

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl<sup>7</sup>

B25J 9/06

B25J 18/06 B25J 9/10



# [12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 02814461.9

[43] 公开日 2004年9月29日

[11] 公开号 CN 1533321A

[22] 申请日 2002.6.12 [21] 申请号 02814461.9

[30] 优先权

[32] 2001.6.13 [33] GB [31] 0114406.2

[86] 国际申请 PCT/GB2002/002649 2002.6.12

[87] 国际公布 WO2002/100608 英 2002.12.19

[85] 进入国家阶段日期 2004.1.17

[71] 申请人 奥利弗克里斯品机器人有限公司

地址 英国布里斯托

[72] 发明人 R·O·布金哈姆

A·C·格拉哈姆

[74] 专利代理机构 上海专利商标事务所

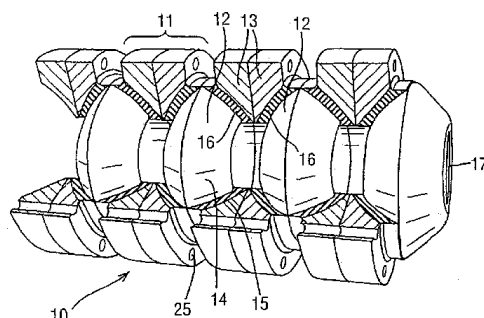
代理人 吴明华

权利要求书4页 说明书8页 附图7页

[54] 发明名称 用于蛇形机械臂的连接件组件

[57] 摘要

本发明涉及一用于机械臂的连接件组件，该臂包括第一连接件(12)和第二连接件(13)，各适于作一个相对于另一个的有限制的运动，以及弹性体装置(16)设置在所述第一(12)和第二(13)连接件之间，与其粘结或键接，由此，所述第一(12)和第二(13)连接件之间的运动致使设置在其间的弹性体装置内产生剪切运动。



ISSN 1008-4274

1. 一用于机械臂的连接件组件，其包括：第一和第二连接件，各适于作一个相对于另一个的有限制的运动，以及弹性体装置，其设置在所述第一和第二连接件之间，  
5 与其粘结或键接，由此，所述第一和第二连接件之间的运动致使设置在其间的弹性体装置内产生剪切运动。
2. 如权利要求1所述的连接件组件，其特征在于，弹性体是天然橡胶或合成橡胶。
3. 如上述权利要求中任何一项所述的连接件组件，其特征在于，弹性体设置成在所述第一和第二连接件之间的一夹层。
- 10 4. 如权利要求3所述的连接件组件，其特征在于，第一和第二连接件构造成互相合作匹配的关系，而弹性体装置作为一薄层设置在它们之间，由此，一在连接件之间的弯曲运动在弹性体装置内形成剪切运动，由于所述第一和所述第二连接件之间的相对运动的结果，将任何的压缩运动减小到最小。
5. 如上述权利要求中任何一项所述的连接件组件，其特征在于，层的厚度是3mm  
15 或不到3mm。
6. 如上述权利要求中任何一项所述的连接件组件，其特征在于，弹性体层可粘结和/或键接到一个或两个所述的连接件上。
7. 如权利要求6所述的连接件组件，其特征在于，邻近连接件的弹性体层的各表面有效地进行固定，以使连接件之间的相对运动在操作中在弹性体内产生一剪切运  
20 动，该结构使层的厚度有减小压缩的趋势，由此，提供改进的定位部件的稳定性。
8. 如上述权利要求中任何一项所述的连接件组件，其特征在于，弹性体装置包括多个弹性体层。
9. 如权利要求8所述的连接件组件，其特征在于，一刚性层粘结或键接到邻近的弹性体层，以将一层与其相邻层分离。
- 25 10. 如权利要求8或9所述的连接件组件，其特征在于，弹性体装置是层合的。
11. 如权利要求8至10中任何一项所述的连接件组件，其特征在于，各弹性体层之间交叉或刚性层是一种材料，其可粘结到或键接到弹性体上。
12. 如权利要求15所述的组件，其特征在于，交叉层有足够的刚度，以在连接件的运动过程中将弹性体的压缩减小到最小。
- 30 13. 如权利要求8至12中任何一项所述的组件，其特征在于，交叉层可以包括薄的金属层、树脂或玻璃纤维层，或可以是纺织的或无纺的材料的垫子。

14. 如权利要求 13 所述的组件，其特征在于，纺织的或无纺的材料可以是碳纤维或凯夫拉尔（Kevlar）。

15. 一用于机械臂的连接件组件基本上如参照附图所描述的和如附图中所图示的。

16. 一机械臂，包括一具有如权利要求 1 至 15 中任何一项所述的多个连接件，以及用于控制段节内的所述连接件的运动的控制装置，其中，控制装置将所述连接件保持在张紧或压缩的状态下。

17. 如权利要求 16 所述的机械臂，其特征在于，控制装置可包括至少一条线，其从段节的一端延伸到另一端。

18. 如权利要求 16 或 17 所述的机械臂，其特征在于，控制装置可包括三条线，各从段节的一端延伸到另一端，由此，改变一条相对于另一条的线内的张力，致使或允许连接件弯曲，由此，控制段节的运动。

19. 如权利要求 16 至 18 中任何一项所述的机械臂，其特征在于，线较佳地张紧以使连接件保持在压缩状态下，该结构使诸线之间的差动张力的应用致使或允许段节移动或弯曲。

20. 如权利要求 16 至 19 中任何一项所述的机械臂，其特征在于，各连接件包括：一外圆盘，其具有用于控制线的诸孔，这样，控制线在连接件的其它部件的外面延伸，一内圆盘，其适于设置在外圆盘的大致的内部，并具有一中心钻孔来容纳用于工作头的控制装置和/或电源装置，以及一在各内和外圆盘之间延伸的橡胶圆盘或层，其粘结到或键接到各个圆盘上，但其以另外方式自由地浮在所述内圆盘和外圆盘之间，以使内圆盘不受组件的其它部件的约束。

21. 如权利要求 16 至 20 中任何一项所述的机械臂，其特征在于，包括多个如上述权利要求中任何一项所述的根据本发明的段节，其中，对各段节设置控制装置。

22. 如权利要求 21 所述的机械臂，其特征在于，各段节终止在一具有线管道装置的、用于臂的其它段节的控制线的端帽上，以及围绕端帽弧形地间隔开的锚固装置，以用来固定所述段节的控制线。

23. 如权利要求 16 至 22 中任何一项所述的机械臂，其特征在于，各连接件的至少一个设置有用来引导线从段节的一端到另一端的装置。

24. 如权利要求 16 至 23 中任何一项所述的机械臂，其特征在于，各线设置在段节连接件的外面，并终止在一金属箍上，该金属箍适于接合在一段节的端帽内的对应的凹陷，以便张紧线，金属箍与端帽接合，以将一压缩载荷施加在各连接件上，从而保持段节内的连接件的刚度。

25. 如权利要求 21 至 24 中任何一项所述的机械臂，其特征在于，各控制线由一致动器进行操作，其中，与各控制线相关的致动器围绕邻接第一段节的一端的头板间隔开在一个或多个弧形中。

