

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2014-178314

(P2014-178314A)

(43) 公開日 平成26年9月25日(2014.9.25)

(51) Int.Cl.

G O 1 B 11/00 (2006.01)

F 1

G O 1 B 11/00

A

テーマコード(参考)

2 F O 6 5

審査請求 未請求 請求項の数 20 O L (全 17 頁)

(21) 出願番号 特願2014-43382(P2014-43382)
 (22) 出願日 平成26年3月6日(2014.3.6)
 (31) 優先権主張番号 13/795,002
 (32) 優先日 平成25年3月12日(2013.3.12)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(71) 出願人 506388923
 ジーイー・アビエイション・システムズ・
 エルエルシー
 アメリカ合衆国 ミシガン州 49512
 , グランド ラピッズ, エス. イー., パ
 ターソン アベニュー. 3290
 (74) 代理人 100137545
 弁理士 荒川 聰志
 (74) 代理人 100105588
 弁理士 小倉 博
 (74) 代理人 100129779
 弁理士 黒川 俊久
 (74) 代理人 100113974
 弁理士 田中 拓人

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】第1の相対基準フレームを画定するグリッドの形成方法

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】ナビゲーションシステム等において、2つのオブジェクトの間の距離や相対的姿勢(ピッチ、ヨー、ロール)を高い信頼性と低コストで求めること。

【解決手段】第1の相対基準フレームを画定するグリッドの形成方法を提供する。空間の中へ第1のオブジェクト10から複数の変調された線を投影し、第1の相対基準フレーム14を画定するグリッドを形成する方法である。この方法は、空間の中へ第1のオブジェクト10から水平グリッド線22, 24と垂直グリッド線18, 20と同時に投影してグリッド線の組を形成するステップと、それぞれが第1および第2のグリッドワードを有するように水平グリッド線22, 24と垂直グリッド線18, 20とを変調するステップと、を含む。

【選択図】図1

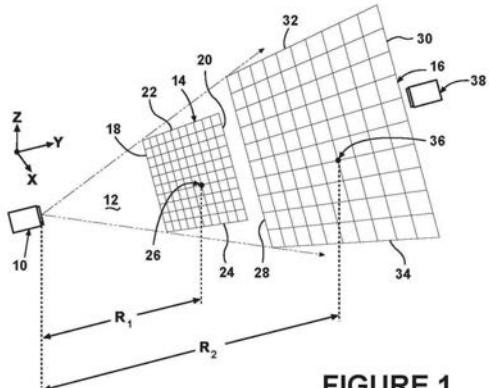


FIGURE 1

【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

空間の中へグリッド生成器(10)から複数の変調された線を投影し、第1の相対基準フレームを画定するグリッドを形成する方法であって、

空間の中へ前記グリッド生成器(10)から水平グリッド線と垂直グリッド線とを同時に投影し、グリッド線の組を形成するステップと、

変調されたビット数で構成される第1のグリッドワードを運ぶように前記水平グリッド線を変調し、前記変調された第1のグリッドワードによって、前記グリッドの中にある前記水平グリッド線を識別するステップと、

変調されたビット数で構成される第2のグリッドワードを運ぶように前記垂直グリッド線を変調し、前記変調された第2のグリッドワードによって、前記グリッドの中にある前記垂直グリッド線を識別するステップと、を含んでおり、

前記水平グリッド線と前記垂直グリッド線とは、第2のオブジェクトによる前記水平グリッド線と前記垂直グリッド線とのそれぞれの検出において役立つように一意的に識別可能である方法。

【請求項 2】

前記水平グリッド線と前記垂直グリッド線とが重なり合い、前記グリッドの一部を形成する、請求項1記載の方法。

【請求項 3】

水平および垂直グリッド線の追加的な複数の組を順に同時に投影し、前記グリッドの追加的な組を形成するステップを更に含む、請求項2記載の方法。

【請求項 4】

水平および垂直グリッド線の前記追加的な複数の組が空間において相互から物理的に離間している、請求項3記載の方法。

【請求項 5】

前記水平グリッド線と前記垂直グリッド線とが波長に基づき一意的に識別可能であり、前記水平グリッド線が第1の波長で投影され、前記垂直グリッド線が第2の波長で投影される、請求項1記載の方法。

【請求項 6】

前記水平グリッド線が前記第1の波長で第1のビーム生成器により投影され、前記垂直グリッド線が前記第2の波長で第2のビーム生成器により投影される、請求項5記載の方法。

【請求項 7】

前記第2のオブジェクトによる前記検出が、前記第1の波長を通過させる第1の光フィルタと前記第2の波長を通過させる第2の光フィルタとを用いる、請求項5記載の方法。

【請求項 8】

前記水平グリッド線と前記垂直グリッド線とが偏光に基づき一意的に識別可能である、請求項1記載の方法。

【請求項 9】

前記水平グリッド線と前記垂直グリッド線との一方が第1の向きを有する偏光した電場を用いて投影され、前記水平グリッド線と前記垂直グリッド線との他方が前記第1の向きとは異なる第2の向きを有する偏光した電場を用いて投影される、請求項8記載の方法。

【請求項 10】

前記第1の向きが水平と垂直との一方であり、前記第2の向きが水平と垂直との他方である、請求項9記載の方法。

【請求項 11】

前記第2のオブジェクトによる前記検出が、水平偏光のための第1の線形偏光器・検出器と垂直偏光のための第2の線形偏光器・検出器とを用いる、請求項10記載の方法。

【請求項 12】

前記水平グリッド線と前記垂直グリッド線との一方が右手円偏光された電場を用いて投影

10

20

30

40

50

され、前記水平グリッド線と前記垂直グリッド線との他方が左手円偏光された電場を用いて投影される、請求項 8 記載の方法。

【請求項 13】

前記水平グリッド線と前記垂直グリッド線とを同時に投影する前記ステップは、単一のビーム光を放出する照射源から前記水平および垂直グリッド線を投影するステップを含む、請求項 12 記載の方法。

【請求項 14】

前記単一の光ビームにビームシャイバを通過させるステップを更に含む、請求項 13 記載の方法。

【請求項 15】

前記照射源がレーザである、請求項 13 記載の方法。

10

【請求項 16】

検流計を用いて前記単一の光ビームを走査し、前記水平グリッド線と前記垂直グリッド線との少なくとも一方を形成するステップを更に含む、請求項 13 記載の方法。

【請求項 17】

偏光ビームスプリッタを用いて前記単一のビームを分光し、偏光された水平グリッド線と偏光された垂直グリッド線とを前記単一のビームから作成するステップを更に含む、請求項 16 記載の方法。

