

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4361016号  
(P4361016)

(45) 発行日 平成21年11月11日(2009.11.11)

(24) 登録日 平成21年8月21日(2009.8.21)

(51) Int.Cl.	F 1
GO 1 B 5/00 (2006.01)	GO 1 B 5/00 P
GO 1 B 5/008 (2006.01)	GO 1 B 5/008
GO 1 B 21/00 (2006.01)	GO 1 B 21/00 H GO 1 B 21/00 P

請求項の数 16 (全 11 頁)

(21) 出願番号	特願2004-516984 (P2004-516984)
(86) (22) 出願日	平成15年7月1日(2003.7.1)
(65) 公表番号	特表2005-531765 (P2005-531765A)
(43) 公表日	平成17年10月20日(2005.10.20)
(86) 国際出願番号	PCT/GB2003/002810
(87) 国際公開番号	W02004/003466
(87) 国際公開日	平成16年1月8日(2004.1.8)
審査請求日	平成18年7月3日(2006.7.3)
(31) 優先権主張番号	0215152.0
(32) 優先日	平成14年7月1日(2002.7.1)
(33) 優先権主張国	英国(GB)

(73) 特許権者	391002306 レニショウ パブリック リミテッド カンパニー RENISHAW PUBLIC LIMITED COMPANY 英国 グロスター・シャー州 ワットン・アン・ダーニッジ ニューミルズ(番地なし)
(74) 代理人	100077481 弁理士 谷 義一
(74) 代理人	100088915 弁理士 阿部 和夫
(72) 発明者	デービッド ロバート マクマートリー イギリス ジーエル11 6エイティ クロスター・シャー ダースリー スタンクーム パーク フーム(番地なし) 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】プローブまたはスタイラスの位置調整

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

第1の部分およびこの第1の部分に対して相対移動可能な第2の部分と、  
スタイラスおよびスタイラスチップを有する測定機構と、  
前記第2の部分に対して相対回転可能に位置調整し得る少なくとも1つの回転可能な部材を具え、前記測定機構と前記第2の部分とを相互に接続するための継手と、  
一方が前記第1の部分にあって他方が前記回転可能な部材にある2つの相互に係合可能な部分を具えた係合部と  
を具えた座標測定装置であって、

