

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4879471号
(P4879471)

(45) 発行日 平成24年2月22日 (2012. 2. 22)

(24) 登録日 平成23年12月9日 (2011. 12. 9)

(51) Int. Cl.	F I
GO 1 B 11/00 (2006. 01)	GO 1 B 11/00 A
GO 6 F 3/042 (2006. 01)	GO 6 F 3/042 F

請求項の数 20 (全 14 頁)

(21) 出願番号	特願2004-248127 (P2004-248127)	(73) 特許権者	506200186
(22) 出願日	平成16年8月27日 (2004. 8. 27)		アバゴ・テクノロジーズ・イーシービーユー・アイピー (シンガポール) プライベート・リミテッド
(65) 公開番号	特開2005-99009 (P2005-99009A)		シンガポール国シンガポール768923, イーシュン・アベニュー・7・ナンバー1
(43) 公開日	平成17年4月14日 (2005. 4. 14)	(74) 代理人	100087642
審査請求日	平成19年6月11日 (2007. 6. 11)		弁理士 古谷 聡
(31) 優先権主張番号	10/652638	(74) 代理人	100076680
(32) 優先日	平成15年8月29日 (2003. 8. 29)		弁理士 溝部 孝彦
(33) 優先権主張国	米国 (US)	(74) 代理人	100121061
前置審査			弁理士 西山 清春
		(74) 代理人	100099623
			弁理士 奥山 尚一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 再帰反射物体に応答する位置決定方法および装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物体の位置を決定するための方法であって、

物体の位置を決定するために光源から光ビームとして1つ以上の電磁 (EM) ビームを生じるステップと、

前記1つ以上のEMビームを、ビーム分散装置によって、それぞれ、前記EMビームの周波数に関連した回折角度で、走査空間に分散するステップと、

前記走査空間内に配置された物体から、前記それぞれの分散ビームの少なくとも一部を前記ビーム分散装置に向かって再帰反射させるステップと、

前記再帰反射ビームに関連した周波数に応答して、前記再帰反射させる物体のそれぞれの角位置を決定するステップと、

前記再帰反射させる物体の2つ以上の角位置を求めて、前記物体の座標を三角測量し、前記物体の位置を決定するステップとを有する、方法。

【請求項 2】

前記1つ以上のEMビームが広帯域ビームであることを特徴とする、請求項1に記載の方法。

【請求項 3】

前記1つ以上のEMビームが、ある周波数範囲にわたって同調させられるか、または、掃引される、狭帯域ビームであることを特徴とする、請求項1に記載の方法。

【請求項 4】

10

20

前記 1 つ以上の E M ビームの偏光状態を回転させるステップと、

前記再帰反射ビームの偏光状態を回転させて、前記 1 つ以上の E M ビームと前記再帰反射ビームが、それぞれの光路に配置された偏光ビーム・スプリッタによって異なる処理を施されるようにするステップを有することを特徴とする、
請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

光ビームとして E M ビームを送り出す 1 つ以上の電磁 (E M) ビーム源と、
それぞれ、前記 E M ビームの周波数に関連した回折角度で、前記 1 つ以上の E M ビームを走査空間に分散する 1 つ以上のビーム分散装置とが含まれており、前記走査空間内に配置された再帰反射させる物体に应答して、前記再帰反射させる物体によって、前記それぞれの分散ビームの少なくとも一部が、前記ビーム分散装置に再帰反射されるようにする構成が施されていることと、

10

前記それぞれの再帰反射ビームを受光して、再帰反射ビームに関連した周波数に应答して前記再帰反射させる物体のそれぞれの角位置を決定するための信号を送り出す 1 つ以上のレセプタが含まれ、

2 つ以上の角位置から前記再帰反射させる物体の座標を三角測量によって検出することを特徴とする、位置決定装置。

【請求項 6】

前記 1 つ以上のレセプタと交信し、前記それぞれの再帰反射ビームに関連した周波数に应答して、前記再帰反射させる物体の前記それぞれの角位置を決定するプロセッサが含まれることを特徴とする、請求項 5 に記載の装置。

20

【請求項 7】

前記プロセッサが、前記それぞれの角位置の少なくとも 2 つを用いて、前記再帰反射させる物体の座標を三角測量することを特徴とする、請求項 6 に記載の装置。

【請求項 8】

前記 1 つ以上の E M ビーム源が、楕円 E M ビームを送り出して、前記走査空間に対して直交する方向に沿った前記再帰反射させる物体のトラッキング範囲を改善することを特徴とする、請求項 7 に記載の装置。

【請求項 9】

前記プロセッサが、前記それぞれの角位置の少なくとも 3 つを用いて、前記再帰反射させる物体の空間座標を三角測量することを特徴とする、請求項 6 に記載の装置。

30

【請求項 10】

前記 1 つ以上の E M ビーム源に、それぞれの周波数の前記それぞれの E M ビームを送り出す、それぞれの狭帯域同調可能ビーム源が含まれることを特徴とする、請求項 6 に記載の装置。

【請求項 11】

前記それぞれの周波数が分っていることと、

前記 1 つ以上のレセプタに、それぞれの光検出器が含まれることと、

前記それぞれの光検出器が、前記それぞれの再帰反射ビームの受光を検出すると、前記プロセッサが、前記それぞれの既知周波数を利用して、それぞれの角位置を決定することを特徴とする、請求項 10 に記載の装置。

40

【請求項 12】

前記 1 つ以上のレセプタに、それぞれの波長計が含まれることと、

前記それぞれの波長計が、前記それぞれの再帰反射ビームの受光を検出すると、前記プロセッサが、前記それぞれの再帰反射ビームが前記それぞれの周波数を備えるものと判断し、前記それぞれの周波数を利用して、それぞれの角位置を決定することを特徴とする、請求項 10 に記載の装置。

