

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4707306号
(P4707306)

(45) 発行日 平成23年6月22日(2011.6.22)

(24) 登録日 平成23年3月25日(2011.3.25)

(51) Int.Cl.

F I

G O 1 B 21/00 (2006.01)

G O 1 B 21/00

E

請求項の数 14 (全 19 頁)

(21) 出願番号 特願2003-54218 (P2003-54218)
 (22) 出願日 平成15年2月28日(2003.2.28)
 (65) 公開番号 特開2004-264135 (P2004-264135A)
 (43) 公開日 平成16年9月24日(2004.9.24)
 審査請求日 平成18年2月27日(2006.2.27)

(73) 特許権者 501292142
 株式会社小坂研究所
 東京都千代田区外神田6-13-10 ミ
 クニイーストビル2階
 (74) 代理人 230104019
 弁護士 大野 聖二
 (74) 代理人 100106840
 弁理士 森田 耕司
 (74) 代理人 100105991
 弁理士 田中 玲子
 (74) 代理人 100105038
 弁理士 田中 久子
 (72) 発明者 菊池 哲
 埼玉県三郷市鷹野3-63 株式会社小坂
 研究所内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 多関節型座標測定装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

一端にプローブを取り付け可能であり、他端が支持部材に取り付けられる、多関節型測定アームであって、プローブ取り付け部材と、第1リンクと、第2リンクと、該プローブ取り付け部材と該第1リンクの間の曲げ動作を提供する手首関節と、該第1リンクと該第2リンクの間の曲げ動作を提供する肘関節と、該第2リンクと該支持部材の間の曲げ動作を提供する肩関節とを備える測定アームと、

前記測定アームの各関節の角度に基づいて、前記プローブの位置に対応する空間座標を算出するプロセッサと、

前記肘関節の角度に基づいて、前記第1リンクと前記第2リンクとがなす角度が第1の値を超えたという第1の条件を検出する手段と、

前記手首関節の位置、前記プローブ取り付け部材の位置及び前記プローブの位置のうち少なくとも一つに基づいて定められる点を前記測定アームの先端点とし、前記肩関節の位置と前記他端が前記支持部材に取り付けられる位置のうち少なくとも一つに基づいて定められる点を前記測定アームの支点として、該先端点と該支点との間の距離を算出し、該距離が第2の値を超えたという第2の条件を検出する手段と、

前記第1の条件と前記第2の条件のうちの少なくとも一方の検出に応じて、ユーザへの警告を行なう警告手段とを具備したことを特徴とする多関節型座標測定装置。

【請求項2】

前記肩関節もしくはその近辺に設けられ、重力に対抗して前記第2リンクの前記肘関節

10

20

側が持ち上がるような力を発生するためのランサーと、

前記肩関節の角度が所定範囲を超えたという第3の条件を検出する手段とをさらに具備し、

前記所定範囲は、前記肩関節の角度が変化するにつれて前記ランサーの力が変化して所望の測定精度が出なくなる限界における前記肩関節の角度に基づいて定められるものであり、

前記警告手段は、前記第1、第2、及び第3の条件の少なくとも一つの検出に応じて、ユーザへの警告を行なうものであることを特徴とする請求項1記載の多関節型座標測定装置。

【請求項3】

前記肩関節もしくはその近辺に設けられ、重力に対抗して前記第2リンクの前記肘関節側が持ち上がるような力を発生するためのランサーをさらに具備し、

前記プロセッサは、前記空間座標を算出するために、前記ランサーの力により前記第2リンクに発生するたわみを表すパラメータを含む方程式であって、このたわみを表すパラメータの値が前記肩関節の角度に基づいて定められる方程式を用いるものであることを特徴とする請求項1記載の多関節型座標測定装置。

【請求項4】

一端にプローブを取り付け可能であり、他端が支持部材に取り付けられる、多関節型測定アームであって、プローブ取り付け部材と、第1リンクと、第2リンクと、該プローブ取り付け部材と該第1リンクの間の曲げ動作を提供する手首関節と、該第1リンクと該第2リンクの間の曲げ動作を提供する肘関節と、該第2リンクと該支持部材の間の曲げ動作を提供する肩関節とを備える測定アームと、

前記測定アームの各関節の角度に基づいて、前記プローブの位置に対応する空間座標を算出するプロセッサと、

前記肩関節もしくはその近辺に設けられ、重力に対抗して前記第2リンクの前記肘関節側が持ち上がるような力を発生するためのランサーと、

前記肩関節の角度が所定範囲を超えたことを検出し、該検出に応じて、ユーザへの警告を行なう警告手段とを具備し、

前記所定範囲は、前記肩関節の角度が変化するにつれて前記ランサーの力が変化して所望の測定精度が出なくなる限界における前記肩関節の角度に基づいて定められるものであることを特徴とする多関節型座標測定装置。

【請求項5】

前記ユーザへの警告に加えて、前記プロセッサからの空間座標の出力を中止するための手段をさらに備えることを特徴とする請求項1～4のいずれか1項に記載の多関節型座標測定装置。

【請求項6】

一端にプローブが取り付けられ、他端が支持部材に取り付けられる多関節型測定アームであって、プローブ取り付け部材と、第1リンクと、第2リンクと、該プローブ取り付け部材と該第1リンクの間の曲げ動作を提供する手首関節と、該第1リンクと該第2リンクの間の曲げ動作を提供する肘関節と、該第2リンクと該支持部材の間の曲げ動作を提供する肩関節とを備える測定アームと、前記測定アームの各関節の角度に基づいて、前記プローブの位置に対応する空間座標を算出するプロセッサとを具備する多関節型座標測定装置による測定を制御する方法であって、

前記肘関節の角度に基づいて、前記第1リンクと前記第2リンクとがなす角度が第1の値を超えたという第1の条件を検出し、

前記手首関節の位置、前記プローブ取り付け部材の位置及び前記プローブの位置のうち少なくとも一つに基づいて定められる点を前記測定アームの先端点とし、前記肩関節の位置と前記他端が前記支持部材に取り付けられる位置のうち少なくとも一つに基づいて定められる点を前記測定アームの支点として、該先端点と該支点との間の距離を算出し、該距離が第2の値を超えたという第2の条件を検出し、

10

20

30

40

50

前記第 1 の条件と前記第 2 の条件のうちの少なくとも一方の検出に応じて、ユーザへの警告を行なうことを特徴とする測定制御方法。

【請求項 7】

一端にプローブが取り付けられ、他端が支持部材に取り付けられる多関節型測定アームであって、プローブ取り付け部材と、第 1 リンクと、第 2 リンクと、該プローブ取り付け部材と該第 1 リンクの間の曲げ動作を提供する手首関節と、該第 1 リンクと該第 2 リンクの間の曲げ動作を提供する肘関節と、該第 2 リンクと該支持部材の間の曲げ動作を提供する肩関節とを備える測定アームと、前記測定アームの各関節の角度に基づいて、前記プローブの位置に対応する空間座標を算出するプロセッサとを具備する多関節型座標測定装置による測定を制御する方法であって、

10

前記手首関節の位置、前記プローブ取り付け部材の位置及び前記プローブの位置のうち少なくとも一つに基づいて定められる点を前記測定アームの先端点とし、前記肩関節の位置と前記他端が前記支持部材に取り付けられる位置のうち少なくとも一つに基づいて定められる点を前記測定アームの支点として、該先端点と該支点との間の距離を算出し、

