

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第6129545号
(P6129545)

(45) 発行日 平成29年5月17日(2017.5.17)

(24) 登録日 平成29年4月21日(2017.4.21)

(51) Int.Cl.		F I			
GO 1 B	11/00	(2006.01)	GO 1 B	11/00	B
GO 1 C	15/00	(2006.01)	GO 1 C	15/00	1 O 3 A
			GO 1 C	15/00	1 O 3 D

請求項の数 10 (全 17 頁)

(21) 出願番号	特願2012-275314 (P2012-275314)	(73) 特許権者	000102692 NTN株式会社
(22) 出願日	平成24年12月18日(2012.12.18)		大阪府大阪市西区京町堀1丁目3番17号
(65) 公開番号	特開2014-119366 (P2014-119366A)	(74) 代理人	100086793 弁理士 野田 雅士
(43) 公開日	平成26年6月30日(2014.6.30)	(74) 代理人	100087941 弁理士 杉本 修司
審査請求日	平成27年9月18日(2015.9.18)	(72) 発明者	山中 昭浩 静岡県磐田市東貝塚1578番地 NTN 株式会社内
		審査官	三好 貴大

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 空間座標測定装置および空間座標測定方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

測定物上に設けられたターゲットの空間座標を求める空間座標測定装置であって、
レーザー光を発するレーザー光源と、このレーザー光源から発せられたレーザー光の照射角度を変更可能な照射角度変更手段と、移動する前記ターゲットに前記照射角度変更手段でレーザー光が照射されて前記ターゲットで反射されたレーザー光の反射光の位置情報を認識する受光部と、この受光部で認識された位置情報に基づき、前記照射角度変更手段のレーザー光の照射角度を変更させて前記ターゲットを追尾可能な制御手段と、前記ターゲットで反射されたレーザー光の反射光を受光し、前記レーザー光源の発するレーザー光と受光した反射光とから前記ターゲットまでの距離を測定する距離測定手段と、この距離測定手段で測定された距離とレーザー光の照射角度とから、前記ターゲットの空間座標を演算する演算手段とを備え、

前記ターゲットを撮像する撮像手段と、

この撮像手段で撮像した画像を画像処理して前記ターゲットの位置を検出する画像処理手段と、

前記制御手段により、前記画像処理手段で検出された前記ターゲットの位置と前記演算手段で演算する前記ターゲットの空間座標とに基づき、前記照射角度変更手段のレーザー光の照射角度を変更させることで、前記画像処理手段で検出された前記ターゲットの位置を前記演算手段で演算する前記ターゲットの空間座標の演算結果に反映させる画像処理結果反映手段と、

が設けられたことを特徴とする空間座標測定装置。

【請求項 2】

請求項 1 記載の空間座標測定装置において、前記撮像手段の撮像用レンズにズームレンズを用いる空間座標測定装置。

【請求項 3】

請求項 1 または請求項 2 に記載の空間座標測定装置において、前記照射角度変更手段は、前記ターゲットに対し、レーザー光を直交する 2 軸回りにそれぞれ角度調整可能な第 1 および第 2 の駆動手段を有し、前記撮像手段を前記照射角度変更手段に取付け、前記第 1、第 2 の駆動手段で角度調整されて前記ターゲットに向かうレーザー光の光軸と、前記撮像手段の光軸とを一致させる光学機器を設けた空間座標測定装置。

10

【請求項 4】

請求項 1 ないし請求項 3 のいずれか 1 項に記載の空間座標測定装置において、前記画像処理結果反映手段は、前記制御手段による前記追尾を停止させこの停止した状態で、前記撮像手段で前記ターゲットを撮像させ、撮像した画像を前記画像処理手段で画像処理して前記ターゲットの位置を検出し、前記制御手段により、前記画像処理手段で検出された前記ターゲットの位置に基づき、前記照射角度変更手段のレーザー光の照射角度を変更させ、且つ、

前記演算手段は、この変更した照射角度と前記距離測定手段で測定された距離とから、前記ターゲットの空間座標を演算する空間座標測定装置。

【請求項 5】

20

請求項 1 ないし請求項 3 のいずれか 1 項に記載の空間座標測定装置において、前記画像処理結果反映手段は、前記撮像手段で前記ターゲットを撮像させ、撮像した画像を前記画像処理手段で画像処理して前記ターゲットの位置を検出し、前記制御手段により、前記画像処理手段で検出された前記ターゲットの位置に基づき、前記照射角度変更手段のレーザー光の照射角度を変更させ、且つ、

前記演算手段は、この変更した照射角度と前記距離測定手段で測定された距離とから、前記ターゲットの空間座標を演算する空間座標測定装置。

【請求項 6】

請求項 1 ないし請求項 5 のいずれか 1 項に記載の空間座標測定装置において、前記画像処理手段は、前記撮像手段で撮像した画像の輪郭を抽出する輪郭抽出手段と、この輪郭抽出手段で抽出された輪郭から前記ターゲットの中心位置を算出するターゲット中心位置算出手段と、を有する空間座標測定装置。

30

【請求項 7】

請求項 6 に記載の空間座標測定装置において、前記輪郭抽出手段は、前記画像の輪郭を抽出するとき、空気の揺らぎによる影響があるか否かを判定する判定部と、この判定部で空気の揺らぎによる影響があると判定されたとき空気の揺らぎによる影響がなくなるかまたは定められた範囲まで低減するまで待つて輪郭を抽出する抽出部と、を有する空間座標測定装置。

【請求項 8】

請求項 6 または請求項 7 に記載の空間座標測定装置において、前記輪郭抽出手段により前記画像の輪郭を抽出するとき、空気の揺らぎによる影響が定められた時間以上続くか否かを判定する判定手段と、この判定手段により空気の揺らぎによる影響が定められた時間以上続くと判定されたときその旨測定者に報知する報知手段と、を設けた空間座標測定装置。

40

【請求項 9】

請求項 6 ないし請求項 8 のいずれか 1 項に記載の空間座標測定装置において、前記輪郭抽出手段により前記画像の輪郭を複数抽出し、前記ターゲット中心位置算出手段は、これら複数抽出した測定結果を平均化したデータから前記ターゲットの中心位置を算出する空間座標測定装置。

【請求項 10】

50

測定物上に設けられたターゲットの空間座標を求める空間座標測定方法であって、

レーザー光を発するレーザー光源と、このレーザー光源から発せられたレーザー光の照射角度を変更可能な照射角度変更手段と、移動する前記ターゲットに前記照射角度変更手段でレーザー光が照射されて前記ターゲットで反射されたレーザー光の反射光の位置情報を認識する受光部と、この受光部で認識された位置情報に基づき、前記照射角度変更手段のレーザー光の照射角度を変更させて前記ターゲットを追尾可能な制御手段と、前記ターゲットで反射されたレーザー光の反射光を受光し、前記レーザー光源の発するレーザー光と受光した反射光とから前記ターゲットまでの距離を測定する距離測定手段と、この距離測定手段で測定された距離とレーザー光の照射角度とから、前記ターゲットの空間座標を演算する演算手段とを用い、

