

[19] 中华人民共和国国家知识产权局



[12] 发明专利说明书

专利号 ZL 200380102161.1

[51] Int. Cl.

B25J 13/02 (2006.01)

B25J 13/08 (2006.01)

G01L 1/24 (2006.01)

G01L 5/16 (2006.01)

[45] 授权公告日 2007 年 7 月 25 日

[11] 授权公告号 CN 1328020C

[22] 申请日 2003.10.28

[21] 申请号 200380102161.1

[30] 优先权

[32] 2002.10.28 [33] AU [31] 2002952290

[86] 国际申请 PCT/AU2003/001420 2003.10.28

[87] 国际公布 WO2004/037497 英 2004.5.6

[85] 进入国家阶段日期 2005.4.27

[73] 专利权人 斯培舍尔自由控股有限公司

地址 澳大利亚悉尼

[72] 发明人 约翰·艾伦·希尔顿

[56] 参考文献

US, A, 5591924 1997.1.7

US, A, 4811608 1989.3.14

EP, A, 0244497 1987.11.11

US, A, 4589810 1986.5.20

US, A, 5798748 1998.8.25

审查员 宋轶群

[74] 专利代理机构 北京三友知识产权代理有限公司

代理人 陈 坚

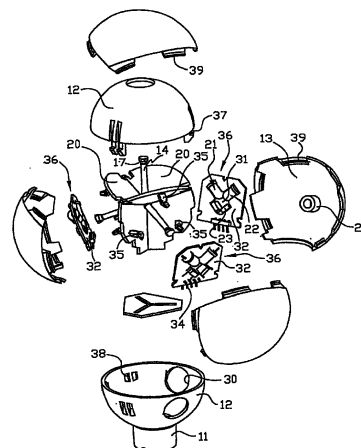
权利要求书 3 页 说明书 8 页 附图 6 页

[54] 发明名称

三维力和转矩转换器

[57] 摘要

一种三维力和力矩转换器单元，用于测量施加到该单元上的外部力或力矩并将其转换为一信号，从而可以将该信号用于控制结合该转换器单元的系统或装置。该转换器单元包括一控制器，该控制器形成有四个间隔开的臂，所述控制器具有六个或更多的约束度。可以通过握持装置向每个臂的顶端部分施加力或转矩。可使用传感器来测量所述臂在施加有负载或转矩的情况下的偏转，并且产生一输出信号。



1、一种控制器，包括一装置，该装置具有主体部分和四个且仅是四个从适于支撑该控制器的该主体部分延伸的臂，所述臂在三维中彼此间隔开，且该装置具有六个或更多的约束度，每个臂的顶端部分与提供受限相对运动的连接装置接合，该连接装置安装到一握持装置上，该握持装置能够接收和传递所施加的三维力和/或转矩，该控制器包括响应检测装置，用于监测在所述四个臂的至少三个中的响应，以提供表示施加到该握持装置上的三维力和/或三维转矩的输出信号。

2、如权利要求1所述的控制器，其特征在于，所述响应检测装置具有用于直接监测在四个臂中的三个且仅是三个中响应的装置，并且所述响应检测装置还包括用于从表示在所述三个臂中监测的响应的数据来计算在第四臂中的响应值的装置。

3、如权利要求1所述的控制器，其特征在于，所述控制器设置为通过所述输出信号来控制一系统。

4、如权利要求1或2所述的控制器，其特征在于，所述臂设置在四面体形的外壳中，并以具有很小程度不对称的对称方式几乎对称地相互间隔开，以在所述连接装置处提供预载。

5、如权利要求1至3中任一项所述的控制器，其特征在于，所述臂被约束以使得该装置具有八个约束度。

6、如权利要求1至3中任一项所述的控制器，其特征在于，每个臂的顶端均具有为部分球形外形的部分，并可沿着与所述连接装置相关联的圆柱孔滑动且可相对于该孔的轴线转动。

7、如权利要求1至3中任一项所述的控制器，其特征在于，每个响应检测装置均包括多个光学传感器，每个光学传感器均具有发射器和检测器，这些光学传感器大体设置在相同平面中并具有横向于相关联臂的轴线的相应光学轴线。

8、如权利要求7所述的控制器，其特征在于，其结合有总共六个光学传感器，这六个光学传感器在所述四个臂中的三个周围成对设置。

9、如权利要求1所述的控制器，其特征在于，还包括总共八个设置为阵列的传感器，从而获得对于四个臂中每一个的响应的沿X-Y坐标的位移以给出八个读数，可解析这八个读数以给出所需的输出信号。

10、一种计算机系统，包括一控制器，该控制器包括四个且仅是四个从适于支撑该装置的主体部分延伸的臂，所述臂在三维中彼此间隔开，且该装置具有六个或更多的约束度，每个臂的顶端部分与提供受限相对运动的连接装置接合，该连接装置安装到一握持装置上，该握持装置能够接收和传送所施加的三维力和/或转矩，该装置包括响应检测装置，用于监测在所述四个臂的至少三个中的响应，以提供表示施加在握持装置上的三维力和/或三维力矩的输出信号，该输出信号被设置为控制该计算机系统。

11、如权利要求10所述的计算机系统，其特征在于，所述响应检测装置具有用于直接监测在四个臂中的三个且仅是三个中响应的装置，所述响应检测装置还包括用于从表示在所述三个臂中监测的响应的数据来计算在第四臂中的响应值的装置。