前記距離が所定の値を超えたことの検出に応じて、ユーザへの警告を行なうことを特徴とする測定制御方法。

【請求項 8】

一端にプローブが取り付けられ、他端が支持部材に取り付けられる多関節型測定アームであって、プローブ取り付け部材と、第 1 リンクと、第 2 リンクと、該プローブ取り付け部材と該第 1 リンクの間の曲げ動作を提供する手首関節と、該第 1 リンクと該第 2 リンクの間の曲げ動作を提供する肘関節と、該第 2 リンクと該支持部材の間の曲げ動作を提供する肩関節とを備える測定アームと、前記測定アームの各関節の角度に基づいて、前記プローブの位置に対応する空間座標を算出するプロセッサと、前記肩関節もしくはその近辺に設けられ、重力に対抗して前記測定アームを持ち上げるような力を発生するためのバランサーとを具備する多関節型座標測定装置による測定を制御する方法であって、

20

前記肩関節の角度が所定範囲の値を超えたことを検出し、

前記所定範囲は、前記肩関節の角度が変化するにつれて前記バランサーの力が変化して所望の測定精度が出なくなる限界における前記肩関節の角度に基づいて定められるものであり、

前記検出に応じて、ユーザへの警告を行なうことを特徴とする測定制御方法。

30

【請求項 9】

前記検出に従って、さらに、前記プロセッサからの空間座標の出力を中止するように制御することを特徴とする請求項 6 ~ 8 のいずれか 1 項に記載の測定制御方法。

【請求項 10】

前記検出に用いる値を、所望の測定精度を満たす限界値に達する手前の所定値としておき、

前記所定値を超えた場合にユーザへの警告を行なうことに加えて、前記限界値を超えた場合に前記プロセッサからの空間座標の出力を中止するように制御することを特徴とする請求項 6 ~ 8 のいずれか 1 項に記載の測定制御方法。

【請求項 11】

40

一端にプローブを取り付け可能であり、他端が支持部材に取り付けられる、多関節型測定アームであって、プローブ取り付け部材と、第 1 リンクと、第 2 リンクと、該プローブ取り付け部材と該第 1 リンクの間の曲げ動作を提供する手首関節と、該第 1 リンクと該第 2 リンクの間の曲げ動作を提供する肘関節と、該第 2 リンクと該支持部材の間の曲げ動作を提供する肩関節とを備える測定アームと、

前記肩関節もしくはその近辺に設けられ、重力に対抗して前記第 2 リンクの前記肘関節側を持ち上げるような力を発生するためのバランサーと、

前記バランサーの力により前記第 2 リンクに発生するたわみを表すパラメータを含む方程式であって、このたわみを表すパラメータの値が前記肩関節の角度に基づいて定められる方程式に、前記測定アームの各関節の角度を入力して、前記プローブの位置に対応する

50

空間座標を算出するプロセッサとを具備したことを特徴とする多関節型座標測定装置。

【請求項 1 2】

前記測定アームは、前記プローブ取り付け部材と前記第 1 リンクの間のねじり動作を提供する関節と、前記第 1 リンクと前記第 2 リンクの間のねじり動作を提供する関節と、前記第 2 リンクと前記支持部材の間のねじり動作を提供する関節とのうち、少なくとも一つをさらに備えることを特徴とする請求項 1 ~ 5、1 1のいずれか 1 項に記載の多関節型座標測定装置。

【請求項 1 3】

一端にプローブが取り付けられ、他端が支持部材に取り付けられる多関節型測定アームであって、プローブ取り付け部材と、第 1 リンクと、第 2 リンクと、該プローブ取り付け部材と該第 1 リンクの間の曲げ動作を提供する手首関節と、該第 1 リンクと該第 2 リンクの間の曲げ動作を提供する肘関節と、該第 2 リンクと該支持部材の間の曲げ動作を提供する肩関節とを備える測定アームと、前記肩関節もしくはその近辺に設けられ、重力に対抗して前記測定アームを持ち上げるような力を発生するためのバランサーとを具備する多関節型座標測定装置による測定を制御する方法であって、

前記バランサーの力により前記第 2 リンクに発生するたわみを表すパラメータを含む方程式であって、このたわみを表すパラメータの値が前記肩関節の角度に基づいて定められる方程式に、前記測定アームの各関節の角度を入力して、前記プローブの位置に対応する空間座標を算出し、

前記空間座標を出力することを特徴とする測定制御方法。

【請求項 1 4】

一端にプローブを取り付け可能であり、他端が支持部材に取り付けられる、多関節型測定アームであって、プローブ取り付け部材と、第 1 リンクと、第 2 リンクと、該プローブ取り付け部材と該第 1 リンクの間の曲げ動作を提供する手首関節と、該第 1 リンクと該第 2 リンクの間の曲げ動作を提供する肘関節と、該第 2 リンクと該支持部材の間の曲げ動作を提供する肩関節とを備える測定アームと、

前記測定アームの各関節の角度に基づいて、前記プローブの位置に対応する空間座標を算出するプロセッサと、

前記手首関節の位置、前記プローブ取り付け部材の位置及び前記プローブの位置のうち少なくとも一つに基づいて定められる点を前記測定アームの先端点とし、前記肩関節の位置と前記他端が前記支持部材に取り付けられる位置のうち少なくとも一つに基づいて定められる点を前記測定アームの支点として、該先端点と該支点との間の距離が所定の値を超えたことの検出に応じて、ユーザへの警告を行なう警告手段とを具備したことを特徴とする多関節型座標測定装置。

【発明の詳細な説明】

【0 0 0 1】

【発明の属する技術分野】

本発明は、ユーザが多関節型の測定アームを動かして、測定アームの先端に取り付けられた接触型または非接触型のプローブを被測定物上の任意の点に近づけることにより、複雑な三次元形状を有する被測定物上の任意の点の空間座標を測定することのできる装置に関する。

【0 0 0 2】

【従来の技術】

屈曲自在な測定アームが、空間を移動して被測定物の位置や寸法等を測定する多関節型座標測定装置においては、測定アームの各関節に対応してロータリーエンコーダ等の角度センサが内蔵されており、これらの角度センサが検出する各関節の回転角度と、アームの関節 - 関節間や関節 - プローブ間等の長さとに基づいて、プローブの先端点の空間座標が計算される。

【0 0 0 3】

このような測定装置において、その測定誤差を低減するために、様々な工夫が行なわれて

10

20

30

40

50

いる。例えば、特許文献 1 には、各関節にその関節の回転の限界となる端部ストップを設け、各関節の角度センサが、その関節の角度が端部ストップに近づきすぎると、ライトを点灯させたり警告音を発したりすることにより、アームの向きを調整し直すようユーザに促すことが、開示されている。

【 0 0 0 4 】

また、同公報には、測定アームを組み立てた後、アームの各部材の機械加工もしくは組み立てにより生じる設計値からのずれを、校正ジグを用いた測定結果に基づいて求め、この求めた位置ずれの値を、アームの先端の空間座標を求めるための運動式に組み込むことで、より正確な座標測定を実現すること、開示されている。

【 0 0 0 5 】

10

【特許文献 1】

特開平 8 - 2 6 1 7 4 5 号公報

【発明が解決しようとする課題】

上述したような多関節型座標測定装置で測定を行なっているとき、ユーザが、測定アームを強く引っ張ったり、あるいは測定アームを無理に縮めたりすることで、測定装置にストレスを与えると、アームがたわんで位置の変化が角度センサの出力に表れなくなったり、逆に関節の角度が変化していなくても角度センサが回転を検出してしまう等の不都合が生じ、測定誤差が大きくなる。

【 0 0 0 6 】

このように測定誤差が大きくなる測定アームの特定の姿勢は、各関節の角度がそれぞれの端部ストップに近づいたかどうかで検出することはできないため、ユーザは、測定誤差が増えていることに気が付かず測定を続けてしまっていた。

20

【 0 0 0 7 】

また、アームの操作性と安全性を向上するために、測定アームの根元付近にバランスを設ける構成が知られているが、測定アームの姿勢によってバランスの負荷力が変化するため、測定装置にかかるストレスに差が発生し、これも測定誤差の大きくなる原因となっている。