10

前記ターゲットを撮像する撮像過程と、

この撮像過程で撮像した画像を画像処理して前記ターゲットの位置を検出する画像処理過程と、

前記制御手段により、前記画像処理過程で検出された前記ターゲットの位置と前記演算手段で演算する前記ターゲットの空間座標とに基づき、前記照射角度変更手段のレーザー光の照射角度を変更させることで、前記画像処理過程で検出された前記ターゲットの位置を前記演算手段で演算する前記ターゲットの空間座標の演算結果に反映させる画像処理結果反映過程と、

を含むことを特徴とする空間座標測定方法。

【発明の詳細な説明】

20

【技術分野】

【0001】

この発明は、例えば、産業、計測分野において、生産物や建築物、自然物等の物体の空間的座標を測定する空間座標測定装置および空間座標測定方法に関する。

【背景技術】

【0002】

ガイドとなるレーザー光の方向を、2軸のモータで制御し、移動するターゲットに追従させ、ターゲットの空間座標(3次元位置情報)を得るレーザートラッキング技術は古くから知られている。このトラッキング装置(以下「レーザートラッカー」と言う)では、モータにそれぞれ取り付けられた2軸のエンコーダを用いて、移動するターゲットの空間的な方向(角度)を知ることができる。

30

ターゲットはレトロリフレクタあるいは単にリフレクタと呼ばれるそれぞれ直交する3枚の鏡を使用した反射鏡を用いるのが一般的である。このリフレクタは、どのような場合でも入射した方向に光を返すことができる。また、レーザーで距離を測る技術は確立されており、例えば、レーザー干渉計では、数メートルの距離を、ナノメートル単位の分解能で測定することができる。

【0003】

これらの二つの技術を組み合わせた装置であるレーザートラッカーは、その装置からターゲットまでの距離と空間的な角度を測定し、その装置を基準とした、ターゲットの空間位置を特定することができる。測定は、以下の手順で行う。

40

(1) 測定対象物の近傍にレーザートラッカーを設置する。

(2) ターゲットを測定対象物に接触させる。

(3) レーザートラッカーからレーザー光をターゲットに向け出射し、ターゲットで反射した光を再び装置で受け取る。このときのエンコーダ値と、レーザー干渉計の値からターゲットの空間座標(3次元位置情報)を得る。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献1】特開平8-82509号公報

【特許文献2】特開平10-82610号公報

50

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

前記のように3次元空間内の位置情報を容易に測定できるレーザトラッカーであるが、測定場の作業環境から大きな悪影響をうける場合がある。特にエアコンディショナー等の空気の流れ（以後、「空気の揺らぎ」と表現する）がある環境では、レーザ光の出射方向が曲げられ、測定精度を悪化させる。この問題は従来から知られており、様々な試みを実施されてきた。

【0006】

従来例を以下に列記する。

(1) レーザ光軸方向に伸縮可能なカバーを設けたり、2枚の平行平板で光路を挟んだりして、外部から光路内への気体の流入を防ぎ、カバー内の空気の流れを停止する（特許文献1）。この例は空気の揺らぎの影響を受けにくい対策ではあるが、測定毎にカバーの位置を変更する必要があり、現実性に欠ける。

(2) 光路近傍に空気流（層流）を送る導風手段を配置し、所定の角度から光路に、温度や湿度を一定に保った空気を送風して、光路内の気体の安定化を図る（特許文献2）。この例では、空気の流れを作るための装置が別途必要であり、高価で、安定性にも不安がある。

(3) 同一のレーザトラッカーを3台用意して、それぞれの装置からターゲットまでの距離のみを測定し、その3点の距離データから三角測量法にて空間位置を特定する。この場合、角度データを使用しないため、空気の揺らぎの影響を受けにくい。装置が3台必要であるため非常に高価になる。

このように従来技術では、安価で、高精度な測定が望める手法が確立されていない。

【0007】

また、ターゲットとして用いているレトロリフレクタは、互いに直交する3枚の鏡を、球の中に埋め込むことで製作されており、入射したレーザ光が、球の中心から反射したと見なせるような構成となっている。実際には、金属球に3枚のミラーが埋め込まれており、金属球の中心とミラー中心に組み込み誤差があり、測定時のレトロリフレクタの回転位置によって、角度測定結果にも誤差が生じる。

【0008】

この発明の目的は、空気の揺らぎがある環境において、高精度な空間座標の測定が可能で、さらに、ターゲットの組み付け誤差による測定精度への影響が少ない空間座標測定装置および空間座標測定方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0009】

この発明の空間座標測定装置1は、測定物W上に設けられたターゲットTgの空間座標を求める空間座標測定装置であって、

レーザ光Lbを発するレーザ光源2と、このレーザ光源2から発せられたレーザ光Lbの照射角度を変更可能な照射角度変更手段3と、移動する前記ターゲットTgに前記照射角度変更手段3でレーザ光Lbが照射されて前記ターゲットTgで反射されたレーザ光の反射光の位置情報を認識する受光部5と、この受光部5で認識された位置情報に基づき、前記照射角度変更手段3のレーザ光Lbの照射角度を変更させて前記ターゲットTgを追尾可能な制御手段7と、前記ターゲットTgで反射されたレーザ光の反射光を受光し、前記レーザ光源2の発するレーザ光Lbと受光した反射光とから前記ターゲットTgまでの距離を測定する距離測定手段6と、この距離測定手段6で測定された距離とレーザ光Lbの照射角度とから、前記ターゲットTgの空間座標を演算する演算手段8とを備え、

前記ターゲットTgを撮像する撮像手段9と、

この撮像手段9で撮像した画像を画像処理して前記ターゲットTgの位置を検出する画像処理手段10と、

10

20

30

40

50

前記制御手段 11 により、前記画像処理手段 10 で検出された前記ターゲットの位置と前記演算手段 8 で演算する前記ターゲットの空間座標とに基づき、前記照射角度変更手段 3 のレーザー光の照射角度を変更させることで、前記画像処理手段 10 で検出された前記ターゲット T g の位置を前記演算手段 8 で演算する前記ターゲット T g の空間座標の演算結果に反映させる画像処理結果反映手段 11 と、
が設けられたことを特徴とする。

【0010】

この構成によると、レーザー光源 2 から発せられたレーザー光 L b は、照射角度変更手段 3 を経由してターゲット T g に到達する。このターゲット T g で反射された反射光は、略同じ経路を通り発光元の空間座標測定装置 1 に戻る。受光部 5 は、反射光の位置情報を認識する。制御手段 7 は、受光部 5 からの位置情報に基づき、照射角度変更手段 3 のレーザー光 L b の照射角度を変更させてターゲット T g を追尾する。演算手段 8 は、距離測定手段 6 で測定された距離とレーザー光 L b の照射角度とから、ターゲット T g の空間座標を演算する。

10

【0011】

前記のように、ターゲット T g の空間座標を演算するが、空気の流れが激しく変動する使用環境では、照射角度の測定値に大きな誤差が発生する。空気の流れ（空気の揺らぎ）が変動すると、空気中に圧力分布が発生し、空気の屈折率が変化して、そこを通過するレーザー光の進行方向が曲げられ、反射してきたレーザー光の受光部 5 での位置が変動し（図 8 参照）、水平、垂直方向の角度測定値に影響するためである。