【請求項 13】

前記 1 つ以上の E M ビーム源に、前記それぞれの E M ビームを送り出すそれぞれの広帯域ビーム源が含まれることと、

50

前記１つ以上のレセプタに、前記それぞれの再帰反射ビームの周波数を求めるそれぞれの波長計が含まれることと、

前記それぞれの波長計が、前記それぞれの再帰反射ビームの受光を検出すると、前記プロセッサが、前記それぞれの再帰反射ビームの前記周波数を利用して、前記それぞれの角位置を決定することを特徴とする、請求項６に記載の装置。

【請求項１４】

前記１つ以上のビーム分散装置が、回折格子、プリズム、及び、ホログラフィック素子から構成される前記ビーム分散装置のグループから選択されることを特徴とする、請求項５に記載の装置。

【請求項１５】

前記１つ以上のＥＭビーム源からの前記それぞれのＥＭビームを前記１つ以上のビーム分散装置に送り、前記それぞれの再帰反射ビームを前記１つ以上のレセプタに送る１つ以上の部分反射表面が含まれることを特徴とする、請求項５に記載の装置。

【請求項１６】

前記１つ以上の部分反射表面に、偏光ビーム・スプリッタが含まれることと、前記装置に、

それぞれの偏光ビーム・スプリッタと前記再帰反射させる物体の間に配置された１つ以上の偏光状態回転子が含まれることと、

前記それぞれのＥＭビームの前記偏光状態によって、前記それぞれの偏光ビーム・スプリッタが前記それぞれのＥＭビームを反射することと、

前記１つ以上の偏光状態回転子が、前記それぞれのＥＭビーム及び前記それぞれの再帰反射ビームの前記偏光状態を回転させ、前記それぞれの再帰反射ビームの前記偏光状態によって、前記それぞれの偏光ビーム・スプリッタが、前記それぞれの再帰反射ビームを前記それぞれのレセプタに送るようにすることを特徴とする、請求項１５に記載の装置。

【請求項１７】

光源の光を分散するビーム分散装置からの光が再帰反射させる物体によって再帰反射され、該再帰反射させる物体の２つ以上の角位置を求めて、この角位置が入力装置によって、再帰反射ビームの検出を示す入力として受信すると実行されるプログラム命令を含み、このプログラム命令は、周波数値に基づいて角位置を計算するプログラム命令（５１２）と、前記物体の２つ以上の前記角位置を利用して座標の三角測量を行うプログラム命令（５１４）とを含んでいる、再帰反射させる物体の前記位置を決定するためのコンピュータ・プログラム製品を納めた、コンピュータ可読媒体。

【請求項１８】

追加再帰反射ビームの検出を示す入力を受信すると、追加周波数値に従って追加角位置を計算するプログラム命令と、

前記角位置と前記追加角位置を用いて、座標を三角測量するプログラム命令を含んでいることを特徴とする、請求項１７に記載のコンピュータ・プログラム製品。

【請求項１９】

前記周波数値を同調可能電磁ビーム源から受け取ることと、

前記再帰反射ビームの検出を示す前記入力を光検出器から受信することを特徴とする、請求項１７に記載のコンピュータ・プログラム製品。

【請求項２０】

前記周波数値を波長計から受け取ることと、

前記再帰反射ビームの検出を示す前記入力が、前記周波数値それ自体であることを特徴とする、請求項１７に記載のコンピュータ・プログラム製品。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、一般に、物体の位置決定方法および位置決定装置に関するものであり、とりわけ、光学位置決定方法および装置に関するものである。

10

20

30

40

50

【背景技術】

【0002】

機械式マウスは、カーソルの位置決めをして、さまざまなアプリケーションにおける機能を選択するのに有用なツールとして、コンピュータ・ユーザには周知のところである。これらの機械式マウスは、ボールと、関連センサを利用して、相對運動を検出する。しかし、機械式マウスは、相對座標トラッキングを利用しており、一般に可動部を有し、2次元位置入力に制限され、分解能が低く、特定の表面においてしか有効に機能しない。

光学式マウスは、光を利用して、相對運動を検出する。一般に、光学式マウスは、マウス・パッドまたはテーブル表面のようなある表面を照射するための、発光ダイオード（LED）のような光源を備えている。光が表面に当たると、光の一部は反射される。光学式マウスは、反射光を検出するための搭載検出器を備えている。電子計算装置が、反射光に基づいて、光学式マウスの相對運動を測定する。

10

【0003】

【特許文献1】EP0366112A2

【特許文献2】EP1100041A2

【特許文献3】EP0270909A2

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

光学式マウスは、機械式マウスの制限のいくつかを克服するが、やはり、2次元位置入力に制限され、相對座標トラッキングを利用し、ミラーのような特定の表面には有効に機能しない。さらに、LED及び電子計算装置は、光学式マウスにおける電源の利用を必要とする。

20

本発明は、上記課題を解決し、走査空間内における再帰反射物体の角位置に関連した周波数を有する分散ビームの一部を再帰反射することによって、再帰反射物体の第2の角位置を求め、2つの角位置を利用して再帰反射物体の座標を求めることができる位置決定方法および装置を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0005】

ある位置決定技法では、周波数依存回折（分散とも称する）を利用して、走査空間内における再帰反射物体の角位置が決定される。この技法には、周波数に基づいて、電磁（EM）ビームを走査空間内に分散することが必要になる。再帰反射物体は、走査空間内に配置されると、走査空間内における再帰反射物体の角位置に関連した周波数を有する分散ビームの一部を再帰反射する。再帰反射ビームの周波数を利用して、走査空間内における再帰反射物体の角位置が決定される。第2のビームが走査空間内に分散され、第2のビームの一部が、説明したばかりのように再帰反射されると、再帰反射物体の第2の角位置を求めることが可能になる。再帰反射物体の座標は、2つの角位置を利用して、三角測量によって求められる。これらは、相對座標ではなく、絶対座標である。再帰反射物体の空間（3次元）座標は、3つ以上の角位置を利用して、三角測量によって求めることが可能である。

