

(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2010-508497

(P2010-508497A)

(43) 公表日 平成22年3月18日 (2010.3.18)

(51) Int.Cl. F 1 テーマコード (参考)
G 0 1 S 7/48 (2006.01) G 0 1 S 7/48 A 5 J 0 8 4

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 19 頁)

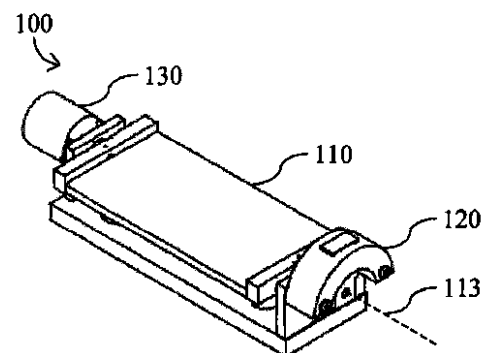
(21) 出願番号	特願2009-533630 (P2009-533630)	(71) 出願人	509120230
(86) (22) 出願日	平成19年10月30日 (2007.10.30)		オートノシス インコーポレイテッド
(85) 翻訳文提出日	平成21年6月26日 (2009.6.26)		カナダ国 ケー2シー Oビー9 オンタ
(86) 国際出願番号	PCT/CA2007/002033		リオ州 オタワ ウッドワードドライブ
(87) 国際公開番号	W02008/052365		1 7 5 5 スイート 3 1 0
(87) 国際公開日	平成20年5月8日 (2008.5.8)	(74) 代理人	100090583
(31) 優先権主張番号	60/855, 146		弁理士 田中 清
(32) 優先日	平成18年10月30日 (2006.10.30)	(74) 代理人	100098110
(33) 優先権主張国	米国 (US)		弁理士 村山 みどり
		(72) 発明者	オニール, ジェームズ
			カナダ国 ケイ1ワイ 2イー1 オンタ
			リオ州 オタワ ベイズウォータープレイ
			ス 3 5

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ライダー用走査システム

(57) 【要約】

本発明は、ノッキング・ミラー、回転電磁式駆動装置、回転光学式エンコーダ、および制御回路構成体を含む、ライダーのために最適化された走査システムに関する。回転電磁式駆動装置は、永久磁石を組み込んだヨーク、およびアームの一端部にコイルを有するアームを含む。電流に応じてヨーク内でのコイルの運動がノッキング・ミラーを回転させるように、コイルはヨーク内に収容され、アームの反対側の端部はノッキング・ミラーに連結される。回転光学式エンコーダは、ノッキング・ミラーの回転に応じて出力信号を発生し、それは制御回路構成体へのフィードバックとして働く。ノッキング・ミラーが基準走査パターンで回転するように、制御回路構成体は出力信号に応じて回転電磁式駆動装置に供給される電流を調節する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

ライダー用走査システムであって、
ノッディング軸および中心位置を有するノッディング・ミラーと、
前記ノッディング・ミラーを前記ノッディング軸周りで時計回りおよび反時計回りに回転させるように構成された回転電磁式駆動装置であって、
永久磁石を含むヨーク、および
アームの一端部にコイルを含む前記アームを備え、
電流に応じて前記ヨーク内での前記コイルの運動が前記ノッディング・ミラーを回転させるように、前記コイルは前記ヨーク内に収容され、前記アームの反対側の端部は前記ノッディング・ミラーに連結されている前記回転電磁式駆動装置と、
前記ノッディング・ミラーの回転に応じて出力信号を発生するように構成された回転光学式エンコーダと、
前記ノッディング・ミラーが基準走査パターンで回転するように、前記回転光学式エンコーダの前記出力信号に応じて前記回転電磁式駆動装置に供給される前記電流を調節するように構成された制御回路構成体と
を備える、前記走査システム。

10

【請求項 2】

前記回転電磁式駆動装置の前記アームが前記ノッディング・ミラーの一端部に連結され、前記回転光学式エンコーダが前記ノッディング・ミラーの反対側の端部に連結された、
請求項 1 に記載の走査システム。

20

【請求項 3】

前記ヨークが円弧の形にされ、前記ノッディング・ミラーが前記円弧の半径の距離だけ前記コイルから離れて前記アームに連結されている、請求項 1 に記載の走査システム。

【請求項 4】

前記ヨークがコアおよび外殻を含み、複数の永久磁石の同じ磁極が前記コアに面するように前記永久磁石が前記外殻に装着されている、請求項 1 に記載の走査システム。

【請求項 5】

前記回転光学式エンコーダが正弦波状出力信号を発生する、請求項 1 に記載の走査システム。

30

【請求項 6】

前記制御回路構成体が前記基準走査パターンでプログラムされている、請求項 1 に記載の走査システム。

【請求項 7】

前記制御回路構成体が複数の走査パターンでプログラムされており、さらに前記基準走査パターンを選択するためのヒューマン・マシン・インターフェイスを備える、請求項 1 に記載の走査システム。

【請求項 8】

前記制御回路構成体が、前記ノッディング・ミラーの角度位置を決定するように構成された位置計数回路と、前記ノッディング・ミラーの角速度を制御するように構成された速度制御回路とを備える、請求項 1 に記載の走査システム。

40

【請求項 9】

前記制御回路構成体が、前記回転光学式エンコーダの前記出力信号を改変するように構成された改変回路を備える、請求項 5 に記載の走査システム。

【請求項 10】

前記基準走査パターンが三角形状の走査パターンである、請求項 1 に記載の走査システム。

【請求項 11】

前記基準走査パターンが基準角度範囲および基準角速度を含み、前記基準角速度の大きさが前記基準角度範囲にわたって変化する、請求項 1 に記載の走査システム。

50

【請求項 1 2】

前記基準走査パターンが正弦波状の走査パターンである、請求項 1 に記載の走査システム。

【請求項 1 3】

前記走査システムの作動中に、更新された基準走査パターンを選択し、前記更新された基準走査パターンで前記制御回路構成体を再プログラムするように構成されたコンピュータをさらに備える、請求項 6 に記載の走査システム。

【請求項 1 4】

前記走査システムの作動中に、更新された基準走査パターンで前記制御回路構成体を再プログラムするためのヒューマン・マシン・インターフェイスをさらに備える、請求項 6 に記載の走査システム。

【請求項 1 5】

前記走査システムのピッチ角度に応じて出力信号を発生するように構成されたピッチ角度検出器をさらに備え、前記制御回路構成体が前記ピッチ角度検出器の前記出力信号に応じて前記基準走査パターンを調節するようにさらに構成された、請求項 1 に記載の走査システム。

【請求項 1 6】

前記ノッキング・ミラーが回転軸を有し、前記回転軸周りで前記ノッキング・ミラーを回転させるように構成された回転駆動装置をさらに備える、請求項 1 に記載の走査システム。