【請求項 18】

ミラーを用い、前記偏光された水平グリッド線と前記偏光された垂直グリッド線と同じ平面内に投影するステップを更に含む、請求項 17 記載の方法。

20

【請求項 19】

それぞれの円偏光状態にするために、前記線形偏光された水平グリッド線の変換には左手円偏光器が用いられ、前記線形偏光された垂直グリッド線の変換には右手円偏光器が用いられる、請求項 18 記載の方法。

【請求項 20】

前記第 2 のオブジェクトによる前記検出は、右手円偏光された光には第 1 の右手円偏光器 - 検出器を、左手円偏光された光には第 2 の左手円偏光器 - 検出器を用いる、請求項 19 記載の方法。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、第 1 の相対基準フレームを画定するグリッドの形成方法に関する。

【背景技術】

【0002】

相対ナビゲーションシステムは、倉庫または工場環境、空中給油、および宇宙でのドッキングでの自律車両ナビゲーションなど、様々な応用例に対して有用である。一部の応用例では、2つのオブジェクトの間の距離のみが要求される。他の応用例では、2つのオブジェクトの間の距離と相対的姿勢（ピッチ、ヨー、およびロール）との両方が要求される。そのような応用例では、高い信頼性と低コストとが望まれる。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【特許文献 1】米国特許第 7,681,839 号明細書

【発明の概要】

【0004】

ある実施形態では、本発明は、空間の中へグリッド生成器 10 から複数の変調された線を投影し、第 1 の相対基準フレームを画定するグリッドを形成する方法に関する。この方法は、空間の中へグリッド生成器 10 から水平グリッド線と垂直グリッド線とを同時に投影し、グリッド線の組を形成するステップと、第 1 および第 2 のグリッドワードをそれぞ

50

れ有するように水平グリッド線と垂直グリッド線を変調するステップと、を含み、水平グリッド線と垂直グリッド線とは、第2のオブジェクトによる水平グリッド線と垂直グリッド線とのそれぞれの検出において役立つように一意的に識別可能である。

【図面の簡単な説明】

【0005】

【図1】本発明の実施形態によりグリッドを投影することができるグリッド生成器から空間の中に投影されたグリッドの例示的な図である。

【図2】本発明の一実施形態によりグリッド生成器から空間の中へ水平グリッド線と垂直グリッド線とを同時に投影する方法を示す流れ図である。

【図3】本発明の一実施形態による、一意的に識別可能である水平グリッド線と垂直グリッド線とを同時に投影することができるグリッド生成器の概略図である。 10

【図4】本発明の別の実施形態による、一意的に識別可能である水平グリッド線と垂直グリッド線とを同時に投影することができるグリッド生成器の概略図である。

【図5】本発明の更に別の実施形態による、一意的に識別可能である水平グリッド線と垂直グリッド線とを同時に投影することができるグリッド生成器の概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0006】

図1は、グリッド生成器10を図解しており、このグリッド生成器10は、複数の交差する線などのグリッドを、送信フィールド12の内部の空間の中に投影している。図解されているように、投影されたグリッドは、交差する線で構成される。グリッド生成器10からある距離だけ離れた地点では、これらの交差する線は空間におけるグリッドとして観察され、グリッドの大きさはグリッド生成器10から離れるにつれて増加する。 20

【0007】

説明のため、グリッド生成器10は、実質的に、図解されている座標系のy方向に交差する線を投影していると考えることができる。ある人が、グリッド生成器10からある距離R₁だけ離れたx-z平面における交差する線の投影を観察する場合には、その人は、第1のグリッド14を観察することになるであろう。ある人が、グリッド生成器10から第1の距離R₁よりも大きなある距離R₂だけ離れたx-z平面における交差する線の同じ投影を観察する場合には、その人は、第1のグリッド14よりも相対的に大きな外観を呈する第2のグリッド16を観察することになるであろう。 30

【0008】

グリッド生成器10から距離R₁だけ離れている第1のグリッド14は、第1の垂直線18と第2の垂直線20とにより、水平方向において空間的に制約されている。第1の垂直線18と第2の垂直線20との間には、空間的かつ一時的に生成された複数の垂直線が存在する。グリッド生成器10から距離R₁だけ離れている第1のグリッド14は、第1の水平線22と第2の水平線24とによって、垂直方向に空間的に制約されている。第1の水平線22と第2の水平線24との間には、空間的かつ一時的に複数の水平線が存在する。距離R₁は、第1のグリッド14とグリッド生成器10との間の任意の距離である。便宜上、示されているように、この距離は、第1のグリッド14上の点26とグリッド生成器10との間で決められる。 40

【0009】

グリッド生成器10から距離R₂だけ離れている第2のグリッド16は、すべての実際的な目的に関して第1のグリッド14と同一であるが、第1のグリッド14よりも、グリッド生成器10から更に離れた距離にある。第2のグリッド16は、第2のグリッド16の第1の垂直線28と第2のグリッド16の第2の垂直線30とにより、水平方向において空間的に制約されている。第2のグリッド16の第1の垂直線28と第2のグリッド16の第2の垂直線30との間には、空間的かつ一時的に生成された複数の垂直線が存在する。グリッド生成器10から距離R₂だけ離れている第2のグリッド16は、第2のグリッド16の第1の水平線32と第2のグリッド16の第2の水平線34とによって、垂直方向に空間的に制約されている。第2のグリッド16の第1の水平線32と第2のグリッド16の第2の水平線34との間には、空間的かつ一時的に生成された複数の水平線が存在する。 50

ド 1 6 の第 2 の水平線 3 4 との間には、空間的かつ一時的に複数の水平線が存在する。第 2 のグリッド 1 6 上の点 3 6 が示されている。

【 0 0 1 0 】

グリッド 1 4 とグリッド 1 6 との類似性は、第 2 のグリッド 1 6 が第 1 のグリッド 1 4 を形成している同じ線によって形成される投影されたグリッド線の場合に、明らかになる。ただし、第 2 のグリッド 1 6 はグリッド生成器 1 0 から更に離れた距離で観察され、したがって、第 1 のグリッド 1 4 よりも大きな外観を呈するという点で異なる。この意味で、第 2 のグリッド 1 6 はグリッド生成器 1 0 により距離 R_2 において生成されたグリッド線の外観であり、他方で、第 1 のグリッド 1 4 は距離 R_1 におけるグリッド線の外観である。

