

[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.

H01Q 11/12 (2006.01)

H01P 1/213 (2006.01)



# [12] 发明专利说明书

专利号 ZL 97194742.2

[45] 授权公告日 2008年5月14日

[11] 授权公告号 CN 100388562C

[22] 申请日 1997.3.26 [21] 申请号 97194742.2

[30] 优先权

[32] 1996.3.29 [33] GB [31] 9606593.3

[32] 1996.7.30 [33] GB [31] 9615917.3

[86] 国际申请 PCT/GB1997/000841 1997.3.26

[87] 国际公布 WO1997/037401 英 1997.10.9

[85] 进入国家阶段日期 1998.11.18

[73] 专利权人 赛伦特尔有限公司

地址 英国利兹

[72] 发明人 O·P·莱斯藤

[56] 参考文献

WO9606468A1 1996.2.29

CN1164298A 1997.11.5

US5148479 1979.9.18

FR2570546A 1986.3.21

审查员 邢欣欣

[74] 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司

代理人 邹光新 王岳

权利要求书5页 说明书15页 附图5页

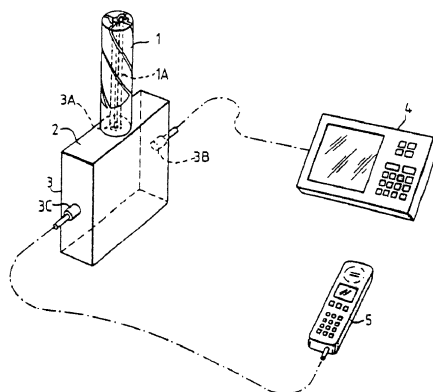
[54] 发明名称

无线通信设备

[57] 摘要

在工作在 200MHz 以上的至少两个间隔开的频段中的无线通信系统中，分成四部分的螺旋天线(1)具有相对介电常数大于 5 的伸长的介质芯柱，该天线具有环绕芯柱基部的导体套筒和延伸穿过芯柱的纵向馈电器结构(1A)，在芯柱顶端与螺旋天线单元相连接。天线(1)工作在第一频段，在该频段它呈现第一的平衡谐振模式，其特征为电流最大值和电压最小值出现在螺旋单元到馈电器结构的连接点处和螺旋单元与套筒边框的接头处，以及天线(1)工作在较低的或较高的第二频段，在该频段它呈现第二的单端谐振模式，其特征为电流最大值和电压最小值通常在芯柱的末端，以及电流最小值和电压最大值出现在一个或多个中间位置。为允许双模式工作，系统包括阻抗匹配耦合级(2)，它可以是具有滤波器的双工器，耦合在用于天线(1)的公

共端口和用于连接到无线信号处理设备(例如工作在两个频段上的 GPS 接收机(4)与移动电话(5))的另一个端口之间。滤波器和阻抗匹配元件可以以单个基片上的微带元件来构成。



1. 一种包括天线和与该天线相连接且能工作在至少两个射频频段的无线通信电路装置的无线通信设备，其中该天线包括一个伸长的介质芯柱，一个基本上从芯柱的第一端穿过到第二端的馈电器结构，以及位于该芯柱外表面上或靠近该外表面的至少一个伸长导体天线单元和导体汇流器的串联组合，该导体汇流器在该芯柱的所述第一端的区域中具有到该馈电器结构的接地连接，每个天线单元被耦合到在该芯柱的所述第二端的区域中的馈电器结构的馈电连接点，以及其中该无线通信电路装置具有两个能分别工作在第一和第二射频频段的部分，每个部分与用于输送在该天线馈电器结构的公共信号线和各自的电路装置部分之间流动的信号各自的信号线有关，该天线在第一频段以第一谐振模式谐振以及在第二频段以第二谐振模式谐振。

2. 按照权利要求 1 的设备，其中第一和第二谐振模式分别与在馈电器结构顶端处的平衡的单端的馈电电流有关。

3. 按照权利要求 1 或 2 的设备，其中该串联组合的导体单元和该介质芯柱构成具有多个不同谐振模式的整体结构，这些谐振模式是以整体结构中的不同图案的驻波最大值和最小值为特征的。

4. 按照权利要求 1 或 2 的设备，其中该芯柱是相对介电常数大于 5 的固体介质材料棒，以及其中所述串联组合包括至少一对纵向地共同延伸的天线单元，以及汇流器单元是在介质棒表面上的环绕介质棒的导体套筒。

5. 按照权利要求 1 或 2 的设备，其中该介质芯柱具有外表面，它限定内部体积，其至少一半的体积由具有相对介电常数大于 5 的固体绝缘材料占据，天线至少具有一对位于芯柱顶端部分的外表面上以纵向共同延伸的、和在侧面的互相相对的关系的所述的伸长的导体单元，每个伸长的导体单元各自末端连接到馈电器结构和套筒的末端边框，以及其中耦合部分的公共信号线被耦合到馈电器结构的基部端。

6. 一种用于工作在至少两个频段上的射频信号的天线系统，包括：

一个天线，具有固体的伸长的介质芯柱、在该芯柱顶部的外表面上的或靠近外表面的至少一个伸长的导体单元、环绕该芯柱基部的导体套筒、以及穿过该芯柱延伸的纵向馈电器结构，其中所述伸长的导体单元在到馈电器结构的顶端的连接点和套筒的顶端边框之间延伸，且套筒贴近地耦合到该馈电器结构；以及

一个耦合部分，具有与馈电器结构联接的公共信号线、至少两条另外的用于连接到工作在所述频段的无线电信号处理设备的信号线，和被连接在馈电器结构和该另外的信号线之间的阻抗匹配部分与信号导引部分，其中该信号导引部分为引导谐振于天线第一谐振模式的一个频段上的信号而把该公共信号线和该两条另外的信号线中的一条线耦合到一起，以及为引导谐振于天线的第二谐振模式的另一频段上的信号而把公共信号线和该两条另外的信号线中的另一条线耦合到一起。

7. 按照权利要求 6 的天线系统，其中该耦合部分是具有耦合在该公共信号线和该另外的信号线之间的滤波器的双工器，这些滤波器包括与该两条另外的信号线中的一条线有关的并调谐到位于所述两个频段的一个频段的较高频率的第一滤波器和与该两条另外的信号线中的另一条线有关的并调谐到位于所述两个频段的另一个频段的较低频率的第二滤波器。

8. 按照权利要求 6 的天线系统，其中该耦合部分包括用作为信号导引部分的一个开关。

9. 按照权利要求 6 到 8 的任一项的天线系统，其中该天线具有至少两个谐振模式，在这两个谐振模式中，该伸长的导体单元或者各导体单元和套筒联合作用，来分别确定与所述谐振模式有关的谐振频率。

10. 按照权利要求 9 的天线系统，其中至少一个谐振频率是由套筒长度与伸长的导体单元长度的总和所确定的。

11. 按照权利要求 6 到 8 以及 10 的任一项的天线系统，其中该套筒和馈电器结构在至少一个模式中一起用作为平衡 - 不平衡转换器。

12. 按照权利要求 6 到 8 以及 10 的任一项的天线系统，其中第一和第二谐振模式分别和在馈电器结构的顶端处的平衡的单端馈电电流有关。

13. 按照权利要求 6 到 8 以及 10 的任一项的天线系统，其中该介质芯

柱具有外表面，它限定内部体积，其至少一半的体积由具有相对介电常数大于 5 的固体绝缘材料占据，天线至少具有一对位于芯柱顶端部分的外表面上以纵向共同延伸的、和在侧面的互相相对的关系的所述的伸长的导体单元，每个伸长的导体单元各自末端连接到馈电器结构和套筒的末端边框，以及其中耦合部分的公共信号线被耦合到馈电器结构的基部端。

