

(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2005-526229

(P2005-526229A)

(43) 公表日 平成17年9月2日(2005.9.2)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
GO 1 B 11/00	GO 1 B 11/00	2 F 0 6 5
B 2 5 J 13/08	GO 1 B 11/00	3 C 0 0 7
B 2 5 J 19/02	B 2 5 J 13/08	Z
GO 1 B 11/26	B 2 5 J 19/02	Z
	GO 1 B 11/26	Z

審査請求 未請求 予備審査請求 有 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2003-524043 (P2003-524043)
 (86) (22) 出願日 平成14年8月22日 (2002. 8. 22)
 (85) 翻訳文提出日 平成16年4月21日 (2004. 4. 21)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2002/026628
 (87) 国際公開番号 W02003/019231
 (87) 国際公開日 平成15年3月6日 (2003. 3. 6)
 (31) 優先権主張番号 60/313, 807
 (32) 優先日 平成13年8月22日 (2001. 8. 22)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

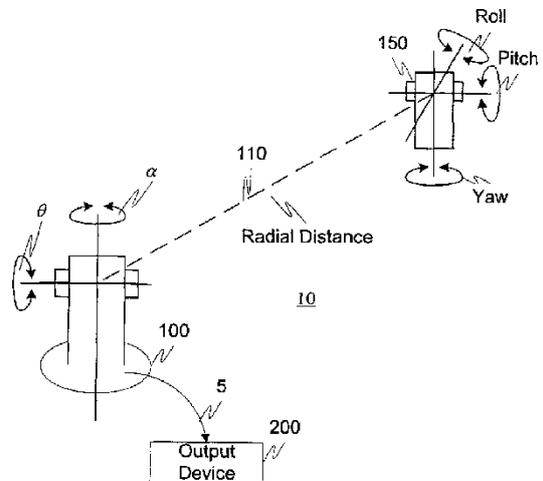
(71) 出願人 504068409
 オートメティッド プレシジョン イン
 コーポレイテッド
 AUTOMATED PRECISION
 INC.
 アメリカ合衆国 メリーランド州 208
 50 ロックヴィル ジョンズ ホプキン
 ス ドライヴ 15000
 (74) 代理人 100073184
 弁理士 柳田 征史
 (74) 代理人 100090468
 弁理士 佐久間 剛

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 6次元レーザトラッキングシステム及び方法

(57) 【要約】

レーザベースのトラッキングユニットがターゲットと交信し、ターゲットに関する位置情報を得る。詳しくは、測定されるべき地点にターゲットが配置される。次いで、ターゲットのピッチ、ヨー及びロール並びにトラッキングユニットに対するターゲットの球座標が得られる。ターゲットは、例えば、遠隔制御ロボットなどの可動装置に組み込まれたアクティブデバイスとすることができる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

多次元測定システムにおいて、
レーザ光を放射し、球座標を有するトラッキングユニット、
前記トラッキングユニットと交信する、ピッチとヨーとロールとを有するターゲット、
前記トラッキングユニットと前記ターゲットの間の距離を測定する距離測定モジュール、
及び

前記ピッチ、ヨー、ロール及び球座標に基づいて、前記トラッキングユニットに対する
前記ターゲットに関する位置情報を出力する出力デバイス、
を備えることを特徴とするシステム。

10

【請求項 2】

前記ターゲットに関する前記位置情報を出力する出力モジュールをさらに備えることを
特徴とする請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 3】

前記ロールが前記レーザ光の水平偏光成分と垂直偏光成分の間の比較及び電子準位の内の
少なくとも 1 つに基づくことを特徴とする請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 4】

前記レーザ光の前記水平偏光成分を検出する第 1 の光検出器及び前記レーザ光の前記垂
直偏光成分を検出する第 2 の光検出器をさらに備えることを特徴とする請求項 3 に記載の
システム。

20

【請求項 5】

前記第 1 の光検出器の出力と前記第 2 の光検出器の出力を受け取る差動増幅器をさらに
備えることを特徴とする請求項 4 に記載のシステム。

【請求項 6】

前記ターゲットが、前記レーザ光に対して移動可能なアクティブターゲットであることを
特徴とする請求項 1 に記載のシステム。

【請求項 7】

前記アクティブターゲットが、物体に固着され、フィードバック制御、較正、工作機械
制御、部品組立、及び構造体組立に用いられるロボット装置に組み込まれたアクティブタ
ーゲットの内の少なくとも 1 つであることを特徴とする請求項 6 に記載のシステム。

30

【請求項 8】

前記ロボット装置が駆動システム及び、前記ロボット装置を表面に密着させることがで
きる 1 つまたはそれより多くの牽引デバイスを備えることを特徴とする請求項 7 に記載の
システム。

【請求項 9】

前記牽引デバイスが吸着カップ形デバイスであることを特徴とする請求項 8 に記載のシ
ステム。

【請求項 10】

真空システムをさらに備えることを特徴とする請求項 7 に記載のシステム。

【請求項 11】

前記ロボット装置が遠隔操作されることを特徴とする請求項 7 に記載のシステム。

40

【請求項 12】

少なくとも前記ターゲットの位置に基づいて機能の実施を可能にする 1 つまたはそれよ
り多くのアクセサリをさらに備えることを特徴とする請求項 7 に記載のシステム。