20

【0012】

そこで、この発明では、撮像手段 9 と画像処理手段 10 と画像処理結果反映手段 11 とを設けている。撮像手段 9 はターゲット T g を撮像する。画像処理手段 10 は、空気の揺らぎの影響度合いを検出するため、撮像手段 9 で撮像した画像を画像処理して前記ターゲット T g の位置を検出する。画像処理結果反映手段 11 は、画像処理手段 10 で検出されたターゲット T g の位置を、演算手段 8 で演算する前記ターゲット T g の空間座標の演算結果に反映させる。これにより、空気の揺らぎの影響を回避または補正すると共に、ターゲット T g の製作誤差の影響も回避することが可能となる。したがって、カバー等を設けた従来技術のものより、空間座標の測定を安価に且つ高精度に行うことが可能となる。

30

【0013】

前記撮像手段 9 の撮像用レンズにズームレンズ 9 b を用いるものとしても良い。このズームレンズ 9 b を用いてターゲット T g を拡大して撮像し、この撮像した画像を画像処理手段 10 で画像処理してターゲット T g の位置を検出することができる。このため、ターゲット位置が遠くなくても高精度の 3 次元空間座標の測定が可能である。

【0014】

前記照射角度変更手段 3 は、前記ターゲット T g に対し、レーザー光 L b を直交する 2 軸回りにそれぞれ角度調整可能な第 1 および第 2 の駆動手段 14, 15 を有し、前記撮像手段 9 を前記照射角度変更手段 3 に取付け、前記第 1, 第 2 の駆動手段 14, 15 で角度調整されて前記ターゲット T g に向かうレーザー光 L b の光軸と、前記撮像手段 9 の光軸とを一致させる光学機器 21 を設けたものとしても良い。このようにターゲット T g に向かうレーザー光 L b の光軸と撮像手段 9 の光軸とを一致させる光学機器 21 を設けたため、撮像手段 9 をターゲット T g の移動に追従させることができる。したがって、ターゲット T g の移動にかかわらず前記ターゲット T g を撮像手段 9 で簡単に撮像することができる。

40

【0015】

前記画像処理結果反映手段 11 は、前記制御手段 7 による前記追尾を停止させこの停止した状態で、前記撮像手段 9 で前記ターゲット T g を撮像させ、撮像した画像を前記画像処理手段 10 で画像処理して前記ターゲット T g の位置を検出し、前記制御手段 7 により、前記画像処理手段 10 で検出された前記ターゲット T g の位置に基づき、前記照射角度変更手段 3 のレーザー光 L b の照射角度を変更させ、且つ、

50

前記演算手段 8 は、この変更した照射角度と前記距離測定手段 6 で測定された距離とから、前記ターゲット T g の空間座標を演算するものとしても良い。

【 0 0 1 6 】

この構成によると、ターゲット T g に照射角度変更手段 3 でレーザー光 L b が照射されて、距離測定手段 6 により前記ターゲット T g までの距離が測定可能な状態で、画像処理結果反映手段 1 1 は、制御手段 7 による前記追尾を停止させる。レーザー光 L b での追尾は、前述のように空気の揺らぎの影響を受けるため、この時点で追尾制御をオフにする。その後、画像処理結果反映手段 1 1 は、制御手段 7 により、画像処理手段 1 0 で検出されたターゲット T g の位置に基づき、照射角度変更手段 3 のレーザー光 L b の照射角度を変更させる。これによりターゲット T g の位置と撮像手段 9 の光軸中心とを一致させることができる。演算手段 8 は、前記変更した照射角度と距離測定手段 6 で測定された距離とから、前記ターゲット T g の空間座標を高精度に演算し得る。

10

【 0 0 1 7 】

画像処理結果反映手段 1 1 は、前記撮像手段 9 で前記ターゲット T g を撮像させ、撮像した画像を前記画像処理手段 1 0 で画像処理して前記ターゲット T g の位置を検出し、前記制御手段 7 により、前記画像処理手段 1 0 で検出された前記ターゲット T g の位置に基づき、前記照射角度変更手段 3 のレーザー光の照射角度を変更させ、且つ、

前記演算手段 8 は、この変更した照射角度と前記距離測定手段 6 で測定された距離とから、前記ターゲット T g の空間座標を演算するものとしても良い。

【 0 0 1 8 】

この構成によると、画像処理結果反映手段 1 1 は、撮像手段 9 でターゲット T g を撮像させ、この撮像したターゲット T g の画像を画像処理手段 1 0 で画像処理することで、ターゲット T g の位置を検出する。画像処理結果反映手段 1 1 は、制御手段 7 により、この検出されたターゲット T g の位置に基づき追尾制御を行わせる。この時点で距離測定手段 6 により前記ターゲット T g までの距離が測定可能な状態となっている。その後、演算手段 8 は、変更した照射角度と距離測定手段 6 で測定された距離とから、ターゲット T g の空間座標を高精度に演算し得る。

20

【 0 0 1 9 】

前記画像処理手段 1 0 は、前記撮像手段 9 で撮像した画像の輪郭を抽出する輪郭抽出手段 3 0 と、この輪郭抽出手段 3 0 で抽出された輪郭から前記ターゲット T g の中心位置 T g O を算出するターゲット中心位置算出手段 3 1 とを有するものとしても良い。このようにターゲット T g の輪郭画像を用いてターゲット T g の中心位置 T g O を算出しているため、ターゲット T g の組み付け誤差による測定精度への影響を軽減することができる。

30

【 0 0 2 0 】

前記輪郭抽出手段 3 0 は、前記画像の輪郭を抽出するとき、空気の揺らぎによる影響があるか否かを判定する判定部 3 0 a と、この判定部 3 0 a で空気の揺らぎによる影響があると判定されたとき空気の揺らぎによる影響がなくなるかまたは定められた範囲まで低減するまで待つて輪郭を抽出する抽出部 3 0 b とを有するものとしても良い。抽出部 3 0 b は、空気の揺らぎによる影響がなくなるかまたは定められた範囲まで低減するまで待つて輪郭を抽出する。空気の揺らぎがある環境であっても、空気の揺らぎによる影響が低減するときに輪郭を抽出するという、きめ細かな制御を行うことで、ターゲット T g の空間座標を高精度に演算し得る。

40

【 0 0 2 1 】

前記輪郭抽出手段 3 0 により前記画像の輪郭を抽出するとき、空気の揺らぎによる影響が定められた時間以上続くか否かを判定する判定手段 3 4 と、この判定手段 3 4 により空気の揺らぎによる影響が定められた時間以上続くと判定されたときその旨測定者に報知する報知手段 3 5 とを設けても良い。この場合、測定者は、報知手段 3 5 による報知を受けて、例えば、空気の揺らぎの影響を緩和する措置を施すことができる。

前記「定められた時間」は、空間座標を測定する際の許容限度となる時間であり、測定物の種類や測定場所等の条件に応じて適宜に定められる。

50

前記輪郭抽出手段30により前記画像の輪郭を複数抽出し、前記ターゲット中心位置算出手段31は、これら複数抽出した測定結果を平均化したデータから前記ターゲットTgの中心位置TgOを算出するものとしても良い。例えば、揺らぎの影響が長く続く場合に、ターゲットTgを撮像手段9で繰り返し撮像し、撮像した画像を輪郭抽出手段30で平均化処理する。ターゲット中心位置算出手段31は、平均化処理した画像からターゲットTgの中心位置TgOを高精度に算出することができる。このように揺らぎの影響がある場合でも、高精度な3次元空間座標の測定を行うことができる。