14. 按照权利要求 13 的天线系统，其中第一谐振模式的特征为在天线工作在较高频率时，电流最大值在伸长的导体单元到馈电器结构的连接点处和在它们与套筒边框的接头处，套筒用作为汇流器，它把伸长的导体单元与地隔离，以及其中第二谐振模式的特征为在天线工作在较低频率时，电压最小值出现在或靠近套筒到馈电器结构的耦合点处。

15. 按照权利要求 14 的天线系统，其中较高频率是伸长单元的电长度的函数，而较低频率是伸长单元的电长度与套筒电长度的和值的函数。

16. 按照权利要求 15 的天线系统，其中伸长的导体单元的平均电长度在较高频率基本上为  $180^\circ$ ，而在天线纵方向上伸长的导体单元的平均电长度和套筒的平均电长度的总和在较低频率为  $180^\circ$ 。

17. 按照权利要求 6、8 和 10 的任一项的天线系统，其中至少一个导体单元和套筒连同芯柱一起，构成具有多个不同谐振模式的整体结构，这些谐振模式是以整体结构中的不同图案的驻波最大值和最小值为特征的。

18. 按照权利要求 17 的天线系统，其中各驻波图案的最大值和最小值出现在芯柱外表面上在至少一个伸长的导体单元到馈电器结构的末端连接点与套筒到馈电器结构的基部耦合点之间。

19. 按照权利要求 6 到 8 以及 10 的任一项的天线系统，其中芯柱是陶瓷材料的固体圆柱体，具有一个包含馈电器结构的轴孔，以及其中伸长的导体单元是螺旋线。

20. 按照权利要求 6 到 8 以及 10 的任一项的天线系统，其中该伸长的导体单元由两对螺旋单元组成，每对的单元在该芯柱的圆柱外表面上在径向上是相对的，一对的单元比另一对的单元长，由此第一谐振模式是与沿着该芯柱的中心轴引导的圆极化信号相关的圆极化模式，并且第二谐振模式是与在和该芯柱的中心轴相平行的方向上被极化的信号相关的线形极化

模式。

21. 按照权利要求 7 的天线系统, 其中该双工器包括阻抗变换单元, 该阻抗变换单元被耦合在公共信号线和连接滤波器与阻抗补偿分支线的节点之间。

22. 按照权利要求 21 的天线系统, 其中该阻抗变换单元、滤波器、和分支线由微带元件而加以构成, 该变换单元包括形成预定特性阻抗的传输线的导体条带, 并且该分支线包括具有开路端的导体条带。

23. 按照权利要求 21 的天线系统, 其中该滤波器是由导体连接到节点的微带带通滤波器, 这些导体比起变换单元的电长度电气上是短的。

24. 包括按照权利要求 6 到 8 以及 10 的任一项的天线系统的无线通信系统, 卫星定位或定时接收机, 被连接到一个所述另外的信号线, 以及蜂窝或者移动电话电路, 被连接到另一个所述另外的信号线, 该天线和该滤波器被做成为使得较高和较低频率中的一个频率处在该接收机的工作频段, 以及较高和较低频率中的另一个频率处在该移动电话电路的工作频段。

25. 一种天线的使用方法, 该天线包括具有相对介电常数大于 5 的伸长的介质芯柱, 至少一对在芯柱顶部的外表面上的或靠近外表面的以纵向共同延伸的与在侧面的互相相对的关系的伸长的导体单元, 环绕芯柱基部的导体套筒, 以及延伸穿过芯柱的纵向馈电器结构, 所述伸长的导体单元延伸在到馈电器结构的顶端连接和套筒的顶端边框之间, 所述方法包括使天线工作在至少两个间隔开的频段, 以便通过馈电器结构的公共信号线馈送信号到无线信号处理设备的不同部分或从该不同部分馈送信号, 每个部分工作在不同的各自的一个所述频带, 一个频段包含天线呈现第一谐振模式的频率, 以及另一个频段包含天线呈现的不同于第一模式的第二谐振模式的频率。

26. 按照权利要求 25 的方法, 其中第一和第二谐振模式分别和在馈电器结构的顶端处的平衡的馈电电流与单端馈电电流有关。

27. 按照权利要求 25 或 26 的方法, 其中第一模式的频率由伸长的导体单元的电长度确定, 而第二模式的频率由伸长的导体单元的平均电长度

和套筒的平均电长度的总和确定。

28. 按照权利要求 25 或 26 的方法，其中第一谐振模式与圆极化信号有关，而第二谐振模式与在天线纵方向上线极化的信号有关。

29. 按照权利要求 25 或 26 的方法，用于接收在所述一个频段上的卫星定位信号以及用于发送和/或接收在所述另一个频段上的移动电话信号。

## 无线通信设备

### 技术领域

本发明涉及包括天线的无线通信设备，该天线具有伸长的介质芯柱、在芯柱顶部的外表面上或靠近外表面的伸长的导体单元、以及环绕芯柱基部的导体汇流器，例如导体套筒。本发明也涉及包括这样的天线的天线系统和对该天线的新颖使用。

### 背景技术

在申请人的以号码 2292638A 公布共同未决英国专利申请中揭示了以上描述的天线，该专利的主题内容在本说明中被引用以供参考。在其优选的形式中，该申请的天线具有圆柱的陶瓷芯柱，芯柱的固体陶瓷材料的体积占据了由伸长的导体单元和套筒所确定的包络的内部体积的至少 50%，导体单元位于芯柱的外圆柱面上。

天线具体地用来接收来自可以是直接在天线上方的，即在其轴上的源，或在垂直于天线轴并通过天线的平面上几度的位置处的源，或来自位于立体角内的任何地方的源的圆极化信号。这样的信号包括由卫星导航系统（例如 GPS，全球定位系统）的卫星发送的信号。为了接收这样的信号，伸长的导体单元包括四个具有公共中心轴的共同延伸的螺旋单元，该公共中心轴是芯柱的轴，这些单元被安排为两个侧面地相对的单元对，一对单元具有的电长度比另一对单元的电长度长。

这样的天线比起空气芯天线具有牢固和小尺寸的优点，它比起贴片天线具有在发射卫星源所位于的立体角内的更均匀的增益的优点。

### 发明内容

申请人已发现，有可能在可能互相间隔开的不同的频段中使用这样的天线。因此，本发明提供一种包括天线和与该天线相连接且能工作在至少两个射频频段的无线通信电路装置的无线通信设备，其中该天线包括伸长的介质芯柱，一个基本上从芯柱的一端穿过到另一端的馈电器结构，以及位于该芯柱外表面上或靠近该外表面的至少一个伸长导体天线单元和导体汇流器的串联组合，该导体汇流器在该芯柱的所述一端的区域中具有到该馈电器结构的接地连接，每个天线单元被

耦合到在该芯柱的所述另一端的区域中的馈电器结构的馈电连接，以及其中无线通信电路装置具有两个能分别工作在第一和第二射频频段的部分，每个部分与用于输送在天线馈电器结构的公共信号线和各自的电路装置部分之间流动的信号的各自的信号线有关，天线在第一频段以第一谐振模式谐振以及在第二频段以第二谐振模式谐振。