26. 如权利要求 25 所述的机械臂，其特征在于，致动器阵列提供一用于各线的致动器，它们可以间隔的弧形关系进行设置以形成一截头锥，此外，从各致动器引出的线围绕一导向器或滑轮穿过，以对从致动器到进入段节的入口的控制线提供一引出线。

27. 如上述权利要求中任何一项所述的组件或臂，其特征在于，各连接件可由成对的半连接件形成，它们可背对背地进行组装，这样，一内半连接件和一外半连接件可用其连接的橡胶层进行组装，以形成一体的连接件部件，多个部件一起可组装形成一段节。

28. 如权利要求 27 所述的组件或臂，其特征在于，各半连接的部件包括三个分离的单独的部件，即，一外连接元件，一内连接元件，以及橡胶轴承，其中，轴承键接到或粘接到各连接部件上，以使一个部件相对于另一个移动，在橡胶部件内产生剪切运动或力。

29. 如权利要求 28 所述的组件或臂，其特征在于，各半连接部件可借助于设置在各组装的半连接部件上的匹配孔内的定位销钉进行定位，由此，组件可不需半连接部件之间的进一步连接而形成，且诸电缆可旋入通过连接在致动器板上的外连接周缘上的各种操作孔，该结构使致动器致动而在板内和电缆内产生一定程度的张力，由此，全部的组件保持在一起，以便通过变化线内的张力，可适当地操纵段节。

30. 如权利要求 16 至 29 中任何一项所述的机械臂，其特征在于，一外套筒围绕各段节设置。

31. 如权利要求 16 至 30 中任何一项所述的机械臂，其特征在于，套筒可以是波纹型外壳。

32. 如权利要求 16 至 31 中任何一项所述的机械臂，其特征在于，选择外壳的材料及其结构来提高臂的扭转刚度而增加非常小的弯曲刚度。

33. 如权利要求 30 至 32 中任何一项所述的机械臂，其特征在于，外壳封闭的段节填充以润滑剂。

34. 如权利要求 30 至 33 中任何一项所述的机械臂，其特征在于，润滑剂可以是干粉末或诸如油脂和/或油的液体，其中，包含在臂内的润滑剂的物理特性根据机械臂操作的环境进行选择。

---

35. 如权利要求 32 或 34 中任何一项所述的机械臂，其特征在于，臂可设置有一润滑剂箱，以及一用来泵送润滑剂通过臂、并再循环回到润滑剂箱的装置。

36. 如权利要求 35 所述的机械臂，其特征在于，当臂使用在侵蚀的环境中时，设置润滑剂冷却装置来冷却臂。

## 用于蛇形机械臂的连接件组件

5 技术领域

本发明涉及一改进的在工作环境内定位加工工具和传感器的机械手臂，并且特别地涉及一用于定位一加工工具或传感器的改进的机械的和软件工具。

背景技术

- 10 在传统技术中，诸如发动机和包括一外壳的机器之类的机械设备按定期的保养计划进行保养。在故障的情况下，一操作者或工程师将按故障排除程序通过一系列的功能试验运转机器或发动机，并记录下机器或发动机对每一试验功能的反应。从观察机器对给定试验功能的反应或反作用，至少部分地可诊断机器故障的大致区域。此后，一定程度地拆卸机器，以能对可能的故障进行识别
- 15 和实施修理。

- 我们的未决的英国专利申请 No. 0020461.0(本文援引该公开专利以供参考)描述和提出一种包括一工作头的装置，其适于承载一工具或检查元件，以便在机器内的某一部位进行工作或检查，该装置包括一用于工作头的支承臂，所述臂适于进入到所述机器内，以将工作头定位在要求操作的位置，用于所述工作
- 20 头的操作控制的操作装置，以及用于控制所述机器内的臂的姿势和定位的控制装置，其中，支承臂包括至少一个具有多个连接件的段节，各连接件与其相邻的连接件环接，以及用来根据一数据来控制所述段节的位置和/或姿势的装置，由此，能使臂在机器内随从和适于—预定的路径，从机器外壳的进口到达工作的部位。

- 25 在该应用中描述的本发明的一特定方面，各段节包括多个连接件，相邻连接件之间存在一定程度的环接。通过在张力状态下保持各段节中诸连接件的环接，可精确地控制各段节的空间定位，以使臂能循—回旋的路径引导工作工具进入到机器内。因为其具有能以蛇的方式沿其本身的轴向延伸、并绕过障碍流动从而循着一回旋的路径前进的能力，所以，这种类型的臂有时称之为“蛇”，
- 30 “蛇形”或蜿蜒臂。

在英国专利申请 No. 0020461.0 中描述的发明，要求对各部件进行精心设

计，以将各对连接件之间的环接点上的摩擦损失减小到最小。在一多连接件的段节中，这些摩擦损失累积增大，因此，在一多段节的机械手臂中，在操纵臂的过程中，须克服的全部的摩擦损失可以是相当大。因此，要求有一种装置，其中，诸部件的制造相当地简单直接，且可减小摩擦损失。在英国专利申请  
5 No. 0020461.0 中特别描述的装置中，可设置弹簧装置来偏压各连接件，以抵抗由控制电缆作用的压缩张力。

### 发明内容

本申请业已发现，通过配置诸弹簧，并代之以插入一层橡胶或弹性体材料，或粘结或键接到构成一段节内相邻连接件之间的环接的两个元件上。橡胶  
10 可在环接的部件之间构成一固定摩擦的接触，而同时提供产生接头“刚度”所必须的弹性剪切能力。

因此，根据本发明的一个方面，为一机械臂或蛇形臂设置一连接件组件，其包括：

15 第一和第二连接件，各适于作一个相对于另一个的有限制的运动，以及弹性体装置，其设置在所述第一和第二连接件之间，与其粘结或键接，结构布置为：所述第一和第二连接件之间的运动致使设置在其间的弹性体装置内产生剪切运动。

弹性体可以是天然橡胶或合成橡胶，或任何其它合适的弹性或弹性体的材料。  
20 弹性体较佳地设置成在所述第一和第二连接件之间的一夹层。在本发明的另一实施例中，第一和第二连接件可构造成互相合作匹配的关系，而弹性体装置作为一薄层可设置在它们之间，由此，一在连接件之间的弯曲运动在弹性体装置内形成剪切运动，由于所述第一和所述第二连接件之间的相对运动的结果，可将任何的压缩运动减小到最小。弹性体可起作产生轴向刚度和两连接件之间接头的弯曲柔度的作用。

25 较佳地是，层的厚度尽可能薄，层厚 1mm 或不到 1mm 是较佳的。层可粘结到一个或两个连接件上，或键接到一个或两个连接件上。邻近连接件的各表面在操作中较佳地固定，以使连接件之间的相对运动在弹性体内产生一剪切运动。层的厚度将减小压缩的趋势，因此，提供改进的定位部件的稳定性，并提高段节中各连接件环接的轴向刚度。

