

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4966284号
(P4966284)

(45) 発行日 平成24年7月4日(2012.7.4)

(24) 登録日 平成24年4月6日(2012.4.6)

(51) Int. Cl. F I
G 0 6 F 3/033 (2006.01) G O 6 F 3/033 4 4 4
G O 1 B 11/00 (2006.01) G O 1 B 11/00 H

請求項の数 22 外国語出願 (全 13 頁)

(21) 出願番号	特願2008-276670 (P2008-276670)	(73) 特許権者	506200186
(22) 出願日	平成20年10月28日(2008.10.28)		アバゴ・テクノロジーズ・イーシーピーユ
(65) 公開番号	特開2009-176276 (P2009-176276A)		ー・アイピー (シンガポール) プライベ
(43) 公開日	平成21年8月6日(2009.8.6)		ト・リミテッド
審査請求日	平成20年10月28日(2008.10.28)		シンガポール国シンガポール768923
(31) 優先権主張番号	11/932, 783		, イーシュン・アベニュー・7・ナンバー
(32) 優先日	平成19年10月31日(2007.10.31)		1
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100087642
前置審査			弁理士 古谷 聡
		(74) 代理人	100076680
			弁理士 溝部 孝彦
		(74) 代理人	100121061
			弁理士 西山 清春

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 散乱光を使用して光ナビゲーションを実行するためのシステムおよび方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第2の光軸に沿った目標面からの鏡面反射光ビームと該目標面からの散乱光とを生成するために、該目標面の法線に対して非ゼロの入射角で第1の光軸に沿った照明光ビームを該目標面へと放射するように位置決めされた光源と、

前記鏡面反射光ビームの前記第2の光軸から5度~25度の予め決められた角度だけオフセットされており、前記目標面の法線に対して非ゼロ角に位置決めされた第3の光軸の周りの前記散乱光を受けるように位置決めされ、かつ、前記鏡面反射光ビームの大部分または全部が入射しないように位置決めされた画像センサアレイであって、前記受けられた散乱光から画像データのフレームを生成するように構成される画像センサアレイと、

前記目標面に関する変位を推定するために、前記第3の光軸の周りの前記散乱光から生成された画像データのいくつかの前記フレームを受けて相互に関連付けるように前記画像センサアレイに動作可能に接続されたプロセッサであって、前記目標面は、振動が小さく前記第3の光軸に近い角度で前記散乱光を生成するガラス表面である、プロセッサと

を含んでなる、光ナビゲーションを実行するためのシステム。

【請求項 2】

前記光源は、前記第1の光軸に沿った前記照明光ビームを30度より大きい非ゼロ入射角で前記目標面へと放射するように位置決めされる、請求項1に記載のシステム。

【請求項 3】

前記光源から前記照明光ビームを受けて前記照明光ビームを前記第1の光軸に沿って前

記ナビゲーション面へと方向付けるように、前記ナビゲーション面と前記光源との間に位置決めされた照明光学系を更に含む、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 4】

前記光源はインコヒーレント光源であり、前記照明光学系は前記第 3 の光軸の周りの均一な放射状の角度で前記目標面に照明を与えるための回折光学素子を含む、請求項 3 に記載のシステム。

【請求項 5】

前記画像センサアレイは前記第 3 の光軸に沿って位置決めされる、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 6】

前記第 3 の光軸の周りの前記散乱光を前記画像センサアレイに方向付けるように、前記第 3 の光軸に沿って位置決めされた集光光学系を更に含む、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 7】

前記集光光学系は、前記第 3 の光軸の周りの前記散乱光を前記画像センサアレイに方向付けるように構成された結像レンズを含む、請求項 6 に記載のシステム。

【請求項 8】

前記第 3 の光軸の周りの前記散乱光を透過させるために、前記目標面と前記集光光学系との間、または前記集光光学系と前記画像センサアレイとの間に、前記第 3 の光軸に沿って位置決めされた少なくとも 1 つの開口部を更に含む、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 9】

前記第 3 の光軸の周りの前記照明光ビームの各々からの散乱光が前記画像センサアレイで受けられるように、異なる照明光軸に沿った照明光ビームを前記目標面へと放射するように位置決めされた多数の光源を更に含む、請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 10】

前記多数の光源は、前記照明光ビームが前記目標面上の共通領域に当たるように位置決めされ、前記照明光ビームによる鏡面反射光ビームの光軸が前記第 3 の光軸を取り囲むように位置決めされる、請求項 9 に記載のシステム。

【請求項 11】

第 2 の光軸に沿った目標面からの鏡面反射光ビームと該目標面からの散乱光とを生成するために、該目標面の法線に対して非ゼロの入射角で第 1 の光軸に沿った照明光ビームを前記目標面へと放射するように位置決めされた光源と、

前記鏡面反射光ビームの前記第 2 の光軸から 5 度 ~ 25 度の予め決められた角度だけオフセットされており、前記目標面の法線に対して非ゼロ角に位置決めされた第 3 の光軸の周りの前記散乱光を感光素子で受けるように位置決めされ、かつ、前記鏡面反射光ビームの大部分または全部が入射しないように位置決めされた画像センサアレイであって、前記受けられた散乱光から画像データのフレームを生成するように構成された画像センサアレイと、