第一谐振模式可以与在馈电器结构的顶端处的基本平衡的馈电电流有关，例如，当汇流器把伸长的导体单元和在天线基部处的接地连接几乎隔离开时。在天线具有一对或多对作为辐射单元工作的伸长的导体单元，和环绕介质棒的以导体套筒形式的汇流器的情况下，每对伸长的导体单元起到环路的作用，电流环绕着在每对单元的互相相对的单元之间的套筒的边框流动。在天线具有两对或多对构成不同电长度的环路的部分的螺旋单元的情况下，这样的平衡工作可以典型地和以螺旋单元的公共中心轴为中心的立体角内发出的圆极化信号有关。在这种第一模式下，天线在靠近或位于伸长的导体单元到馈电器结构的连接处以及在靠近或位于它们与套筒的边框的接头处，可以呈现电流最大值或电压最小值。

第二谐振模式优选地与在馈电器结构的顶端处的单端或非平衡的馈电电流有关，例如，典型地是当天线在用于接收或发送线极化信号，特别是在天线中心轴方向上的极化的信号的单极子模式下谐振时的情况。这样的谐振模式的特征在于，其驻波电流最小值几乎是在天线棒末端之间的中点。

在第一谐振模式下，谐振频率典型地是伸长单元的电长度的函数，而第二谐振模式的谐振频率是 (a) 伸长单元的电长度和 (b) 套筒电长度的和值的函数。在通常情况下，伸长导体单元的电长度是使得在与第一谐振模式有关的谐振频率上产生基本上为  $180^\circ$  的平均发送延时。第二谐振模式的频率可以由在纵方向上伸长导体单元的平均电长度和套筒的平均电长度的和值确定，相当于在该频率上基本上为  $180^\circ$  的发送延时。

本发明也包括用于在至少两个频段上的射频信号的天线系统，该系统包括一个天线，具有固体的伸长的介质芯柱、(具有伸长的介质芯柱，) 在芯柱顶部的外表面上的或靠近外表面的至少一个伸长的导体单元，环绕芯柱基部的导体套筒、以及穿过芯柱延伸的纵向馈电器



结构，其中所述伸长的导体单元在到馈电器结构的顶端的连接和套筒的顶端边框之间延伸，且套筒贴近地耦合到馈电器结构；以及一个耦合级，具有与馈电器结构有关的公共信号线、至少两条另外的用于连接到工作在所述频段的无线信号处理设备的信号线，和被连接在馈电器结构和该另外的信号线之间的，阻抗匹配部分与信号导引部分，其中信号导引部分被设计来为处于在第一谐振模式时天线谐振的一个频段的信号而把该公共信号线和该两条另外的信号线中的一条线耦合到一起，以及为处于在第二谐振模式时天线谐振的另一频段的信号而把公共信号线和该两条另外的信号线中的另一条线耦合到一起。

在天线系统的优选实施例中，该耦合级是具有耦合在该公共信号线和该另外的信号线之间的滤波器的双工器，这些滤波器包括与该两条另外的信号线中的一条线有关的并调谐到位于所述两个频段的一个频段的较高频率的第一滤波器和与两条另外的信号线中的另一条线有关的并调谐到位于所述两个频段的另一个频段的较低频率的第二滤波器。双工器可以包括阻抗变换单元，被耦合在公共信号线和连接滤波器与阻抗补偿分支线的节点之间。变换单元、滤波器、和分支线都方便地作为微带元件而加以构成。在这样的结构中，变换单元可以包括在绝缘基片上的导体条带，该基片反面有导体接地层。该条带与接地层一起形成预定特性阻抗的传输线。同样地，分支线可被做成为具有开路端的导体条带。虽然滤波器可以是传统的“机械块”滤波器，但它们可代之以由在与变换单元和分支线的同一个基片上的微带元件来构成。这些滤波器通过比起变换单元电长度是电气上短的导体，能如希望地被连接到上面提到的节点。

变换单元也可包括在天线馈电器结构和双工器节点之间串联的一段电缆，或它可包括这样的电缆和在馈电器结构与节点之间的一段微带的串联组合，电缆具有的特性阻抗是在由天线给出的源阻抗和对于该节点的选择的负载阻抗之间。

双工器的使用提供了无线通信设备在两个频段上的同时运行。当不需要同时运行时，该耦合级可以具有较简单的结构，包括用作为信号导引部分的一个开关，用于选路在该公共信号线和所述的一条另外的信号线之间的信号或在该公共信号线和所述的另一条另外的信号线之间的信号。

天线系统典型地只工作在两个频段上，但是在本发明的范围内，有可能提供一个工作在三个或三个以上间隔开的频段的系统，天线具有相应数目的谐振模式。

按照本发明的第三方面，提供有无线通信系统，它包括如上所述的天线系统，连接到耦合级的一条另外信号线的卫星定位或定时接收机（例如，GPS接收机），以及连接到耦合级的另一条另外信号线的蜂窝或移动电话。在耦合级是双工器的情况下，天线和滤波器被配置为使得与天线的不同谐振模式有关的谐振频率分别位于接收机的工作频段和电话的工作频段。

在耦合级具有作为信号导引部分的开关器件的情况下，阻抗匹配部分同样可以以传输线和电抗补偿单元的形式被构成为阻抗变换器，开关器件被连接到在这两者之间的节点上。

构成阻抗变换器的传输线的长度可以这样，以使得在较高的和较低的频率之间的一个频率上实现电阻性阻抗变换，借此由于该变换器在两个频率上在所述节点处的阻抗分别是容抗分量和感抗分量，以及其中分支线长度可以这样，以使得分别在两个频率上产生感抗和容抗，借此至少部分地补偿由于变换器的容抗和感抗，以便在该节点产生在两个频率中的每个频率上的最终合成的阻抗，它比起由于传输线的阻抗来说更接近于电阻性。

典型地，传输线长度是这样，以使得提供在较高和较低之间的至少接近中点的一个频率上大约  $90^\circ$  的传输延时。

按照本发明的第四方面，本发明还提供对天线的新颖使用，它包括具有相对介电常数大于 5 的伸长的介质芯柱，至少一对在芯柱顶部的外表面上的或靠近外表面的以纵向共同延伸的与侧面地互相相对的关系的伸长的导体单元，环绕芯柱基部的导体套筒，以及延伸穿过芯柱的纵向馈电器结构，所述伸长的导体单元延伸在到馈电器结构的顶端连接和套筒的顶端边框之间，其中新颖使用包括使天线工作在至少两个间隔开的频段，以便通过馈电器结构的公共信号线馈送信号到无线信号处理设备的不同部分或从该不同部分馈送信号，每个部分工作在不同的各自的一个边频带，一个频段包含天线呈现第一谐振模式的频率的一个，以及另一个频段包含天线呈现的不同于第一模式的第二谐振模式的频率。

## 附图说明

现在将参照附图以实例方式描述本发明，其中：

图 1 是显示按照本发明的无线通信设备的示意图；

图 2 是图 1 的系统的天线的透视图；

图 3 是安装在导体接地平面上的天线的轴向截面图；

图 4A、4B 和 4C 是天线的透视图，表示当天线工作在不同谐振模式时在天线外表面上的导体上的不同驻波图形；

图 5 是微带双工器的平面视图；

图 6A 到 6E 是显示图 5 的双工器的工作的斯密思园图；

图 7 是按照本发明的天线系统的示意图，具有图 2 和 3 所示的天线，通过使用信号和导引开关的耦合级相结合；

图 8 是按照本发明的替换的无线通信设备的示意图；

图 9 是显示按照本发明的集成的无线通信单元的示意图。

## 具体实施方式

参照附图的图 1，在高于 200MHZ 的频率上使用的按照本发明的无线通信设备能够完成不同的功能。它引用一个天线系统，首先包括一个以伸长的圆柱陶瓷棒的形式的天线，具有覆盖在其外面的金属单元，以构成分成四部分的螺旋天线单元结构，基部的导体套筒形成在天线的辐射单元和在其较低端处的接地连接之间的汇流器。在本说明中，术语“辐射”是指起到从天线辐射电磁能量的作用的单元，如果从发射机适当地馈电的话，但是在包括接收机的设备中它起到吸收这样的能量并把它转换成天线中的欧姆电流。