【請求項 13】

物体の位置の測定方法において、
レーザ光を放射するトラッキングユニットの球座標を測定する工程、
前記トラッキングユニットと交信するターゲットのピッチ、ヨー及びロールを測定する
工程、
前記トラッキングユニットと前記ターゲットの間の距離を測定する工程、

50

前記球座標、ピッチ、ヨー及びロールに基づいて、前記トラッキングユニットに対する前記ターゲットに関する位置情報を出力する工程、
を含むことを特徴とする方法。

【請求項 14】

前記ロールが前記レーザ光の水平偏光成分と垂直偏光成分の間の比較及び電子準位の内の少なくとも1つに基づくことを特徴とする請求項 13 に記載の方法。

【請求項 15】

差動増幅器が前記レーザ光の前記水平偏光成分と前記垂直偏光成分の間の前記比較を行うことを特徴とする請求項 14 に記載の方法。

【請求項 16】

前記ターゲットが、前記レーザ光に対して移動可能なアクティブターゲットであることを特徴とする請求項 13 に記載の方法。

【請求項 17】

前記アクティブターゲットが、物体に固着され、フィードバック制御、較正、工作機械制御、部品組立、及び構造体組立に用いられるロボット装置に組み込まれたアクティブターゲットの内の少なくとも1つであることを特徴とする請求項 16 に記載の方法。

【請求項 18】

前記ロボット装置が駆動システム及び、前記ロボット装置を表面に密着させることができる1つまたはそれより多くの牽引デバイスを備えることを特徴とする請求項 17 に記載の方法。

【請求項 19】

前記牽引デバイスが、真空システムと一緒に用いられる吸着カップ形デバイスであることを特徴とする請求項 18 に記載の方法。

【請求項 20】

前記ロボット装置が遠隔操作されることを特徴とする請求項 18 に記載の方法。

【請求項 21】

少なくとも前記ターゲットの位置に基づいて、アクセサリによる機能の実施を可能にする工程をさらに含むことを特徴とする請求項 17 に記載の方法。

【請求項 22】

物体の位置を測定するためのシステムにおいて、
レーザ光を放射するトラッキングユニットの球座標を測定するための手段、
前記トラッキングユニットと交信するターゲットのピッチ、ヨー及びロールを測定するための手段、

前記トラッキングユニットと前記ターゲットの間の距離を測定するための手段、及び
前記球座標、ピッチ、ヨー及びロールに基づいて、前記トラッキングユニットに対する前記ターゲットに関する位置情報を出力するための手段、
を備えることを特徴とするシステム。

【請求項 23】

前記ロールが前記レーザ光の水平偏光成分と垂直偏光成分の間の比較及び電子水準器の内の少なくとも1つに基づくことを特徴とする請求項 22 に記載のシステム。

【請求項 24】

差動増幅器が前記レーザ光の前記水平偏光成分と前記垂直偏光成分の間の前記比較を行うことを特徴とする請求項 23 に記載のシステム。

【請求項 25】

前記ターゲットが、前記レーザ光に対して移動可能なアクティブターゲットであることを特徴とする請求項 22 に記載のシステム。

【請求項 26】

前記アクティブターゲットが、物体に固着され、フィードバック制御、較正、工作機械制御、部品組立、及び構造体組立に用いられるロボット装置に組み込まれたアクティブターゲットの内の少なくとも1つであることを特徴とする請求項 25 に記載のシステム。

10

20

30

40

50

【請求項 27】

前記ロボット装置が駆動システム及び、前記ロボット装置を表面に密着させることができる1つまたはそれより多くの牽引デバイスを備えることを特徴とする請求項 26 に記載のシステム。

【請求項 28】

前記1つまたはそれより多くの牽引デバイスが、真空システムと一緒に用いられる吸着カップ形デバイスであることを特徴とする請求項 27 に記載のシステム。

【請求項 29】

前記ロボット装置が遠隔操作されることを特徴とする請求項 27 に記載のシステム。

【請求項 30】

少なくとも前記ターゲットの位置に基づいて機能の実施を可能にする手段をさらに含むことを特徴とする請求項 22 に記載の方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

全般的に本発明のシステム及び方法はレーザトラッキングシステムに関する。特に本発明のシステム及び方法は6次元(6-D)レーザトラッキングシステムに関する。

【背景技術】

【0002】

精密測定システムには広範な用途がある。例えば、ロボット工学においては、ロボットを正確に位置決めおよび方向付けすることが要求されることが多い。高精度を達成するためにロボット位置測定システムが使用され得る。そのようなシステムでは一般に、レーザビーム干渉計を使用してロボットのエンドエフェクタの位置及び/または方位を判断する。このシステムはロボットのエンドエフェクタの位置及び方位をリアルタイムに監視でき、また、正確さ、速さ及び測定データを提供することができる。

20

【0003】

例えば、3アクセス及び5アクセスレーザトラッキングシステムが出願人による特許文献1に論じられ、5-アクセス6-アクセスレーザ測定システムが特許文献2に論じられている。これらの文献の内容全体を本明細書に引用したものとする。

