは、千鳥状のパターン（例えば、行又は列に沿ったすべての投射アーチファクトが平行にならないように各行又は列が隣接する行又は列からオフセットされている）で配置されてもよいし、連続したパターン（例えば、行又は列に沿ったすべての投射アーチファクトが平行になるように各行又は列が隣接する行又は列と整列している）で配置されていてもよい。投射アーチファクトのパターンが千鳥状であろうと連続的であろうと、パターンは規則的であり（すなわち、投射アーチファクトの配置は、ランダムではなく規則的である）、中心ビーム $406_i$ によって生成された中心投射アーチファクト $408$ から外方に延びていてもよい。中心投射アーチファクト $408$ は、経度線 $410$ と緯度線 $412$ との交点に位置し、パターン $402$ の「原点」と見なされてもよい。

10

【0032】

図4Cは、図4A及び4Bのパターン $402$ が平面 $404$ に投射されたときの図4A及び図4Bの投射アーチファクトの軌跡 $414$ の正面図を示す。図示されているように、軌跡 $414$ は重なり合っていない。

【0033】

図4Cはまた、投射点 $400$ に対するレンズ $416$ の位置を示す。ベースライン $418$ によって示されるように、投射点 $400$ は、レンズ $416$ から半径方向又は $x$ 方向にある程度の距離 $a$ の位置にある。しかし、 $y$ 方向においては、投射点 $400$ の位置とレンズとの間の差はゼロである。言い換えれば、レンズ $416$ 及び投射点 $400$ は、例えば、投射点 $400$ が、撮像装置の光軸の方向において、レンズの撮像装置の主点（例えば、前結節点）と水平になるように、同じ平面内に取り付けられていてもよい。

20

【0034】

図5Aは、投射点 $500$ から投射されるビームの配置の一例の側面図を示し、図5Bは、図5Aのビームの配置によって生成される投射パターン $502$ の正面図を示す。図5A及び5Bの例では、ビームの配置は、球面 $504$ 、すなわち、丸みを帯びた（平坦でない）形状を有する表面に投射される。

【0035】

30

図示されているように、投射点 $500$ は、複数のビーム $506_1 - 506_m$ （以下、個別に「ビーム $506$ 」と呼ぶか、又は「ビーム $506$ 」と総称する）を投射する。複数のビーム $506$ は、中心ビーム $506_i$ を含む。残りのビーム $506$ は、中心ビーム $506_i$ から $x$ 軸に沿った両方向に、及び $y$ 軸に沿った両方向に扇状に広がる。図面を簡略化するために、第1のビーム $506_1$ と中心ビーム $506_i$ との間、及び中心ビーム $506_i$ と最後のビーム $506_m$ との間に存在し得るビーム $506$ は、図5Aでは図示されていない。

【0036】

複数のビーム $506$ によって生成される結果パターン $502$ は、図5Bに示すように、長方形のグリッド内に配置された複数の投射アーチファクト（例えば、ドット）を含む。グリッドの行は、図示された座標系の $x$ 軸に沿って延び、グリッドの列は $y$ 軸に沿って延びる。行及び列は、所定の規則（例えば、等しい角度間隔、等しい正弦値間隔など）に従って間隔をおいて、中心ビーム $506_i$ からの $x$ 軸及び $y$ 軸に対応する方位に配置される。

40

【0037】

投射アーチファクトは、千鳥状のパターン（例えば、行又は列に沿ったすべての投射アーチファクトが平行にならないように各行又は列が隣接する行又は列からオフセットされている）で配置されてもよいし、連続したパターン（例えば、行又は列に沿ったすべての投射アーチファクトが平行になるように各行又は列が隣接する行又は列と整列している）で配置されていてもよい。投射アーチファクトのパターンが千鳥状であろうと連続的であろうと、パターンは規則的であり（すなわち、投射アーチファクトの配置は、ランダムではなく規則的である）、中心ビーム $506_i$ によって生成された中心投射アーチファクト

50

508から外方に延びていてもよい。中心投射アーチファクト508は、経度線510と緯度線512との交点に位置し、パターン502の「原点」と見なされてもよい。

【0038】

図5Cは、平面516に投射された図5A及び5Bの投射パターン502の側面図を示し、図5Dは、平面516に投射された図5A及び5Bの投射パターン502の正面図を示す。図5Cに図示されているように、パターン502が平面516に投射されているときとは異なり、パターン502は曲がっている。以下の図5Eに関連して議論されるように、これは、投射アーチファクトの軌跡が重なり合うことを引き起こす可能性がある。これは、パターン502が球面504に投射され、その一般的に長方形のグリッド形状を維持する、図5A及び5Bの例とは対照的である。

10

【0039】

図5Eは、図5A-5Dのパターン502が平面520に投射されたときの、図5A-5Dの投射アーチファクトの軌跡514の正面図を示す。図示されているように、軌跡514は、平面520に投射されたときに重なっている。