【0022】

この発明の空間座標測定方法は、測定物上に設けられたターゲットの空間座標を求める空間座標測定方法であって、

レーザー光を発するレーザー光源と、このレーザー光源から発せられたレーザー光の照射角度を変更可能な照射角度変更手段と、移動する前記ターゲットに前記照射角度変更手段でレーザー光が照射されて前記ターゲットで反射されたレーザー光の反射光の位置情報を認識する受光部と、この受光部で認識された位置情報に基づき、前記照射角度変更手段のレーザー光の照射角度を変更させて前記ターゲットを追尾可能な制御手段と、前記ターゲットで反射されたレーザー光の反射光を受光し、前記レーザー光源の発するレーザー光と受光した反射光とから前記ターゲットまでの距離を測定する距離測定手段と、この距離測定手段で測定された距離とレーザー光の照射角度とから、前記ターゲットの空間座標を演算する演算手段とを用い、

前記ターゲットを撮像する撮像過程と、

この撮像過程で撮像した画像を画像処理して前記ターゲットの位置を検出する画像処理過程と、

前記制御手段により、前記画像処理過程で検出された前記ターゲットの位置と前記演算手段で演算する前記ターゲットの空間座標とに基づき、前記照射角度変更手段のレーザー光の照射角度を変更させることで、前記画像処理過程で検出された前記ターゲットの位置を前記演算手段で演算する前記ターゲットの空間座標の演算結果に反映させる画像処理結果反映過程と、

を含むことを特徴とする。

【0023】

この構成によると、撮像過程にてターゲットを撮像する。画像処理過程では、空気の揺らぎの影響度合いを検出するため、撮像過程で撮像した画像を画像処理して前記ターゲットの位置を検出する。画像処理結果反映過程では、画像処理過程で検出されたターゲットの位置を、演算手段で演算する前記ターゲットの空間座標の演算結果に反映させる。これにより、空気の揺らぎの影響を回避または補正すると共に、ターゲットの製作誤差の影響も回避することが可能となる。したがって、カバー等を設けた従来技術のものより、空間座標の測定を安価に且つ高精度に行うことが可能となる。

【発明の効果】

【0024】

この発明の空間座標測定装置は、測定物上に設けられたターゲットの空間座標を求める空間座標測定装置であって、レーザー光を発するレーザー光源と、このレーザー光源から発せられたレーザー光の照射角度を変更可能な照射角度変更手段と、移動する前記ターゲットに前記照射角度変更手段でレーザー光が照射されて前記ターゲットで反射されたレーザー光の反射光の位置情報を認識する受光部と、この受光部で認識された位置情報に基づき、前記照射角度変更手段のレーザー光の照射角度を変更させて前記ターゲットを追尾可能な制御手段と、前記ターゲットで反射されたレーザー光の反射光を受光し、前記レーザー光源の発するレーザー光と受光した反射光とから前記ターゲットまでの距離を測定する距離測定手段と、この距離測定手段で測定された距離とレーザー光の照射角度とから、前記ターゲットの空間座標を演算する演算手段とを備え、

前記ターゲットを撮像する撮像手段と、この撮像手段で撮像した画像を画像処理して前記ターゲットの位置を検出する画像処理手段と、前記制御手段により、前記画像処理手段

で検出された前記ターゲットの位置と前記演算手段で演算する前記ターゲットの空間座標とに基づき、前記照射角度変更手段のレーザー光の照射角度を変更させることで、前記画像処理手段で検出された前記ターゲットの位置を前記演算手段で演算する前記ターゲットの空間座標の演算結果に反映させる画像処理結果反映手段とが設けられた。このため、空気の揺らぎがある環境において、高精度な空間座標の測定が可能で、さらに、ターゲットの組み付け誤差による測定精度への影響を低減することができる。

【0025】

この発明の空間座標測定方法は、測定物上に設けられたターゲットの空間座標を求める空間座標測定方法であって、レーザー光を発するレーザー光源と、このレーザー光源から発せられたレーザー光の照射角度を変更可能な照射角度変更手段と、移動する前記ターゲットに前記照射角度変更手段でレーザー光が照射されて前記ターゲットで反射されたレーザー光の反射光の位置情報を認識する受光部と、この受光部で認識された位置情報に基づき、前記照射角度変更手段のレーザー光の照射角度を変更させて前記ターゲットを追尾可能な制御手段と、前記ターゲットで反射されたレーザー光の反射光を受光し、前記レーザー光源の発するレーザー光と受光した反射光とから前記ターゲットまでの距離を測定する距離測定手段と、この距離測定手段で測定された距離とレーザー光の照射角度とから、前記ターゲットの空間座標を演算する演算手段とを用い、

前記ターゲットを撮像する撮像過程と、この撮像過程で撮像した画像を画像処理して前記ターゲットの位置を検出する画像処理過程と、前記制御手段により、前記画像処理過程で検出された前記ターゲットの位置と前記演算手段で演算する前記ターゲットの空間座標とに基づき、前記照射角度変更手段のレーザー光の照射角度を変更させることで、前記画像処理過程で検出された前記ターゲットの位置を前記演算手段で演算する前記ターゲットの空間座標の演算結果に反映させる画像処理結果反映過程とを含む。このため、空気の揺らぎがある環境において、高精度な空間座標の測定が可能で、さらに、ターゲットの組み付け誤差による測定精度への影響を低減することができる。

【図面の簡単な説明】

【0026】

【図1】この発明の第1の実施形態に係る空間座標測定装置の構成を概略示す斜視図である。

【図2】同空間座標測定装置の受光部の概略構成を示す図である。

【図3】同空間座標測定装置の制御系のブロック図である。

【図4】同空間座標測定装置の空間座標の説明図である。

【図5】(A)は同空間座標測定装置における位置検出部の平面図、(B)は図5(A)のA-A線端面図である。

【図6】ターゲット画像検出時の空気の揺らぎの影響を説明する図である。

【図7】(A)は、ターゲット画像検出時の空気の揺らぎの影響が大となる場合を説明する図、(B)は、ターゲット画像検出時の空気の揺らぎの影響が無い場合を説明する図である。

【図8】空気の揺らぎによる影響を示し、経過時間と受光部出力との関係を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0027】

この発明の第1の実施形態に係る空間座標測定装置を図1ないし図7と共に説明する。

この実施形態に係る空間座標測定装置は、測定物上に設けられたターゲットの動きに従って、空間座標を求めるものである。以下の説明は、空間座標測定方法についての説明をも含む。図1に示すように、この例では、ターゲットTgは、測定物W上の一箇所に静止した状態で取り付けられるものである。ターゲットTgとして、例えば、球状のレトリクタが用いられる。

