

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2004-534189

(P2004-534189A)

(43) 公表日 平成16年11月11日(2004.11.11)

(51) Int.C1.<sup>7</sup>**F 16C 11/06**

F 1

F 16 C 11/06

F 16 C 11/06

F 16 C 11/06

テーマコード(参考)

Z

D

R

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 37 頁)

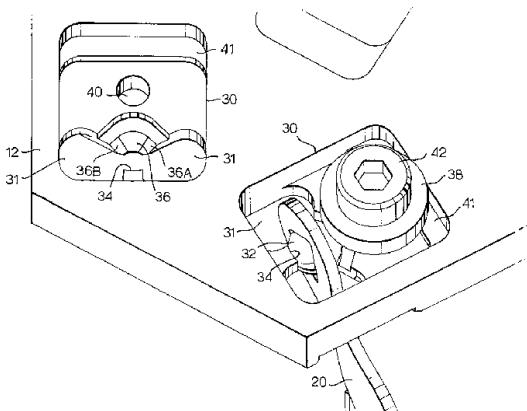
(21) 出願番号 特願2003-512568 (P2003-512568)  
 (86) (22) 出願日 平成14年7月15日 (2002.7.15)  
 (85) 翻訳文提出日 平成16年1月13日 (2004.1.13)  
 (86) 國際出願番号 PCT/GB2002/003294  
 (87) 國際公開番号 WO2003/006837  
 (87) 國際公開日 平成15年1月23日 (2003.1.23)  
 (31) 優先権主張番号 0117098.4  
 (32) 優先日 平成13年7月13日 (2001.7.13)  
 (33) 優先権主張國 英国(GB)

(71) 出願人 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  
 (72) 発明者 デビッド ロバーツ マクマートリー  
 イギリス国 ジーエル11 6エーティー  
 グロスター・シャー ダーズレイ スタンコンブ パーク ファーム(番地なし)  
 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】ピボットジョイント

## (57) 【要約】

ピボットジョイントは、第1構造(30)に対して取り付けられ、所定位置に保持されるボール(32)と、ボール上に取り付けられ、これに対して可動の第2構造(20)とを有する。第2構造は、ボールに対してその位置を定めるペアリング表面(31, 36)を有している。ボールは第1構造に対し少なくとも2つの接触位置で所定位置に保持されるものとすることができ、これらの位置を反対側とすることで、第2構造が第1構造とボールとの間に捉えられるようにすることができる。接触位置を調節可能とすることができる。



**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

第1構造に取り付けられたボールであって、その位置が第1構造に対して保持される当該ボール、および

該ボールに対し可動に取り付けられた第2構造であって、前記ボールに対してその位置を定める少なくとも1つのベアリング表面を有する当該第2構造、  
を具えたピボットジョイント。

**【請求項 2】**

前記ボールは少なくとも2つの位置で前記第1構造に接触することにより所定位置に保持される請求項1に係るピボットジョイント。 10

**【請求項 3】**

前記少なくとも2つの接触位置は前記ボールの反対側にある請求項2に係るピボットジョイント。

**【請求項 4】**

前記第2構造は前記第1構造と前記ボールとの間に捉えられる請求項3に係るピボットジョイント。

**【請求項 5】**

前記接触位置の少なくとも1つが調節可能である請求項2ないし請求項4のいずれかに係るピボットジョイント。

**【請求項 6】**

前記ボールは、少なくとも4つの接点により、前記第1構造に対して所定位置に保持または固定される請求項1ないし請求項5のいずれかに係るピボットジョイント。 20

**【請求項 7】**

前記ボールは、円錐形の窪みおよび少なくとも1つの接点により、第1構造に対して所定位置に保持または固定される請求項1ないし請求項5のいずれかに係るピボットジョイント。

**【請求項 8】**

前記第2構造は、3つのベアリング表面を有する請求項1ないし請求項7のいずれかに係るピボットジョイント。

**【請求項 9】**

前記第2構造はバイアスされて前記ボールに接触する請求項1ないし請求項8のいずれかに係るピボットジョイント。 30

**【請求項 10】**

構造に対するボールの位置を保持する方法であって、少なくとも2位置で前記構造に接触させることで前記位置にボールを設置する方法。

**【請求項 11】**

前記少なくとも2つの位置は前記ボールの反対側にある請求項10に係る方法。

**【請求項 12】**

前記ボールは、4つの接点で前記構造に接触することにより前記位置に設置される請求項10または請求項11に係る方法。 40

**【請求項 13】**

前記ボールは、円錐形の窪み内と、少なくとも1つの接点とにより第1構造に接触することによって前記位置に設置される請求項10または請求項11に係る方法。

**【請求項 14】**

ボール上に構造を配置する方法であって、前記構造を前記ボールに対して可動とし、前記構造が前記ボールを受容する周面をもつ開口を具え、前記周面の少なくとも一領域がボールに摺接するように形成されている方法。

**【請求項 15】**

前記周面の少なくとも2領域がボールに摺接するように形成され、当該少なくとも2領域の間の領域はボールに摺接しないように形成されている請求項14に係る方法。 50

**【請求項 16】**

第1構造に取り付けられたボールであって、その位置が、前記ボールの反対側にある少なくとも2つの位置で第1構造に対して保持される当該ボール、および該ボールに対し可動に取り付けられた第2構造であって、前記ボールに対してその位置を定める少なくとも1つのベアリング表面を有するとともに、前記第1構造と前記ボールとの間に捉えられる当該第2構造、  
を具えたピボットジョイント。

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、ピボットジョイント、特に高精密のボールジョイントに関するものである。 10

**【背景技術】****【0002】**

軸(stalk)上にボールを具えたピボットジョイントが知られている。かかるピボットジョイントにおいては、ソケット内にボールが配置され、ソケットからは軸が突出している。これらのピボットジョイントには、特にボール部が正確な球でないために、精度が高くないという不利な点を有している。さらに、ボール部が磨耗したとき、廉価に交換できないという不利な点もある。

**【0003】**

正確な球(すなわちボールベアリング)はラッピングプロセスによって非常に精密に作製することができる。 20

**【発明の開示】****【課題を解決するための手段】****【0004】**

本発明は、

第1構造に取り付けられたボールであって、その位置が第1構造に対して保持される当該ボール、および  
該ボールに対し可動に取り付けられた第2構造であって、前記ボールに対してその位置を定める少なくとも1つのベアリング表面を有する当該第2構造、  
を具えたピボットジョイントを提供する。 30

**【0005】**

好ましくは、前記ボールは少なくとも2つの位置で前記第1構造に接触することにより所定位置に保持される。

**【0006】**

前記少なくとも2つの接触位置は好ましくはボールの反対側にある。それらは正反対の位置であってもよいが、これは必須ではなく、いくつかの状況、例えば精密ジョイントが要求される場合には、中心がボールを通る三角形の頂点に接触位置が形成されることが好ましい。

**【0007】**

好ましくは、第2構造は第1構造およびボール間に捉えられる。よって、第1および第2構造はボールを介して相互接続される。この構成においては、少なくとも一つの接点が第2構造の一方の側にある。すなわち、少なくとも一つの接点がベアリング表面の各側部にあり、これがボールに対する第2構造の位置を定める。 40

**【0008】**

好適な実施形態では、接触位置の少なくとも一つは調整可能である。

**【0009】**

好ましくは、少なくとも接触の4点でボールは第1構造に対し定位置に保持または固定される。

**【0010】**

ボールが定位置に保持されたとき、それは第2と同様に第1構造に対しても可動なもので 50

あってもよい。しかし高精密ジョイントが要求される場合には、第1構造に対してボールが不動であるべきであり、よって位置が固定される。少なくとも一つの接触位置を調節可能とすることで、必要に応じ、これらの状態のいずれをも用いることができる。

