(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3630815号
(P3630815)
(45)発行日　平成17年3月23日(2005.3.23)　(24)登録日　平成16年12月24日(2004.12.24)

(51)Int.Cl.[7]　F I
B23Q 17/00　B23Q 17/00　Z

請求項の数 11　(全 17 頁)

(21)出願番号　特願平8-8859
(22)出願日　平成8年1月23日(1996.1.23)
(65)公開番号　特開平8-257878
(43)公開日　平成8年10月8日(1996.10.8)
審査請求日　平成13年11月19日(2001.11.19)
(31)優先権主張番号　388,337
(32)優先日　平成7年2月13日(1995.2.13)
(33)優先権主張国　米国(US)

(73)特許権者　399117121
アジレント・テクノロジーズ・インク
ＡＧＩＬＥＮＴ　ＴＥＣＨＮＯＬＯＧＩＥＳ，　ＩＮＣ．
アメリカ合衆国カリフォルニア州パロアルト　ページ・ミル・ロード　３９５
３９５　Ｐａｇｅ　Ｍｉｌｌ　Ｒｏａｄ　Ｐａｌｏ　Ａｌｔｏ，Ｃａｌｉｆｏｒｎｉａ　Ｕ．Ｓ．Ａ．
(74)代理人　100105913
弁理士　加藤　公久
(72)発明者　セシル・アール・ダウディ
アメリカ合衆国カリフォルニア州キャンプベル、キースドライブ　１５８１

最終頁に続く

(54)【発明の名称】工作機械テーブルの回転校正を行うための装置および方法

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
回転軸のまわりを回転するように動作可能で付属品マウンティングを有する工作機械テーブルと、固定した回転位置を維持しながら前記回転軸に平行な方向に沿って前後に移動するように動作可能でツールホルダを含むツールスピンドルとを備えた工作物としての工作機械アセンブリと、前記工作機械テーブルに結合しかつ該工作機械テーブルの実際の角位置と該工作機械テーブルの規定角位置との差を測定するためのコンポーネントを含む別の工作物としての角位置測定アセンブリとに組み合わせて使用される、前記工作機械アセンブリの回転軸較正を行うための装置において、該装置は；縦軸を有し、該縦軸のまわりを回転しかつ回転継手によって互いに接続された上側要素と下側要素とを有し、前記上側要素は前記縦軸に沿って移動しかつ前記回転継手を係合及び解除するように配置され、前記下側要素は前記付属品マウンティングにかたく結合するためのマウントを有するようにせしめて、前記上側要素と前記下側要素を互いに他に対して正確に回転位置決めするための割出し較正装置と、前記コンポーネントにかたく結合するマウントと、上面と、較正装置の上側要素に結合する底面とを備えたブラケットと、前記ツールホルダにかたく結合しうる遠端と、近端とを有する接続部材と、（ａ）前記回転継手の解放時に、前記縦軸に沿って回転するのを制限され、かつ（ｂ）前記回転継手の係合中に、前記縦軸に沿って回転可能なように配置された前記ブラケットの上面に前記接続部材の近端を結合する接続部材マウンティングとを含み、回転較正に使用されるときは、前記接続部材が前記ツールホルダに結合し、前記コンポーネントが前記ブラケットに結合し、前記割出し較正装置が前記縦

軸が工作機械テーブルの回転軸にほぼ一致するように工作機械テーブルに結合し、かつ前記スピンドルの前、後運動がそれぞれ前記回転継手を係合、解除するように配置される特徴を有する工作機械テーブルの回転較正を行うための装置であって、
前記接続部材が先端部と内部スプリングとを有するスプリング・プランジャを含み、前記近端が所定の直径を有するフランジにより形成され、前記接続部材マウンティングが前記所定の直径よりも直径の小さい開口を有するハウジングを含み、前記先端部が前端および後端を含み、前記位ハウジングを前記ブラケットの上面にかたく取り付け、前記先端部の前端が前記フランジを越えて延びかつ前記ブラケットの上面に接触するように、前記スプリング・プランジャを前記接続部材の近端に結合して、前記ハウジングの内部に前記フランジおよび前記先端部を配置し、前記遠端が前記開口を通過して前記ハウジングの外部に延びるように接続部材を配置し、第１の状態の場合において、前記先端部の後端を前記内部スプリングに押し当て、該内部スプリングを圧縮し、それにより、前記フランジを前記ハウジングに押し付けかつハウジングが接続部材のまわりを回転するのを防ぐ大きさの、前記接続部材により伝達される反発スプリング力を発生させ、第２の状態の場合において、前記先端部の前端が前記ブラケットの上面に接触する位置において、前記先端部の前端に、前記反撥スプリング力と反対方向に少なくとも前記反撥スプリング力より大きい力を加え、その結果前記フランジが前記ハウジングに押し当てられなくなり、それにより前記ハウジングは、前記先端部の前面が前記上面に接触する前記位置において、前記接続部材のまわりを回転できるようになることを特徴とする工作機械テーブルの回転較正を行うための装置。
【請求項２】
前記角位置測定アセンブリがデュアル・レーザ干渉計を含み、前記コンポーネントが角反射器であることを特徴とする、請求項１に記載の工作機械テーブルの回転較正を行うための装置。
【請求項３】
前記割出し較正装置の回転継手がハース継手であることを特徴とする、請求項２に記載の工作機械テーブルの回転較正を行うための装置。
【請求項４】
前記ハース継手が、係合した際に互いに正確に噛合する歯を含み、かつ前記反撥スプリング力が、前記歯が互いに整合していない場合に前記ハース継手を係合させると歯のいずれかが損傷する力よりも小さい所定の大きさを有することを特徴とする、請求項３に記載の工作機械テーブルの回転較正を行うための装置。
【請求項５】
さらに、汚染要素が前記工作機械テーブルの回転較正を行う装置の動作を妨害するのを防ぐために、前記近端と遠端の間に接続部材に結合されたブロッキング要素を含むことを特徴とする、請求項４に記載の工作機械テーブルの回転較正を行うための装置。
【請求項６】
前記第１の状態において前記反撥スプリング力と結合する摩擦抵抗を提供するために、前記フランジと前記ハウジングの中間にワッシャを配置し、それにより前記ハウジングが前記接続部材のまわりで回転するのを防ぐための前記反撥スプリング力の大きさを小さくすることを特徴とする、請求項５に記載の工作機械テーブルの回転較正を行うための装置。
【請求項７】
前記ブロッキング要素がエラストマ材料でできたワッシャであることを特徴とする、請求項６に記載の工作機械テーブルの回転較正を行うための装置。
【請求項８】
前記スプリング・プランジャの先端部に接触し、かつ該先端部が接触する位置において、前記ハウジングが前記接続部材のまわりを回転する第２の状態において担持面となるように、前記ブラケットの上面に摩擦抵抗材料でできた担持ブロックを取り付けることを特徴とする、請求項３に記載の工作機械テーブルの回転較正を行うための装置。
【請求項９】