12、如权利要求10或11所述的计算机系统，其特征在于，所述臂设置在四面体形的外壳中，并以具有很小程度不对称的对称方式几乎对称地相互间隔开，以在所述连接装置处提供预载。

13、如权利要求10或11所述的计算机系统，其特征在于，所述臂被约束以使得所述装置具有八个约束度。

14、如权利要求13所述的计算机系统，其特征在于，每个臂的顶端均具有为部分球形外形的部分，并可沿着与所述连接装置相关联的圆柱孔滑动且可相对于该孔的轴线转动。

15、如权利要求10或11所述的计算机系统，其特征在于，每个响应检测装置均包括多个光学传感器，这些光学传感器是同心的且设置在相同的平面上。

16、如权利要求15所述的计算机系统，其特征在于，其结合有总共六个光学传感器，这六个光学传感器在所述四个臂中的三个周围成对设置。

17、一种控制器，包括四个且仅是四个从适于支撑该控制器的主体部分延伸的臂，所述臂在三维中彼此间隔开且该装置具有六个或更多的约束度，每个臂的顶端部分与提供受限相对运动的连接装置接合，该连接装置安装到一握持装置上，该握持装置能够接收和传递所施加的三维力和/或转矩，该控制器包括响应检测装置，用于监测在所述四个臂的至少三个中的响应，以提供表示施加到该握持装置上的三维力和/或三维力矩的输出信号，并且所述装置还包括用于从表示在所述三个臂中监测的响应的数据来计算在第四臂中的响应值的装置，其中该控制器设置为通过该输出信号来控制一系统，且其中所述臂设置在四面体形的外壳中，并以具有很小程度不对称的对称方式几乎相等地相互间隔开，以在所述连接装置处提供预载，其中所述臂被约束以使得该装置具有八个约束度。

三维力和转矩转换器

技术领域

本发明涉及控制装置，尤其涉及这样的装置，其响应于输入的三维力或转矩，并能够从中得到控制信号以控制诸如受计算机控制的系统等的机器。但是，实施本发明的装置也可以用于其它用途。

背景技术

本发明人也是涉及三维力和转矩检测装置的领域中的一些发明的发明人，三维力和转矩检测装置是美国专利4,811,608；5,222,400；5,706,027和5,798,748的主题。

在该领域中更先公开的申请案是Heindl等人的美国专利4,589,810。

在识别这个另外的早先公开材料中，本发明人不承认这些其它申请案的任何一个对于本领域技术人员都必须是公知的或是在任何具体的国家是普通的公知常识。

本发明人的早先专利No.4,811,608公开了一种六臂装置，其中这些臂正交设置，并且使用传感器来监测在这些臂中对于关于三维中的任意轴线的力或转矩的响应。

本发明人现在认识到，对于上述公开的本发明人个人的现有技术和其它现有技术的新的和有用的替换将是非常有利的，且本发明涉及这些替换。

发明内容

总的来说，本发明可以被描述为一种控制器，其具有四个且仅有四个从适于支撑该装置的主体部分延伸的臂，所述臂在三维中彼此隔开，且该装置具有六个或更多的约束度，每个臂的顶部与提供受限相对运动的连接装置接合，该连接装置安装到能够在三维中施加力和/或转矩的握

持装置上，该装置包括响应检测装置，用于监测在四个臂的至少三个臂中的响应，以提供表示通过该握持装置施加的力和/或转矩的输出信号。

在一些实施例中，该装置设置为通过该信号来控制一系统。

这些臂可以设置在四面体形的外壳(envelop)中，且可选择地以大约 109° 的夹角对称地几乎彼此对称地间隔开。然而，小程度的不对称有利于确保有一些机械预载，这解决了摩擦问题从而提供了这样一种装置，其中基于计算机的系统能够快速地执行相关计算而得出精确的输出信号。

最有用的是，所述臂受到约束，从而该装置具有八个约束度。

这可以通过每个臂的具有球元件的顶端来实现，所述顶端可沿着与连接装置相关联的圆柱孔滑动，且可在孔内合理的界限内转动。因此，每一这种连接都具有沿着孔的轴线在移动运动中接合的自由度，并具有受限的进行转动的自由度。因此，该球窝接头沿着两个方向被约束，这两个方向限定了一个垂直于所述孔的轴线的平面，从而在每个接头处总共有四个自由度和两个约束。

可选择地，用于监测臂中响应的传感器围绕圆形路径设置在一平面中。所述传感器可以有利地为基于光学的系统。

该光学系统可以非常精确地检测臂中响应于所施加的力或转矩的极小的偏转。

另一个实施例是这样的，其中六个传感器设置成阵列，从而获得对于四个臂的每一个的X-Y坐标方向的位移而给出八个读数，可解析这些读数以给出所需的输出信号。

本发明的另一个有利的实施例包括多个光学传感器作为响应检测装置的组成部件。这些光学传感器是同心的并设在相同平面上。

六个传感器可选择地围绕四个臂中的三个成对设置。

本发明及其上述实施例可以有益地设置为一计算机系统的组件，无论是被结合作为外设或作为集成子系统。

作为技术背景，将给出可以进一步介绍本发明或其某些实施例的原理介绍，但本申请不受该介绍的完整性或正确性的限制。以下还将介绍优选实施例的进一步特征。

两个主体之间的约束关系可以通过将排除了具有特殊几何对准的机构之外的两个主体之间的一个或多个接头的约束相加来确定。优选的约束装置将具有正好六个约束度。优选的约束设计需要高的接头公差，以避免由于接头间隙产生声响（rattle）或避免由于干涉导致接头的过度摩擦。实际上，微小的干涉会造成产品不可用，因此优选的约束设计宁可由于在接头中的间隙而产生小量声响。还希望通过接头的一些摩擦而提供小量的阻尼。