30 弹性体装置可包括多个弹性体层，其中，粘结或键接到邻近弹性体层的刚性层可用来将各弹性体层与其邻近层分离。弹性体装置可以是层合的，各弹性

体层之间交叉或刚性层可以是任何的刚性层，或可粘结到或键接到弹性体上的材料。交叉层应有足够的刚度以将弹性体的压缩运动减小到最小。用于交叉层的典型的材料可以是薄的金属层、树脂或玻璃纤维，或可以是纺织的或无纺的碳纤维或凯夫拉尔（Kevlar）的垫子。

- 5 本发明还包括一包含至少一个段节的机械臂，其包括多个根据本发明的连接件，以及用来控制段节内的所述连接件的运动的控制装置，其中，控制装置将所述连接件保持在张紧或压缩状态下。控制装置可以从段节的一端延伸到另一端的至少一条线。

10 在本发明的一较佳的方面，控制装置可包括三条线，各从段节的一端延伸到另一端，由此，改变一条相对于另一条的线内的张力，致使或允许连接件弯曲，由此，控制段节的运动。线较佳地张紧以使连接件保持在压缩状态下。诸线之间的差动张力的应用致使或允许段节移动或弯曲。

在本发明的一较佳的实施例中，各连接件可由三个部件形成，

- 15 一外圆盘，其较佳地具有用于控制线的诸孔，这样，控制线较佳地在连接件的其它部件的外面延伸。

一内圆盘，其适于设置在外圆盘的大致的内部，并具有一中心钻孔来容纳用于工作头的控制装置和/或电源装置，以及

- 20 在各内和外圆盘之间延伸的弹性体圆盘或层，其粘结到或键接到各个圆盘上，但其以另外方式自由地浮在所述内圆盘和外圆盘之间，以使内圆盘不受组件的其它部件的约束。

- 一机械臂可包括多个根据本发明的段节，其中，各段节设置有控制装置。各连接的诸杆中的至少一个可设置有用来将线从段节的一端导向到另一端的装置。线可设置在段节连接件的外面。各线可终止在一金属箍上，其适于接合在一段节的端帽内的对应的凹陷，以便张紧线，金属箍与端帽接合，以将一压缩载荷施加在各段节上，从而保持段节内的连接件的刚度。
- 25

- 各控制线可由一致动器进行操作：在有用于多个段节的控制线的地方，所述致动器以一个或多个弧形间隔，弧形围绕一个致动器板或邻近第一段节的一端的工作头板。通常致动器阵列可提供一用于各线的致动器，它们可以间隔弧形关系进行设置以形成一截头锥。从各致动器引出的线可围绕一诸如滑轮的导向器穿过，以对控制线提供一平直的引出线。
- 30

在本发明的另一方面，至少某些致动器可位于段节组件内，在此情形中，



用于致动致动器的装置是必要的。这样的装置可包括数据连接电缆，或在本技术领域内通常熟知的类型的无线的数据传输装置。在后一种情形中，必须考虑使用环境，以便确定控制的最佳装置。

一段节可从一系列连接件逐步地形成，或完成的段节可以模板进行组装，并用弹性体注入到呈一模具工具形式的诸部件之间的空隙内。这样，可相当容易地和快捷地形成连接的完全的段节。

在本发明的另一实施例中，各连接件可由成对的半连接形成，然后，可背对背地进行组装。这样，一内半连接和一外半连接可用其连接橡胶层进行组装。然后，诸连接半部可背对背地或前对前地进行组装，以形成一体的连接部件，多个部件一起形成段节。

本申请人业已发现，可以三个分离的单独的部件形成各半连接的部件，即，一外连接部分，一内连接部分，以及橡胶轴承。要求轴承应键接到各连接部件上，以使一个部件相对于另一个移动，在橡胶部件内产生剪切运动或力。然后，不同的半连接部件可借助于设置在各部件上的匹配孔内的定位销钉“销接”在一起。组件可形成“松动”，且诸电缆可旋入通过连接在致动器或头部板上的外连接周缘上的各种操作孔。或者，部件可用胶固定地连接在一起。一旦致动器反应而在板内产生一定程度的张力，全部的组件保持在一起，以便通过变化线内的张力，可致使段节适当地弯曲。构成各连接部件的第一和第二连接件，或部分的连接可形成其中间的橡胶部件，或者是球形或锥形壳，或介于球形或锥形之间的中间物，或甚至是环形的。如果部件是球形的，则随着内圆盘相对于外圆盘转动，球形部件的所有变形通过剪切而实施。如果变化部件的设计以使其不再是球形，则一部分相对于另一部分的转动，致使弹性体行使其体积模量，即，剪切部件；平行于连接件轴线存在一合成的局部的拉伸和压缩。这使任何非球形的接头比大致相当基本尺寸的球形接头更刚。

如上所述，用多层来代替各连接的橡胶部分，以便引入两个以上较薄的金属片，这样的做法具有显著的优点。这使这样一连接件比简单地加倍每段节的连接件的数量，可更有效地具有较大的运动范围。以二倍增加弯曲角度而添加到一连接件上的长度，小于加倍的原始的连接间距。这个想法可在合理的限度内扩展。在两个橡胶层之间的薄而刚的壳起作约束橡胶部分的作用，这样，两个橡胶部分提供与加倍厚度的单一橡胶部分大约相同的剪切刚度，但与加倍厚度的单一部分相比，较小厚度的两个橡胶部分更刚。

在此特定的实施例中，如果两个相邻的连接件弯曲，以使外周缘相遇，则直径上相对的位置移开，因此，起作限定一环形段节的作用。在这些情形中，内圆盘相对于外圆盘可自由地移动。本设计的目的在于，保持部件的转动中心静止不动，并处于在未变形位置内的内圆盘的球形表面的中心处的一位置上。

5 实质上，这种情况类似于球和凹穴的接头，其中没有摩擦而只有在橡胶内的粘滞损失和为了保持接头的刚度而施加的小量的轴向压缩。

通过使用弹性体的圆盘或在各连接件的移动部分之间的轴承，显著地减小摩擦，同时，装置变得极其容易地进行批量制造。一旦已制作出工具和模板，大量的复制就变得相当地容易。可形成由大量的连接件组成的段节，且对各段节的较佳的控制是3线。尽管有可能在一个段节内配置一个线，或在一个段节内至少一个操作线，但较佳地使用至少3个控制线，以便获得段节的优化的操纵。对于多段节的机械臂，将对每一个要求三组控制线，这样，八个段节臂将总共要求24个控制线，每一个具有一单独的致动器控制。

15 在本发明的另一方面，可围绕各段节设置一外部的套筒，而在本发明的一特定的实施例中，该套筒可以是一波纹管型的外壳。使用这样一外壳具有众多的优点，它提高连接件的扭转/弯曲刚度。由于其可使用波纹管外壳的合适的结构来增加臂的扭转刚度而增加非常小的弯曲刚度，所以，这就显得特别有利。