【特許文献1】米国特許第4714339号明細書

30

【特許文献2】米国特許第6049377号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

精密6次元トラッキングが可能なレーザトラッキングシステムを提供する。

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明のシステム及び方法は、6次元レーザトラッキングシステムを達成するためにトラッキングユニット及びアクティブターゲットを併用する。詳しくは、6次元は、アクティブターゲットのピッチ、ヨー及びロール並びにターゲットの球座標、すなわちトラッキングユニットに対するターゲットの2つの角、及び半径方向距離である。アクティブターゲット座標は、アクティブターゲットを用いることにより、入りビームに相対的に垂直な関係を維持する。さらに、絶対距離測定法を用いることにより、絶対距離標定が可能である。

40

【0006】

一般にピッチ及びヨーに基づく測定はアクティブターゲット上に存在するエンコーダから得ることができる。ロールの測定は、例えば、(以降で論じられる)偏光または電子準位技術に基づいて実施できる。絶対距離測定(ADM)は、例えば、パルス反復飛行時間、パルスレーザ、位相/強度変調等を用いて実行できる。

【0007】

50

特に、反復飛行時間 (R T O F) に基づくシステムは、P I N 光検出器のような光検出器、レーザ増幅器、レーザダイオード及び周波数カウンタを備える。第 1 のレーザパルスがターゲットに向けて発射される。反射パルスを検出すると検出器はレーザ増幅器を起動させて、レーザダイオードに第 2 のパルスを発射させ、パルスは周波数カウンタで検出されている。しかし、手順を逆にしても同じ結果が得られるであろうことは当然である。次いでトラッキングユニットからのターゲットの距離 (D) が：

【数 1】

$$D = 0; f = f_0$$

10

【 0 0 0 8 】

となるように：

【数 2】

$$D = \frac{C}{4} \left(\frac{1}{f} - \frac{1}{f_0} \right)$$

【 0 0 0 9 】

で与えられることになろう。ここで C は光速度、 f_0 は基準周波数、 f はパルス周波数である。

20

【 0 0 1 0 】

本発明のシステム及び方法には様々な用途がある。一般に、本発明のシステム及び方法により物体の 6 自由度の監視が可能になる。例えば、本発明のシステム及び方法は、機構体組立、実時間位置合せ及びフィードバック制御、工作機械較正、ロボット位置制御、位置トラッキング、フライス盤制御、較正、部品組立等に用いることができる。

【 0 0 1 1 】

さらに、6 - D トラッキングシステムを用いる本発明のシステム及び方法はロボット技術に適用される。例えば 6 - D レーザトラッキングシステムはロボットに組み込むことができ、よって、ロボットは、例えば様々な物体の寸法を、それらの物体の精密な測定値を採取でき及び / または物体の特定位置で様々な機能を実施できるようにスケールリングできる。

30

【 0 0 1 2 】

本発明の例示的实施形態にしたがえば、本発明の態様は 6 - D レーザトラッキングシステムに関する。

【 0 0 1 3 】

本発明の別の態様は、偏光レーザヘッドからの測定値に基づくロールの決定に関する。

【 0 0 1 4 】

さらに、本発明の態様はトラッキングユニットと協同するアクティブターゲットの設計及び使用に関する。

【 0 0 1 5 】

さらに、本発明の態様はロボット装置でのアクティブターゲットの使用に関する。

40

【 0 0 1 6 】

本発明の別の態様は、アクティブターゲット技術が組み込まれた遠隔制御ロボットにも関する。

【 0 0 1 7 】

本発明の上記及びその他の特徴及び利点は以下の実施形態の詳細な説明に記述されるか、または以下の詳細な説明から明らかである。

【発明を実施するための最良の形態】

【 0 0 1 8 】

本発明の実施形態を図面を参照して詳細に説明する。

50

【0019】

図1は例示的な6-Dレーザトラッキングシステムを示す。詳しくは、レーザトラッキングシステムはトラッキングユニット100及びアクティブターゲット150を備える。トラッキングユニット100は、アクティブターゲット150と通信する1つまたはそれより多くのレーザビーム110を放射して、出力デバイス200への出力である6次元測定値を求める。詳しくは、図示される6次元は、アクティブターゲットのピッチ、ヨー及びロール、並びにトラッキングユニット100の球座標であり、球座標は直交座標に一旦変換される。

【0020】

本願出願人の特許文献1及び2で論じられているように、ピッチ、ヨー及び球座標の測定に様々な技術を利用できる。例えばピッチ及びヨーの測定は、例えばロータリーエンコーダを使用して行なうことができる。

10

【0021】

さらに、距離測定は、例えば、パルスレーザ構成、パルス反復飛行時間、レーザビームの位相及び/または強度変調等に基づいて行うことができる。これらの様々なシステムは、アクティブターゲットの絶対距離標定を提供することができる。したがって、アクティブターゲットでは、パッシブターゲットのように既知の位置に一旦戻る必要なしに、距離測定を開始することができる。具体的には、絶対距離測定法は概略の初期距離を求めるために用いられ、次いで、干渉計を基にした技法がさらに正確な初期距離測定値を得るために用いられる。