前記感光性素子のアレイへの前記第 3 の光軸の周りの前記散乱光を光学的に操作するために、前記目標面と前記画像センサとの間に位置決めされた集光光学系と、

前記目標面に関する変位を推定するために、前記第 3 の光軸の周りの前記散乱光から生成された画像データのいくつかの前記フレームを受けて相互に関連付けるように前記画像センサに動作可能に接続されたプロセッサであって、前記目標面は、振動が小さく前記第 3 の光軸に近い角度で前記散乱光を生成するガラス表面である、プロセッサと

を含んでなる、光ナビゲーションを実行するためのシステム。

【請求項 12】

前記光源は、前記第 1 の光軸に沿った前記照明光ビームを 30 度より大きい非ゼロ入射角で前記目標面へと放射するように位置決めされる、請求項 11 に記載のシステム。

【請求項 13】

前記光源からの前記照明光ビームを受けて前記照明光ビームを前記第 1 の光軸に沿って前記ナビゲーション面へと方向付けるように、前記ナビゲーション面と前記光源との間に

10

20

30

40

50

位置決めされた照明光学系を更に含む、請求項 1 1 に記載のシステム。

【請求項 1 4】

前記光源はインコヒーレント光源であり、前記照明光学系は均一な放射状の角度で前記目標面に均一な照明を与えるための回折光学素子を含む、請求項 1 3 に記載のシステム。

【請求項 1 5】

前記画像センサの前記感光素子のアレイは、前記第 3 の光軸に沿って位置決めされる、請求項 1 1 に記載のシステム。

【請求項 1 6】

前記集光光学系は、前記第 3 の光軸の周りの前記散乱光を前記画像センサアレイに方向付けるように構成された結像レンズを含む、請求項 1 1 に記載のシステム。

10

【請求項 1 7】

前記第 3 の光軸の周りの前記照明光ビームの各々からの散乱光が前記画像センサアレイで受けられるように、異なる照明光軸に沿った照明光ビームを前記目標面へと放射するように位置決めされた多数の光源を更に含む、請求項 1 1 に記載のシステム。

【請求項 1 8】

前記多数の光源は、前記照明光ビームが前記目標面上の共通領域に当たるように位置決めされ、前記照明光ビームによる鏡面反射光ビームの光軸が前記第 3 の光軸を取り囲むように位置決めされる、請求項 1 7 に記載のシステム。

【請求項 1 9】

第 2 の光軸に沿った目標面からの鏡面反射光ビームと該目標面からの散乱光とを生成するために、該目標面の法線に対して非ゼロの入射角で第 1 の光軸に沿った照明光ビームを前記目標面へと放射するステップと、

20

前記鏡面反射光ビームの前記第 2 の光軸から 5 度 ~ 25 度の予め決められた角度だけオフセットされており、前記目標面の法線に対して非ゼロ角に位置決めされた第 3 の光軸の周りの前記散乱光を画像センサアレイで受けるステップであって、前記画像センサアレイは、前記鏡面反射光ビームの大部分または全部が入射しないように位置決めされてなる、ステップと、

前記目標面に関する変位を推定するために、前記第 3 の光軸の周りの前記散乱光から生成された画像データのフレームを生成するように、前記画像センサアレイに電気信号を蓄積するステップであって、前記目標面は、振動が小さく前記第 3 の光軸に近い角度で前記散乱光を生成するガラス表面である、電気信号を蓄積するステップと

30

を含んでなる、光ナビゲーションを実行するための方法。

【請求項 2 0】

前記非ゼロの入射角は 30 度より大きい、請求項 1 9 に記載の方法。

【請求項 2 1】

前記画像センサアレイへの前記第 3 の光軸の周りの前記散乱光を光学的に操作することを更に含む、請求項 1 9 に記載の方法。

【請求項 2 2】

前記第 3 の光軸の周りの前記照明光ビームの各々からの散乱光が前記画像センサアレイで受けられるように、そして、前記照明光ビームによる鏡面反射光ビームの光軸が前記第 3 の光軸を取り囲むように、異なる照明光軸に沿った多数の照明光ビームを前記目標面上の共通領域へと放射するステップを更に含む、請求項 1 9 に記載の方法。

40

【発明の詳細な説明】

【背景技術】

【0001】

(発明の詳細な説明)

光ナビゲーションシステムは、追跡動作を実行するために光ナビゲーションシステムと目標面またはナビゲーション面との間の相対的動きを検出する。光ナビゲーションシステムは、ナビゲーション面に照明光を与えるための発光ダイオードまたはレーザーダイオードなどの光源と、ナビゲーション面から反射された照明光に応じて画像データのフレーム

50

を連続的にキャプチャするための画像センサとを使用する。光ナビゲーションシステムは、画像データの連続するフレームを比較し、画像データの現在フレームと画像データの前フレームとの間の比較に基づいて光ナビゲーションシステムとナビゲーション面との間の相対的動きを推定する。光ナビゲーションシステムは、画像データのフレームを連続的にキャプチャして比較することによって光ナビゲーションシステムとナビゲーション面との間の相対的動きを追跡することができる。