前記係合部の一方の部分とこの係合部の他方の部分とを共に係合状態に保持するためのホルダを具え、

前記回転可能な部材にある前記係合部の一方の部分が前記スタイラスチップから離れていることを特徴とする座標測定装置。

## 【請求項 2】

前記回転可能な部材が複数の再現可能な位置に位置調整し得る請求項1に記載の座標測定装置。

## 【請求項 3】

前記係合部の他方の部分が球面を具え、前記ホルダが球面受容領域を具えている請求項1または請求項2に記載の座標測定装置。

## 【請求項 4】

前記球面が前記回転可能な部材に形成され、前記ホルダが前記第1の部分に形成されている請求項3に記載の座標測定装置。

【請求項5】

前記ホルダが真空コンジットを含んでいる請求項4に記載の座標測定装置。

【請求項6】

前記球面が前記第1の部分に形成され、前記ホルダが前記回転可能な部材に形成されている請求項3に記載の座標測定装置。

【請求項7】

スタイラスおよびスタイラスチップと、

移動可能な部材を有し、前記スタイラスを支持体に接続するための移動可能な継手と、  
スタイラスの位置変更機構と、

10

一方が前記移動可能な部材にあって他方が前記スタイラスの位置変更機構にある2つの相互に係合可能な部分を具えている係合部と  
を具えた測定機構であって、

前記係合部の一方の部分とこの係合部の他方の部分とを共に係合状態に保持するためのホルダを具え、

前記回転可能な部材にある前記係合部の一方の部分が前記スタイラスチップから離れていることを特徴とする測定機構。

【請求項8】

前記移動可能な部材が前記スタイラスの位置変更機構に対して複数の再現可能な位置へと回転可能に位置調整し得ることを特徴とする請求項7に記載の測定機構。

20

【請求項9】

前記係合部の他方の部分が球面を具え、前記ホルダが球面受容領域を具えている請求項7または請求項8に記載の測定機構。

【請求項10】

前記球面が前記回転可能な部材に形成され、前記ホルダが前記第1の部分に形成されている請求項9に記載の測定機構。

【請求項11】

前記ホルダが減圧コンジットを含んでいる請求項10に記載の測定機構。

【請求項12】

30

前記球面が第1の部分に形成され、前記ホルダが前記回転可能な部材に形成されている請求項9に記載の測定機構。

【請求項13】

前記継手は、前記移動可能な部材が2つの回転軸における前記複数の再現可能な位置に位置調整し得ることを可能にする請求項7から請求項9の何れかに記載の測定機構。

【請求項14】

座標測定装置に取り付けられた測定機構を位置調整する方法であって、前記座標測定装置は

第1の部分およびこの第1の部分に対して相対移動可能な第2の部分と、

係合部の一方の部分と

を有し、前記測定機構は、

スタイラスおよびスタイラスチップと、

前記スタイラスを前記第2の部分と相互に接続すると共に前記スタイラスを位置調整するための継手と

を有し、この測定機構は、

前記第1の部分と相互に係合する前記係合部の他方の部分をさらに具え、

前記係合部の2つの部分の一方とこの係合部の他方とを共に係合状態に保持するためのホルダを具え、当該係合部の他方の部分が前記スタイラスチップから離れている方法であつて、

前記係合部の一方および他方の部分を係合するために前記第1および第2の部分を動か

40

50

すことと、

前記第2の部分を前記係合部の中心にある通路の前記第1の部分に対して動かし、これによって前記第1および第2の部分に対して前記スタイルスを位置調整することと、

前記第1および第2の部分の相対的な移動によって前記係合部の一方および他方の部分を係合解除することと

を具えたことを特徴とする方法。

【請求項15】

前記継手は、前記第2の部分に対して複数の再現可能な位置へと前記スタイルスの位置変更を可能にすることを特徴とする請求項14に記載の方法。

【請求項16】

前記継手を固定解除してその位置変更を可能とするステップを含むことを特徴とする請求項14または請求項15に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、例えば座標位置決め機械にて用いられるような測定型プローブのスタイルスの位置調整に関し、プローブ部分の動きにより引き起こされるスタイルス部分の動きを抑制する。

【0002】

2002年6月13日に提出された我々の同時係属出願の特許文献1は、このようなスタイルスまたはプローブの位置調整に関し、その開示内容はこれを参照することによってその全部がこの明細書に組み入れられる。スタイルスの位置調整はまた、先行する特許文献2にも開示されており、この特許の開示内容のすべてが同様に参照することにより、この明細書に組み入れられる。

【背景技術】

【0003】

モータ駆動または手動にて移動可能な支持体にプローブを用いる座標測定装置上の加工対象物を測定することがよく行われている。プローブは、加工対象物の表面に接触した時に信号を生成し、この信号は、スタイルスの座標位置を記録するために用いられる。測定プローブに取り付けられたスタイルスを位置調整し直すことがしばしば望まれる。

【0004】

例えば、加工対象物の水平面や、この加工対象物に水平に延在している穴の寸法も同様に決定する必要がある場合、この場合にはスタイルスを配置し直さなければならない可能性がある。これを行うことができる多くの方法がある。多分、別々のスタイルスを表面および穴の検査のためにそれぞれ用いることができるか、または望むのであればスタイルスを新しい位置に配置し直すことができる。位置変更は、プローブ内のモータにより達成可能である。あるいは、位置変更は、スタイルスのある部分を拘束し、スタイルスを位置調整し直すようにプローブ支持体を動かすことによって達成可能である。この後者の型式の装置が特許文献3に開示されている。

【0005】

他の位置調整技術の開示が我々の特許文献4にてなされている。この文献は、アームを固定対象物と当接状態に駆動する手段により、関節でつながったプローブヘッドに対するプローブエキステンションアームの相対的な位置調整を開示している。このアームは、ピボット回転可能な継手に取り付けられ、固定された物体へと駆動した時にピボット軸回りに強制的に配置し直される。新たに位置調整されたスタイルスシステムが正しい位置に留まるように、開示された1つのピボット回転可能な継手が摩擦をもたらす。開示された他の継手は、スタイルスを正しい位置に係止する。延長アームは、その当接部の上を摺動する。アームに装着されたスタイルスチップの位置が位置調整後には知られていないので、再較正がそれぞれの位置調整後に必要である。位置調整中にアームに加えられた力がアームに曲げをもたらし、それで再較正が必要である。