该外壳的另一益处在于，保护线和其它的部件免遭外部损坏的原因，并能使全部的段节填充以润滑剂。典型的润滑剂可以是干粉末或诸如油脂和/或油的液体。包含在臂内的润滑剂的物理特性可根据机械臂操作的环境进行选择。本发明的该实施例的一特别的特征在于，随着臂弯曲，相邻连接件之间的空隙的几何形状发生变化，这具有将润滑剂从段节的一个区域移置或“泵送”到另一区域的效果，并由于润滑剂在各段节内的循环，可确保诸部件的有效的润滑。在本发明的给特定的特征的另一方面，臂可设置有一润滑剂箱，润滑剂可连续地泵送通过臂，并再循环回到润滑剂箱。该实施例在臂使用在侵蚀的环境中以及臂需要冷却的情况下特别有用。在此情形中，冷却装置可包含有润滑剂箱。

25 通过使用根据本发明的装置，通过使用用来点击制导的操纵杆控制组件，或者，通过提出环境的CAD模型对计算机控制提供不在线或在线的技术，可形成诸路径。

30

### 附图的简要说明

下面是参照根据本发明的装置的实施例的附图进行的描述。

在诸附图中：

图 1 是根据本发明的一段节中的多个连接件的立体图。

图 2 是图 1 的“半个”连接件的分解的示意图。

5 图 3 是图 1 和 2 中的“半个”连接件的端视图；而图 3A 是在图 3 的线 A-A 上的截面图。

图 4 是一端帽的立体图，示出在一段节的远端处的金属箍的连接组件。

图 5 是在图 6 的线 A-A 上的截面图。

图 6 是本发明的另一实施例的端视图。

10 图 7 是图 5 和 6 的实施例中的“半个”连接件的分解的视图。

图 8 是示出用于单一段节的三个致动器结构的头板。

图 9 是用于多个致动器的截头锥的结构，以控制具有多个段节的机械臂的控制线。

图 10 是用于根据本发明的臂的护套的段节的立体图。

15

### 具体实施方式

一根据本发明的机械臂包括端对端排列以形成一延伸的“蛇形”臂的多个段节 10。各段节包括多个连接件部件 11。各连接件部件包括一内圆盘 12 和一外圆盘和线引导装置 13。内圆盘 12 成形为提供一弧形的环形表面 14，且外圆盘 13 具有一匹配的弧形表面 15。

如图 1 所示地进行组装，内圆盘 12 和外圆盘 13 被一可在原处形成的橡胶层 16 分离。橡胶层 16 粘结到各外圆盘 13 和内圆盘 12 上，以允许其间的相对运动。各内圆盘设置有一中心钻孔 17，以形成一通过装置中心的中心内腔，用来容纳用于位于臂端头处的工作头的电源和控制机构。各连接件 11 可由一对“半连接”形成，它们在图 2 中最清晰地示出。各半连接包括一外连接构件 13，一内连接构件 12，以及一适于插入在两者之间的橡胶盘或壳 16。诸部件可粘结在一起以形成一半连接部分，然后，与相邻的部件连接在一起以形成连续的连接件端接。应该指出的是，外连接构件 13 的凹表面 21 适于与对应的元件 12 的下表面（如图 2 所示）合作。盘 16 的形状适于容纳在两者之间，诸部件可粘结在一起。这可从示出通过粘结部件的截面的图 3A 中清晰地可见。

30

在本发明的一个方面，外圆盘和线导向装置 13 设置有多个沿圆周间隔的销孔

23, 而内圆盘 12 也设置有对应的直径向间隔开的销孔 24。当组件分别用位于孔 23 和 24 内的销放置在一起时, 本技术领域内的技术人员将会认识到, 如果组件通过控制线而保持在张紧的状态下, 则永久的固定将显得不必要。外圆盘 13 设置有多个适于构成线导向孔的通孔 25, 以容纳该装置的控制线。

5 各段节可设置有一端帽 30 (见图 4), 其设置有周缘间隔的线容纳孔, 和一放大的凹陷 26, 其包括一连接在控制线 28 的端部上的金属箍 27。在组装该装置过程中, 端帽 30 固定在端部连接件的相邻的外圆盘部分 13 上, 且控制线 28 旋入通过在端帽 30 内的合适的凹陷 26 内, 然后, 通过在各段节内的连接件的各外圆盘部分 13 内的匹配孔 25 中。

10 然后, 若干个段节端对端地连接在一起, 以产生一适用于用途的合适长度的机械臂。这“蛇样”的机械臂具有操纵的能力沿其长度轴向地流动, 并以蛇的方式循着一盘旋的路径前进。

线端穿过返回到致动器并张紧, 直到金属箍 27 抵靠在背板上, 以将组件保持在张紧的状态下。以这样方式张紧组件, 可避免如图 5、6 和 7 所示的部件的连接, 15 内和外圆盘的匹配面可合适地形成槽, 以容纳一相应外形的橡胶盘 16。这些槽或外形分别在内和外圆盘 12 和 13 之间的位置处用来键接盘 16, 并响应于控制线 28 内的张力的变化允许一个相对于另一个运动。这可不必连接圆盘, 并在任何给定的段节内允许容易地更换损坏的部件。

在组装好的段节中, 盘的外表面和控制线可被密封, 合成的凹腔和线导向装置 20 填充以润滑剂, 这样, 控制线在润滑的环境中运动。这又起到在使用中减小损失和摩擦的作用。

调整在各线上的张力可控制各段节的操作。图 8 示出一简化的三致动器控制板, 它包括一底板件 40, 其朝向底板的一端具有一竖立的安装板组件 41, 该组件适于安装一段节 42 的端板。控制线 28 穿过安装板组件 41 延伸到各致动器 44 的操作管 25 43。中心致动器 44 对从段节到致动器本身的线 28 提供一直接的馈送, 而在中心致动器两侧的致动器通过滑轮装置 45 来将操作中的任何摩擦或磨损减小到最小。

各致动器 44 可手工地或通过计算机来进行控制, 以改变三根线 28 中的张力。根据张力的变化, 各单个的连接件响应于线中张力的变化而寻求移动, 由此, 在段节中产生运动, 以允许引导段节的端部导向到工作地方的给定部位。

30 当然, 对于在延伸的“蛇”形臂中的多个段节, 可要求更多的致动器, 通常每段节三个。在这些情形中, 必须构造致动器在一相当小的空间内提供通道接近从第

一段节的端部出来的出口处的控制线。因此，致动器可排列成一弧形，这样，对于各致动器的控制线或包含控制线的管道形成一颇如图9中所示的一锥形。

橡胶盘16可以是单件的橡胶，或可以是呈一复合的刚性层的弹性体的形式，本申请人业已发现，单个橡胶层的厚度越薄，则最终层越有效，而且内圆盘和对应的外圆盘之间的连接也越刚性。

根据本发明的该装置还在内和外圆盘之间提供一轴承表面的密封，以防止有害物质从大气中侵入（见图10）。此外，中心钻孔或内腔17有效地进行密封，并为位于机械臂的端部处的工作头的电源和控制装置提供准备的通道。

密封可受到设置有周向波纹101的外壳100的影响。该外壳100在各外圆盘和线导向装置13的外表面的外面延伸。外壳100密封各外圆盘和线导向装置13之间的空隙，且外壳填充以油或其它的润滑剂，由此，允许控制线在一润滑剂的环境中操作。合适的润滑剂是油、粉末和油脂，其粘度和其它的物理特性将根据使用臂的环境进行选择。