【 0 0 0 8 】

このようなバランスは、例えばバネを用いて構成され、このバネにアームの中立位置からの旋回量に応じて弾性エネルギーが蓄積されるようになっており、測定アームが自重で根元から倒れようとする力を軽減する。このバネの働きにより、ユーザは測定時には測定アームを軽く動かすことができ、また、測定をやめて手を離れた際にアームが倒れてくる危険性を低減することができる。

30

【 0 0 0 9 】

このバネが測定アームを持ち上げようとする力は、アームの中立位置、すなわち測定アームが根元から垂直に立っている状態からの旋回量に応じて変化する。そして、上述した位置ずれの校正は、例えば、測定アームにかかる重力と、バネが測定アームを持ち上げようとする力とが釣り合うポイントの付近で、測定誤差が最小になるように、行なわれる。この場合、測定アームがこの釣り合いポイントよりも上方に持ち上げられるにつれて、実際に測定アームにかかるバランスの力は弱くなり、逆に測定アームがこの釣り合いポイントよりも下方に押し下げられるにつれて、実際に測定アームにかかるバランスの力は強くなるため、このバランスの力の差が、測定誤差を広げることになる。

40

【 0 0 1 0 】

このバランスの力の差による誤差は、発生する力が小さいバランスを使用すれば小さくなるが、その場合は、測定アームの自重がバランスの力に勝ることとなるので、ユーザが手を離すと測定アームは根元から倒れてしまい、安全性が損なわれる。

【 0 0 1 1 】

本発明は、以上のような事情を考慮し、測定アームが測定精度の良好に保たれる測定姿勢をとっているかどうかを、ユーザに知らせることのできる多関節型座標測定装置を提供することを、一つの目的とする。

50

【 0 0 1 2 】

本発明の別の目的は、測定アームの姿勢によってバランスが発生する力に差が出る場合であっても、測定精度の良い空間座標を得ることのできる多関節型座標測定装置を提供することである。

【 0 0 1 3 】

【課題を解決するための手段】

本発明に係る多関節型座標測定装置は、一端にプローブを取り付け可能であり、プローブ取り付け部材と第1リンクと第2リンクとが順に連結され、他端が支持部材に取り付けられる、多関節型測定アームと、この測定アームの各関節の角度に基づいて、プローブの位置に対応する空間座標を算出するプロセッサとを備える。上記の測定アームは、第1リンクに対するプローブ取り付け部材の曲げ動作を提供する手首関節と、第2リンクに対する第1リンクの曲げ動作を提供する肘関節と、支持部材に対する第2リンクの曲げ動作を提供する肩関節とを備えるものである。上記の測定アームは、これらに加えて、第1リンクに対するプローブ取り付け部材のねじり動作を提供する関節と、前記第2リンクに対する前記第1リンクのねじり動作を提供する関節と、前記支持部材に対する前記第2リンクのねじり動作を提供する関節とのうち、少なくとも一つをさらに備えるものとしても良い。

10

【 0 0 1 4 】

ユーザがこの測定アームを引っ張って遠くの方を測定しようとする、測定誤差が許容範囲を超えて大きくなることがあるが、本発明の第一の発明によれば、このような状態での測定になってしまう前に、測定アームの姿勢に関するパラメータに基づいて、ユーザに対して警告を行なうので、警告されたユーザは、測定アームを測定精度の良好に保たれる姿勢に戻して測定を続行することができ、結果として出力される空間座標の精度を高めることができる。

20

【 0 0 1 5 】

上記のパラメータとして、単一のパラメータ（例えば後述する第一及び第二のパラメータのいずれかのみ）を用いても良いが、測定アームのリンクがなす角度に関する第一のパラメータと、測定アームの到達距離に関する第二のパラメータとを併用すると、測定誤差が許容範囲を超えて大きくなる前に確実に警告を行なうことができる。

【 0 0 1 6 】

第一のパラメータについては、例えば、第1リンクと第2リンクとがなす角度が180°に近いということは、測定アームが伸び切る状態に近いということであり、180°に近づくとつれて測定誤差は大きくなるので、所望の測定精度が出る角度の限界（例えば170°）を超えていたら、あるいはその限界に近づいたら、警告を行なうようにする。

30

【 0 0 1 7 】

第二のパラメータについては、例えば、手首関節と測定アームの根元の支点との間の距離が遠くなるほど、測定アームが伸び切る状態に近いことになるため、所望の測定精度が出る距離の限界（例えば、伸び切った状態での手首関節から測定アームの支点までの長さが1350mmである場合に、1300mm）を超えていたら、あるいはその限界に近づいたら、警告を行なうようにする。

【 0 0 1 8 】

ここでは、代表的に、手首関節から測定アームの支点までの距離を用いているが、これは、ユーザが測定アームの手首関節付近を握って動かすことが多く、その場合にはプローブやプローブ取り付け部材に測定誤差を生じさせるような力がかかることはほぼ無いという事情による。しかし、ユーザがプローブやプローブ取り付け部材の付近を持って測定アームを動かすことが多いタイプの装置であれば、プローブ先端から測定アームの支点までの距離、もしくはプローブ取り付け部材の所定位置から測定アームの支点までの距離を用いても良く、このような実施も本発明の範囲に含まれる。また、測定アームの支点も、測定装置の構成により、肩関節の位置、他端を支持部材に取り付ける位置、これらの間の任意の位置のうち、いずれを採用しても構わない。

40

【 0 0 1 9 】

50

上記の距離は、例えば、測定装置が備えるプロセッサを利用して手首関節等の位置を求め、この求めた位置と予め知られている測定アームの支点の位置との間の距離を算出することにより、求めることができる。

【 0 0 2 0 】

上述した本発明の第一の発明に係る測定装置は、肘関節の角度から、第1リンクと第2リンクとがなす角度が所定値を超えて180°に近づいたことを検出する第一の手段と、手首関節の位置の、測定アームの支点に対する距離が、所定値を超えて遠くなったことを検出する第二の手段と、これら第一及び第二の手段の少なくとも一方が検出をした場合に、ユーザへの警告を行なう警告手段とを具備したことを特徴とする。

【 0 0 2 1 】

上述した本発明の第一の発明に係る測定制御方法は、プローブにより支持部材から離れた位置を測定しようとするユーザの測定アームに対する引っ張り力により生じる測定誤差が、許容範囲を超える可能性があることを、測定アームの姿勢に関する所定のパラメータが所定値を超えたかどうかに基づいて、プロセッサに検出させ、検出がされた場合に、ユーザへの警告を行なうことを特徴とする。

【 0 0 2 2 】

次に、本発明の第二の発明に係る測定装置は、肩関節もしくはその近辺に設けられ、測定アームにかかる重力に対抗して第2リンクの前記肘関節側が持ち上がるような力を発生するためのバランサーをさらに備えている。

【 0 0 2 3 】

このようなバランサーを備える測定装置の場合、バランサーの力は、一般的に、測定アームが垂直に立っているときに最も小さく、測定アームが肩関節の周りに下方向へ回転するにつれて大きくなる。一方、測定アーム組み立て後の校正は、バランサーの力がある値となるポイント、例えば、バランサーにより発生される力が測定アームにかかる重力と釣り合うポイントにおいて行なわれるため、このポイントを略中心とする所定範囲を外れて、ユーザが測定アームを曲げて測定しようとする、測定誤差が許容範囲を超えて大きくなることもある。

【 0 0 2 4 】

本発明の第二の発明によれば、このようなバランサーの力の強弱により、測定誤差が許容範囲となる所定範囲から外れた状態での測定になってしまう前に、測定アームの姿勢に関するパラメータに基づいて、ユーザに対して警告を行なうので、警告されたユーザは、測定アームを測定精度の良好に保たれる姿勢に戻して測定を続行することができ、結果として出力される空間座標の精度を高めることができる。

