(19) 中华人民共和国国家知识产权局

(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1768450 B
(45) 授权公告日 2012.02.08

(21) 申请号 200480008651.X
(22) 申请日 2004.03.16
(30) 优先权数据
0307251.9 2003.03.28 GB
(85) PCT申请进入国家阶段日
2005.09.28
(86) PCT申请的申请数据
PCT/GB2004/001109 2004.03.16
(87) PCT申请的公布数据
WO2004/086561 EN 2004.10.07
(73) 专利权人 萨恩特尔有限公司
地址 英国韦林伯勒
(72) 发明人 奥利弗·保罗·雷斯特恩
(74) 专利代理机构 中科专利商标代理有限责任公司 11021
代理人 刘晓峰
(51) Int.Cl.
H01Q 11/08 (2006.01)
H01Q 7/00 (2006.01)
H01Q 5/00 (2006.01)
(56) 对比文件
WO 02/23673 A1, 2002.03.21, 全文.
WO 00/74173 A1, 2000.12.07, 说明书第 2 页第 1 行至第 10 页第 28 行、图 1-4.
JP 特开 2000-36707 A, 2000.02.02, 说明书第 1 页第 [0002] 段至第 7 栏第 [0017] 段、图 1.
审查员 李艳君

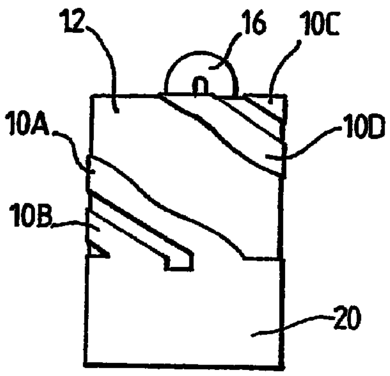
权利要求书 2 页 说明书 6 页 附图 5 页

(54) 发明名称

介质负载天线

(57) 摘要

一种介质负载环形天线具有：圆柱形介质芯(12)；轴向穿过芯的馈线结构(18)；围绕芯的一个端部的套平衡-不平衡转换器(20)；和从在芯的另一端处具有馈线结构的馈线连接延伸到平衡-不平衡转换器的边缘(20U)的螺旋天线元件(10A-10B)。天线元件(10A-10D)被设置作为一对导电细长螺旋元件的侧向相对组(10AB,10CD)，每组至少具有不同电长度的第一和第二导电元件，以形成多个环路导电路径。通过在每组中形成至少一个导电元件作为具有一个或两个弯曲边缘的导电带，以便带的边缘是不平行的并具有不同电长度，产生了其它方式的共振，产生带宽的提高。



CN 1768450 B

1. 一种用于以超过200MHz的频率操作的介质负载天线，包括：具有大于5的相对介电常数的固体材料的电绝缘芯；馈线连接；和设置在芯的外部表面上或邻近芯的外部表面的天线元件结构，芯的材料占据由芯外部表面确定的体积的主要部分，其中：所述天线元件结构包括一对导电细长天线元件的侧向相对的组；每组包括：第一和第二共延的细长天线元件，细长天线元件在天线的工作频带内的频率处具有不同电长度，并在馈线连接的区域中的位置处的各自的第一端处和在与馈线连接间隔的位置处的各自的第二端处连接在一起，所述天线元件结构还包括：将一个组的第一和第二细长天线元件的第二端与另一组的第一和第二细长天线元件的第二端连接起来的连接导体，由此，两组的第一细长天线元件形成第一环形导电路径的部分，而两组的第二细长天线元件形成第二环形导电路径的部分，以便在所述天线的工作频带内，所述路径具有不同的各自谐振频率，并且每个从馈线连接延伸到连接导体，而然后返回到馈线连接，其中：所述细长天线元件的至少一个包括在芯的外表面上的导电带，所述带具有不同长度的相对边缘。