10

20

30

40

50

## 【0006】

単純な装置が特許文献5および特許文献6に開示されている。これらの文献において、スタイラスボールがレセプタクルに押し付けられて現在のスタイラスチップ位置の較正をもたらす。特許文献5は、その位置を決定するために3つの面を持つくぼみに押し付けられる揺動可能な継手に取り付けられたスタイラスを提案している。

## 【0007】

特許文献3はまた、スタイラスチップをくぼみへと動かし、次いでチップが望ましくはくぼみに集中したままの状態でヘッドを動かすための駆動制御装置を開示している。位置再調整が行われた場合、曲げ力がスタイラスに再び惹起される。

## 【0008】

10

【特許文献1】PCT/GB02/02460

【特許文献2】米国特許第4571847号

【特許文献3】米国特許第5848477号

【特許文献4】米国特許第4168576号

【特許文献5】米国特許第4523450号

【特許文献6】欧州特許第0389108号

## 【発明の開示】

## 【発明が解決しようとする課題】

## 【0009】

20

どの従来技術も、位置再調整後にスタイラスチップを再較正しなければならないという問題には言及していない。

## 【課題を解決するための手段】

## 【0010】

本発明によると、第1の部分およびこの第1の部分に対して相対移動可能である第2の部分と、スタイラスおよびスタイラスチップを有する測定機構と、この測定機構と前記第2の部分とを相互に接続し、前記第2の部分に対して相対回転可能に位置調整し得る少なくとも1つの回転可能な部材を具えた継手と、一方が前記第1の部分にあると共にもう一方が前記回転可能な部材にある2つの相互に係合可能な部分を具えた係合部とを具え、

前記係合部の前記2つの部分の一方が係合時に他方を保持するためのホルダを具え、前記回転可能な部材にある前記係合部の前記2つの部分の一方が前記スタイラスチップから離れていることを特徴とする座標測定装置が提供される。

## 【0011】

30

本発明の第2の形態によると、スタイラスおよびスタイラスチップと、移動可能な部材を有すると共に前記スタイラスを支持体に接続するための移動可能な継手と、スタイラス位置調整機構と、一方が前記移動可能な部材にあると共にもう一方が前記スタイラス位置調整機構にある2つの相互に係合可能な部分を具えた係合部と

を具え、前記係合部の前記2つの部分の一方が係合時に他方を保持するためのホルダを具え、前記回転可能な部材にある前記係合部の前記2つの部分の一方が前記スタイラスチップから離れていることを特徴とする測定機構が提供される。

## 【0012】

40

本発明は、座標測定装置に取り付けられる測定機構を位置調整する方法に及んでおり、この座標測定装置は、第1の部分およびこの第1の部分に対して相対移動可能な第2の部分と、係合部の一方の部分とを有し、前記測定機構は、スタイラスおよびスタイラスチップと、前記スタイラスを前記第2の部分と相互に接続すると共に前記スタイラスを位置調整するための継手とを有し、この測定機構は、前記第1の部分と相互に係合するための前記係合部の他方の部分をさらに具え、前記係合部の前記2つの部分の一方が係合時に他方を保持するためのホルダを具え、前記係合部の前記他方の部分が前記スタイラスチップから離れており、この方法は、

前記係合部の一方および他方の部分を係合するために前記第1および第2の部分を動かすことと、

50

前記係合部の中心にある通路における前記第1の部分に対して前記第2の部分を相対的に移動し、これによって前記第1および第2の部分に対して前記スタイラスを位置調整することと、

前記第1および第2の部分の相対移動によって前記係合部の一方および他方の部分を係合解除することとを具えている。

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

さて、本発明が添付図面を参照して記述されよう。

【0014】

図1は、プローブ10をX、YおよびZ軸に動かすことができる一般的な座標測定装置(CMM)を示している。一般に、加工対象部材5を測定する場合、プローブ10は、スタイラスチップ34が加工対象物に接触するまで、スタイラスホルダ12に保持されたスタイラス30と共に加工対象物の表面に向けて動かされる。その瞬間、プローブ10は、このプローブの移動を停止する共にスタイラスチップの座標位置を記録する信号を生成する。この情報から、加工対象物の寸法を決定することができる。望ましくは、加工対象物の外観のすべての寸法は、この加工対象物を動かさずに1回の作業にて決定する必要がある。これは、異なったスタイラスを用いるか、あるいはスタイラスを位置調整し直すことにより、上述したように実現可能である。

