

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第5324214号  
(P5324214)

(45) 発行日 平成25年10月23日 (2013. 10. 23)

(24) 登録日 平成25年7月26日 (2013. 7. 26)

(51) Int. Cl.

F I

GO 1 B 5/012 (2006. 01)  
 GO 1 B 5/00 (2006. 01)  
 GO 1 B 21/00 (2006. 01)  
 GO 1 B 11/00 (2006. 01)

GO 1 B 5/012  
 GO 1 B 5/00 B  
 GO 1 B 21/00 P  
 GO 1 B 11/00 A

請求項の数 6 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2008-508296 (P2008-508296)  
 (86) (22) 出願日 平成18年4月26日 (2006. 4. 26)  
 (65) 公表番号 特表2008-539410 (P2008-539410A)  
 (43) 公表日 平成20年11月13日 (2008. 11. 13)  
 (86) 国際出願番号 PCT/GB2006/001534  
 (87) 国際公開番号 W02006/114627  
 (87) 国際公開日 平成18年11月2日 (2006. 11. 2)  
 審査請求日 平成21年4月24日 (2009. 4. 24)  
 (31) 優先権主張番号 0508388.6  
 (32) 優先日 平成17年4月26日 (2005. 4. 26)  
 (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 LIM  
 ITED COMPANY  
 英国 グロスターシャー州 ワットン-アン  
 ダー-エッジ 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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光学センサ付きの表面検出装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

位置測定装置に用いる表面検出装置であって、  
 ワークピース検出用のスタイラスチップを有する曲がり可能な長いスタイラスと、  
前記スタイラスの曲がりによって前記チップの横変位が与えられるように、前記チップ  
、またはその近くにあり、あるいはそれに結合される光学素子と、  
 前記スタイラスに沿って前記光学素子と検出器との間にライトビームを投光することによ  
 り、前記チップの横変位を測定する光変換システムと、  
 を含み、  
 前記スタイラスは、縦変位のために、縦のみに移動可能なキャリッジ上の前記表面検査  
 装置に設置され、  
前記キャリッジの前記縦変位を測定するための手段が備えられる  
 ことを特徴とする表面検出装置。

【請求項 2】

前記縦変位を測定するための手段は、更なる検出器に投光される更なるライトビームを  
 含むことを特徴とする請求項 1に記載の表面検出装置。

【請求項 3】

共通の光源から前記両方のライトビームを取り出すビームスプリッタを含むことを特徴  
 とする請求項 2に記載の表面検出装置。

【請求項 4】

10

20

前記キャリッジは、縦方向に移動するために、対の平行な板ばねつまりダイアフラムに設置されることを特徴とする請求項 1 から 3 のいずれかに記載の表面検出装置。

【請求項 5】

前記スタイラスは、前記表面検出装置内に交換可能に取り付けられることを特徴とする請求項 1 から 4 のいずれかに記載の表面検出装置。

【請求項 6】

前記スタイラスは、キネマチックマウントを介して前記キャリッジに交換可能に取り付けられることを特徴とする請求項 5 に記載の表面検出装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、例えば、座標測定マシン（CMM）、スキャニングマシン、マシンツール、または測定ロボットなどのような位置測定装置に用いる表面検出装置に関するものである。

【背景技術】

【0002】

そのようなマシンは、ワークピースを測定するために用いられ、一般に、ワークピースが保持されるテーブルに対して 3 方向 X、Y、および Z に移動可能なアームまたは他の部材を含む。基準位置に対する移動可能な部材の位置が測定できるように、それぞれの X、Y、Z 方向における前記移動可能なアームまたは他の部材の動きは、マシンの変換器によ

20

【0003】

本発明が特に関係する表面検出装置は、ワークピースコンタクト用のチップ付きの長いスタイラスを有するアナログまたは測定プローブである。特許文献 1 に開示されているように、それは、使用中において、高速走査作業に用いる連節ヘッド（articulating head）に設置してもよい。そのヘッドは、マシンの移動可能な部材に設置されて、2 つの直交する回転軸の周りにプローブスタイラスの軸を合わせることが可能なモータつまりアクチュエータを有する。これらの回転可能な軸に組み合わせられる各変換器は、位置合わせの方向を測定する。