【0002】

光ナビゲーションシステムは、一般に、マウスが手で操作されるナビゲーション面に関するマウスの横方向の動きを追跡するために光コンピュータマウスにおいて使用される。光コンピュータマウスは、典型的には、光コンピュータマウス内の光ナビゲーションシステムが大きな視野（すなわち、画像センサによってキャプチャされるナビゲーション面上の領域）を有する高コントラスト画像を生成するために最小の体積を必要とする。画像コントラストは、重要視されなければシステムにおける雑音が目立ち、これがナビゲーション面に関する光コンピュータマウスの変位を正確に決定することを困難にするので、光ナビゲーションシステムのために重要である。視野もまた、高速度の動き（例えば、毎秒20～30インチ）を測定するために、光ナビゲーションシステムが画像データの大きなフレームをキャプチャするために重要である。

【0003】

あるいくつかのナビゲーション面は画像データの高コントラストフレームを直ちに生成するが、ガラステーブルの表面などの、すなわち視野の直ぐ下に構造物を有さないテーブルトップ上のガラスまたはガラステーブルのシートの表面などの他のナビゲーション面は、従来の光マウスによって探索されるとき、高コントラストフレームを生成しない。更に、視野は、通常、光ナビゲーションシステムの焦点距離によって、そしてその結果、システムの高さによって、拡大縮小する。したがって、高いコントラストを有する画像データのフレームと、できるだけ小さな体積のガラステーブルを含む種々の表面に関する大きな視野とを生成できる光ナビゲーションシステムを有することが望ましい。

【発明の開示】

【0004】

光ナビゲーションを実行するためのシステムおよび方法は、目標面に関する変位を推定するための画像データのフレームを生成するためにナビゲーション面から散乱する光を使用する。散乱光は、第1の光軸に沿って目標面に放射された照明光ビームから生成される。この照明光ビームは、第2の光軸に沿った鏡面反射光ビームも生成する。第2の光軸に対して予め決められた角度だけオフセットされた第3の光軸の周りの散乱光は、画像のフレームを生成するために画像センサアレイにより受けられる。このシステムの構成は、大きな視野を維持し、ガラステーブルの表面などの、すなわち視野の直ぐ下に支持体を有する、または有さないテーブルトップ上のガラスのシートの表面などの種々のナビゲーション面上で画像データの高コントラストフレームを生成しながら、システムの体積を最小化できるようにする。

【0005】

本発明の一実施形態による光ナビゲーションを実行するためのシステムは、光源と、画像センサアレイと、プロセッサとを含む。光源は、第2の光軸に沿った鏡面反射光ビームと散乱光とを生成するために、目標面の法線に対して非ゼロの入射角で第1の光軸に沿った照明光ビームを目標面へと放射するように位置決めされる。画像センサアレイは、鏡面反射光ビームの第2の光軸から予め決められた角度だけオフセットされた第3の光軸の周りの散乱光を受けように位置決めされる。第3の光軸は、目標面の法線に対して非ゼロの角度に位置決めされる。画像センサアレイは、受けられた散乱光から画像データのフレームを生成するように構成される。プロセッサは、目標面に関する変位を推定するために画像データのいくつかのフレームを受け取って相互に関連付けるように、画像センサアレイに動作可能に接続される。

【0006】

10

20

30

40

50

本発明のもう1つの実施形態による光ナビゲーションを実行するためのシステムは、光源と、感光素子のアレイを有する画像センサと、集光光学系と、プロセッサとを含む。光源は、第2の光軸に沿った鏡面反射光ビームと散乱光とを生成するために、目標面の法線に対して非ゼロの入射角で第1の光軸に沿った照明光ビームを目標面へと放射するように位置決めされる。画像センサは、第3の光軸の周りの散乱光を感光素子のアレイで受けるように位置決めされる。第3の光軸は、鏡面反射光ビームの第2の光軸から予め決められた角度だけオフセットされる。第3の光軸は、目標面の法線に対して非ゼロの角度に位置決めされる。画像センサは、受けられた散乱光から画像データのフレームを生成するように構成される。集光光学系は、感光素子のアレイへの第3の光軸の周りの散乱光を光学的に操作するために、目標面と画像センサとの間に位置決めされる。プロセッサは、目標面に関する変位を推定するために、画像データのいくつかの前記フレームを受けて相互に関連付けるように画像センサに動作可能に接続される。

10

【0007】

本発明の一実施形態による光ナビゲーションを実行するための方法は、第2の光軸に沿った鏡面反射光ビームと散乱光とを生成するために目標面の法線に対して非ゼロの入射角で第1の光軸に沿った照明光ビームを目標面へと放射するステップと、鏡面反射光ビームの第2の光軸から予め決められた角度だけオフセットされており、目標面の法線に対して非ゼロの角度に位置決めされた第3の光軸の周りの散乱光を画像センサアレイで受けるステップと、目標面に関する変位を推定するために、受けられた散乱光に応じて画像データのフレームを生成するように電気信号を画像センサアレイに蓄積するステップとを含む。

20

【0008】

本発明の他の態様および利点は、本発明の原理の例として示された付属図面と関連して行われる下記の詳細説明から明らかになるであろう。

【発明を実施するための最良の形態】**【0009】**

図1を参照しながら、本発明の一実施形態による光ナビゲーションシステム100を説明する。図1に示されるように、光ナビゲーションシステム100は、コンピュータ104に接続された光コンピュータマウス102を含む。他の実施形態では、光コンピュータマウス102は、コンピュータ104に無線で接続される。この実現形態では光ナビゲーションシステム100は、コンピュータ104に表示されているカーソルを制御するために、ユーザによって光マウスがナビゲーション面あるいは目標面106上で操作されながら、光マウス102の動きを光学的に追跡するために使用される。しかしながら、他の実現形態では、光ナビゲーションシステム100は、種々の追跡アプリケーションのために異なる製品で使用され得る。以下、詳細に説明されるように、光ナビゲーションシステム100は、大きな視野を維持し、ガラステーブルの表面などの、すなわち、テーブルトップ上のガラスのシートの表面などの種々のナビゲーション面上で画像データの高コントラストフレームを生成しながら、システムの体積が最小化されるように設計される。