【請求項 1 7】

前記回転軸が前記ノッキング軸に直交し前記中心位置に対し 45° の角度にある、請求項 1 6 に記載の走査システム。

【請求項 1 8】

回転軸を有する回転ミラーであって、前記回転ミラーの前記回転軸が前記ノッキング・ミラーの前記ノッキング軸に直交する回転ミラーと、前記回転ミラーを前記回転軸の周りで回転させるように構成された回転駆動装置とをさらに備える、請求項 1 に記載の走査システム。

【請求項 1 9】

前記回転ミラーの前記回転軸が、前記回転ミラーに対しおよび前記ノッキング・ミラーの前記中心位置に対し 45° の角度にある、請求項 1 8 に記載の走査システム。

【請求項 2 0】

第 2 のノッキング軸および第 2 の中心位置を有し、前記第 2 のノッキング軸が前記ノッキング・ミラーの前記ノッキング軸に直交している、第 2 のノッキング・ミラーと、前記第 2 のノッキング・ミラーを前記第 2 のノッキング軸周りで時計回りおよび反時計回りに回転させるように構成された第 2 の回転駆動装置とをさらに備える、請求項 1 に記載の走査システム。

【請求項 2 1】

前記ノッキング・ミラーの前記ノッキング軸が、前記第 2 のノッキング・ミラーの前記第 2 の中心位置に対し 45° の角度にあり、前記第 2 のノッキング・ミラーの前記第 2 のノッキング軸が、前記ノッキング・ミラーの前記中心位置に対し 45° の角度にある、請求項 2 0 に記載の走査システム。

【請求項 2 2】

前記第 2 の回転駆動装置が、
第 2 の永久磁石を含む第 2 のヨーク、および
第 2 のアームの一端部に第 2 のコイルを含む前記第 2 のアームを備え、
第 2 の電流に応じて前記第 2 のヨーク内での前記第 2 のコイルの運動が前記第 2 のノッキング・ミラーを回転させるように、前記第 2 のコイルは前記第 2 のヨーク内に収容され、前記第 2 のアームの反対側の端部は前記第 2 のノッキング・ミラーに連結されている、第 2 の回転電磁式駆動装置であり、

10

20

30

40

50

さらに、

前記第2のノッディング・ミラーの回転に応じて第2の出力信号を発生するように構成された第2の回転光学式エンコーダと、

前記第2のノッディング・ミラーが第2の基準走査パターンで回転するように、前記第2の回転光学式エンコーダの前記第2の出力信号に応じて前記第2の回転電磁式駆動装置に供給される前記第2の電流を調節するように構成された第2の制御回路構成体と

を備える、請求項20に記載の走査システム。

【請求項23】

前記基準走査パターンおよび前記第2の基準走査パターンが三角形状の走査パターンである、請求項22に記載の走査システム。

【請求項24】

前記基準走査パターンおよび前記第2の基準走査パターンが正弦波状の走査パターンである、請求項22に記載の走査システム。

【請求項25】

ノッディング・ミラーの前記ノッディング軸に直交している回転軸を有するポリゴン・ミラーと、前記ポリゴン・ミラーを前記回転軸周りで回転させるように構成された回転駆動装置とをさらに備える、請求項1に記載の走査システム。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

関連出願の相互参照。本発明は2006年10月30日に出願された米国特許出願第60/855146号の優先権を主張し、その内容が参照により本明細書に組み込まれる。

本発明は走査システムに関し、詳細にはライダー（l i d a r）のための走査システムに関する。

【背景技術】

【0002】

光検出と測距（l i g h t d e t e c t i o n a n d r a n g i n g）（l i d a r）は、遠隔撮像のための技術であり、当該技術ではレーザ光を使用して目標の距離が測定される。典型的なライダー・システムは測距機、および走査システムを含む。測距機は通常、紫外（U V）から近赤外（N I R）までの範囲の波長を有するレーザと、受信機とを含む。目標までの距離は、レーザ光パルスを送ってから反射して受信機に戻ってくるまでに要する時間を測定するか、または送信および着信するレーザ光の変調ビームの間の位相ずれを測定することによって決定され得る。走査システムは通常、送信および着信するレーザ光の反射によって撮像される区域にわたるライダー・システムの視野を走査するためのミラー・システムを含む。

【0003】

自律車両運転、衝突回避、および監視などへの適用において、ライダーによって静止および移動している目標を十分に撮像するためには、高繰返し率で正確な走査が必要である。例えば、比較的緩やかなフレーム率5 H zで144ラインの分解能においてさえ、毎秒720ラインが達成されなければならない。したがって、高角速度で走査パターンを正確に実行可能なミラー・システムが望まれる。

【0004】

従来、ライダーの走査システムには、ノッディング・ミラー（n o d d i n g - m i r r o r）・システム、およびポリゴン・ミラー（p o l y g o n a l - m i r r o r）・システムの2つの主要なタイプのミラー・システムが適用されている。ノッディング・ミラー・システムはノッディング・ミラーを含み、通常それは、ある角度範囲にわたって時計回りおよび反時計回りに回転する平面ミラーである。ポリゴン・ミラー・システムはポリゴン・ミラーを含み、それは正多角形の形にカットされたミラーである。ポリゴン・ミラーは、360°にわたって時計回りおよび反時計回りに回転され得る。

【0005】

10

20

30

40

50

ノッディング・ミラー・システムは、ノッディング・ミラーが十分大きい場合には、測距機内に反射された光をノッディング・ミラーが収集する効率、以後収集効率と称する、が全角度範囲にわたってほぼ完全である、という利点を発揮する。対照的に、ポリゴン・ミラーの収集効率は全角度位置にわたって均一ではない。測距機から発する光が、ポリゴン・ミラーのファセットの端部に近づくと、収集効率は50%に落ちる。さらに製造誤差のために、ポリゴン・ミラーの寸法は正多角形の寸法からずれることがあり、像のひずみを起こす。

【0006】

しかし、ポリゴン・ミラー・システムは、いったんポリゴン・ミラーが回転状態になれば、ポリゴン・ミラーの角速度は容易に維持され得るという利点を発揮する。対照的に、ノッディング・ミラーが角度範囲の端部に達すると、ノッディング・ミラーの回転は周期的に停止し、反転されなければならない。したがって、走査パターンにわたって回転可能なノッディング・ミラーの角速度は、通常、ポリゴン・ミラーの角速度より小さい。