2. 根据权利要求1所述的天线，其中：由于相对边缘不平行，所述导电带具有不同长度的相对边缘。

3. 根据权利要求1或2所述的天线，其中：在其组中离其它细长天线元件最远的带的边缘比更接近该组的其它细长天线元件的边缘更长。

4. 根据权利要求1或2所述的天线，其中：所述导电带的至少一个边缘是弯曲的。

5. 根据权利要求1或2所述的天线，其中：每组的第一和第二细长天线元件具有作为该组的最外边缘的边缘，而两个最外边缘比该组的所述细长天线元件的内边缘更长。

6. 根据权利要求5所述的天线，其中：每组的所述最外侧边缘彼此平行。

7. 根据权利要求3所述的天线，其中：较长边缘的每个在其长度的主要部分弯曲。

8. 根据权利要求1或2所述的天线，其中：每组细长天线元件具有两个彼此邻近的元件。

9. 根据权利要求8所述的天线，其中：每对的细长天线元件具有不同电长度并在它们之间确定平行边的通道，每个细长天线元件具有弯曲外部边缘。

10. 根据权利要求1所述的天线，其中：每组细长天线元件具有并排设置的三个所述细长天线元件。

11. 根据权利要求10所述的天线，其中：每组的外部细长天线元件的指向外的边缘被弯曲，而内部细长天线元件是平行边的。

12. 根据权利要求10所述的天线，其中：每组的至少一个外部细长天线元件具有弯曲的外部边缘和弯曲的内部边缘，外部边缘弯曲的幅度比内部边缘弯曲的幅度更大。

13. 根据权利要求1、2、6和9-12中任一项所述的天线，其中：所述细长天线元件每个均从馈线连接延伸到连接导体，并且在天线的工作频带内的频率处，每个均具有半波长的区域内的电长度。

14. 根据权利要求13所述的天线，其中：芯是圆柱形的，而在芯的端面上，馈线连接包括馈线终端，而其中每个所述细长天线元件的主要部分包括围绕以芯轴为中心的芯制成半圈的螺旋导体，并且其中连接导体包括围绕以该轴为中心的芯的环形导体。

15. 根据权利要求14所述的天线，包括：轴向馈线结构，该轴向馈线结构从芯的第一端面上的馈线连接经过芯延伸到芯的第二端面，而其中连接导体包括：导电套，导电套将细长

天线元件的所述第二端在与所述馈线连接间隔的位置处连接到馈线结构。

16. 根据权利要求 1、2、6、9-12、和 14-15 中任一项所述的天线，具有以 -6dB 的插入损耗的至少 3％的部分带宽。

17. 一种用于以超过 200MHz 的频率操作的介质负载环形天线，包括：具有大于 5 的相对介电常数的固体介质材料的电绝缘芯；馈线连接；和设置在芯的外部表面上或邻近芯的外部表面的天线元件结构，其中芯具有端面和侧表面和对称地穿过端面的轴，并且其中天线元件结构包括：一对细长天线元件的侧向相对的组；每组形成从馈线连接的第一末端延伸到第二末端的多个环形导电路径的每个的部分，而每组包括：第一和第二共延的细长辐射元件，第一和第二共延的细长辐射元件在天线的工作波段内的频率处具有不同的电长度且在芯的侧表面上或邻近芯的侧表面并排地延伸，其中：在侧表面上或邻近侧表面的所述细长天线元件的至少一个包括具有不平行相对边缘的导电带，以便带的相对边缘具有不同长度。

18. 根据权利要求 17 所述的天线，其中：馈线连接位于芯的一个端面上，而通过在侧表面上或邻近侧表面的多个连接元件，该组的所述细长天线元件被连接到馈线连接。

19. 根据权利要求 17 或 18 所述的天线，其中：带在芯的各个侧表面上具有遍及所述带的长度的至少主要部分的不平行边缘。

介质负载天线

技术领域

[0001] 本发明涉及一种用于在超过 200MHz 的频率操作的介质负载天线，而更具体地涉及一种在操作频带内具有多个谐振频率的环形天线。

背景技术

[0002] 在英国专利申请第 2309592A 号中公开了一种介质负载的环形天线。虽然这种天线例如在接近用户头部的移动电话上使用时，具有有关隔离其安装在其上的结构、其辐射图案和电磁特定吸收率 (SAR) 性能的有益属性，但它存在小型天线的通病 ：对于许多应用，带宽不足。通过将天线的辐射元件分割为具有不同电长度的部分，能够实现改进的带宽。例如，如在英国专利申请第 2321785A 号中公开的，单独的螺旋辐射元件能够由一对彼此相邻、实质平行的辐射元件替代，其在不同位置处连接到链接相对辐射元件的连接导体。在英国专利申请第 2321785A 号中公开的另一变形中，单独的螺旋辐射元件由侧向相对的元件组替代，每组具有一对采用具有不同宽度以生成不同电长度的共延的彼此邻近的辐射元件。利用其在所需工作波段内不同频率处出现的谐振的不同耦合方式，这些对介质负载的扭曲环形天线的变型取得了有关带度的优点。