【0040】

図5Eはまた、投射点500に対するレンズ516の位置も示している。ベースライン518によって示されるように、投射点500は、レンズ516から半径方向又はx方向にある程度の距離aの位置にある。しかし、y方向においては、投射点500の位置とレンズ516との間の差はゼロである。言い換えれば、レンズ516及び投射点500は、例えば、投射点500が、撮像装置の光軸の方向において、レンズの撮像装置の主点（例えば、前結節点）と水平になるように、同じ平面内に取り付けられていてもよい。

20

【0041】

図5Fは、図5A-5Eの投射パターン502の全体的な形状を半球状の視野で示している。より具体的には、図5Fは、投射点500に対する投射パターンのグリッド線の配向を図示している。図示されているように、投射パターン502は、緯度線526及び経度線528のうちの1つ以上を、それぞれ所定の角度 $\eta$ 及び $\theta$ だけ回転させることによって調整されてもよい。 $\eta$ 及び $\theta$ は、投射パターン502が投射される物体の用途及び形状に応じて、等しくても等しくなくてもよい。

【0042】

例えば、緯度線526は、y方向（すなわち、y軸に沿った方向）に新しい位置522にシフトしてもよい。一例では、新しい位置522への緯度線526のシフトは、緯度線526を $\eta$ の角度だけ回転させることによって達成される。

30

【0043】

経度線528は、x方向（すなわち、x軸に沿った方向）に新しい位置524にシフトされてもよい。一例では、新しい位置524への経度線528のシフトは、経度線528を $\theta$ の角度だけ回転させることによって達成される。

【0044】

図5Fは、このビームレイアウトによって生成され得る例示的な投射アーチファクトのいくつかを示している。緯度線526の元の位置（ $\theta = 0$ の場合）と経度線528の元の位置（ $\eta = 0$ の場合）との交点に位置する中心投射アーチファクト508に加えて、以下の投射アーチファクト、すなわち中心投射アーチファクト508から（ $\theta, \eta$ ）の座標に位置し（例えば、x方向及びy方向の両方にシフトされている）、調整されたパターンにおける中心投射アーチファクト508の新しい位置を表す投射アーチファクト530、座標（0,  $\eta$ ）に位置する投射アーチファクト532、及び座標（ $\theta, 0$ ）に位置する投射アーチファクト534も示されている。

40

【0045】

図6Aは、投射点600から投射されるビームの配置の一例の側面図を示し、図6Bは、図6Aのビームの配置によって生成される投射パターン602の正面図を示す。図6A及び6Bの例では、ビームの配置は、球面604、すなわち、丸みを帯びた（平坦でない）形状を有する表面に投射される。

50

## 【 0 0 4 6 】

図示されているように、投射点 6 0 0 は、複数のビーム 6 0 6<sub>1</sub> - 6 0 6<sub>m</sub>（以下、個別に「ビーム 6 0 6」と呼ぶか、又は「ビーム 6 0 6」と総称する）を投射する。複数のビーム 6 0 6 は、中心ビーム 6 0 6<sub>i</sub>を含む。残りのビーム 6 0 6 は、中心ビーム 6 0 6<sub>i</sub>から x 軸に沿った両方向に、及び y 軸に沿った両方向に扇状に広がる。図面を簡略化するために、第 1 のビーム 6 0 6<sub>1</sub>と中心ビーム 6 0 6<sub>i</sub>との間、及び中心ビーム 6 0 6<sub>i</sub>と最後のビーム 6 0 6<sub>m</sub>との間に存在し得るビーム 6 0 6 は、図 6 A では図示されていない。

## 【 0 0 4 7 】

複数のビーム 6 0 6 によって生成される結果パターン 6 0 2 は、図 6 B に示すように、長方形のグリッド内に配置された複数の投射アーチファクト（例えば、ドット）を含む。グリッドの行は、図示された座標系の x 軸に沿って延び、グリッドの列は y 軸に沿って延びる。行及び列は、所定の規則（例えば、等しい角度間隔、等しい正弦値間隔など）に従って間隔をおいて、中心ビーム 6 0 6<sub>i</sub>からの x 軸及び y 軸に対応する方位に配置される。

10

## 【 0 0 4 8 】

投射アーチファクトは、千鳥状のパターン（例えば、行又は列に沿ったすべての投射アーチファクトが平行にならないように各行又は列が隣接する行又は列からオフセットされている）で配置されてもよいし、連続したパターン（例えば、行又は列に沿ったすべての投射アーチファクトが平行になるように各行又は列が隣接する行又は列と整列している）で配置されていてもよい。