使用具有一波纹形结构的外壳100具有提高连接件相互之间的扭转和/或弯曲刚度的效果。这可导致臂以非常小的弯曲刚度的增加显著地提高臂扭转刚度。该结构起到保护线和其它部件免遭外部损坏的原因。

外壳100对润滑剂的包容，在操作中具有主要的优点。如上所述，随着段节的弯曲，外圆盘和线导向装置13的相邻的周缘移动紧密地靠拢在一起，而同一圆盘13的直径上相对的部分移离开。其结果，包含润滑剂的腔室变化形状，从基本上连续的和大致均匀横截面的环形腔变化到一“楔形”的形状。这致使润滑剂从楔形的内或“窄”侧移动，并有效地泵送到在弧形外部上的楔形的“宽”侧上。这样，润滑剂通过各根线。因此，每次段节弯曲时，或每次曲率平面变化时，这种泵送效应起到对臂内的诸部件、尤其是各线提供有效的润滑。

应该认识到，润滑剂可以多种不同的方式引入到机械臂内。在本发明的一实施例中，腔室可在组装时填充以润滑剂，并长期地被有效地密封。在本发明的另一实施例中，臂的单独的连接件或诸段节可被隔绝，而润滑剂通过诸如滑油加注嘴的通道点引入，通过附加的端口或压力释放阀释放过量的润滑剂。在本发明的另一方面，整个臂可使用在外连接件上的线孔使润滑剂沿臂的全长通过而进行一体地润滑。液体润滑剂可连续地泵送通过臂，并再循环回到中心油箱。这样一结构将允许通过加热或冷却润滑剂来对臂内的润滑剂进行温度控制，而且本发明包括提供容纳在臂内的用于液体的温度控制装置。