【0007】

従来の走査パターンでは、ノッディング・ミラーは、ある角度範囲にわたって一定の角速度で一方向に回転され、次にその角度範囲の開始点に向かって反対方向に可能な限り速く回転される。ノッディング・ミラーが角度範囲の開始点に向かって戻りつつある走査パターンの区間の間は、有用なデータが測距機内に収集されない。このような走査パターンを最適に実行するために、理想的にはノッディング・ミラーは高角速度で回転し、かつ急速な角加速度に耐えられなければならない。

【0008】

様々な構成のノッディング・ミラー・システムがライダーの走査システムに適用されてきたが、それらの従来のノッディング・ミラー・システムには重要な制限事項がいくつかある。

【0009】

それらのノッディング・ミラー・システムのノッディング・ミラーを回転させるために、様々なタイプの回転駆動装置が使用されてきた。ステップ・モータを含むノッディング・ミラー・システムは、例えばKrawczykらに付与された米国特許第5337189号、およびSullivanらに付与された米国特許第6650402号に開示されている。しかしこれらのノッディング・ミラー・システムは、ステップ・モータの歯車機構がバックラッシュを起こし、ノッディング・ミラーの回転の精度、および角速度を限定するという不利な点がある。ガルバノメータ・モータを含むノッディング・ミラー・システムは、例えばCameronらに付与された米国特許第5006721号、Landに付与された米国特許第7135672号、およびKacyraらに付与された米国特許第7215430号に開示されている。しかしこれらのノッディング・ミラー・システムは、ガルバノメータ・モータが与えるトルクが比較的低く、回転できるノッディング・ミラーの大きさが限定されるという不利な点がある。

【0010】

このようなノッディング・ミラー・システムは、ノッディング・ミラーの角度位置を確定するための様々なタイプの検出器も含み得る。角度位置センサを含むノッディング・ミラー・システムは、例えばKarningらに付与された米国特許第4810088号、およびMinorらに付与された米国特許第6262800号に開示されている。ロータリー・エンコーダを含むノッディング・ミラー・システムは、例えばKamanらに付与された米国特許第5231401号、Jacksonらに付与された米国特許第6107770号、およびKacyraらに付与された米国特許第7215430号に開示されている。これらの検出器の出力信号は通常、回転駆動装置を制御するための制御回路構成体へのフィードバックとして働く。閉ループ・フィードバック制御の有効性は、検出器の精度および分解能によって限定される。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0011】

【特許文献1】米国特許第5337189号
【特許文献2】米国特許第6650402号
【特許文献3】米国特許第5006721号
【特許文献4】米国特許第7135672号
【特許文献5】米国特許第7215430号
【特許文献6】米国特許第4810088号
【特許文献7】米国特許第6262800号
【特許文献8】米国特許第5231401号
【特許文献9】米国特許第6107770号
【特許文献10】米国特許第7215430号
【発明の概要】

10

【発明が解決しようとする課題】

【0012】

本発明の目的は、ライダー・システムのために最適化した走査システムを提供することにより、先行技術の短所を克服することである。このようなライダー用走査システムの一部として、ノッディング・ミラー、回転電磁式駆動装置、回転光学式エンコーダ、および制御回路構成体 (control circuitry) を含む、最適化されたノッディング・ミラー・システムが提供される。回転電磁式駆動装置は軽量であるが、ライダー・システムに好ましい大きさのノッディング・ミラーを高角速度で回転させるためには十分強力である。回転電磁式駆動装置の静止ヨークと、ノッディング・ミラーに連結された可動アームとの間に機械的連動機構がないことは、どのようなバックラッシュの可能性も排除し、ノッディング・ミラーに加えられたトルクの方法は本質的に即時に反転され得る。ノッディング・ミラー・システムの回転光学式エンコーダは、高い分解能と精度を有する。さらに、回転光学式エンコーダ、およびノッディング・ミラーに連結されたエンコーダ・ディスクには、機械的連動機構がないためバックラッシュが排除される。このような回転光学式エンコーダを使用することにより、制御回路構成体を介して、ノッディング・ミラーの走査パターンの閉ループ・フィードバック制御を非常に正確にすることができる。

20

【0013】

これまでにはなかった有利な、ノッディング・ミラー・システム内の要素の組合せによって、ノッディング・ミラーによる様々な走査パターンが正確に実行できる。さらに、ライダー・システムの視野を増加するために、ある特定の走査システムの実施形態に追加のミラー・システムを含むことができる。

30

【0014】

ポリゴン・ミラー、回転駆動装置、回転エンコーダ、および制御回路構成体を含む、最適化されたポリゴン・ミラー・システムもライダー用走査システムの一部として設けられる。ライダー・システムの分解能を増加するために、またはポリゴン・ミラー内の製造欠陥を補償するために、回転エンコーダの出力信号を修正するように、ポリゴン・ミラー・システムの制御回路構成体が構成されると有利である。

【課題を解決するための手段】

40

【0015】

したがって本発明は、

ノッディング軸および中心位置を有するノッディング・ミラーと、

ノッディング・ミラーをノッディング軸周りで時計回りおよび反時計回りに回転させるように構成され、永久磁石を含むヨーク、およびアームの一端部にコイルを含むアームを備え、電流に応じてヨーク内でのコイルの運動がノッディング・ミラーを回転させるように、コイルはヨーク内に収容され、アームの反対側の端部はノッディング・ミラーに連結されている回転電磁式駆動装置と、

ノッディング・ミラーの回転に応じて出力信号を発生するように構成された回転光学式エンコーダと、

50

ノッディング・ミラーが基準走査パターンで回転するように、回転光学式エンコーダの出力信号に応じて回転電磁式駆動装置に供給される電流を調節するように構成された制御回路構成体とを備える、ライダー用走査システムに関する。