回転軸のまわりを回転するように動作可能な工作機械テーブルと、付属品マウンティングと、ツールホルダを含み、かつ固定された回転位置を維持しながら回転軸に平行な方向に沿って前後に移動するように動作可能であるツールスピンドルとを含む工作機械アセンブリの回転軸較正を行う方法において、コンポーネントを含む角位置測定光学アセンブリを操作するステップと、前記工作機械テーブルの実際の角位置と前記工作機械テーブルの規定の角位置の差を測定するために前記コンポーネントを前記工作機械テーブルに結合するステップと、縦軸を有し、該縦軸のまわりを回転しかつ回転継手によって互いに接続された上側要素と下側要素とを有し、前記上側要素は前記縦軸に沿って移動しかつ前記回転継手を係合及び解除するように配置され、前記下側要素は前記付属品マウンティングにかたく結合するためのマウントを有するようにせしめて、前記上側要素と前記下側要素を互いに他に対して正確に回転位置決めするための割出し較正装置を用意するステップと、前記コンポーネントにかたく結合するマウントと、上面と、較正装置の上側要素に結合する底面とを備えたブラケットを用意するステップと、前記ツールホルダにかたく結合しうる遠端と、近端とを有する接続部材を用意するステップと、（ａ）前記回転継手の解放時に、前記縦軸に沿って回転するのを制限され、かつ（ｂ）前記回転継手の係合中に、前記縦軸に沿って回転可能なように配置された前記ブラケットの上面に前記接続部材の近端を結合する接続部材マウンティングを用意するステップとを含み、回転較正に使用されるときは、前記接続部材が前記ツールホルダに結合し、前記コンポーネントが前記ブラケットに結合し、前記割出し較正装置が前記縦軸が工作機械テーブルの回転軸にほぼ一致するように工作機械テーブルに結合し、かつ前記スピンドルの前、後運動がそれぞれ前記回転継手を係合、解除するように配置される特徴を有する工作機械テーブルの回転較正を行うための方法であって、

先端部と内部スプリングとを有するスプリング・プランジャを含む前記接続部材を構成するステップと、所定の直径を有するフランジにより前記接続部材の近端を構成するステップと、前記接続部材マウンティングに、前記所定の直径よりも直径の小さい開口を有するハウジングを備えるステップと、前記先端部に前端および後端を備えるステップと、前記位ハウジングを前記ブラケットの上面にかたく取り付け、前記先端部の前端が前記フランジを越えて延びかつ前記ブラケットの上面に接触するように、前記スプリング・プランジャを前記接続部材の近端に結合して、前記ハウジングの内部に前記フランジおよび前記先端部を配置するステップと、前記遠端が前記開口を通過して前記ハウジングの外部に延びるように接続部材を配置するステップとをさらに含み、第１の状態の場合において、前記先端部の後端を前記内部スプリングに押し当て、該内部スプリングを圧縮し、それにより、前記フランジを前記ハウジングに押し付けかつハウジングが接続部材のまわりを回転するのを防ぐ大きさの、前記接続部材により伝達される反発スプリング力を発生させ、第２の状態の場合において、前記先端部の前端が前記ブラケットの上面に接触する位置において、前記先端部の前端に、前記反撥スプリング力と反対方向に少なくとも前記反撥スプリング力より大きい力を加え、その結果前記フランジが前記ハウジングに押し当てられなくなり、それにより前記ハウジングは、前記先端部の前面が前記上面に接触する前記位置において、前記接続部材のまわりを回転できるようになることを特徴とする方法。

【請求項１０】

さらに、前記近端と前記遠端との間に、前記接続部材に結合され、かつ汚染要素が回転軸較正を行う方法を妨害するのを防ぐブロッキング要素を備えるステップを含むことを特徴とする、請求項９に記載の工作機械テーブルの回転較正を行うための方法。

【請求項１１】

前記スプリング・プランジャの先端部に接触する前記ブラケットの上面に取り付けられ、かつ前記先端部が接触する位置において、前記ハウジングが前記接続部材のまわりを回転する前記第２の状態において担持面となる、摩擦抵抗材料でできた担持ブロックを備えることを特徴とする、請求項１０に記載の工作機械テーブルの回転較正を行うための方法。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【産業上の利用分野】
本発明は、工作機械の較正に関する。さらに具体的には、従来のレーザ干渉計測定システムと併用したときの工作機械テーブルの角位置決め機能の較正に関する。
【０００２】
【従来の技術】
ＣＮＣ（計算機数値制御装置）フライス盤や旋盤などの工作機械は、これらに限定されないが、固体部材を成形して製造部品にする周知の装置である。そのような部品の複雑さおよび公差が高度になると、そのような工作機械の位置確度の較正も同様に高度にしなければならない。本発明は、それ自体に垂直な回転軸を有しそのまわりを所定の角位置にまで回転するテーブルを有する種類のＣＮＣ工作機械の回転較正を行うのに有用である。
【０００３】
角位置測定レーザ干渉計システムと、いわゆるハース継手（Ｈｉｒｔｈ　ｃｏｕｐｌｉｎｇ）を有する割出し回転較正装置との組合せによって、ＣＮＣ工作機械テーブルの回転軸較正を行うことが周知である。割出し回転較正装置（割出し回転テーブルまたは円周目盛機ともいう）は、一般に、その一方または両方が共通軸のまわりを回転するように軸上に取り付けられた上側円板と下側円板（割出し板）を含む。円板はまた、軸上で互いに縦方向に前後に移動するように取り付けられている。円板の対向する各面上には、円板を係止（係合）させると、互いに正確に嵌合していわゆるハース継手を形成するのこぎり歯の円周が備えられている。各歯は、高い精度で形成され、その総数は、円板の互いに関する角位置決めが所定の高いレベルの公差内で行えるように選択される。継手の割出し精度が±０．２アークセカンドの標準モデル回転較正装置が、米国ミシガン州ハセルパーク、Ａ．Ｇ．Ｄａｖｉｓ　Ｇａｇｅ　ａｎｄ　Ｅｎｇｉｎｎｅｒｉｎｇ社から市販されている。他の市販のモデルでは、割出し精度は、０．４ないし１．０アークセカンドである。割出し回転較正装置の他の業者として、米国ミシガン州ファンデールにあるＡＡ　Ｇａｇｅ　Ｄｉｖｉｓｉｏｎ　ｏｆ　Ｂａｌｄｗｉｎ，Ｉｎｃ．がある。
【０００４】
【発明が解決しようとする課題】
回転位置の変化を正確に測定する角位置測定レーザ干渉計システムも周知である。本発明の譲受人であるヒューレット・パッカード社が製造販売しているＨＰ５５２８Ａレーザ測定システムおよびＨＰ５５２９Ａダイナミック較正装置は、工作機械に望まれる近時の公差内で十分位置測定が可能な装置である。しかしながら、干渉計システムの光学系は、固定された設定に対して角度範囲が制限されるので、そのようなシステムは、３６０度全体の回転較正を行うには適さない。さらに、測定光学系の移動する角距離が大きくなるにつれて、測定誤差が蓄積増大し、したがってそのようなレーザ干渉計製品は、比較的小さい角距離を測定するのに最適であり、また３６０度全体の回転較正に必要とされるような比較的大きい角距離の測定には適さない。
【０００５】
割出し回転較正装置とレーザ干渉計測定システムの組合せは、工作機械テーブルの回転較正を行う従来技術において周知のアセンブリである。一般に、そのような市販のアセンブリを使用する回転較正は、通常次のような方法で行われる。較正装置の下側円板を較正中の回転工作機械テーブルに固定し、較正を行っている作業者か、または工作機械テーブルの回転運動に影響されない位置に取り付けられた外部アームのどちらかによって、上側円板をある角位置に固定する。較正装置の円板の回転軸は、工作機械テーブルの回転軸に一致する。角距離を測定する光学系の一部が上側円板に結合するように、レーザ干渉計システムを設定する。割出し回転較正装置とレーザ干渉計測定システムの両方を所定の零初期位置に配置した後、較正装置を解除する（すなわち、ハース継手を開放する）。次いで、上側円板をその固定された角位置に保持したまま、工作機械テーブルを較正するための規定の回転位置にまで移動させる。次いで、２つの円板を最終的に係合させる。下側円板は、工作機械テーブルにかたく取り付けられているので、上側円板が下側円板と再係合する際の上側円板のその初期零位置からの回転が、工作機械テーブルの所定の回転位置と実際