10

【0015】

この発明の実施形態は、スタイラス部を保持する一方、装置のクイル8を座標測定装置のモータを用いて移動することにより、スタイラスを位置調整/位置変更することに関する。図1におけるプローブ支持体は、第2の位置8'に示されている。スタイラス30がスタイラス位置調整機構50により保持されるのに対し、クイルは8から8'へと移動する。この移動は、プローブ支持体の2つまたは多分3つの軸に対する調整を結果として伴う。図1に示した実施形態におけるスタイラスホルダ12のさらなる位置調整は、加工対象物5の3つの穴の寸法が検査されることを可能にしよう。

20

【0016】

位置調整可能なスタイラスを有する型式の測定プローブ装置がより詳細に図2に示されている。この図は、その詳細な説明がこの出願の一部を形成する特許文献2に記述された特徴を有するプローブヘッド14を示している。簡単に説明すると、このヘッドは、プローブ10を移動可能に支持している。スタイラス30はプローブ10に接続され、プローブおよびスタイラスの両方がクイル8に対して予め選択された多数の再現可能な位置に位置調整可能である。

30

【0017】

プローブ支持体12は、軸Aを中心に回転可能であって3組のローラ対120を有し、それぞれのローラ対はリング状に配列するボール122の1つを挟んで係合可能である。従って、全部で6個の接触点が得られ、ボールの角度間隔と等しいプローブ支持体12の回転増分(この場合、15度)が可能である。同様な機構が軸Bを中心とするプローブ支持体の回転のために与えられている。ボールおよびローラは、ばねによって係合状態に付勢され、使用中にはこれらの相対位置が保持されるようになっている。位置変更のためにはばね偏倚を容易に抑制することができる。

40

【0018】

スタイラス30は、(この場合、プローブ10と一緒に)プローブ支持体12をおさえると共にクイル8を動かすことにより、位置変更することができる。この実施形態における支持体12の保持は、スタイラスの位置調整機構50を使用することによってもたらされる。

【0019】

この機構50は、プローブ支持体12のレセプタクル54と係合可能な静止保持されたボール52を有する。ボール52およびレセプタクル54は、係合部に関する第1および第2の相互に係合可能な部分を形成する。クイルが(ボール52の中心と軸Aとの間の距

50

離と等しい) 半径  $r$  を有する円弧または球面軌跡  $R$  にて駆動された場合、この時のスタイルス 30 の位置変更は、 $x$ 、 $y$  および  $z$  軸における選択された任意の 15 度回転増分の何れにおいても可能である。

#### 【0020】

同様なヘッド 14、プローブ 10 およびスタイルス 30 が図 3 に示されている。ヘッドが変更され、レセプタクルが軸 56 およびボール 58 と置き換えられたようになっている。異なるスタイルス位置調整機構 503 が示されている。

#### 【0021】

使用中には、位置調整機構 503 がボール 58 を保持すると共にクイル 8 の移動が円弧  $R$  にて行われる。この移動は、ボール 58 を中心にしてなされる。この機構 503 は、本体 60 内にコンジット 48 を具えている。このコンジットの一端には、ボール 58 を保持するための基準面を形成するリップ 62 がある。ボール 58 およびリップ 62 は、係合部に関する第 1 および第 2 の相互に係合可能な部分を形成する。コンジット 48 内に減圧が起こり、これは減圧管 64 によってもたらされる。本体 60 は、座標測定装置 2 のベッド 4 に固定可能なベース 66 に取り付けられている。

#### 【0022】

位置変更中に、ボール 58 はリップ 62 と接触状態に動かされ、減圧がコンジット 48 内で起こる。この減圧は、ボール 58 をリップ 62 に保持する一方、プローブ支持体 12 を軸 A および / または B に関して位置変更する。

#### 【0023】

図 3a は、図 3 に示したプローブアセンブリの変形例を示している。この変形例におけるローラ対 120 およびボール 122 (4 つのみ示す) は、ばね 72 によって係合状態にもたらされるのみならず、矢印 C の方向に作用するソレノイド 74 の作動によって分離させられるようになっている。