30

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0006】

例証を目的とした図面に示すように、本発明は、位置決定に関するものである。実施態様の1つでは、本発明は、周波数依存回折に基づいて、走査空間内における再帰反射物体の角位置を決定する。

【0007】

図1は、本発明による、走査空間130内に配置された再帰反射物体110に応答する位置決定システム100のブロック図である。図1の目的は、走査空間130のそれぞれの半径方向部分に関連した分散ビームの周波数値を利用して、再帰反射物体110の座標を計算する方法を例示することにある。システム100は、この周波数値を利用して、再

50

帰反射物体 110 の角位置を計算し、角位置を利用して、再帰反射物体 110 の座標を三角測量することが可能である。(分散ビームの周波数値と走査空間 130 内における再帰反射物体 110 の半径方向位置との関係については、図 2 A 及び図 2 B に関連して後述する。この関係について解説するまで、ただ単に、こうした関係が存在するものと仮定しておく。)

【0008】

システム 100 には、第 1 の角位置決定サブシステム 101、第 2 の角位置決定サブシステム 111、及び、プロセッサ 120 が含まれている。プロセッサは、コンピュータ技術において周知のところである。従って、本明細書では、プロセッサ 120 に関する詳細な説明は控えることにする。ただし、留意しておくべきは、プロセッサは、一般に、機能を実行するための命令を含む記憶媒体に結合されているという点である。記憶媒体は、命令がハードウェアで実施される場合、必要になることもあれば、不要になることもあり得る。従って、本明細書において用いられる限りにおいて、プロセッサ 120 は、関連する記憶媒体のない(オプションのレジスタ以外に)ハードウェア装置とすることが可能である。さらに、本明細書において用いられる限りにおいて、プロセッサ 120 は、実際には、マルチプロセッサまたは複数プロセッサとすることが可能である。

【0009】

プロセッサ 120 は、入力として、2つのサブシステム 101 及び 111 の出力を受信する。実施態様の 1 つでは、2つのサブシステム 101 及び 111 の出力は周波数値である。プロセッサ 120 は、周波数値に対応する再帰反射物体 (retro-reflective object) 110 の角位置を決定する。プロセッサ 120 は、次に、角位置を用いて、再帰反射物体 110 の座標を三角測量し、それに基づいて、再帰反射物体 110 の位置を決定する。ある代替実施態様では、サブシステム 101 及び 111 に、周波数から角位置を求め、プロセッサ 120 に対して角位置を出力する独立したプロセッサ(不図示)が設けられており、プロセッサ 120 は、この角位置を用いて、再帰反射物体 110 の座標を三角測量し、それに基づいて、再帰反射物体 110 の位置を決定する。

【0010】

実施態様の 1 つでは、プロセッサ 120 は、コンピュータ・モニタ(不図示)のような出力装置に結合されている。プロセッサによって、走査空間 130 内における再帰反射物体 110 の座標が計算されるので、出力装置において、走査空間 130 内における再帰反射物体 110 の移動を表示することが可能である。ある代替実施態様では、再帰反射物体 110 の移動が記憶媒体に記憶される。もう 1 つの代替実施態様では、再帰反射物体 110 がコンピュータ入力装置として利用される。好都合なことには、再帰反射物体 110 は、再帰反射マウスまたはタッチ・スクリーン入力装置を含む、あるいは、書き込み端部に再帰反射表面を備えたペン、または、人の指または任意の物体に取り付けられた再帰反射テープさえ含む、ほぼ任意の再帰反射物体とすることが可能である。再帰反射物体 110 は、束縛をなくし、電力を消費せず、可動部を含まず、例えば、再帰反射テープのように、低コストにすることが可能である。

【0011】

サブシステム 101 には、電磁 (EM) ビーム源 102、部分反射表面 103、ビーム分散装置 (BDD) 104、及び、レセプタ 106 が含まれている。EM ビーム源 102 は、狭帯域の同調可能または掃引ビーム源、あるいは、発光ダイオード (LED)、光増幅器、白熱灯、または、EM ビームを生じる他の何らかの装置を利用する、広帯域の光源とすることが可能である。広帯域及び狭帯域の同調可能ビーム源を利用する典型的な実施態様については、それぞれ、図 3 A 及び図 3 B に関連して後述する。EM ビーム源は、光ファイバ、または、EM ビームを供給するための他の何らかの装置とすることも可能である。部分反射表面 103 は、部分反射ミラー、偏光ビーム・スプリッタ、または、他の何らかの部分反射表面とすることが可能である。偏光ビーム・スプリッタを利用する典型的な実施態様については、図 3 A 及び図 3 B に関連して後述する。BDD 104 は、回折格子、プリズム、ホログラフィック素子、または、他の何らかのビーム分散装置とすること

が可能である。回折格子を利用する典型的な実施態様については、図 3 A 及び図 3 B に関連して後述する。レセプタ 106 は、波長計、光検出器、または、他の何らかの周波数測定または EM 放射線検出装置とすることが可能である。波長計及び光検出器を利用する典型的な実施態様については、それぞれ、図 3 A 及び図 3 B に関連して後述する。

【0012】

再帰反射物体 110 に入射する EM ビームは、それが来た方向に反射される。再帰反射は、光物理学において周知のところである。再帰反射物体は、EM 放射線を入射方向と平行な方向に反射する。再帰反射物体は、角度つき金属メッキミラーを利用して、または、テープまたはスプレーによる幾何学形状をなす低コスト・アレイによって製造することが可能である。