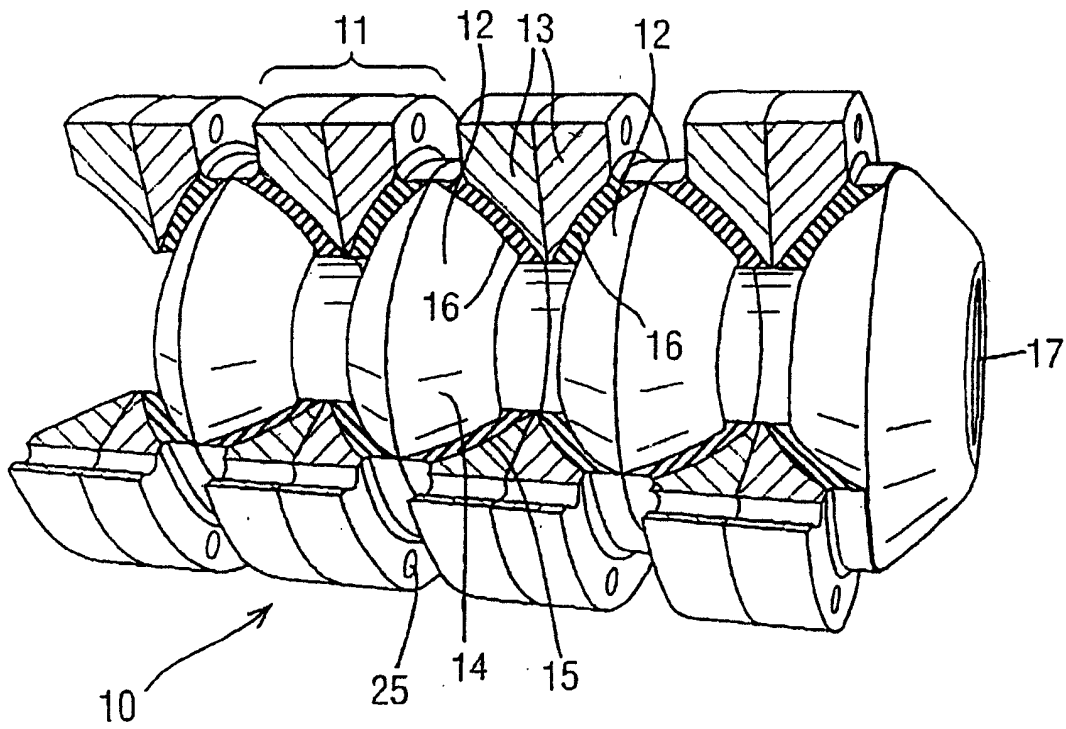


图 1

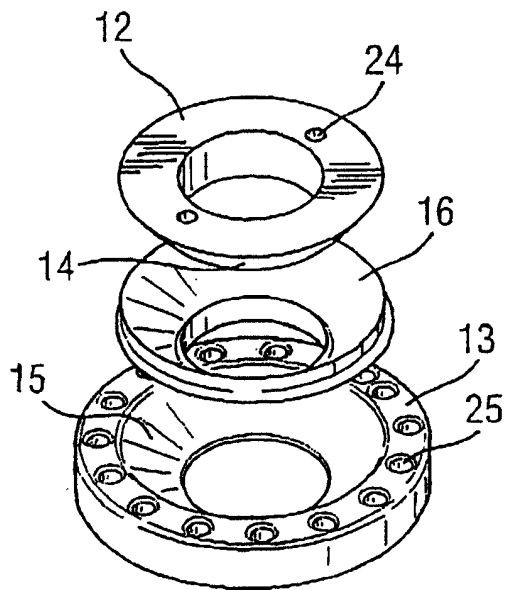


图 2

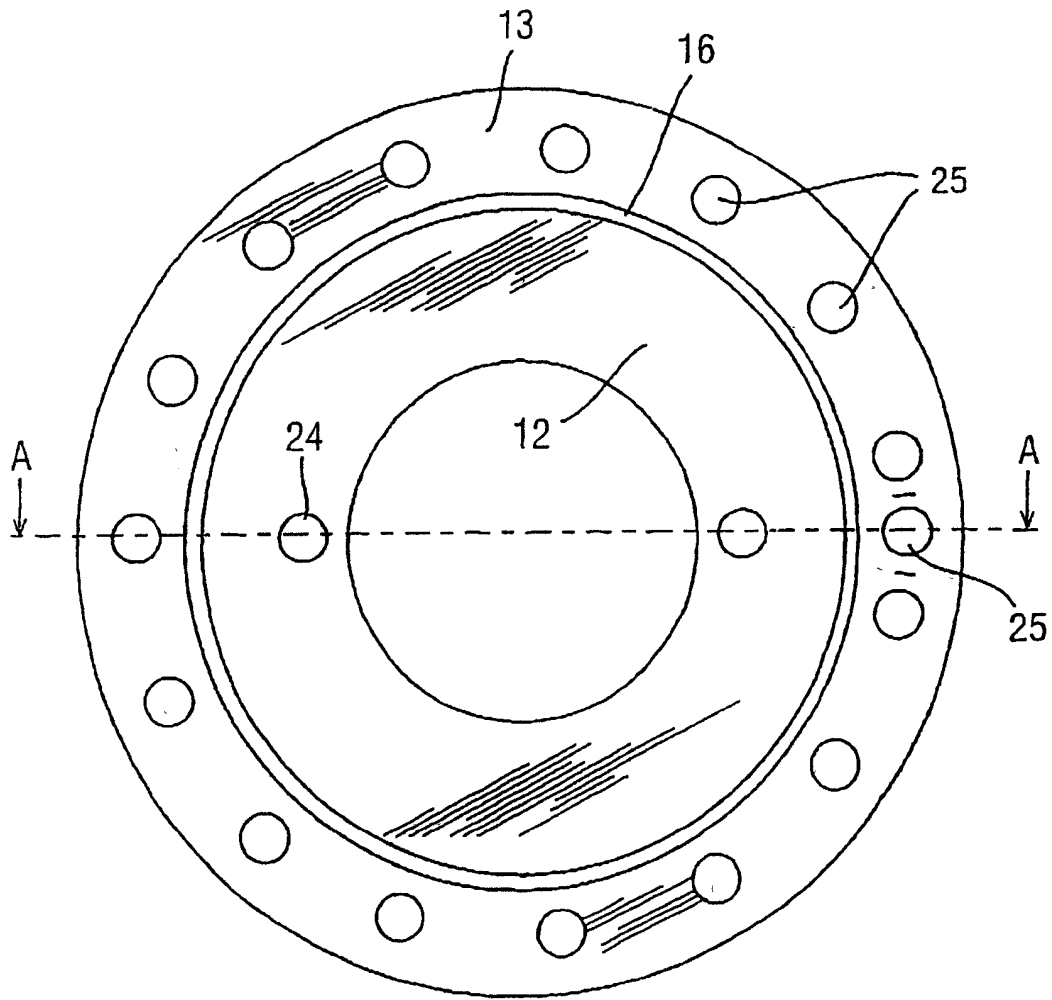


图 3

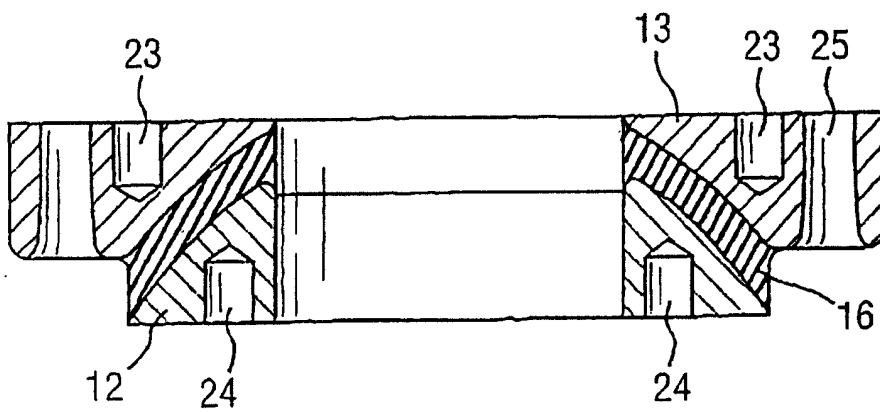