【 0 0 2 5 】

第二の発明におけるパラメータについては、例えば、第2リンクが水平である状態が、上記のバランサーの力が所定の値となるポイントであるとすれば、第2リンクが肩関節の周りを上方向に回転して垂直に近づくと、バランサーの力は弱くなり過ぎ、第2リンクが肩関節の周りを下方向に回転して垂直に近づくと、バランサーの力は強くなり過ぎるので、肩関節の角度が、所望の測定精度が出る角度の限界（例えば水平の状態を0°として、±80°）を超えていたら、あるいはその限界が近づいたら、警告を行なうようにする。

【 0 0 2 6 】

ここで、バランサーの力が所定の値となるポイントとしては、重力と釣り合うポイントでなくても、他のどのような状態を採用しても構わない。また、バランサーの力が強くなる方での測定精度の悪化が許容範囲であれば、バランサーの力が弱くなる方での警告のみ（上記の例であれば、水平から上方向に80°以上回転した場合のみ警告）を行なうことにしても良いし、逆にバランサーの力が強くなる方での警告のみ（上記の例であれば、水平から下方向に80°以上回転した場合のみ警告）を行なうことにしても良いし、上方向の限界と下方向の限界として異なる角度（例えば水平から+80°と-70°等）を設定しても良い。

【 0 0 2 7 】

上述した本発明の第二の発明に係る測定装置は、肩関節の角度から、バランスーにより発生される力に基づいて定められる所定範囲を超えて第2リンクが曲げられたことを検出する検出手段と、この検出手段が検出をした場合に、ユーザへの警告を行なう警告手段とを具備したことを特徴とする。

【0028】

上述した本発明の第二の発明に係る測定制御方法は、プローブにより所望の位置を測定しようとするユーザの測定アームに取らせる姿勢が、上記のバランスーの測定アームに及ぼす力の影響で許容範囲を超える測定誤差を生じさせる可能性があることを、測定アームの姿勢に関する所定のパラメータが所定値を超えたかどうかに基づいて、プロセッサに検出させ、検出がされた場合に、ユーザへの警告を行なうことを特徴とする。

10

【0029】

上述した第一の発明と第二の発明は、組み合わせて実施しても効果的である。例えば、第1リンクと第2リンクとがなす角度が所定値を超えて180°に近づいたことを検出する第一の手段と、手首関節から支点への距離が所定値を超えて遠くなったことを検出する第二の手段と、第2リンクが支持部材に対して、バランスーにより発生される力に基づいて定められる所定範囲を超えて、曲げられたことを検出する第三の手段とを備え、これら第一乃至第三の手段の少なくとも一つが検出をした場合に、ユーザへの警告を行なうように構成しても良い。

【0030】

また、上述した第一の発明においても、第二の発明においても、ユーザに警告を行なうことに加えて、プロセッサからの空間座標の出力を中止すれば、ユーザが測定精度の悪い空間座標値を使用してしまうことを確実に防ぐことができる。空間座標の出力を中止させる方法として、プロセッサへの各関節の角度の取り込みを停止して空間座標値の算出自体が行われないうにしても良いし、プロセッサが算出した空間座標値を外部へ出力しないようにするのも良い。

20

【0031】

このように、ユーザへの警告と空間座標値の出力中止とを併用する場合、観測される各パラメータが、所望の測定精度が出せる限界値より少し手前の所定値に達したときに、ユーザへの警告を開始し、この警告を無視してユーザが測定アームを動かし続けてそのパラメータが限界値を超えたときに、空間座標値の出力を中止するようにしても、効果的である。

30

【0032】

最後に、本発明の第三の発明に係る測定装置は、肩関節もしくはその近辺に設けられ、測定アームにかかる重力に対抗して第2リンクの前記肘関節側が持ち上がるような力を発生するためのバランスーをさらに備えており、プロセッサが空間座標を算出するための方程式として、バランスーにより発生される力が肩関節の角度によって変化することにより生じる誤差を補正する項を含む方程式を用いることを特徴とする。例えば、上記の方程式に、バランスーの力により第2リンクに発生するたわみを表すパラメータを含ませ、このたわみを表すパラメータの値として肩関節の角度に基づいて定められる値を用いる。

【0033】

本発明の第三の発明によれば、測定アームの姿勢によってバランスーの力が小さくなったり大きくなったりしても、プロセッサがこれにより生じる誤差を吸収するように空間座標を算出するので、出力される空間座標の精度を高めることができる。

40

【0034】

本発明の第二の発明は、バランスーの力の影響で生じる測定誤差を、ユーザに警告することで避けようとするものであるのに対し、本発明の第三の発明は、バランスーの強弱の影響をプロセッサが用いるソフトウェアで補正することで、測定誤差を近似的に除去しようとするものである。したがって、第三の発明は、第二の発明を代替するものとして実施することもできるし、第二の発明と組み合わせて実施する（ソフトウェアにより補正しても測定誤差が除去しきれないところまで第2のリンクが曲げられたらユーザに警告する等）こ

50

ともできる。

【 0 0 3 5 】

【発明の実施の形態】

以下、本発明の実施の形態について、図面を用いて説明する。

【 0 0 3 6 】

図 1 は、本実施形態に係る多関節型座標測定装置の一例の外観を示す図である。測定アームは、プローブ取り付け部 2、第 1 リンク 5、第 2 リンク 8 と、6 個の関節から構成されており、プローブ取り付け部 2 にプローブ 1 が取り付けられるようになっている。6 番目の関節が、測定アームを支持する支柱に取り付けられて、測定アームと支柱との間の回転を提供している。

10

【 0 0 3 7 】

No.1 関節（手首関節）3 は、第 1 リンク 5 に対するプローブ取り付け部 2 の曲げ動作（図 2 の A 軸周りの回転）を提供し、No.2 関節 4 は、第 1 リンク 5 に対するプローブ取り付け部 2 のねじり動作（図 2 の B 軸周りの回転）を提供し、No.3 関節（肘関節）4 は、第 2 リンク 8 に対する第 1 リンク 5 の曲げ動作（図 2 の C 軸周りの回転）を提供し、No.4 関節 7 は、第 2 リンク 8 に対する第 1 リンク 5 のねじり動作（図 2 の D 軸周りの回転）を提供し、No.5 関節（肩関節）9 は、支柱 1 1 に対する第 2 リンク 8 の曲げ動作（図 2 の E 軸周りの回転）を提供し、No.6 関節 1 0 は、支柱 1 1 に対する第 2 リンク 8 のねじり動作（図 2 の F 軸周りの回転）を提供する。これら No.1 ~ No.6 の各関節には、ロータリーエンコーダ等の角度センサが内蔵されており、それぞれの軸周りの回転角度が検出される。No.2、No.4、No.6 関節のねじり動作は、回転角度に限界があってもよいし、エンドレスに回転するものであっても良い。

20

【 0 0 3 8 】

支柱 1 1 は、移動可能な台 1 2 に据え付けられており、台 1 2 には、専用プロセッサ 1 3 と、コンピュータ 1 4 が、備え付けられている。専用プロセッサ 1 3 と、各関節のロータリーエンコーダとは、有線または無線で接続されており、各ロータリーエンコーダの出力が専用プロセッサ 1 3 に入力されるようになっている。専用プロセッサ 1 3 は、入力される各関節の角度と、各部材の固定的な位置関係（リンクやプローブの長さ等を含む）とに基づいて、プローブ 1 の先端の（X，Y，Z）座標を算出することができる。コンピュータ 1 4 では、様々なアプリケーションプログラムを起動実行することができ、専用プロセッサ 1 3 で算出された空間座標値が、そのアプリケーションプログラムに入力される。