の位置の間の角度誤差の量となる。レーザ干渉計光学系の一部は、上側円板に固定されているので、光学系の対応する角運動がレーザ測定システムによって測定され、したがって較正の読みが可能になる。もちろん、誤差測定は、ハース継手およびレーザ干渉計システムにおいて生じる公差を受ける。次いで、較正するそれぞれの角位置について前述の手順を繰り返す。

【０００６】

代表的な較正規格では、較正の読みは、回転運動の３６０度の範囲にわたって１０度区分で行い、得られた３６個の読みそれぞれについて、少なくとも６回繰り返す必要がある。理解でき周知であるように、前述の較正手順を手動で行った場合、多くの時間がかかる。また、労務費が上がれば、そのような時間は、そのような重要な回転較正の実施に関連する費用が増大することをも意味する。

【０００７】

時間を削減するために、割出し回転較正装置の上側円板と下側円板を係合し解除するための空気式、油圧式、または電気式の監視機構を有する従来技術の市販の機械アセンブリがある。他の市販のアセンブリには、サーボ制御される円板がある。割出し回転較正装置を制御し、工作機械テーブルに命令を入力し、ならびにレーザ干渉計測定システムからのデータを収集するためにプログラム式計算機および関連するインタフェース機器を使用することにより、高度のオートメーションを含む回転較正を行うプロセスが周知である。しかしながら、そのような機械アセンブリは、手動操作回転割出し較正装置よりも実質的に複雑であり、したがって高価になる。のこぎり歯の係合や解除の際に比較的高価なハース継手を破損から守るために、偶然の破損を防止する精巧な安全手段および装置を備える必要がある。さらに、そのような機械アセンブリが高度に複雑になると、信頼性および繰返し精度の付随的な問題が生じる。限られた予算や経費削減問題のために、コストと較正精度を按配することが多い。

【０００８】

【課題を解決するための手段】

従来技術において周知の装置およびアセンブリの前述の制限は、本発明の技法に従って製造された新しい改善された装置を備え、関連する工具保持スピンドルおよび従来の角位置測定レーザ干渉計システムと併用した場合に克服される。本発明は、ブラケット、接続部材、特殊接続マウンティング、および共通軸上に回転可能に取り付けられかつハース継手によって結合された上側円板と下側円板を有する種類の従来の回転割出し較正装置を含む。好ましい実施例では、上側円板は、ハース継手を開放係合するために、縦軸に沿って下側円板に向かう方向および離れる方向に移動するように共通軸上に移動可能に取り付けられる。ブラケットは、上側円板にかたく接続されており、したがって上側円板の移動と同時に回転する。較正装置の下側円板は、下側円板の回転軸が工作機械テーブルの回転軸にほぼ一致する位置において、回転テーブルにかたく接続するためのマウンティングを有する。

【０００９】

従来のＣＮＣ工作機械は、チャックすなわち工具保持装置を有するスピンドルを含む。本発明の接続部材は、一端がチャックによってかたく保持されるようになされている。接続部材の他端は、特殊接続マウンティングによってブラケットの上側に結合されている。本発明をスピンドルおよび回転テーブルに結合した場合、スピンドルを前後に並進移動させ、かつ上側円板を回転テーブルの回転軸に平行な方向に沿って関連して移動させると、ハース継手がそれぞれ開放係合する。特殊マウンティングは、スピンドルを並進移動させることによってハース継手を開放した場合、ブラケットと上側円板の両方が接続部材にかたく接続され、どちらも較正装置の縦軸のまわりの回転が制限されるように配置構成されている。ハース継手を開放する方向と反対の方向にスピンドルを並進移動させることによってハース継手を係合させると、特殊マウンティングがブラケットを解放し、その結果上側円板が、必要な場合自由に旋回回転し、ハース継手ののこぎり歯を破損することなく下側円板と十分にかつ正確に一致するようになる。

【００１０】
従来のレーザ干渉計測定システムでは、角位置は、反射要素の回転位置の変化を検出することによって測定される。本発明の好ましい実施例では、ブラケットは、反射要素をかたく保持するようになされている。工作機械テーブルの回転位置決め能力を較正するために、本発明とレーザ干渉計システムを併用する場合、最初に上側円板と下側円板を所定の零角度基準指標のところに位置決めし、ハース継手を係合する。スピンドルを適切に移動させることによってハース継手を開放した後、回転テーブルとそれにかたく接続された下側円板を所定の角位置にまで同時に移動させる。ハース継手が開放されると、特殊マウンティングとスピンドルは協働して、回転テーブルとそれに取り付けられた下側円板を較正する所定の角位置にまで同時に移動させる際にブラケットが回転するのを抑制する。次いで、スピンドルとブラケットをハース継手を係合させる方向に移動させ、上側円板と下側円板が互いに一致したら、特殊マウンティングを解放し、ブラケット、上側円板および反射要素が、ハース継手が自由に係合した際に必要な場合同時に自由に回転するようになる。ブラケットに取り付けられた反射要素も最初に零基準指標にあったので、その基準指標からのその後の回転は、較正の読みについて、ハース継手が完全に係合した場合、実際の位置と前述の回転位置の間の誤差として、干渉計システムによって検出される。本発明の好ましい実施例は、特に、回転テーブルの回転位置決め誤差の正確かつ最終的な測定（例えば、数分の１アークセカンド以内）を行うのに有用である。従来の割出し回転較正装置は、総誤差（例えば、最も近い度以内）を測定するのに十分正確であるので、レーザ干渉計システムを使用せずにそのような総誤差を検出できる。本発明のある実施例では、２つの円板の一方の周囲に回転目盛が付与され、他方の円板に定常点が付加される。したがって、回転較正期間中に発生する総誤差は、従来の手段、例えば、定常点に対して回転目盛の回転量を目で読むことによって測定される。

【００１１】
本発明の特徴および利点は、添付の図面と関連して行う以下の実施例の詳細な説明からよりよく理解できる。各種の図面に示される同じ参照番号は、本発明の同じ要素を表すことに留意されたい。