【0016】

本発明は、それらの好ましい実施形態の例を示す添付図面を参照して、以下により詳細に説明される。

【図面の簡単な説明】

【0017】

【図1A】ノッディング・ミラー・システムを例示する分解斜視図である。

【図1B】ノッディング・ミラー・システムを例示する斜視図である。

【図2A】ノッディング・ミラー・システムのための回転電磁式駆動装置を例示する側面図である。

【図2B】ノッディング・ミラー・システムのための回転電磁式駆動装置を例示する上面図である。

【図3】ノッディング・ミラー・システムのための閉ループ制御システムの線図である。

【図4A】三角形走査パターンで回転するノッディング・ミラー・システムのノッディング・ミラーの角速度を時間に対してプロットした図である。

【図4B】三角形走査パターンで回転するノッディング・ミラー・システムのノッディング・ミラーの角度位置を時間に対してプロットした図である。

【図5】測距機と組み合わされたノッディング／回転ミラー・システムを含む、走査システムを例示する図である。

【図6】測距機と組み合わされた、ノッディング・ミラー・システムおよび回転ミラー・システムを含む、走査システムを例示する図である。

【図7】測距機と組み合わされた、ノッディング・ミラー・システムおよび第2のノッディング・ミラー・システムを含む、走査システムを例示する図である。

【図8】ノッディング・ミラー・システムおよびポリゴン・ミラー・システムを含む走査システムを例示する部分分解斜視図である。

【図9】測距機と組み合わされた、ポリゴン・ミラー・システムのための閉ループ制御システムの線図である。

【図10】ポリゴン・ミラー・システムのためのマスクされたポリゴン・ミラーのファセットを例示する図である。

【発明を実施するための形態】

【0018】

最適化ノッディング・ミラー・システムを含むライダー用走査システム

図1Aおよび1Bを参照すると本発明は、最適化されたノッディング・ミラー・システム100を含む、ライダー用走査システムを実現する。ノッディング・ミラー・システム100は、ノッディング・ミラー110、回転電磁式駆動装置120、回転光学式エンコーダ130、および制御回路構成体（図示せず）を含む。ノッディング・ミラー110は、ノッディング軸113および中心位置を有する。図示された実施形態において、長さ約200mmおよび幅約60mmのノッディング・ミラー110は、ノッディング軸113と合致しノッディング・ミラー110がその回りを回転する軸112を含むミラー支持体111に装着されている。ノッディング・ミラー110は平板であることが好ましい。

【0019】

ノッディング・ミラー110は軸112を介して、回転電磁式駆動装置120と回転光学式エンコーダ130の両方に連結されている。例示された実施形態に示すように、回転電磁式駆動装置120は、ノッディング・ミラー110の一端部で軸112に連結され、回転光学式エンコーダ130は、ノッディング・ミラー110の反対側の端部で軸112に連結されることが好ましい。このような構成によって、ノッディング・ミラー110と回転光学式エンコーダ130との間の軸112のねじれが最小限になり、回転光学式エンコーダ130の精度が向上する。この連結は剛的であることが好ましい。

【0020】

例示された実施形態において、ノッディング・ミラー110、回転電磁式駆動装置120、および回転光学式エンコーダ130は、バンパ141、ならびに側方支持体142、143、および144を含む基板140によって支持される。

【0021】

別の実施形態において、ノッディング・ミラー110、回転電磁式駆動装置120、および回転光学式エンコーダ130は、別途の構成で組み立てられてよい。例えば、回転電磁式駆動装置120および回転光学式エンコーダ130が両方とも、ノッディング・ミラー110の同じ端部で軸112に連結されてもよい。そのような構成は、以下で説明される閉ループ制御システムの共振周波数を最小にするであろう。さらに、ノッディング・ミラー110、回転電磁式駆動装置120、および回転光学式エンコーダ130の組立体は、別の適切な支持手段によって支持されてよい。

10

【0022】

図2Aおよび2Bを参照すると、回転電磁式駆動装置120は、永久磁石222を含むヨーク221、および一端部にコイル224を含むアーム223を備える。ヨーク221は円弧状に湾曲している。例示された実施形態に示すように、ヨーク221は、コア225、外殻226、および外殻226に装着された複数の永久磁石222を含むことが好ましい。永久磁石222は、それらの同じ磁極がコア225に面し、空気間隙227によってコア225から隔離されるように配置されている。磁場を最大にするために、図2Bにおいて矢印で示される空気間隙227は可能な限り小さく、コア225は強磁性材料から

20

【0023】

アーム223の一端部にあるコイル224はヨーク221内に収容されている。コイル224はコア225を取り巻き、空気間隙227をふさいでいる。コイル224と反対側のアーム223の端部は、ノッディング・ミラー110の一端部で軸112に連結されている。ノッディング・ミラー110は、ヨーク221の円弧の半径の距離だけコイル224から離れて、軸112を介してアーム223に連結されている。この連結は剛的であることが好ましい。

【0024】

図2Aおよび2Bに矢印で示される電流がコイル224を通して流されると、図2Bに矢印で示される電流の方向および磁場の方向に直角な方向の力が発生する。この力は、加えられた電流に応じてヨーク221内のコイル224を動かす。次いで、アーム223の一端部にあるコイル224が動くとアーム223の反対側の端部にある軸112にトルクを発生し、ノッディング軸113回りにノッディング・ミラー110を回転させる。ノッディング・ミラー110が回転する角度範囲は、少なくとも $\pm 10^\circ$ であることが好ましい。コイル224に加えられる電流の方向を反転することによって、ノッディング・ミラー110の回転方向は反転できる。コイル224に加えられる電流の大きさを変化させることによって、ノッディング・ミラー110の角速度は調節できる。一般に走査周波数は、10~20Hzが望ましい。

30

【0025】

適切な回転電磁式駆動装置120の例は、BEI Kimco Magneticsで製造されている、回転ボイス・コイル・アクチュエータRA-29-11である。

40

【0026】

回転光学式エンコーダ130は、ノッディング・ミラー110の回転に応じて出力信号を発生するように構成される。回転光学式エンコーダ130は、光源、エンコーダ・ディスク、および検出器を含む。エンコーダ・ディスクは、ノッディング・ミラー110の一端部で軸112に連結されている。ノッディング・ミラー110が回転すると、複数のラインの組でマークされたエンコーダ・ディスクは、光源と検出器との間で回転する。したがって、検出器はノッディング・ミラー110の角速度に比例する周波数を有する変調出力信号を発生する。回転光学式エンコーダ130は、正弦波出力信号を供給するように構

50

成されることが好ましい。出力信号は、 90° 位相のずれた2つの正弦波からなることが好ましい。

【0027】

適切な回転光学式エンコーダ130の例は、Heidenhainで製造されているERN1080-3600インクリメンタル回転エンコーダであり、これは直交する2組の3600本のラインをエンコーダ・ディスク上に有する。

【0028】

図3を参照すると、回転光学式エンコーダ130からの出力信号は制御回路構成体350へのフィードバックとして働く。制御回路構成体350は、閉ループ制御システム内で、回転光学式エンコーダ130の出力信号に応じて回転電磁式駆動装置120に供給される電流を調節して、ノッディング・ミラー110が基準走査パターンで確実に回転するようにする。

10

【0029】

制御回路構成体350は、基準走査パターンでプログラムされ、基準角度範囲および基準角速度を含んでいることが好ましい。測距機としては通常、一定割合で範囲測定を行うので、基準角速度がライダー・システムで生成された像の分解能を決定する。基準角度範囲はライダー・システムの視野を決定する。制御回路構成体350は、複数の走査パターンを有するようにプログラムされ、走査システムは、基準走査パターンを選択するためのヒューマン・マシン・インターフェイスを含むことが好ましい。