天线 1 被安装在侧面地延伸的导体面 2，在本实施例中，该导体面由双工器单元 3 形式的耦合级的机箱壁形成。天线的内部馈电器结构 1A 与双工器单元 3 在其公共端口 3A 处相耦合。无线通信设备包括连接到双工器单元 3 的第一设备端口 3B 的 GPS 接收机 4 和连接到双工器单元 3 的第二设备端口 3C 的蜂窝电话接收机 5。

正如将在下面描述的，天线 1 在间隔开的频段具有不同的谐振模式。在本例中，第一谐振模式与 1.575GHz 的谐振频率有关，天线对于在该频率上的圆极化信号呈现增益的最大值，信号通常是垂直指向的，即平行于天线的中心轴。这个频率是 GPS L1 频率。在本实施例中，天线 1 的第二谐振模式与 860MHZ 左右的谐振频率有关，且信号

是在平行于天线 1 的中心轴的方向上的线极化。860MHz 是处于蜂窝电话频段的频率的一个例子。

双工器单元 3 在天线 1 的单元和第二谐振模式下提供单元 4 和 5 到天线 1 的阻抗匹配，并隔离两个单元 4 和 5，这样它们可独立地运行，即一个单元运行很大地不受另一个运行的干扰。下面将更详细地描述双工器单元 3。

图 1 中所描述的设备适合于对定位信息和通过蜂窝电话进行通信的能力都需要的许多应用。这种设备对于在汽车中的装置特别有用，在这种情况下，接收机 4 可通过同样的天线把导航信息提供给驾驶员，正如永久安装的汽车电话或插入到汽车线路中的便携式蜂窝电话。天线 1 和双工器单元，是小型而坚固的，很适合于汽车和其它移动应用。有可能用双工器把 GPS 接收机和电话一起组合到单个单元内，如果需要的话。

图 2 和 3 更详细地显示了天线 1，它是如在申请人的共同未决的英国专利申请 NO.9603914.4 中所公开的，该申请的内容在本说明中被引用，以供参考。在它的优选形式中，天线分成四部分，具有以四个纵向延伸的天线单元 10A, 10B, 10C, 和 10D 的天线单元结构，形成为在圆柱形陶瓷芯柱的圆柱外表面上的金属导体轨条，陶瓷芯柱取棒状的形式。芯柱 12 具有一个带有内部的金属底衬 16 的轴向孔道 14，孔道装有轴向馈电器导体 18。内导体 18 和底衬 16 在这种情况下形成轴向馈电器结构 14，用来把馈线连接到天线单元 10A-10D。天线单元结构也包括相应的径向天线单元 10AR, 10BR, 10CR, 和 10DR，形成为在芯柱 12 的顶端面 12D 上的金属导体轨条，把各个纵向延伸单元 10A-10D 的末端连接到馈电器结构。天线单元 10A-10D 的另一端被连接到以环绕芯柱 12 的基部端部的镀敷的套筒 20 的形式的公共导体。这个套筒 20 又通过在芯柱 12 的基部端面 12P 上的片 22 被连接到轴向孔道 14 的底衬 16。芯柱 12 的材料占据了由天线单元 10A-10D 和套筒 20 确定的内部体积的大部分。

芯柱 12 的优选材料是基于酞酸锆的材料。这种材料具有上面所述的 36 的相对介电常数，对于变化的温度的它的尺寸和电稳定性也是值得注意的。介质损耗是能忽略的。芯柱可以通过挤压或压模来生产。

天线单元 10A-10D, 10AR-10DR 都是粘接在芯柱 12 的外圆柱面和端面上的金属导体轨条, 在其工作长度上, 每条轨条具有的宽度至少是它的厚度的四倍。轨条可以通过一开始用金属层镀敷在表面上, 然后选择地去除金属层露出芯柱, 而形成的。金属层的去除可通过类似于光刻印刷电路板地按照照片中的图案进行光刻来实现。替换地, 金属材料可通过选择地沉积或通过印刷技术而被加上。在所有的情况下, 作为在尺寸上稳定的芯柱的外表面上的整体层的轨条的格式造成具有尺度上稳定的天线单元的天线。构成导体的另一种方法包括在芯柱材料上开槽, 镀敷整个芯柱外表面, 然后通过无心磨削去除镀敷层的外层, 留下陶瓷材料的岛区, 如在待审查的英国专利申请 No. 9622798.8 中所公开的, 该专利申请的内容在本申请中引用, 以供参考。

导体套筒 20 被同样地镀敷, 覆盖天线芯柱 12 的基部, 借此包围馈电器结构 16, 18, 芯柱 12 的材料填充了在套筒 20 和轴向孔道 14 的金属底衬 16 之间的整个空间。套筒 20 形成具有平均轴向长度  $L_B$  的圆柱体, 如图 2 所示, 并被芯柱 12 的基部端面 12P 的镀敷层 22 连接到底衬 16。在第一谐振模式下, 套筒 20 和镀敷层 22 的组合具有的效果是在由馈电器结构 16, 18 形成的传输线中的信号是在天线基部端处的非平衡状态和通常在离基部端的与套筒 20 的上部连接边缘 20U 的平均轴向位置相同的轴向距离的轴向位置处的几乎平衡状态之间转换。

如从图 2 所看到的, 套筒 20 具有不规则的上部连接边缘或边框 20U, 在其中它在顶峰 20P 和低谷 20T 之间上升或下降。四个纵向延伸单元 10A-10D 具有不同的长度, 其中两个单元 10B, 10D 比另两个单元 10A, 10C 长, 较长的单元在边框 20U 的低谷处被耦合到套筒 20, 而另外的单元 10A, 10C 被耦合到顶峰。在本实施例中, 当谐振在第一谐振模式时, 是想要接收圆极化信号, 纵向延伸单元 10A-10C 是简单的螺旋, 每个绕芯柱 12 的轴走半圈。较长的单元 10B, 10D 具有的螺旋间距比起较短的单元 10A, 10C 的螺旋间距长。每一对纵向延伸的单元和相应的径向单元 (例如 10A, 10AR) 构成具有预定电长度的导体。在本实施例中, 安排为具有较短长度的单元对 10A, 10AR; 10C, 10CR 的每一对的总长度在第一谐振模式下相应于大约以工作波长的

1350 的传输延时，而单元对 10B, 10BR; 10D, 10DR 的每一对产生更长的延时，约相应于 2250。这样，平均传输延时是 1800，等效于工作波长的 $\lambda/2$  的电长度。不同的长度产生了在 Kilgus, “Resonant Quadrifilar Helix Design(谐振的分成四部分的螺旋线的设计)”, The Microwave Journal, Dec.1970, pp49-54 中所规定的对于用于圆极化信号的分成四部分的螺旋天线所需要的移相条件。两对单元对 10C, 10CR; 10D, 10DR (即一对长的单元对和一对短的单元对) 在径向单元 10CR, 10DR 的内端被连接到在芯柱 12 的顶端处的馈电器结构的内导体 18, 而另两对 10A, 10AR; 10B, 10BR 的径向单元被连接到由金属底衬 16 形成的馈电器屏蔽层。在馈电器结构的顶端, 在内导体 18 和馈电器屏蔽层 16 上呈现的信号是几乎平衡的, 这样天线单元被连接到几乎平衡的源或负载, 如将在下面解释的。

