



# [12] 发明专利说明书

[21] ZL 专利号 00803562.8

[45] 授权公告日 2005 年 2 月 16 日

[11] 授权公告号 CN 1189980C

[22] 申请日 2000.2.3 [21] 申请号 00803562.8

[30] 优先权

[32] 1999. 2. 8 [33] GB [31] 9902765.8

[86] 国际申请 PCT/GB2000/000328 2000.2.3

[87] 国际公布 WO2000/048268 英 2000.8.17

[85] 进入国家阶段日期 2001.8.8

[71] 专利权人 萨兰特尔有限公司

地址 英国利兹

[72] 发明人 奥利弗·P·莱斯坦

约翰·C·瓦达索格洛

审查员 宁华玲

[74] 专利代理机构 北京市柳沈律师事务所

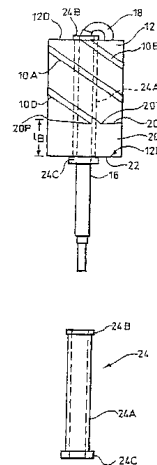
代理人 肖 鹂

权利要求书 3 页 说明书 6 页 附图 1 页

[54] 发明名称 用于高于 200MHz 频率的螺旋天线

[57] 摘要

一种用于在高于 200MHz 频率下工作的四线天线，具有在陶瓷芯部的圆柱表面上的四个纵向延伸的螺旋天线元件构成的天线元件结构。芯部由具有相对介电常数大于 5 的实心材料制成，并具有容纳同轴馈线结构的轴向通道。馈线结构具有外导体、内介电绝缘材料以及内导体，所述整个结构将馈线连接到天线元件上。天线元件在一端通过形成在芯部远端面上的金属轨迹的径向天线元件连接到馈线结构上，元件另一端连接到馈线结构上。管状塑料鞘围绕馈线结构设置，鞘外径与陶瓷芯部的内径匹配，而鞘内径与外导体内径相匹配，以便芯部和馈线结构之间的空间基本与空气隔离。套筒由相对介电常数小于芯部材料的相对介电常数的一半的材料制成，减弱了与馈线结构相关的降低天线效率的共振的影响。



1. 一种用于在高于 200MHZ 频率下工作的天线，包括相对介电常数大于 5 的实心材料的电绝缘天线芯部，设置在芯部的外表面上或附近并限定内部体积的三维天线元件结构，以及连接到元件结构上并穿过芯部的馈线结构，所述芯部的材料占据所述内部体积的大部分，其中，馈线结构容放在通过芯部的通道内，并与通道壁通过介电层隔开，所述介电层的相对介电常数小于芯部实心材料的相对介电常数的一半。