【0004】

30

【特許文献 1】米国特許第 5,040,306 号明細書

【特許文献 2】米国特許第 6,633,051 号明細書

【特許文献 3】米国特許第 5,327,657 号明細書

【特許文献 4】欧州特許第 566,719 号明細書

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

走査作業中に、マシンおよび/またはヘッドは、マシンコントローラからの指示にしたがって、スタイラスチップをワークピースの表面上を移動させて、ワークピースの表面の輪郭に関するデータを集める。マシンおよびヘッドの各変換器によってもたらされる信号、およびプローブスタイラスの寸法の情報から、走査される表面上の点の位置を評価することができる。しかしながら、これは、スタイラスが十分に堅くつくられていても必要とされる精度を有するだけであり、実際的ではない。

40

【0006】

我々の特許文献 2（国際特許番号 WO 00/60310 に対応する）は、そのようなプローブを示す。それは、比較的柔軟性がある中空のスタイラスを含み、それは、スタイラスチップとワークピースの表面との接触の力、および加速中の慣性力を受けて曲がる。そのような曲がりによって生じるスタイラスチップの横変位（lateral displacement）を測定する光学システムが備えられる。そして、これは、マシンおよびヘッドの各変換器からの測定値と組み合わせられる。

50

## 【 0 0 0 7 】

光学システムは、中空のスタイラスに沿って通過するライトビームを含む。そして、そのビームは、チップあるいはその近くにおいて光学部品により反射されて、スタイラスに沿って戻る。スタイラスチップの横変位は、戻りビームの横つまり傾斜変位 (tilting displacement) を引き起こし、それが位置高感度検出器によって測定される。

## 【 0 0 0 8 】

特許文献 2 に示されるプローブは、スタイラスチップの横変位のみの測定が可能である。

## 【課題を解決するための手段】

## 【 0 0 0 9 】

本発明は、  
位置測定装置に用いる表面検出装置であって、  
ワークピース検出用のスタイラスチップを有する曲がり可能な長いスタイラスと、  
前記スタイラスの曲がりによって前記チップの横変位が与えられるように、前記チップ  
、またはその近くにあり、あるいはそれに結合される光学素子と、  
前記スタイラスに沿って前記光学素子と検出器との間にライトビームを投光することにより、前記チップの横変位を測定する光変換システムと、

を含み、

前記スタイラスは、縦変位のために、縦のみに移動可能なキャリッジ上の前記表面検査装置に設置され、

前記キャリッジの前記縦変位を測定するための手段が備えられる

表面検出装置を提供する。

## 【 0 0 1 0 】

いくつかの好適な実施形態において、スタイラスの縦変位を測定するための手段は、光学的である。

## 【発明を実施するための最良の形態】

## 【 0 0 1 1 】

以下、添付図面を参照しつつ、例として本発明の好適な実施形態を説明する。

## 【 0 0 1 2 】

図 1 には、連節プローブヘッドが示されている。そのヘッドは、位置決め装置 (不図示) に対するアタッチメントに適する第 1 のハウジング部 10 を備え、それは、シャフト 14 に第 1 の軸 Z 周りの回転を与えるモータつまりアクチュエータ 12 を含む。シャフト 14 に取り付けられる第 2 のハウジング部 16 は、第 2 のシャフト 20 に第 2 の直交軸 X 周りの回転を与えるモータつまりアクチュエータを含む。第 2 のシャフト 20 に取り付けられて、それと共に回転するハウジング 24 は、プローブ 22 とスタイラスアセンブリを備える表面検出装置用のサポートを含む。各角変換器は、軸 X および Z と関連して、回転運動を測定してコントローラにフィードバックする。