30

【0010】

図2に示されるように、本発明の一実施形態による光ナビゲーションシステム100は、光源208と、照明光学系210と、開口部212と、集光光学系214と、感光素子のアレイ218（以下、「画像センサアレイ」とよぶ）を有する画像センサ216と、駆動回路220と、ナビゲーションエンジン224を有するプロセッサ222とを含む。光ナビゲーションシステム100のこれらの構成要素は、別々の構成要素であるように図2に示されているが、これらの構成要素の一部は一体化され得る。一例として、画像センサ216と駆動回路220とナビゲーションエンジン224を有するプロセッサ222とは、単一の集積回路チップに集積され得る。

40

【0011】

光源208は、印加された駆動信号に応じて照明光ビームを放射するように構成される。光源208は、発光ダイオード（LED）またはレーザーダイオードなどの任意のタイプの発光素子であり得る。一例として、光源208は、コヒーレントレーザー光線を生成

50

する垂直空洞面発光レーザー（VCSEL）であり得る。光源208は、光源に駆動信号を与える駆動回路220によって駆動される。照明光学系210は、光源208と目標面106との間に位置決めされる。一実施形態では照明光学系210は、ナビゲーション面のある領域を照明するために光源208からの照明光ビームをナビゲーション面106のこの領域に実質的に平行にするように構成された照明レンズである。照明光学系210は、ナビゲーション面106における入射光ビームの直径が比較的小さいように、例えば直径約1mmであるように構成され得る。

【0012】

一実施形態では、光源208および照明光学系210は、ナビゲーション面106における照明光ビームの入射角がナビゲーション面の法線Nに対してゼロより大きい であるように構成されて位置決めされる。一例として、角度 は、5度から80度の任意の角度でありうる。あるいくつかの実現形態では、角度 は30度より大きい。ある特定の実現形態では、角度 は約36度である。照明光学系210を通り抜けた後でナビゲーション面106に当たる前の照明光ビームの光軸は、図2では「OI」として示されている。したがって、本実施形態では、光源208と照明光学系210は、光軸OIに沿って照明光ビームを放射するように構成されて位置決めされる。

10

【0013】

図2では、光源208は、光源からの光ビームが初めは光軸OIと一直線に整列しない光路に沿って進むように位置決めされる。しかしながら、他に実施形態では、光源208は、光源からの光ビームが初めから図3に示されるように光軸OIと実質的に一直線に整列した光路に沿って進むように位置決めされ得る。本明細書において使用されるように、定義された角度または方向に関する用語「実質的に」または「近似的に」は、定義された角度または方向からの僅かな偏差（例えば、プラスマイナス2度以内）を含む。

20

【0014】

図2に示されるように、照明光ビームは、鏡面反射光ビームとしてナビゲーション面106から反射される。鏡面反射光ビームの反射角は であって、これもまたナビゲーション面の法線Nに対してゼロより大きく、また入射角 に等しい。ナビゲーション面106からの反射後の鏡面反射光ビームの光軸は、図2では「OR」として示されている。鏡面反射光ビームに加えてナビゲーション面106上での摂動は、入射光の一部を散乱させる。小さな弱い摂動に対しては、この散乱光は、典型的には弱くて、鏡面反射光ビームに近い角度に集束する（引用することにより本明細書の一部をなすものとする、SPIE - The International Society for Engineering 1995のJohn Stoverによる「Optical Scattering」の第5章を参照のこと）。

30

【0015】

集光光学系214は、ナビゲーション面からの散乱光を受けて、画像センサ216の画像センサアレイ218に方向付けするように、ナビゲーション面106と画像センサ216との間に位置決めされる。ナビゲーション面106が比較的に平滑であっても光ナビゲーションのための画像データの高コントラストフレームを生成するために、最大量の散乱光が存在する場所に集光光学系214を位置決めすることが望ましい。小さな（照明光源の波長と類似した）まばらに分布した摂動に対しては、散乱強度は光軸ORに近い小さな角度で最大になる。したがって、集光光学系214は、光軸ORの近くに位置決めされるべきであり、あるいは光源208と照明光学系210は光軸ORが集光光学系214に近くなるように構成されて位置決めされるべきである。一例として、集光光学系214は、集光光軸OCの周りの散乱光が集光光学系によって受けられて、画像センサアレイ218の方に方向付けされるように、光軸ORに対して位置決めされる。本明細書において使用されるように、「光軸の周りの散乱光」は、0.4ステラジアン（steradian）未満の立体角内の散乱光を意味する。光軸OCは、光軸ORに対して角度 だけオフセットされることから、角度 は光軸ORと光軸OCとの間の角度である。光軸OCは、ナビゲーション面106の法線に対して非ゼロの角度に位置決めされる。一例として、角度 は約5度