当设计具有可移动握持件的控制装置时，如在纯粹基于弹簧的设计的情况下，有利地发现到，在释放握持件时，阻尼避免了振动问题并避免了对重量非常轻的握持件的需求。当释放握持时，优选的约束设计的摩擦只取决于握持件的重量和材料的摩擦性质，并因此在通常的设计中是不可调节的。

过约束设计可以通过稍微偏移接头的任何一侧而容易地预加载。可选择地，只使用少量的过约束来避免公差问题。本发明的优选实施例为由于八个约束度而被略微的过约束。这使得管形伸出的臂相对于诸如圆柱孔的连接装置稍微偏移，从而当该装置静止时产生很小的预载。

设计的耐久性受到接头磨损特性的严重影响。在具有点接触的优选约束设计中，小量磨损增加了接头的斜面，导致装置的声响增加。本优选实施例具有线接触接头，该接头比点接触接头的磨损慢得多。结合小量预载，该装置不会形成斜面。

该优选实施例具有中心体和模制为单个单元的臂，以形成四臂、通常为星形的主体（在本说明书中为了方便将其称为“四星体”），以刚性地安装主体的臂并减小成本。需要复杂工具以模制中心星形部件，且通过该工具的三个部分来形成每个臂。该优选实施例具有球形顶端，其与外球（或形成握持件的壳体）中的孔接合。该模具具有三条分型线。为了避免任何毛边影响该孔中球接头（ball-in-hole joint）的操作，可选择

地通过一圆柱形表面沿着分型线修整（cut back）理想的球面，因此该毛边不会接触与外球相关联的圆柱形孔的表面。

在该优选实施例中，设有用于安装四星体的内球结构，并且该内球结构包括下部和上部。在内球中设置四个孔，用于外球的带圆柱形孔的延伸部穿过并与四星体的臂接合。这些孔还限制了所述延伸部的运动范围，并防止了臂出现过应力。冲击负载从延伸部直接传递到内球结构，从而避免了对四星体的臂的损害，由此获得了坚固的设计。

优选实施例使用红外LED（发光二极管）和光电二极管以检测四星体臂的位移。对于完全三维力和三维转矩计算只需要六个传感器。这些传感器可选择地设置为三对，且一个臂没有传感器。也可以是两个臂上有两对传感器，而另两个臂具有单个传感器，但这不太理想。类似地，可以使用八个传感器，每个臂一对。每个臂可选择地具有彼此垂直的光轴。

在优选的实施例中，采用荫罩技术，以使用红外LED和红外光电二极管来检测位移。使用红外线提供了对于影响测量的周围光线的更大的抗干扰性。从LED落到光电二极管上的光线产生小电流。随着臂的偏转，光线量发生改变从而电流量发生改变。通过使用合适的电路将穿过光电二极管的电压保持恒定而获得更大的线性。每个LED/光电二极管对都具有特征功耗因数，该特征功耗因数被测量为LED驱动电流与没有阴影的光电二极管输出电流的比率。这通常在200:1左右。为实现良好的精确性，该驱动电路和/或计算需要补偿功耗因数的变化。

该优选实施例具有作为两个约束度接头的孔中球接头。这些接头在球形球顶端表面和整个表面之间具有线接触。

附图说明

仅仅为了举例说明，将参考下面的示例性附图描述本发明：

图1是表示三维控制装置（例如：用于控制计算机）的基座单元的三维示意图；

图2是通过该装置的垂直剖视示意图，并具有大体球形的握持帽，用于手动操纵以操作该装置；

图3是用在该装置中的四星组件的三维示意图；

图4是表示该装置的用于握持目的的帽的其中一部分（segment）内部的三维示意图；

图5是以实际实施例形式的图1-4装置的三维分解视图；以及

图6是类似于图3的视图的示意图，但是沿着其中一个臂的轴线观看四星组件；该视图还显示了其中一个光学子组件；已经除去了臂的顶端以提供该光学子组件的更好的视图。

具体实施方式

该装置的主要部件包括四星主体10基底、碗形内帽12和由多个部分形成的外帽13，图4中显示了其中一个外帽。

四星体10具有：四个臂14，它们从中心体15沿着相应的轴线延伸，所述轴线相对于彼此在几何上大体均匀地布置。各个臂14均具有细长的、截面减小的圆柱部分14A，该圆柱部分14A从锥形基底16延伸并引向具有放大头部的顶端17，该放大头部的表面轮廓包括具有平坦端面19的大体球形部分18。一系列结构幅板20单独地形成在四星主体上。