20

【0030】

例示された実施形態において、制御回路構成体350は位置計数回路351および速度制御回路352を含む。制御回路構成体350は改変回路も含むことが好ましい。

【0031】

任意に選択できる改変回路(interpolation circuit)は、回転光学式エンコーダ130の出力信号を改変するように構成されて、回転光学式エンコーダ130の分解能が劇的に増加されるようにする。改変回路は、回転光学式エンコーダ130の角度位置を表す正弦波出力信号を、所望の数の増分に分割する。例えば、直交する2組の3600本のラインを有するエンコーダ・ディスクを含む回転光学式エンコーダ130からの正弦波出力信号が、分解能を4096倍増加するように改変されると、ノッディング・ミラー110の角度位置は $360^\circ / (3600 \times 4 \times 4096)$ 、すなわち6マイクロ度の精度で決定できる。

30

【0032】

ノッディング・ミラー110の角度位置を決定するために、位置計数回路351は、改変後に回転光学式エンコーダ130からの出力信号の増分を計数するように構成されることが好ましい。基準走査パターンに従って、基準角度範囲の端点に達したときに、基準角速度の符号が変えられて、ノッディング・ミラー110の回転方向が反転させられる。

【0033】

速度制御回路352は、ノッディング・ミラー110の角速度を制御するように構成される。速度制御回路352は、ノッディング・ミラー110の角速度を決定し、この角速度を基準角速度と比較する。角速度と基準角速度との間の誤差に基づいて、速度制御回路352は、回転電磁式駆動装置120のコイル224に供給される電流を調節する。速度制御回路352は、比例積分(PI)制御回路であることが好ましく、両方とも誤差を計算し時間にわたる誤差を積分する。次いでコイル224に供給される電流は、短時間の角速度が適正であることを確保する比例誤差項と、平均的な角速度が適正であることを確保する積分誤差項と、に基づいて調節される。

40

【0034】

適切な制御回路構成体350の例は、Elmo Motion Controlで製造されているHAR-A2/100Iモータ・コントローラである。

【0035】

本発明の走査システムの一部として提供されるノッディング・ミラー・システム100

50

は、ノッディング・ミラー 110 が、基準角度範囲にわたって時計回りおよび反時計回りの両方に回転している間に、有効な情報を測距機内に収集する。したがって、好ましい走査システムの実施形態において、制御回路構成体 350 は、ノッディング・ミラー 110 が三角形走査パターンで回転するように制御する。そのような走査パターンにおいて、基準角速度は基準角度範囲にわたって一定であり、角度範囲の端点で符号を反転する。そのような実施形態の性能を実証するために、三角形走査パターンで回転しているノッディング・ミラー 110 に関する、角速度対時間、および角度位置対時間のプロット図を、それぞれ図 4 A および 4 B に示す。

【0036】

別の実施形態において制御回路構成体 350 は、ノッディング・ミラー 110 が、基準角速度の大きさが基準角度範囲にわたって変化して角度範囲の端点において符号を反転する、別のタイプの走査パターンを実行するように制御する構成にされてよい。そのような走査パターンは実質的に任意の波形を有してよい。例えば制御回路構成体 350 は、ノッディング・ミラー 110 を正弦波状の走査パターンで回転させるように制御する構成にされてよい。正弦波状走査パターンは、角度範囲の端点で角速度を反転するために必要とされる角加速度が、三角形走査パターンの場合よりも小さいので、高い走査周波数を達成するために有利である。

【0037】

代替として制御回路構成体 350 は、特定のライダー・システムへの適用に最適化された走査パターンで、ノッディング・ミラー 110 を回転するように制御する構成にされてよい。このように最適化された走査パターンにおいて、基準角速度の大きさは、低分解能が必要とされる角度範囲の区間にわたって大きく、高分解能が必要とされる別の角度範囲の区間にわたって小さい。例えば、道路を移動する車両に装着されたライダー・システムに対して最適化された走査パターンでは、ノッディング・ミラー 110 は、車両近くの道路を含み、目標を特定し易い視野の下部にわたって速く回転し、車両から遠くの景色を含み目標をより特定し難い、視野の上部にわたってゆっくり回転する。

【0038】

本発明の走査システムの一部として提供されるノッディング・ミラー・システム 100 は、基準走査パターンを容易に、かつ動的に変化させ得る。したがって、走査システムの作動中に、ライダー・システムの視野および分解能を調節可能である。好ましい実施形態において、走査システムは、ライダー・システムの視野を走査する最も効率的な方式を決定するためのプログラムを備えて構成されたコンピュータを含む。コンピュータは走査システムの作動中に、更新された基準走査パターンを選択し、制御回路構成体 350 を更新された走査パターンで再プログラムする。例えば、コンピュータは、広い視野を速く走査して低分解能の像を生成し、次いでいったん関心のある目標が特定されると、全体視野の中より狭い区域をゆっくり走査して、より高い分解能でこれらの区域を撮像するように、ノッディング・ミラー・システム 110 に命令することができる。代替として走査システムは、走査システムの作動中に、制御回路構成体 350 を更新された基準走査パターンで再プログラムするための、ヒューマン・マシン・インターフェイスを含んでよい。そして使用者は、ライダー・システムからの像をリアル・タイムで評価しながら、更新された基準走査パターンの選択を行う。この走査方法は、我々が網膜中心窩的走査と称するものであり、高分解能の像形成能力のある網膜の区域である網膜中心窩上の像の関心のある部分に焦点を合わせる、人間の眼の挙動を模倣している。

【0039】

走査システムの別の好ましい実施形態において、ノッディング・ミラー・システム 100 の制御回路構成体 350 は、走査システムのピッチ角度に応じて出力信号を発生するピッチ角度検出器に接続される。適切なピッチ角度検出器は、全世界測位システム (GPS) / 慣性システム、および微小電子機械システム (MEMS) に基づくセンサを含む。制御回路構成体 350 は、ピッチ角度検出器の出力信号に応じて基準角度範囲を変えることによって、ノッディング・ミラー 110 の基準走査パターンを調節し、走査システムのピ

10

20

30

40

50

ッチ角度を補償する。このような実施形態は、例えば道路上の自動車、海洋にある船舶、または飛行中の航空機のような移動輸送手段に装着されるライダー・システムに対して特に有利である。本発明はこのようなライダー・システムの視野を調節して、目標の特定を容易にし、ピッチング運動を補償する。

【0040】

図5を参照すると、別の好ましい走査システムの実施形態は、ノッディング／回転ミラー・システム500を含む。ノッディング／回転ミラー・システム500において、ノッディング・ミラー110は回転軸513を有し、その軸周りの360°にわたって時計回りまたは反時計回りに回転可能である。ノッディング／回転ミラー・システム500は、ノッディング・ミラー110をノッディング軸113周りで時計回りおよび反時計回りに回転させるように構成された回転電磁式駆動装置120に加えて、ノッディング・ミラー110を回転軸513周りで回転させるように構成された回転駆動装置も含んでいる。