40

50

から25度であり得る。角度が約36度に等しいある特定の実現形態では、角度は約14度である。この特定の実現形態では、光軸OCは、ナビゲーション面法線から22度という非ゼロの角度に位置決めされ得る。

【0016】

しかしながら、鏡面反射光ビームのかなりの部分が画像センサレイ218に当たることを可能にするのは、画像データのフレームのコントラストを低下させる可能性があるか、またはナビゲーション面106に関する光ナビゲーションシステム100の動きに無相関である画像データのフレームを生成する可能性がある。したがって、最適性能のために、集光光学系214は、散乱光だけを画像センサレイ218の方に方向付けして、鏡面反射光を画像センサレイから遠ざけるように方向付けするように設計および/または位置決めされる。あるいくつかの実現形態では、集光光学系214は、鏡面反射光の大部分または全部が集光光学系に当たらないように位置決めされる。

10

【0017】

一実施形態では、集光光学系214は、画像センサレイ218上にナビゲーション面106の十分に焦点合わせされた画像を形成する屈折性または回折性結像レンズである。このような結像レンズ設計の仕様は、当業者にとっては公知であるので本明細書では説明しない。集光光学系214は、画像センサレイ218のサイズに対応して適当な視野を達成するためにナビゲーション面106の画像を拡大または縮小し得る。あるいくつかの実現形態では、共通の誘電体表面に関する鏡面反射の反射係数が画像センサレイ218に伝達される鏡面反射光の量を減らすように（プリユースター角で）著しく減少させるように、光源208からの照明光ビームの入射角と照明光ビームの偏光が選択される。

20

【0018】

集光光学系214は、光軸ORより小さな表面法線軸に関する角度に位置決めされているように図2に示されているが、集光光学系は、光軸ORより大きな表面法線軸に関する角度に位置決めされることもあり得る。実際には、集光光学系214は、光軸OCの周りのナビゲーション面106からの散乱光が集光光学系によって受けられて画像センサレイ218の方に方向付けされるように、光軸ORの周りで環状に何処にでも位置決めされ得る。更にあるいくつかの実現形態では、照明光学系210および集光光学系214は、ほぼ透明な材料を使用して形成される単一の光学素子に一体化され得る。

30

【0019】

図2において、集光光学系214は、光軸OCに一直線に整列しない方向に沿って画像センサ216の画像センサレイ218の方に、集光された散乱光を方向付けするように構成される。図示された実施形態では、集光光学系214は、画像センサレイの受光面の法線に関する画像センサレイ218の受光面での入射角が減らされるように構成される。しかしながら、他の実施形態では、集光光学系214は、図3に示されるように、光軸OCに一直線に整列する方向に沿って画像センサ216の画像センサレイ218の方に、集光された散乱光を方向付けするように構成され得る。

【0020】

ナビゲーション面106に垂直でない光軸OCに沿って集光光学系214を位置決めすることによって、ナビゲーションシステム100の高さは、光軸OCとナビゲーション面106に垂直な軸との間の角度のコサインだけ同じ光路長に対して減らされる。更に、光軸OCの傾きのために照明光ビームの入射角は増やされることが可能であり、このことは次の利点を有する。

40

・光源108および照明光学系210を、画像センサレイ218における光学的ノイズを減らすために、集光光学系214から更に離して位置決めできる。

・反射光ビームの強度を増加する（フレネル反射係数）。

・マウスに近い表面だけが画像センサレイ218の視野内にあるので、別のリフト検出機構を必要としない。

【0021】

あるいくつかの実現形態では、光ナビゲーションシステム100は、集光光学系214

50

を含まないこともあり得る。このような実施形態では、画像センサ 216 は、画像センサアレイ 218 の中心が図 4 に示されるようにナビゲーション面 106 からの散乱光を直接受けるように光軸 OC と一直線に整列するように位置決めされる。したがって、画像センサアレイ 218 は、光軸 OC に沿って位置決めされる。これらの実施形態の一部では、画像センサ 216 は、鏡面反射光ビームの大部分または全部が画像センサアレイ 218 に当たらないように位置決めされ得る。

【0022】

開口部 212 は、光軸 OC の周りのナビゲーション面 106 からの散乱光を画像センサアレイ 218 の方に伝達して、鏡面反射光などの不要な光を遮るために使用される。開口部 212 は、光ナビゲーションシステム 100 または光マウス 102 の構造部分であり得る。図示の実施形態では、開口部 212 は、ナビゲーション面 106 と集光光学系 214 との間に光軸 OC に沿って位置決めされる。しかしながら、他の実施形態では、開口部 212 は、集光光学系 214 と画像センサアレイ 218 との間に位置決めされ得る。開口部 212 は、回転対称である必要はない。あるいくつかの場合には開口部 212 は、鏡面反射光の一部を遮るためにある方向には短くて、表面の非対称特徴要素からの光を集光するために別の方向には幅広くなるように設計され得る。