## 【 0 0 4 9 】

投射アーチファクトのパターンが千鳥状であろうと連続的であろうと、パターンは規則的であり（すなわち、投射アーチファクトの配置は、ランダムではなく規則的である）、中心ビーム 6 0 6<sub>i</sub>によって生成された中心投射アーチファクト 6 0 8 から外方に延びていてもよい。中心投射アーチファクト 6 0 8 は、経度線 6 1 0 と緯度線 6 1 2 との交点に位置し、パターン 6 0 2 の「原点」と見なされてもよい。

20

## 【 0 0 5 0 】

一例では、パターン 6 0 2 が中心投射アーチファクト 6 0 8 を中心とする球面 6 0 4 上に投射されているとき、パターン 6 0 2 は、図 6 B に示すように、地球の赤道の真上から地球の経度（例えば、子午線）及び緯度（例えば、赤道）線を直接見ることに似た形状になり得る。

30

## 【 0 0 5 1 】

図 6 C は、平面に投射された図 6 A 及び 6 B の投射パターン 6 0 2 の側面図を示し、図 6 D は、平面に投射された図 6 A 及び 6 B の投射パターン 6 0 2 の正面図を示す。

## 【 0 0 5 2 】

図 6 E は、図 6 A - 6 D のパターン 6 0 2 が平面 6 1 4 に投射されたときの、図 6 A - 6 D の投射アーチファクトの軌跡 6 2 0 の正面図を示す。図示されているように、軌跡 6 2 0 は重なり合っていない。

## 【 0 0 5 3 】

図 6 E はまた、投射点 6 0 0 に対するレンズ 6 1 6 の位置も示している。ベースライン 6 1 8 によって示されるように、投射点 6 0 0 は、レンズ 6 1 6 から半径方向又は x 方向にある程度の距離 a の位置にある。しかし、y 方向においては、投射点 6 0 0 の位置とレンズ 6 1 6 との間の差はゼロである。言い換えれば、レンズ 6 1 6 及び投射点 6 0 0 は、例えば、投射点 6 0 0 が、撮像装置の光軸の方向において、レンズの撮像装置の主点（例えば、前結節点）と水平になるように、同じ平面内に取り付けられていてもよい。

40

## 【 0 0 5 4 】

図 7 は、本開示の例示的な投射ビームアライメントを示す。特に、図 7 は、レンズ / 撮像デバイスの前結節点 7 0 0、第 1 の投射点 7 0 2<sub>1</sub>、及び第 2 の投射点 7 0 2<sub>2</sub>を含む距離センサの様々な構成要素を示している。

## 【 0 0 5 5 】

図示されるように、前結節点 7 0 0 は、第 1 の投射点 7 0 2<sub>1</sub>及び第 2 の投射点 7 0 2<sub>2</sub>

50

のそれぞれから（例えば、 $x$  軸に沿って）横方向の距離  $a$  だけ離れた位置に配置される。第 1 の投射点 702<sub>1</sub> 及び第 2 の投射点 702<sub>2</sub> は、（例えば、 $z$  軸に沿って）前結節点 700 の後方に距離  $b$  だけ離れた位置に配置されている。さらに、第 1 の投射点 702<sub>1</sub> と第 2 の投射点 702<sub>2</sub> との間（及び距離センサの一部であり得る任意の他の投射点間）には、角度  $\omega$  が定義されている。

【0056】

第 1 の投射点 702<sub>1</sub> を例にとると、第 1 の投射点 702<sub>1</sub> は、中心ビーム 704 を含む複数の光ビームを投射する。簡略化のために、中心ビーム 704 のみが図 7 に示されている。中心ビーム 704 は、複数のビームによって生成される投射パターン 706 の中心投射アーチファクト 706 を生成する。単純化のために、中心投射アーチファクト 706 のみが

10

【0057】

第 1 の投射点 702<sub>1</sub> に対する中心ビーム 704 の向きは、複数の角度によって記述されてもよい。例えば、中心ビーム 704 によって定義される平面 708 と、前結節点 700 の中心軸 712 及び第 1 の投射点 702<sub>1</sub> を通る放射状線 710 との間に角度  $\alpha$  が定義されてもよい。

【0058】

回転軸  $\varepsilon$  は、中心投射アーチファクト 706 の位置を調整するために、中心ビーム 706 をどのように回転させ得るかを示している。中心ビームは、 $y$  軸に沿った角度  $\theta$  及び / 又は  $x$  軸に沿った角度  $\eta$  によって回転されてもよい。さらに、中心ビーム 706 と第 1 の投射点 702<sub>1</sub> を通る線との間に、前結節点 700 の中心軸 712 と平行な角度で  $\delta$  の角度が定義されている。

20

【0059】

図 8 は、センサから物体までの距離を計算するための例示的な方法 800 のフロー図を示す。一実施形態では、方法 800 は、図 9 に図示され、以下に論じられるように、撮像センサ（距離センサの任意の撮像センサなど）又は汎用コンピューティングデバイスに統合されたプロセッサによって実行されてもよい。