10

【0013】

動作時、EM ビーム源 102 は、部分反射表面 103 に入射する EM ビーム 108 を発生する。EM ビーム 108 の一部は、BDD 104 に向かって反射される。EM ビーム 108 が広帯域ビーム源からのものであれば、BDD 104 は、複数周波数にビームを分散する。一方、EM ビーム 108 が同調可能（または掃引）ビーム源からのものであれば、同調可能ビーム源は、時間依存可変周波数を備えた EM ビームを発生する。換言すれば、ある時間期間にわたって、同調可能ビーム源は、順番に、ある範囲の周波数を飛び越すのが望ましい。BDD 104 は、EM ビームの周波数に関連した回折角度で EM ビームを分散させる。BDD 104 からのビームの最初の反射が済むと、本明細書では、そのビームは、「分散ビーム」と呼ばれる。周波数と回折角の関係は、位置決定にとってクリティカルであるため、特定の分散装置の周波数依存特性を得ることが必要である。この情報は、例えば、回折図、回折測定、または、他の技法を通じて得ることが可能である。

20

【0014】

EM ビームが狭帯域ビーム源からのものであるか、広帯域ビーム源からのものであるかにかかわらず、BDD 104 は、分散ビームを走査空間 130 に送り込む。走査空間 130 内に再帰反射物体 110 が存在する場合、分散ビームが、再帰反射物体 110 の配置されている走査空間 130 の半径方向部分に向けて送られるものと仮定すると、再帰反射物体 110 は、分散ビームの少なくとも一部を BDD 104 に向かって再帰反射するはずである。BDD 104 は、次に、再帰反射ビームを部分反射表面 103 の方に向け直す。再帰反射ビームの一部は、部分反射表面 103 を通過し、レセプタ 106 によって検出される。プロセッサ 120 は、周波数値（例えば、波長計からの）とすることもできるし、あるいは、ただ単に、再帰反射ビームに関連した EM 信号を検出した旨の表示（例えば、光検出器からの）とすることも可能な、レセプタ 106 の出力を受信する。レセプタ 106 が、波長計の場合、再帰反射ビームの周波数（または波長）を測定する。レセプタ 106 が光検出器の場合、一般に、ある時点 t における EM ビーム 108 の周波数は分るはずであり、従って、レセプタ 106 が、時点 t において再帰反射ビームを検出すると、再帰反射ビームの周波数を推定することが可能である。

30

【0015】

サブシステム 111 には、EM ビーム源 112、部分反射表面 113、BDD 114、レセプタ 116、及び、EM ビーム 118 が含まれている。サブシステム 111 は、サブシステム 101 と同様である。従って、サブシステム 101 についてのみ詳述する。

40

【0016】

前述のように、サブシステム 101 及び 111 は、それぞれ、再帰反射物体 110 の角位置を求める（あるいは、それに基づいて、プロセッサ 120 による角位置の決定が可能になる周波数値を出力する）。追加角位置決定サブシステム（不図示）が、システム 100 に組み込まれている場合、3次元位置決定システム（不図示）が可能になる。このシステムは、再帰反射物体 110 の 3つの角位置を求めて、それに基づいて、再帰反射物体 110 の空間座標を三角測量する。利用される角位置決定サブシステムの数に関係なく、プロセッサ 120 は、角位置を用いて、再帰反射物体 110 の座標（3次元実施態様の場合、空間座標）を三角測量することが可能である。角位置を利用した三角測量は、数学技術

50

において周知のところであり、本発明での詳述は控えることにする。

【0017】

図2A及び図2Bには、本発明による物体座標と分散ビームとの関係が例示されている。すなわち、図2Aには、走査空間230の半径方向部分とそれぞれの分散ビームの周波数（または波長）との関係が例示され、図2Bには、再帰反射物体210の座標とそれぞれの分散ビームの周波数との関係が例示されている。

【0018】

周波数依存分散（または回折）は、周知の現象である。この現象は、光を周波数依存レインボー・パターンに回折するプリズム（周知のビーム分散装置）を利用して、例証される場合もある。図2Aには、周波数依存パターンを走査空間230に広げることが可能な方法が示されている。

10

【0019】

狭帯域同調可能（または掃引）ビーム源は、周波数が経時変化するEMビームを送り出すことが可能である。EMビームが、時間経過につれて走査空間230に分散する場合、走査空間230の最初の半径方向部分を時点0と関連づけ、走査空間230の最後の半径方向部分を時点Nと関連づけることが可能である。従って、時点0における分散ビームは、周波数が f_0 になるはずである。時間インクリメント（increment）1つ分が経過すると、分散ビームの周波数は f_1 になるはずである。時点tにおいて、分散ビームの周波数は f_t になるはずである。時点Nにおいて、分散ビームの周波数は f_N になるはずである。時点Nの後、掃引ビーム源は、周波数 f_0 から再始動する（または、 f_0 と f_N の間のある任意の周波数から再始動する）。こうして、分散ビームは、走査空間230の半径方向部分と周波数が関連づけられるようなやり方で、走査空間230の半径方向部分をカバーする。掃引ビーム源の代わりに、広帯域ビーム源が用いられる場合、EMビームは走査空間230内に同時に分散される。再帰反射物体の角変位は、図2Bに関連して解説のように、特定の周波数の分散角の関数として求められる。

20

【0020】

図2Bには、BDD204（図1のBDD104と同様の）及びBDD214（図1のBDD114と同様の）が含まれている。例証のため、BDD204によって分散されるEMビームは、狭帯域同調可能（または掃引）ビーム源から生じるものと仮定する。BDD204は、EMビームを周波数に基づいて分散させる。すなわち、分散ビームの回折角は、分散ビームの周波数（または波長）の関数である。大まかな例として、もう一度プリズムの例を用いると、EMビーム源は、赤から紫まで掃引した後、再び、赤からやり直す（EMビームが可視光の周波数範囲内であると仮定すると）。こうして、任意の特定の時点tにおいて、BDD204は、EMビームを分散して、周波数が f_t の分散ビームにする。分散ビームは、周波数 f_t に対応する走査領域の半径方向部分に向けて送られる。再帰反射物体210は、周波数 f_t に対応する走査領域の部分内にあれば、周波数 f_t の分散ビームを再帰反射して、BDD204に、最終的には、図1に関連して既述のレセプタ（不図示）に送り返すことになるはずである。