30

【 0 0 3 9 】

上記の測定アームは、プローブ取り付け部 2 に、様々なプローブを取り付けることができる。図 1 のプローブ 1 は、その先端を被測定物の表面に接触させて、接触点の座標を求めるものであるが、これを例えば図 3 に示すような非接触型プローブに付け替えることもできる。図 3 の例では、非接触型のレーザプローブ 3 1 を、G 軸周りの回転を提供するプローブ関節 3 2 に組み込んだものを、プローブ取り付け部 2 に装着している。非接触型プローブ 3 1 のセンサ部分の位置を特定するために、プローブ関節 3 2 にもロータリーエンコーダが内蔵されており、この場合は、専用プロセッサ 1 3 は、No.1 ~ No.6 及びプローブの各関節の角度に基づいて、プローブの先端の空間座標を求めることになる。非接触型プローブ 3 1 のレーザによるセンシングの結果は、各関節の角度とは別に、非接触型プローブコントローラ 3 3 に入力され、ここで処理されたセンシング結果と、専用プロセッサ 1 3 で求められたプローブ先端の座標とを合成して、被測定物の表面のデータが得られる。

40

【 0 0 4 0 】

このように構成された測定アームをユーザが動かして、被測定物の位置座標を測定する際に、その測定精度が許容範囲を超えて悪化しないように、測定アームが図 4 及び図 5 に例示するような姿勢になると、ユーザに警告を行なう。図 4 及び図 5 には、図 3 のプローブ 3 1 を使用した例を示したが、図 1 のプローブ 1 を使用する場合も、同様な制御を行なう。

【 0 0 4 1 】

50

図4は、ユーザが測定アームを引っ張って遠くの方を測定しようとしている場合に、測定誤差が許容範囲を超えて大きくなる姿勢を特定するためのパラメータの一例を示す。

【0042】

一つのパラメータは、No.3関節（肘関節）6の角度である。No.3関節6の角度センサは、この例では、第1リンク5と第2リンク8とが直角であるときに0°を示すように設定されている。そして、No.3関節6の角度センサが+80°を超えると、第1リンク5と第2リンク8とは平行に近くなり、測定誤差が許容範囲を超えて大きくなる。したがって、この場合は、80°（第1リンク5と第2リンク8との相対角度で言えば170°）が特定姿勢限界となる。

【0043】

もう一つのパラメータは、No.1関節（手首関節）3の中心の位置と、測定アームの支点との間の距離である。測定アームの支点としては、例えば、支柱11に取り付けられるNo.6関節10の中心の位置を用いることができる。図4の測定アームのNo.1関節3までの最大長さは1350mmであるが、No.1関節3のアーム支点からの距離が1300mmを超えると、測定誤差が許容範囲を超えて大きくなるので、この場合は、1300mmが特定姿勢限界となる。

【0044】

上記の二つのパラメータのいずれかが特定姿勢限界に近づくと、測定装置がアラーム音を鳴らす、ライトを点滅させる等の方法で、ユーザに警告する。例えば、No.3関節6の角度が78°を超えるか、No.1関節3の距離が1270mmを超えるかしたら、ユーザに警告する。その後、No.3関節6の角度が80°を超えるか、No.1関節3の距離が1300mmを超えるかしたら、専用プロセッサ13の、各関節の角度センサからの信号を取り込む処理か空間座標を出力する処理の少なくとも一方を止める。このとき、ユーザへの警告を続行するとともに、そのアラーム音の音質や音量、ライトの点灯等を変化させても良いし、ユーザが空間座標の出力が中止されたことを認識できる他の方法を採用しても良い。

【0045】

図1及び図2に示すように、本例の測定アームは、プローブ取り付け部2がA軸の周りに360°もしくはエンドレスに回転するため、ユーザは、No.1関節3を持って測定アームを被測定物の付近に移動させることが多い。このため、本例の測定アームでは、プローブ取り付け部2の位置やプローブ1の先端からアーム支点までの距離ではなく、No.1関節3からの距離を、姿勢を特定するパラメータとして用いている。

【0046】

図5は、測定アームのバランサーが発生する力の大きさが、測定アームの姿勢によって異なる様子を示し、このバランサーの影響で測定誤差が許容範囲を超えて大きくなる姿勢を特定するためのパラメータの一例を示す。

【0047】

バランサーとしては、種々の公知の構成のものを採用することができる。例えば、特開昭61-168491号公報に示されるようなバネ組立体を、No.5関節9に対して結合させる構成や、特開昭58-34791号公報に示されるようなねじりコイルバネを、No.5関節9に組み込む構成がある。また、USP5189797号公報に示されるように、第2リンクと平行にリンク支持部材を設け、No.5関節9に隣り合わせてバネを設け、このバネの力をリンク支持部材を介して第2リンクに伝達させる構成もある。

【0048】

いずれの形態のバランサーであっても、本例の測定アームでは、図5に示すように、No.5関節9を中心に第2リンク8を持ち上げればバランサーの力は弱くなり、逆に第2リンク8を押し下げればバランサーの力は強くなる。本例の場合、ユーザが測定アームから手を離れたニュートラルの状態は、第2リンク8がほぼ水平で、第1リンク5が地面に垂直にぶら下がっている状態であり、この状態で、測定アームにかかる重力とバランサーが測定アームを押し上げようとする力とが釣り合っている。そして、この釣り合っている状態の近辺で、最も高い測定精度が出るように、測定アームの組み立て後の校正や各種調整が行

10

20

30

40

50

なわれている。

【 0 0 4 9 】

本例の場合、バランスーの力の強弱の影響で許容範囲を超える測定誤差が出るので、図 5 に示すように、バランスーの力が弱くなり過ぎて、許容範囲を超える測定誤差が出る特定姿勢限界として、No.5関節 9 の角度センサが + 8 0 ° という値を設定する。なお、No.5関節 9 の角度センサは、この例では、第 2 リンク 8 が地面と平行であるときに 0 ° を示すように設定されているので、この特定姿勢限界は、支柱 1 1 と第 2 リンク 8 との相対角度で言えば 1 7 0 ° ということになる。特定姿勢限界が近づくと（例えばNo.5関節 9 の角度センサが 7 8 ° になると）、ユーザに警告し、特定姿勢限界を超えると、角度センサからのデータの取得および／または空間座標の出力を行なわないようにすることは、図 4 の例と同様である。

10

【 0 0 5 0 】

バランスーの力が強くなり過ぎる場合も、同様に特定姿勢限界を定めることができる（図 5 の例ではNo.5関節 9 の角度センサが - 7 0 ° ）が、本例の測定アームでは、測定アームをそのように押し下げる姿勢は取らせにくいため、ユーザが下側の特定姿勢限界を超えることはないと思越して、下側のユーザ警告機能を省略することも可能である。

【 0 0 5 1 】

図 6 には、図 4 及び図 5 で説明した特定姿勢限界に基づく測定制御を行なうための、専用プロセッサ 1 3 の内部構成例を示す。No.1 ~ No.6関節の各ロータリーエンコーダからの出力は、カウンタ回路 6 1 に入力されて、各関節の角度を表わす信号となる。専用プロセッサ 1 3 のプロセッサ部 6 0 は、下記に説明する条件判断部 6 2 と座標算出部 6 3 を含む。

20

【 0 0 5 2 】

座標算出部 6 3 は、測定アームの各部材の固定的な位置関係を規定する設計値と、測定アーム組立て後に求めた設計値からの位置ずれ（校正值）とを、記憶部 6 5 から読み込み、これらの値と、カウンタ回路 6 1 から入力される各関節の角度とを、運動方程式に代入して、プローブの先端の（X，Y，Z）座標を算出する。算出された座標は、通信インタフェース 6 8 を介して、コンピュータ 1 4 のアプリケーションプログラムへ送出される。