#### 【0011】

あるいは、ボールは第1構造に対して定位置に保持され、または、円錐形の窪みによっておよび少なくとも一つの接触位置で固定される。

#### 【0012】

好ましくは、第2構造は3つのベアリング表面を有する。あるいは、第2構造は2つのベアリング表面を有するものであってもよい。

#### 【0013】

好適な実施形態においては、第2構造はボールと接触するようバイアスされている。かかるバイアスはばね、磁石、真空あるいはゴムバンド(elastic band)によって行うことができる。

#### 【0014】

本発明の第2の形態は、構造に対するボールの位置を保持する方法を提供するものであり、ここで、ボールは構造に少なくとも2つの位置で接触することによって上記位置に設置される。

#### 【0015】

好ましくは、その少なくとも2つの位置はボールの反対側にある。

#### 【0016】

好適な実施形態では、ボールは少なくとも接触の4点で、あるいは、円錐形の窪みによっておよび少なくとも一つの接触位置で、定位置に保持または固定される。

#### 【0017】

本発明の第3の形態は、ボール上に構造を配置する方法を提供するものであり、ここで、構造はボールに対して可動であり、この構造はボールを受容するための周面をもつ開口を具え、その周面の少なくとも一領域がボールに摺接するように形成されている。

#### 【0018】

好ましくは、周面の少なくとも2領域がボールに摺接するように形成され、当該少なくとも2領域の間の領域はボールに摺接しないように形成されている。

#### 【発明の効果】

#### 【0019】

本発明に係るピボットジョイントによれば、(高)精密ジョイントを廉価に製造できる。高い球面性をもつボールベアリングを用いて、2構造間の円滑かつ精密な運動を生じさせることができ、高価な精密加工プロセスを受けることもない。その理由の一つは、ボール表面およびジョイントの移動の滑らかさおよび真球度に悪影響を与えるねじ止め(screw stud)を使用することなく、ボールが定位置に保持または固定されることで、これらボールジョイントが正確である、ということである。

#### 【発明を実施するための最良の形態】

#### 【0020】

添付の図面を参照し、本発明の実施形態を例として説明する。

#### 【0021】

図1に座標測定機が示されている。座標測定機は固定された下部ステージ10および可動の上部ステージ12を具える。上部および下部ステージは入れ子式の支柱14によって連結され、それぞれの支柱は各々の上端および下端においてピボットジョイントにより上部および下部ステージに接続されている。各支柱はその長さを増加および減少させるためのモータ16を有する。

#### 【0022】

ピボットジョイントを介して上部および下部ステージに接続されている3つの入れ子式支柱14によってのみ上部ステージ12が支持されていると、上部ステージは下部ステージ10に対し3つの直交軸の周りに相対回転し得る。これを防ぐため、3つの回転防止装置

10

20

30

40

50

(anti-rotational devices) 20 が設けられ、これらの回転の 3 自由度を除去する一方、並進 (translational movement) を許容している。この装置は受動的なものであって、すなわちモータその他のアクチュエータを有していない。回転防止装置 20 と、上部および下部ステージ 12, 10 との間のジョイントもまた、ピボットジョイントである。

#### 【0023】

図 2、図 4 および図 5 には、上部ステージ 12 と回転止め装置 20 との間のピボットジョイントがより詳細に示されている。上部ステージ 12 には構造化されたカットアウト (structured cut-out) 30 が設けられている。ピボットジョイントのボール 32 は、カットアウト 30 の周囲を限界する表面により、カットアウト 30 内に支持される。図 2 においては 2 つのカットアウト 30 が、一方はボールジョイントの他の要素とともに、他方はそれを含まずに、示されている。10

#### 【0024】

ボール 32 はカットアウト 30 の 2 つの対向表面 34, 36 によって支持される。第 1 の曲面 34 はボール 32 の一側に接触し、第 2 の曲面 36 はボール 32 の下側表面と 2 つの接点 36A, 36B で接触する。ボール 32 の位置はこれら 3 つの接点 34, 36A, 36B と、クランプ 38, 42 によって提供される第 4 の接点とによって定められる。

#### 【0025】

本例において、クランプはワッシャ 38 と、ねじまたはボルトなどの固定具 42 とを見えている。ワッシャ 38 は上部ステージ 12 におけるカットアウト 30 内に設けられた棚 41 上に配置され、その下側面の縁がボール 32 と接触する。上部ステージ 12 にはワッシャ 38 の中心に一致して穴 40 が設けられ、ここに固定具 42 を受容して、ボール 32 に対しワッシャ 38 が保持されるようにしている。従ってボール 32 は、第 1 曲面 34、第 2 曲面の 2 接点 36A, 36B、およびワッシャ 38 によって、その表面の周りの 4 箇所で固定位置に剛に保持される。20

#### 【0026】

図 9 には上部ステージ 12 および支柱 14 間の他の例によるピボットジョイントが示されている。上部ステージ 12 には構造化されたカットアウト 130 が設けられている。ピボットジョイントのボール 32 は、カットアウト 130 の周囲を限界する表面により、カットアウト 130 内に支持される。図 9 においては 2 つのカットアウト 130 が、一方はボールジョイントの他の要素とともに、他方はそれを含まずに、示されている。30

#### 【0027】

ボール 32 はカットアウト 130 の 2 つの対向表面 134, 136 によって支持される。第 1 の曲面 134 はボール 32 の一側に接触し、第 2 の曲面 136 はボール 32 の下側表面と 2 つの接点 136A, 136B で接触する。ボール 32 の位置はこれら 3 つの接点 134, 136A, 136B と、クランプ 38, 42 によって提供される第 4 の接点とによって定められる。

#### 【0028】

カットアウト 130 についての接触面の向きは、支柱 14 の向きが回転防止装置 20 に対して回転しているので、カットアウト 30 に対して回転している。これは図 1 に見ることができる。40

#### 【0029】

入れ子式支柱 14 および回転防止装置 20 のそれぞれの各端部には穴 45 が設けられ、これは各ピボットジョイントのボール 32 に嵌り合う。それぞれの穴 45 は、図 3 に示すように、120 度の間隔をおいたベアリング表面 43A, 43B, 43C を有するように形成されている。この 3 つのベアリング表面のみがボール 32 に接触する。これらのベアリング表面はボール 32 との接触面積が小さく、表面間の摺動を最大限にする。これらのように接触面積を小とすることで、ボール 32 に対する回転防止装置 20 または支柱 14 の反復位置決めも提供される。

#### 【0030】

この例ではボール 32 を囲繞する第 2 構造 14, 20 を示したが、これは必須ではない。50

従って、第2構造は構造内にギャップをもって、ボールを実質的に囲繞するものであってもよい（どのようなギャップでもその限界寸法は、ボールの直径および第2構造のベアリング表面の位置の関数である）。

#### 【0031】

支柱14および回転防止装置20の双方が本発明に係るピボットジョイントを有することが好ましいけれども、これは必須ではないことに注意すべきである。

#### 【0032】

図6はベアリング表面の他の構成を示している。この構成においては、穴45は2つのベアリング表面46A, 46Bのみを有した橈円形である。ベアリング表面が磨耗すると、それらはボールの表面にさらに着座するので、ベアリング表面およびボール間のがたつき(rattle)が少なくなる。この構成は、ベアリング表面に作用する力がベアリング表面の面に直交する軸に平行である場合(例えばボールジョイントがジャッキ(jack)に用いられる場合)に特に好適である。10

#### 【0033】

支柱14および回転防止装置20はベアリング性の良好な材料、例えばリン青銅で形成される。支柱14は、エッチングおよびその後の機械加工または打抜き(stamping)で穴45を形成し、穴45の長さおよび幾何学形状を正確に調整することで作製される。