20

【0022】

トラッキングユニット100及びアクティブターゲット150は、例えば、トラッキングユニット100及びアクティブターゲット150の1つまたはそれより多くの部分を、トラッキングユニット100から放射される入りレーザビーム110に対して垂直な方位に維持させるモーター駆動ユニットとすることができる。したがって、以降で論じられるように、1つまたはそれより多くの光検出器からの位置信号を用いるロータリーエンコーダとモーターの併用により、アクティブターゲットは入りレーザビーム110に対して垂直なままでいることができる。アクティブターゲットは、例えば、ジンバル型マウント及び対応する、ステップモーター、サーボモーター及び/またはエンコーダなどの位置決めモーターを使用して、トラッキングユニット100を“追跡”する。6-Dレーザトラッキングシステム10は、入りレーザビームに対するアクティブターゲットの関係に基づいて、アクティブターゲットの方位を決定することができる。あるいは、ターゲットを、使用者がターゲットとトラッキングユニット100の間の見通し線の維持を担当するパッシブデバイス、例えばコーナーキューブなどの手動デバイスとすることができる。

30

【0023】

トラッキングユニット100は、絶対距離測定及び干渉計エレクトロニクスの両方を、例えば、トラッキングユニット100のジンバル部に組み込むことにより、小型化することもできる。これにより、例えば、軽量化、小型化、外部接続最小化、トラッキング迅速化等を含む、様々な利点が得られる。

【0024】

トラッキングユニット100及びターゲット150の内の1つまたはそれより多くに有線または無線の通信リンク5を介して接続される出力デバイス200は、ターゲット150に関する位置情報を出力する。例えば、出力デバイス200は、コンピュータ、位置制御デバイスのためのフィードバック入力、ディスプレイ、誘導システム等とすることができる。一般に、出力デバイスは、ターゲットの位置情報を出力できるデバイスであれば、どのようなデバイスにすることもできる。

40

【0025】

さらに、1つまたはそれより多くのレーザビーム110を、ターゲット150に関する位置情報をトラッキングユニット100に返信するために用いることができる。例えば、初期距離決定後、絶対距離測定に用いられたレーザビームをデータ通信に用いることがで

50

き、干渉計ベースレーザを半径方向距離測定に用いることができる。あるいは、ターゲットとトラッキングユニットの間の常時交信を可能にする専用レーザをシステムに組み込むことができる。

【0026】

図2は、本発明にしたがう、ロールを測定するための例示的システムを示す。詳しくは、システムは、トラッキングユニット100に配置された、レーザヘッドなどのレーザ源（図示せず）、偏光レーザビーム210、偏光ビームスプリッタ220、第1の光検出器230、第2の光検出器240及び、差動増幅器などのロール測定回路250を備える。

【0027】

動作中、レーザ源100は偏光ビームスプリッタ220に受け取られる偏光レーザビーム210を放射する。偏光ビームスプリッタ220は入りビームを2つのビームに分ける。分けられた偏光レーザビーム210の第1のビームは第1の光検出器230に向けられ、第2のビームは第2の光検出器240に向けられる。偏光レーザビーム210が偏光ビームスプリッタ220に当たると、ビームスプリッタ220の特性の結果として、偏光レーザビーム210は水平偏光成分と垂直偏光成分に分割される。ビームの水平偏光成分は偏光ビームスプリッタ220を通過してビームの水平偏光成分の強度に対応する出力信号を発生する光検出器240に向かう。ビームの垂直偏光成分はビームスプリッタ220によりビームの垂直偏光成分の強度に対応する信号を同様に発生する光検出器230に向けられる。光検出器230及び240の強度測定値は、高利得差動増幅器250の、例えば正入力及び負入力にそれぞれ接続することができ、高利得差動増幅器はレーザ源110とアクティブターゲット150の間のロールを表す出力信号を出力する。

【0028】

偏光レーザビーム210は、トラッキングユニットとアクティブターゲット150の間の正確なロール方位に基づく、相異なる2つの偏光成分に分けられる。45°のロール方位において、光検出器230及び240は同じ強度を受け取るであろう。しかし、アクティブターゲット150がいずれかの方向にロールすると、検出器の内的一方が他方より強度が高い偏光レーザビームを受け取るであろう。これらの出力の差が、例えば差動増幅器250により測定されて、ロールの示度を与える。差動増幅器250の上記減法演算は、ビーム強度及び/または背景光の揺らぎにより生じるような、背景雑音及び外部雑音の補償にも有益である。

【0029】

詳しくは、ビーム出力の変動は、存在し得るその他の信号雑音とともに、光検出器230及び光検出器240のいずれによっても測定可能である。これらの変動は差動増幅器の演算によりゼロにすることができる。これにより、例えばシステムの感度及び確度が高められる。

【0030】

ロールを表す信号は、例えば、ロール測定値に基づいて記録するか、分析するかまたは別の作業を開始することができるソフトウェアを実装したコンピュータ（図示せず）への出力とすることができる。

【0031】

あるいは、ロール測定に別の手法を用いることもできる。別の手法として、振子に基づく手法のような電子水準器、導電性流体毛管法、液体水銀反射センサがあるが、これらには限定されず、一般に、ターゲットのロールの測定を可能にするあらゆる手法が含まれる。