2. 如权利要求 1 所述的天线，其特征在于，馈线结构由塑料材料制成的管与通道隔开。

3. 如权利要求 2 所述的天线，其特征在于，管延伸过芯部内馈线结构的整个长度。

4. 如上述权利要求中任一项所述的天线，其特征在于，所述层的厚度小于芯部的通道壁和所述外表面之间的芯部厚度。

5. 如权利要求 4 所述的天线，其中，所述层的厚度小于所述芯部厚度的 20%。

6. 如权利要求 2 或 3 所述的天线，其中，管材料为高温热塑性材料。

7. 如权利要求 2 或 3 所述的天线，其特征在于，管具有露出的端部，其被电镀以在馈线结构和芯部之上的导电元件之间形成电连接。

8. 如权利要求 6 所述的天线，其特征在于，管具有露出的端部，其被电镀以在馈线结构和芯部之上的导电元件之间形成电连接。

9. 如权利要求 1 所述的天线，其特征在于，天线元件结构包括多个确定以天线轴为中心的外壳的天线元件，且馈线结构与所述轴重合。

10. 如权利要求 9 所述的天线，其特征在于，芯部为圆柱形，而天线元件确定了与芯部同轴的圆柱形外壳。

11. 如权利要求 9 或 10 所述的天线，其特征在于，芯部是圆柱体，其除了容纳馈线结构的轴向通道外是实心的。

12. 如权利要求 11 所述的天线，其特征在于，芯部的实心材料的体积至少为由元件确定外壳的内容积的 50%，且元件位于芯部的外圆柱表面上。

13. 如权利要求 9 或 10 所述的天线，其特征在于，所述元件包括固定到芯部外表面上的金属导体轨迹。

14. 如权利要求 11 所述的天线, 其特征在于, 所述元件包括固定到芯部外表面上的金属导体轨迹。
15. 如权利要求 1-5 中任一项所述的天线, 其特征在于, 芯部的材料是陶瓷。
- 5 16. 如权利要求 15 所述的天线, 其特征在于, 所述材料的相对介电常数大于 10。
17. 如权利要求 1 所述的天线, 其特征在于, 具有实心材料的圆柱形芯部, 其轴向长度至少大于其外径, 且实心材料的径向长度至少为外径的 50%。
- 10 18. 如权利要求 17 所述的天线, 其特征在于, 芯部为具有直径小于其整个直径的一半的轴向通道的管的形式。
19. 如权利要求 17 或 18 所述的天线, 其中, 天线元件结构包括多个大致螺旋形的天线元件, 这些元件形成为在轴向基本共同延伸的芯部外表面上的金属轨迹。
- 15 20. 如权利要求 19 所述的天线, 其特征在于, 每个螺旋元件在其一端连接到馈线结构上, 而在其另一端连接到至少一个其他的螺旋形元件上。
21. 如权利要求 20 所述的天线, 其特征在于, 到馈线结构上的连接由大致径向的导电元件形成, 且每个螺旋形元件连接到接地或虚拟接地导体上, 所述导体对于所有的螺旋形元件是公共的。
- 20 22. 如权利要求 1-5 中任一项所述的天线, 其特征在于, 芯部在轴向方向具有不变的外截面, 且天线元件为镀在芯部表面上的导体。
23. 如权利要求 1-5 中任一项所述的天线, 其特征在于, 包括由导电套筒形成的整体的平衡-非平衡转换器, 该套筒在芯部长度一部分上从与芯部的所述相对端的馈线结构的连接处延伸。
- 25 24. 如权利要求 23 所述的天线, 其特征在于, 所述平衡-非平衡转换器套筒形成用于纵向延伸导体元件的公共导体, 且馈线结构包括具有内导体和外屏蔽导体的同轴导线, 所述平衡-非平衡转换器的导电套筒在芯部的所述相对端连接到馈线结构外屏蔽导体上。
- 30 25. 如权利要求 1-5 中任一项所述的天线, 其特征在于, 所述馈线结构为具有内和外导体的同轴传输导线, 且天线还包括形成为包括馈线结构外导体的一体的平衡-非平衡转换器。

26. 如权利要求 25 所述的天线, 其特征在于, 平衡-非平衡转换器还包括导体, 其从与馈线结构外导体连接处沿着芯部外表面的长度延伸到在中间位置处的终端导体边缘。

5 27. 如权利要求 25 所述的天线, 其特征在于, 平衡-非平衡转换器还包括在芯部长度的一部分上从与馈线结构外导体的连接处延伸的导电套筒。

10 28. 如权利要求 22 所述的天线, 其特征在于, 芯部为圆柱形, 而天线元件包括至少四个在芯部的圆柱形外表面上的纵向延伸的元件, 所述元件与在芯部的远端面上的将纵向延伸元件连接到馈线结构的导体上的径向元件对应。

29. 如权利要求 23 所述的天线, 其特征在于, 芯部为圆柱形, 而天线元件包括至少四个在芯部的圆柱形外表面上的纵向延伸的元件, 所述元件与在芯部的远端面上的将纵向延伸元件连接到馈线结构的导体上的径向元件对应。

15 30. 如权利要求 25 所述的天线, 其特征在于, 芯部为圆柱形, 而天线元件包括至少四个在芯部的圆柱形外表面上的纵向延伸的元件, 所述元件与在芯部的远端面上的将纵向延伸元件连接到馈线结构的导体上的径向元件对应。

20 31. 如权利要求 28 所述的天线, 其特征在于, 纵向延伸元件的长度不同。

32. 如权利要求 31 所述的天线, 其特征在于, 天线元件包括四个纵向延伸的元件, 其中两个中的每一个的长度都长于另两个中的每一个的长度。

## 用于高于 200MHZ 频率的螺旋天线

## 5 技术领域

本发明涉及一种在高于 200MHZ 的频率上工作的天线，且更具体但非专门涉及一种在实心介电芯部的表面上或附近具有螺旋元件的天线。

## 10 背景技术

这种天线公开在我们共同申请的英国专利申请 2292638A 和 2310543A 中。它们的完整公开物合并于本申请中，以形成作为首先提交的本申请的主题的一部分。早期申请公开了各自具有一对或两对径向相对的螺旋天线  
15 元件的天线，该天线元件镀在相对介电常数大于 5 的大致圆柱形的电绝缘芯部上，且芯部的材料占据由芯部外表面限定的体积的大部分。馈线结构轴向穿过芯部且导电套筒形式的陷波器环绕芯部的一部分并在芯部的一端与馈线相连。在芯部的另一端，天线元件都连接到馈线结构上。每个天线元件终结在套筒的边缘上，每个都遵循相应的纵向延伸的路径。