#### 【0024】

複数組のボールおよびローラの分離は、位置再調整に対してより少ない抵抗をもたらす。これらソレノイドの起動は、CMM からの指令を介することができ、両方のソレノイド 74 を相互に操作することができるか、あるいはこれらのソレノイドを単独で操作することができる。この場合、ソレノイドは、クイル 8 の電源から伸びて両方のソレノイドを通り、ボール 58 を介して位置調整機構 503 または 50 を通る電気経路 P により起動される。操作中に位置調整機構と接触する動作は、ソレノイドを起動させてボールとローラとを分離する。他の分離システム、例えば機械的または減圧型式が可能である。

#### 【0025】

図 4 および図 5 は、図 2 および図 3 に示したヘッド 14 の変形例を示している。この変形例におけるスタイルス 30 は、スタイルスホルダ 12 に対して移動可能であり、プローブ 10 はクイル 8 に対して固定される。

#### 【0026】

図 4 は、スタイルスチップ 34 が表面に接触した時に座標測定装置を停止させる信号を生成するプローブ 10 を示している。カップ形状の軸受面 25 とボール 24 との間に形成された自在継手によって任意の方向に揺動できる移動可能なスタイルス 30 もまた示されている。スタイルスホルダ 12 は、通常、所定位置に保持されるが、解除時には自由となり、スタイルスを二点鎖線 30' および 30" によって示した範囲内にある (すなわち半球状移動よりも大きい) 位置にもたらすため、一部球面拳動にて揺動するようになっている。このプローブアセンブリは、プローブ 10 とスタイルスホルダ 12 とを接続する運動学的継手 18 を選択的に含む。

#### 【0027】

測定中、ボール 24 は、軸受面 25 と接触する所定位置に磁石 22 の吸引力によって静止保持される。ボール 24 をこの所定位置に保持する追加の吸引力を与えることができる電磁石 20 もまた、示されている。ボール 24 は、鉄材料か、あるいは鉄の流動材料を充填した中空のセラミック本体にて作ることができる。軸受面 25 は、3 個のセラミック材

10

20

30

40

50

料のパッドであってよい。

【0028】

クイル8が移動する場合、自在継手の摩擦を減少させ、これによってスタイラス30の曲げモーメントを回避するため、逆磁界を電磁石20に引き起こさせ、ボール24と磁石22との間の磁気吸引を減少させることができる。必要に応じて、電磁石を間欠作動させることができ、あるいは支持体12とボール24との間に振動を与えるために電流を交番させることができる。このような振動は、自在継手の摩擦を減少させよう。随意的な空気供給源が噴射口36に給気するために示されている。これらの空気噴射口36は、操作時に低摩擦自在継手をもたらす。この機構に空気供給源を設けた場合、圧縮空気をコンジットを介して空気噴射口36に供給するためにこれを使用することができ、同時に自在継手の運動が行われる。この空気供給源は、ボール24の表面と軸受面25との間に形成されるべき流体薄膜をもたらし、これによって両者の間の摩擦が減じられよう。この流体薄膜を上述した現象を減らす電磁摩擦の代わりに用いたり、あるいは補って用いることができる。

【0029】

正しい位置まで移動がなされた場合、電磁石20の電流が遮断または逆流され、および/または空気供給を休止することができる。従って、スタイラス30は配置変更され、使用のための準備ができる。

【0030】

図5は、図4に示したものと同様なプローブアセンブリを示している。この構成において、電磁石20および磁石22は、減圧チャンバ42に代えられている。減圧は、コンジット44を介して引き起こされる。この実施形態においては、一部球状軸受面46が与えられている。

【0031】

測定中、スタイラス30をスタイラス支持体12に対して静止関係にある所定位置に保持するため、チャンバ42が減圧状態に保持される。

【0032】

スタイラス30の位置再調整が必要な場合、ボール24に対する保持力を減じるため、チャンバ42内の圧力を増大させる。位置再調整が行われたならば、チャンバ42内の圧力を再び減圧する。上述したような摩擦を減らすため、必要に応じて電磁石および/または空気軸受(図示せず)を使用することができる。減圧のみを用いる場合、ボール24が磁気/磁化可能な材料のものである必要はない。

【0033】

図6および図7は、クイル8を駆動力として使用し、それらのスタイラスを位置調整可能とするために用いることができる図4および図5に示したスタイラス30の2つの可能な変更例を示している。

【0034】

図6においては、図2に示したレセプタクル54と類似のレセプタクル54'が用いられている。スタイラス位置変更機構50が用いられる。この位置変更技術は、図2を参照して記述されたようなものである。この場合、軌跡Rもまた半径rを有する。