#### 【0034】

図5は、ピボットジョイントに取り付けられる回転防止装置20をもつ上部ステージ12を示す側面図であり、これは図4のA-A線断面である。ボール32は4つの接点のうち3つで所定位置に保持されていることがわかる。これらは、第2ステージ12に設けられた第1曲面34、および第2曲面36の2接点、並びにワッシャ38の表面37である。これらの表面はボール32の周囲に沿って間隔をおいて示されている。ボール32に接触するワッシャ38の表面37は、ワッシャ38の下面および側面間の面取り端であり、これはワッシャ38の全周に延在している。これによって、ワッシャ38の向きによらず、表面37がボール32に提供される。20

#### 【0035】

この図において、回転防止装置20は所定位置にあり、一方のベアリング表面43がボール32に接触して示されている。他の2つのベアリング表面はこの図には示されていない。30

#### 【0036】

ボール32と上部ステージ12およびワッシャ38との間に4つの接点を配置することによって、回転防止装置20の端部に、ボール32についての移動を行うに十分な空間を取ることができるようになる。加えて、構造化されたカットアウト30の各々はボール32の一方の側部にカットアウト突出部(lobe)31を有し、回転防止装置20の端部に、操作を行うに充分な空間を取ることができるようになっている。3つのベアリング表面43A, 43B, 43Cはボール上を動いてもボールに接触したままとなることで、回転防止装置20のアームがボール32に関して回転できるようになる。

#### 【0037】

衝撃(jolt)が発生すると、ベアリング表面はボールから跳ね上がり、剛の係止部(すなわちカットアウト構造30の縁)に当たってから、ボール上の位置に復帰する。よってボールジョイントは自らを保護する。高精密のボールジョイントが必要な場合には、例えば回転防止装置20の2つの部分間にコイルばねを設け、1または複数のベアリング表面をボール32に対し付勢するようにしてもよい。かかるばねは、いかなる衝撃の後でもベアリング表面がボールに復帰する助けとなり、構造に剛性を付加することになる。当業者であれば、本発明に係るボールジョイントを含む装置の他の部位へのバイアス手段の配設が有効であることが理解できよう。40

#### 【0038】

ボールに対しベアリング表面を付勢する他の方法は、第2構造14, 20をバイアスすることで行われる。これを実現するための一方法は、第2構造14, 20にクランプされる50

一端と、ボール32を押圧する他端とを有するプレートを備えることである。すなわちプレートは板ばねのように作用する。クランプは、例えばねじによって取り外し可能に固定されることが好ましく、これによればメンテナンスや交換のためにボール32を取り外すことができるようになる。プレートという語は、ワッシャ等バイアスを提供するために適した種々の形状および構造のすべてを含むものである。かかるプレートは、ワッシャ38とともに、あるいはこれに代えて用いることができるものである。

#### 【0039】

ピボットジョイントに用いるボールは、硬質／低摩擦の材料で作製されたものとすることもできるし、あるいは硬質／低摩擦の材料でコーティングされた材料で作製されたものでもよい。

10

#### 【0040】

上例は座標測定機におけるピボットジョイントの使用について述べたものであるが、このピボットジョイントはかかる機械とともに用いられる場合に限られることではなく、他の用途に用いることもできる。

#### 【0041】

さらに本発明は、上述のようなボール配置方法に限られることはない。実施形態ではボールに対し1つを調節可能とした4つの接点について述べたが、ボールに対し総計5以上の接点を設けることもできる。加えて、調節可能な接点を2以上設けることもでき、例えば4接点のすべてを調節可能としてもよい。

20

#### 【0042】

図7には正しい位置にボールを剛にクランプする他の方法が示されている。ボール32は円錐形の窪み48に配置され、1つの接点54をもつ固定具52（例えばねじ）によってボール32に対し所定位置に保持される。固定具52はボール32に対する2以上の接点を有するもの（例えばV溝）であってもよいのは勿論である。

#### 【0043】

図8は正しい位置にボールを剛にクランプする別の方法が示されている。ボール32は平坦な表面50に配置され、ボール32の表面と接触する円錐形の窪み56を有する固定具52によって所定位置に保持される。

#### 【0044】

接着、ブレージングおよび溶接などの恒久的な方法によってボールが所定位置に保持されていてもよい。しかしこれらの方法には、ボールが交換可能なものではなくくなってしまうという不利な点がある。

30

#### 【0045】

このピボットジョイントは、廉価に製造でき、容易に組立てできるという2つの利点がある。

#### 【0046】

ボールを保持するカットアウト構造は機械加工が容易である。この構造内で分離型（free）のボールを繰り返し位置決め可能とすることによって、交換も容易となる。さらに、市販の正確な球（例えばボールベアリング）を構造内の正確な位置決めに組み合わせることによって、高精密のボールジョイントが作製される。

40

#### 【0047】

本明細書および特許請求の範囲を通じて使用される、語句「ピボットジョイント」におけるピボットという語は、2または3の自由度を有するユニバーサルジョイントと同様、1、2および3自由度をもつピボットジョイントを含むものとして定義される。