图 3a

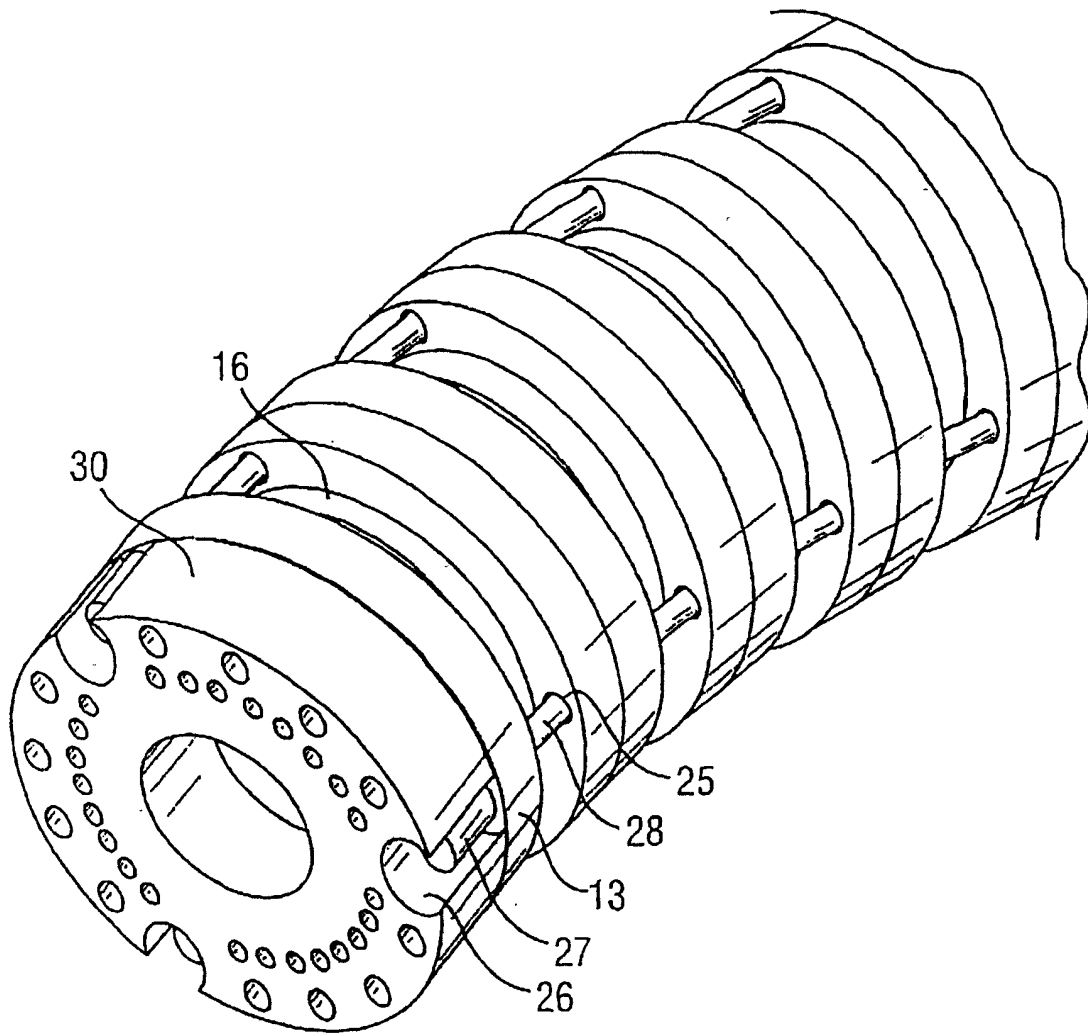


图 4



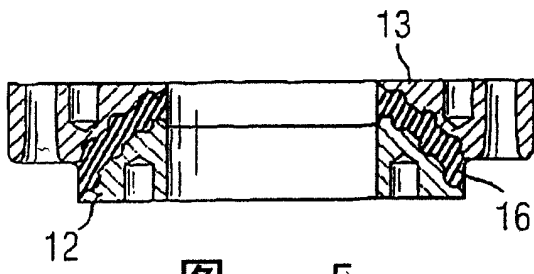


图 5

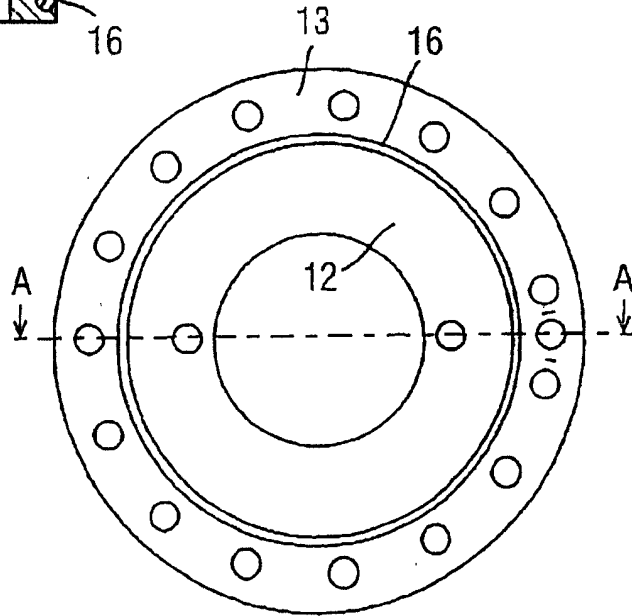


图 6