【0028】

空間座標測定装置1は、主に、レーザー光源2、照射角度変更手段3、角度検出手段4

10

20

30

40

50

、受光部 5、距離測定手段 6、制御手段 7、演算手段 8、撮像手段 9、画像処理手段 10、および画像処理結果反映手段 11を有する。レーザー光源 2は、定められた波長のレーザー光を発するものであり、距離測定手段は、前記ターゲットで反射したレーザー光 L bを用いて前記ターゲット T gまでの距離を測定するものである。距離測定手段 6として、例えば、干渉計または絶対距離計等から成る測長器が使用される。レーザー光源 2および前記測長器は、一体化した機器であるレーザー測長器を構成して例えば筒状のケーシング 12の内部に収容される。

【0029】

照射角度変更手段 3は、レーザー光源 2から発せられたレーザー光 L bの照射角度を変更可能なものであり、回転体 13、第 1の駆動手段である軸モータ 14、第 2の駆動手段である軸モータ 15、ハーフミラー 16、およびミラー 17を有する。軸モータ 14、軸モータ 15における軸、軸は直交する 2軸であり、軸が有底円筒状のケーシング 12の軸心と同心に配置される。回転体 13は、ケーシング 12の上端部において軸受等を介してこのケーシング 12に対し相対的に軸回りに角変位可能に構成されている。回転体 13は、軸モータ 14によりケーシング 12に対し相対的に回転駆動可能に構成される。例えば、軸モータ 14のモータ本体が、ケーシング 12の上端部に固定され、軸モータ 14のモータ軸が、図示外の駆動力伝達手段等を介して回転体 13に連結される。

【0030】

回転体 13の上端部に、凹形状のフレーム 18を介して軸モータ 15が支持されている。軸モータ 15は、その軸心が軸に沿って配置される。この例では、軸は鉛直方向に延び、軸は前記軸に直交して水平方向に配置される。ミラー 17は、この軸モータ 15のモータ軸に角変位可能に取り付けられている。回転体 13およびフレーム 18には、レーザー光 L bおよび反射光を通す孔が形成されている。

【0031】

角度検出手段 4は、照射角度変更手段 3で変更した照射角度を検出して出力するものであり、軸エンコーダ 19および軸エンコーダ 20を有する。軸エンコーダ 19は、ターゲット T gにおける測定原点からの軸回りの検出角度を出力する。軸エンコーダ 20は、ターゲット T gにおける測定原点からの軸回りの検出角度を出力する。またこの例では、軸エンコーダ 19は軸モータ 14に一体に設けられ、軸エンコーダ 20は軸モータ 15に一体に設けられている。

【0032】

レーザー光源 2から発せられたレーザー光 L bは、ハーフミラー 16を透過し、ミラー 17で反射した後、光学機器 21を経由してターゲット T gに到達する。このターゲット T gで反射した反射光は、同じ経路を通り発光元の空間座標測定装置 1に戻り、ハーフミラー 16で反射され、ケーシング 12内の受光部 5に到達する。この受光部 5は、反射光の位置情報を認識するものであり、例えば、半導体位置検出素子（略称 P S D）または 4分割フォトダイオード等により構成される。前記反射光の「位置情報」とは、受光部 5上での直交する X 軸、Y 軸の 2軸方向におけるレーザースポットの原点 O に対する X、Y 座標を言う。制御手段 7は、受光部 5からの信号に基づき、受光部 5に到達した反射光が同受光部 5の中心に戻るように、照射角度変更手段 3の軸モータ 14、軸モータ 15を制御する。

【0033】

受光部 5が、例えば、二次元の半導体位置検出素子から成る場合、受光部表面に到達したレーザースポットにおける受光部表面上の中心位置等の基準位置 O に対する直交 2軸方向（X、Y 軸方向）の変位量として、座標（x、y）にて表される電流が得られる。座標（x、y）の x は、受光部表面上のレーザースポットのうち X 軸方向の変位量のみを示し、座標（x、y）の y は、受光部表面上のレーザースポットのうち Y 軸方向の変位量のみを示す。この電流は電圧に変換されて例えば軸制御部 22（図 3）、軸制御部 23（図 3）に入力される。レーザー光 L bがターゲット T gの中心から外れると、受光部表面

10

20

30

40

50

に到達するレーザースポットは、半導体位置検出素子から外れエラー信号が発生される。多数の空間座標を求めるために測定物W上でターゲットTgを手動または自動的に移動させ、空間座標測定装置1でターゲットTgの動きを追尾させる場合に、前記受光部5からの位置情報により、各ターゲットTgの中心をレーザー光Lbで追尾し得る。追尾制御オフの状態では、ターゲットTgを移動させないものとする。

【0034】

図2に示すように、受光部5が、例えば、4分割フォトダイオードから成る場合、受光部表面に到達したレーザースポットの投影像の重心位置の変化を計測する。つまり4分割の各領域のフォトダイオードの差動出力から変位を電圧として計測する。フォトダイオードの4分割の各領域の出力(電流値)を受光部表面上の時計回りにA, B, C, Dとすると、受光部表面上の基準位置Oに対する直交2軸方向の変位量のうち、X軸方向の変位が $(B + C) - (D + A)$ として表され、Y軸方向の変位が $(A + B) - (C + D)$ として表される。これらX, Y軸方向の変位は、前記二次元の半導体位置検出素子の場合と同様に、電圧に変換されて例えば軸制御部22(図3)、軸制御部23(図3)に入力される。

10

【0035】

図1に示すように、空間座標測定装置1に戻った反射光の一部は、ハーフミラー16で反射されずに距離測定手段6に入り、この距離測定手段6は、受光した反射光と、レーザー光源2の投光するレーザー光とからターゲットTgまでの距離を測定したこの測定距離を演算手段8に出力する。

20

【0036】

制御手段7は、追尾制御部7aと、画像処理結果反映手段11とを有する。追尾制御部7aは、受光部5または画像処理手段10からの位置情報に基づき、照射角度変更手段3のレーザー光Lbの照射角度を変更させてターゲットTgを追尾する制御を行う。追尾制御部7aは、図3に示すように、例えば、軸制御部22と、軸制御部23と、軸ドライバ24と、軸ドライバ25とを有する。軸制御部22、軸制御部23は、例えばマイクロコンピュータやその他の電子機器で構成される。軸制御部22、軸制御部23は、それぞれ受光部5からの前記位置情報の信号に基づいて、軸ドライバ24、軸ドライバ25に、常に、反射光が受光部中心に戻るよう指令する。軸モータ14、軸モータ15は、それぞれ指令値に基づいてミラー17(図1)を直交する軸、軸回りに角変位させる。

30

【0037】

これによりミラー17を常に適切な方向に向けてターゲットTgを追尾する。例えば、軸制御部22、軸制御部23には、それぞれ、所定のゲイン、 θ が設定されている。制御手段7は、受光部表面に到達したレーザースポットの位置情報に、 θ を用いて、照射角度変更手段3(図1)による照射角度を制御する。

図1に示すように、演算手段8は、距離測定手段6により測定された距離の測定値と、軸エンコーダ19、軸エンコーダ20の角度測定値より、ターゲットTgの空間座標(3次元位置情報)を求める。