30

【0021】

BDD214は、BDD204と全く同様に機能する。図2Bにおいて、BDD214によって分散された分散ビームの周波数は、 $f_0 \sim f_N$ で表わされている。前述のように、時点tにおいて、周波数が f_t の分散ビームは、再帰反射物体210から再帰反射されて、BDD204に向かって戻される。同様に時点t'において、周波数が $f_{t'}$ の分散ビームは、再帰反射物体210から反射されて、BDD214に向かって戻される。これらの周波数 f_t 及び $f_{t'}$ は、それぞれ、走査空間230の半径方向位置と関連しているので、再帰反射物体210のそれぞれの角位置は、それに基づいて計算することが可能である（周波数が、測定されるか、または、別様に分るものと仮定する）。次に、前述のように、再帰反射物体210の座標を三角測量することが可能である。

40

【0022】

図3A及び図3Bは、本発明による角位置決定システムの典型的なブロック図である。

50

図3Aは、広帯域ビーム源を用いて、再帰反射物体312の位置を決定するシステム300Aの例を示すことを意図したものである。図3Aには、部分反射表面103（図1）の実施態様の1つとして、ファラデー回転子(Faraday rotator)を備えた偏光ビーム・スプリッタ(PBS)306の利用も例示されている。ビーム源が、図3Aにおけるような広帯域ビーム源302であるか、あるいは、図3Bにおけるような狭帯域同調可能ビーム源352であるかにかかわらず、PBS306及びファラデー回転子308の組み合わせを利用することが可能であるという点に留意されたい。システム300Aは、前述のサブシステム101（図1）と同様である。システム300Aには、広帯域ビーム源302、レンズ304、PBS306、ファラデー回転子(Faraday rotator)308、回折格子(DG)310、波長計314、及び、プロセッサ316が含まれている。

10

【0023】

動作時、EMビームが、広帯域ビーム源302によってレンズ304に送られ、レンズ304によって集束させられて、PBS306に向かう光路320に送り込まれる。PBS306は、第1の偏光状態のEM放射線を反射するが、第1の偏光状態に対して直交する第2の偏光状態のEM放射線は通過させる。広帯域ビーム源302は、この例の目的が、第1の偏光状態のEMビームを送り出すことにあるものと仮定している。代替実施態様では、第1の偏光状態のEMビームを送り出す広帯域ビーム源302の代わりに、広帯域ビーム源302とPBS306の間に配置された偏光子（不図示）を利用して、EMビームの偏光状態を変えることが可能である。もう1つの代替実施態様では、広帯域ビーム源302によって、非偏光EMビームを生じさせることが可能であり、この場合、EMビームの一部は、PBS306を通過し、EMビームの一部は、反射される。いずれにせよ、PBS306は、ファラデー回転子308に向かう光路330に沿って、EMビームの少なくとも一部を反射する。ファラデー回転子308は、EMビームがDG310に向かって通過する際に、EMビームの偏光状態を45°回転させる。この回転の意味は、光路330に沿って戻るビームの偏光状態がもう一度45°回転して、全部で、90°回転することになり、第1の偏光状態に対して直交する（すなわち、PBS306によって反射されたEM放射線の偏光状態に対して直交する）ということである。従って、ビームは、その帰路においてPBS306を通過することになる。

20

【0024】

DG310は、周波数依存角でEMビームを分散するように構成されている。典型的な分散ビームは、光路340に沿って送られる。再帰反射物体312は、光路340内に配置されている。DG310は、一般に、広帯域ビーム源からのEMビームを走査空間に同時に分散するが、図が乱雑になるのを避けるため、再帰反射物体312に入射する分散ビームの一部だけしか例示されていない。再帰反射物体312は、分散ビームの一部を再帰反射し、光路340に沿ってDG310に送り返す。DG310は、次に、EMビームが最初に来た方向に（換言すれば、光路330に）再帰反射ビームの向きを直し、ファラデー・リフレクタ(reflector)308を通して、PBS306に戻るようにする。

30

【0025】

前述のように、EMビームの偏光状態が第1の偏光状態であったので、PBS306は、最初にEMビームを反射した。ビームは、その光路においてファラデー・リフレクタ308を通過して、再帰反射物体312に向かい、再帰反射ビームは、再帰反射物体312からの帰路においてファラデー・リフレクタ308を通過したので、再帰反射ビームは、第2の偏光状態にある（すなわち、第1の偏光状態に対して直交している）。従って、前述のように、PBS306は、次に、再帰反射ビームが光路350においてPBS306を通過して、波長計314に向かうようにする。波長計314は、再帰反射ビームの周波数を測定する。プロセッサ316は、波長計314から測定周波数を受信し、その測定周波数を利用して、再帰反射物体312の角位置を求める。

40

【0026】

図3Bは、狭帯域同調可能ビーム源を利用して、再帰反射物体312の位置を決定するシステム300Bの一例を示すことを意図したものである。システム300Bは、前述の

50

サブシステム 300A (図 3A) と同様であるが、広帯域ビーム源 302 の代わりに同調可能ビーム源 352 を利用し、波長計 314 の代わりに光検出器 364 を利用する。

【0027】

動作時、時間依存可変周波数の EM ビームが、同調可能ビーム源 352 によって、光路 360 に沿って PBS 306 に送られ、PBS 306 によって、向きを直されて、光路 370 に沿って進み、ファラデー回転子 308 を通って、DG 310 に送られる。DG 310 は、EM ビームの周波数によって決まる角度で EM ビームを分散させる。この場合の EM ビームは、可変周波数であるため、EM ビームは、可変周波数に関連した角度で分散ビームとして分散される。再帰反射物体 312 が分散ビームに関連した角位置にあるものと仮定すると、DG 310 は、光路 380 に沿って、EM ビームを再帰反射物体 312 に対して分散させる。再帰反射物体 312 は、分散ビームを再帰反射し、光路 380 に沿って DG 310 に送り返す。次に、再帰反射ビームは、DG 310 によって向きが直されて、光路 370 に沿って進み、ファラデー回転子 308 を通って、PBS 306 に送り返されるが、さらに、再帰反射ビームは、PBS 306 によって、光検出器 364 に送られて、検出されることになる。