【0035】

図7は、他の可能な変更例を示している。柄160がスタイラス30に装着され、シリンドラ164がこの柄に装着される。シリンドラ164は、回転可能なスタイラス位置調整機構507と係合可能である。この機構は、シリンドラを受け入れて磁力によりこれを保持するためのV字形状の溝166を有する。スタイラスの位置変更は、上述したように半径rを有する軌跡Rにてクイル8を動かすことにより行われる。この機構507の回転B'の中心と合致した転線回りのクイルの動きは、軸Bに関するスタイラス30のさらなる位置変更を可能とする。

【0036】

PCT/GB02/02460には、所定のスタイラス30をラック100(図1)に対

10

20

30

40

50

して出し入れして他と交換することが詳細に記述されている。検査作業中の如何なる時点、例えば偶然に所定位置ではない所に接触した後であっても、ボール 24 と軸受面 25 または 46 との間の摩擦を減じることにより、スタイラス 30 を位置変更することができる。摩擦を充分に減らすことは、スタイラスが垂直または周知の角度で垂れ下がることを可能にしよう。従って、スタイラスは例えば機構 50 または 507 を用いて正確な位置に再調整することが可能である。

#### 【0037】

本説明は、減圧に言及している。ここで、この用語は周囲よりも低い任意の流体圧または完全な真空を包含する。

#### 【0038】

図 4, 図 5, 図 6 および図 7 に関する説明および図面は、ボールおよびカップ型自在継手を示している。しかしながら、凸部およびこの凸部を取り囲んで受容する要素か、または凹部およびこの凹部に受容される要素を有する任意の自在継手が選択肢として満足しよう。例えば、間隔をあけた 3 個のより小さなボール内に嵌め込み可能な大ボール（凸部）や、または継手の一部としてのカップ（凹部）およびこのカップ内に収容される固定関係の 3 個のボールである。凸球状パターンに対して有効な凹部を与えるように配された接触点の配列は、同等の凹または凸球面に対して用いることができる。

#### 【0039】

ボール 122 およびローラ 120 は、図 2, 図 3 および図 3a に示されている。再現可能な複数の位置をもたらすため、この構成に代えて任意の運動学的機構、例えば半径方向に延在して配列する V 字状溝および 3 つの係合ボールを採用することができる。

#### 【0040】

一般的な CMM が図 1 に示されているけれども、ここで用いたような「座標測定装置」は、直交座標を決定することができる任意の機械、または別のもの、例えば工作機械または位置決定装置を有するロボットアームを包含することを意図している。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0041】

【図 1】本発明の実施形態を用いた座標測定装置を示している。

【図 2】プローブアセンブリとスタイラス位置調整機構とを示している。

【図 3】図 2 のプローブアセンブリと、さらにもう 1 つのスタイラス位置調整機構とを示している。

【図 3a】図 3 に示したプローブアセンブリの変形例を示している。

【図 4】特許出願 PCT/GB02/02460 の対象であるプローブを示している。

【図 5】特許出願 PCT/GB02/02460 の対象であるプローブを示している。

【図 6】図 4 か、あるいは図 5 のプローブと、さらにもう 1 つの位置調整機構とを示している。

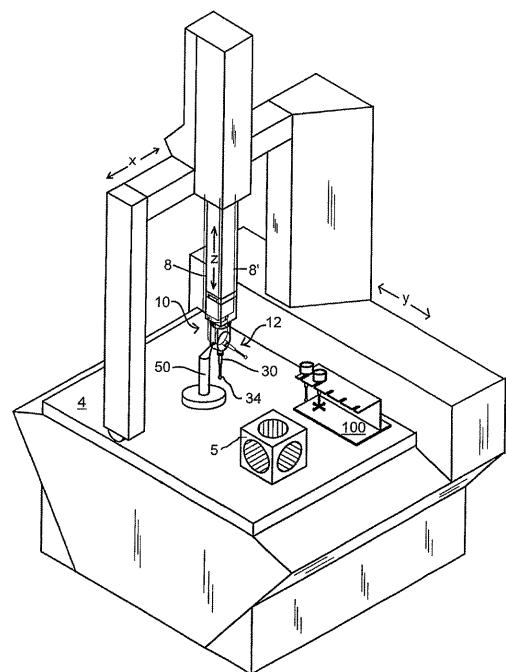
【図 7】図 4 および図 5 に示したスタイラスの変更バージョンであるスタイラスを別なスタイラス位置調整機構と共に示している。