对于纵向延伸单元 10A - 10D 的左旋方向的螺旋路径, 天线对于右旋圆极化信号具有最高的增益。

如果天线要被用于左旋圆极化信号, 则螺旋方向被反过来, 且径向单元的连接图案被旋转  $90^\circ$ 。在天线适合于接收左旋和右旋圆极化信号, 即使具有较低的增益的情况下, 纵向延伸单元可被做成遵循总的平行于轴线的路径。

作为一个替换例, 天线可以具有如上述的不同长度的螺旋单元, 但是长度上的差别是通过把较长的单元绕各自的螺旋中心线迂回而达到的。在这种情况下, 导体套筒具有恒定的轴向长度, 如在上边提及的待审查的英国专利申请 No. 2292638A 中所揭示的。

天线优选地被直接安装在导体面上, 例如由金属片的平板 24 所提供的面, 如图 3 所示, 镀敷的基部端面 12P 例如通过焊接被电连接到该平板。在本实施例中, 金属板 24 是双工器单元外壳的一部分, 且天线的内导体 18 用于直接连接到双工器电路, 如将在下面描述的。天线芯柱的内部的轴向孔道 14 的导体底衬 16 被连接到天线的基部端面 12P 的镀敷层 22。

从图 2 和 3, 将会看到, 天线是在其顶端电流 - 馈电的。在第一谐振模式下, 套筒 20 起到汇流单元的作用, 把天线单元 10A - 10D 与接地板基本上隔离开。如图 4A 所示, 在单元 10A - 10D 中驻波电流的幅度是在套筒 20 的边框 20U 处为最大值, 其中电流环绕边框流过,

这样两对单元对 10A, 10C 和 10B, 10D 形成两个环路的一部分, 它们与天线的接地的基部端面 12P 隔离开。电压最大值 H 和最小值 L 分别出现在电流最小值和最大值的位置。在这种谐振模式下, 天线对于右旋圆极化信号的辐射方向图通常是以芯柱的中心轴为中心指向顶端的心形的形式。在这种分成四部分的模式下, 天线按向上的方向来鉴别左旋圆极化, 如上面所描述的。在本实施例中, 第二谐振模式是在较低的频率, 它代表相当不同于第一谐振模式的一种模式, 如图 4B 所示。此外, 天线是在顶部处进行电流-馈电的, 但是, 在或靠近套筒的边框 20U 处(具体地是在离边框 20U 上面一点的区域, 这个区域大约是在顶端馈电点和基部接地连接点之间的中点), 驻波电流下降到最小值及电压到最大值 H。电流最大值和电压最小值(L)出现在两个极端位置, 即在顶端馈电点和基部接地连接点。在套筒 20 的内表面电流是相对较大的, 但这里它们并不影响天线的辐射方向图。天线呈现了非常类似于传统的以流行的单端馈电的倒相单极子的方式的四分之一波长谐振。在边框 20U 附近几乎没有电流, 这是和单端馈电相一致的。在这种模式下, 天线呈现单极子天线的经典的圆环形方向图, 其信号是平行于芯柱的中心轴的线极化。对于水平极化有强烈的抑制。

天线 1 也具有第三谐振模式, 如图 4C 所示。这是一个较高的频率的单端模式, 其中天线具有的电长度对于其有关的工作波长, 不是大约 1800, 而是大约 3600 (即从顶端馈电点到套筒的接地连接点)。谐振频率约为第二谐振模式时的谐振频率的两倍。正如在第二模式中那样, 驻波图形在两个极端位置呈现电流最大值和电压最小值, 但是在这种情况下, 在极端位置之间的电的中点也有电流最大值和电压最小值 L, 以及两个电压最大值的中间位置, 如图 4C 所示。图 1 的无线通信设备并不利用第三谐振模式, 但对耦合级 2 的作适当修正能允许将电路连接成可工作在有关的谐振频率上。

因此, 虽然所描述的和显示的设备是想要用于 1575MHz 上和 800 - 900MHz 的蜂窝电话频段中使用, 但替换的装置有可能又可在 1700 - 1800MHz 蜂窝电话频段中使用。天线或类似于它的天线也可能只用于较高的和较低的蜂窝电话频段, 即, 800 - 900MHz 和 1700 - 1800MHz, 或 GPS 频率和仅仅较高的蜂窝电话频段。当然, 其它的组合是可能的, 且天线部分的尺寸可随之改变。然而, 通常多个单端谐振模式是可能

的，其中在顶端馈电器的连接和汇流器或套筒的接地连接之间的导体部分的电长度在各自的谐振频率上等于  $n \times 180^\circ$ ， $n$  是整数，即，1, 2, 3...。在上面所述的两个单端模式中， $n$  分别等于 1 和 2。这些模式的每个模式的特征在于，在汇流器或套筒和馈电器结构的连接头处，即在套筒的接地连接处的电流最大值，以及每对的直径上互相相对的螺旋单元中的电流是在空间上互相同相。相反地，在平衡模式中，这样的电流是反相的，即等于以相反方向流动的电。

同样地，有可能在比上述的第一谐振模式更高的频率上具有平衡模式，在该模式中，顶端馈电连接和汇流环（具体地是套筒的边框）之间的平均电长度约为  $m \times 180^\circ$ ，其中  $m = 1, 2, 3...$ 。

对于能接收在 1.575GHz 的 GPS 信号和在 800 到 900MHz 范围内的蜂窝电话信号的天线，芯柱 12 的长度和直径典型地分别是在 20 到 35mm 和 3 到 7mm 的范围内，套筒 20 的平均轴向延伸是在 8mm 到 16mm 的范围。图 2 和 3 中所示的特定的优选天线具有约 28.25mm 的芯柱长度，和约 5mm 的直径，套筒 20 的平均轴向长度是约 12mm。分成四部分的谐振模式的一个惊人的特性是，在这个模式下的性能容许在套筒 20 的平均轴向长度上的某些变化，从相应于  $90^\circ$  的传输延时的量改变到这样的程度，使得该长度可被调整成在第二谐振模式下得出所需要的谐振频率。然而，如果必须把套筒 20 的轴向长度从四分之一波长改变到这样，而使得天线在分成四部分的模式下的性能恶化到不能接受的程度，则有可能在套筒 20 和双工器单元 2 之间串联插入一个扼流圈（具体地是邻近天线的导体面（见图 1）），以便至少恢复在天线顶端面 12D 处的近似平衡的电流驱动。

在用来确定以上尺寸的设计过程中，粗略的近似忽略了天线中出现干涉的或损散的场的那些区域，正如和其中几何图形是易于作为传输线进行模型化的区域相反的。这样，干涉路径可被看作为由顶端辐射单元 10AR-10DR，套筒 20 的边框 20U，以及基部面 22（见图 2 和 3）提供的那些路径。螺旋单元 10A-10D 中的电流可被看作为泄漏导波传播的结果，而套筒 20 中纵向出现的电流产生非泄漏导波传播，就像它们在构成套筒的导体层的内表面上出现的那样。