20 这种天线可用于接收环形极化信号，包括由全球定位系统 (GPS) 的卫星发射的信号，该系统以 1575MHZ 频率发射。该天线也应用于例如在 UHF 电话频段工作的蜂窝电话的便携电话领域，如上述公开的申请所描述的。这些申请已经指出：在所关注的特定频率处，在陶瓷芯部内的馈线结构可以呈现其自身的共振点，如果该共振点靠近天线所需的频率，会降低天线  
25 的效率。

## 发明内容

本发明提供了一种天线，其中馈线结构与实心介电芯部的材料间隔开。  
30 尤其是，馈线结构是同轴传输导线，其设置有相对介电常数远低于芯部的介电材料的外鞘。以这种方式，例如同轴馈线结构的外导体的电长度借助

于与芯部的高介电常数材料分隔开而有所改变，因此，其共振频率相对天线所需的工作频率而转移，以避免与所需的共振模式耦合，从而增强天线的效率。所提供的鞘的厚度与芯部的径向厚度相比较小，即，在鞘的外表面和芯部的外表面之间，由天线和在芯部的外表面上的或附近的元件产生的所需的共振基本不受影响。

根据本发明的一个方面，提供了一种用于在高于 200MHZ 频率下工作的天线，包括相对介电常数大于 5 的实心材料的电绝缘天线芯部，设置在芯部的外表面上或附近并限定内部体积的三维天线元件结构，以及连接到元件结构上并穿过芯部的馈线结构，其中，馈线结构容放在通过芯部的通道内，并与通道壁通过介电层隔开，所述介电层的相对介电常数小于芯部实心材料的相对介电常数的一半。

优选的是，在本发明的天线中，馈线结构由塑料材料制成的管与通道隔开。芯部的实心材料的体积至少为由天线元件确定外壳的内容积的 50%，且天线元件位于芯部的外圆柱表面上。

优选的是，在本发明的天线中，芯部的材料是陶瓷，该材料的相对介电常数大于 10。

优选的是，天线元件结构包括多个确定以天线轴为中心的外壳的天线元件，且馈线结构与所述轴重合。

优选的是，在本发明的天线中，具有实心材料的圆柱形芯部，该芯部的轴向长度至少大于其外径，且实心材料的径向长度至少为外径的 50%。芯部为具有直径小于其整个直径的一半的轴向通道的管的形式。

如下面所解释的，在将天线与不同的（信号）源或负载匹配方面，这种馈线结构给天线设计者在以极大的自由度。

附图说明

本发明将通过示例的方式参照附图加以描述，图中：

图 1 是根据本发明的天线的侧视图；

图 2 是天线的平面图；

图 3 是图 1 和 2 中的天线的馈线结构的侧视图；以及

图 4 是作为天线的馈线结构和芯部材料之间的隔离层的塑料鞘的侧视

图。

### 具体实施方式

5 参照附图，根据本发明的四线（quadrifilar）天线具有四个纵向延伸的天线元件 10A、10B、10C 和 10D 构成的天线元件结构，所述天线元件形成为陶瓷芯部 12 的圆柱形外表面上的金属导体轨迹。该芯部具有轴向通道，且该通道容纳具有外导体 16、内介电绝缘材料 17 和内导体 18 的同轴馈线。在这种情况下，内和外导体 16，以及绝缘材料 17 形成用于将馈线连接到天

10 线元件 10A - 10D 上的馈线结构。天线元件结构也包括相应的径向天线元件 10AR、10BR、10CR、10DR，这些径向天线元件形成为芯部 12 的远端面 12D 上的金属轨迹，将相应的纵向延伸的元件 10A - 10D 连接到馈线结构上。天线元件 10A - 10D 的另一端连接到为环绕芯部 12 的近端部镀上的套筒形式的公共虚拟接地导体 20 上。该套筒 20 又以下述的方式连接到馈线