内帽12具有用于容纳与外帽13关联的管形保持件24的孔30，从而限制了帽13（其用作握持件）的移动。

如图2中最清楚示出的，其中一个臂大体垂直向上延伸，且如上所述，优选实施例具有用于检测臂中的挠曲的光学传感器。图2示意性地显示了具有发光二极管（LED）22和光电检测器23的光电检测器单元21。每个臂14通过在相应的管形保持件24中的线接触而被约束，该保持件24与相应的帽部分13一体形成，并从该帽部分13向内伸出以与顶端17相接合。

现在参照图5和图6，在三个下印刷电路板（PCB）32的每一个中的小切口31提供了用于将光电检测器单元21装配到内帽12中的间隙。三个下PCB32的每一个均安装有印刷电路板接口34。设有三个三等分的光学子组件支撑件35，该光学子组件支撑件35从结构幅板20伸出以容易且精

确地安装相应的光学子组件36，光学子组件36包括PCB32和两个光电检测器单元21。

PCB接口34提供了用于光学子组件36的相互连接，并安装有接口电子元件（未示出）。带形电缆（未示出）焊接到PCB接口34上并在杆部11的内部延伸，以连接到外部电子装置（未示出）上。

内帽12的顶部和底部分别包括用于相互接合的三对夹子37和三对夹子孔38。该杆部11具有三个用于将该装置安装到基底（未示出）上的螺纹凸台（未示出）、带形电缆脱离槽和键槽以确保该装置被正确安装。外帽13的这些部分的边缘具有用于相互安装和组装的互锁凸片39。这些凸片39需要外帽13的所有四个部分被同时组装。凸片39的互锁设计需要简单的两部分模具来制造。尽管外帽13的这些部分机械接合，但这些部分也被粘合以增强强度。

图6清楚地显示了臂14如何从发光二极管22和相应的光电检测器23偏移，从而能够容易地测量由于臂14的偏转引起的光的变化。

四星体10设计为注塑模制。应注意，每个臂14的球形部分18需要很精确，并具有形成为将任何模制毛边保持在球形部分18下方的部分。塑料的类型需要具有良好的疲劳寿命，以控制施加在臂14上的反复弯曲应力，从而它与外帽材料应具有较低的摩擦。Delrin®是用于四星体10的合适材料。

这样的结构使得通过在臂中的特征挠曲来检测相对于任何轴线通过外帽13施加的力或转矩。该挠曲可被检测，并且计算确定待传送到一装置（例如，计算机）的适当的信号。

随着外帽13的运动，四个管形保持件24推动四个臂14以使它们弯曲，因此它们抵抗外帽13的移动。忽略非常小的且因此不重要的摩擦分量，每个臂顶端17的力矢量可以被认为是位于垂直于管形保持件24的对应轴线的平面中的二维力矢量。做一简化假设，即，当外帽13运动时每个平面都保持静止。由于该假设而产生的非常小的误差是不重要的。每个臂顶端17的偏转是成比例的，且沿着与二维力矢量相同的方向。使用标准的工程数学，作用通过臂顶端17的每个二维力矢量可以转换为作用通过

该装置中心的三维力矢量和三维转矩矢量。而后分别通过将四个三维力矢量相加以及将四个三维转矩矢量相加来计算出作用在外帽13上的三维力矢量和三维转矩矢量。

作用在臂顶端17上的力矢量与通过位于沿着臂14的长度向下部分距离处的光电检测器单元21（或传感器21）测量的偏转成正比。在臂顶端17上的力对于所检测偏转的比例为常数，并能够通过试验测量或者与偏转臂14形状的几何计算相结合从臂的弹簧常数计算得到。已知该恒定的比例，就可以通过乘法容易地由偏转计算出力。

由工程原理，至少需要六个单值传感器来测量同步的三维力矢量和三维转矩向量。很清楚，具有四对传感器的装置（每个臂一对）是功能性的。如果第四个二维力矢量能够从其它三个计算出来，就可以使用具有三对传感器的装置。考虑图5的装置，其中下面的三个臂14具有传感器21，而上臂14不具有传感器。使用三个所测量的二维力矢量中的每一个，计算出与以该装置的中心为中心并通过上臂顶端17的中心的圆相切的力分量。然后将这三个力矢量分量在数学上转动从而作用通过上臂顶端17的中心。而后将这三个力矢量相加，以计算与第四臂14相关联的二维力矢量。

考虑这样的简单情况是有益的，其中外帽13由作用通过该装置中心的力向下推。上臂14没有偏转，但下面的三个臂14向下偏转从而将负载等分。所需的切向分量与其相应的二维力矢量相等。转动这些力矢量，使得它们作用通过上臂14的中心，这导致产生彼此以 120° 作用的三个相等的力矢量，因此如所希望的相加为零。

理论上同样可以有这样的装置，其在两个臂14上具有两对传感器21且在其它两个臂14上具有适当定向的两个单独的传感器21。

在本说明书中，词语“包括”及其变形（诸如“包括有”）具有这样的意思，即，除了那些明确提及的元件、物件或方法步骤之外，该词语并没有排除附加或未提及的元件、物件或方法步骤。因此，所述装置、物件或方法可以在本发明的各种实施例中具有其它的元件、物件或步骤。权利要求书的目的是限定构成本发明的特征，而并不必须是本发明限定

的装置、物件或方法的工作实施例所可以具有的所有特征。因此，在权利要求书中限定的装置、物件或方法可以包括其它的元件、步骤或物件以及构成本发明并在权利要求书中明确提及的发明的元件、步骤或物件。