【００１２】
【実施例】
本発明の好ましい実施例について説明する前に、本発明の使用法をより明確に理解できるように、従来の角位置測定干渉計システムの基本動作を理解することが有益である。図１に、従来技術の角位置測定レーザ干渉計システム８の概略ブロック図を示す。レーザ・ヘッド１０は、角干渉計１４に伝送する２つの周波数f_Aおよびf_Bを有する光ビーム１２を発生する。ビーム１２は、ビーム偏向器１６を通って偏光ビーム・スプリッタ１８に到る。スプリッタは、周波数（または偏光）f_Aを有するビームの第１の部分２０を反射し、周波数（または偏光）f_Bを有する第２の部分２２を透過する。ビーム１２の第１の部分２０は、ビーム偏向器１６によって角反射器２６のキューブ・コーナー（または逆反射器）２４の方向に反射され、次いでビーム偏向器１６を通って戻ってくる。第２の部分２２は、キューブ・コーナー（または逆反射器）２８まで透過し、逆反射されてビーム・スプリッタ１８に到り、そこで（そのビームがビーム偏向器１８を通過する際に）戻ってきた第１の部分２０と結合して結合ビーム３０を形成し、これが受信機３２に送られる。図１の考察から理解できるように、角干渉計１４を所定の位置に固定して、角反射器２６を、好ましくは中心点３４を通りかつ図面の平面に垂直な軸のまわりにある角位置から他の角位置まで回転すると、ビーム１２の第１の部分２０および第２の部分２２がそれぞれ通過する光経路が変化する。周知のように、ビーム１２の各部分が通過する光経路の変化は、回転の方向および速度に応じて、周波数偏移の昇降（いわゆるドップラー偏移）として現れる。結合ビーム３０において発生する周波数偏移は、受信機３２によって検出され、受信機が関連する検出信号３６を発生し、これを測定システム電子回路３８に送る。距離情報は、直流波形ではなく、いわゆる交流波形、すなわち搬送波によって搬送されるので、２つの異なる周波数を有する光ビームを使用することが好ましい。周知のように、交流

波形を使用する利点は、直流レベルの変化に鈍感であり、したがってビーム強度の変化が、測定中の物体までの距離の変化またはその移動として判断されないことである。

【００１３】

電子回路３８は、角反射器２６の角部分の変化の測定値に対応する検出信号に応答して測定データ信号を発生する。逆に、角反射器２６を固定したまま、角干渉計１４を図面の平面内で回転させると、同様な周波数偏移が発生する。

【００１４】

図２から図５は、それぞれ、角反射器２６（前に図１に関連して説明した）を取り付ける本発明での上部ハウジング４０の平面図、側面図および上面図を示す。図６は、図４の断面線Ａ－Ａ間でとった本発明での部分断面図を示す。図２から図６を参照して、土台４２、側壁４４および上部部材４６により長方形の箱４１を形成する。注記した場合を除き、本発明の好ましい実施例を含むアイテムは、金属を使用して製造する。ねじ込みボルト（図示せず）を開口４８に通して、上部部材４６を側壁４４に固定する。同様に、ボルト（図示せず）を土台４２内の開口５０に通して、土台４２を側壁４４に固定する。反射器２６を好ましくは３本のボルト（図示せず）によって土台４２にかたく取り付ける。

【００１５】

本発明の作業モデルでは円筒形であることが好ましいカバー部材５２を、開口５４を通して上部部材にボルトで固定する。垂直軸５６をシャフト開口５８中に配置する。図６にはカバー部材５２の内部の状態の詳細が示されている。垂直軸５６の一端に形成されたフランジ６２とカバー部材５２の内表面６４の間には、エラストマ・ワッシャ６０が配置されている。スプリング・プランジャ・アセンブリ６６が垂直軸５６内に取り付けられ、ネジ６８によって適所に保持されている。プランジャ・アセンブリ６６内に配置された先端部７０は、スプリング７６の一端によって押し付けられて止め７４の方向に移動する平坦面７２によって形成される。スプリング７６の他端は、止めネジ７８に当たって保持されている。垂直軸５６とプランジャ・アセンブリ６６を含むカバー部材５２を上部部材４６に取り付けると、先端部７０の平坦面は止めネジ７８に向かう方向でスプリング７６に押しあてられる。したがって、スプリング７６は、圧縮され、上部部材４６に取り付けられた担持ブロック８０に先端部７０を押し当てる力を発生する。担持ブロック８０は、先端部７０による削磨によって生じる磨耗に耐えられるように、焼き入れした材料でできている。後で詳細に説明するように、先端部７０が接点１３０において担持ブロック８０に接触する接触面８２は、平坦であり、かつ先端部７０の操作移動を妨げる凹形のへこみを生じる摩耗に耐えられることが望ましい。

【００１６】

本発明の実際の実施例では、プランジャ・アセンブリ６６は、ミズーリ州セントルイスのＣａｒｒ Ｌａｎｅ Ｍａｎｕｆａｃｔｕｒｉｎｇ Ｃｏ．が販売する従来技術の市販品であり、具体的には、１／４－２０ネジ、初期力と最終力がそれぞれ３ポンドと１３ポンド、円筒部長さ１．０インチ、および先端を丸く形成された平板ステンレス鋼先端部を有するいわゆる強力ステンレス・スプリング・プランジャであった。このスプリング・プランジャの先端部は、静止時の露出長さ０．１８７インチ、直径０．１１９インチであった。ただし、１ポンドは４５０ｇ、１インチは２５．４ｍｍである。

【００１７】

図３および図４を見ると、垂直軸５６上に取り付けられたブロッキング・ワッシャ８４が示されている。ブロッキング・ワッシャ８４の目的は、後で説明する。図２、図５および図６には示されていないが、ブロッキング・ワッシャ８４は、本発明の好ましい実施例において使用するのに望ましいアイテムである。

【００１８】

図７は、本発明の一部である従来の割出し回転較正装置９０の断面平面図を示す。上側円板９２は、中心軸９４のまわりを回転しかつそれに沿って移動するように取り付けられている。本発明の好ましい実施例ではころ軸受９６および９８が示されているが、ころ軸受を用いずにスリーブ軸受などの他の軸受配置も使用できる。下側円板１００は、土台１０

２の全体部分として形成されることが好ましい。従来のハース継手１０４（詳細は述べない）は、上側円板９２と下側円板１００の間の周辺領域を巡って上側円板と下側円板を接続する。図７に示すように、ハース継手が係合する。しかしながら、上側円板９２は、縦軸１０６に沿って移動可能であり、したがってハース継手が開放され、２つの円板が互いに分離される。円板９２の外縁を巡って、下側円板１００に付加された指針１１０に対する角回転を示す目盛を有する目盛環１０８が備えられている。

【００１９】

図８は、図７に示した割出し回転較正装置の上面図を示す。土台１０２は、フライス盤などの工作機械の回転テーブルを取り付けるのに使用できる３つの取付孔１１２を含むことが好ましい。上側円板９２は、取付穴５０によって（図２から図６の）上部ハウジングを取り付けるのに使用される穴１１４を含む。好ましい実施例では、上側円板は、直径５インチであり、ハース継手は、最大精度０．２５アークセカンドである。