【0032】

図3は、6-Dレーザトラッキングシステムに用いられる例示的な方位測定コンポーネントを示す。詳しくは、6-Dレーザトラッキングシステム10の上記コンポーネントには、トラッキングユニット100にあるレーザ源、偏光レーザビーム310、ビームスプリッタ320、コーナーキューブ330、集光レンズ340、2次元光検出器350、第1の光検出器230、第2の光検出器240、偏光ビームスプリッタ220及びロール信

10

20

30

40

50

号測定デバイス250がある。

【0033】

動作中、トラッキングユニット100のレーザ源は偏光レーザビーム310を放射し、この偏光レーザビーム310は、ビームスプリッタ320により、集光レンズ340、コーナークューブ330及び偏光ビームスプリッタ220にそれぞれ向けられる3つのビームに分けられる。

【0034】

集光レンズ340に向けられるビームは、アクティブターゲットのモーターを駆動するピッチ及びヨー信号を生じる、2次元光検出器250の上に集束される。詳しくは、アクティブターゲット150がレーザ源100に対して回転運動を行うと、集光レンズ340を通して導かれるレーザビームが2D光検出器350に対して移動する。この移動量は検出することができ、対応する、ピッチ及び/またはヨーを表す信号が得られる。次いで、上に論じたように、アクティブターゲット150上の1つまたはそれより多くのモーターを制御してトラッキングユニット100に対するアクティブターゲット150の方位を垂直に維持するためにピッチ及び/またはヨー測定値を用いることができる。

10

【0035】

分けられた偏光レーザビーム310の内のビームスプリッタ320を直に通過するビームはコーナークューブ330で反射され、トラッキングユニット100に戻る。したがって、特許文献1及び2に論じられているように、トラッキングユニット100はアクティブターゲット150とトラッキングユニット100の間の距離を決定することができる。しかし、絶対距離測定値を決定するいかなる方法も同様に本発明のシステム及び方法に用い得ることは当然である。

20

【0036】

分けられた偏光レーザビーム310の内の、ビームスプリッタ320により反射され、偏光ビームスプリッタ220に向けて導かれるビームは、上で論じたように、ロール測定値を求めるために用いられる。アクティブターゲットで得られたロール、ピッチ及びヨーの測定値の組合せは、トラッキングユニット100で得られた球座標とともに、本トラッキングシステムでアクティブターゲットの6次元トラッキングを得ることを可能にする。

【0037】

図4は例示的なロボットアクティブターゲット400を示す。ロボットアクティブターゲット400は、複数の吸着カップ型デバイス410、駆動機構420、コントローラ430、アクセサリ440、吸着デバイス450、及びアクティブターゲット460を備える。ロボットアクティブターゲット400は、明解さのために省略され、当業者にはすぐに分かる、電源、電池、太陽電池パネル等のようなその他の様々なコンポーネントも備える。

30

【0038】

動作において、アクティブターゲット460をロボットアクティブターゲット400と併用することにより、例えば、ロボットの回転及び位置の精密なトラッキングが可能になる。特定のロボットアクティブターゲットが以下で論じられるが、アクティブターゲットは一般に、物体の6自由度までのモニタを可能にするためにいかなる物体にも固定取付けでき、あるいはアクティブターゲットを可動デバイスに取り付けてそのデバイスの位置をモニタすることができる。

40

【0039】

吸着カップ型デバイス410は、例えばホース(図示せず)を介して、ロボット400を表面にはり付いたままにしておくことができる吸着デバイス450に接続される。例えば、コントローラ430が、吸着デバイス450及び吸着カップ型デバイス410とともに、ロボット400が表面を横切ることができるように、駆動機構420と協同することができる。例えば、吸着カップ型デバイス410及び駆動機構420は、ロボット400を表面にはり付いたままにするに十分な吸着を吸着カップ型デバイス410に与えるが、一方では駆動機構420がロボット400の表面上の移動を可能にするように協同するこ

50

とができる。例えば、駆動機構 420 は、図示されるように、駆動及び吸着コンポーネント（図示せず）に関連付けられた 4 車輪とすることができる。車輪により、ロボット 400 のトラッキングユニット 100 に対する回転方位を維持したまま、ロボットが表面上を横切ることが可能になる。しかし、一般には、トラッキングユニットに対する回転方位が一定のままであるようにロボット 400 を操作する方が簡単であるが、本システムは、おこり得るあらゆる回転運動も考慮するために、偏光レーザの使用に関連して変更することができる。詳しくは、例えば、ロボット 400 の回転運動を、ロボット 400 のいかなる回転運動も考慮するために、アルゴリズムを用いて偏光レーザに基づく方位測定から“抜き去る”ことができる。

【0040】

さらに、例示的ロボット 400 は吸着デバイス 450 及び吸着カップ型デバイス 410 を備えるが、ロボットを表面に可動固定することができる、あらゆるデバイスまたはデバイスの組合せも同様に、本発明のシステム及び方法とともに十分よく作動するであろうことは当然である。例えば、表面のタイプに依存して、磁気型、重力型、抵抗型等のアタッチメントシステムを用いることができよう。