10

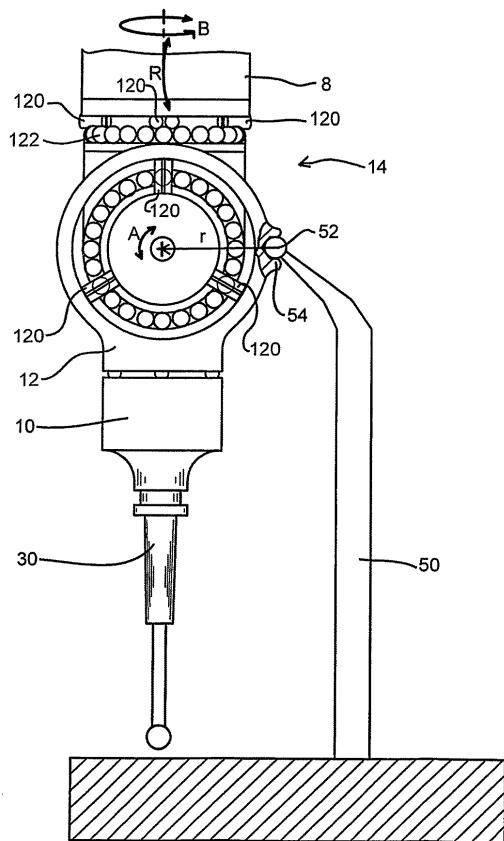
20

30

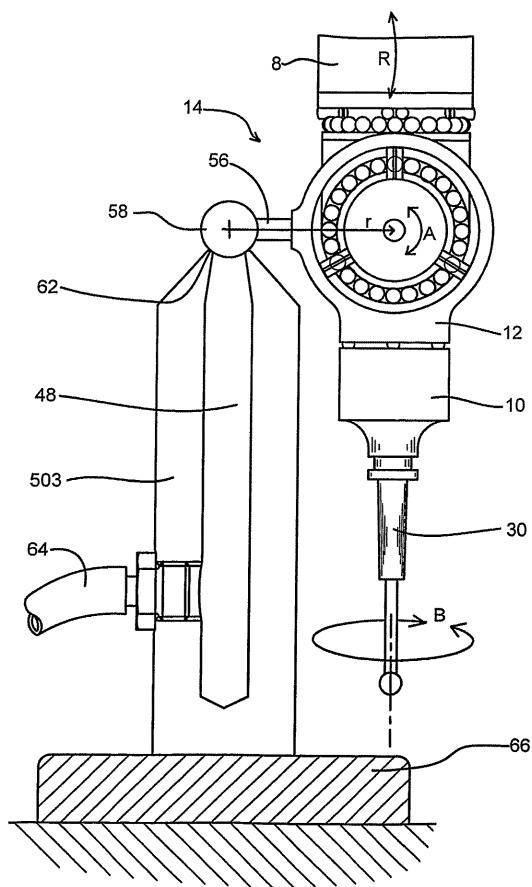
【 図 1 】



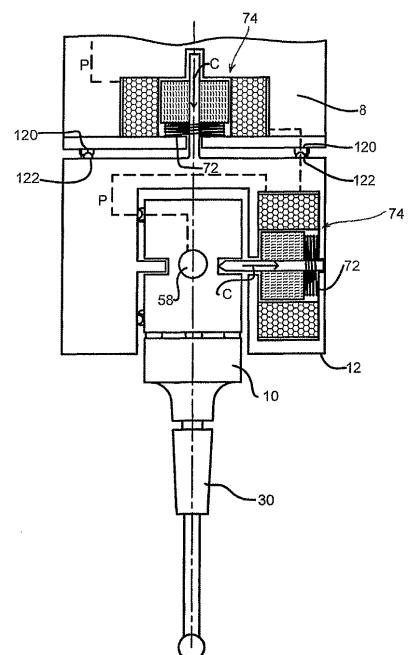
## 【 図 2 】



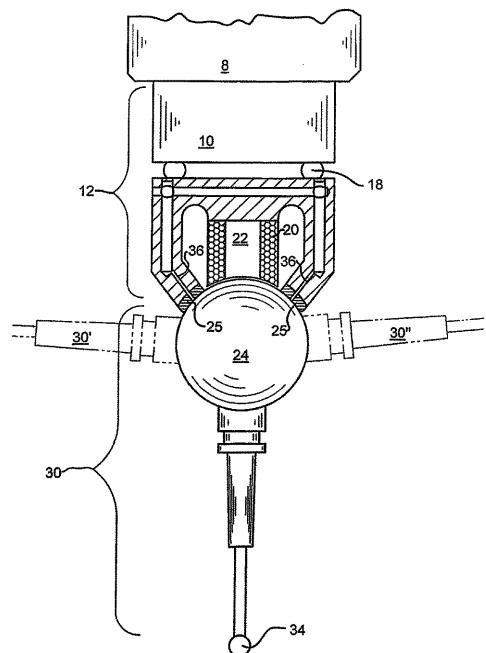
### 【 図 3 】



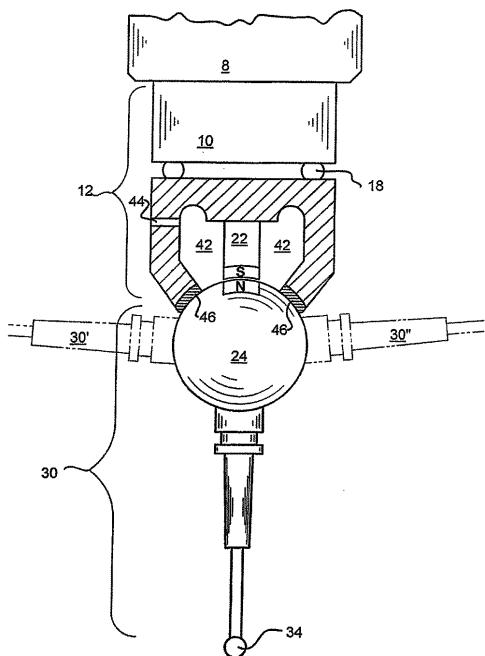
【図3a】



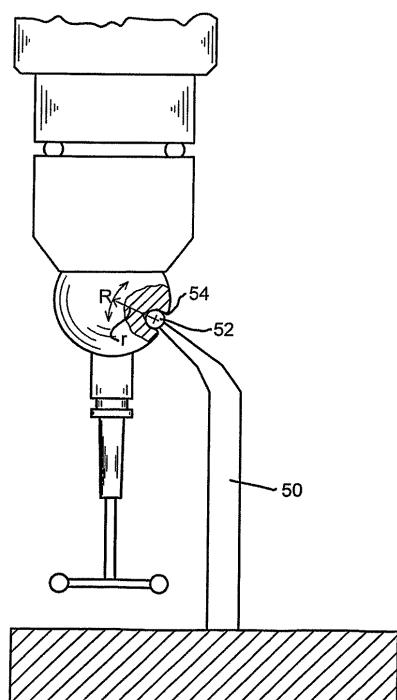
【図4】