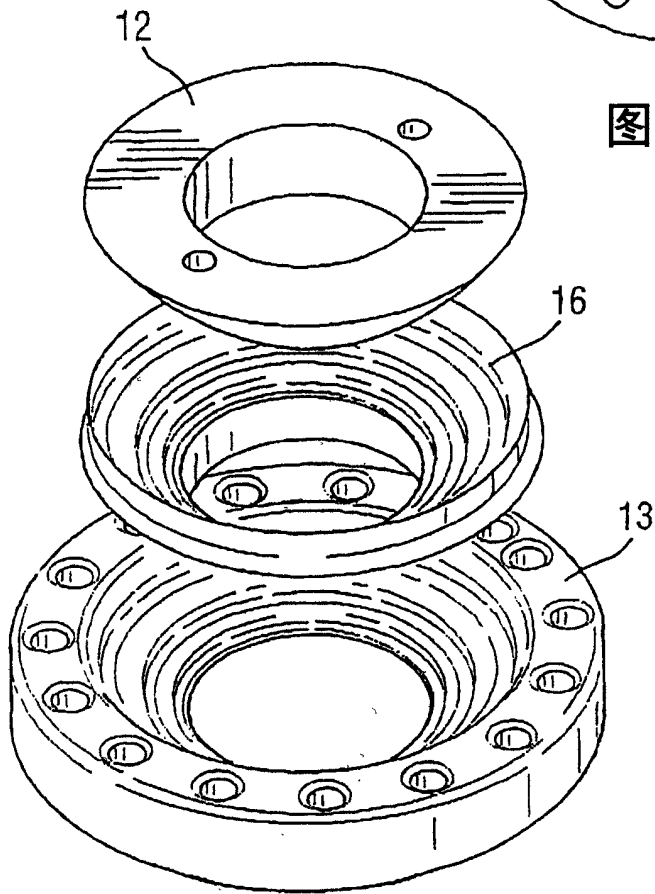


图 7

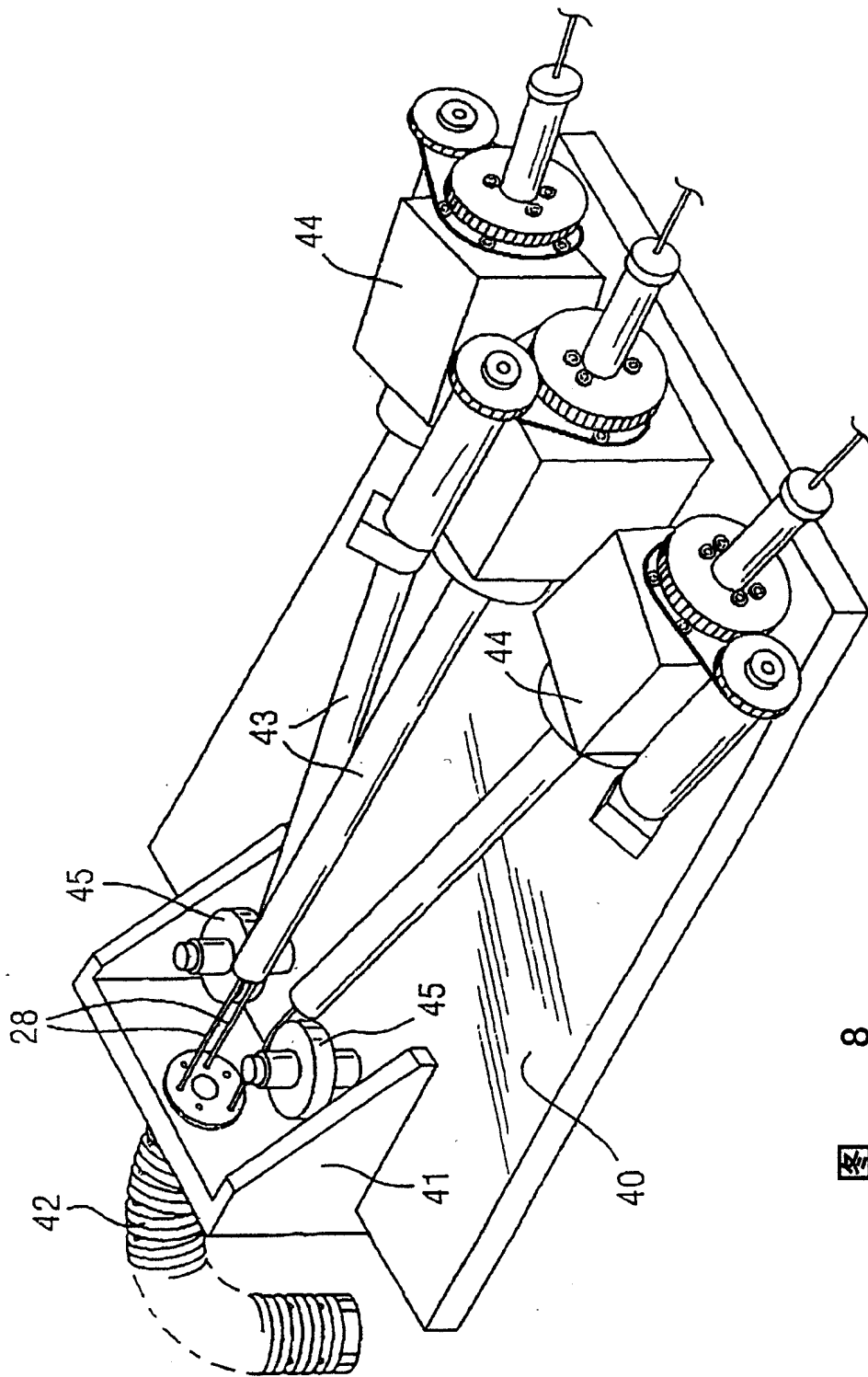


图 8

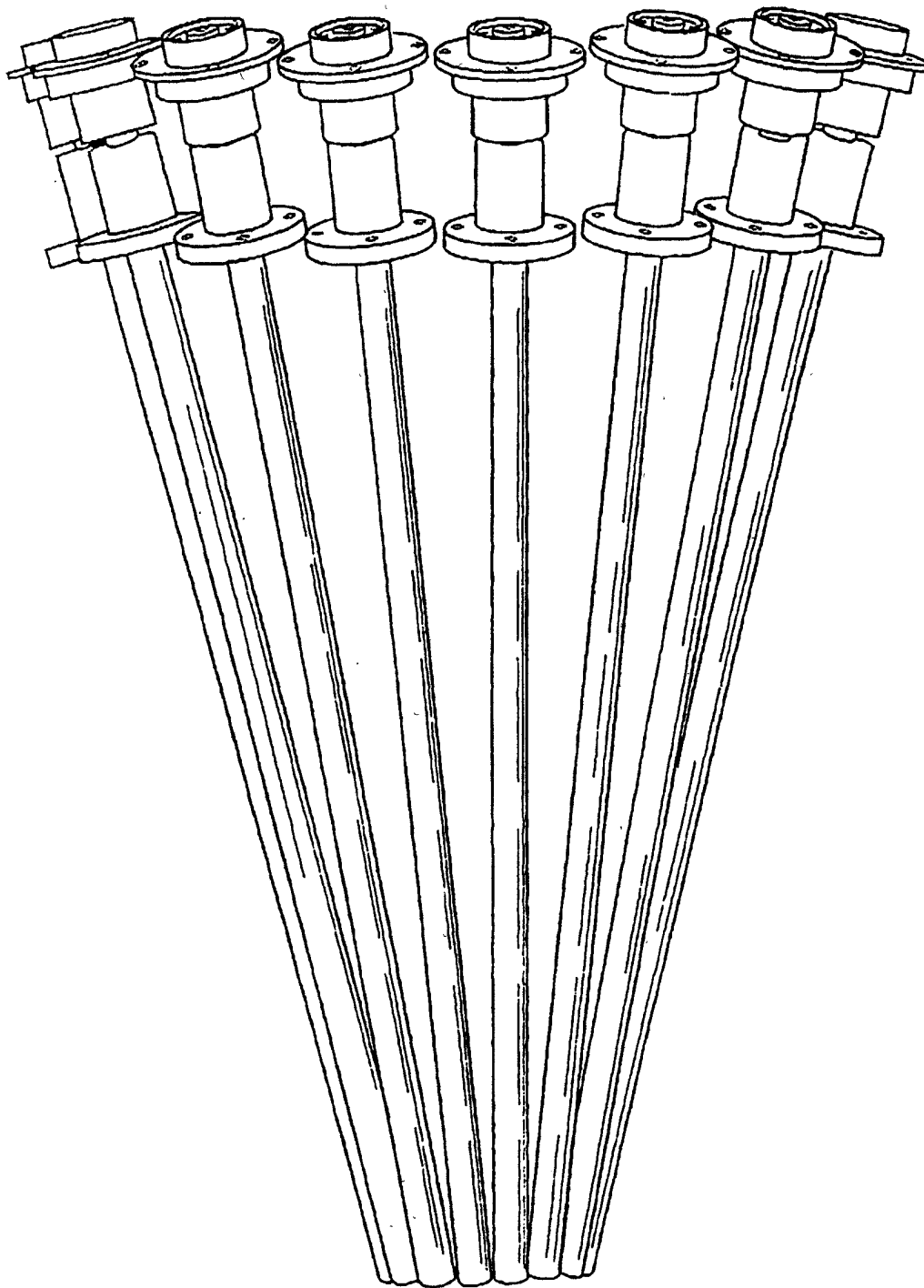


图 9

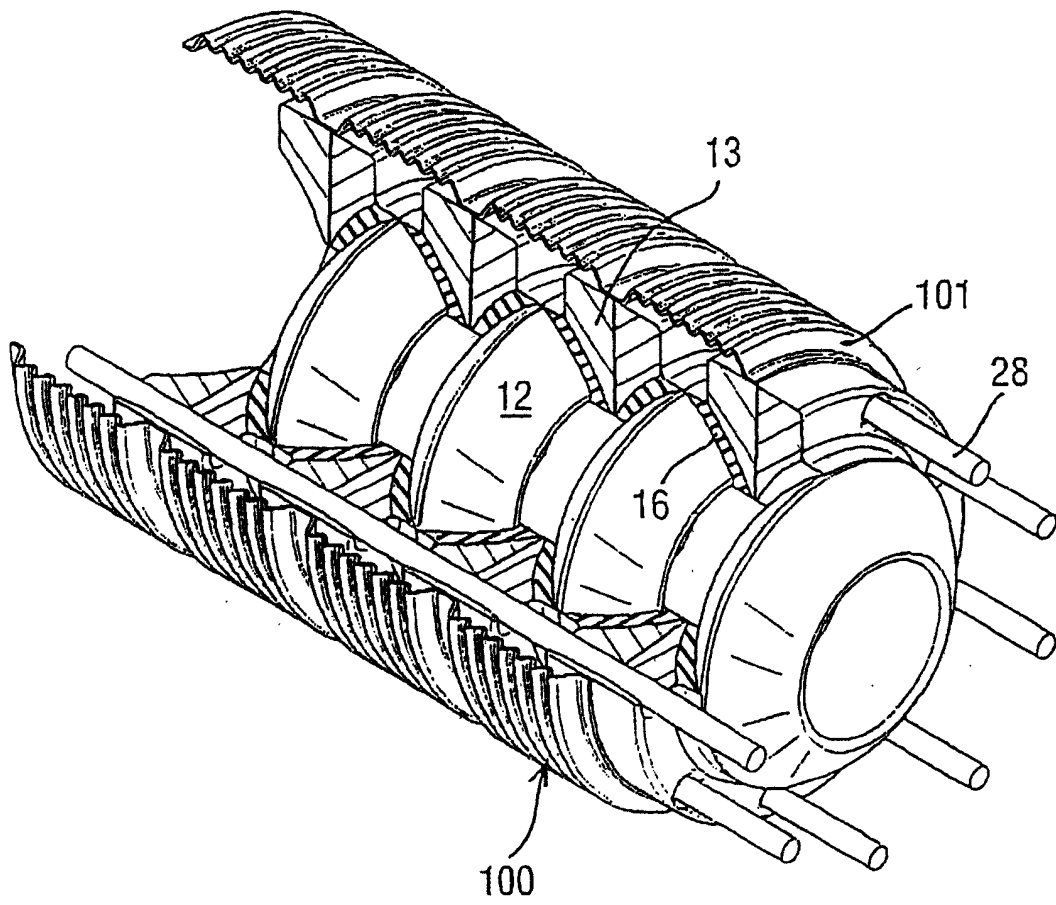


图 10