【0060】

方法 800 は、ステップ 802 で始まる。ステップ 804 では、投射パターンが、距離センサの投射点から物体に投射され得る。上述したように、投射パターンは、複数のビームが物体に入射したときに、投射アーチファクトのパターン（例えば、ドット、ダッシュ、 $X$ 's など）が少なくとも撮像センサによって視認されるように、投射点から複数のビームを投射することによって作成されてもよい。このパターンは、投射アーチファクトが配置される（例えば、複数の行及び複数の列としての）長方形のグリッドを含み得る。

30

【0061】

また、上述したように、投射パターンの中心投射アーチファクトは、投射パターンの経度線（例えば、中心の列）と緯度線（例えば、中心の行）との交点に作成される。

【0062】

ステップ 806 において、経度線及び緯度線の少なくとも一方が投射される角度は、投射パターンの形状を調整するために所定の量だけ回転させてもよく、その結果、調整された投射パターンが物体に投射される。一例では、投射パターンの形状は、投射パターンが投射される物体の形状を補正するように調整される。例えば、物体が球形又は丸みを帯びた表面を有する場合、適切に調整されないと、投射パターンが歪んで見えることがある。この歪みは、いくつかの投射アーチファクトの軌跡が重なり合う原因となることがある。一例では、経度線は、第 1 の所定角度だけ元の位置から回転されてもよく、緯度線は、第 2 の所定角度だけ元の位置から回転される。第 1 の所定角度と第 2 の所定角度とは、等しくてもよいし、等しくなくてもよい。

40

【0063】

ステップ 808 では、物体の少なくとも 1 つの画像が撮影され得る。調整された投射パターンの少なくとも一部は、物体の表面上で視認可能であってもよい。

50

## 【 0 0 6 4 】

ステップ 8 1 0 では、ステップ 8 0 8 で撮影された画像からの情報を使用して、距離センサから物体までの距離が計算されてもよい。一実施形態では、三角測量技術が距離を計算するために使用される。例えば、投射パターンを構成する複数の投射アーチファクトの間の位置関係を計算の基礎として使用することができる。

## 【 0 0 6 5 】

方法 8 0 0 は、ステップ 8 1 2 で終了する。方法 8 0 0 は、距離センサの追加の投射点について（平行して、又は順次に）繰り返されてもよい。

## 【 0 0 6 6 】

明示的に規定されていないが、上述した方法 8 0 0 のブロック、機能、又は操作のいくつかは、特定のアプリケーションのために格納、表示、及び／又は出力することを含み得ることに留意すべきである。言い換えれば、方法 8 0 0 で論じられた任意のデータ、レコード、フィールド、及び／又は中間結果は、特定のアプリケーションに応じて、別のデバイスに格納、表示、及び／又は出力することができる。さらに、決定操作を列挙する、又は決定を伴う図 8 のブロック、機能、又は操作は、決定操作の両方の分岐が実行されることを意味するものではない。言い換えれば、決定操作の結果によっては、決定操作の分岐のいずれかが実行されない場合がある。

10

## 【 0 0 6 7 】

図 9 は、センサから物体までの距離を計算するための例示的な電子デバイス 9 0 0 の高レベルブロック図を描いている。このように、電子デバイス 9 0 0 は、距離センサなどの電子デバイス又はシステムのプロセッサとして実装されてもよい。

20

## 【 0 0 6 8 】

図 9 に描かれているように、電子デバイス 9 0 0 は、例えば中央処理装置（CPU）、マイクロプロセッサ、又はマルチコアプロセッサなどのハードウェアプロセッサ要素 9 0 2 と、例えばランダムアクセスメモリ（RAM）及び／又は読み取り専用メモリ（ROM）などのメモリ 9 0 4 と、センサから物体までの距離を計算するためのモジュール 9 0 5 と、例えばテープドライブ、フロッピードライブ、ハードディスクドライブ又はコンパクトディスクドライブを含むがこれらに限定されないストレージデバイス、受信機、送信機、ディスプレイ、出力ポート、入力ポート、及びキーボード、キーパッド、マウス、マイクなどのユーザ入力デバイスなどの様々な入出力デバイス 9 0 6 と、を含む。

30

## 【 0 0 6 9 】

1 つのプロセッサ要素が示されているが、電子デバイス 9 0 0 は複数のプロセッサ要素を採用してもよいことに留意すべきである。さらに、図には 1 つの電子デバイス 9 0 0 が示されているが、上記の方法が特定の例示的な例について分散型又は並列方式で実装される場合、すなわち、上記の方法のブロック又は方法全体が複数の又は並列の電子デバイスにわたって実装される場合、この図の電子デバイス 9 0 0 は、それらの複数の電子デバイスのそれぞれを表すことを意図している。