【００２０】

次に、工作機械テーブルの回転較正を行う本発明の使用に関して説明を行う。上部ハウジング４０を割出し回転較正装置９０の上側円板９２に取り付けた場合、割出し回転較正装置の縦軸１０６が、垂直軸５６の中心に沿って延びる軸中心線１２０と一致することが好ましい。本発明と、ＣＮＣ工作機械テーブルの角位置能力の較正を行うレーザ干渉計システム８とを併用した場合、工作機械の回転軸が、軸中心線１２０（図２から図６に示す）および縦軸１０６（図７に示す）と一致することが好ましい。ＣＮＣ工作機械は、未加工部材を最終製品に成形するのに使用される適切な工具を保持するチャックを含む計算機制御スピンドルを有する。スピンドルは、一般に、工作機械テーブルに垂直な方向に沿って工作機械テーブルに向かう方向およびそこから離れる方向への移動を含む様々な移動度を有する。本発明が工作機械テーブルの回転較正を行うように完全に設定されている場合、垂直軸５６は、スピンドルにかたく取り付けられる。好ましい実施例では、垂直軸５６の穴１２２（図２から図４および図６に示す）は、本発明をスピンドルのチャック内に取り付ける際に本発明を固定しておく必要がある場合、そこに配置されるロッドを保持するのに使用できる。

【００２１】

図１から図８を参照して、ＣＮＣ工作機械テーブルの回転軸較正を開始する場合、まず、割出し回転較正装置９０の上側円板９２および下側円板１００を所定の初期位置に、好ましくは指針１１０に関して目盛環１０８の零指標のところに設定する。２つの円板がそれらの所定の位置に保持されるようにハース継手１０４を係合する。さらに、レーザ干渉計システム８を所定の初期位置に設定する。次いで、スピンドルを工作機械テーブルから離れた位置に移動させると、上側円板９２が下側円板１００から分離され、ハース継手１０４が開放される。次いで、工作機械テーブルを所定の角位置まで、例えば図の場合１０度まで回転させる。上側円板９２は、ハース継手１０４が開放されているので回転しない。下側円板１００を回転させた際に上側円板９２を回転させる、軸受９６および９８内の摩擦によって伝達される抗力は、垂直軸５６を保持するスピンドルとエラストマ・ワッシャ６０によって発生する摩擦抵抗との組合せによって抵抗される。詳細に説明したように、プランジャ・アセンブリ６６は、先端部７０が担持ブロック８０に押し当てられるように配置されることを前に述べた。プランジャ・アセンブリ６６の発生する力も、エラストマ・ワッシャ６０上に働き、ワッシャ６０は、軸受９６および９８の発生する抗力に抵抗するのに十分である以上の摩擦抵抗力を発生する。

【００２２】

下側円板１００を１０度の位置まで回転させた後、次いでスピンドルを工作機械テーブルの方向に移動させ、次いでハース継手を再係合させる。誤差がなければ、ハース継手１０４の歯が正確に係合し、レーザ干渉計システム８によって角反射器２６の回転移動が検出されない。指針１１０も、目盛環１０８の１０度の表示のところにくる。しかしながら、誤差があると、レーザ干渉計システム８によって角反射器２６の角移動が検出される。

【００２３】

ハース継手の各歯（図示せず）は、山形側面を有し、各円板のすべての歯は、歯車を形成することが周知である。工作機械テーブルを１０度の位置に移動させた場合の角度誤差が、上側円板９２を下側円板１００上に戻した際にハース継手の歯が正確に噛合しないようなものであると、スピンドルが製造部品を製造するのに必要な大きい力を発生できるので、比較的高価なハース継手１０４が破損する恐れがある。そのような状態が生じた場合、上部ハウジング４０は、ハース継手１０４の歯の損傷を回避するように構成配置される。さらに具体的には、プランジャ・アセンブリ６６内のスプリング７６の発生する力は、ハース継手１０４の破損する力よりも小さくなるように選択される。したがって、ハース継手１０４の歯が正確に噛合しない状態に適応するように、上側円板９２が必然的にやや傾斜すると、長方形の箱４１は、いずれかの歯に破損が生じる前に、接点１３０において先端部７０のまわりを旋回する。シャフト開口５８は、長方形の箱４１と上部部材４６にかたく固定されたカバー部材５２が垂直軸５６のどの部分にも接触せずに傾斜できるように寸法が決定される。

【００２４】

同時に、ハース継手１０４の歯が正確に噛合するために必要な上側円板９２の回転も可能になる。この結果は、スプリング７６の力とエラストマ・ワッシャ６０の摩擦抵抗が、ハース継手１０４に損傷が発生する前に、長方形の箱４１が垂直軸５６のまわりを回転するように選択されるために可能となる。さらに具体的には、ハース継手の歯が正確に噛合しない場合、スピンドルが上側円板９２を下側円板１００の方向に移動させる際に、各歯の山形側面が互いに押し付けられるので、力が発生する。この力は、先端部７０によって伝達され、スプリング７６をさらに圧縮するように働く。伝達された力がスプリング７６の圧縮によって生じるスプリング力を越えるようになると、エラストマ・ワッシャ６０とフランジ６２をカバー部材５２の内表面６４に押し当てるように働く力は、強度ゼロに向かって減少する。スピンドルは、垂直軸５６の回転を妨げる。その結果、長方形の箱４１は、ハース継手の歯が噛合する際に発生する回転力に反応して必要な場合自由に回転できるようになる。先端部７０と担持ブロック８０との接点は、回転が起こる位置にあるので、接触面積を小さくするために、先端部７０を（平坦でなく）丸くする理由、および担持ブロック８０は、先端部７０による削摩に耐えられるように、焼き入れした材料でできていることが望ましい理由が理解できる。先端部７０の摩擦により担持ブロック８０内に凹形のへこみが生じる場合、長方形の箱４１の旋回回転できることが悪影響を及ぼす恐れがある。

【００２５】

１０度位置について較正手順が完了した後、次いで前述の全手順を次の位置、例えば２０度位置について繰り返すことができる。スピンドルと工作機械テーブルは、通常、プログラマブル制御を受けているので、工作機械とレーザ干渉計システムを接続および制御するのに、適切なインタフェース機器およびコンピュータ・プログラムを使用すると仮定すれば、全較正プロセスを自動化できる。

【００２６】

レーザ干渉計システム８は、比較的小さい角位置の変化、例えば図のように、１度以下の変化を測定するのに十分適していることが周知である。工作機械テーブルの回転位置決め誤差が（例えば、図のように）比較的大きい場合、割出し回転較正装置９０の目盛環１０８を使用することによって、そのような不正確さを検出できる。この後者の場合、レーザ干渉計システム８は、そのような比較的大きい誤差が最初に除去されるまで必要とされない。

【００２７】

垂直軸５６に沿って油またはその他の不要な汚染物がスピンドルから流出し、場合によっては本発明の動作を妨害することがある。そのような場合、ブロッキング・ワッシャ８４（ポリウレタン製のものが好ましい）を使用して、不要な油または汚染により本発明が誤動作するのを防ぐ。