## 【 0 0 1 3 】

図 2 A および 2 B は、プローブ 22 とスタイラスアセンブリ 26 を示す。プローブ 22 は、簡単に取り外しおよび交換可能されるように、既知のキネマチックマウント (kinematic mount) 28 を介してヘッドのハウジングつまりサポート 24 に交換可能に取り付けられる。同様に、スタイラスアセンブリ 26 は、キネマチックマウント 30 を介してプローブ 22 に交換可能に取り付けられ、その中に、各磁石によって同様に取り付けられる。よく知られているように、各キネマチックマウントは、プローブとスタイラスが正確に繰り返り可能で位置決めされることを確保して、適確で繰り返り可能な測定を可能とする。プローブとスタイラスは、特許文献 3 および特許文献 4 に開示されているような自動プローブ / スタイラス交換装置によって、他のプローブやスタイラスと交換可能である。

## 【 0 0 1 4 】

プローブ 22 は、垂直 (各図面に見られる方位 (orientation)、すなわち、スタイラ

10

20

30

40

50

スの縦方向に移動可能なキャリッジ 32 を含む。スタイラス 26 は、キネマチックマウント 30 を介してキャリッジ 32 に取り付けられる。キャリッジ 32 は、水平に延在する 2 つの平板スプリングつまり各ダイアフラム 34 を介して、プローブ 22 の相対的に固定される固定構造 33 に設置され、各ダイアフラム 34 は、垂直移動を許容し、X および Y 方向の横移動は拘束する。

【0015】

スタイラスアセンブリ 26 は、カーボンファイバーによって造られた長い中空管状のスタイラス 36 を含む。これは、横の X, Y 方向にわずかな柔軟性（弾性的）があり、その剛性と重量は、高速走査状態において良好な動的パフォーマンスを与えるように設計される。それは、そのような走査中にワークピースに接するスタイラスチップ 38 を有する。各スタイラス 36 は、中空ではなくて、必要に応じて、適当なガラスなどのような中実の透明材料によって造ることができる。

10

【0016】

走査移動中に、スタイラスチップ 38 は、平板スプリング 34 によって許容される垂直移動を受けるであろう。それは、スタイラス 36 の曲がりによって許容される横の X, Y 移動をも受ける。プローブ 22 は、これらの移動を測定するための各変換器を収容し、いま、それらについて説明する。

【0017】

プローブ 22 は、半導体レーザー（laser diode）または他の光源 40 を含む。これは、視準つまりレンズ 42 によって焦点が合わせられるライトビームを発生する。半導体レーザーは、レンズ 42 と関連してライトビームが中空スタイラス 36 に沿って軸方向に通過するように、位置合わせのために調整可能なクランプの上に設置される。半導体レーザー 40 とレンズ 42 の両方は、プローブ 22 の固定構造 33 上に備えられる。

20

【0018】

固定構造には、レンズ 42 によって放射されるライトビームを受けるために、ビームスプリッタ 44 も備えられている。それは、スタイラス 36 へ光の 50% を通す。スタイラスチップ 38 の近くにて、レンズ 46 と鏡面 50（ガラスシリンダー 48 に備わる）は逆反射体（retroreflector）として作用し、ライトビームを返してスタイラス 36 の長さに沿って戻す。戻るビームの 50% は、ビームスプリッタ 44 によって、2 次元位置高感度検出器 52（プローブの固定構造 33 に設置される）に向かって、90° 反射される。この配置は、特許文献 2 に開示されているものと同様である。特許文献 2 に開示されている他の配置のいくつかは代わりに用いることができ、その明細書は、参照することによってここに組み込まれる。

30

【0019】

スタイラスチップ 38 が X または Y 方向に横に反らされたときに、逆反射体 46, 50 は、対応する方向の X, Y に対応する量だけ横変位される戻りビームを引き起こす。それは、位置高感度検出器 52 によって検出される。代わりに、特許文献 2 に示される配置のいくつかをもって、スタイラスチップ 38 の横変位が戻りビームの傾斜変位（tilting displacement）を引き起こすことができ、それもまた、位置高感度検出器 52 によって X および Y 方向において検出される。