10

【 0 0 1 1 】

グリッド 1 4 および 1 6 は、任意の数の線から構成されうる。図解されているグリッドは、10 本の垂直線と 10 本の水平線とから構成されている。グリッドが更に多くの数の交差する線で構成されている場合には、より少数の交差する線で構成されているグリッドの場合より、結果的に、ある固定された送信フィールド 1 2 とグリッド生成器 1 0 からの距離とに対する検出角度分解能が向上する。グリッド 1 4 および 1 6 は正方形の形状で示されているが、そのような形状は、本発明による方法および装置の要件ではない。グリッドは、矩形、卵形、または円形を含む任意の形状でもかまわない。更に、グリッド 1 4 および 1 6 の交差する線は直交するように示されているが、そのような交差の態様は本発明による方法および装置の要件ではない。交差する線の間の角度は、グリッドの異なる部分で、直角、鋭角、または鈍角でありうる。

20

【 0 0 1 2 】

示されている例ではデカルト座標が用いられているが、グリッドの生成とグリッドの検出との両方について、極座標、円筒座標、または球座標を含む任意の適切な座標系を用いることができる。例えば、極座標表現を用いることができるグリッドを形成するには、一連の同心円とそれらの同心円の中心から放射状に伸びる線とを、グリッド生成器から空間の中に投影することができる。

20

【 0 0 1 3 】

グリッド生成器 1 0 の送信フィールド 1 2 の内部に検出器モジュール 3 8 を配置することにより、検出器モジュール 3 8 がグリッドを「見る」ことが可能になる。検出器モジュール 3 8 は、グリッドを「見る」ための任意の適切な態様で構成することが可能である。

30

【 0 0 1 4 】

現在のシステムでは、水平レーザビーム走査と垂直レーザビーム走査とが、交互に行われる（インターリープされる）。より詳しくは、最初は、水平レーザ線が視野の全体で走査され、次に、垂直線が水平方向に走査され、そしてこのサイクルが繰り返される。これらの線のそれぞれが空間の全体を走査する際には、垂直および水平走査のそれぞれの間の光の位置と同期する一意的なコードを用いて、光が変調される。これにより、複数の点で構成される 2 次元グリッドが描かれることになるが、それぞれの点は、シーケンシャルな水平および垂直走査の結果として生じる水平および垂直成分によって、一意的に表現される。

40

【 0 0 1 5 】

本発明の実施形態は、空間の中へグリッド生成器から複数の変調された線を投影して第 1 の相対基準フレームを画定することを含む。本発明のある実施形態により、図 2 は、グリッドを空間の中へ投影するのに用いることができる方法 1 0 0 を図解している。「空間」という用語は外部の空間に限定されず、かつ、グリッドは室内と戸外との両方を含む任意の適切な空間の中に投影されることは理解されるであろう。方法 1 0 0 は、グリッド生成器から水平グリッド線と垂直グリッド線とを同時に空間の中へ投影してグリッド線の組を形成することにより、1 0 2 において始まる。水平グリッド線と垂直グリッド線とは、水平グリッド線と垂直グリッド線とのそれぞれの第 2 のオブジェクトによる検出に役立つように、一意的に識別可能である。これは、非制限的な例として、これらの線の波長ま

50

たは偏光のためにこれらの線が一意的に識別可能となることを含めて、任意の適切な態様でなされうる。水平グリッド線と垂直グリッド線とが重なり合って、グリッドの一部が形成されることもある。

【0016】

水平グリッド線を、ある変調されたビット数で構成される第1のグリッドワードを有するように変調して、変調されたグリッドワードによってグリッドの内部の水平グリッド線を識別することができ(104)、また、ある変調されたビット数で構成される第2のグリッドワードを有するように垂直グリッド線を変調して、変調されたグリッドワードによってグリッドの内部の水平グリッド線を識別することができる(106)。水平および垂直グリッドワードは、それらが同じソースから変調される場合には、いずれは同一になります。それぞれのグリッド線は空間において異なる方向で掃引をしているため、検出器は、一般的には、それらが例えば原点(0, 0)において同一であるグリッドの対角線上以外では2つの異なるワードを見出すことになる。

【0017】

例えば、グリッドワードによって、グリッドの構造または特性が、検出器モジュールが読み取ることができるまたは検出することができるデータまたは情報を提供することが意図されている。更に、グリッドワードは、任意の数の開始もしくは停止ビット、データビット、または誤り確認、訂正もしくはパリティビットを含む任意のビット数で構成されうる。データビットは、一意的な一連のビットを用いて、垂直および水平線を符号化することができる。これらのビットが検出器モジュールによって検出され、プロセッサ、マイクロプロセッサ、またはそれ以外の回路によって処理されると、グリッドの内部における位置を決定することができる。グリッドワードを水平グリッド線と垂直グリッド線とに符号化するためには、任意の数の既知の変調方法を用いることができ、これには、限定は意味しないが、振幅変調(AM)、周波数変調(FM)、直角位相振幅変調(QAM)、またはそれらの組み合わせが含まれる。グリッドワードを符号化する態様の一つとして、線を形成するのに用いられているビームを変調することによるものがある。変調は、ビームの強度を変更することによって、および/または、ある周期でビームをブロックすることによって、達成することができる。

【0018】

グリッドを形成する方法には柔軟性があり、図解されている方法100は単に説明のためのものであることが理解できるであろう。例えば、示されているステップの順序は単に説明のためのものであって、方法100をいかなる意味でも限定することを意図していない。というのは、これらのステップを異なる論理的順序で進行させることができるものもあり、または、本発明の実施形態から逸脱することなく追加的もしくは介入的なステップを含めることも可能であることが理解されるであろう、という理由による。例えば、方法100は、水平グリッド線と垂直グリッド線との複数の追加的な組を、同時に順に投影してグリッドの追加的な部分を形成するステップを含むことがありうる。水平グリッド線と垂直グリッド線との追加的な組は、空間において、相互から物理的に離間させることができる。これらの追加的な線もまた変調することができる。交差する投影された線のそれぞれを異なるように符号化することができるし、または、交差する線の一群を同じように符号化することも可能である。