【0023】

画像センサ 216 は、集光光学系 214 からの散乱光を画像センサアレイ 218 で受けるように位置決めされる。あるいくつかの実施形態では、画像センサ 216 は、画像センサアレイ 218 の中心が図 3 に示されるように光軸 OC と一直線に整列するように位置決めされる。しかしながら、他の実施形態では、画像センサ 216 は、画像センサアレイ 218 の中心が図 2 に示されるように光軸 OC と一直線に整列しないように位置決めされ得る。画像センサアレイ 218 は、各信号が画像センサアレイの特定の素子への入射光の量または強度を表す信号を感光性ピクセル素子への入射光に応じて生成する感光性ピクセル素子（図示せず）を含む。デジタル形式のこれらの信号は、本明細書では画像データと呼ばれる。したがって、画像センサアレイ 218 は、入射光に応じて、すなわち、ナビゲーション面 106 からの光軸 OC の周りの散乱光に応じて、画像データのフレームを順次にキャプチャすることもできる。画像データのこれらのフレームは、光ナビゲーションシステム 100 とナビゲーション面 106 との間のいかなる相対的横方向変位をも推定するための相互関連付けのために使用される。一例として、画像センサアレイ 218 は、電荷結合素子（CCD）画像センサアレイまたは相補型金属酸化物半導体（CMOS）画像センサアレイであり得る。画像センサアレイ 218 に含まれる感光性ピクセル素子の数は、このアレイの視野と解像度が変位を高速度で正確に測定するために十分であるように選択され得る。一例として、画像センサアレイ 218 は、各ピクセル素子が $50\ \mu\text{m} \times 50\ \mu\text{m}$ である感光性ピクセル素子の 30×30 アレイであり得る。画像センサ 216 は、画像センサアレイ 218 をサポートするためのアナログ・デジタル変換器や、行・列復号器や、電子シャッター制御部などの回路も含む。

【0024】

プロセッサ 222 は、ナビゲーション面 106 に照明光ビームを与えてナビゲーション面からの散乱光に応じて画像データのフレームをキャプチャするために、駆動回路 220 と画像センサ 216 とを制御するように構成される。プロセッサ 222 は、制御信号を与えるために駆動回路 220 と画像センサ 216 とに電氣的に接続される。プロセッサ 222 は、光源を駆動するために光源 208 に駆動信号を印加するように駆動回路 220 に命令するための制御信号を駆動回路 220 に与える。プロセッサ 222 は、相互関連付けのための画像データの各フレームを生成するために、画像センサアレイ 218 の感光性ピクセル素子における電気信号または電荷の蓄積を制御するための制御信号も画像センサ 216 に与える。

【0025】

図示の実施形態では、プロセッサ 222 は、このプロセッサ内にプログラムされたナビ

10

20

30

40

50

ゲーションエンジン 224 を含む。しかしながら、他の実施形態では、ナビゲーションエンジン 224 は、別の構成要素であり得る。このようにして、ナビゲーションエンジン 224 は、ソフトウェア、ハードウェアおよび/またはファームウェアとして実現され得る。ナビゲーションエンジン 224 は、ナビゲーション面 106 に平行である X 方向と Y 方向とに関する光ナビゲーションシステム 100 とナビゲーション面 106 との間のいかなる横方向変位変化をも推定するために画像センサ 216 によって異なる時間にキャプチャされた画像データのフレームを相互に関連付けるように動作する。変位推定またはナビゲーションのために画像データのフレームを相互に関連付けるプロセスは周知であるため、本明細書では説明しない。一実施形態では、ナビゲーションエンジン 224 の出力は、方向性デルタ X 変位値と方向性デルタ Y 変位値とを含む。各方向性変位値は、方向を表す負または正の符号情報とその方向における変位量を表す絶対変位値とを含む。ある特定の實現形態では、デルタ X 方向および Y 方向の変位値は、16 進数の形式で生成される。ナビゲーションエンジン 224 は、光ナビゲーションシステムがナビゲーション面から持ち上げられたかどうか等の光ナビゲーションシステム 100 とナビゲーション面 106 との間の相互作用の他の特性を計算するようにも構成され得る。

【0026】

あるいくつかの実施形態では、光源 208 は、LED などのインコヒーレント光源であってもよく、照明光学系 210 は、光軸 OC の周りの一様な放射状の角度でナビゲーション面 106 に照明を与えるための回折光学素子であってもよい。このような回折光学素子は、引用することにより本明細書の一部をなすものとする米国特許第 6,002,520 号明細書に記載されている。この回折光学素子は 2 つの表面を備える。一方の表面は、入射ビームを環状リングの小ビームへと分割する。第 2 の素子は、これらの小ビームをナビゲーション面上の視野に方向付けする。対照的に、単一のレーザーと回折光学素子とを使用することは、ナビゲーション面 106 上の照明スポットにおいて干渉を引き起こし、これが画像センサアレイ 218 で受けられた光の強度を著しく変化させる。

【0027】

更にあるいくつかの実施形態では、光ナビゲーションシステム 100 は、多数の照明光ビームを与えるために多数の光源を含み得る。ここで、図 5A には、本発明の一実施形態による 2 つの光源 508-1、508-2 を有する光ナビゲーションシステム 500 が示されている。図 2 ~ 図 4 において使用された同じ参照符号は、光ナビゲーションシステム 500 の上面図である図 5A において同様の要素を示すために使用される。図 5 には、開口部 212 と駆動回路 220 とナビゲーションエンジン 224 を有するプロセッサ 222 とが示されていない。更に、画像センサ 216 ではなく画像センサアレイ 218 だけが示されている。