因而，例如，对于各种不同的螺旋线螺距可以用由天线单元形成的线的导波参量  $\epsilon_{eff}$  来表征。每条螺旋线可被看作为用于轴向传播，



正如由相对介电常数 $\epsilon_{eff}$ 的介质所包围的传输线，该相对介电常数 $\epsilon_{eff}$ 取决于芯柱的相对介电常数 $\epsilon_r$ ，以及芯柱和单元的几何尺寸。这个参量 $\epsilon_{eff}$ 可以通过进行本征值延时测量来测量，它产生沿线的相速，再产生在轴向方向所分解的 $\epsilon_{eff}$ 数值。例如，可以对于5mm的芯柱的直径和不同螺旋螺距进行测量，以产生一个图，图上把 $\epsilon_{eff}$ 相对于螺距角画出，它允许对中间的螺距角作出对 $\epsilon_{eff}$ 的估值。

特征线参量然后可被用来构建天线，其中把每对相反的螺旋单元对定尺寸为使得大约相应于所需要的 $\lambda$ 的总的电长度，即对于平衡工作所需要的（上面所指的“第一”谐振模式）在谐振频率时的 $360^\circ$ 的相位。事实上，为达到最佳圆极化增益，一对应当等效于在略高于所需要的谐振频率的频率时的 $360^\circ$ ，而另一对应当等效于在略低于谐振的频率时的 $360^\circ$ 。

在这样地计算了螺旋单元的长度后，那些单元在第二谐振模式下所需要的谐振频率时的电长度可以通过简单地按两种谐振模式的两个频率的比值换算，以及从 $180^\circ$ 的总的单极子电长度减去比例缩减的长度，以产生所需要的套筒的电长度，而来确定。在这种情况下，如果在比“第一”模式低的频率上需要单端工作，相应于图4B所示的“第二”谐振模式，则我们选择 $180^\circ$ 。这样，有可能在知道对于这个第二谐振模式的所需要的较低频率时来估值套筒的近似长度。

如果代之以对于单端工作需要较高的频率，则选择 $360^\circ$ 作为螺旋单元和套筒的总的电长度，因为使用了图4C所示的第三谐振模式（或具有更多的驻波峰值数目的模式）。

现在来考虑天线到无线通信电路的耦合，图1的双工器单元3包含一对滤波器、电抗补偿分支线和阻抗变换单元，用来使天线匹配到单元4和5以及使一个单元的信号与另一个单元的信号隔离开。

在替换的装置中，天线可与双工器单元3互相间隔地安装，如将在下面参照图8描述的。

参照图5，图1的双工器单元3具有屏蔽盒（如图1所示），内有单个绝缘底板，其一侧有导电接地层（如图5上所示的板30的背面），板的另一侧上有导体，如图所示。这些导体包括，首先是阻抗变换段32，作为构成传输线的导体带条，它在被连接到天线内导体的一端33与形成为电路节点的另一端34之间延伸。其次是，两个带通滤波器36、

38, 被连接到节点 34。每个滤波器由三个电感耦合的并联谐振单元构成, 每个谐振单元由窄的电感性带条 36A、38A 形成, 其一端通过基板通孔 36B、38B 接地, 在另一端具有电容板 36C、38C, 以形成与基片另一面上的接地导体之间的电容器。在每个滤波器 36、38 中, 靠近节点 34 的电感性带条 36A、38A 通过电气上很短的分支导体 40 连接到节点 34, 该分支导体 40 是渐变的, 以实现进一步的阻抗变换。在每种情形中, 离节点最远的电感性带条被耦合到分支线 42 (它在靠近滤波器处也是渐变的), 它把滤波器耦合到各自的设备连接点 44。

正如从滤波器 36、38 的不同尺寸将明显看出, 它们是调谐到不同的频段, 事实上, 这两个频段相应于天线 1 的两个谐振模式。

在两个谐振频率上的阻抗匹配是通过变换段 32 和从节点 34 延伸的终端开路的分支线 46 的组合而达到的, 如图 5 所示。

变换段 32 被确定尺寸, 以使得具有由下式给出的传输线特性阻抗:

$$Z_0 = \sqrt{Z_s Z_L}$$

其中  $Z_s$  是天线 1 在谐振时的特性阻抗,  $Z_L$  是在节点 34 处为适合于滤波器 36 和 38 所选择的负载阻抗。变换段 32 的长度被做成相应于在两个频段之间的大约中间点的频率处的约  $90^\circ$  的传输延时, 这两个频段相应于第一和第二谐振模式, 在这种情况下是 1.22GHz。变换段 32 在不同频率的影响通过图 6A 的斯密思园图被显示, 它表示从 0.1 到 1.6GHz 的频率范围内由于变换段 32 没有分支线段 46 在节点 34 处看到的阻抗。曲线段 A 和 B 表示中心为 860MHz 和 1.575GHz 的两个频段, 并且将会看到, 在园图中心, 即在如上所述的两个频段之间的一个频率上, 得出电阻性阻抗。现在参照图 6B 的斯密思园图考虑分支线段 46 (见图 5) 的影响。在低频率处, 在节点 34 处仅由分支线段 46 呈现的阻抗相对较高, 正如从图 6B 的接近园图右端的曲线末端所看到的。随着频率提高, 阻抗环绕园图的圆周通过一个零阻抗点, 相应于在由于分支线段 46 的所选择的长度的频段 A 和 B 之间的大约中点的一个频率。

比较图 6A 和 6B, 将要指出, 在频段 A 由于变换段 32 的在节点 34 处的阻抗具有感抗分量, 而在频段 B 具有容抗分量。在斯密思园图上, 从右手端发出的曲线是等电抗线。从图 6B 将会看到, 分支线段 46 是

这样被确定尺寸的，使得在频段 A 在节点 34 处仅由分支线段 46 给出的阻抗的电抗分量是容性的并且至少近似等于图 6A 所示的在频段 A 的感抗。同样地，在频段 B 由于分支线段 46 的阻抗具有感抗分量，它至少近似等于图 6A 所示的在频段 B 的容抗分量。

现在参照图 6C，由于变换段 32 和分支线段 46 的组合的在节点 34 处的阻抗的轨迹走一个圆环，它在低频处，以相应于图 1 所示的在端口 3A 处的源阻抗的阻抗开始。随着频率提高，轨迹走一个圆环，穿过电抗线两次。第一次穿过近似相应于频段 A 的中心，如图 6D 的曲线所示，它仅仅是图 6C 所示的相应于频段 A 的曲线的一部分，而第二次穿过电抗线表示频段 B 的近似中心，如图 6E 的曲线所示，它也是图 6C 所示的曲线的一部分。这样，双工器的元件完成了天线 1 在频段 A 和 B 的到滤波器 36、38 的良好的阻抗匹配。分支线段 46 至少部分地补偿了由于变换段的电抗。每个滤波器在另一个滤波器的频率上给出了相对的高阻抗，借此提供了在两个频段上的信号之间的隔离。

在图 1 所示的例子中，使用了这种隔离，来使得 GPS 接收机与来自电话单元 5 的和被馈送到电话单元 5 的蜂窝电话信号相隔离。

双工器 3 在无线通信单元 4 和 5 是要同时工作时是合适的。在本发明能应用的某些例子中，不需要同时工作，包括射频 (RF) 开关的耦合级是更合适的，如图 7 所示。在天线 1 的基部端处的馈电结构通过公共信号线或经过阻抗匹配段 48 的端口 47A 被耦合到双向射频 (RF) 开关 49，它典型地是 P. I. N 二极管器件。取决于开关的状态，公共线 47A 被耦合到两条另外信号线中的一条或另一条或可以连接不同通信电路的端口 47B，47C。