## 【 0 0 7 0 】

本開示は、機械可読命令及び／又は機械可読命令とハードウェアとの組合せにより、例えば、特定用途集積回路（ASIC）、フィールドプログラマブルゲートアレイ（FPGA）を含むプログラマブルロジックアレイ（PLA）、又はハードウェアデバイス上に配置されたステートマシン、汎用コンピュータ又は任意の他のハードウェア等価物を使用して実装することができ、例えば、上記で論じられた方法に関するコンピュータ可読命令は、上記で開示された方法のブロック、機能、及び／又は動作を実行するようにハードウェアプロセッサを構成するために使用され得ることに留意すべきである。

40

## 【 0 0 7 1 】

一例では、センサから物体までの距離を計算するための現在のモジュール又はプロセス 9 0 5 のための命令及びデータ、例えば機械可読命令は、メモリ 9 0 4 にロードされ、方法 8 0 0 に関連して上で議論されたようなブロック、機能又は操作を実施するためにハードウェアプロセッサ要素 9 0 2 によって実行され得る。さらに、ハードウェアプロセッサ

50

が「操作」を実行するための命令を実行する場合、これは、ハードウェアプロセッサが直接操作を実行すること、及び／又は操作を実行するために、別のハードウェアデバイス又は構成要素、例えばコプロセッサなどを促進し、指示し、又は協働することを含み得る。

【 0 0 7 2 】

上述の方法に関連する機械可読命令を実行するプロセッサは、プログラムされたプロセッサ又は特殊なプロセッサとして認識することができる。このように、本開示のセンサから物体までの距離を計算するための本開示のモジュール 9 0 5 は、有形又は物理的なく（広くは非一時的な）コンピュータ可読記憶装置又は媒体、例えば、揮発性メモリ、不揮発性メモリ、ROMメモリ、RAMメモリ、磁気ドライブ又は光学ドライブ、デバイス又はディスクなど記憶することができる。より具体的には、コンピュータ可読記憶装置は、プロセッサ、又はコンピュータ又は安全センサシステムのコントローラなどの電子デバイスによってアクセスされるデータ及び／又は命令などの情報を格納する機能を提供する任意の物理デバイスを含み得る。

10

【 0 0 7 3 】

上記に開示された特徴及び機能並びに他の特徴及び機能の変形、又はそれらの代替物は、他の多くの異なるシステム又はアプリケーションに組み合わせることができることが理解されよう。現時点で不測の又は予期されない様々な代替、修正、又は変更がその後行われる可能性があり、これらも以下の特許請求の範囲に含まれることが意図されている。