15 结构的外导体 16 上。

如从图 1 所见，四个纵向延伸元件 10A - 10D 长度不同，两个元件 10B、10D 长于另两个元件 10A、10C，是由于后者较靠近芯部 12 的近端延伸。每对元件 10A、10C；10B，10D 在芯轴的相对侧彼此径向相对。

20 为了保持螺旋元件 10A - 10D 的基本均匀的辐射阻尼，每个元件遵循简单的螺旋路径。由于每个元件 10A - 10D 在芯轴处对着相同的转角，在此为  $180^\circ$ ，或半圈，长元件 10B、10D 的螺距比短元件 10A、10C 的陡。套筒 20 的上沿或连接边缘 20U 高度不同（即，与近端面 12P 的距离变化）以提供分别对于长和短元件的连接点。从而，在本实施例中，连接边缘 20U 绕芯部 12 遵循 Z 字形路径，具有两个尖峰 20P 及两个凹处 20T，在这些地方

25 它分别与短元件 10A、10C 和长元件 10B、10D 相交。

每对纵向延伸的元件及其相对应的径向元件（例如 10A、10R）构成具有预定电长度的导体。在本实施例中，其布置成每个具有较短长度的元件对 10A、10AR；10C、10CR 的总长度在工作波长对应于的大约  $135^\circ$  的传输延迟，而每个元件对 10B、10BR；10D、10DR 产生较长的延迟，大致为  $225^\circ$ 。

30 从而，平均传输延迟为  $180^\circ$ ，等于工作波长处  $\lambda/2$  的电长度。不同的长度为用于由微波杂志 1970 年 12 月刊 49 - 54 页的 Kilgus 的“共振四线天线设计”

所阐述的圆极化信号的四线螺旋天线产生所需的相移条件。两个元件对 10C、10CR；10D、10DR（即，一个长元件对和一个短元件对）在径向元件 10CR、10DR 的内端连接到在芯部 12 远端的馈线结构的内导体 18 上，而另两个元件对 10A、10AR；10B、10BR 的径向元件连接到由导体 16 形成的馈线屏蔽（screen）上。在馈线结构的远端，在内和外导体 16、18 上存在的信号基本平衡，以便天线元件连接到大致平衡的（信号）源或负载，如下所述。

由纵向延伸元件 10A - 10D 的螺旋路径的左手指向，天线具有对于右手圆极化信号的最高的增益。如果天线另外要用于右手圆极化信号，螺旋的方向要反转且径向元件的连接图形要旋转 90°。在天线适于接收左手和右手圆极化信号的情况下，纵向延伸的元件可以布置成遵循大致平行于轴线的路径。

导电套筒 20 覆盖天线芯部 12 的近端，从而围绕馈线结构 16、18，且芯部 12 的材料填充套筒 20 和馈线结构外导体 16 之间的大部分空间。套筒 20 形成平均轴线长度  $l_B$  的圆柱形，如图 1 所示，且其通过在芯部 12 的近端面上的导电板 22 连接到外导体 16 上。套筒 20、板 22 和外导体 16 的组合形成整体的平衡 - 非平衡变换器，因此，在由馈线结构 16、18 形成的传输线内的信号在天线近端的不平衡状态和大致在距近端相同距离的轴线位置处，如在套筒的连接边缘 20U 处的近似平衡状态之间转换。为了达到这个效果，平均套筒长度  $l_B$  为：在存在相对高的相对介电常数的底层芯部材料的情况下，平衡 - 非平衡变换器在天线的工作频率处具有  $\lambda/4$  的平均电长度，且围绕内导体 18 的环形空间填充有较低介电常数的绝缘介电材料 17，套筒 20 远端的馈线结构具有较短的电长度。于是，在馈电结构 16、18 内的信号在套筒边缘 20U 的远点平衡。（如上，半刚性电缆中绝缘层的介电常数一般远低于陶瓷芯部材料，例如，PTFE 的相对介电常数约为 2.2）

本申请人发现套筒 20 的长度从  $\lambda/4$  的平均电长度改变对天线的性能一般没有太大影响。由套筒 20 形成的陷波器为元件 10A - 10D 间的电流提供了沿连接边缘 20U 的路径，有效地形成了两个环路，第一个环路具有短元件 10A、10C，而第二个具有长元件 10B、10D。在四线共振时，电流最大值存在于元件 10A - 10D 的端部以及在连接边缘 20U 之内，而电压最大值存在于大致边缘 20U 和天线远端中间的位置。由于套筒 20 产生近似四分之