40

【0020】

ミラー/レンズの組み合わせの間隔および焦点は、調整可能でもよい。これは、スタイラスの長さ、およびスタイラスチップ 38 が横に変位可能であることによってもたらされる量に応じて、プローブの“ゲイン”の調整、すなわち検出器 52 における戻りビームの変位量の整合を可能とする。

【0021】

半導体レーザー 40 およびレンズ 42 によって放射されるビームの他の 50% は、第 2 の位置高感度検出器 54 に向かって横に反射される。これも、プローブの固定構造 33 に設置される。しかしながら、ビームスプリッタ 44 と位置高感度検出器 54 との間に、垂直方向に移動可能なキャリッジ 32 に設置されたレンズ 56 を通してビームが通過する。

50

したがって、キャリッジの垂直の位置に応じて、検出器 5 4 上のビームの垂直の位置が反らされる。スタイラスアセンブリ 2 6 が長さ方向において剛体であるため、検出器 5 4 の出力は、スタイラスチップ 3 8 の縦の位置 (Z) の直接的な測定量である。垂直の動きに対する検出器 5 4 の応答は、レンズ 5 6 の適切な選択によって増幅される。

【 0 0 2 2 】

位置高感度検出器 5 4 は、単に、一次元検出器でもよい。しかしながら、検出器 5 2 と同様の二次元検出器を用いることがより便利であり、他の次元の出力は単に無視する。

【 0 0 2 3 】

したがって、検出器 5 2 , 5 4 の出力は、連節ヘッドのハウジング 2 4 に対するスタイラスチップ 3 8 の三次元位置の直接的な表示を与える。これは、走査作業中におけるチップ位置を測定するために、既知の方法によって、ヘッド内の変換器および機械の出力と組み合わせることができる。

【 0 0 2 4 】

例えば、CCD や他のカメラチップ (camera chip)、またはクワッドセル (quad cell) などの他の検出器を位置高感度検出器として用いることができる。

【 0 0 2 5 】

図 3 は、他の実施形態の断面を示す。プローブ 6 0 は連節ヘッド 6 2 上に設置され、交換可能で運動学的に設置されるスタイラスアセンブリ 6 4 を有する。半導体レーザーつまり他の光源 6 6、レンズ 6 8、およびビームスプリッタ 7 0 は、プローブの相対的に固定される固定構造の上に設置されて、図 2 A と同様にライトビームを発生する。図 2 A と同様に、スタイラスアセンブリ 6 4 は、2 つの平板スプリングつまり各ダイアフラム 3 6 を介して、垂直移動可能なキャリッジ 7 2 上に設置される。

【 0 0 2 6 】

ライトビームの 1 つは、スタイラスアセンブリ 6 4 の中空管状のスタイラス 7 4 を通過し、逆反射されてスタイラスに戻されて、ビームスプリッタ 7 0 により、X, Y 位置高感度検出器 7 6 に向かって方向付けられる。さらにまた、鏡背面 (mirrored back surface) 付きの GRIN レンズ 7 8 によって逆反射体 (retroreflector) が形成されることを除いて、これは図 2 A および 2 B と同様である。この配置は、前述したように、スタイラスチップ 8 2 の X, Y の反りを測定する。本実施形態においては、先の実施形態は逆に、キャリッジ 7 2 の垂直 (Z) の動き (そして、スタイラスチップ 8 2 の動き) は、垂直移動可能なキャリッジ 7 2 上に設置された位置高感度検出器 8 4 によって測定される。

【 0 0 2 7 】

したがって、さらに検出器 7 6 , 8 4 の出力は、ヘッド 6 2 に対するスタイラスチップの X, Y, および Z 方向の動きの直接的な測定量をもたらす。