10

【0028】

広帯域ビーム源 302 (図 3A) の場合とは異なり、時点 t において、同調可能ビーム源 352 は、既知の周波数 f_t を備えることが可能であるが、ここで、この周波数は、既知の技法によって得られる。既知の技法には、例えば、レーザに組み込まれた MEM アクチュエータに印加される電圧とレーザの周波数出力との間に一定の関係がある場合に、印加電圧によってその周波数が制御される同調可能レーザ源を利用することが含まれる。あるいはまた、レーザに波長計を組み込み、1 つ以上の光学エタロンによって、レーザ出力の一部をサンプリングして、その出力が光周波数の決定に用いられる 1 つ以上の検出器に、信号を供給することも可能である。これら既知の技法の 1 つを用いることによって、時点 t における同調可能ビーム源 352 の周波数 f_t が分る。従って、光検出器 364 は、時点 t における再帰反射ビームを検出すると、再帰反射ビームが周波数 f_t の EM ビームに関連しているか推測することが可能になる。光検出器からの出力が、再帰反射ビームが時点 t において検出されたことを示している場合、プロセッサ 376 は、既知周波数 f_t を利用して、再帰反射物体 312 の角位置を求める。留意すべきは、同調可能ビーム源 352 からの EM ビームが光検出器 364 に到達するのに要する時間量が比較的少なく、従って、例示の目的からして、その遅延は無視されるという点である。

20

30

【0029】

さらに留意すべきは、同調可能ビーム源を備えた光検出器の代わりに、波長計を利用することが可能であるという点である。波長計は、周知のところであって、光学エタロンから、あるいは、光回折格子、または、波長によって決まる光透過のような測定可能特性を示す任意の装置といった分散装置を用いることによって、製作することが可能である。波長計を含む代替実施態様の場合、システムは、時点 t における同調可能ビーム源の周波数に関して、同調可能ビーム源からフィードバックを受けることはできない。従って、波長計によって、検出された各再帰反射ビームの周波数を測定する。

【0030】

40

2 つの角位置決定サブシステムを一緒に動作させることによって、再帰反射物体に関して、2 つの角位置を求め、図 1 に関連して前述のように、それらの角位置から再帰反射物体の座標を求めることが可能になる。留意すべきは、2 次元実施態様の場合、こうしたシステムは、2 次元走査空間に直交する方向に、再帰反射物体の限定トラッキング範囲を備えることができるという点である。この限定トラッキング範囲は、図 4 に関連して解説のように、楕円 EM ビームを用いて改善することが可能である。

【0031】

図 4 には、本発明による 2 次元走査空間に直交する方向に沿ったトラッキング範囲が例示されている。走査空間には、第 1 の走査空間 402 と第 2 の走査空間 404 が含まれている。座標軸 410 は、走査空間に直交している。第 1 のポイント 420 は、第 1 の走査

50

空間 4 0 2 内に位置しており、第 2 のポイント 4 3 0 は、第 2 の走査空間 4 0 4 内に位置している。

【0032】

第 1 の走査空間 4 0 2 に関連したシステムは、ポイント 4 2 0 における再帰反射体の位置を検出することができるが、ポイント 4 3 0 における再帰反射体の位置を検出することはできなくなる。この問題は、例えば、楕円 EM ビームのような拡大ビームを利用して、第 3 の（直交）次元に走査空間を拡大することによって、ある程度改善することが可能である。拡大走査空間が、第 2 の走査空間 4 0 4 によって例示されている。例えば、楕円 EM ビームを利用することによって、システムは、ポイント 4 3 0 に配置された再帰反射体を検出することが可能になる。走査空間 4 0 2 から上方または下方に移動した再帰反射物体に関して、システムの許容差が改善されるが、直交方向における再帰反射物体の位置が測定されないので、システムは、やはり、2 次元と称される。

10

【0033】

図 5 は、本発明による EM 位置決定コンピュータ・システム 5 0 0 のブロック図である。システム 5 0 0 には、プロセッサ 5 0 2、コンピュータ可読媒体 5 0 4、入力装置 5 0 6、及び、モニタ 5 0 8 が含まれている。コンポーネントのそれぞれが、バス 5 1 0 に結合されている。コンピュータ可読媒体には、プログラム命令 5 1 2 及び 5 1 4 が含まれている。プロセッサ 5 0 2 は、プログラム命令を実行する。プログラム命令 5 1 2 では、入力装置 5 0 6 によって、EM 信号の検出を知らせる入力が与えられると、周波数値に基づいて角位置の計算を行う。プログラム命令 5 1 4 では、2 つ以上の角位置を利用して座標の三角測量を行う。座標は、例えば、モニタ 5 0 8 に矢印、カーソル、または、他の何らかの表示記号として表示するため、バス 5 1 0 に出力される。

20

【0034】

システム 5 0 0 は、システム 1 0 0（図 1）と共に利用することが可能である。実際、ある実施態様では、プロセッサ 5 0 2 に、プロセッサ 1 2 0（図 1）が含まれ、入力装置 5 0 6 に、サブシステム 1 0 1 及び 1 1 1（図 1）が含まれている。

【0035】

図 6 A には、2 次元走査空間において再帰反射物体の位置を決定するための方法のフローチャート 6 0 0 A が例示されている。フローチャート 6 0 0 A には、2 つの開始点がある。フローチャート 6 0 0 A は、第 1 の開始点から開始すると、ステップ 6 0 2 において、第 1 の EM ビームを発生し、ステップ 6 0 4 において、EM ビームを周波数に基づいて分散し、ステップ 6 0 6 において、再帰反射物体から分散ビームを再帰反射させ、ステップ 6 0 8 において、再帰反射ビームの周波数から再帰反射物体の第 1 の角位置を求める。第 1 の EM ビームは、広帯域ビーム源からのものとすることが可能であるが、その場合、時点 t において、EM ビームは、ある波長範囲にわたって同時に分散される。EM ビームが掃引ビーム源からのものであれば、EM ビームは、時間の関数としてのある波長範囲にわたって分散される。