【0038】

前記のように、空間座標測定装置1では、水平方向、鉛直方向の角度測定値と、距離測定手段6とから、空間座標を演算により求めるが、空気の流れが激しく変動する使用環境では、角度測定値に大きな誤差が発生する。ここで図8は、空気の揺らぎによる影響を示し、経過時間と受光部出力との関係を示す図である。空気の流れ(空気の揺らぎ)が変動すると、空気中に圧力分布が発生し、空気の屈折率が変化して、そこを通過するレーザー光の進行方向が曲げられる。そうすると、反射してきたレーザー光の受光部での位置、つまり受光部出力が、同図8に示すように変動し、水平方向、鉛直方向の角度測定値に影響するためである。

40

【0039】

この実施形態ではこの問題を解決するため、空間座標測定装置1に、撮像手段9と画像

50

処理手段10と前記画像処理結果反映手段11と光学機器21とを設ける。つまり空間座標測定装置1の角度位置検出部に、ズームレンズ9bとCCDカメラ9aを用いた観察光学系である撮像手段9を組み込み、空気の揺らぎの影響度合いを検出し、空気の揺らぎの影響を回避または補正すると共に、レトロリフレクタの製作誤差の影響も回避することを可能としている。画像処理結果反映手段11は、画像処理手段10で検出されたターゲットTgの位置を演算手段8で演算するターゲットTgの空間座標の演算結果に反映させる一連の制御および処理を行う手段である。

【0040】

図5(A)はこの空間座標測定装置における位置検出部の平面図、(B)は図5(A)のA-A線端面図である。図1も参照しつつ説明する。図5(A)に示すように、撮像手段9は、ターゲットTgを撮像する例えばCCDカメラ9aと、撮像用レンズであるズームレンズ9bとを有する。この例では、画像処理結果反映手段11は、追尾制御部7aによる追尾制御を停止させた状態で、撮像手段9でターゲットTgを撮像させ、撮像したターゲット画像から画像処理手段10でターゲット位置を検出させる。

前記CCDカメラ9aおよびズームレンズ9bは、ミラー17とターゲットTgとの間の光路途中で、且つ、前記ミラー17に、このミラー17と一緒に角度変更するように一体に設けられている。CCDカメラ9aおよびズームレンズ9bは、図5(B)に示すように、軸モータ15(図1)を駆動させることで、ミラー17と共に軸回りに角変位可能に構成される。またCCDカメラ9aおよびズームレンズ9bは、図5(A)に示すように、軸モータ14(図1)を駆動させることで、軸回りに角変位可能に構成される。

【0041】

光学機器21は、ミラー17で反射されてターゲットTgに向かうレーザー光Lbの光軸と、撮像手段9の光軸とを一致させるものであり、光路に沿って順次、第1乃至第3のミラー26, 27, 28と、ダイクロイックミラー29とを有する。これら第1乃至第3のミラー26, 27, 28、およびダイクロイックミラー29もミラー17に、このミラー17と一緒に角度変更するように一体に設けられる。よって、図1に示すように、第1乃至第3のミラー26, 27, 28、ダイクロイックミラー29、CCDカメラ9a、ズームレンズ9b、およびミラー17は、軸モータ15を駆動させることで軸回りに角変位可能に構成され、軸モータ14を駆動させることで軸回りに角変位可能に構成される。レーザー光源2から発せられミラー17で反射したレーザー光Lbを、第1乃至第3のミラー26, 27, 28で折り曲げ、再度ダイクロイックミラー29で折り曲げることで、ターゲットTgに向かうレーザー光Lbの光軸と、撮像手段9の光軸とを一致させている。

【0042】

画像処理手段10は、撮像手段9で撮像された画像を画像処理してターゲットTgの位置(この例ではターゲットTgの中心位置TgO)を検出する。この画像処理手段10は、輪郭抽出手段30と、ターゲット中心位置算出手段31とを有する。輪郭抽出手段30は、撮像手段9で撮像した画像の輪郭を抽出する。ターゲット中心位置算出手段31は、輪郭抽出手段30で抽出された輪郭から前記ターゲットTgの中心位置TgOを算出する。

【0043】

ここで図6は、ターゲット画像検出時の空気の揺らぎの影響を説明する図である。図1も参照しつつ説明する。図6に示すように、輪郭抽出手段30で抽出した輪郭画像の一部に、空気の揺らぎの影響がある場合は、前記輪郭画像のうち空気の揺らぎの影響がない部分32を使用してターゲットTgの中心位置TgOを算出する。図1に示すように、輪郭抽出手段30は、画像の輪郭を抽出するとき、空気の揺らぎの影響があるか否かを判定する判定部30aと、この判定部30aで空気の揺らぎによる影響があると判定されたとき空気の揺らぎによる影響がなくなるかまたは定められた範囲まで低減するまで待つて輪郭を抽出する抽出部30bとを有する。前記「定められた範囲」は、実験やシミュレーショ

10

20

30

40

50

ン等により、例えば、空気の揺らぎによる影響がある部分が輪郭画像全体の1/3以下と定められている。

【0044】

図6に示すように、輪郭画像のうち、例えば、空気の揺らぎの影響がある部分33が、ターゲット外周の1/3以下ならば、前記輪郭画像における空気の揺らぎの影響がない残りの2/3以上の輪郭データを用いてターゲットTgの中心位置を算出する。

図7(A)は、ターゲット画像検出時の空気の揺らぎの影響が大となる場合を説明する図であり、図7(B)は、ターゲット画像検出時の空気の揺らぎの影響が無い場合を説明する図である。図1も参照しつつ説明する。図7(A)に示すように、空気の揺らぎの影響がある部分33が輪郭画像全体に及ぶ場合、判定部30aは空気の揺らぎの影響がある
10
と判定し、抽出部30bは画像の輪郭を抽出しない。図7(B)に示すように、空気の揺らぎによる影響がなくなったとき、抽出部30bはこの揺らぎによる影響がなくなったときの輪郭を抽出する。

【0045】

ターゲット中心位置算出手段31は、抽出された輪郭からターゲットTgの中心位置TgOを算出する。画像処理結果反映手段11は、前記のように算出したターゲットTgの中心位置TgOを前記演算手段8で演算する演算結果に反映させる。つまり演算手段8は、揺らぎによる影響がないか、または、揺らぎによる影響が定められた範囲まで低減したときの、軸エンコーダ19、軸エンコーダ20の角度測定値と距離測定値とから、ターゲットTgの3次元空間座標を求める。
20

前記のように輪郭抽出手段30により画像の輪郭を抽出するとき、空気の揺らぎによる影響が定められた時間以上続くか否かを判定する判定手段34と、この判定手段34により空気の揺らぎによる影響が定められた時間以上続くときその旨測定者に報知する報知手段35とをこの空間座標測定装置に設けても良い。前記輪郭抽出手段30における判定部30aに、前記判定手段34が接続されている。

【0046】

作用効果について説明する。

(1) 制御手段7による追尾制御をオンにしてレーザー光LbがターゲットTgに到達している状態で、ターゲットTgを測定物W上の測定したい位置まで移動し設置すると、以下のように、追尾制御部7aによりターゲットTgの中心をレーザー光Lbが追尾する。
30