10

【0041】

回転軸513は、ノッディング軸113に直交し、ノッディング・ミラー110の中心位置に対して45°の角度にあることが好ましい。このような実施形態によって、水平面で回転軸513周りの全360°回転にわたるデータを測距機560内に収集できるようになる。測距機560から放出された光の光路561は、ノッディング軸113周りの回転によってさらに制御可能であり、それは光の光路を鉛直方向に走査する。

【0042】

より高い回転角速度を達成するために、回転体の質量は可能な限り小さいことが望ましい。したがって場合によっては、分離した回転ミラー・システムを360°走査用に使用すると有利なことがある。図6を参照すると本発明は、ノッディング・ミラー・システム100に加えて回転ミラー・システム600を含む、走査システムを提供する。回転ミラー・システム600は、回転軸613を有する回転ミラー610と、回転ミラー610を回転軸613周りで回転させるように構成された回転駆動装置とを含む。

20

【0043】

回転ミラー610は、ノッディング・ミラー110のノッディング軸113に直行する回転軸613周りの360°にわたって時計回りまたは反時計回りに回転できる。回転ミラー610は平板であることが好ましい。回転ミラー610の回転軸613は、回転ミラー610およびノッディング・ミラー110の中心位置に対して45°の角度にあることが好ましい。図6に示すように、測距機560と組み合わせられるとノッディング・ミラー110は測距機560から放出された光の光路661をずらし、回転ミラー610によって供給される360°の水平視野が、鉛直方向内で調節され得るようにする。

30

【0044】

場合によっては、走査システム内に追加のノッディング・ミラー・システムを含むと有利なことがある。図7を参照すると本発明は、ノッディング・ミラー・システム100に加えて、第2のノッディング・ミラー・システム700を含む走査システムを提供する。第2のノッディング・ミラー・システム700は、第2のノッディング軸713および第2の中心位置を有する第2のノッディング・ミラー710と、第2のノッディング軸713周りで時計回りおよび反時計回りに第2のノッディング・ミラー710を回転させるように構成された第2の回転駆動装置と、を含む。

40

【0045】

第2のノッディング・ミラー710の第2のノッディング軸713は、ノッディング・ミラー110のノッディング軸113に直交している。第2のノッディング・ミラー710は平面であることが好ましい。ノッディング・ミラー110のノッディング軸113は、第2のノッディング・ミラー710の中心位置に対して45°の角度であり、第2のノッディング・ミラー710の第2のノッディング軸713は、ノッディング・ミラー110の中心位置に対して45°の角度であることが好ましい。したがって測距機560と組み合わせた場合、図7に示すように、ノッディング・ミラー・システム100および第2のノッディング・ミラー・システム700は、ライダー・システムの視野を2つの直交す

50

る方向にわたって走査する。参考のために記すと、ノッディング・ミラー 110 が中心位置にあって、第 2 のノッディング・ミラー 710 が第 2 の中心位置にあるとき、測距機 560 から発せられた光の光路 761 は図 7 のページの外に向かう。このような実施形態は、ライダー・システムの全視野をほぼ完全な収集効率で走査できるようになるため有利である。

【0046】

第 2 のノッディング・ミラー・システム 700 は、ノッディング・ミラー・システム 100 と同様の有利な構成要素の組合せを有し、それぞれ前述の、ノッディング・ミラー 110 と、回転電磁式駆動装置 120 と、回転光学式エンコーダ 130 と、制御回路構成体 350 と、に本質的に同等な、第 2 のノッディング・ミラー 710 と、第 2 の回転電磁式駆動装置と、第 2 の回転光学式エンコーダと、第 2 の制御回路構成体とを含むことが好ましい。このように最適化された 2 つのノッディング・ミラー・システム 100 と 500 とが 1 つの走査システム内で組み合わせて使用されると、ノッディング・ミラー 110 と第 2 のノッディング・ミラー 710 は、共に種々の基準走査パターンで同様の平均角速度で回転され得る。第 2 のノッディング・ミラー 710 の第 2 の平均角速度は、ノッディング・ミラー 110 の平均角速度の $\pm 20\%$ 以内であることが好ましい。これと対照的に従来のデュアル・ミラー (dual-mirror) 走査システムでは、1 つのミラーは通常他のミラーよりもかなり速い平均角速度で回転され、それによって 1 つの方向は非常に速く走査され、他の方向は比較的ゆっくり走査される。

【0047】

例えば、ノッディング・ミラー・システム 100 の基準走査パターンと、第 2 のノッディング・ミラー・システム 700 の第 2 の基準走査パターンは、共に三角形状の走査パターンであってよい。代替として、基準走査パターンと第 2 の基準走査パターンは、共に正弦波状走査パターンであってよく、その結果、組み合わされた走査パターンはよく知られたリサージュ図の 1 つとなる。基準走査パターンと第 2 の基準走査パターンは、同様または同等の基準角速度を含むことが好ましい。場合によっては、基準走査パターンと第 2 の基準走査パターンは、同様または同等の基準角度範囲を含んでもよい。

【0048】

ノッディング・ミラー・システム 100 の制御回路構成体 350 と、第 2 のノッディング・ミラー・システム 700 の第 2 の制御回路構成体は、それぞれ基準走査パターンと、第 2 の基準走査パターンでプログラムされることが好ましい。場合によっては、制御回路構成体 350 と第 2 の制御回路構成体は、走査システムの作動中に前述した網膜中心窩的走査法に従って、コンピュータまたは使用者によって、更新された基準走査パターンと更新された第 2 の基準走査パターンでそれぞれ再プログラムされ得る。

【0049】

図 8 を参照すると、別の好ましい走査システムの実施形態は、ノッディング・ミラー・システム 100 に加えてポリゴン・ミラー・システム 800 を含む。ポリゴン・ミラー・システム 800 は、回転軸 813 を有するポリゴン・ミラー 810 と、ポリゴン・ミラー 810 を回転軸 813 周りで回転させるように構成された回転駆動装置 820 と、を含む。ポリゴン・ミラー 810 は、ノッディング・ミラー 110 のノッディング軸 113 に直交する回転軸 813 周りで、時計回りおよび反時計回りに 360° にわたって回転することができる。測距機 560 と組み合わされると、ノッディング・ミラー 110 は測距機 560 から放出された光の光路をずらし、回転ミラー 810 によって供給された 360° の水平視野が、鉛直方向内で調節されるようにする。

【0050】

最適化ポリゴン・ミラー・システムを含むライダーの走査システム

本発明は、最適化ポリゴン・ミラー・システムを含むライダー用走査システムも提供する。図 9 を参照すると、ポリゴン・ミラー・システム 900 は、ポリゴン・ミラー 910 と、回転駆動装置 920 と、回転エンコーダ 930 と、制御回路構成体 950 とを含む。