30

【0036】

フローチャート 6 0 0 A は、第 2 の開始点から開始すると、ステップ 6 1 2 において、第 2 の EM ビームを発生し、ステップ 6 1 4 において、EM ビームを分散ビームに分散し、ステップ 6 1 6 において、再帰反射物体から分散ビームを再帰反射させ、ステップ 6 1 8 において、再帰反射ビームの周波数から再帰反射物体の第 2 の角位置を求める。第 1 の EM ビームと同様、第 2 の EM ビームは、広帯域ビーム源または掃引ビーム源からのものとすることが可能である。第 1 の角位置及び第 2 の角位置の両方が求められると（ステップ 6 0 8 及び 6 1 8 において）、ステップ 6 2 0 において、第 1 の角位置と第 2 の角位置を利用して、再帰反射物体の座標を三角測量することが可能になる。これで、フローチャート 6 0 0 A が終了する。

40

【0037】

図 6 B には、2 次元または 3 次元走査空間における再帰反射物体の位置を決定するための方法のフローチャート 6 0 0 B が例示されている。ステップ 6 2 2 において、1 つ以上

50

のEMビームを発生する。ステップ624において、EMビームはそれぞれの分散ビームに分散される。ステップ626において、それぞれの分散ビームは、再帰反射物体から再帰反射される。ステップ628において、それぞれの再帰反射ビームに関連した周波数を用いて、再帰反射物体のそれぞれの角位置が求められる。ステップ630において、それぞれの角位置の2つ以上を利用して、再帰反射物体の座標が三角測量される。それぞれの角位置の3つ以上を利用すると、再帰反射物体の空間（すなわち、3次元）座標を三角測量することが可能になる。

【0038】

EMビームに関連して用いられる場合、分散という用語は、本明細書では、大まかに言って、EMビームの反射、回折、または、別様の方向づけを含むものと定義される。EMビームの分散には、EMビームを周波数依存帯域に分割すること、あるいは、EMビームがある（中心）周波数を有する場合、その周波数に基づいて、EMビームの向きを直すことを含むことが可能である。

10

【0039】

本明細書において用いられる限りにおいて、広帯域ビーム源という用語は、大まかに、スペクトル的に広帯域のEMビームを生じる広帯域ビーム源を含むものと定義される。

【0040】

本発明の特定の実施態様について解説し、例示してきたが、本発明は、本明細書に解説及び例示した部分の特定の形態または構成に制限すべきではない。本発明は、特許請求の範囲による制限しか受けない。