【0028】

図 5A に示されるように、光ナビゲーションシステム 500 は、光源 508-1、508-2 それぞれのための照明光学系 510-1、510-2 を含む。光源 508-1、508-2 と照明光学系 510-1、510-2 は、これらの光源からの照明光ビームが共通領域 530 においてナビゲーション面 106 に当たるように構成されて位置決めされる。図 5A に示されるように、光源 508-1 からの照明光ビームは、領域 530 においてナビゲーション面 106 に当たる前に光軸 OI-1 に沿って進行する。光源 508-1 からの照明光ビームのナビゲーション面 106 からの鏡面反射は光軸 OR-1 に沿って進行し、これは画像センサアレイ 218 に当たらない。同様に、光源 508-2 からの照明光ビームは、領域 530 においてナビゲーション面 106 に当たる前に光軸 OI-2 に沿って進行する。光源 508-2 からの照明光ビームのナビゲーション面 106 からの鏡面反射は光軸 OR-2 に沿って進行し、これも画像センサアレイ 218 に当たらない。しかしながら、光源 508-1、508-2 からの照明光ビームの散乱光は、少なくともある程度は光軸 OC に沿って進行して画像センサアレイ 218 に当たる。光軸 OR-1 は光軸 OC に対して角度 1 だけオフセットされているが、光軸 OR-2 は光軸 OC に対して角度 2 だけオフセットされている。ここで、1 は、2 に等しくても等しくなくともよい

10

20

30

40

50

【0029】

図5Bに示されるように、それぞれの照明光軸OI-Nに沿った任意数の照明ビームNに対して、異なる放射状の方向からの散乱が集光され得るように、鏡面反射ビームの反射光軸OR-Nは、光軸OCと開口部212とを取り囲むように指定される。図2に対して前に説明されたように、所望の光軸、すなわち、画像センサアレイ218への光軸OCの周りの散乱光の光路は、集光光学系214によって変えられ得る。

【0030】

本発明の一実施形態による光ナビゲーションを実行するための方法を、図6のプロセス流れ図を参照して説明する。ブロック602では、照明光ビームは、第2の光軸に沿った鏡面反射光ビームと散乱光とを生成するために、目標面の法線に対して非ゼロの入射角で第1の光軸に沿って目標面へと放射される。ブロック604では、第3の光軸の周りの散乱光は、画像センサアレイで受けられる。第3の光軸は、鏡面反射光ビームの第2の光軸から予め決められた角度だけオフセットされる。第3の光軸は、目標面の法線に対して非ゼロの角度に位置決めされる。ブロック606では、目標面に関する変位を推定するために、受けられた散乱光に応じて画像データのいくつかのフレームを生成するように電気信号が画像センサアレイに蓄積される。

10

【0031】

本発明の特定の実施形態を説明して図示してきたが、本発明は、このように説明して図示した特定の形態または部分の構成に限定されるべきではない。本発明の範囲は、本明細書に添付した特許請求の範囲とそれらの均等物とによって定義されるべきものである。