【0019】

図3は、方法100の実施形態に従って動作することができるグリッド生成器200を図解している。グリッド変調器202、タイミングモジュール204、第1のビーム生成器206、第2のビーム生成器208、水平ビームスキャナ210、および垂直ビームスキャナ212が、グリッド生成器200に含まれうる。第1のビーム生成器206と第2のビーム生成器208とは、それぞれが、任意の適切な照射源とビームシェイパとを含んでおり、また、照射源がレーザを含みうることが含まれる。図解されている例では、水平グリッド線と垂直グリッド線とは、波長に基づいて一意的に識別可能である。より詳しくは、水平グリッド線は第1のビーム生成器206によって第1の波長で投影され、垂直グ

10

20

30

40

50

リッド線は第2のビーム生成器208によって第2の波長で投影される。

【0020】

第2のオブジェクトまたは検出器モジュール220は、第1の波長を通過させる第1の光フィルタ222と、第2の波長を通過させる第2の光フィルタ224とを含む。図解されている例では、水平検出器226が第1の光フィルタ222に動作的に結合され、垂直検出器228が第2の光フィルタ224に動作的に結合されている。検出器モジュール220にはプロセッサ230も含まれ、水平検出器226と垂直検出器228とに動作的に結合されていることがある。プロセッサ230は、水平検出器226と垂直検出器228とから受け取られる信号の復調と処理とをすることができる任意の適切なプロセッサであり、グリッド生成器200から出力されるグリッドの中での位置を決定することができる。

10

【0021】

動作の間、グリッド生成器200は、第1の波長で水平グリッド線を、第2の波長で垂直グリッド線を、同時に出力することができる。より詳しくは、グリッド変調器202は、第1のビーム生成器206と第2のビーム生成器208との両方から放出されたビームを変調することができる。タイミングモジュール204は、グリッド変調器202、水平ビームスキャナ210、および垂直ビームスキャナ212のタイミングを制御することができる。第1の波長を有するビームは、第1のビーム生成器206から放出され、水平ビームスキャナ210によって走査されて、線を形成する。同様に、第2の波長を有するビームは、第2のビーム生成器208から放出され、垂直ビームスキャナ212によって走査されて、線を形成する。

20

【0022】

それぞれの走査された水平グリッド線と垂直グリッド線とは異なる波長であり、それそれを、検出器モジュール220によって、他方から分離することができる。より詳しくは、水平検出器226と垂直検出器228とは、それそれが、対応する波長フィルタ222および224を用いて、一方のビームには対応するが他方には対応しない波長をブロックすることができる。これにより、グリッド生成器200から放出された両方のビームは、対応する波長フィルタ222および224を備えた検出器モジュール220によってそれぞれのビームが検出される限り、干渉なしで同時に走査されることが可能になる。

30

【0023】

図4は、方法100の実施形態に従って動作することができるグリッド生成器300を図解している。グリッド生成器300には、グリッド変調器302、タイミングモジュール304、ビーム生成器306、ビームスプリッタ308、第1の偏光器310、水平ビームスキャナ312、第2の偏光器314、および垂直ビームスキャナ316が含まれる。グリッド変調器302は、ビーム生成器306に動作的に結合されており、そこから放出されるビームを変調することができる。ビーム生成器306は任意の適切な照射源とビームシェイパとを含み、照射源はレーザを含みうる。

【0024】

グリッド生成器300は、偏光に基づいて一意的に識別可能である水平グリッド線と垂直グリッド線とを投影することができる。更に詳しくは、水平グリッド線と垂直グリッド線との一方は第1の向きを有する偏光された電場を用いて投影することができるし、水平グリッド線と垂直グリッド線との他方は第1の向きとは異なる第2の向きを有する偏光された電場を用いて投影することができる。第1の偏光器310と第2の偏光器314とは、線形偏光器または円偏光器を含む任意の適切な偏光器でありうる。光のそのような偏光状態を用いて、水平グリッド線と垂直グリッド線とが相互に干渉することなく同時に投影されるのに必要な分離が、得られるのである。

40

【0025】

本明細書の説明で偏光という用語が用いられているが、偏光とは、光波が伝播する際のその電場の向きによって定義される光の偏光状態を指すことを意味している。光の偏光状態は、2つの向きにおいて、任意の所望の変動程度で変動することが可能である。しかし

50

、用いる場合の容易さのために、2つの異なる向きを直交する対として選択することが可能であり、それによって、一方の偏光が適切に設計された偏光フィルタまたは偏光器を用いてブロックしながら、対応する直交している偏光が透過することが可能になる。

【0026】

水平グリッド線と垂直グリッド線との一方を、第1の向きを有する偏光された電場を用いて投影することができ、水平グリッド線と垂直グリッド線との他方は第1の向きとは異なる第2の向きを有する偏光された電場を用いて投影することができる。例えば、線形偏光された光は、その電場を、垂直方向または水平方向に偏光させることができる。したがって、第1の向きが水平方向であり、第2の向きが垂直方向でありうる。2つの電場ベクトルは垂直すなわち直交しているので、これらが相互に干渉を生じることはありえない。追加的な例を挙げると、偏光された光は、その電場を円偏光することが可能であり、それによって、この光は、光の伝播軸の周囲を回転する電場ベクトルを有することになる。直交偏光状態は、時計回りおよび反時計回りに回転する電場ベクトルを有し、それぞれが、右手円偏光(RHCP)および左手円偏光(LHCP)と呼ばれる。

10

【0027】

第2のオブジェクトまたは検出器モジュール320は、一方の偏光状態を通過させ直交する偏光をブロックすることができる第1の偏光器322と、直交する偏光を通過させる第2の偏光器324とを含む。例示されている例では、水平検出器326が第1の偏光器322に動作的に結合されており、垂直検出器328が第2の偏光器324に動作的に結合されている。

20

【0028】

用いられている偏光に応じて、検出器モジュール320が、水平グリッド線と垂直グリッド線との検出を分離するための適切な偏光器を含みうることが理解されるであろう。例えば、検出器モジュール320による検出は、水平偏光のために第1の線形偏光器・検出器を、垂直偏光のために第2の線形偏光器・検出器を、用いることができる。線形偏光された光に対しては、偏光器322および324は、一方の線形偏光を通過させ直交する偏光のすべてをブロックするために、電場ベクトルと位置合わせがなされていなければならない。円偏光は、光学軸の周囲の回転を感知しないため、より有用な場合がありうる。より詳しくは、線形偏光および線形偏光器を用いるときには、偏光を分離された状態に保つために、適切な向きを維持しなければならない。例えば、あるオブジェクトが水平偏光された光を送信している場合には、第2のオブジェクトは2通りの線形偏光器/検出器の組み合わせを有する。すなわち、1つを水平偏光のため、1つを垂直偏光のため、である。そして、第2のオブジェクトが光学軸の周囲を回転する場合には、2つの偏光器/検出器はそれぞれが水平方向および垂直方向に偏光され送信されたビームの成分を見ることになり、2つのビームの要求されている分離は失われてしまう。このように、円偏光は、線形偏光よりも、より有用な場合がありうる。