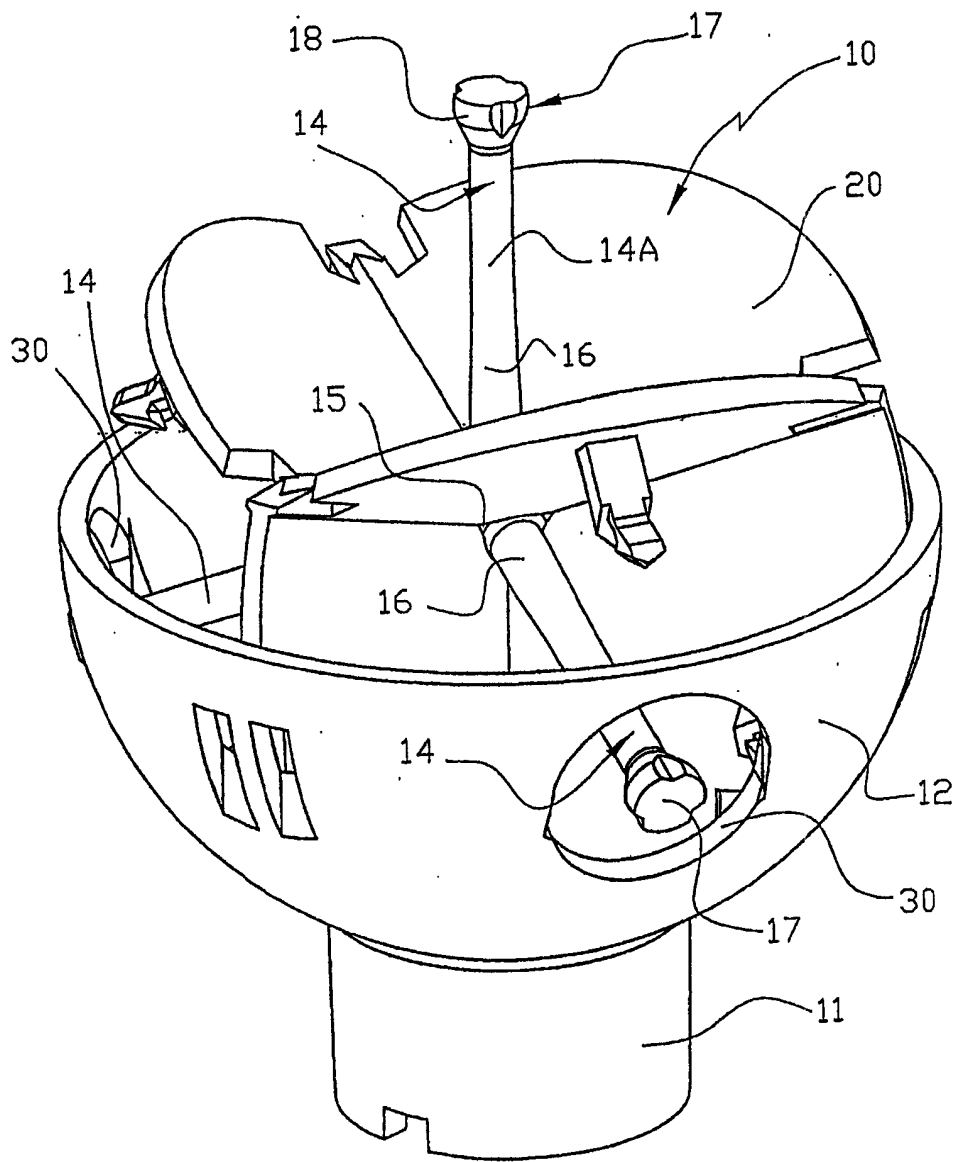


图 1

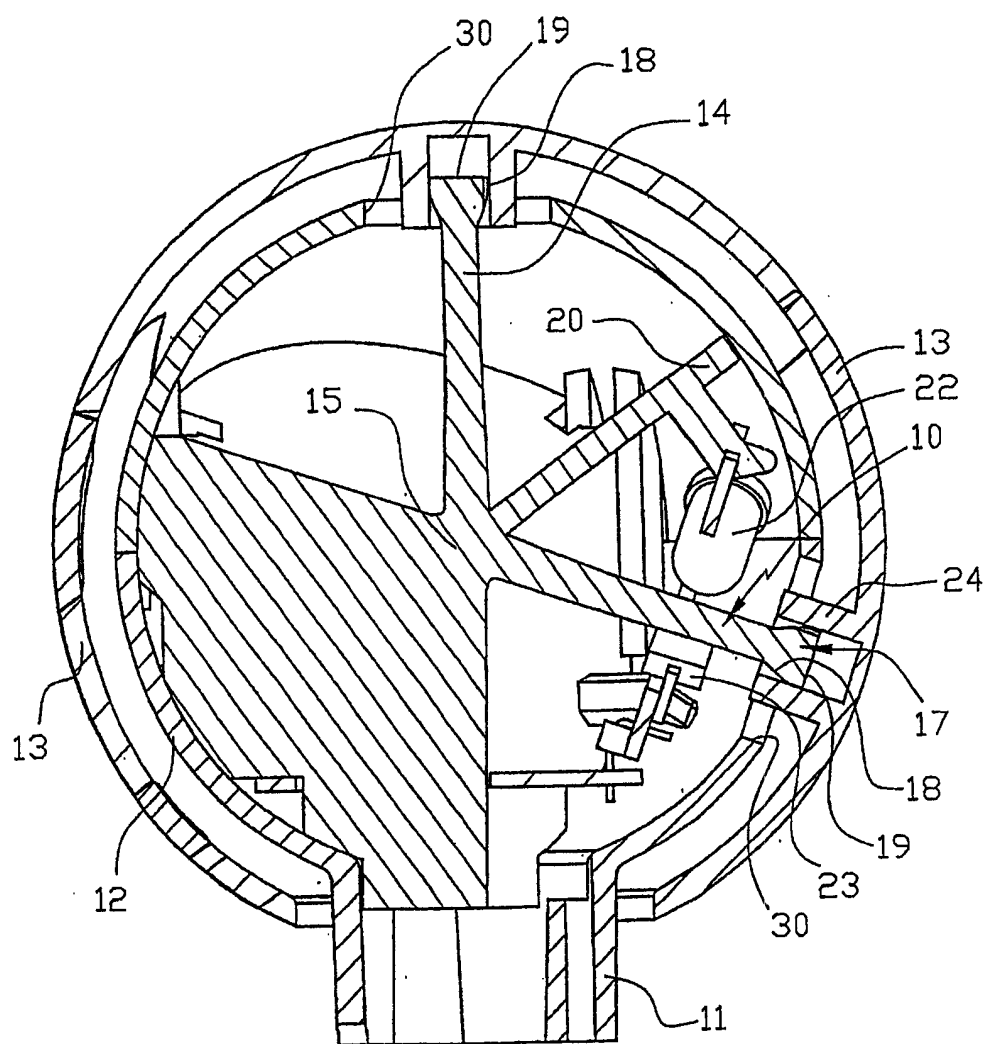