20

【図面の簡単な説明】

【0032】

【図1】本発明の一実施形態による光コンピュータマウスに含まれる光ナビゲーションシステムを示す。

【図2】本発明の一実施形態による図1の光マウスに含まれる光ナビゲーションシステムのブロック図である。

【図3】本発明の別の実施形態による光ナビゲーションシステムのブロック図である。

【図4】本発明の別の実施形態による光ナビゲーションシステムのブロック図である。

【図5A】本発明の別の実施形態による光ナビゲーションシステムの上面図である。

30

【図5B】本発明の一実施形態による多数の照明光ビームに関する集光光軸の周りの鏡面反射光ビームの光軸を示す。

【図6】本発明の一実施形態による光ナビゲーションを実行するための方法の流れ図である。

【 図 1 】

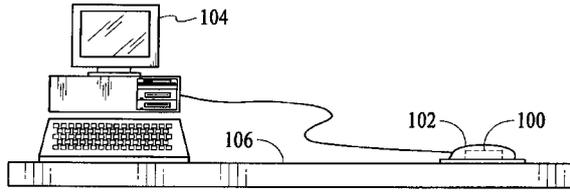


FIG.1

【 図 2 】

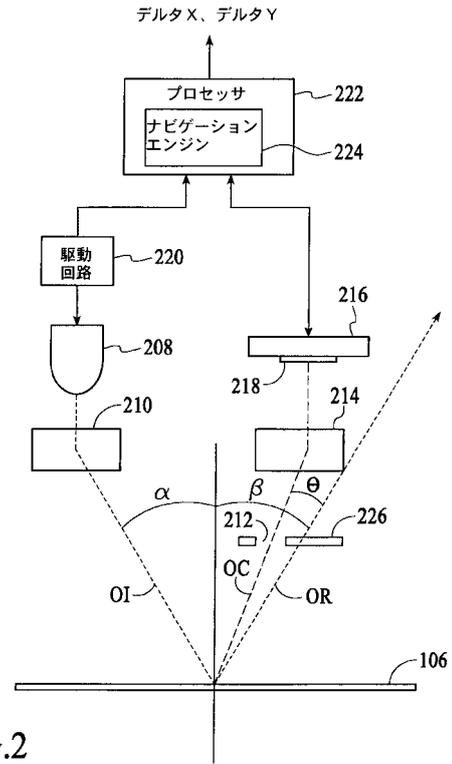


FIG.2

【 図 3 】

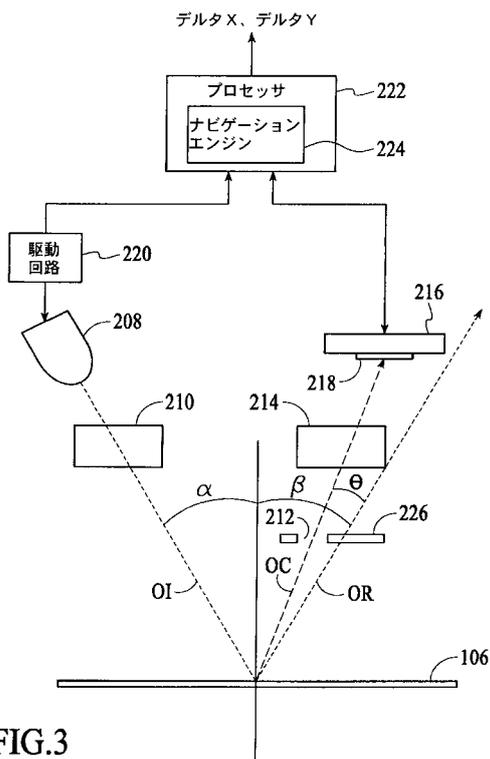


FIG.3

【 図 4 】

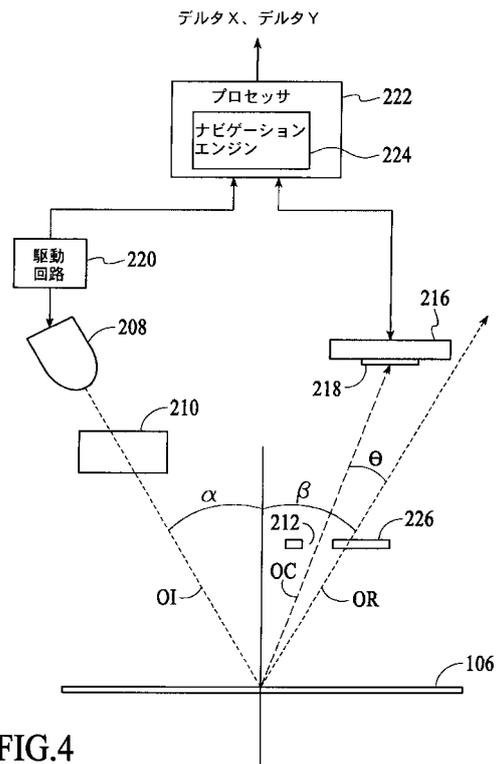


FIG.4

【図5A】

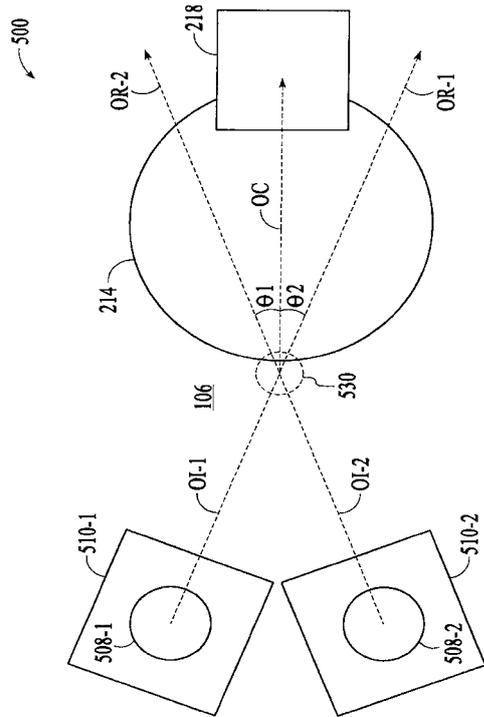


FIG.5A

【図5B】

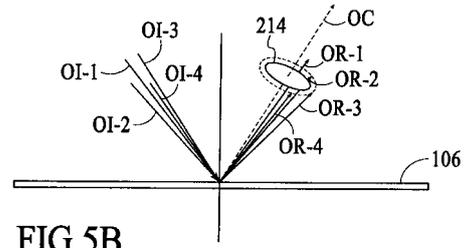


FIG.5B

【図6】

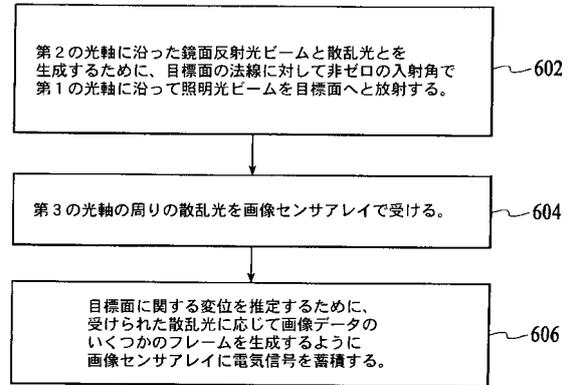


FIG.6

フロントページの続き

(72)発明者 アネット・シー・グロット
アメリカ合衆国コロラド州80525, フォート・コリンズ, ツィーグラール・ロード 4380

審査官 中田 剛史

(56)参考文献 特開2002-023945(JP, A)
特開2004-102588(JP, A)
米国特許出願公開第2005/0168445(US, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G06F 3/033
G01B 11/00