阻抗匹配段 48 的特性取决于要被包容的频率。在某些例子中，例如想要使天线连同工作在接近的频率的单元一起使用的系统，简单的  $90^\circ$  传输线，像图 5 的双工器中的段 32，可能是合适的。这样的系统的例子是把 PCN 蜂窝电话 (在 1710-1785MHz 和 1805-1880MHz) 运行和 DECT 无线本地环电话运行 (在 1880-1900MHz) 相结合的系统。替换地，在频带更宽地间隔开的情况下，可使用双峰阻抗匹配装置，例如  $90^\circ$  变换器和开路分支线段的组合，像图 5 的双工器的变换器 32 和分支线段 46。在这种情况下，开关 49 被连接到变换器和分支线段

的连接点。

图 8 显示了替换的天线系统。在这种情况下，天线 1 被安装在侧向地延伸的导体面 2 上，它不是双工器外壳的一部分，而是构成另一个金属结构的一部分，例如汽车车体的一部分。天线通过表面 2 上的一个孔进行耦合，借助于馈电电缆 50 耦合到双工器 3 的公共部分，该双工器类似于上面参照图 1 描述的实施例的双工器。馈电电缆 3 具有内导体，耦合到天线 1 的轴向内导体，以及外屏蔽层，被连接到天线的镀敷的基部面。在电缆 50 的双工器端，屏蔽层被连接到双工器外壳，并直接或间接地连到在机壳内的微带双工器板的地板，类似于图 4 所示。

除非馈电电缆 50 的特性阻抗是和天线 1 给出的源阻抗相同，否则电缆 50 还起到阻抗变换元件的作用。这一情形出现的程度取决于电缆的长度和特性阻抗的数值，并且微带双工器元件被相应地改变，以使得在天线 1 和双工器的节点 34（见图 4）之间出现的所需要的总的阻抗变换具有和上面所述的第一实施例的双工器的变换段 32 相同的效果，如图 1 和 4 所示。因而，电缆 50 和双工器 3 的阻抗变换段的组合的电长度在相应于第一和第二谐振模式的两个频带之间的大约中点的频率上是约为  $90^\circ$ 。所以，对于微带双工器有可能是如图 4 所示，但是阻抗变换段 32 具有大大减小的长度，或至少部分由具有特性阻抗为在负载 34 处的负载阻抗的微带段构成。典型地，馈电电缆 50 具有 10 欧姆的特性阻抗。

图 8 的系统使用上面提及的替换的天线，虽然有四个螺旋单元，它们通常是共同延伸的和共轴的，两个相对放置的单元走曲折的路径，以得到长度上的差别，这导致一个分成四部分的螺旋天线对于圆极化信号所需要的移相条件。一对单元的迂回发生在套筒的不规则的边框上，如图 2 所示，这样，在本实施例中，套筒 20 具有圆形的上边缘，它离开基部端的恒定距离，环绕天线芯柱延伸。对于曲折的单元的导波参量的特征可如上面所述地用扩张因子得出，作为对于相同平均螺距角的螺旋得到的  $\epsilon_{eff}$  的倍数。

在上面描述的实施例中，天线 1 及其耦合级 2 被显示为连接到分开的无线通信装置，将会看到，本发明可被应用到集成电路器件，例如图 9 所示的器件。在这个例子中，单个手持单元引用 GPS 和蜂窝电