图 2

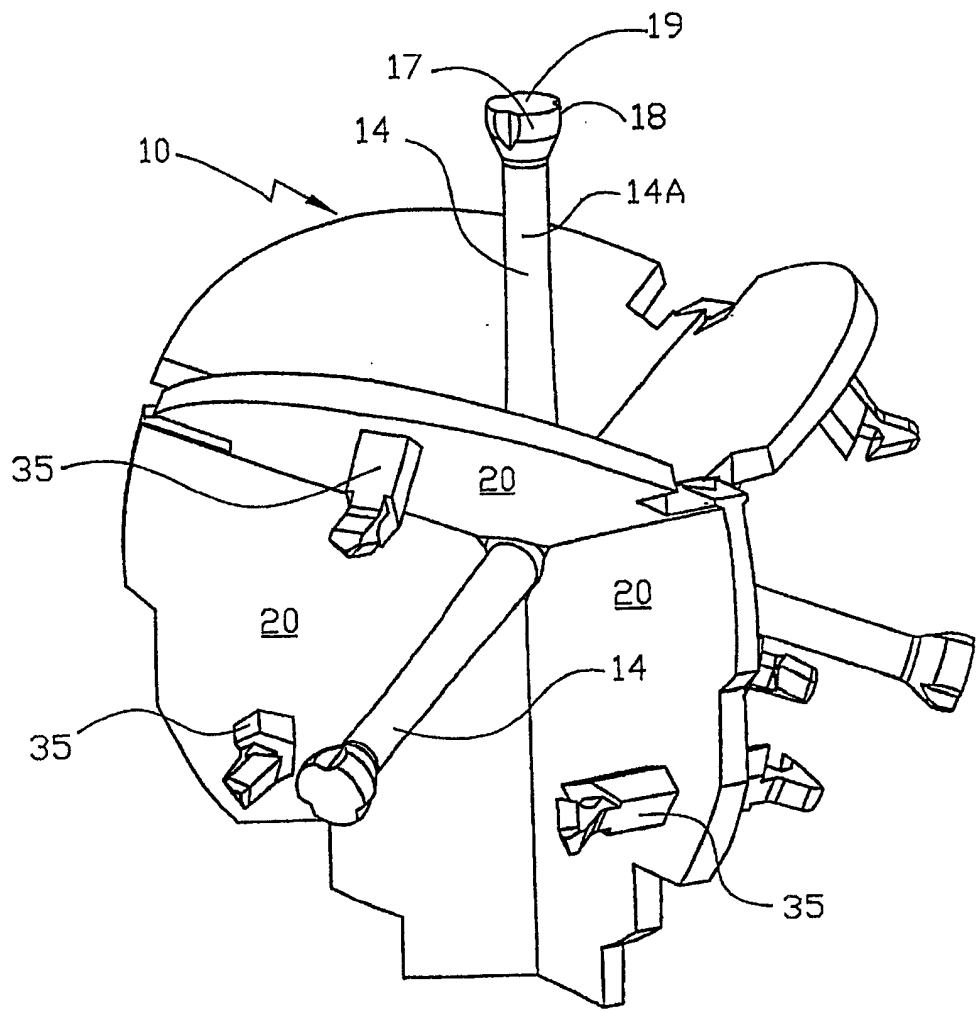


图 3