20

30

40

50

【図面】

【図 1】

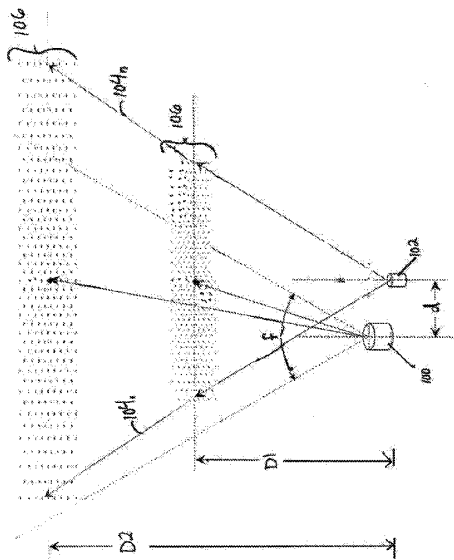


FIG. 1

【図 2】

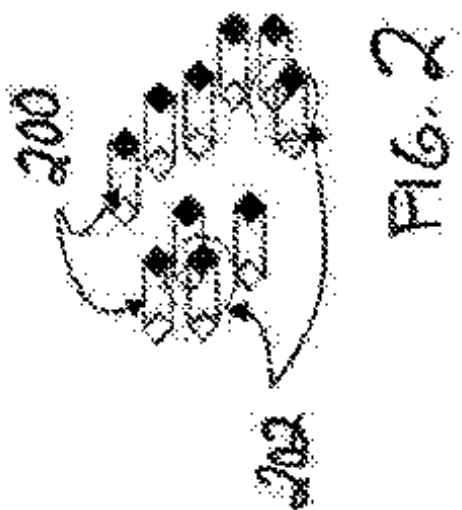


FIG. 2

【図 3 A - 3 C】

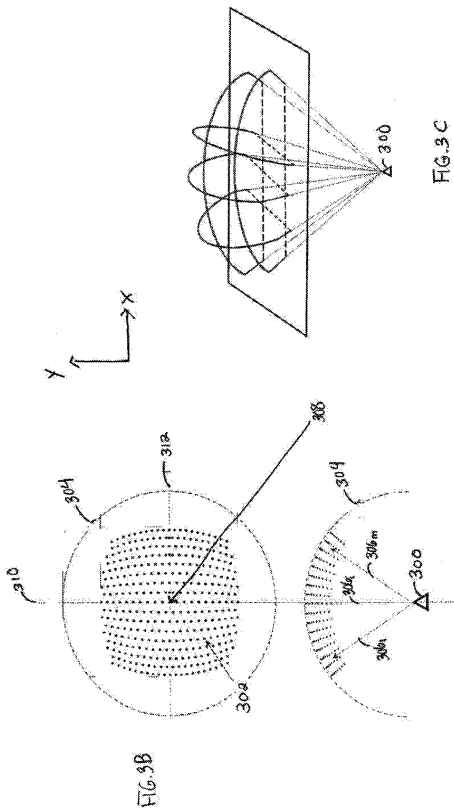


FIG. 3A

【図 3 D】

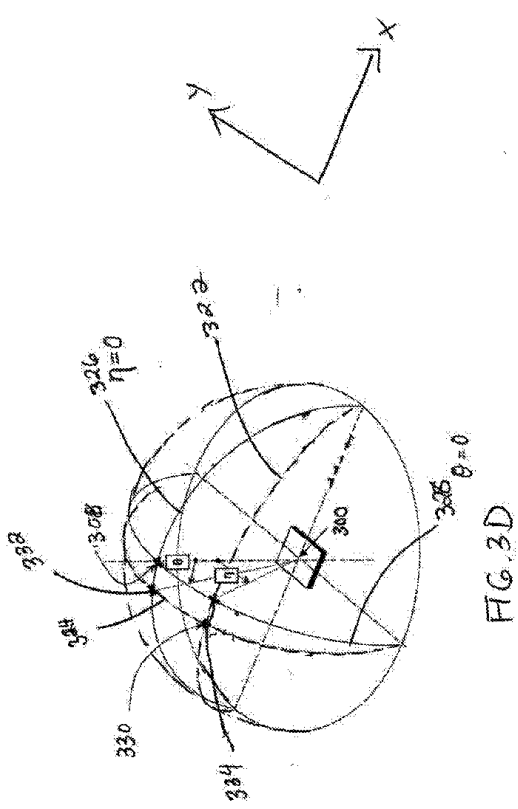
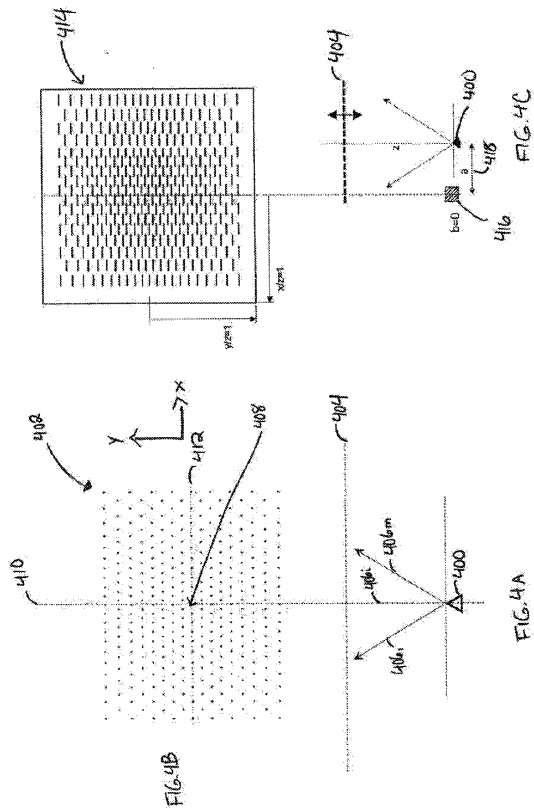
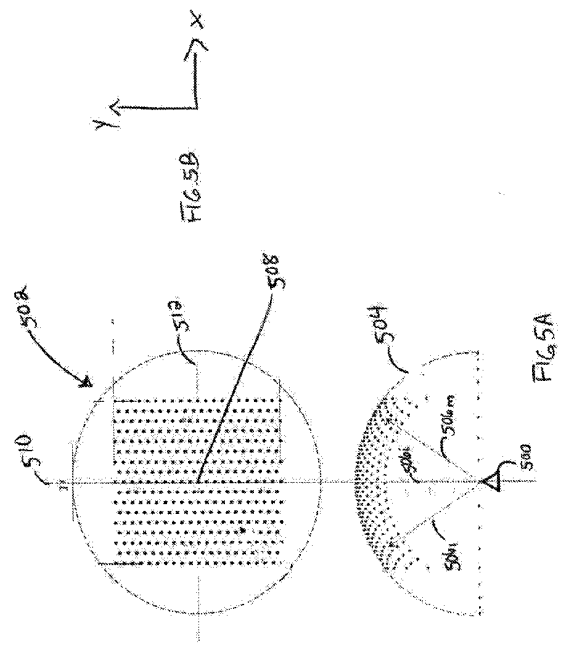