【0041】

例えばリモートコントローラ（図示せず）と有線または無線で通信できるコントローラ 430 により、駆動機構 420 と協同してロボット 400 を操縦できる。例えば、駆動機構を駆動輪 420 に結合された複数の電気モーター等とすることができる。

【0042】

アクセサリ 440 は、例えば、マーキングデバイス、ドリルなどの工具、塗装用アタッチメント、溶接または切断デバイスとすることができる、あるいは、表面上での精密な配置が必要とされるその他のあらゆる既知のデバイスまたは今後開発されるデバイスとすることもできる。アクセサリは、コントローラ 430 と協同して、例えば遠隔起動させることができる。

【0043】

アクセサリ 440 はアクティブターゲット 460 から既知の距離に配置されるから、アクセサリ 440 の正確な位置は常にわかっている。したがって、使用者は、アクセサリ 440 がその位置で作業を行えるように、アクセサリ 440 を正確な場所に配置できる。例えば、ストリップカメラ、モアレ縞パターンセンサまたは接触プローブのような局所効果センサをターゲットの端部に取り付けることができる。アクティブターゲットと組み合わされたトラッキングユニットは、局所センサが自動車の車体、建造物、または環境上危険な領域にあるパーツ等のパーツ輪郭を測定している間に、局所センサの方位を、パーツを測定できる空間関係におくことができる。

【0044】

図 5 はロボット 400 の例示的な断面図を示す。アクティブターゲット 460 に付帯する位置感知デバイスに加えて、距離測定可動デバイス 540 がロボットの底面から表面 510 に延びる。距離測定デバイス 540 は、アクティブターゲット 460 に対する表面 510 の正確な位置が常に知られているように、アクティブターゲット 460 と表面 510 の間の正確な距離を測定する。

【0045】

図 5 に示されるように、吸着カップ型デバイス 410 は表面 510 の上方の一定の距離にスペーサ 530 を介して配置される。例えば、スペーサ 530 は、吸着カップ型デバイス 410 を表面 510 の上方の一定の距離に維持でき、一方では空気 520 によるロボット 400 と表面 510 の間の吸着を生じさせ得る、ベアリングまたはその他の互換可能なデバイスとすることができる。

【0046】

ロボット 400 の移動性を前提にすれば、ロボットがトラッキングユニット 100 と常時通信できるとは限らないことが予測できる。6-D レーザトラッキングシステムは、ロボット 400 がトラッキングユニット 100 の見通し線から外れた場合にターゲット捕捉

10

20

30

40

50

モードに入ることができる。このモードにおいては、使用者が、例えばジョイスティックを用いて、概ねロボット400の近くにトラッキングユニットの狙いを定める。次いで、トラッキングユニット100がターゲット捕捉プロセスを開始し、捕捉プロセスの開始にあたりトラッキングユニットはアクティブターゲットの位置を突き止めるための外側に向かう螺旋を描く螺旋形搜索パターンを開始する。ターゲットが捕捉されるとトラッキングユニットとアクティブターゲット150の間の交信が確立され、6次元測定が再び有効になる。

【0047】

あるいは、例えば、アクティブターゲット150はトラッキングユニット100との交信を、例えば、無線通信リンクあるいは、見通し線が維持されているか否かにかかわらずトラッキングユニット100によるアクティブターゲット150の相対位置の追跡を可能にする、その他の既知または今後開発されるシステムを介して、維持することができる。したがって、見通し線が再び確立されると、上述したように、6次元測定が有効になる。

10

【0048】

図6は本発明の例示的实施形態にしたがう例示的測定値採取方法を示す。詳しくは、ステップS100で制御が開始され、制御はトラッキングユニットとターゲットの間の交信が確立されるステップS110に移る。例えば、干渉計ベースシステムでは、ターゲットが既知の位置に配置され、トラッキングユニットとの交信の確立及びシステムの初期化のいずれをも実施可能である。絶対距離測定システムでは、ターゲットがレーザ通信状態におかれて、概略の半径方向距離(R)が求められる。次に、ステップS120において、測定されるべき(1つまたは複数の)地点にターゲットがおかれる。次いで、ステップS130において、ピッチ、ヨー、ロール及び球座標が得られる。制御はステップS140に移る。

20

【0049】

ステップS140において、球座標が直交座標(x, y, z)に変換される。ここでxはターゲットの横方向位置、yはターゲットの前後方向位置、zはターゲットの上下方向位置である。次いで、ステップS150において位置の測定値が出力される。制御は次いで、制御シーケンスが終了するステップS160に移る。

【0050】

図1~5に示されるように、6-Dレーザトラッキングシステム10は、一括プログラムされた汎用コンピュータまたは、レーザビーム発生及び検出コンポーネント、モーター及びロータリーエンコーダコンポーネントが付帯する個別にプログラムされた汎用コンピュータ上に実装することができる。しかし、6-Dレーザトラッキングシステムの様々な部分は、専用コンピュータ、プログラムされたマイクロコンピュータまたはマイクロプロセッサ及び周辺集積回路素子、ASICまたはその他の集積回路、デジタルシグナルプロセッサ、ディスクリート素子回路のような結線電子回路またはロジック回路、PLD, PLA, FPGA, PALのようなプログラマブルロジックデバイス上に実装することもできる。また、一般に、本明細書で論じられ、図6に示される測定手法を続いて実装できる状態機械を実装できるデバイスであれば、どのようなデバイスも、本発明にしたがう6-Dレーザトラッキングシステムの実施に用いることができる。