#### 【図面の簡単な説明】

#### 【0048】

【図1】本発明のピボットジョイントを用いた座標測定機の斜視図である。

【図2】座標測定機の上部ステージの斜視図であり、ピボットジョイントを示している。

【図3】座標測定機の支柱の一端の平面図である。

【図4】座標測定機の上部ステージの平面図であり、ピボットジョイントを示している。

50

【図5】図4のA-A線断面図である。

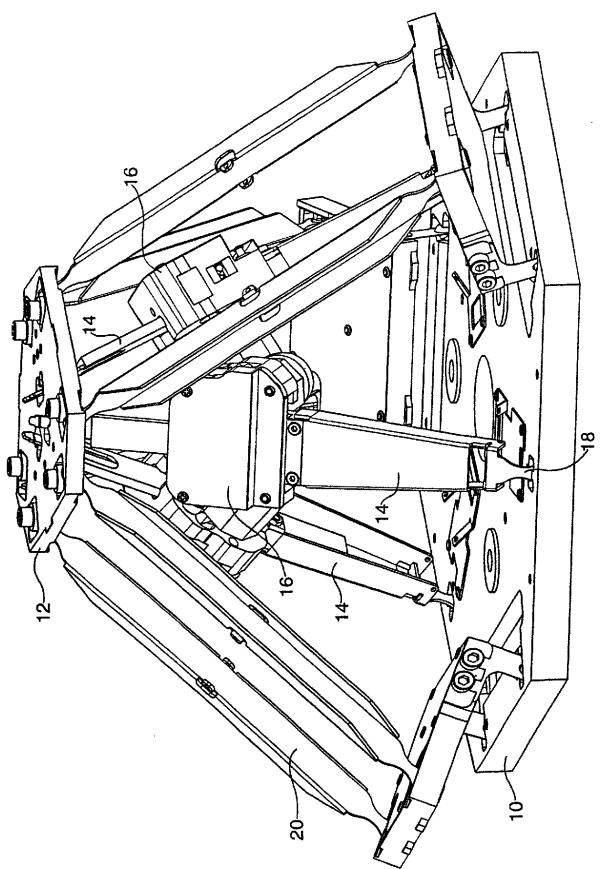
【図6】座標測定機の他の例による支柱の一端の平面図である。

【図7】ピボットジョイントにおけるボールの他の例によるクランプ構成を示す模式図である。

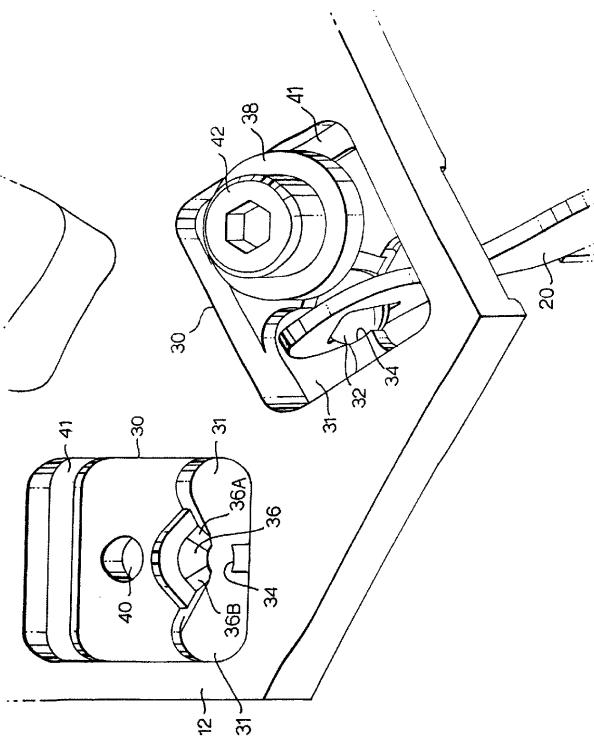
【図8】ピボットジョイントにおけるボールの他の例によるクランプ構成を示す模式図である。

【図9】座標測定機の上部ステージの斜視図であり、他の例によるピボットジョイントを示している。

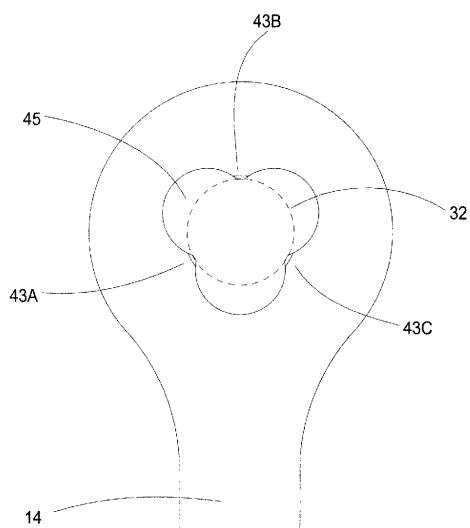
【図1】



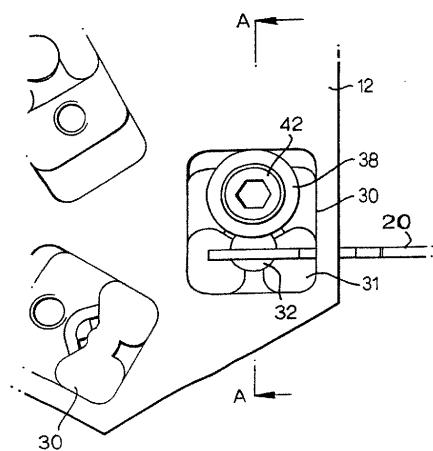
【図2】



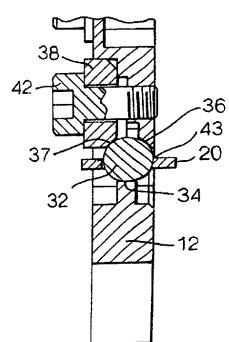
【図3】



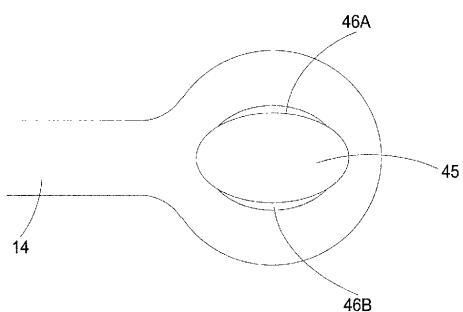
【図4】



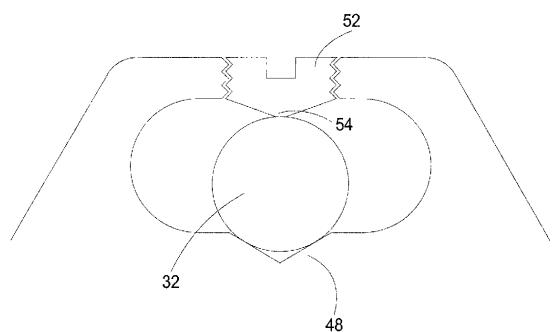
【図5】



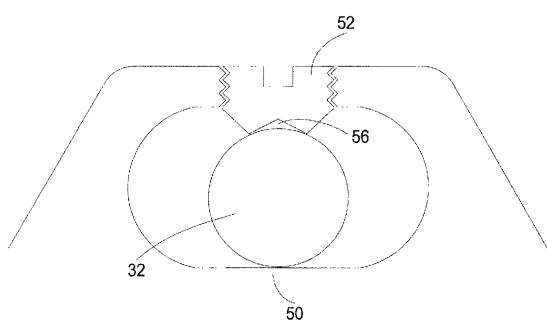
【図6】



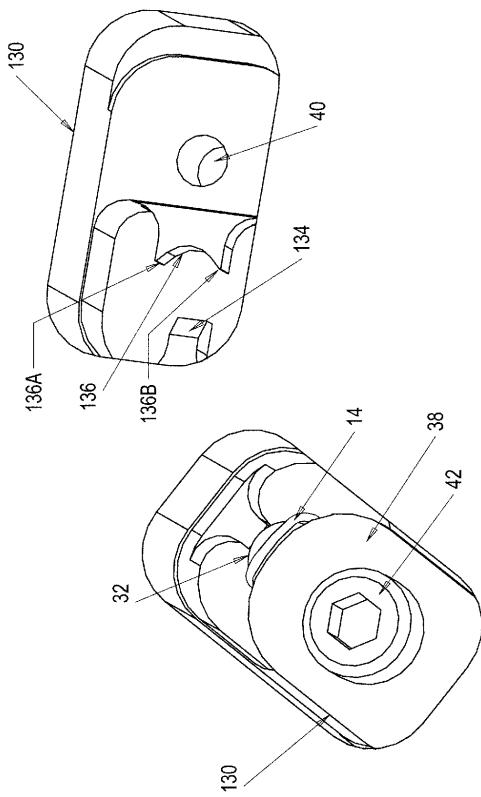
【図7】



【図8】



【図9】



## 【国際公開パンフレット】

(12) INTERNATIONAL APPLICATION PUBLISHED UNDER THE PATENT COOPERATION TREATY (PCT)

(19) World Intellectual Property Organization  
International Bureau(43) International Publication Date  
23 January 2003 (23.01.2003)

PCT

(10) International Publication Number  
WO 03/006837 A1

(51) International Patent Classification': F16C 11/06

(81) Designated States (national): AL, AG, AL, AM, AT, AU,

(21) International Application Number: PCT/GB02/03294

AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU,

(22) International Filing Date: 15 July 2002 (15.07.2002)

CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, IS, FI, GB, GD, GE, GH,

(25) Filing Language: English

GM, IIR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KP, KR, KZ, LC,

(26) Publication Language: English

LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW,

(30) Priority Data:

MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG,

0117098.4 13 July 2001 (13.07.2001) GB

SI, SK, SL, TI, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ,

(71) Applicant (for all designated States except US): REN-

ISHAW PLC [GB/GB]; New Mills, Wotton-under-Edge,

Gloucestershire GL12 8JR (GB).

(72) Inventor; and

(75) Inventor/Applicant (for US only): MCMURTRY,  
David, Roberts [GB/GB]; Park Farm, Stancombe, Durs-

ley, Gloucestershire GL11 6AT (GB).