FIG. 3D

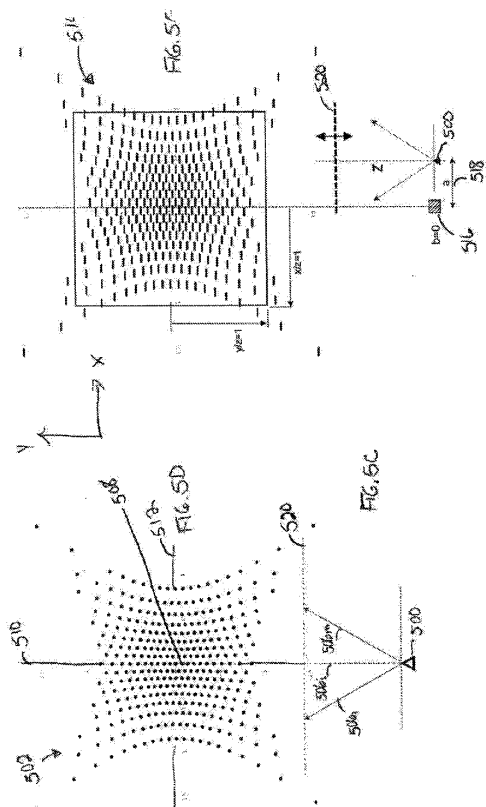
【 図 4 A - 4 C 】



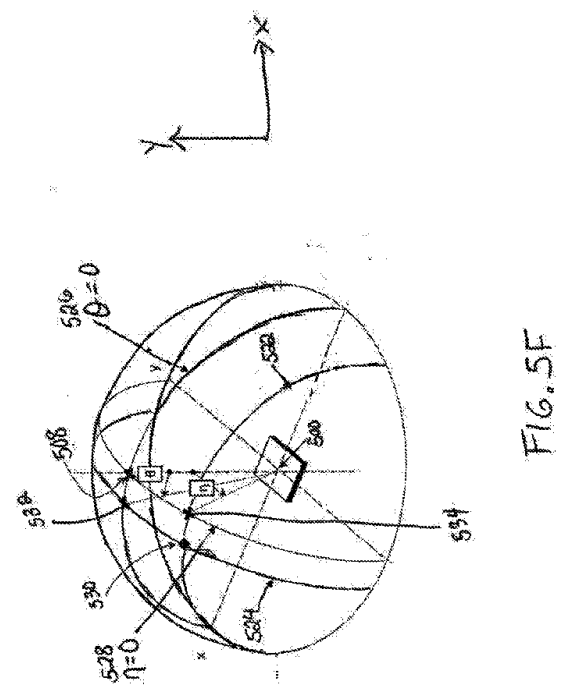
【 図 5 A - 5 B 】



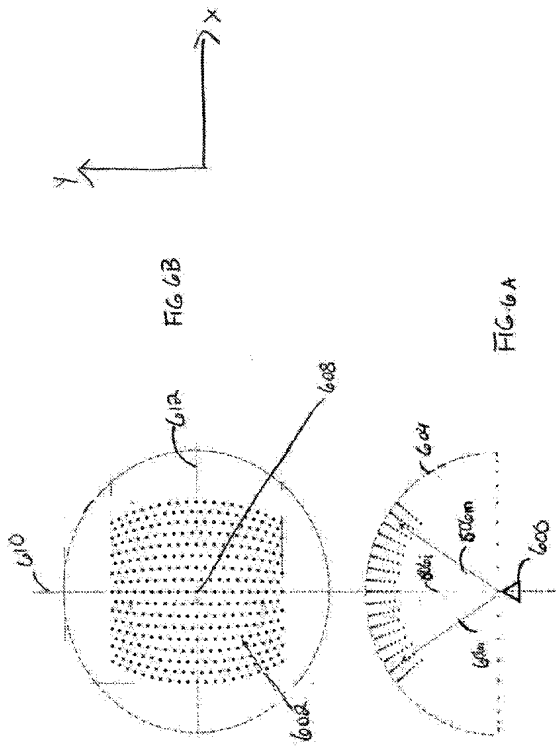
【 図 5 C - 5 E 】



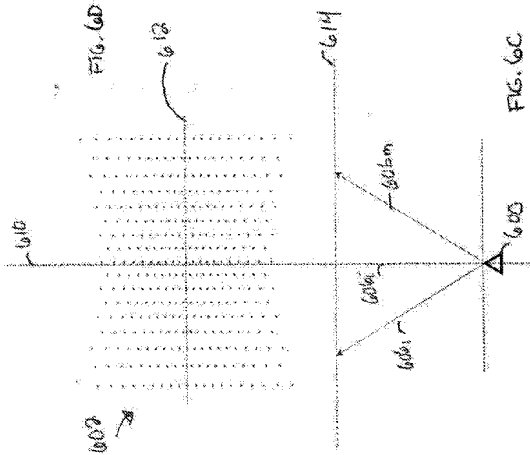
【 図 5 F 】



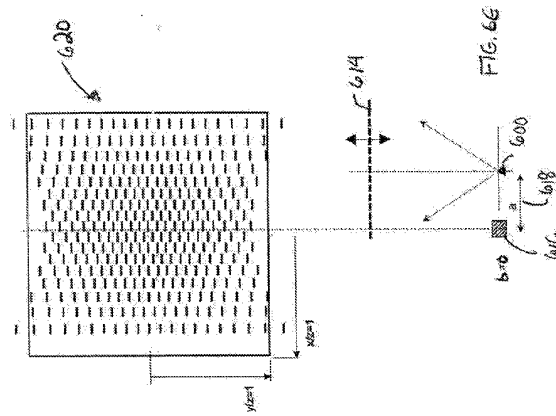
【図 6 A - 6 B】



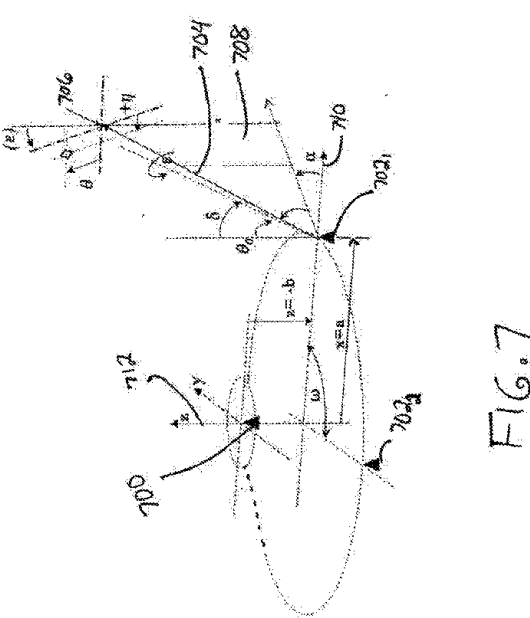
【図 6 C - 6 D】



【図 6 E】



【図 7】



10

20

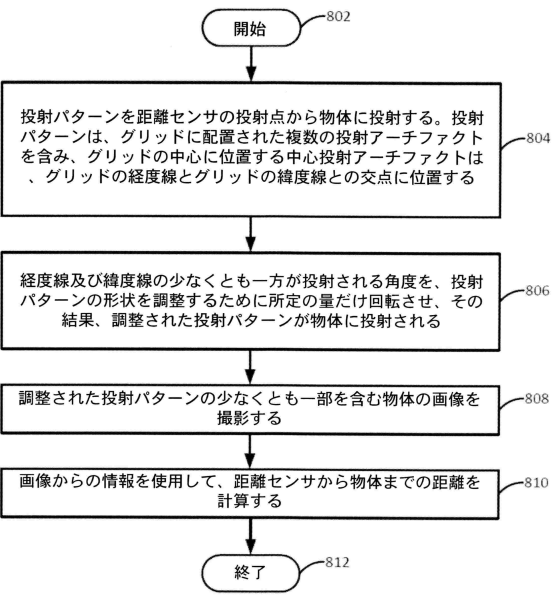
30

40

50