30

40

【0051】

さらに、本明細書に開示される方法は、様々なコンピュータまたはワークステーションハードウェアプラットフォーム上で用いることができる移植可能なソースコードを提供するオブジェクトまたはオブジェクト指向ソフトウェア開発環境を用いて、ソフトウェアに容易に実装できる。あるいは、本明細書に開示される6-Dレーザトラッキングシステムは、標準的なロジック回路またはVLSI設計を用いてハードウェアにある程度または完全に実装できる。本発明にしたがうシステムの実施にソフトウェアとハードウェアのいずれが用いられるかは、システムに要求される速さ及び/または効率、特定の機能及び利用される特定のソフトウェア及び/またはハードウェアシステムあるいはマイクロプロセッサまたはマイクロコントローラシステムに依存する。しかし、本明細書に説明される6-

50

Dレーザー-trackingシステム及び方法は、当業者には既知の、あるいは本明細書で提供される機能説明並びにコンピュータ及び光技術の一般的基礎知識から、当業者が今後開発するであろうあらゆるシステムまたは構造、デバイス及び/またはソフトウェアにおいて、容易に実施できる。

【0052】

さらに、本明細書に開示される方法は、プログラムされた汎用コンピュータ、専用コンピュータ、マイクロプロセッサ等の上で実行されるソフトウェアとして容易に実施できる。この場合、本発明の方法及びシステムは、Java（登録商標）またはCGIスクリプトのようなパーソナルコンピュータ上におかれたプログラムとして、サーバまたはグラフィックワークステーション上に常駐するリソースとして、専用の6-Dレーザー-trackingシステムにおかれたルーチンとして、あるいは同様のソフトウェアとして、実施することができる。6-Dレーザー-trackingシステムは、6-Dレーザー-trackingシステムのハードウェア及びソフトウェアのような、ソフトウェア及び/またはハードウェアにシステム及び方法を物理的に組み込むことにより実施することもできる。

10

【0053】

したがって、本発明により、6-Dレーザー-trackingのためのシステム及び方法が提供されたことは明らかである。本発明をいくつかの例示的实施形態に関して説明したが、多くの変更、改変及び変形が当業者には明らかであるかまたは明らかであろう。したがって、本発明は、本発明の精神及び範囲内にあるそのような変更、改変、等価物及び変形の全てを包含するとされる。

20

【図面の簡単な説明】

【0054】

【図1】本発明にしたがう例示的な6-D-trackingシステムを示す

【図2】本発明にしたがうロール測定システムを示すブロック図である

【図3】本発明にしたがう例示的なピッチ、ヨー、ロール及び距離測定システムを示すブロック図である

【図4】本発明にしたがうアクティブターゲットシステムを組み込んでいる例示的な遠隔制御ロボットである

【図5】本発明にしたがう遠隔制御ロボットの断面図である

【図6】本発明にしたがう例示的な測定値採取方法を示すフローチャートである

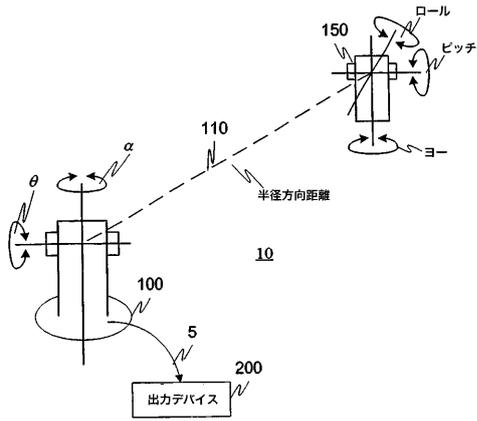
30

【符号の説明】

【0055】

- 5 通信リンク
- 10 6-Dレーザー-trackingシステム
- 100 trackingユニット
- 110 レーザビーム
- 150 アクティブターゲット
- 200 出力デバイス