(74) Agent: JACKSON, John, Timothy; Renishaw plc, Patent  
Department, New Mills, Wotton-under-Edge, Gloucester-

shire GL12 8JR (GB).

(84) Designated States (regional): ARIPO patent (GH, GM,

KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW),

Eurasian patent (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM),

European patent (AL, BI, BG, CH, CY, CZ, DL, DK, IE,

IS, FI, FR, GB, GR, H, IL, LU, MC, NL, PT, SE, SK,

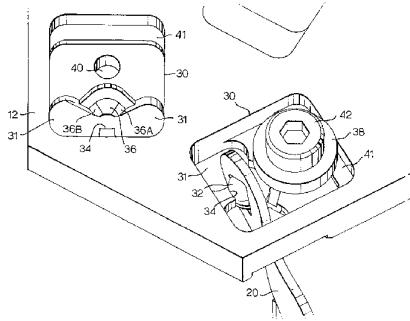
TR), OAPI patent (BF, BJ, CF, CG, CL, CM, GA, GN, GQ,

GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Declaration under Rule 4.17:  
— of inventorship (Rule 4.17(iv)) for US onlyPublished:  
with international search report

[Continued on next page]

(54) Title: PIVOT JOINT



WO 03/006837 A1

(57) Abstract: A pivot joint has a ball (32) mounted in and held in location with respect to a first structure (30) and a second structure (20) which is mounted on the ball and movable thereto. The second structure having a bearing surface (31, 36) which defines its position with respect to the ball. The ball may be held in location by at least two positions of contact with the first structure which may be on opposite sides of the ball so the second structure is captured between the first structure and the ball. The positions of contact may be adjustable.

---

**WO 03/006837 A1**

*before the expiration of the time limit for amending the claims and to be republished in the event of receipt of amendments*

*For two-letter codes and other abbreviations, refer to the "Guidance Notes on Codes and Abbreviations" appearing at the beginning of each regular issue of the PCT Gazette.*

WO 03/006837

PCT/GB02/03294

1

**PIVOT JOINT**

The present invention relates to a pivot joint, in particular a high precision ball joint.

5 Pivot joints which comprise a ball on a stalk are known. In such pivot joints the ball is located within a socket with the stalk protruding from the socket. These pivot joints have the disadvantage that they are  
10 not high precision, particularly because the ball part is not accurately spherical. A further disadvantage is that parts cannot be cheaply replaced when worn.

15 Accurate spheres (i.e. ball bearings) can be made very precisely by a lapping process.

The present invention provides a pivot joint comprising:  
20 a ball mounted in a first structure, wherein the location of the ball is held with respect to the first structure; and  
25 a second structure mounted on and movable with respect to the ball, wherein the second structure has at least one bearing surface which defines its position with respect to the ball.

The ball is preferably held in location by contact with the first structure at at least two positions.  
30 The at least two positions of contact are preferably on opposite sides of the ball. They may be diametrically opposite, but this is not essential and in some circumstances, for example where a precision joint is required it is preferred that the positions of contact

WO 03/006837

PCT/GB02/03294

2

are formed as the apexes of triangles whose centre passes through the ball.

Preferably, the second structure is captured between  
5 the first structure and the ball. Thus, the first and second structures are interconnected via the ball. In this configuration, at least one contact is on either side of the second structure i.e. at least one contact is on each side of the bearing surface which defines  
10 the position of the second structure with respect to the ball.

In a preferred embodiment, at least one of the positions of contact is adjustable.

15 Preferably the ball is held or fixed in location by at least four points of contact with the first structure.

When the ball is held in location, then it may be  
20 movable with respect to the first structure as well as the second. However, when a high precision joint is required, the ball needs to be stationary with respect to the first structure and thus is fixed in position. By having at least one adjustable position of contact,  
25 either of these states may be used, as required.

Alternatively, the ball is held in location with respect to the first structure or fixed by a conical recess and at least one point of contact.

30 Preferably the second structure has three bearing surfaces. Alternatively the second structure may have two bearing surfaces.

WO 03/006837

PCT/GB02/03294

3

In a preferred embodiment, the second structure is biased into contact with the ball. Such a bias may be provided by a spring, magnet, vacuum or elastic band.

5 A second aspect of the invention provides a method of holding a location of a ball with respect to a structure wherein the ball is sited in said location by contacting the structure at at least two positions.

10 Preferably, the at least two positions are on opposite sides of the ball.

In preferred embodiments the ball is fixed or held in location by at least four points of contact or,  
15 alternatively, by a conical recess and at least one point of contact.

A third aspect of the invention provides a method of locating a structure on a ball wherein the structure is  
20 movable with respect to the ball, the structure comprising an aperture with a peripheral surface for receiving the ball wherein at least one area of the peripheral surface is configured to be in sliding contact with the ball.

25 Preferably, at least two areas of the peripheral surface are configured to be in sliding contact with the ball and areas of the peripheral surface between said at least two areas are configured not to be in  
30 contact with the ball.

Pivot joints according to the invention enable the production of (high) precision joints at low cost. Ball bearings with highly spherical surfaces can be

WO 03/006837

PCT/GB02/03294

4

used to produce a smooth and precise motion between two structures that have not undergone expensive accurate machining processes. One of the reasons that these pivot joints are so accurate is because the ball may be held or fixed in location without the use of a screw stud which would affect the sphericity and smoothness of the ball surface and joint movement.

Embodiments of the invention will now be described by way of example and with reference to the accompanying drawings in which:

Fig 1 is an isometric view of a coordinate measuring machine using the pivot joint of the invention;

Fig 2 is an isometric view of the upper stage of the coordinate measuring machine, showing the pivot joints;

Fig 3 is a plan view of one end of a strut of the coordinate measuring machine;

Fig 4 is a plan view of the upper stage of the coordinate measuring machine, showing the pivot joint;

Fig 5 is a section along line A-A of Fig 4;

Fig 6 is a plan view of an end of an alternative strut of the coordinate measuring machine;

Figs 7 and 8 are schematic illustrations of alternative clamping arrangements of a ball in a pivot joint; and

Fig 9 is an isometric view of the upper stage of the coordinate measuring machine, showing alternative pivot joints.

A coordinate measuring machine is shown in Fig 1. The coordinate measuring machine comprises a lower fixed stage 10 and an upper movable stage 12. The upper and

WO 03/006837

PCT/GB02/03294

lower stages are linked by telescopic struts 14, each strut being connected to the upper and lower stages at its respective upper and lower ends by pivot joints. Each strut has a motor 16 to increase or decrease its 5 length.

As the upper stage 12 is supported only by the three telescopic struts 14 which are connected to the upper and lower stages by pivot joints, this stage may rotate 10 about three perpendicular axes relative to the lower stage 10. To prevent this, three anti-rotational devices 20 are provided which eliminate these three degrees of rotational freedom whilst allowing translational movement. The devices are passive, i.e. 15 they have no motor or other actuator. The joints between the anti-rotational devices 20 and the upper and lower stages 12,10 are also pivot joints.

A pivot joint between the upper stage 12 and an anti- 20 rotational device 20 is shown in more detail in Figs 2,4 and 5. The upper stage 12 is provided with structured cut-outs 30. A ball 32 of the pivot joint is supported within the cut-out 30 by surfaces defining the periphery of the cut-out 30. Two cut-outs 30 are 25 shown in Fig 2, one with the other components of the ball joint in place and the other without.

The ball 32 is supported by two opposite surfaces 34,36 of the cut-out 30. A first curved surface 34 contacts 30 a side of the ball 32, and a second curved surface 36 contacts a lower surface of the ball 32 with two points of contact 36A,36B. The position of the ball 32 is defined by these three points of contact 34,36A,36B and a fourth point of contact provided by a clamp 38,42.