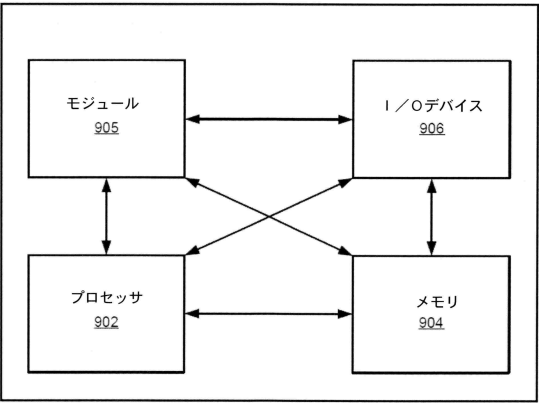
【図 8】

800



【図 9】

900



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献      国際公開第 2 0 1 6 / 1 8 2 9 8 5 ( W O , A 1 )  
                    特開 2 0 1 6 - 1 6 6 8 1 0 ( J P , A )  
                    特表 2 0 1 1 - 5 0 4 5 8 6 ( J P , A )  
                    米国特許出願公開第 2 0 1 7 / 0 1 5 0 1 2 4 ( U S , A 1 )
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
- G 0 1 B    1 1 / 2 5  
                    G 0 6 T    7 / 5 2 1