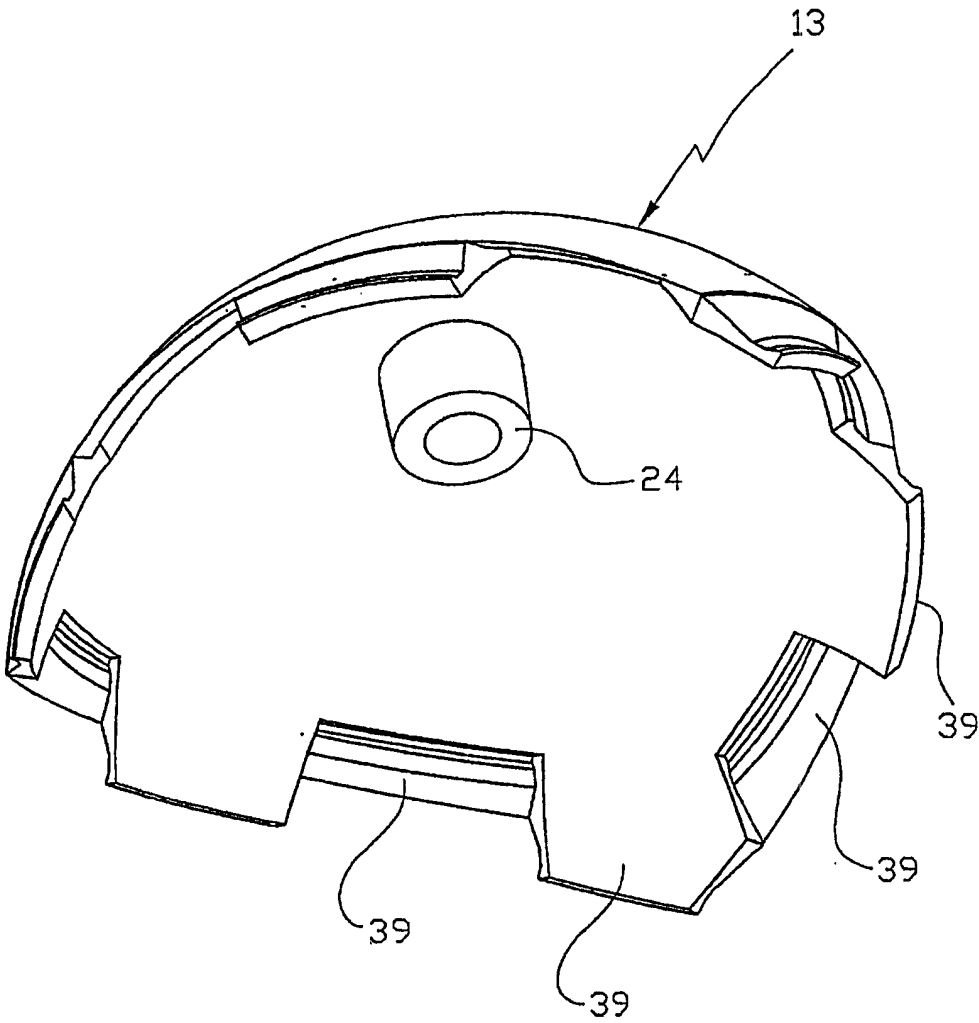


图 4

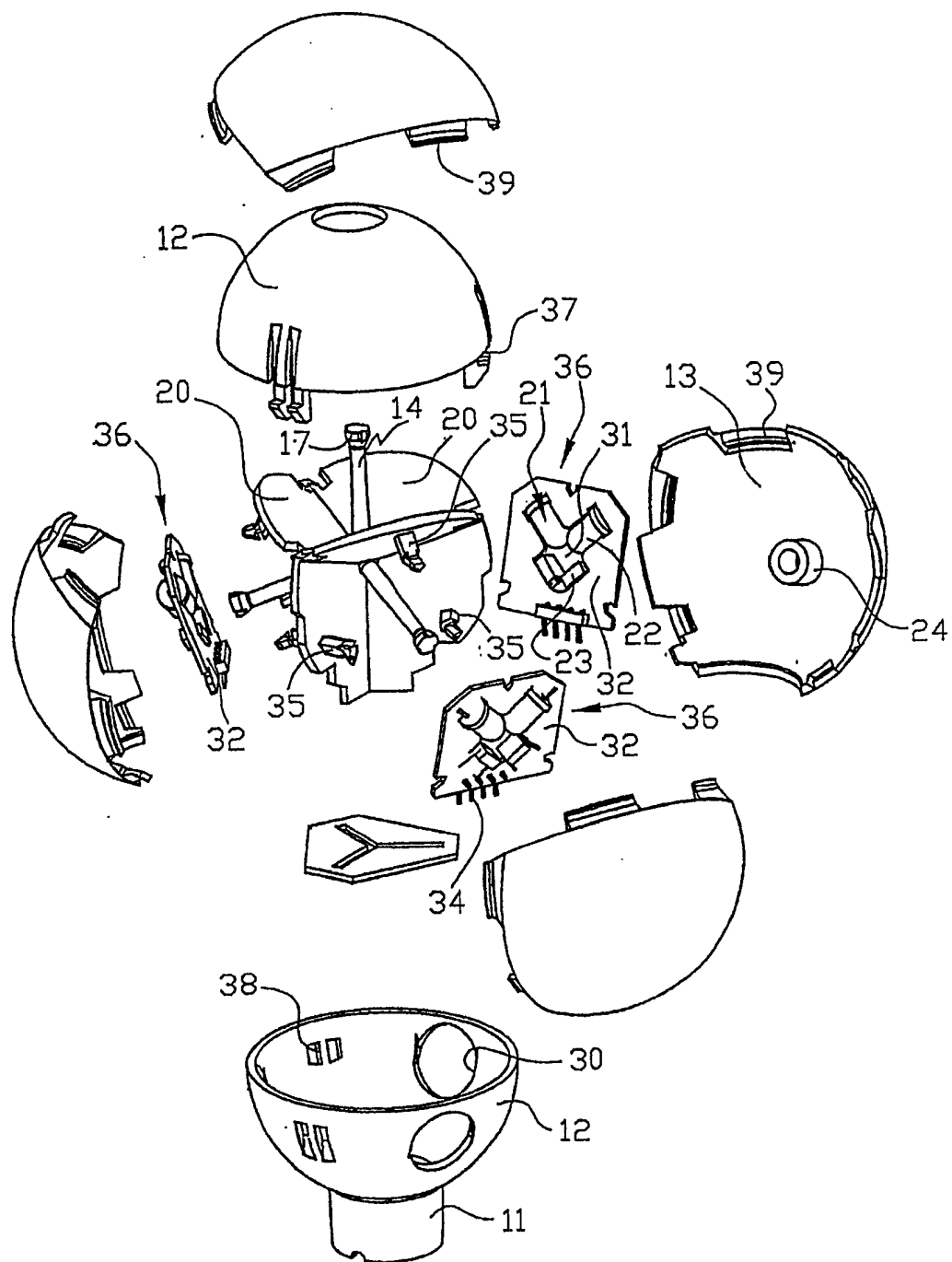