WO 03/006837

PCT/GB02/03294

6

In this example the clamp comprises a washer 38 and a fixing device 42, such as a screw or bolt. The washer 38 sits on a shelf 41 provided in the cut-out 30 in the upper stage 12, an edge of its lower surface in contact  
5 with the ball 32. The upper stage 12 is provided with a hole 40 aligned with the centre of the washer 38, to receive the fixing device 42 which holds the washer 38 against the ball 32. The ball 32 is thus held rigidly in a fixed position at four places around its surface  
10 by the first curved surface 34, by two points of contact 36A,36B on the second curved surface 36, and by the washer 38.

An alternative pivot joint between the upper stage 12  
15 and a strut 14 is shown in Fig 9. The upper stage 12 is provided with structured cut-outs 130. A ball 32 of the pivot joint is supported within the cut-out 130 by surfaces defining the periphery of the cut-out 130.  
Two cut-outs 130 are shown in Fig 9, one with the other  
20 components of the ball joint in place and the other without.

The ball 32 is supported by two opposite surfaces  
134,136 of the cut-out 130. A first curved surface 134  
25 contacts a lower surface of the ball 32, and a second curved surface 136 contacts a side of the ball 32 with two points of contact 136A,136B. The position of the ball 32 is defined by these three points of contact  
134,136A,136B and a fourth point of contact provided by  
30 a clamp 38,42.

The orientation of the contacting surfaces, for the cut-out 130 are rotated with respect to the cut-out 30 as the orientation of the strut 14 is rotated with

WO 03/006837

PCT/GB02/03294

7

respect to anti-rotational device 20. This can be seen in Fig 1.

Each end of each of the telescopic struts 14 and anti-  
5 rotational devices 20 is provided with a hole 45 which  
fits over a ball 32 of a respective pivot joint. Each  
hole 45 is shaped to have three bearing surfaces  
43A,B,C, spaced at 120° apart, as shown in Fig 3. Only  
the three bearing surfaces are in contact with the ball  
10 32. These bearing surfaces have small areas of contact  
with the ball 32 to maximise slide between the  
surfaces. These small areas of contact also provide  
repeatable positioning of the strut 14 or anti-  
rotational device 20 with respect to the ball 32.

15 Although the examples show the second structure 14,20  
encircling the ball 32, this is not essential. Thus,  
the second structure may substantially encircle the  
ball with a gap in the structure (the limiting size of  
20 any gap is a function of the diameter of the ball and  
the position of the bearing surfaces of the second  
structure).

It should be noted that whilst it is preferred that  
25 both the struts 14 and anti-rotational devices 20 have  
pivot joints according to the invention, this is not  
essential.

Fig 6 shows an alternative arrangement of the bearing  
30 surfaces. In this arrangement the hole 45 is oval with  
only two bearing surfaces 46A,46B. As the bearing  
surfaces wear, they sit further down onto the surface  
of the ball, thus reducing rattle between the bearing  
surfaces and the ball. This arrangement is

WO 03/006837

PCT/GB02/03294

8

particularly suitable when the force on the bearing surface is parallel to an axis perpendicular to the plane of the bearing surfaces (for example if the ball joint is used in a jack).

5

The struts 14 and anti-rotational devices 20 are formed from a good bearing material, such as phosphor bronze. The strut 14 may be made by etching and then machining or stamping the holes 45 to accurately control the 10 length and geometry of the holes 45.

A side view of the upper stage 12 with an anti-rotational device 20 mounted on a pivot joint is shown in Fig 5 which is a section along line A-A of Fig 4.

15 The ball 32 can be seen to be held in position by three of the four points of contact. These are the first curved surfaces 34 and two points of contact on the second curved surface 36 provided on the stage 12 and the surface 37 of the washer 38. These surfaces are 20 shown to be spaced around the circumference of the ball 32. The surface 37 of washer 38 in contact with the ball 32 is a chamfered edge between the lower and side surfaces of the washer 38 and extends all around the circumference of the washer 38 so that this surface 37 25 is presented to the ball 32 whatever the orientation of the washer 38.

In this Figure the anti-rotational device 20 is in position and one bearing surface 43 can be seen to be 30 in contact with the ball 32. The other two bearing surfaces cannot be seen in this Figure.

The location of the four points of contact between the ball 32 and upper stage 12 and washer 38 allows

WO 03/006837

PCT/GB02/03294

9

sufficient space for the end of the anti-rotational device 20 to move about the ball 32. In addition, the structured cut-outs 30 each have cut-out lobes 31 either side of the ball 32 to allow enough room for the 5 end of the anti-rotational device 20 to manoeuvre. The three bearing surfaces 43A,B,C remain in contact with the ball yet move over the ball to allow the arm of the anti-rotational device 20 to rotate about the ball 32.

10 In the event of a jolt the bearing surfaces will spring off the ball, hit a solid stop (i.e. the edges of the cut-out structure 30) and return to their position on the ball. The ball joint is thus self-protecting. Where high precision ball joints are required, coil 15 springs may be provided, for example between the two parts of an anti-rotational device 20, to urge the bearing surface(s) onto the ball 32. Such springs would assist in returning the bearing surfaces onto the ball after any jolt and add rigidity to the structure.

20 The person skilled in the art will appreciate that biasing means would be advantageous at other locations on an apparatus incorporating a ball joint according to the invention.

25 An alternative way of urging the bearing surfaces onto the ball 32 is by biasing the second structure 14,20. One way to achieve this is to provide a plate which has one end clamped to the second structure 14,20 and the other end pressing against the ball 32. The plate thus 30 acts like a leaf spring. The clamp is preferably removably fixed by, for example, a screw, to enable removal of the ball 32 for maintenance or replacement thereof. The word plate is intended to include all the various shapes and structures that are suitable for

WO 03/006837

PCT/GB02/03294

10

providing a bias such as a washer. Such a plate could be used in conjunction with washer 38 or as a replacement.

- 5 The ball used in the pivot joint may be made of any hard/low friction material or alternatively made of any material coated with a hard/low friction material.

Although the above example describes the use of a pivot  
10 joint in a coordinate measuring machine, this pivot joint is not limited to use with such machines and may be used in other applications.

Furthermore the invention is not limited to the method  
15 of locating a ball as described above. Although the embodiment describes four points of contact with the ball, one of which is adjustable, it is possible to have more than a total of four points of contact with the ball. In addition it is possible to have more than  
20 one adjustable point of contact, for example all four points of contact could be adjustable.

An alternative method of clamping a ball rigidly in a precise location is shown in Fig 7. The ball 32 is  
25 located in a conical recess 48 and held in place by a securing device 52 (for example a screw) with one point of contact 54 with the ball 32. Of course the securing device 52 may have more than one point of contact with the ball 32 (for example a v-groove).

30 Fig 8 shows another method of clamping a ball rigidly in a precise location. The ball 32 is located on a flat surface 50 and is held in place by a securing device 52 which has a conical recess 56 in contact with

WO 03/006837

PCT/GB02/03294

11

the surface of the ball 32.

The ball may also be held in position by permanent methods such as bonding, braising and welding. However 5 these methods have the disadvantage that the ball is then no longer replaceable.

This pivot joint has the advantages that it is both cheap to manufacture and easy to assemble.

10

The cut-out structure which holds the ball is easy to machine. Repeatable positioning of a free ball within this structure enables the ball to be easily replaced. Furthermore use of commercially available accurate 15 spheres (for example ball bearings) combined with precise positioning in the structure produces a high precision ball joint.

The use of the word pivot in the phrase pivot joint 20 throughout this specification is defined as including pivot joints with one, two and three degrees of freedom as well as universal joints having two or three degrees of freedom.