【 0 0 2 8 】

スタイラスチップの動きを測定するために、他の配置が予想できる。例えば、Z 方向の動きは、キャリッジ 3 2 (図 2 A) または 7 2 (図 3) の垂直の動きを許容する平板スプリング上に設置されたストレインゲージによって、測定することができる。あるいは、キャリッジと固定構造との間の垂直の動きを測定するために、他の変換器を備えることができる。あるいは、スタイラスを通るライトビームに沿う距離は、干渉的、つまりライトビームのフライトの時間によって計測することができる

ビームスプリッタ 4 2 または 7 0、および検出器 5 2 , 5 4 または 7 6 , 8 4 の他の配置が予想できる。例えば、図 3 において、ビームスプリッタ 7 0 および検出器 7 6 は、X, Y の動きを測定するために、移動可能なキャリッジ 7 2 に共に設置することができる。そして検出器 8 4 は、プローブの相対的に固定される固定構造に設置され、これにより、ビームスプリッタ 7 0 の垂直の動きがライトビームを検出器 8 4 上に垂直に動かして、スタイラスチップ 8 2 の垂直の動きを測定する。

【 0 0 2 9 】

他の実施形態において、逆反射体を備える代わりに、図 7 に示すように、レンズ 1 2 付きのスタイラス 3 6 の底端部に半導体レーザーつまり他の光源 4 0 を設置してもよい。あ

10

20

30

40

50

るいは、それは実際にスタイラスチップ 38 内でもよい。そして、それはライトビームをスタイラスからビームスプリッタに向ける。半導体レーザーに対する電氣的な接続は、スタイラスの側壁内に一体的に備えてもよい。

【0030】

図 7 に代わって、図 2 A のようにプローブ本体内に位置する光源からの光を受けるために、検出器 52 は、任意的にレンズ 120 なしに、スタイラスの底端部またはスタイラスチップ内に配置してもよい。それは、その配置がスタイラスチップの横の動きのみを検出して、スタイラスの傾斜 (tilting) に反応しない利点を有する。

【0031】

上記の実施形態は、走査作業中にワークピースに接するスタイラスチップを含んでいる。しかしながら、本発明は非接触チップにも有効であり、それは、例えば、容量的、誘導的、または光学的な非接触変換器を用いてワークピース表面を検知する。そして、検出器 52, 54 または 76, 84 は、例えば、走査移動の加速中または重力下における垂下中の内力によって生じるスタイラスの撓みを測定する。

【0032】

上記の実施形態において、図 2 B および 3 は、スタイラスチップ 38, 82 をスタイラス 36, 74 の端部に設置するスタイラス延長部 86 を示す。それは、特別な測定タスクのためにより長いスタイラス要求される図示のものよりも長くてもよい。そのスタイラス延長部は、ほとんどの撓みがスタイラス 36, 74 に生じるように、スタイラス 36, 74 よりも堅くつくってもよい。あるいは、それは同様の堅さをもってもよい。いずれにしても、スタイラス 36, 74 で測定される曲がり、は、スタイラスと延長部の総合アセンブリ (total assembly) の曲なりに比例する。

【0033】

図 4 は、スタイラスアセンブリの他の実施形態を示し、それは、図 2 B および 3 におけるスタイラスアセンブリ 26, 64 と置き換えてもよい。中空の比較的柔軟性のスタイラス 88 は、前述したようなスタイラスチップ 90 を有する。スタイラス 88 内には、比較的堅いロッド 92 がある。一端 94 において、これは、そこに、つまりスタイラスチップ 90 の近くに取り付けられる。他端 96 は自由である。

【0034】

ロッドの自由端 96 には、何か適したデザインの逆反射体 98 が設置される。これは、先の実施形態のように、ビームスプリッタ 44, 70 からのライトビームをそこに反射する。ロッド 92 は比較的堅いため、その自由端 96 の動きは、スタイラス 88 が曲がったときにチップ 90 の動きを許容する。