20

記載を通して、同じ参照番号は同じ要素を示すように用いられる。

【図面の簡単な説明】

【0041】

【図1】本発明による再帰反射物体に応答する位置決定装置のブロック図である。

【図2A】本発明に従って、物体座標と走査空間に分散される電磁ビームの関係を例示した図である。

【図2B】本発明に従って、物体座標と走査空間に分散される電磁ビームの関係を例示した図である。

【図3A】本発明による角位置決定システムの典型的なブロック図である。

【図3B】本発明による角位置決定システムの典型的なブロック図である。

30

【図4】本発明による2次元走査空間に直交する方向に沿ったトラッキング範囲を例示した図である。

【図5】本発明による位置決定コンピュータ・装置のブロック図である。

【図6A】本発明による再帰反射物体の位置を決定するための方法のフローチャートを示す図である。

【図6B】本発明による再帰反射物体の位置を決定するための方法のフローチャートを示す図である。

【符号の説明】

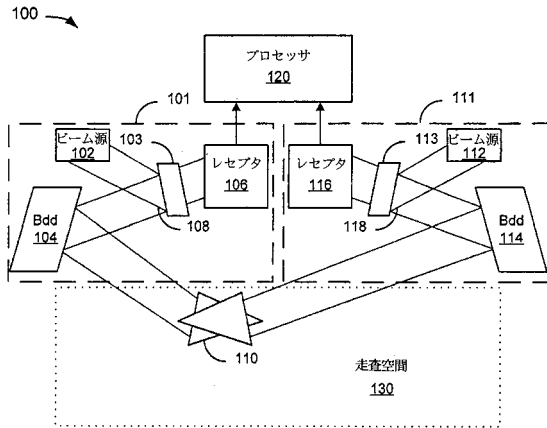
【0042】

108 電磁ビーム

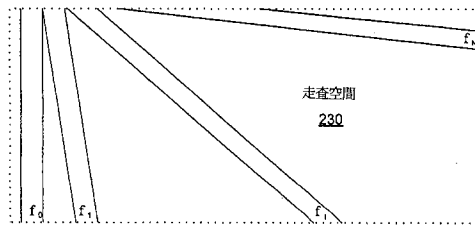
40

110 再帰反射物体

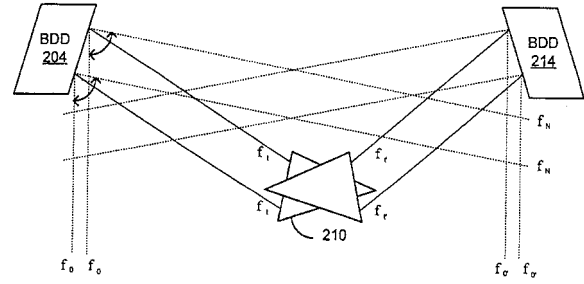
【図 1】



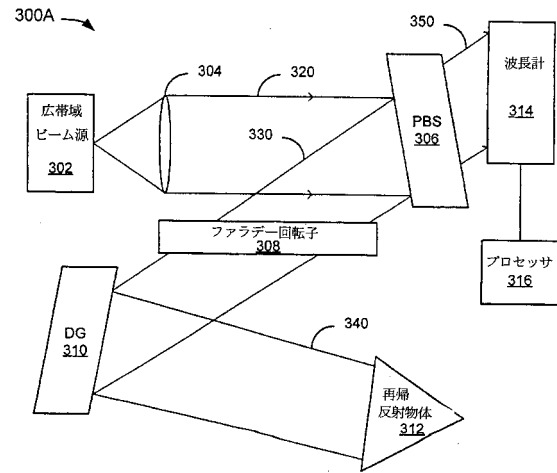
【図 2 A】



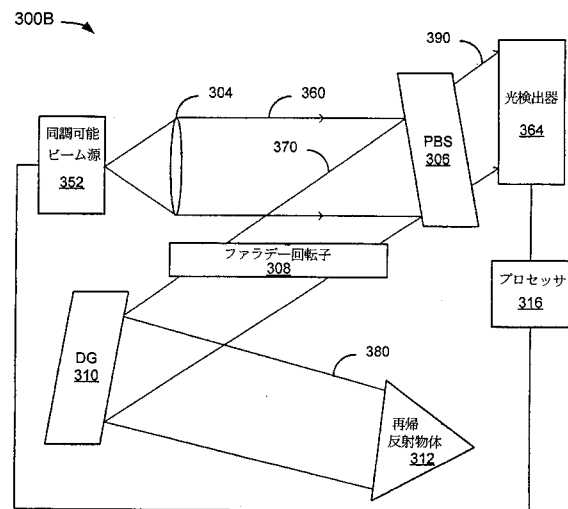
【図 2 B】



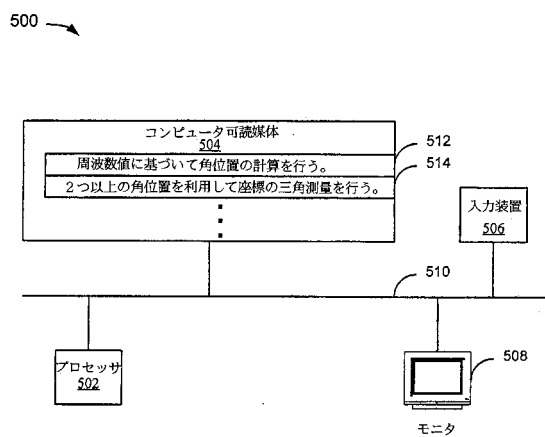
【図 3 A】



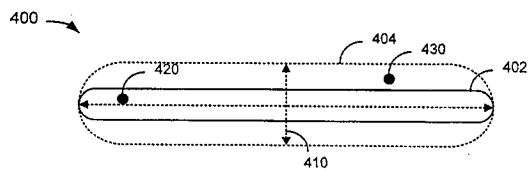
【図 3 B】



【図 5】

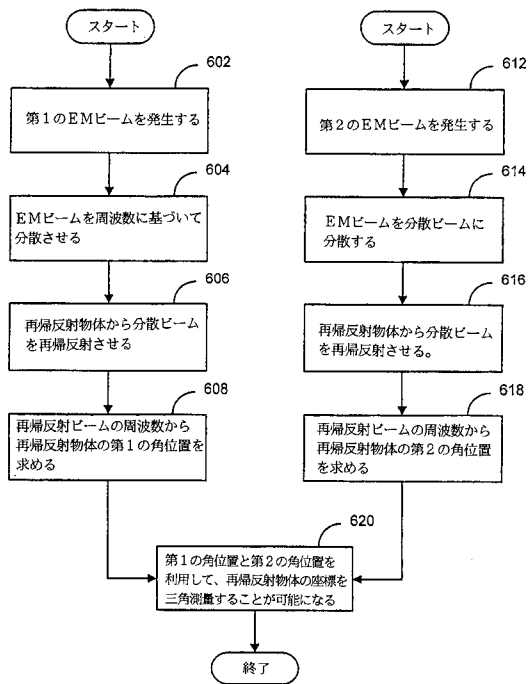


【図 4】



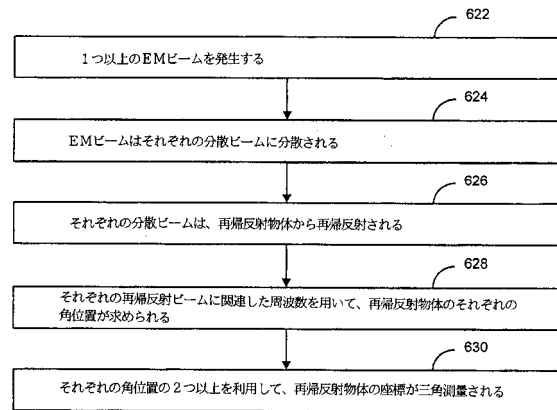
【図 6 A】

600A →



【図 6 B】

600B →



フロントページの続き

- (74)代理人 100096769
弁理士 有原 幸一
- (74)代理人 100107319
弁理士 松島 鉄男
- (74)代理人 100114591
弁理士 河村 英文
- (74)代理人 100118407
弁理士 吉田 尚美
- (74)代理人 100125380
弁理士 中村 綾子
- (74)代理人 100125036
弁理士 深川 英里
- (74)代理人 100142996
弁理士 森本 聡二
- (72)発明者 ダグラス・エム・ベイニー
アメリカ合衆国カリフォルニア州94024, ロス・アルトス, クリントン ロード 897
- (72)発明者 マーシャル・ティー・デピュ
アメリカ合衆国カリフォルニア州94402, サン・マテオ, ドゥ サブラ ロード 7
- (72)発明者 トン・シェ
アメリカ合衆国カリフォルニア州95121, サン・ノゼ, ライルウッド コート 4022

審査官 須中 栄治

- (56)参考文献 特開2002-342015 (JP, A)
特開平06-289967 (JP, A)
特開昭63-238511 (JP, A)
特開2002-062979 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G01B11/00-11/30
G06F3/03; 3/041-3/047