30

【0029】

図解されている例では、第1の偏光器310がRHCP偏光器であり、第2の偏光器314がLHCPである場合には、第1の偏光器322はRHCPであり、第2の偏光器はLHCPでありうる。このようにして、対応する右および左手円偏光器が、水平および垂直ビーム送信機出力と対応する検出器入力とに用いられる。これにより、水平グリッド線と垂直グリッド線とは、偏光されたビームの直交性により分離された状態に維持され、両方のビームを同時に送信することができる。プロセッサ330が、検出器モジュール320に含まれ、水平検出器326と垂直検出器328とに動作的に結合されている場合がありうる。プロセッサ330は、水平検出器326と垂直検出器328とから受け取られる信号を復調し処理して、グリッド生成器300によって出力されるグリッドの中の位置を決定することができる。

40

【0030】

動作の間、照射源またはビーム生成器306は、単一の光ビームを放出することができる。この単一の光ビームは、次にビームスプリッタ308を通過するが、このビームスプ

50

リッタ 3 0 8 によって 2 つの光ビームに分離される。それぞれの光ビームは、次に、それが第 1 の偏光器 3 1 0 と第 2 の偏光器 3 1 4 とによって偏光される。第 1 の偏光器 3 1 0 が右手円偏光器である場合には、右手円偏光された電場により、水平グリッド線が投影されうる。同様にして、第 2 の偏光器 3 1 4 が左手円偏光器である場合には、左手円偏光された電場により、垂直グリッド線が投影されうる。これにより、グリッド生成器 3 0 0 が、検出器モジュール 3 2 0 によって一意的に識別可能である水平グリッド線と垂直グリッド線とを、同時に出力することが可能になる。より詳しくは、水平偏光器 3 2 6 と垂直偏光器 3 2 8 とは、それぞれが、対応する円偏光器 3 2 2 および 3 2 4 を用いて、一方のビームに対応するが他方のビームには対応しない送信フィールドを、ロックすることができる。これにより、両方のビームは、それぞれのビームが対応する偏光器を備えた検出器によって検出される限り、干渉のない同時的な走査をすることができる。

10

【0031】

図 5 は、空間の中に、偏光に基づいてそれぞれが一意的に識別可能である水平グリッド線と垂直グリッド線とを同時に投影することが可能な、別のグリッド生成器 4 0 0 を図解している。グリッド生成器 4 0 0 は、上述したグリッド生成器 3 0 0 と同じ特徴の多くを含んでいるので、同様の部分は 1 0 0 を加えた同様の参照番号を用いて識別されており、格別に指摘しない場合には、同様の部分に関する従前の説明は、この別の実施形態に適用されるものと理解してほしい。

20

【0032】

1 つの違いは、ビーム生成器 4 0 6 は、レーザ 4 4 0 とビームシェイパ 4 4 2 とを含むものとして図解されている点である。更に、ミラー 4 4 5 と検流計ドライブ 4 4 6 とを有する検流計 4 4 4 が図解されている。検流計 4 4 4 は、ビーム生成器 4 0 6 からの単一の光ビームを走査して、水平グリッド線と垂直グリッド線との少なくとも一方を形成するのに用いることができる。更に詳しくは、検流計 4 4 4 は、ビームスプリッタ 4 0 8 の一部に沿ったビームを走査することができる。ビームスプリッタ 4 0 8 は、偏光された水平グリッド線と偏光された垂直グリッド線とを单一のビームから作成する偏光キューブビームスプリッタでありうる。シンクロナイザ 4 4 8 を用いて、グリッド生成器 4 0 0 のために、変調、検流計の走査速度、および電子的な同期を制御することができる。別の差異として、第 1 のミラー 4 5 0 と第 2 のミラー 4 5 2 とが含まれている点がある。第 1 および第 2 のミラー 4 5 0 および 4 5 2 は、偏光された水平グリッド線と偏光された垂直グリッド線とを、同一平面内に、その平面と垂直な方向に投影するように用いることができる。

30

【0033】

図解されている例では、第 1 の偏光器 4 1 0 は右手円偏光器であって、垂直グリッド線は右手円偏光された電場を用いて投影されうる。同様にして、第 2 の偏光器 4 1 4 は左手円偏光器であって、水平グリッド線は、左手円偏光された電場を用いて投影されうる。このように、左手円偏光器 4 1 4 は線形偏光された水平グリッド線を、右手円偏光器 4 1 0 は線形偏光された垂直グリッド線を、それぞれの円偏光状態に変換するのに用いられる。

【0034】

動作の間、レーザ 4 4 0 は、ビームシェイパ 4 4 2 を通過して送信され、検流計 4 4 4 によって回転されているミラー 4 4 5 から反射される光ビームを生成する。検流計 4 4 4 は、空間的なビーム走査機能を達成している。検流計 4 4 4 は、それ自体、例えば水平方向または垂直方向のいずれか一方であり両方ではない一方向だけで、走査をすることができる。

40

【0035】

偏光ビームスプリッタ 4 0 8 は、回転している検流計 4 4 4 から反射されるビームの経路に存在する。偏光ビームスプリッタ 4 0 8 は、偏光ビームスプリッタ 4 0 8 を通過して直進する線形偏光の状態を送信し、偏光ビームスプリッタ 4 0 8 の対角方向インターフェースから 90 度の偏角を有する直交線形偏光状態を反射する。偏光ビームスプリッタ 4 0 8 に入射するレーザ光は偏光解除されるか、または、そのレーザ光は円偏光されるか、もしくは、偏光ビームスプリッタ 4 0 8 の軸によって定義される入射平面に対して 45 度の

50

偏光方位で線形偏光され、それによって、光の50%が偏光ビームスプリッタ408を通過し、50%が偏光ビームスプリッタ408の対角方向インターフェースで反射されることになる。これら2つのビームは、現時点では伝播角度が90度になるように分離され、ビームの形状は向きに関して同一であって、検流計444の走査動作は、2つのビームが偏光ビームスプリッタ408を出る時点において同じ方向にある。