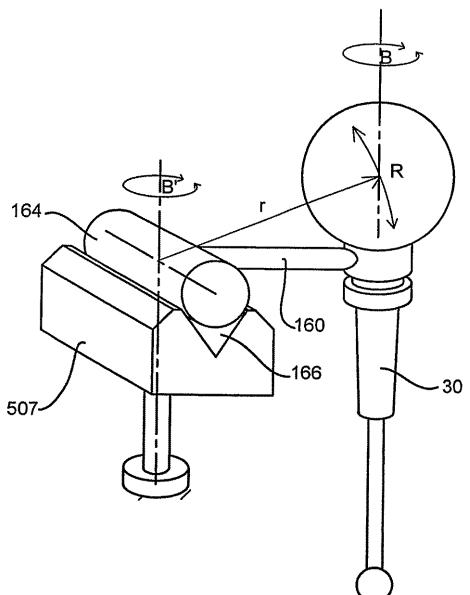
【図5】



【図6】



【図7】



---

フロントページの続き

(72)発明者 ジェフリー マクファーランド  
イギリス ジーエル11 5ページー クロスター・シャー ダースリー アッパー カム チャー<sup>チ</sup> ロード 22 ザ マンス

審査官 櫻井 仁

(56)参考文献 特開昭53-124469(JP,A)  
特開昭61-048711(JP,A)  
特開昭63-285610(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G01B 5/00~ 5/30

G01B 21/00~21/32