图 5

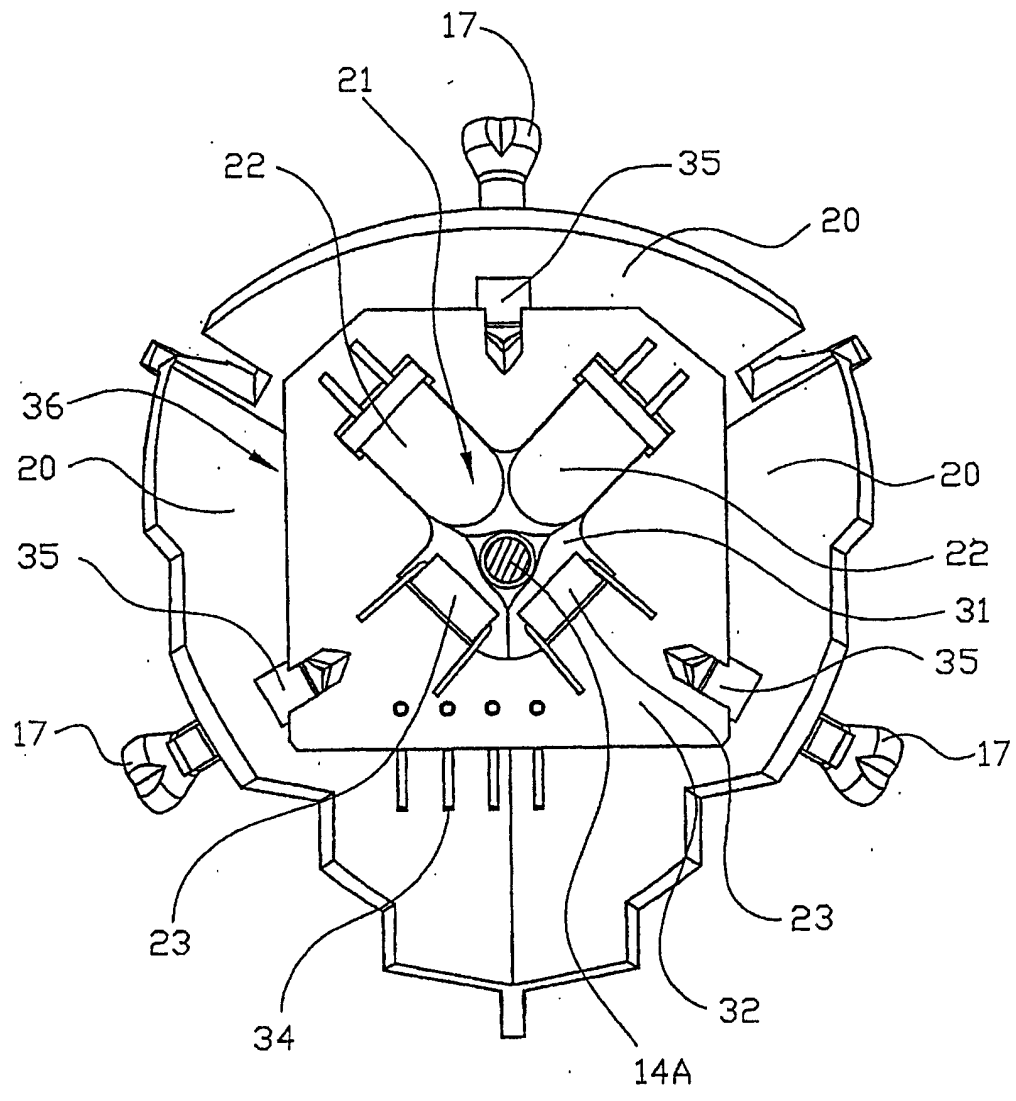


图 6