【0036】

第1のミラー450は、偏光ビームスプリッタ408を通過したビームの経路に配置されており、入射角は45度であり、入射平面は偏光ビームスプリッタ408によって画定される入射平面と垂直である。図解されている例における第1のミラー450は、走査ビームが図面のページからページを見ている者の側へ向かって送信されるように、向けることができる。走査動作は、ページを見ている者の観点から垂直となる。第2のミラー452は、偏光ビームスプリッタ408の対角方向インターフェースから反射されたビームの経路に配置されており、第1のミラー450と同じように向けられているが、しかし、時計回り方向に90度回転されている。第2のミラー452は、走査ビームもまた図面のページから出てくる方向に反射されるように、向けることができる。このビームは水平な走査動作を有しており、ビームの形状もまた垂直走査ビームから90度回転している。したがって、2つの平行なビームが作成され、それが垂直および水平という異なる方向において走査を行う。対応するビームの形状もまた、相互から90度回転されている。

10

【0037】

先に説明した実施形態と同様に、2つのグリッド線における情報を分離するために、2つのビームのそれぞれが、円形で直交する偏光状態に変換される。これは、第1および第2の円偏光器410および414を用いて達成される。それぞれのビームは、偏光ビームスプリッタ408により既に偏光されており、円偏光を、±45度に向けられた単純な/4波長板を用いることによって作成することができる。信号処理は、上述した検出器モジュール320と類似の検出器モジュールを用いて行うことができる。

20

【0038】

上述した実施形態は、この実施形態によると2つの光ビームを同時に送信して水平および垂直グリッド線を形成することができることを含め、様々な長所を提供した。垂直および水平グリッド線は一意的に識別可能であるから、現在のシーケンシャルなアプローチとは異なり、水平および垂直の両方の走査を同時的な態様で生じさせることができる。これにより、変調波形または検出帯域幅の周波数を増加させずに、現在の実装例と比較して、データレートを2倍に向上させることが可能になる。

30

【0039】

この書面による説明では、最良の方式を含めて本発明を開示するために、更には、任意のデバイスもしくはシステムを作成し使用すること、および任意の組み込まれた方法を実行することを含め、当業者であれば誰でも本発明を実施できるようにするための例が用いられている。本発明の特許が与えられるべき範囲は、特許請求の範囲によって画定され、当業者が想到する他の例も含みうる。そのような他の例は、それらが特許請求の範囲の文言と差異のない構造的要素を持つ場合や、特許請求の範囲の文言と実質的な差異のない均等な構造的要素を含む場合にも、特許請求の範囲内に入るものとする。

40

【符号の説明】

【0040】

- 10 グリッド生成器
- 12 送信フィールド
- 14 第1のグリッド
- 16 第2のグリッド
- 18 第1の垂直線
- 20 第2の垂直線
- 22 第1の水平線
- 24 第2の水平線