【００２８】

本発明のいくつかの実施例について上記に詳細に説明したが、本発明は、明らかにそれらの実施例および好ましい配置によって制限されるものではない。本分野の当業者は、本発明の範囲から逸脱することなく形式および細部に変更を行うことが可能であることを認識するであろう。例えば、上部ハウジング４０を、角反射器２６の代わりに、レーザ干渉計システム８の角干渉計１４を取り付けるように構成できる。そのような他の場合、角干渉計１４は、上部ハウジング４０とともに回転し、角反射器２６は固定されたままである。いわゆるレーザ光の交流波形を使用する好ましいシステムの代わりに、他の角位置測定光学システムを使用できる。好ましい実施例を水平工作機械テーブルに関連してすべて説明したが、本発明は、工作機械テーブルが垂直であるか、または水平角と垂直角の間のある角度をなす場合、旋盤などの他の装置とともに使用できる。したがって、本発明の範囲は、添付の請求項によって定義される限りにおいてのみ制限され、またその同等物すべてを含む。

【００２９】

上記の点を考慮して、以下に本発明の実施態様のいくつかを列記する

【００３０】

（実施態様１）

回転軸のまわりを回転するように動作可能で付属品マウンティングを有する工作機械テーブルと、固定した回転位置を維持しながら前記回転軸に平行な方向に沿って前後に移動するように動作可能でツールホルダを含むツールスピンドルとを備えた工作物としての工作機械アセンブリと、前記工作機械テーブルに結合しかつ該工作機械テーブルの実際の角位置と該工作機械テーブルの規定角位置との差を測定するためのコンポーネントを含む別の工作物としての角位置測定アセンブリとに組み合わせて使用される、前記工作機械アセンブリの回転軸較正を行うための装置において、該装置は；

縦軸を有し、該縦軸のまわりを回転しかつ回転継手によって互いに接続された上側要素と下側要素とを有し、前記上側要素は前記縦軸に沿って移動しかつ前記回転継手を係合及び解除するように配置され、前記下側要素は前記付属品マウンティングにかたく結合するためのマウントを有するようにせしめて、前記上側要素と前記下側要素を互いに他に対して正確に回転位置決めするための割出し較正装置と、

前記コンポーネントにかたく結合するマウントと、上面と、前記上側要素に結合する底面とを備えたブラケットと、

前記ツールホルダにかたく結合しうる遠端と、近端とを有する接続部材と、

（ａ）前記回転継手の解放時に、前記縦軸に沿って回転するのを制限され、かつ（ｂ）前記回転継手の係合中に、前記縦軸に沿って回転可能なように配置された前記ブラケットの上面に前記接続部材の近端を結合する接続部材マウンティングとを含み、

回転較正に使用されるときは、前記接続部材が前記ツールホルダに結合し、前記コンポーネントが前記ブラケットに結合し、前記割出し較正装置が前記縦軸が工作機械テーブルの回転軸にほぼ一致するように工作機械テーブルに結合し、かつ前記スピンドルの前、後運動がそれぞれ前記回転継手を係合、解除するように配置される特徴を有する工作機械テーブルの回転較正を行うための装置。

【００３１】

（実施態様２）

前記角位置測定アセンブリがデュアル・レーザ干渉計を含み、前記コンポーネントが角反射器であることを特徴とする、実施態様１に記載の工作機械テーブルの回転較正を行うための装置。

（実施態様３）

前記割出し較正装置の回転継手がハース継手であることを特徴とする、実施態様１に記載の工作機械テーブルの回転較正を行うための装置。

（実施態様４）

さらに、汚染要素が前記工作機械テーブルの回転較正を行う装置の動作を妨害するのを防ぐために、前記近端と前記遠端の間に前記接続部材に結合されたブロッキング要素を含む

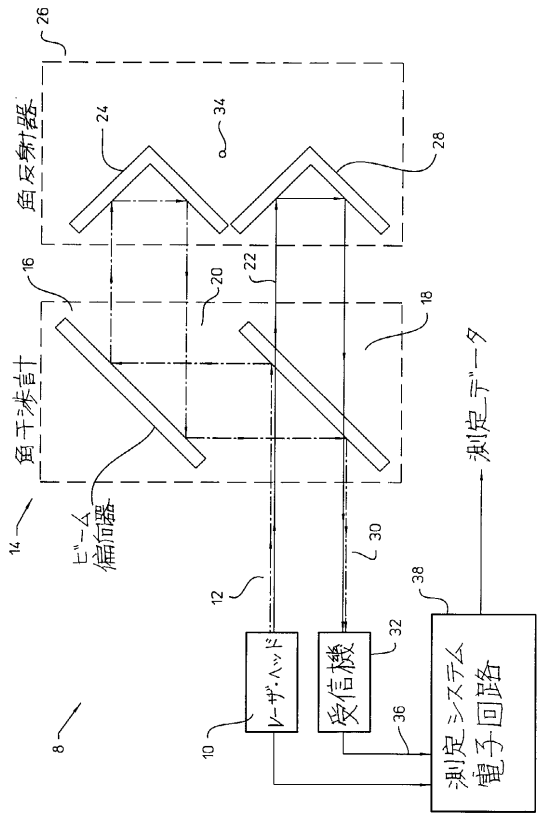
ことを特徴とする、実施態様１に記載の工作機械テーブルの回転較正を行うための装置。
【００３２】
（実施態様５）
前記ブロッキング要素がエラストマ材料でできたワッシャであることを特徴とする、実施態様４に記載の工作機械テーブルの回転較正を行うための装置。
【００３３】
（実施態様６）
前記接続部材が先端部と内部スプリングとを有するスプリング・プランジャを含み、前記近端が所定の直径を有するフランジにより形成され、前記接続部材マウンティングが前記所定の直径よりも直径の小さい開口を有するハウジングを含み、前記先端部が前端および後端を含み、前記位ハウジングを前記ブラケットの上面にかたく取り付け、前記先端部の前端が前記フランジを越えて延びかつ前記ブラケットの上面に接触するように、前記スプリング・プランジャを前記接続部材の近端に結合して、前記ハウジングの内部に前記フランジおよび前記先端部を配置し、前記遠端が前記開口を通過して前記ハウジングの外部に延びるように接続部材を配置し、
第１の状態の場合において、前記先端部の後端を前記内部スプリングに押し当て、該内部スプリングを圧縮し、それにより、前記フランジを前記ハウジングに押し付けかつハウジングが接続部材のまわりを回転するのを防ぐ大きさの、前記接続部材により伝達される反発スプリング力を発生させ、
第２の状態の場合において、前記先端部の前端が前記ブラケットの上面に接触する位置において、前記先端部の前端に、前記反撥スプリング力と反対方向に少なくとも前記反撥スプリング力より大きい力を加え、その結果前記フランジが前記ハウジングに押し当てられなくなり、それにより前記ハウジングは、前記先端部の前面が前記上面に接触する前記位置において、前記接続部材のまわりを回転できるようになることを特徴とする、実施態様１に記載の工作機械テーブルの回転較正を行うための装置。
【００３４】
（実施態様７）
前記角位置測定アセンブリがデュアル・レーザ干渉計を含み、前記コンポーネントが角反射器であることを特徴とする、実施態様６に記載の工作機械テーブルの回転較正を行うための装置。
（実施態様８）
前記割出し較正装置の回転継手がハース継手であることを特徴とする、実施態様７に記載の工作機械テーブルの回転較正を行うための装置。
（実施態様９）
前記ハース継手が、係合した際に互いに正確に噛合する歯を含み、かつ前記反撥スプリング力が、前記歯が互いに整合していない場合に前記ハース継手を係合させると歯のいずれかが損傷する力よりも小さい所定の大きさを有することを特徴とする、実施態様８に記載の工作機械テーブルの回転較正を行うための装置。
（実施態様１０）
さらに、汚染要素が前記工作機械テーブルの回転較正を行う装置の動作を妨害するのを防ぐために、前記近端と遠端の間に接続部材に結合されたブロッキング要素を含むことを特徴とする、実施態様９に記載の工作機械テーブルの回転較正を行うための装置。
【００３５】
（実施態様１１）
前記第１の状態において前記反撥スプリング力と結合する摩擦抵抗を提供するために、前記フランジと前記ハウジングの中間にワッシャを配置し、それにより前記ハウジングが前記接続部材のまわりで回転するのを防ぐための前記反撥スプリング力の大きさを小さくすることを特徴とする、実施態様１０に記載の工作機械テーブルの回転較正を行うための装置。
（実施態様１２）