【0051】

ポリゴン・ミラー 910 は、互いに理想角度の方向に向いた理想長さの複数のファセットを有する正多角形の形をしている。ポリゴン・ミラー 910 は、互いに 60° の位置にある同じ長さの 6 つのファセットを有する六角形のミラーであることが好ましい。ポリゴン・ミラー 910 は、多角形の軸と一致している回転軸の周りで 360° にわたって、時計回りおよび反時計回りに回転することができる。

【0052】

上記で説明したように、従来のポリゴン・ミラーの収集効率は角度位置によって変化し、測距機 560 から放出された光がファセットの端部に近づくとも 50% に減少する。したがって本発明で提供される好ましい走査システムの実施形態において、収集効率の均一性を改善するために、ポリゴン・ミラー 910 はマスクされる。図 10 を参照すると、マスクされたポリゴン・ミラー 910 は、マスクされた反射率の低い領域 1015 とマスクされない反射率の高い領域 1016 とを有する、ファセット 1014 を含む。

10

【0053】

マスクされた領域 1015 の最適な寸法と特性を決定するために、ポリゴン・ミラー 910 の角度位置の関数としての収集効率が、マスクする前に計算される。このような計算は、第一原理を用いて、または適切なソフトウェアを使用して、ファセット 1014 の寸法、ポリゴン・ミラー 910 の測距機 560 からの光の光路からのオフセット値、および測距機 560 の開口部の寸法、などの要因を考慮して実行され得る。このような計算結果に基づいて、高収集効率を有するポリゴン・ミラー 910 の領域は、測距機 560 のレーザの波長の光を吸収する材料の層でマスクされる。さらに、これらのマスクされた領域 1015 内の層の厚さは、計算された収集効率内の変動を補償するように変化させられる。表面に材料を塗るか、またはマスクを通して材料を堆積させることによって、ポリゴン・ミラー 910 のマスクされた領域 1015 内の層が塗布される。

20

【0054】

回転駆動装置 920 は、ポリゴン・ミラー 910 を回転軸の周りで回転させるように構成され、回転エンコーダ 930 は、ポリゴン・ミラー 910 の回転に応じてパルス化出力信号を発生するように構成される。閉ループ制御システム内で、ポリゴン・ミラー 910 が基準走査パターンで回転することを確保するために、制御回路構成体 950 は、回転エンコーダ 930 のパルス化出力信号に応じて回転駆動装置 920 に供給される電流を調節する。

30

【0055】

制御回路構成体 950 は基準走査パターンでプログラムされることが好ましい。場合によっては、制御回路構成体 950 は、走査システムの作動中に前述した網膜中心窩的走査法に従って、コンピュータまたは使用者によって、更新された基準走査パターンで再プログラムされ得る。

【0056】

回転エンコーダ 930 のパルス化出力信号も、測距機 560 によるデータ取得をトリガーするために使用される。制御回路構成体 950 は測距機 560 と接続され、測距機 560 に修正されたパルス化出力信号を供給するように構成されると有利である。制御回路構成体 950 はパルス化出力信号の周波数を上げるように構成され、それによって測距機 560 によるデータ収集の頻度を増加することが好ましい。したがって、ライダー・システムの分解能は、回転エンコーダ 930 の分解能によって決定されるよりも、測距機 560 の応答時間によって決定される、上限値まで上げることが可能である。

40

【0057】

別の好ましい実施形態において、制御回路構成体 950 は、パルス化出力信号を修正してポリゴン・ミラー 910 内の製造欠陥を補償するように構成される。例えば、理想角度からポリゴン・ミラー 910 のファセット 1014 までの間の角度のずれを補正するために、各ファセット 1014 のパルス列の前に可調整遅延が挿入され得る。測距機 560 によるデータ取得がトリガーされる時間は、ポリゴン・ミラー 910 をわずかに大きい小さい角度にわたって回転させ得るように、わずかに変更される。このような構成は、ポリ

50

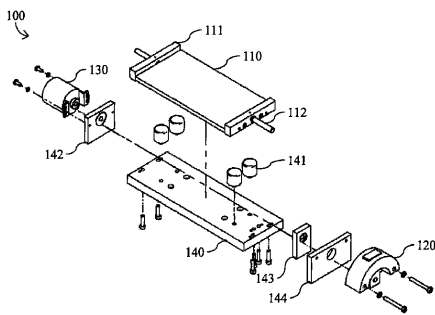
ゴン・ミラー 9 1 0 の最も一般的なタイプの製造誤差の 1 つの効果を低減し、ライダー・システムによる撮像の明瞭度の改善につながる。