【 0 0 5 3 】

条件判断部 6 2 は、図 4 及び図 5 の例によれば、以下の三つの処理を行なう。

一つ目は、カウンタ回路 6 1 から入力されるNo.3関節の角度を、条件判断用設定値記憶部 6 4 に記憶されている値（図 4 の例では 7 8 ° と 8 0 ° ）と比較する処理である。そして、条件判断部 6 2 は、No.3関節の角度が 7 8 ° を超えていれば、警告インタフェース 6 6 を介して、スピーカかランプ 6 7 に信号を送ってユーザに警告し、8 0 ° を超えていれば、座標算出部 6 3 からの空間座標値の出力を中止する。

30

【 0 0 5 4 】

二つ目は、カウンタ回路 6 1 から入力される各関節の角度を座標算出部 6 3 に入力してNo.1関節の位置を算出させ、この算出結果に基づいてNo.1関節からアーム支点までの距離を計算し、この計算結果を、条件判断用設定値記憶部 6 4 に記憶されている値（図 4 の例では 1 2 7 0 mm と 1 3 0 0 mm ）と比較する処理である。そして、条件判断部 6 2 は、計算した距離が 1 2 7 0 mm を超えていれば、警告インタフェース 6 6 を介して、スピーカかランプ 6 7 に信号を送ってユーザに警告し、1 3 0 0 mm を超えていれば、座標算出部 6 3 からの空間座標値の出力を中止する。

40

【 0 0 5 5 】

三つ目は、カウンタ回路 6 1 から入力されるNo.5関節の角度を、条件判断用設定値記憶部 6 4 に記憶されている値（図 5 の例では 7 8 ° と 8 0 ° ）と比較する処理である。そして、条件判断部 6 2 は、No.5関節の角度が 7 8 ° を超えていれば、警告インタフェース 6 6 を介して、スピーカかランプ 6 7 に信号を送ってユーザに警告し、8 0 ° を超えていれば、座標算出部 6 3 からの空間座標値の出力を中止する。

【 0 0 5 6 】

上記のように座標算出部 6 3 からの空間座標値の出力を中止することにより、プロセッサ

50

部 6 0 もしくは専用プロセッサ 1 3 からの空間座標値の出力は中止される。なお、条件判断用設定値 6 4 と測定アームの設計値及び校正值 6 5 は、R O M や R A M 等の記憶媒体の形で専用プロセッサ 1 3 に組み込むことができる。また、カウンタ回路 6 1 と警報インタフェース 6 6 と記憶部 6 4 及び 6 5 を、コントロール部 6 9 として構成することもできる。

【 0 0 5 7 】

ここでは、プロセッサ部 6 0 として説明したが、条件判断部 6 2 と座標算出部 6 3 は、別々のプロセッサで構成しても良いし、一つのプロセッサがある時点では条件判断部 6 2 の処理を記述したプログラムに従って動作し別の時点では座標算出部 6 3 の処理を記述したプログラムに従って動作するように構成しても良い。

10

【 0 0 5 8 】

なお、No.3関節とNo.5関節の曲げ動作には、測定アームの構造上の回転角度限界が存在するが、その物理的な回転限界とは関わりなく、上述した特定姿勢限界で、ユーザに警告を行ない、空間座標値の出力を中止する。

【 0 0 5 9 】

図 4 及び図 5 にその一例を示した特定姿勢限界の値は、同一の設計により製造された測定装置に対しては同一の値を設定するようにしても良いが、測定装置毎に検証データに従って決定していくことも可能である。後者の場合、各測定装置に固有の誤差要因も含めて測定精度の落ちるアーム姿勢を特定できるので、安定した測定結果が得られるアーム姿勢を維持できる効果がより高くなる。

20

【 0 0 6 0 】

測定装置毎に検証データを得る方法の一例を、図 7 に示す。図 7 の例では、例えば 1 m のブロックゲージを測定装置の前方周辺の様々な場所に配置し、それぞれについて測定を行ない、測定誤差が規定値より大きい姿勢についてNo.3関節の角度、No.1関節の到達位置、No.5関節の角度を調べ、各パラメータの限界値を決定する。なお、図 7 (a) は、測定装置を真上から見た場合のブロックゲージの配置を、図 7 (b) は、測定装置を真横から見た場合のブロックゲージの配置を示す。図 7 に加えて、特殊なゲージを種々の位置に配置して測定した結果を用いて、各パラメータの限界値を決定しても良い。

【 0 0 6 1 】

以下には、バランサーの強弱の影響を補正ソフトで近似的に除去する場合の、図 6 の座標算出部 6 3 及びこれに付随する記憶部 6 5 の動作内容を説明する。

30

【 0 0 6 2 】

まず、座標算出部 6 3 が用いる運動方程式は、6 関節型三次元座標測定装置のプロープ先端 P の空間座標値を与えるもので、4 行 4 列のマトリックスを 6 個かそれ以上掛け合わせた変換マトリックスの運動方程式であるが、ここでは、バランサーの力の影響を受ける第 2 リンク部について簡略化して説明する。

【 0 0 6 3 】

図 8 に示すモデル (バランサーの力の影響が無視できる場合のモデル) で、No.4関節部を無視した第 2 リンク機構の座標系において、No.3関節部から見たプロープ先端 P の空間座標値を、No.5関節部から見たプロープ先端 P の空間座標値 $P(x, y, z)$ に変換する 4 行 4 列変換マトリックスの運動方程式は、下記の数式 (1) のようになる。

40

【 0 0 6 4 】

【 数 1 】

$$P(x, y, z) = (x, y, z, 1) \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & -A & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos Y & -\sin Y & 0 \\ 0 & \sin Y & \cos Y & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

数式(1)において、Aは、第2リンクの長さであり、Yは、No.5関節の角度である。数式(1)には、バルンサーの強弱による影響を補正する項が含まれていないため、数式(1)により計算されるP(x, y, z)は、バルンサーの力の変化に伴う動的な測定誤差を有する。

【0065】

これに対し、本実施形態では、図5に示すように第2リンクをNo.5関節の周りに回転させると、バルンサー力Fの強弱により動的なたわみが発生することを考慮した運動方程式を用いる。すなわち、本実施形態における座標算出部63は、No.3関節部から見たプローブ先端Pの空間座標値を、No.5関節部から見たプローブ先端Pの(補正された)空間座標値P0(x, y, z)に変換する4行4列変換マトリックスの運動方程式として、例えば下記の数式(2)を用いる。この数式(2)は、上述したたわみを、図9に示すようにモデル化することにより導出されるものである。

【0066】

【数2】

$$P0(x, y, z) = (x, y, z, 1) \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 & 0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \\ 0 & -B & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos X & -\sin X & 0 \\ 0 & \sin X & \cos X & 0 \\ 0 & -C & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 & 0 \\ 0 & \cos Y & -\sin Y & 0 \\ 0 & \sin Y & \cos Y & 0 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

数式(2)において、Bは、図9に示すように、No.3関節中心からたわみによる変曲点までの距離であり、Cは、No.5関節中心からたわみによる変曲点までの距離であり、B+CはほぼA(第2リンクの長さ)に等しいとする。Yは、No.5関節の角度であり、Xは、たわみによるNo.3関節部の誤差角度No.3である。なお、たわみによるNo.5関節部の角度誤差No.5は、No.5関節の検出角度Yに含まれて検知される。

【0067】

数式(2)には、バルンサーの強弱による影響を補正する項として、たわみによる変曲点が1箇所である場合の近似補正が含まれている。すなわち、数式(2)には、バルンサー力の強弱により変動する項として、sinX、cosX、B、Cが含まれている。但し、B及びCは、固定値として扱っても構わない。Xは、バルンサーの強弱による変化を反映し、No.5関節の角度Yによって異なる値をとる(バルンサーの力が大きくなるときはXも大きくなり、バルンサーの力が小さくなるときはXも小さくなる)。