【0035】

あるいは、図 5 に示すように、ロッド 92 の自由端 96 上の第 1 の素子 100 と、プローブの固定構造上の第 2 の素子 102 と、を含む X, Y 変換器があってもよい。この X, Y 変換器は、容量的、誘導的 (例えば、渦電流)、または光学的エンコーダであってもよい。

【0036】

図 6 は、他のスタイラスアセンブリを示す。それは、平板スプリングつまりダイアフラム 106 上に設置されたスタイラス 104 を有する。したがって、スタイラスアセンブリの有効な曲がり、は、スタイラス 104 自体の曲なりに頼る代わりに、平板スプリング 106 (破線によって示される) の曲がりによってもたらされる。他の選択は、管状スタイラス 104 の Z 方向における堅さを維持しつつ、その曲がりを許容するために、その設置点に近い局所的な穿孔によって、管状スタイラス 104 が弱められることになる。

【0037】

スタイラス 104 の上端部には、例えば、レンズ 108 とミラー 110 を含む適切な逆反射体が備わる。これは、先の実施形態のように、ビームスプリッタ 44, 70 からのライトビームをそれに戻す。もしもレンズ 108 が省かれると、横変位の代わりに、傾斜変位されるが、それでもビームを同じ通路内に戻すことができる。

10

20

30

40

50

## 【図面の簡単な説明】

【 0 0 3 8 】

【図 1】表面検出装置付き連節ヘッドの説明図である。

【図 2 A】表面検出装置の第 1 の実施形態の断面図である。

【図 2 B】表面検出装置の第 1 の実施形態の断面図である。

【図 3】表面検出装置の第 2 の実施形態の断面図である。

【図 4】表面検出装置用のスタイラスアセンブリの説明図である。

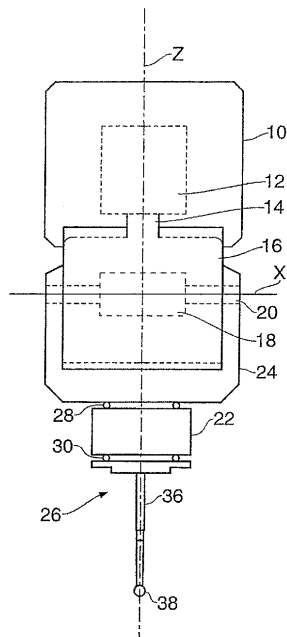
【図 5】表面検出装置用の他のスタイラスアセンブリの説明図である。

【図 6】表面検出装置用のさらに他のスタイラスアセンブリの説明図である。

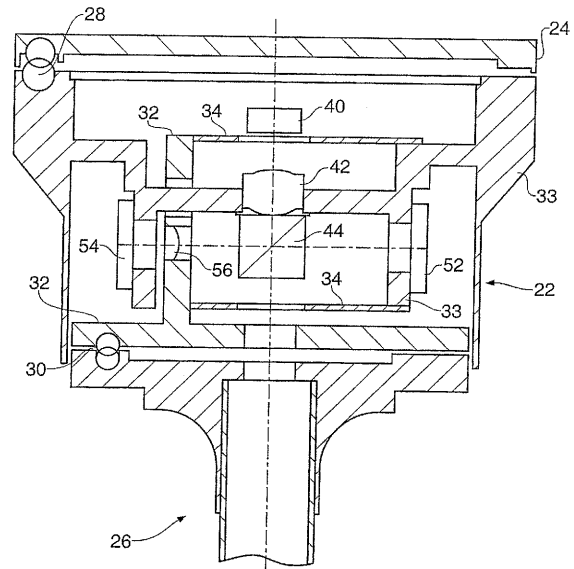