【 0 0 5 8 】

当然、本発明の精神と範囲から逸脱せずに多数の他の実施形態が想定され得る。

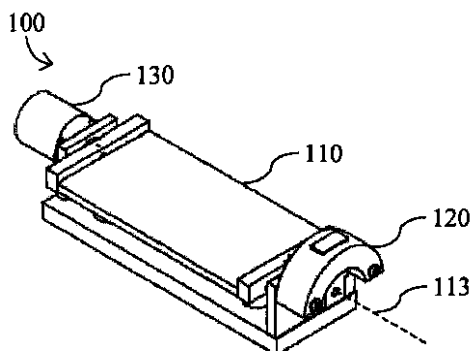
【 図 1 A 】

FIG. 1A



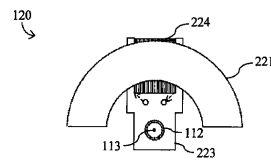
【 図 1 B 】

FIG. 1B



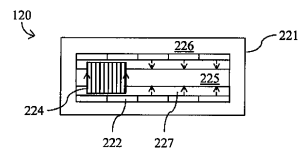
【 図 2 A 】

FIG. 2A



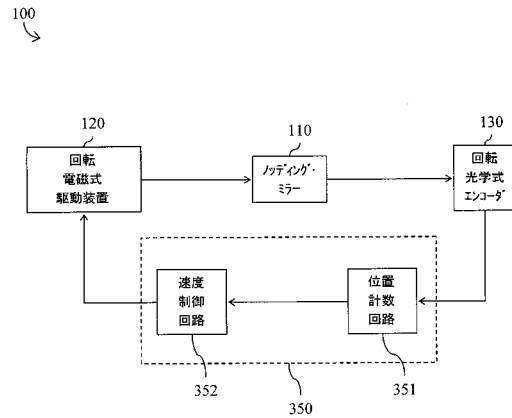
【 図 2 B 】

FIG. 2B



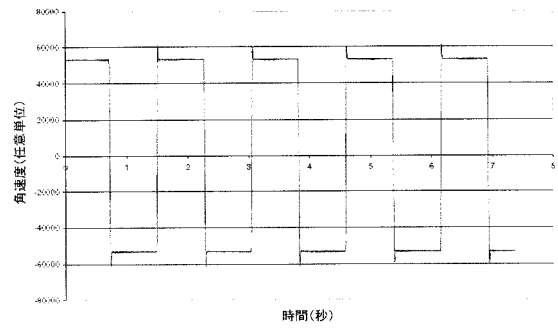
【図 3】

FIG. 3



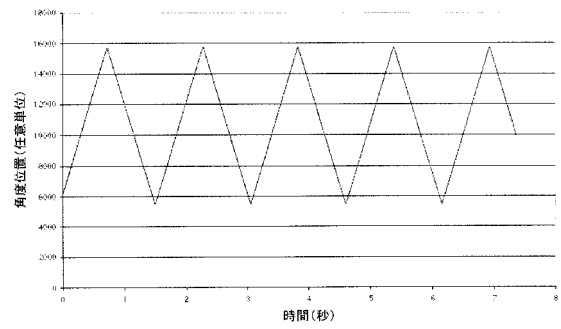
【図 4 A】

FIG. 4A



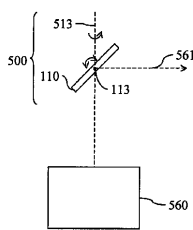
【図 4 B】

FIG. 4B



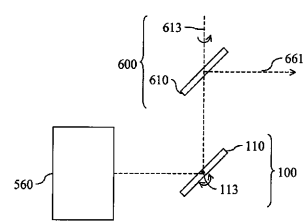
【図 5】

FIG. 5



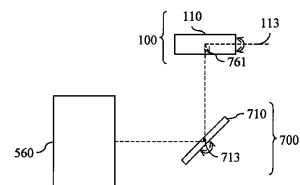
【図 6】

FIG. 6



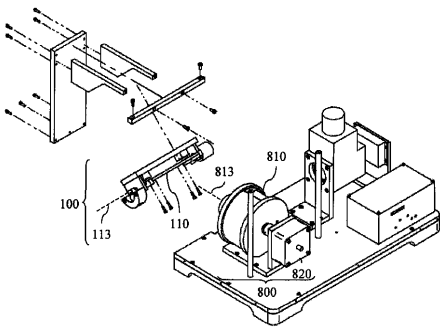
【図 7】

FIG. 7



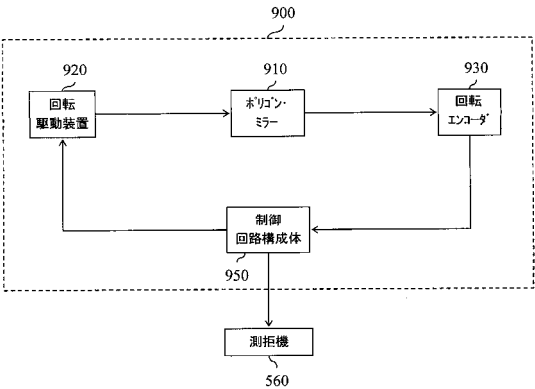
【図 8】

FIG. 8



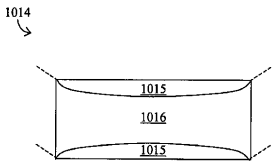
【図 9】

FIG. 9



【図 10】

FIG. 10



【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/CA2007/002033
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC: G01S 7/481 (2006.01) According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC: G01S 7/481 (2006.01)		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic database(s) consulted during the international search (name of database(s) and, where practicable, search terms used) Delphion, EpoqueNet, USPTO, Canadian Patent Database:(scanning, lidar, nodding mirror, rotary electromagnetic drive, optical encoder, rotary voice coil, laser, yoke)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	US 2004/0190577 (Albrecht et al.) 30 September 2004 (30-09-2004) (abstract; paragraph[0034], lines 1-14)	1
Y	US 2005/0099637 (Kacyra et al.) 12 May 2005 (12-05-2005) (abstract; paragraph[0116], lines 1-5, paragraph[0153], lines 1-14, paragraph[0168], lines 11-20)	1
A	US 5,006,721 (Cameron et al.) 9 April 1991 (09-04-1991) (see whole document)	1-25
A	US 4,626,063 (Honey) 2 December 1986 (02-12-1986) (see whole document)	1-25
☐ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☒ 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 "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 21 February 2008 (21-02-2008)		Date of mailing of the international search report 27 February 2008 (27-02-2008)
Name and mailing address of the ISA/CA Canadian Intellectual Property Office Place du Portage I, C114 - 1st Floor, Box PCT 50 Victoria Street Gatineau, Quebec K1A 0C9 Facsimile No.: 001-819-953-2476		Authorized officer Camran Syed 819- 934-4550

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/CA2007/002033

Patent Document Cited in Search Report	Publication Date	Patent Family Member(s)	Publication Date
US2004190577	30-09-2004	NONE	
US2005099637	12-04-2005	AT293244T T CA2252409 A1 DE69733014D D1 DE69733014T T2 EP0895577 A2 JP2000509150T T US5988862 A US6246468 B1 US6330523 B1 US6420698 B1 US6473079 B1 US6512518 B2 US6512993 B2 US6734849 B2 US6847462 B1 US7184036 B2 US7215430 B2 US2002149585 A1 US2003001835 A1 WO9740342 A2	15-04-2005 30-10-1997 19-05-2005 09-02-2006 10-02-1999 18-07-2000 23-11-1999 12-06-2001 11-12-2001 16-07-2002 29-10-2002 28-01-2003 28-01-2003 11-05-2004 25-01-2005 27-02-2007 08-05-2007 17-10-2002 02-01-2003 30-10-1997
US5006721	09-04-1991	CA2038924 A1 EP0448111 A2	24-09-1991 25-09-1991
US4626063	02-12-1986	AU575323B B2 AU2814184 A CA1256309 A1 FR2545619 A1 WO8404175 A1	28-07-1988 07-11-1984 27-06-1989 09-11-1984 25-10-1984

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(72)発明者 ムーア, ウィリアム ティー.

カナダ国 ヴィー7ディー 1ダブリュ1 ブリティッシュコロンビア州 ウェストヴァンクーヴァー
アー ゴードンアヴェニュー 2 1 2 1

(72)発明者 ウィリアムズ, ケヴィン

カナダ国 ケイ2エイチ 8ジー8 オンタリオ州 オタワ ロックアイルロード 8 1

(72)発明者 ブルース, ロバート

カナダ国 ケイ2ジー 3ジェイ3 オンタリオ州 スティッツビル フランクリンキャスカート
クレッセント 2 0

Fターム(参考) 5J084 BA11 BA48 BB28 CA72 CA80 EA33