一波长的陷波器，边缘 20U 在其近端与接地导体有效绝缘。

为了减小陶瓷芯部材料对芯部 12 内的馈线材料的外导体 16 的电长度的影响，绕馈线结构 16、18 防止管形塑料鞘 24。这起到改变信号在馈线结构中达到平衡的点的的位置的作用，和改变外导体 16 的共振频率的作用。于是，鞘 24 的厚度和/或介电常数的选择允许平衡位置最佳。鞘 24 的外径与陶瓷芯部 12 的内径匹配，而鞘 24 的内径与外导体 16 的外径相匹配，以便基本将芯部 12 和馈电结构 16、18 之间的空间隔绝空气。鞘可以是单独模制的元件，具有中央管形部分 24A、以及用于与远端和近端面 12D、12P 叠置一小部分的上和下凸缘 24B、24C。这些凸缘镀有导电材料，以允许在远端处外导体 16 与径向元件 10AR、10BR 之间以及在近端处外导体 16 与芯部的电镀端面 22 之间进行焊接或其他形式的导电连接。

套筒由如下材料制成，该材料的相对介电常数小于芯部材料介电常数的一半，并一般为 2 或 3 的数量级。该材料落在能够抵抗焊接温度的热性塑料的种类中，以及在模制时适于表面催化以接收电镀的种类中。该材料也应具有在模制时的足够低的黏度以形成壁厚在 0.5mms 范围内的管。这种材料中的一种是 PEI（聚酰胺酯）。该材料来自 Dupont，商标 Ultem。另一种材料是聚碳酸酯。

鞘 24 的管部 24A 的优选的壁厚为 0.45mms，而也可以用其他的壁厚，这取决于陶瓷芯部 12 的直径以及模制工艺的限制等因素。为了使陶瓷芯部对天线的电特性具有明显的影响，并尤其是为了制造非常小尺寸的天线，鞘 24 的壁厚不应超过实心芯部 12 其内通道和其外表面之间的厚度。实际上，鞘的壁厚应小于芯部厚度的一半，优选地小于芯部厚度的 20%。在本优选实施例中，鞘的壁厚为 0.5mms，而芯部的厚度约为 3.5mm。

为了制造简便，鞘可以构造成具有三个部分，即，横截面不变的中央管状部分、以及毗邻中央部分的端部环管，该环管至少防止在当鞘安装在芯部 12 之内时露出的表面上，以起到上面提及的电连接的作用。

如上所述，通过产生围绕介电常数比芯部的小的馈线结构 16、18 的外导体 16 的区域，芯部 12 对外导体 16 的电长度的影响，以及由此的对与导体 16 外侧相关的任何纵向共振点的影响被减弱。上述的紧密配合的鞘 24 确保了调谐的一致及稳定。由于与所需的工作频率相关的共振模式特征为径向即，芯轴的横向延伸的电压偶极，由于鞘的厚度比芯部的厚度小很多，

至少在优选实施例中是这样的，小介电常数的鞘 24 对所需的共振模式的影响较小。因此，有可能使与馈线外导体 16 相关的线性共振模式与所需的共振模式解耦。

5 天线具有 500MHZ 或更高的主共振频率，共振频率由天线元件的有效电长度决定，而其宽度影响较小。对于给定的共振频率，元件的长度也取决于芯部材料的相对介电常数，天线的尺寸相对空气芯的类似结构的天线显著减小。

10 芯部 12 的优选材料是锆-锡-钛基材料。这种材料具有上述的相对介电常数 36，并由其随温度变化的尺寸和电稳定性而著称。介电损失可以忽略。芯部可以由挤压或冲压而制成。

15 天线元件 10A-10D、10AR-10DR 为固定到芯部外圆柱和端面上的金属导体轨迹，每条轨迹在其工作长度上的宽度至少为其厚度的四倍。该轨迹通过首先在芯部的表面上镀上金属层，然后根据施加到感光层内的图形选择性地蚀刻掉金属层以露出芯部而形成，这与蚀刻印刷电路板的过程类似。另外，金属材料可以通过选择性淀积或印刷技术而施加。在所有情况下，轨迹作为在尺寸稳定的芯部外侧上的整体层而形成导致天线具有尺寸稳定的天线元件。