【図 7】表面検出装置用のさらに他のスタイラスアセンブリの説明図である。

10

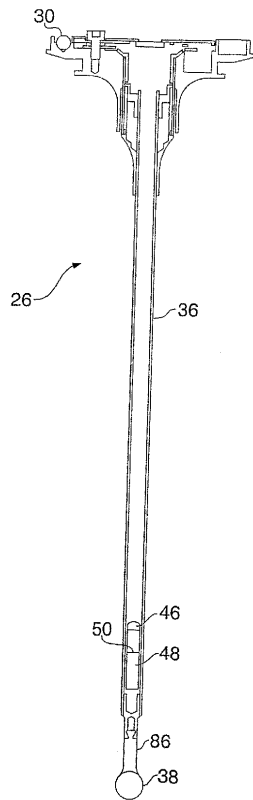
【図 1】



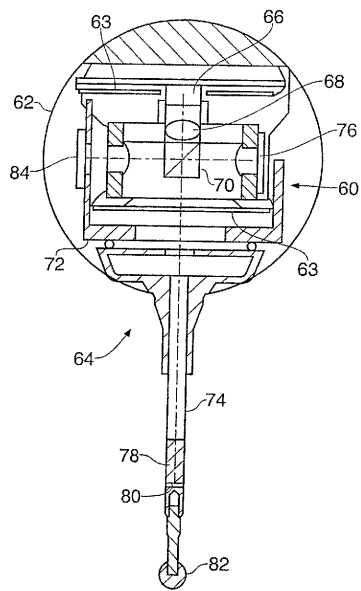
【図 2 A】



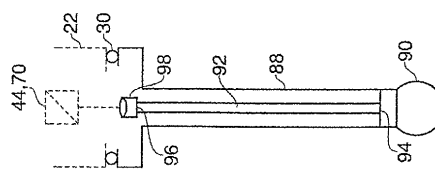
【図 2 B】



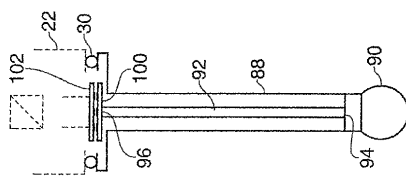
【図 3】



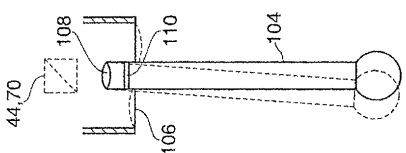
【図 4】



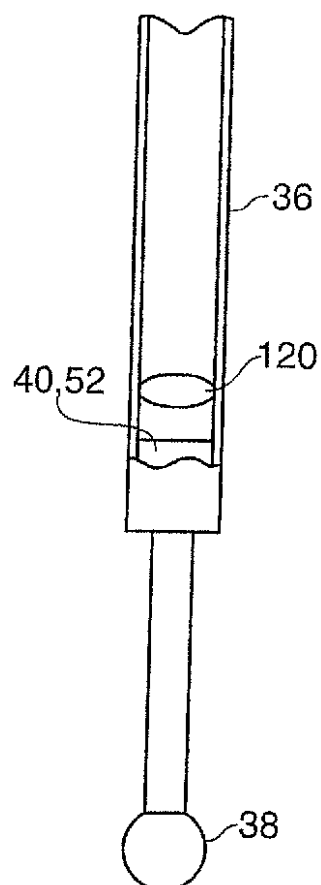
【図 5】



【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12 8エルディー グロスターシャー ウォットン - アンダー - エッジ ウ  
ィックウォー ウェスト エンド ウェスト エンド ファームハウス (番地なし)
- (72)発明者 ケビン バリー ジョナス  
イギリス ビーエス6 6ワイティ ブリストル ブリストル レッドランド レッドランド ロ  
ード 219 フラット 3

審査官 有家 秀郎

- (56)参考文献 特開2000-304529(JP,A)  
特表2002-541445(JP,A)  
特開平05-010745(JP,A)  
特開平03-223609(JP,A)  
特開平07-167620(JP,A)  
特開2000-193449(JP,A)  
特開平05-060542(JP,A)  
特開2005-098936(JP,A)  
特開平11-304463(JP,A)  
特表2006-504951(JP,A)  
実開平03-061505(JP,U)  
特表2006-509193(JP,A)  
特表2002-503339(JP,A)  
米国特許第05825666(US,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
G01B 5/00 - 21/32