【 図 1 】



【 図 3 】

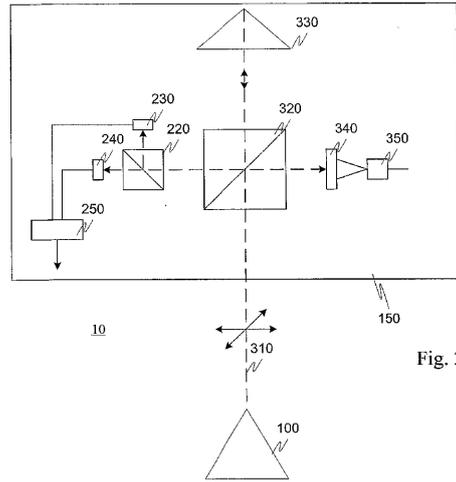


Fig. 3

【 図 2 】

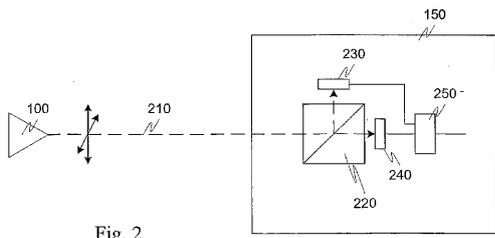
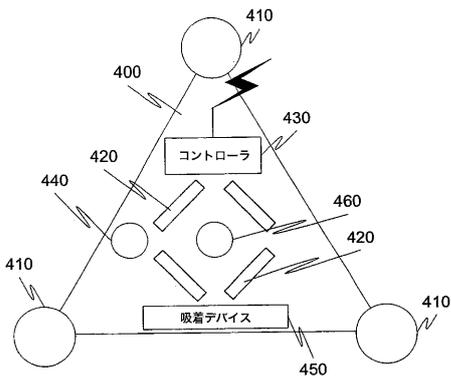
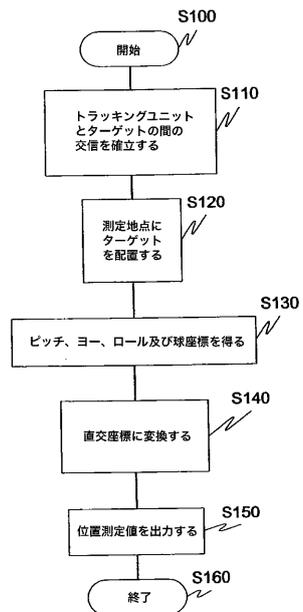


Fig. 2

【 図 4 】



【 図 6 】



【 図 5 】

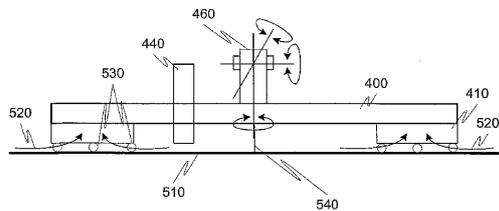


Fig. 5

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		Inter ial Application No PCT/US 02/26628
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 G01S17/06 G01S17/66 G01S17/42 G01S17/87 B25J13/08 G01B11/26 G01C1/00		
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 7 G01S B25J G01B G01C		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the International search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6 049 377 A (LAU KAM C ET AL) 11 April 2000 (2000-04-11) cited in the application abstract; figures column 2, line 8 - line 39 column 3, line 9 -column 6, line 16 ---	1-30
X	EP 0 081 651 A (PERKIN ELMER CORP) 22 June 1983 (1983-06-22) page 2, line 15 - line 32 page 4, line 3 -page 7, line 24 figures ---	1-30
X	US 5 596 403 A (SCHIFF TOD F ET AL) 21 January 1997 (1997-01-21) abstract; figures 1,2 column 3, line 19 -column 4, line 34 ---	1-30
	-/--	
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C.		<input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in 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 document 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 3 December 2002		Date of mailing of the international search report 09/12/2002
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Dollinger, F

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/US 02/26628

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 4 714 339 A (LAU KAM C ET AL) 22 December 1987 (1987-12-22) the whole document -----	1-30
A	US 3 871 771 A (SCOTT RICHARD NELSON) 18 March 1975 (1975-03-18) the whole document -----	1-30

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International Application No
PCT/US 02/26628

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6049377	A	11-04-2000	EP 0866954 A1	30-09-1998
			JP 2001503133 T	06-03-2001
			WO 9807012 A1	19-02-1998
EP 0081651	A	22-06-1983	CA 1192286 A1	20-08-1985
			DE 3280084 D1	15-02-1990
			EP 0081651 A2	22-06-1983
			JP 1637046 C	31-01-1992
			JP 2062801 B	26-12-1990
			JP 58127184 A	28-07-1983
US 5596403	A	21-01-1997	AU 4507496 A	26-06-1996
			EP 0795115 A2	17-09-1997
			WO 9618080 A2	13-06-1996
US 4714339	A	22-12-1987	NONE	
US 3871771	A	18-03-1975	GB 1428372 A	17-03-1976
			CH 572607 A5	13-02-1976
			DE 2329483 A1	20-12-1973
			FR 2188141 A1	18-01-1974
			IT 984670 B	20-11-1974
			JP 49052690 A	22-05-1974
			JP 54023820 B	16-08-1979
			NL 7308165 A	11-12-1973
			SE 411486 B	27-12-1979
			BE 800681 A1	01-10-1973

 フロントページの続き

(81)指定国 AP(GH,GM,KE,LS,MW,MZ,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,IE,IT,LU,MC,NL,PT,SE,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,BR,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ,EC,EE,ES, FI,GB,GD,GE,GH,GM,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KP,KR,KZ,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,MA,MD,MG,MK,MN,MW,MX,MZ,N O,NZ,OM,PH,PL,PT,RO,RU,SD,SE,SG,SI,SK,SL,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,UZ,VN,YU,ZA,ZM,ZW

(72)発明者 ロー , カム シー

アメリカ合衆国 メリーランド州 20854 ポトマック グリーンブライアー ロード 12700

Fターム(参考) 2F065 AA04 AA06 AA07 AA31 BB15 CC00 FF11 FF15 FF49 GG04
 HH08 LL31 PP25 UU07
 3C007 JT04 KS17 KS18 KS20 KS36 KV00 KW06 KW07 KX02 KX07
 LT06