20 由芯部材料具有比空气高得多的相对介电常数，例如  $\epsilon_r = 36$ ，用于在 1575MHZ 上接收的 L 频段 GPS 的如上所述的天线一般芯部直径为 10mm，且纵向延伸的天线元件 10A-10D 具有大约 12mm 的平均纵向（即，平行与中心轴）尺寸。在 1575MHZ 处，套筒 20 的长度一般在 5mm 范围内。天线元件 10A-10D 的精确尺寸可以在设计阶段在试验和误差基础上通过进行本征值测定直到获得所需的相位差而确定。馈线结构的直径在 2mm 的范围内。

25 天线制造的方法在上面提及的申请 2292638A 中描述。

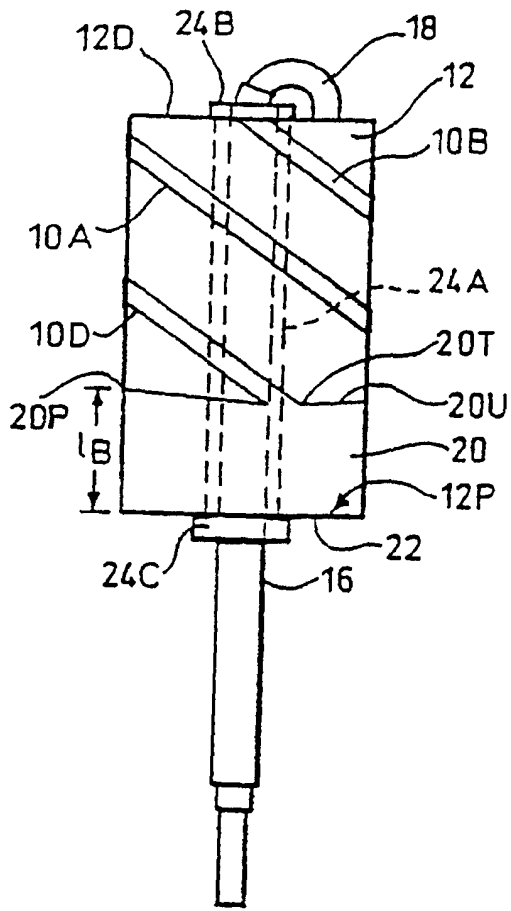


图 1

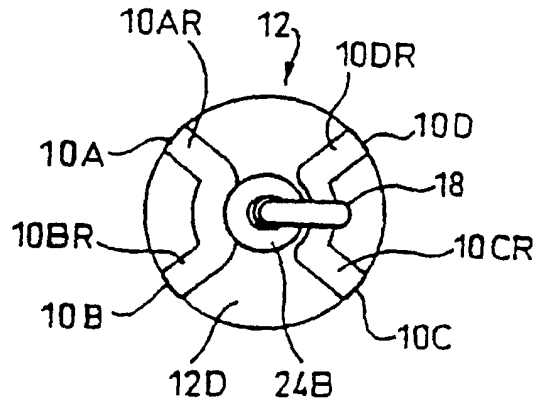


图 2

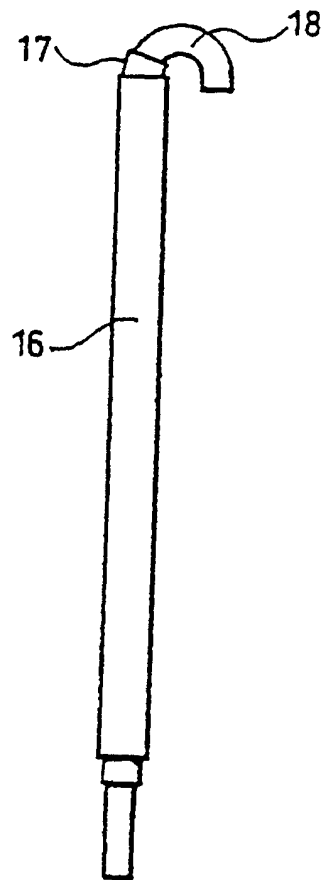


图 3

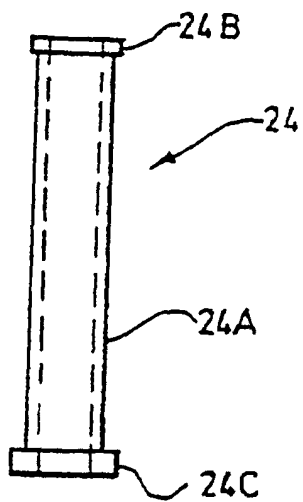


图 4