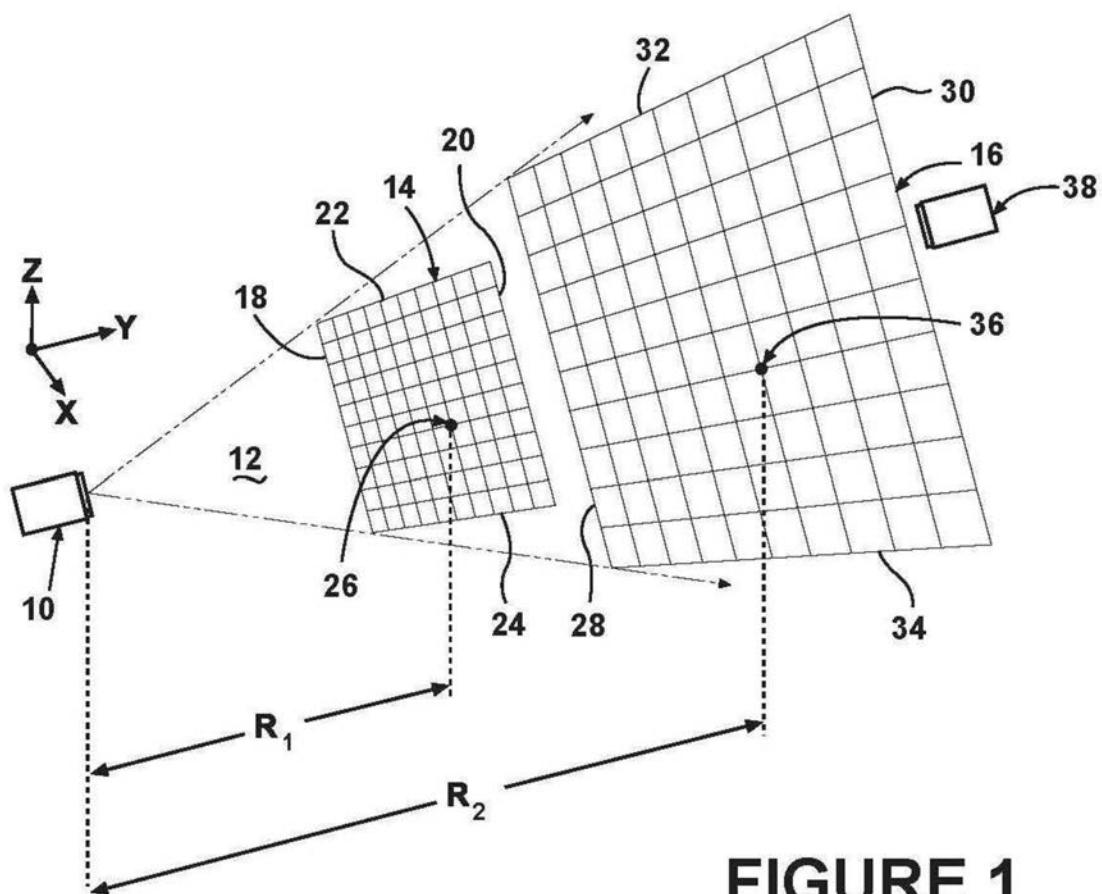
50

2 6	点	
2 8	第 1 の 垂直線	
3 0	第 2 の 垂直線	
3 2	第 1 の 水平線	
3 4	第 2 の 水平線	
3 6	点	
3 8	検出器モジュール	
1 0 0	方法	
1 0 2	水平グリッド線と垂直グリッド線とを同時に投影	
1 0 4	水平グリッド線を変調	10
1 0 6	垂直グリッド線を変調	
2 0 0	グリッド生成器	
2 0 2	グリッド変調器	
2 0 4	タイミングモジュール	
2 0 6	第 1 の ビーム生成器	
2 0 8	第 2 の ビーム生成器	
2 1 0	水平ビームスキャナ	
2 1 2	垂直ビームスキャナ	
2 2 0	検出器モジュール	
2 2 2	第 1 の 光フィルタ	20
2 2 4	第 2 の 光フィルタ	
2 2 6	水平検出器	
2 2 8	垂直検出器	
2 3 0	プロセッサ	
3 0 0	グリッド生成器	
3 0 2	グリッド変調器	
3 0 4	タイミングモジュール	
3 0 6	ビーム生成器	
3 0 8	ビームスプリッタ	
3 1 0	第 1 の 偏光器	30
3 1 2	水平ビームスキャナ	
3 1 4	第 2 の 偏光器	
3 1 6	垂直ビームスキャナ	
3 2 0	検出器モジュール	
3 2 2	第 1 の 偏光器	
3 2 4	第 2 の 偏光器	
3 2 6	水平検出器	
3 2 8	垂直検出器	
3 3 0	プロセッサ	
4 0 0	グリッド生成器	40
4 0 6	ビーム生成器	
4 0 8	ビームスプリッタ	
4 1 0	第 1 の 偏光器	
4 1 4	第 2 の 偏光器	
4 4 0	レーザ	
4 4 2	ビームシェイパ	
4 4 4	検流計	
4 4 5	ミラー	
4 4 6	検流計ドライブ	
4 4 8	シンクロナイザ	50