【0068】

したがって、例えばNo.5関節の所定の角度毎に設定された補正定数から近似的に内部補間した補正值Xを算出し、これを数式(2)に代入することで、数式(2)により計算されるP0(x, y, z)は、バルンサーの力の変化に伴う動的な測定誤差が近似的に除去されたものとなる。ここで用いる補正定数は、校正ファイルとして記憶部65に記憶させておけばよく、その値を状況に応じて変更することも可能である。また、バルンサーの力をセンサで検知することにより、自動的(リアルタイム)に補正值を演算して、この演算値を設定するようにしても良い。

【 0 0 6 9 】

上記の例では、第2リンクのY Z平面上の補正（Y，Z座標値に補正の影響が出る）を示したが、X座標値についても、同様な補正により測定誤差を近似的に除去できる。バランスの力を受ける第2リンクは、No.4、No.5、No.6の各関節の回転が連動して運動するので、Y，Z座標値だけでなくX座標値についても補正すれば、より高精度に空間座標値P0を算出することができる。

【 0 0 7 0 】

また、上記の例では、変曲点が1箇所であるモデルを説明したが、アームの構造上複数の変曲点が存在しうる場合にも、同様に変換マトリックスを展開することができる。さらに、ねじれの影響による誤差も、同様に変換マトリックスを展開して、補正することができる。

10

【 0 0 7 1 】

上記には、No.3関節部から見た空間座標値（x、y、z）を、No.5関節部から見た空間座標値に変換する例を示したが、その逆の変換も勿論可能である。

【 0 0 7 2 】

なお、バランスの強弱による影響が、図9に示した以外のリンク機構や関節部に生じている場合、その影響が何軸の回転運動か平行運動かを分析し、上記に例示した運動方程式に取り入れることにより、幅広く補正をかけることもできる。

【 0 0 7 3 】

以上に本発明の実施形態について説明したが、上述の実施形態を本発明の範囲内で当業者が変形可能なことはもちろんである。例えば、本発明は、図1のような構成以外の構成を持つ多関節型測定装置にも適用できる。図1の測定アームは、垂直な支柱に対して、第2リンクが水平に支持され、そこから第1リンクが垂れ下がるのを基本姿勢としているが、支柱の代わりに支持台を持つ装置でも、第2リンクが垂直な状態が基本姿勢である装置でも、本発明が応用実施できることは当然である。

20

【 0 0 7 4 】

【発明の効果】

以上のように、本発明によれば、測定アームに測定誤差要因となるストレスがかからない測定姿勢が維持されているかどうかを、測定装置が検出することができ、それを外れた場合にユーザに知らせることができるため、安定した測定結果を得ることができる。

30

【 0 0 7 5 】

また、測定誤差要因となるストレスが測定アームのバランスの力である場合には、上述したようにユーザに知らせることで安定した測定結果が得られる測定姿勢を維持することもできるが、測定装置がバランスの力の影響を補正して空間座標を算出することで、精度の良い測定結果を得るようにすることもできる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本実施形態に係る多関節型座標測定装置の一例の外観を示す図。

【図2】図1の測定アームの各関節の回転方向を示す図。

【図3】図1の測定アームに取り付け可能なプローブの他の例を示す図。

【図4】ユーザが測定アームを引っ張って遠くの方を測定しようとしている場合に、測定誤差が許容範囲を超えて大きくなる姿勢を特定するためのパラメータの一例を示す図。

40

【図5】測定アームの姿勢によってその発生力が異なるバランスの影響により、測定誤差が許容範囲を超えて大きくなる姿勢を特定するためのパラメータの一例を示す図。

【図6】図1の専用プロセッサの内部構成例を示す図。

【図7】図4及び図5のパラメータを各測定装置固有に求めるための検証方法の一例を示す図。

【図8】図1の測定アームの第2リンク部分の運動方程式を説明するためのモデル図。

【図9】図8の第2リンク部分に発生するたわみの基本形態を例示する図。

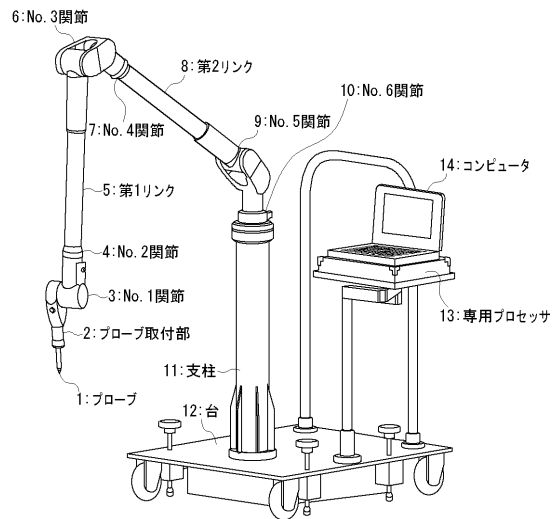
【符号の説明】

1 プローブ

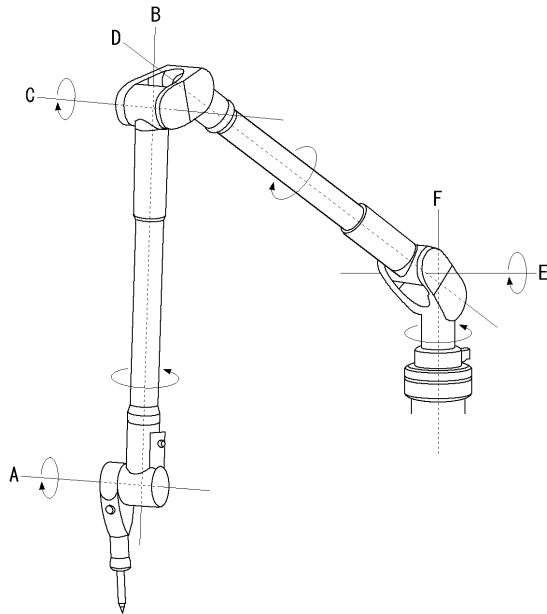
50

| | | |
|----|------------------|----|
| 2 | プローブ取り付け部 | |
| 3 | No.1関節（手首関節） | |
| 4 | No.2関節 | |
| 5 | 第1リンク | |
| 6 | No.3関節（肘関節） | |
| 7 | No.4関節 | |
| 8 | 第2リンク | |
| 9 | No.5関節（肩関節） | |
| 10 | No.6関節 | |
| 11 | 支柱 | 10 |
| 12 | 台 | |
| 13 | 専用プロセッサ | |
| 14 | コンピュータ | |
| 31 | 非接触型プローブ | |
| 32 | プローブ関節 | |
| 33 | 非接触型プローブコントローラ | |
| 60 | プロセッサ部 | |
| 61 | カウンタ回路 | |
| 62 | 条件判断部 | |
| 63 | 座標算出部 | 20 |
| 64 | 条件判断用設定値記憶部 | |
| 65 | 測定アームの設計値と校正値記憶部 | |
| 66 | 警報インタフェース | |
| 67 | スピーカ及び／又はランプ | |
| 68 | 通信インタフェース | |
| 69 | コントロール部 | |