WO 03/006837

PCT/GB02/03294

12

**CLAIMS**

1. A pivot joint comprising:  
a ball mounted in a first structure, wherein the  
5 location of the ball is held with respect to the first  
structure; and  
a second structure mounted on and movable with  
respect to the ball, wherein the second structure has  
at least one bearing surface which defines its position  
10 with respect to the ball.
2. A pivot joint according to claim 1 wherein the  
ball is held in location by contact with the first  
structure at at least two positions.  
15
3. A pivot joint according to claim 2 wherein the at  
least two positions of contact are on opposite sides of  
the ball.  
20
4. A pivot joint according to claim 3 wherein the  
second structure is captured between the first  
structure and the ball.  
25
5. A pivot joint according to any of claims 2 to 4  
wherein at least one of the positions of contact is  
adjustable.  
30
6. A pivot joint according to any preceding claim  
wherein the ball is held or fixed in location by at  
least four points of contact with the first structure.
7. A pivot joint according to any of claims 1 to 5  
wherein the ball is held or fixed in location with  
respect to the first structure by a conical recess and

WO 03/006837

PCT/GB02/03294

13

at least one point of contact.

8. A pivot joint according to any preceding claim  
wherein the second structure has three bearing  
5 surfaces.

9. A pivot joint according to any preceding claim  
wherein the second structure is biased into contact  
with the ball.

10 10. A method of holding the location of a ball with  
respect to a structure wherein the ball is sited in  
said location by contacting the structure at at least  
two positions.

15 11. A method according to claim 10 wherein the at  
least two positions are on opposite sides of the ball.

12. A method according to claim 10 or claim 11 wherein  
20 the ball is sited in said location by contacting the  
structure at four points of contact.

13. A method according to claim 10 or claim 11 wherein  
the ball is sited in said location by contacting the  
25 structure in a conical recess and at least one point of  
contact.

14. A method of locating a structure on a ball wherein  
the structure is movable with respect to the ball, the  
30 structure comprising an aperture with a peripheral  
surface for receiving the ball wherein at least one  
area of the peripheral surface is configured to be in  
sliding contact with the ball.

WO 03/006837

PCT/GB02/03294

14

15. A method according to claim 14 wherein at least two areas of the peripheral surface are configured to be in sliding contact with the ball and areas of the peripheral surface between said at least two areas are 5 configured not to be in contact with the ball.

16. A pivot joint comprising:  
a ball mounted in a first structure, wherein the location of the ball is held with respect to the first 10 structure at at least two positions the at least two positions being on opposite sides of the ball; and  
a second structure mounted on and movable with respect to the ball, wherein the second structure has at least one bearing surface which defines its position 15 with respect to the ball and the second structure is captured between the first structure and the ball.

WO 03/006837

1/7

PCT/GB02/03294

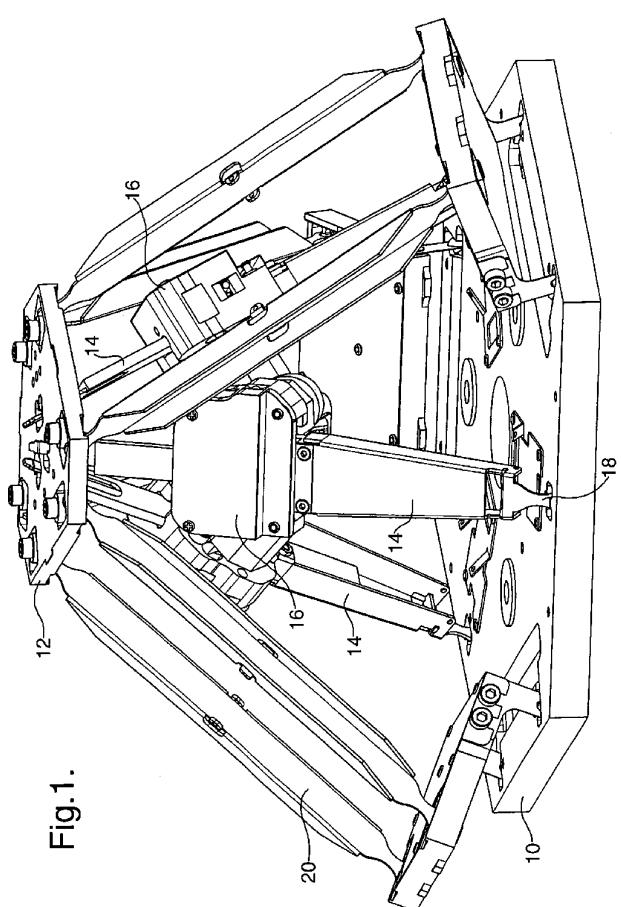


Fig. 1.

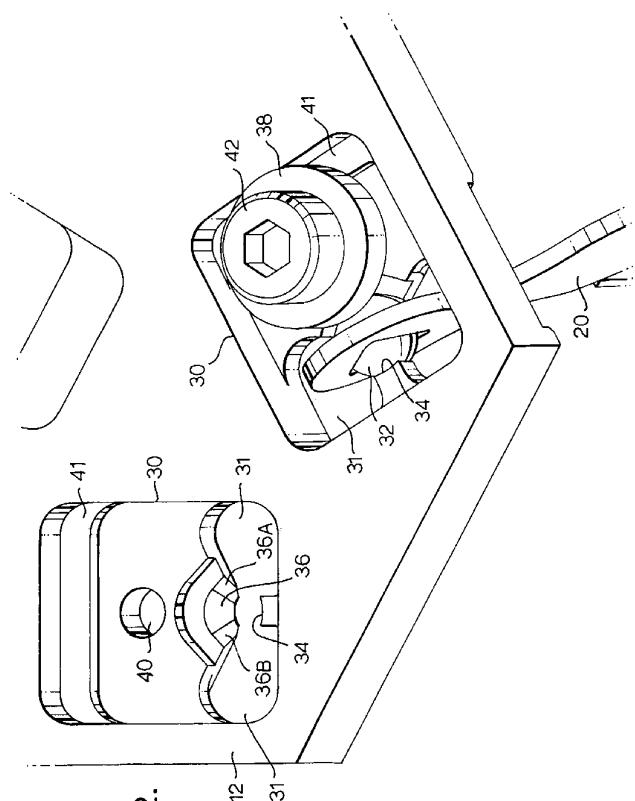


Fig.2.

WO 03/006837

3/7

PCT/GB02/03294

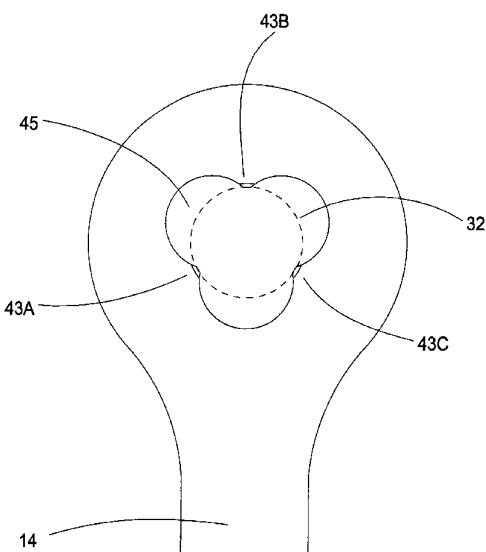


Fig 3

Fig.4.