---

话电路，具体地是 GPS 接收机 4' 和电话收发信机 5'。这些电路连同双工器 2' 和天线 1 都被装在单个机壳 60 内。

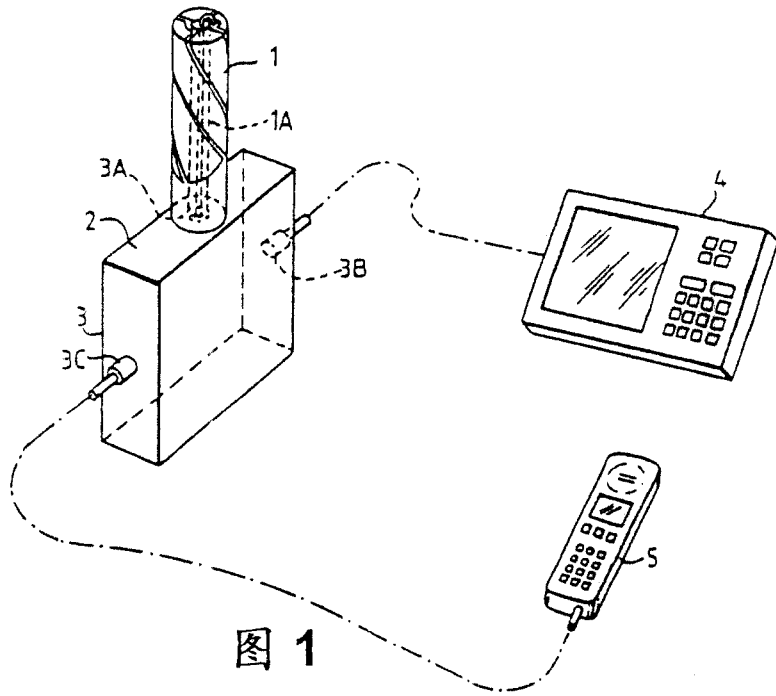


图 1

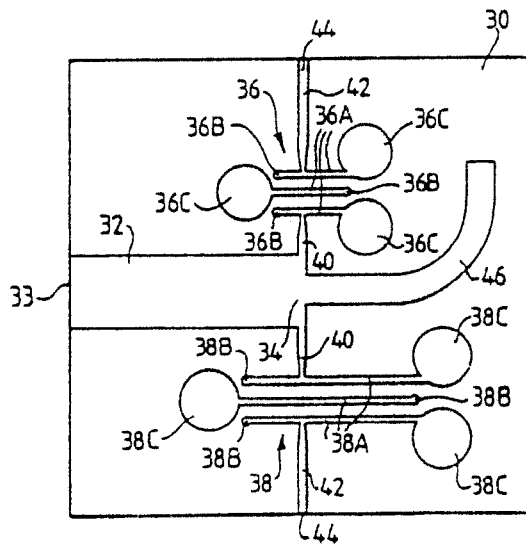


图 5

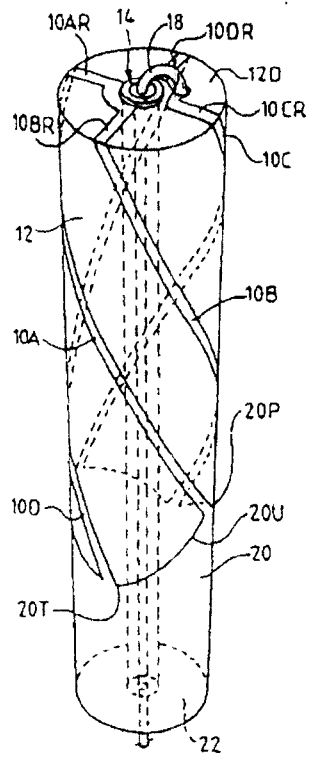


图 2

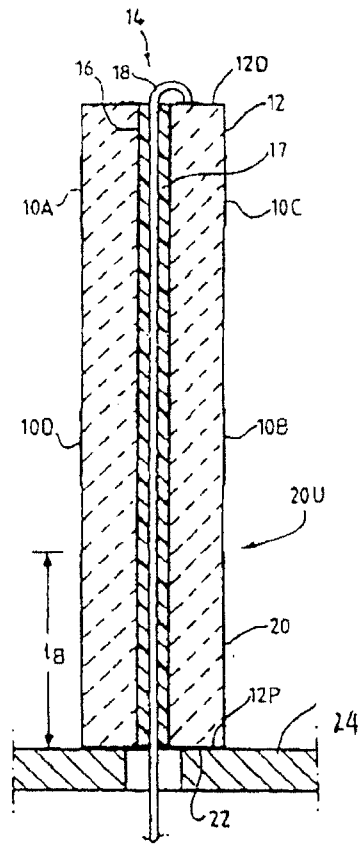


图 3

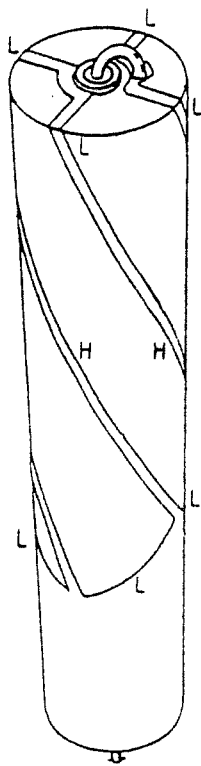


图 4A

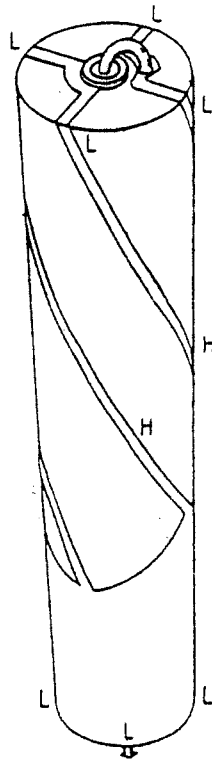


图 4B

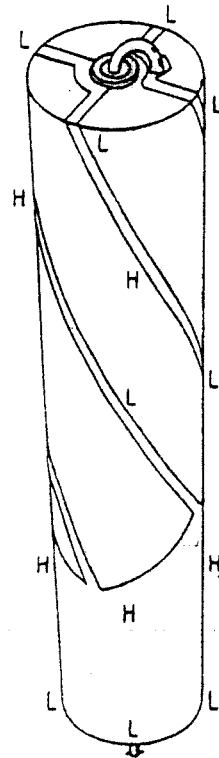


图 4C



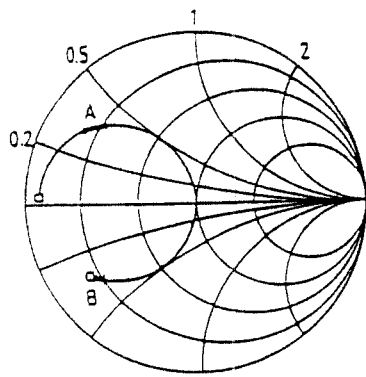


图 6A

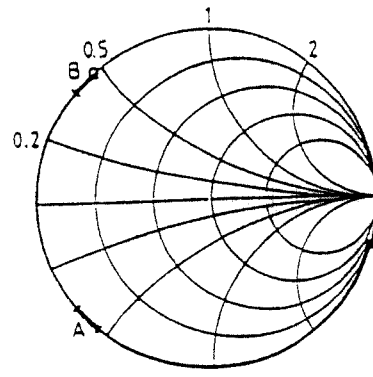


图 6B

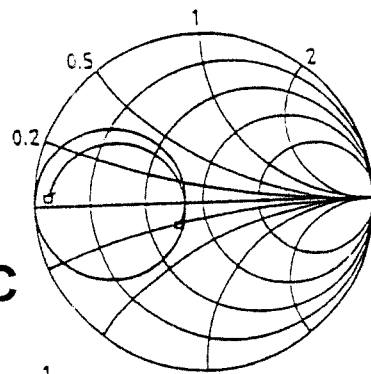


图 6C

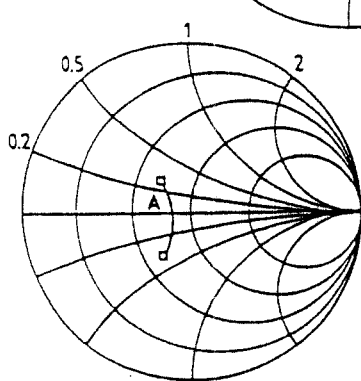


图 6D

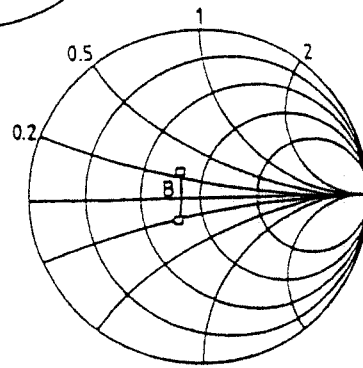


图 6E

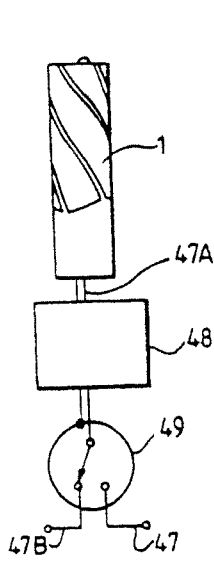


图 7

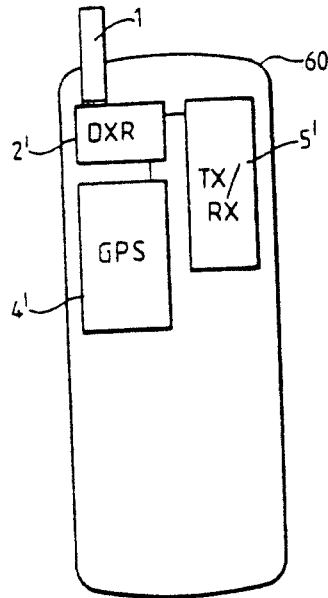


图 9

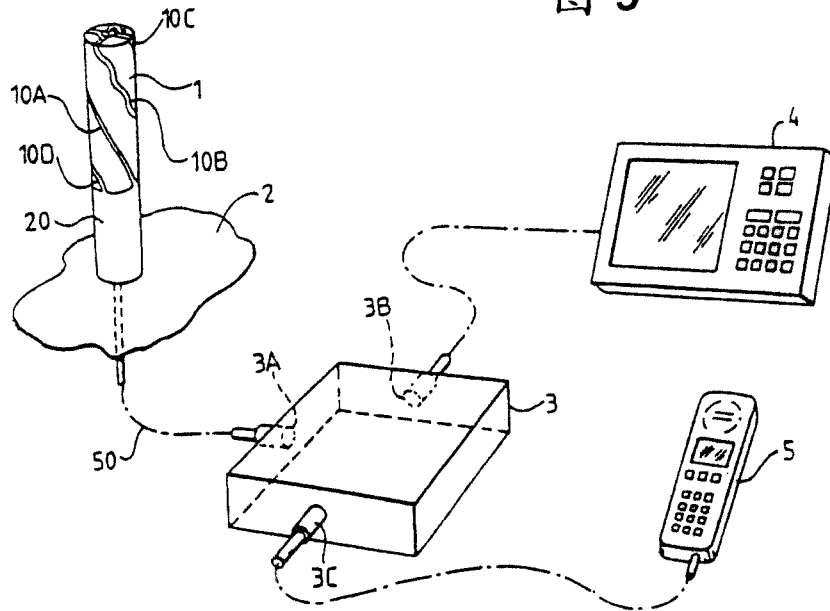


图 8