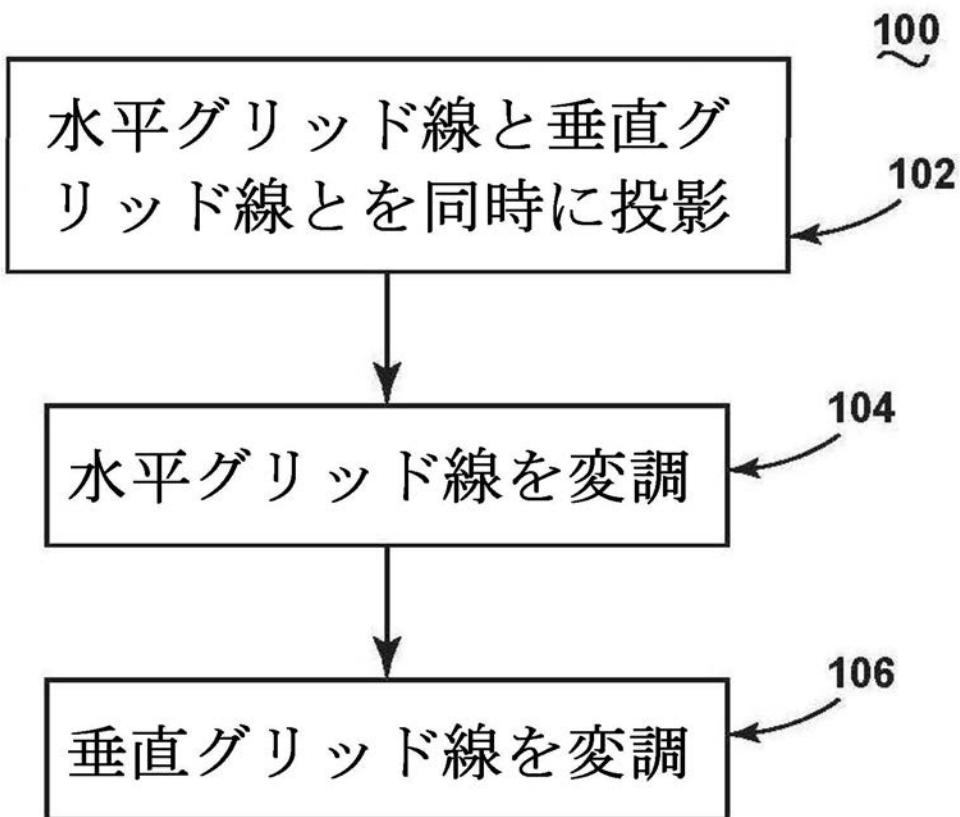
4 5 0 第 1 の ミラー

4 5 2 第 2 の ミラー

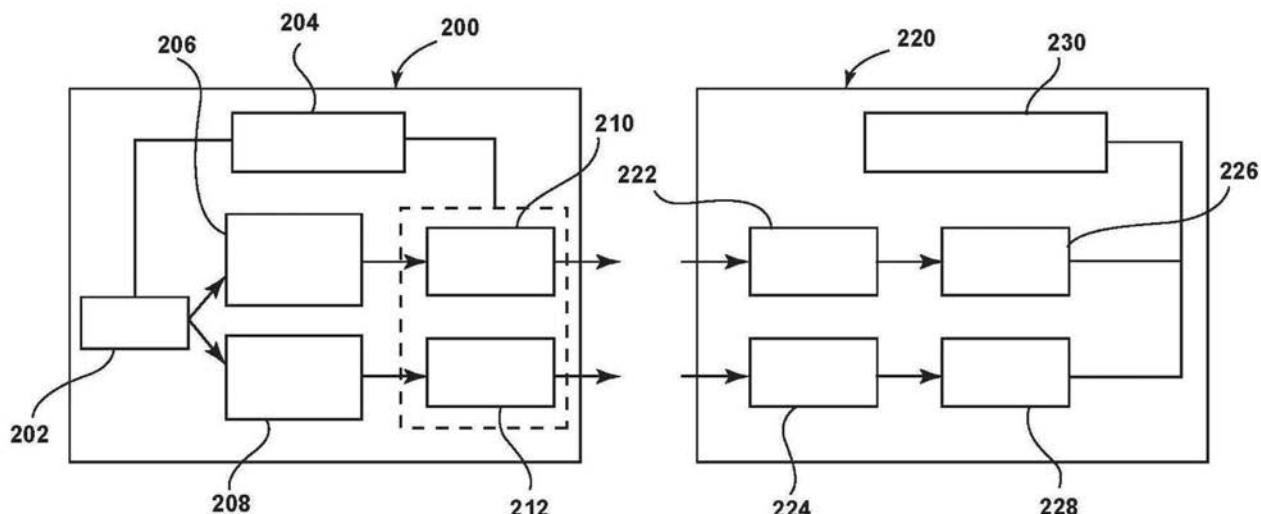
【図1】

**FIGURE 1**

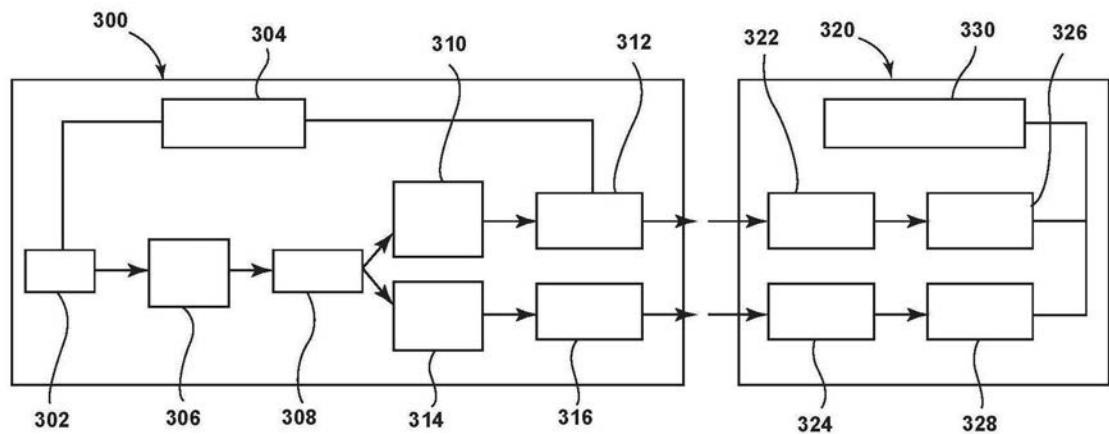
【図 2】

**FIGURE 2**

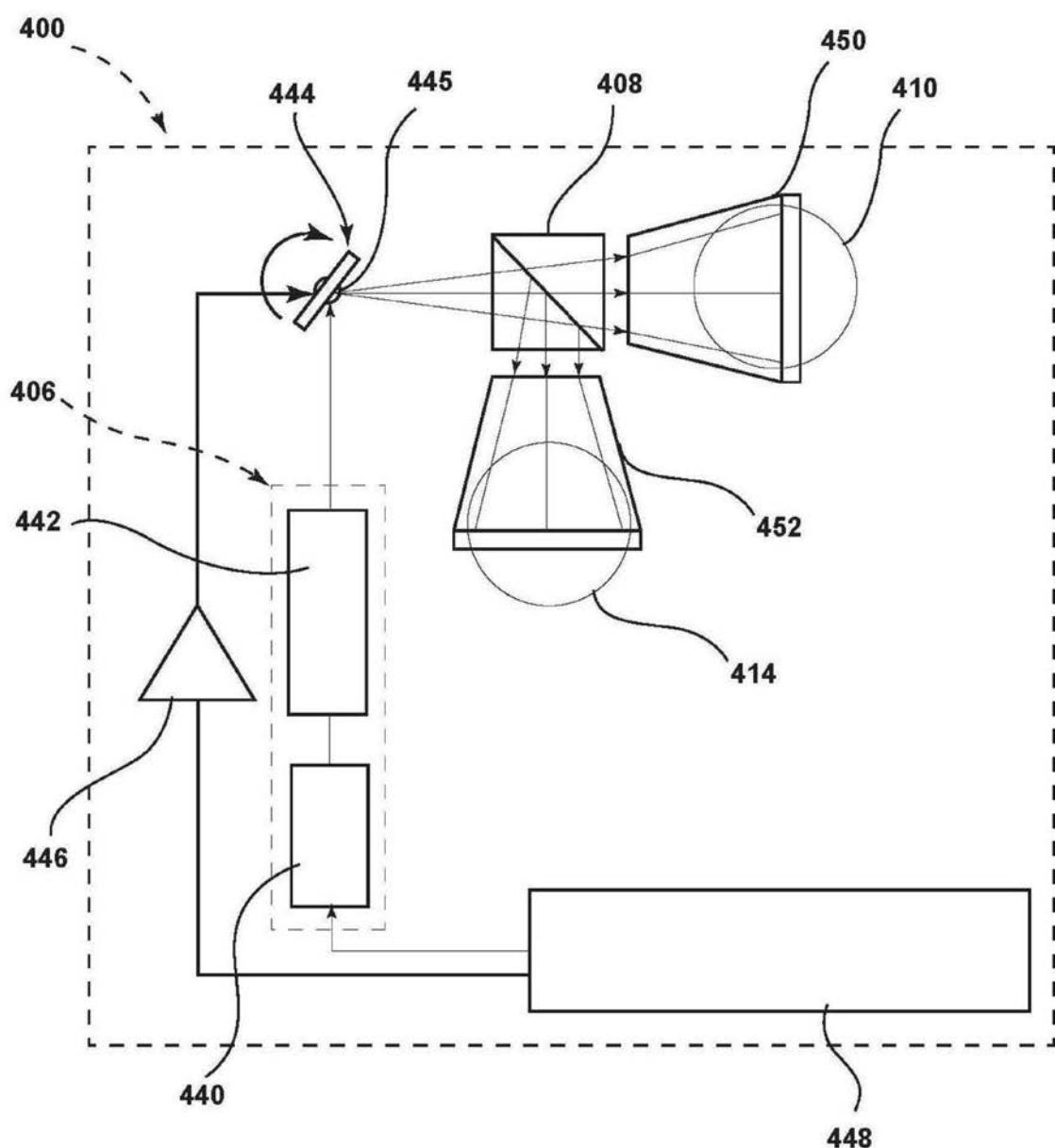
【図 3】

**FIGURE 3**

【図4】

**FIGURE 4**

【図5】

**FIGURE 5**

フロントページの続き

(72)発明者 ジェリー・リン・ペイジ

アメリカ合衆国、ミシガン州・49512、グランド・ラピッズ、パターソン・アベニュー・エス
イー、3290番、ジーイー・アビエイション・システムズ

F ターム(参考) 2F065 AA03 AA04 AA06 AA07 FF41 GG04 GG23 HH06 JJ05 LL13
LL22 LL32 LL36 LL37 LL46 LL62 MM11 MM16 NN08