レーザー光源2から発せられたレーザー光Lbは、照射角度変更手段3、第1乃至第3のミラー26、27、28、およびダイクロイックミラー29を順次経由してターゲットTgに到達する。このターゲットTgで反射された反射光は、略同じ経路を通り空間座標測定装置1に戻る。受光部5は、反射光の位置情報を認識する。制御手段7は、受光部5からの位置情報に基づき、照射角度変更手段3のレーザー光Lbの照射角度を変更させてターゲットTgを追尾する。すなわち制御手段7は、受光部表面上のレーザースポットが基準位置Oに戻るように、ミラー17を角変位させることで、ターゲットTgの中心をレーザー光が自動的に追尾する(受光部5で検出する追尾制御)。この時点で距離測定手段6によりターゲットTgまでの距離を測定可能である。

【0047】

(2) 追尾制御部7aによる受光部5で検出する追尾制御をオフとする。レーザー光Lbでの追尾は、前述のように空気の揺らぎの影響を受けるため、この時点で追尾制御をオフにする。
40

(3) 次に、画像処理結果反映手段11は、撮像手段9でターゲットTgを撮像させ(撮像過程)、画像処理手段10によりターゲットTgの中心と撮像手段9の光軸中心とのずれ量を検出させる。

(4) 画像処理結果反映手段11は、追尾制御部7aにより、ずれ量分、軸モータ14、軸モータ15を駆動させることで、ターゲットTgの中心と撮像手段9の光軸中心とを一致させる。

【0048】

10

20

30

40

50

(5) 撮像手段9で撮像されたターゲットTgの画像において、輪郭抽出手段30の判定部30aは、画像の輪郭を抽出するとき、空気の揺らぎの影響があるか否かを判定する。この判定部30aで空気の揺らぎによる影響があると判定されたとき、空気の揺らぎによる影響がなくなるかまたは定められた範囲まで低減するまで待つて抽出部30bで画像の輪郭を抽出する。

ターゲット中心位置算出手段31は、この抽出された輪郭、および、この輪郭抽出時における軸エンコーダ19、軸エンコーダ20の角度測定値からターゲットTgの中心位置TgOを算出する(画像処理過程)。

(6) 演算手段8は、揺らぎの影響がないか、または、揺らぎの影響が定められた範囲まで低減したときの、軸エンコーダ19、軸エンコーダ20の角度測定値と距離測定値とから、ターゲットTgの3次元空間座標を求める(画像処理結果反映過程)。

【0049】

この実施形態に係る空間座標測定装置1および空間座標測定方法によれば、前述のようにターゲットTgの撮像画像の状態を画像処理手段10で解析することで、座標測定時の揺らぎの状態を確認できるため、輪郭画像のうち空気の揺らぎの影響のない部分32の情報だけを用いてターゲットTgの中心位置TgOを求めるか、または空気の揺らぎの影響がなくなった時点でターゲットTgの中心位置TgOを求めることができる。このため、カバー等を設けた従来技術のものより、3次元空間座標の測定を高精度に且つ安価に行うことが可能となる。

【0050】

また撮像手段9を用いて撮像したターゲットTgの輪郭画像を用いてターゲットTgの位置を検出しているため、レトロリフレクタへのミラーの組み付け誤差の影響もなく測定を行うことができ、高精度な3次元空間座標の測定が可能となる。ターゲットTgまでの距離の測定には、レトロリフレクタへのミラーから反射した反射光を用いているが、レトロリフレクタへのミラーの組み付け誤差による影響は、非常に小さいため問題はない。

【0051】

ターゲットTgをズームレンズ9bで拡大してCCDカメラ9aで撮像しているため、ターゲット位置が遠くなくても高精度の3次元空間座標の測定が可能である。

撮像手段9および光学機器21をミラー17に一体に設けたため、軸モータ15を駆動させることで、撮像手段9、光学機器21、およびミラー17を軸回りに一体に角変位することができ、軸モータ14を駆動させることで、撮像手段9、光学機器21、およびミラー17を軸回りに一体に角変位することができる。

【0052】

輪郭抽出手段30の抽出部30bは、空気の揺らぎによる影響がなくなるかまたは定められた範囲まで低減するまで待つて輪郭を抽出する。このように空気の揺らぎがある環境であっても、空気の揺らぎによる影響が低減するときに輪郭を抽出するという、きめ細かな制御を行うことで、ターゲットTgの空間座標を高精度に演算し得る。

輪郭抽出手段30により画像の輪郭を抽出するとき、空気の揺らぎによる影響が定められた時間以上続くか否かを判定する判定手段34と、この判定手段34により空気の揺らぎによる影響が定められた時間以上続くと判定されたときその旨測定者に報知する報知手段35とをこの空間座標測定装置1に設けた場合、測定者は、報知手段35による報知を受けて、例えば、空気の揺らぎの影響を緩和する措置を施すことができる。

【0053】

他の実施形態について説明する。

(1) 画像処理結果反映手段11は、ターゲットTgを撮像手段9で撮像させ、撮像した画像を画像処理手段10で画像処理して前記ターゲットTgの位置を検出する。画像処理結果反映手段11は、追尾制御部7aにより、検出されたターゲットTgの位置に基づき、軸モータ14、軸モータ15を駆動制御してレーザー光Lbをターゲット方向に位置決めする追尾制御を行わせる。この制御手段7による追尾制御を行っている状態で、ターゲットTgを測定物W上の測定したい位置まで移動し設置する。この時点で、空間座標

10

20

30

40

50

測定装置 1 から発せられたレーザー光 L b はターゲット方向に向き、距離測定手段 6 によりターゲット T g までの距離を測定可能である。

【 0 0 5 4 】

(2) 撮像されたターゲット T g の画像において、判定部 3 0 a は、画像の輪郭を抽出するとき、空気の揺らぎの影響があるか否かを判定する。この判定部 3 0 a で空気の揺らぎによる影響があると判定されたとき、空気の揺らぎによる影響がなくなるかまたは定められた範囲まで低減するまで待って抽出部 3 0 b で画像の輪郭を抽出する。ターゲット中心位置算出手段 3 1 は、この抽出された輪郭、および、この輪郭抽出時における 軸エンコーダ 1 9 , 軸エンコーダ 2 0 の角度測定値からターゲット T g の中心位置 T g O を算出する。

10

なお前記実施形態と同様に、画像の輪郭を抽出するとき、空気の揺らぎによる影響が定められた時間以上続く場合に、その旨測定者に報知する報知手段を設けても良い。

【 0 0 5 5 】

(3) 演算手段 8 は、揺らぎの影響がないか、または、揺らぎの影響が定められた範囲まで低減したときの、 軸エンコーダ 1 9 , 軸エンコーダ 2 0 の角度測定値と距離測定値とから、ターゲット T g の 3 次元空間座標を求める。

ところで、レーザー光の戻り光の位置を受光部 5 で検出して追尾する追尾制御は、高速な追尾が可能であるが、受光部 5 の検出範囲の制約等があり、ターゲット T g を移動させるときに常にターゲット T g のミラーを空間座標測定装置側に正確に向けて移動させる必要があり、測定の作業性が若干悪い。