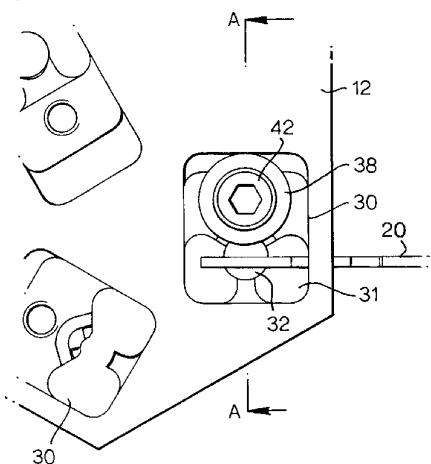
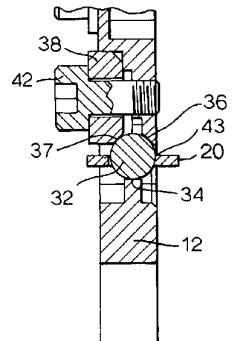


Fig.5.



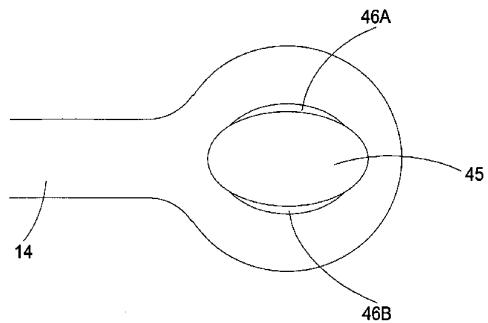


Fig 6

WO 03/006837

6/7

PCT/GB02/03294

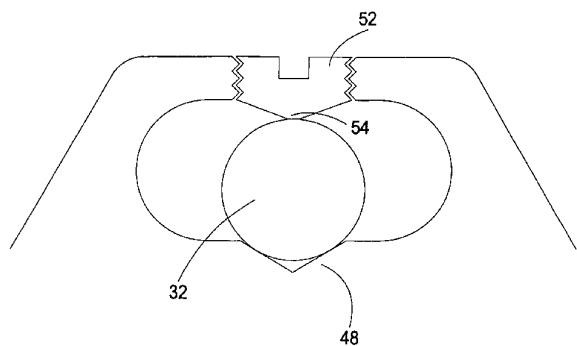


Fig 7

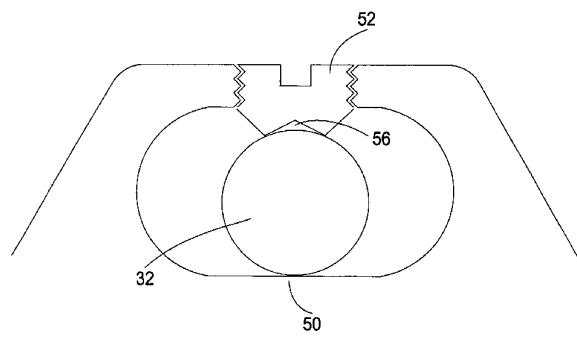
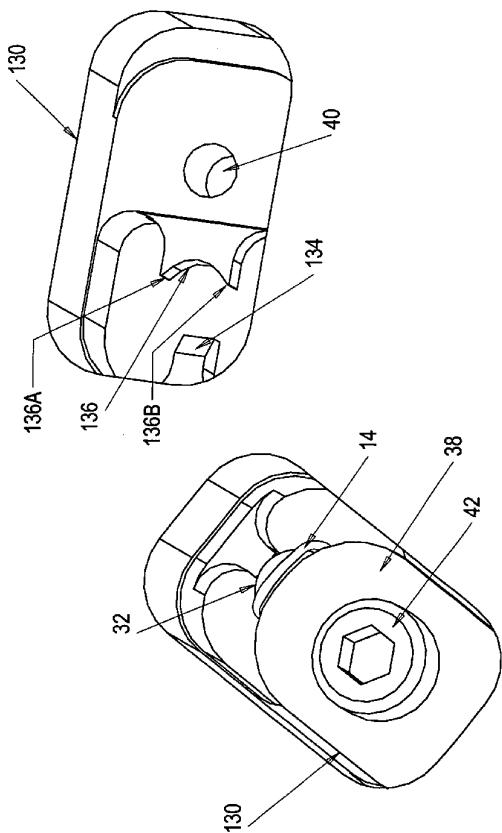


Fig 8

Fig 9



## 【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		I nternational Application No PCT/GB 02/03294
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC 7 F16C11/06		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) IPC 7 F16C		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 3 490 798 A (SPYRA RUDOLF A) 20 January 1970 (1970-01-20) column 2, line 69 -column 3, line 68 figures 1-10	1-4,10, 11,14,16
Y	---	5-9,12, 13
Y	DE 199 38 242 C (GUTJAHR GMBH) 21 June 2001 (2001-06-21) abstract figures 1,2	5
Y	DE 43 33 913 A (LINK JOHS SONOR GMBH) 14 April 1994 (1994-04-14) abstract figures 1-34	6,12
	---	-/-
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of box C.		<input checked="" type="checkbox"/> Patent family members are listed in annex.
<p>* Special categories of cited documents :</p> <p>*A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>*E* earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>*L* document which may throw doubts on novelty claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>*O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>*P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p> <p>*T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but added to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>*X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>*Y* document of particular relevance; the claimed invention can be considered novel and can be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>*&amp;* document member of the same patent family</p>		
Date of the actual compilation of the international search	Date of mailing of the international search report	
2 December 2002	06/12/2002	
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel: (+31-70) 340-2140, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3015	Authorized officer Vermander, W	

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1992)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International Application No. PCT/GB 02/03294
C. (Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	FR 947 212 A (SPECIALITES R A V E L) 27 June 1949 (1949-06-27) page 1, line 33 -page 2, line 49 figures 1,2 ----	8,9
Y	US 5 568 993 A (POTZICK JAMES E) 29 October 1996 (1996-10-29) abstract figure 9 ----	7,13
A	DE 38 18 254 A (SANYU CO) 5 January 1989 (1989-01-05) abstract figures 1-21 -----	1,10,14, 16

Form PCT/ISA/210 (continuation of second sheet) (July 1992)

page 2 of 2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT				International Application No PCT/GB 02/03294	
Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)		Publication date	
US 3490798	A 20-01-1970	NONE			
DE 19938242	C 21-06-2001	DE	19938242 C1	21-06-2001	
DE 4333913	A 14-04-1994	DE	4333913 A1	14-04-1994	
		GB	2273043 A ,B	08-06-1994	
		US	5803642 A	08-09-1998	
FR 947212	A 27-06-1949	NONE			
US 5568993	A 29-10-1996	NONE			
DE 3818254	A 05-01-1989	JP	1255720 A	12-10-1989	
		JP	63303226 A	09-12-1988	
		DE	3818254 A1	05-01-1989	
		FR	2616495 A1	16-12-1988	
		GB	2205146 A ,B	30-11-1988	
		US	4826342 A	02-05-1989	

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (July 1992)

---

## フロントページの続き

(81)指定国 AP(GH,GM,KE,LS,MW,MZ,SD,SL,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,MD,RU,TJ,TM),EP(AT, BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,IE,IT,LU,MC,NL,PT,SE,SK,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW, ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AT,AU,AZ,BA,BB,BG,BR,BY,BZ,CA,CH,CN,CO,CR,CU,CZ,DE,DK,DM,DZ,EC,EE,ES, FI,GB,GD,GE,GH,GM,HR,HU,ID,IL,IN,IS,JP,KE,KG,KP,KR,KZ,LC,LK,LR,LS,LT,LU,LV,MA,MD,MG,MK,MN,MW,MX,MZ,N O,NZ,OM,PH,PL,PT,RO,RU,SD,SE,SG,SI,SK,SL,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VN,YU,ZA,ZM,ZW

F ターム(参考) 3J105 AA35 AB17 AB22 AC10 CA02 CB12 CF04