前記ブロッキング要素がエラストマ材料でできたワッシャであることを特徴とする、実施態様１０に記載の工作機械テーブルの回転較正を行うための装置。
（実施態様１３）
前記スプリング・プランジャの先端部に接触し、かつ該先端部が接触する位置において、前記ハウジングが前記接続部材のまわりを回転する第２の状態において担持面となるように、前記ブラケットの上面に摩擦抵抗材料でできた担持ブロックを取り付けることを特徴とする、実施態様８に記載の工作機械テーブルの回転較正を行うための装置。
【００３６】
（実施態様１４）
回転軸のまわりを回転するように動作可能な工作機械テーブルと、付属品マウンティングと、ツールホルダを含み、かつ固定された回転位置を維持しながら回転軸に平行な方向に沿って前後に移動するように動作可能であるツールスピンドルとを含む工作機械アセンブリの回転軸較正を行う方法において、
コンポーネントを含む角位置測定光学アセンブリを操作するステップと、
前記工作機械テーブルの実際の角位置と前記工作機械テーブルの規定の角位置の差を測定するために前記コンポーネントを前記工作機械テーブルに結合するステップと、
縦軸を有し、該縦軸のまわりを回転しかつ回転継手によって互いに接続された上側要素と下側要素とを有し、前記上側要素は前記縦軸に沿って移動しかつ前記回転継手を係合及び解除するように配置され、前記下側要素は前記付属品マウンティングにかたく結合するためのマウントを有するようにせしめて、前記上側要素と前記下側要素を互いに他に対して正確に回転位置決めするための割出し較正装置を用意するステップと、
前記コンポーネントにかたく結合するマウントと、上面と、較正装置の上側要素に結合する底面とを備えたブラケットを用意するステップと、
前記ツールホルダにかたく結合しうる遠端と、近端とを有する接続部材を用意するステップと、
（ａ）前記回転継手の解放時に、前記縦軸に沿って回転するのを制限され、かつ（ｂ）前記回転継手の係合中に、前記縦軸に沿って回転可能なように配置された前記ブラケットの上面に前記接続部材の近端を結合する接続部材マウンティングを用意するステップとを含み、
回転較正に使用されるときは、前記接続部材が前記ツールホルダに結合し、前記コンポーネントが前記ブラケットに結合し、前記割出し較正装置が前記縦軸が工作機械テーブルの回転軸にほぼ一致するように工作機械テーブルに結合し、かつ前記スピンドルの前、後運動がそれぞれ前記回転継手を係合、解除するように配置される特徴を有する工作機械テーブルの回転較正を行うための方法。
【００３７】
（実施態様１５）
さらに、前記光学アセンブリをデュアル・レーザ干渉計を備えるステップと、前記コンポーネントとして角反射器を使用するステップと、前記回転継手としてハース継手を備えるステップとを含む、実施態様１４に記載の工作機械テーブルの回転較正を行うための方法。
（実施態様１６）
先端部と内部スプリングとを有するスプリング・プランジャを含む前記接続部材を構成するステップと、
所定の直径を有するフランジにより前記接続部材の近端を構成するステップと、
前記接続部材マウンティングに、前記所定の直径よりも直径の小さい開口を有するハウジングを備えるステップと、
前記先端部に前端および後端を備えるステップと、
前記位ハウジングを前記ブラケットの上面にかたく取り付け、前記先端部の前端が前記フランジを越えて延びかつ前記ブラケットの上面に接触するように、前記スプリング・プランジャを前記接続部材の近端に結合して、前記ハウジングの内部に前記フランジおよび前

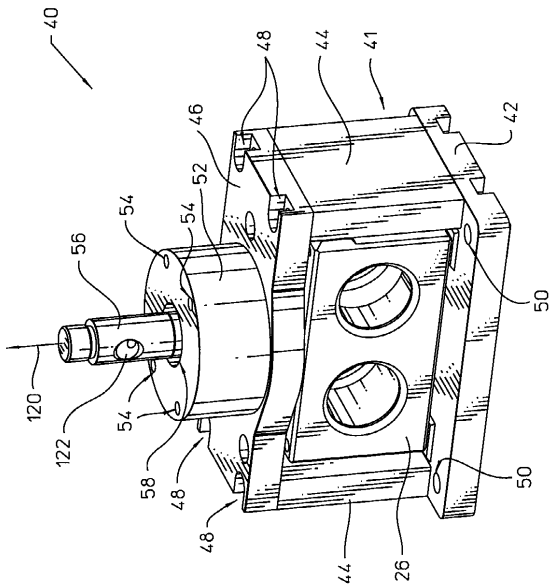
記先端部を配置するステップと、
前記遠端が前記開口を通過して前記ハウジングの外部に延びるように接続部材を配置するステップとをさらに含み、
第１の状態の場合において、前記先端部の後端を前記内部スプリングに押し当て、該内部スプリングを圧縮し、それにより、前記フランジを前記ハウジングに押し付けかつハウジングが接続部材のまわりを回転するのを防ぐ大きさの、前記接続部材により伝達される反発スプリング力を発生させ、
第２の状態の場合において、前記先端部の前端が前記ブラケットの上面に接触する位置において、前記先端部の前端に、前記反撥スプリング力と反対方向に少なくとも前記反撥スプリング力より大きい力を加え、その結果前記フランジが前記ハウジングに押し当てられなくなり、それにより前記ハウジングは、前記先端部の前面が前記上面に接触する前記位置において、前記接続部材のまわりを回転できるようになることを特徴とする、実施態様１４に記載の方法。
【００３８】
（実施態様１７）さらに、前記近端と前記遠端との間に、前記接続部材に結合され、かつ汚染要素が回転軸較正を行う方法を妨害するのを防ぐブロッキング要素を備えるステップを含むことを特徴とする、実施態様１６に記載の工作機械テーブルの回転較正を行うための方法。
（実施態様１８）前記スプリング・プランジャの先端部に接触する前記ブラケットの上面に取り付けられ、かつ前記先端部が接触する位置において、前記ハウジングが前記接続部材のまわりを回転する前記第２の状態において担持面となる、摩擦抵抗材料でできた担持ブロックを備えることを特徴とする、実施態様１７に記載の工作機械テーブルの回転較正を行うための方法。
【図面の簡単な説明】
【図１】角位置を測定する従来のレーザ干渉計システムの概略ブロック図である。
【図２】図１に示したレーザ干渉計システムからの反射要素を取り付ける本発明の上部ハウジング部分の透視図である。
【図３】図２に示した本発明の上部ハウジング部分の平面図である。
【図４】図２に示した本発明の上部ハウジング部分の側面図である。
【図５】図２に示した本発明の上部ハウジング部分の上面図である。
【図６】図４および図５の断面線Ａ－Ａに沿って切断した本発明の上部ハウジング部分の部分断面図である。
【図７】図２から図６に示した本発明の上部ハウジング部分と併用した回転割出し較正装置の断面図である。
【図８】図７に示した回転割出し較正装置の上面図である。
【符号の説明】
８：　角位置測定レーザ干渉計システム
１４：　角干渉計
２６：　角反射器
４０：　上部ハウジング
４６：　上部部材
５２：　カバー部材
５６：　垂直軸
６０：　エラストマ・ワッシャ
６２：　フランジ
７０：　先端部
７６：　スプリング
８０：　担持ブロック
９０：　割出し回転校正装置
９２：　上側円板