20

【 0 0 5 6 】

これに対して、この実施形態のように画像処理手段 1 0 で検出されたターゲット T g の位置に基づく追尾制御では、干渉計による測長が途切れないように、ターゲット T g のミラーを空間座標測定装置側に向けながら移動させる必要はあるが、受光部 5 で検出する追尾制御よりも作業性が良くなる。また、ターゲット T g の撮像画像の状態を画像処理手段 1 0 で解析することで、座標測定時の揺らぎの状態を確認できるため、輪郭画像のうち空気の揺らぎの影響のない部分 3 2 の情報だけを用いてターゲット T g の中心位置 T g O を求めるか、または空気の揺らぎの影響がなくなった時点でターゲット T g の中心位置 T g O を求めることができる。このため、カバー等を設けた従来技術のものより、3次元空間座標の測定を高精度に且つ安価に行うことが可能となる。

30

【 0 0 5 7 】

空気の揺らぎの影響が長く続く場合は、輪郭抽出手段 3 0 によりターゲット画像の輪郭を複数抽出し、ターゲット中心位置算出手段 3 1 が、これら複数抽出した測定結果を平均化したデータからターゲット T g の中心位置 T g O を算出するものとしても良い。ターゲット中心位置算出手段 3 1 は、平均化したデータからターゲット T g の中心位置 T g O を高精度に算出することができる。このように揺らぎの影響がある場合でも、高精度な 3 次元空間座標の測定を行うことができる。

【 符号の説明 】

【 0 0 5 8 】

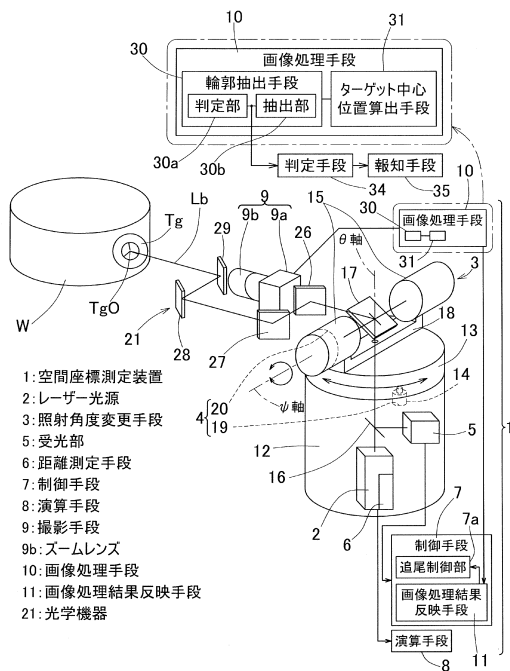
- 1 ... 空間座標測定装置
- 2 ... レーザー光源
- 3 ... 照射角度変更手段
- 5 ... 受光部
- 6 ... 距離測定手段
- 7 ... 制御手段
- 8 ... 演算手段
- 9 ... 撮像手段
- 9 b ... ズームレンズ
- 1 0 ... 画像処理手段
- 1 1 ... 画像処理結果反映手段

40

50

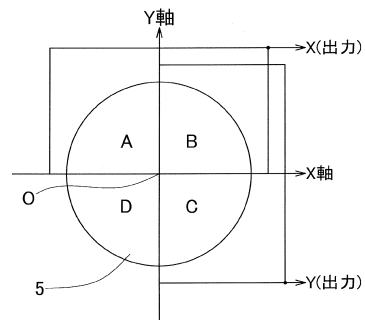
- 1 4 ... 軸モータ (第1の駆動手段)
- 1 5 ... 軸モータ (第2の駆動手段)
- 2 1 ... 光学機器
- 3 0 ... 輪郭抽出手段
- 3 0 a ... 判定部
- 3 0 b ... 抽出部
- 3 1 ... ターゲット中心位置算出手段
- 3 4 ... 判定手段
- 3 5 ... 報知手段
- L b ... レーザー光
- T g ... ターゲット
- W ... 測定物

【図1】

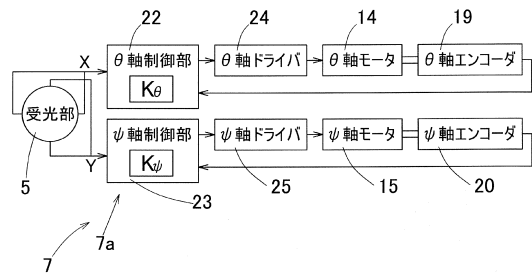


- 1: 空間座標測定装置
- 2: レーザー光源
- 3: 照射角度変更手段
- 5: 受光部
- 6: 距離測定手段
- 7: 制御手段
- 8: 演算手段
- 9: 撮影手段
- 9b: ズームレンズ
- 10: 画像処理手段
- 11: 画像処理結果反映手段
- 21: 光学機器

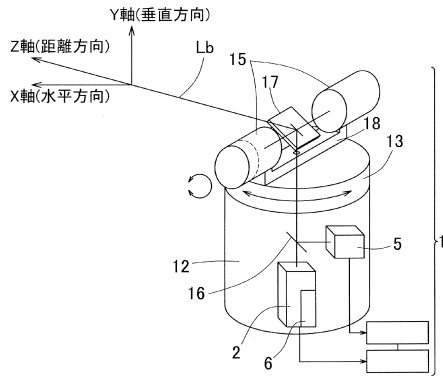
【図2】



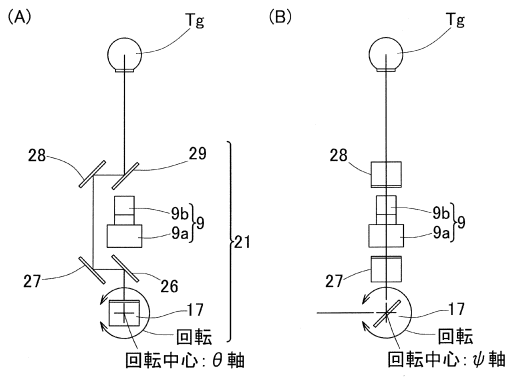
【図3】



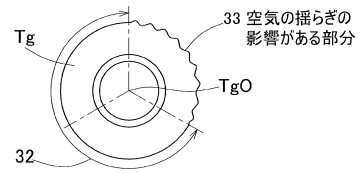
【図4】



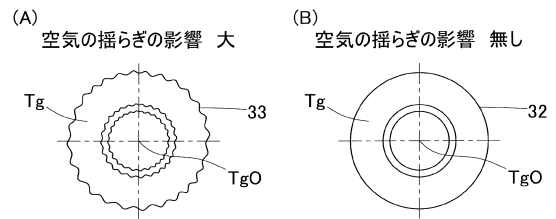
【図5】



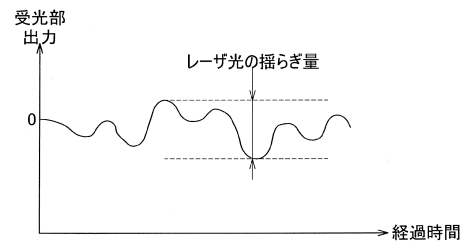
【図6】



【図7】



【図8】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開2010-237169(JP,A)
特開2010-038901(JP,A)
特表2012-530909(JP,A)
特表2012-530908(JP,A)
特表2009-523236(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01C 1/00 - 1/14
5/00 - 15/14
G01B 11/00 - 11/30