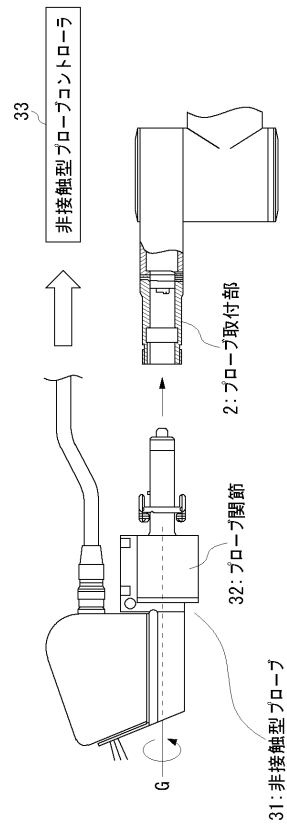
【図 1】



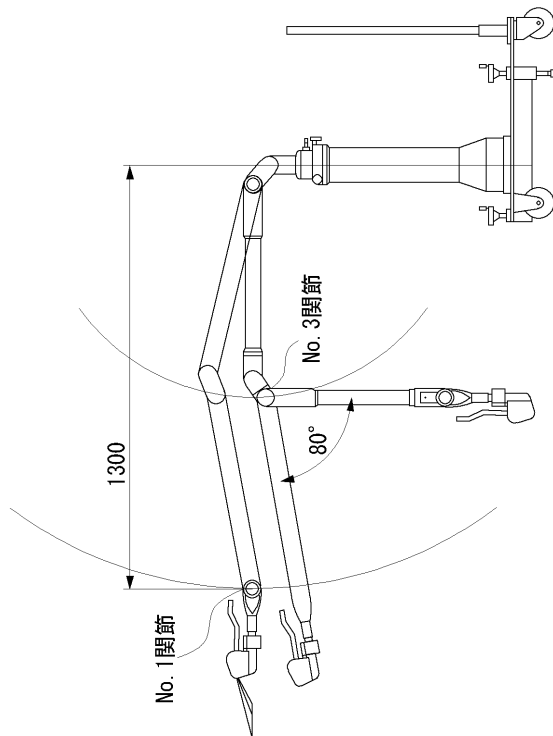
【図 2】



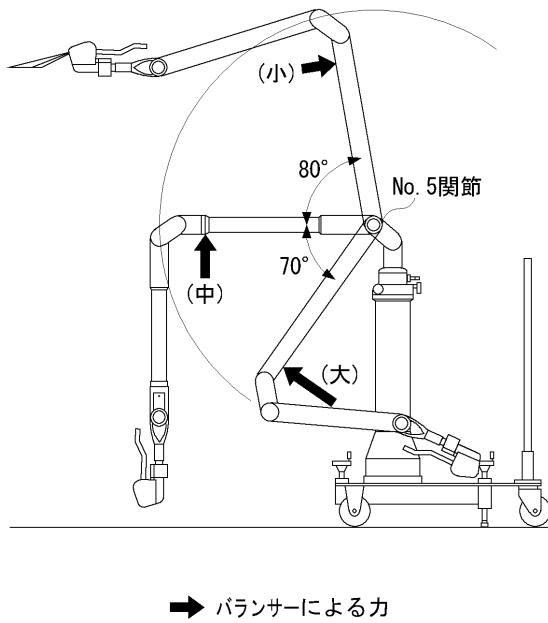
【図 3】



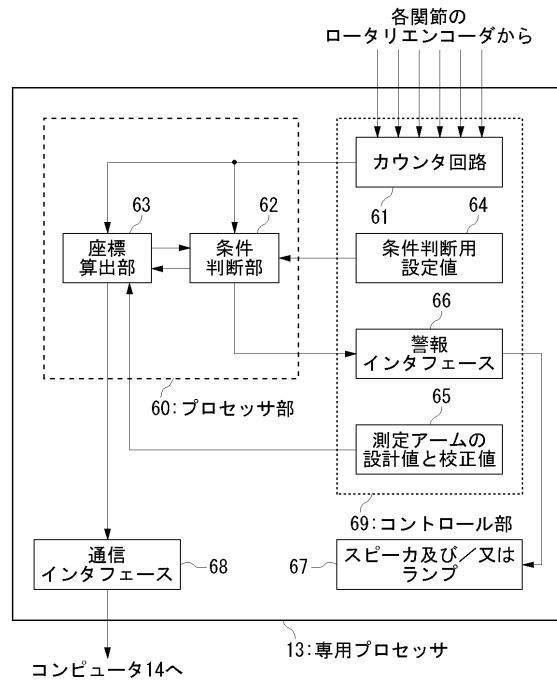
【図 4】



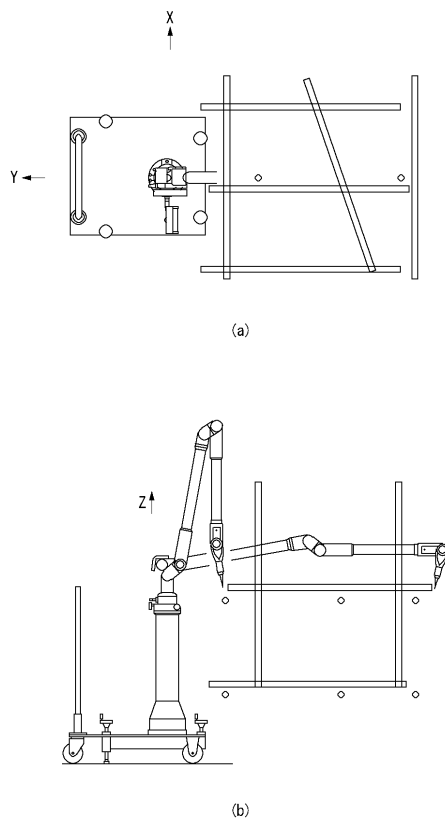
【図 5】



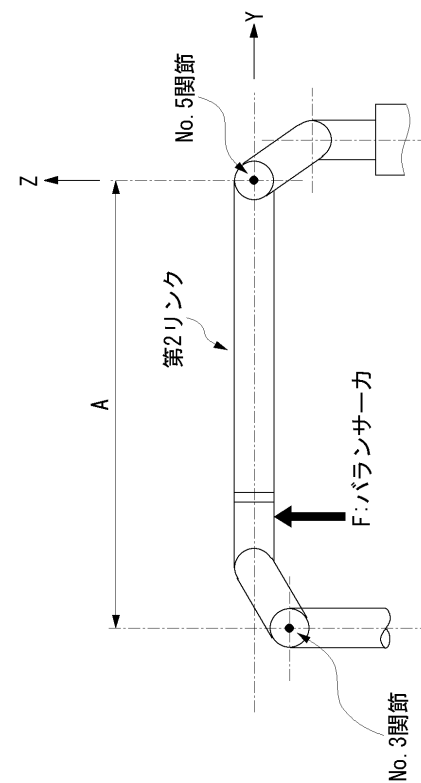
【図 6】



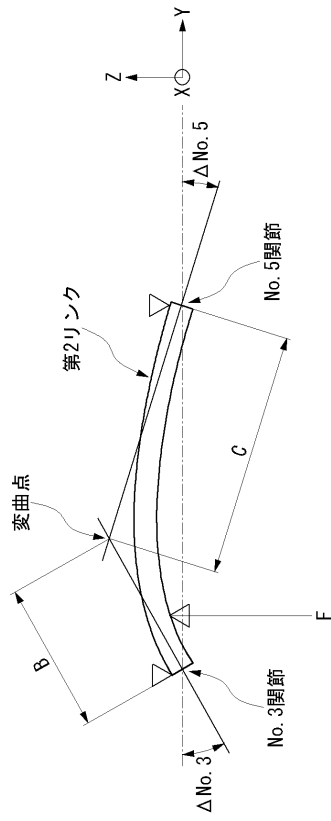
【図 7】



【図 8】



【 図 9 】



フロントページの続き

- (72)発明者 荒木 健司
埼玉県三郷市鷹野 3 - 6 3 株式会社小坂研究所内
- (72)発明者 大城 勝巳
埼玉県三郷市鷹野 3 - 6 3 株式会社小坂研究所内

審査官 小林 紀史

- (56)参考文献 特開平 0 8 - 2 6 1 7 4 5 (J P , A)
特開平 0 7 - 2 5 6 5 7 7 (J P , A)
特開平 0 6 - 1 2 6 6 8 0 (J P , A)
特開平 0 5 - 1 5 8 5 2 6 (J P , A)
特開平 0 8 - 0 3 5 8 3 3 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 3 0 7 3 4 4 (J P , A)

- (58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)
- G01B21/00-21/32
B25J1/00-21/02