９４：　中心軸
９６、９８：　ころ軸受け
１００：　下側円板
１０４：　ハース継手
１０６：　縦軸
１０８：　目盛環
１１０：　指針
１１２：　取付孔
１２０：　軸中心線

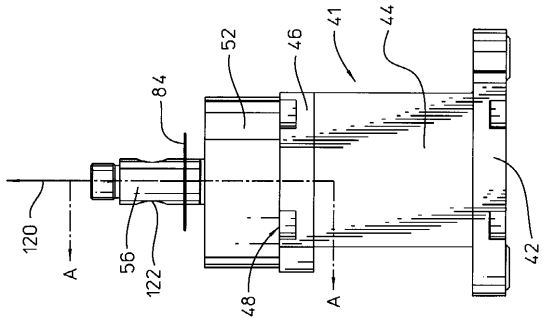
【図１】



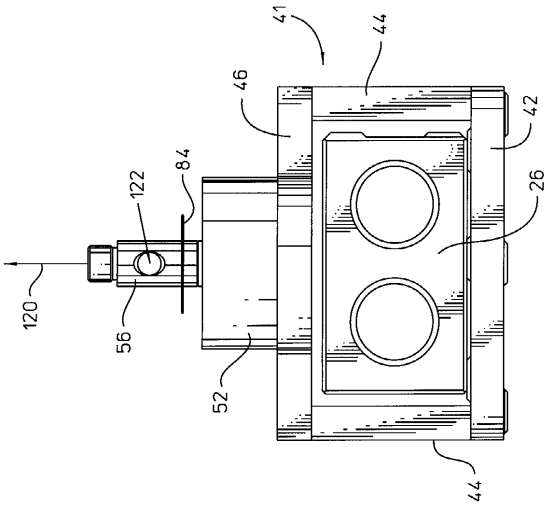
【図２】



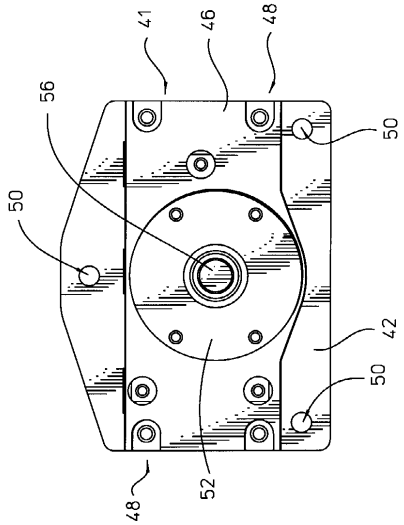
【図３】


52
46
41
44
84
120
A
56
122
48
A
42

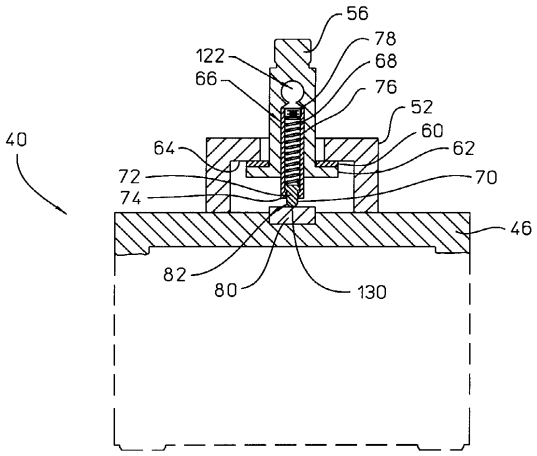
【図４】


41
44
46
42
84
122
26
120
56
52
44

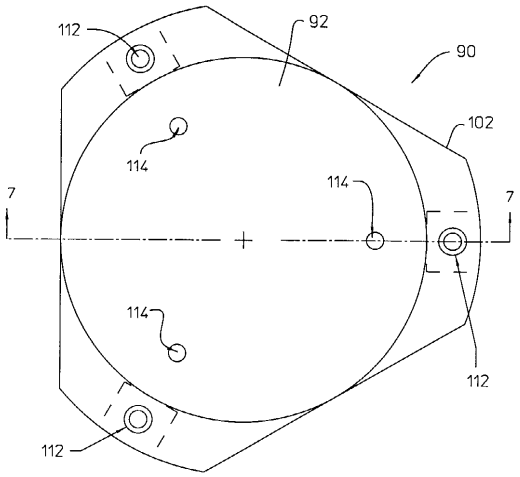
【図５】


41
46
48
56
50
50
42
50
48
52

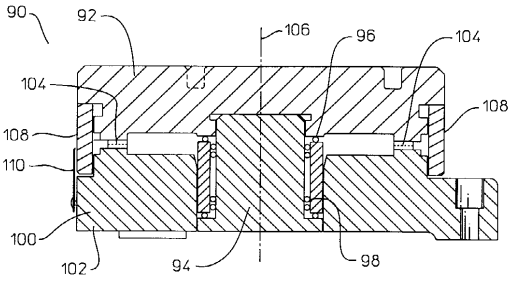
【図６】


56
78
122
68
66
76
52
60
64
62
72
70
74
40
46
82
80
130

【図７】


112
92
90
102
114
114
7
7
114
112
112

【図８】


90
92
106
96
104
104
108
108
110
100
102
94
98

フロントページの続き

(72)発明者　キャロル・ジェー・クーヴィル
アメリカ合衆国カリフォルニア州サン　ノゼ、シェフィールド　アヴェニュー　１５７５

審査官　齋藤　健児

(56)参考文献　特開平０６－２２６５９５（ＪＰ，Ａ）
米国特許第０５３４１７０２（ＵＳ，Ａ）
米国特許第０３９２６５２３（ＵＳ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.[7]，ＤＢ名)
B23Q 17/00-B23Q 23/00
G01B 5/00-G01B 5/30