发明内容

[0003] 本发明的一个目的在于提供对带宽的进一步改进。

[0004] 根据本发明，提供了一种用于在超过 200MHz 的频率工作的介质负载环形天线，包括 ：具有大于 5 的相对介电常数的固体材料的电绝缘芯 ；馈线连接 ；和设置在芯的外部表面上或邻近芯的外部表面的天线元件结构，芯的材料占据着由芯外部表面确定的体积的主要部分，其中天线元件结构包括 ：一对导电细长元件的侧向相对组 ；每组包括 ：第一和第二实质共延的细长元件，其在天线的工作频带内的一个频率处具有不同电长度，并在馈线连接的区域中的一个位置处的各自的第一端处和在与馈线连接间隔的一个位置处的各自的第二端处联接在一起，天线元件结构还包括 ：将一个组的第一和第二细长元件的第二端与另一组的第一和第二元件的第二端连接起来的连接导体，为此，两组的第一元件形成第一环形导电路径的部分，而两组的第二元件形成第二环形导电路径的部分，以便在所述波段内，所述路径具有不同的各自谐振频率，而每个从馈线连接延伸到连接导体，而然后返回到馈线连接，其中 ：所示细长天线元件的至少一个包括具有不平行边缘的导电带。

[0005] 以不同的方式观看，本发明提供了一种天线，其中 ：所述细长天线元件的至少一个包括在芯的外表面上的导电带，该带具有不同长度的相对边缘。

[0006] 优选地，在其组中离其他细长元件最远的带的边缘比更近的其它元件的边缘更长。实际上，每组的第一和第二细长元件可均具有不同长度的边缘，例如由于具有形成组的最外边缘的边缘的每个这种元件被构造以便最外边缘比元件的内部边缘更长。

[0007] 这种边缘长度的不同可以通过形成每个受影响的元件取得，以便其边缘的一个沿实质其整体辐射长度沿波动或弯曲的路径而行。因此，在作为呈螺旋状的 (twisted) 环形

天线的天线的情况中，利用每组围绕圆柱介质芯的中央轴半圈的元件，每个元件的螺旋部分具有沿精确螺旋路径的一个边缘，而另一边缘沿例如以正弦、齿形或平滑图案偏离精确螺旋路径的路径。

[0008]　优选地，每组元件的两个最外侧边缘沿由精确的螺旋变化的路径时，在沿该组元件的长度的任何给定位置处，变化对于两个边缘是相同的，从而在任意给定位置处的组的整个宽度实质相同。实际上，最外边缘可以被形成以至少沿该组元件的长度的主要部分平行。

[0009]　这种结构利用了申请人的发现：成组和实质共延的不同电长度的辐射元件具有不仅对应于彼此接近的单独元件而且也对应于作为组合的元件的谐振的基本模式。因此，其中每组元件具有两个实质共延的彼此邻近的细长辐射元件，存在与一个轨迹相关的基本模式的谐振，与轨迹的另一个相关的另一基频谐振，和与由两条轨迹一起表示的合成元件相关的第三基频谐振。第三谐振的频率能够通过不对称地改变元件的边缘的长度得到控制。特别地，通过使每组的两个元件的外部边缘变长，第三谐振的频率能够有差别地进行改变，并到一种比与单独轨迹相关的谐振频率更大的程度。因此，应该理解：第三谐振频率能够使得接近其它谐振频率，以便至少对于给定谐振类型，所有三个组合在一起形成一个能够取得比上述现有技术天线减小的插入损耗的更宽的波段（即，在这种情况中，优选的天线中的谐振的平衡模式）。

[0010]　如上所述的天线具有侧向相对细长天线元件的组，每组具有两个彼此邻近的这种元件，该天线为本发明的一种优选实施例。在那种情况中，每对的细长元件具有不同电长度并在它们之间确定了一条平行边的 (parallel-sided) 通道，每个元件具有弯曲外部边缘。

[0011]　在一个可选实施例中，每组细长天线元件具有三个细长元件，并排地被设置。在这种情况中，每组包括一个内部元件和两个外部元件。优选地，每组的两个外部元件的指向外的边缘被弯曲，或否则使得偏离与对应的内部边缘平行的路径，而内部元件具有平行的边。更优选地，每组至少一个外部元件具有一个偏离的外部边缘和一个偏离的内部边缘，外部边缘偏离的幅度比内部边缘偏离的幅度更大。

[0012]　使用具有不平行边缘的两个元件的组，可以在 -6dB 的插入损耗取得超过 3％的部分带宽。在部分带宽与 / 或插入损耗方面，每组具有三个或多个元件的实施例提供进一步的带宽增益。

[0013]　上述天线在 IMT-2000　3-G 接收和发射波段 (2110-2170MHz 和 1920-1980MHz) 的频分双工部分中具有特别的应用。它们也能够用于诸如 GSM-1800 波段 (1710-1880MHz)，PCS1900 波段 (1850-1990MHz) 和“蓝牙”LAN 波段 (2401-2480MHz) 的其它移动通信波段。

附图说明

[0014]　现在将参照以下附图描述本发明，其中：

[0015]　图 1 是具有两个侧向相对组的螺旋辐射细长元件的介质负载天线的透视图；

[0016]　图 2 是表示从图 1 的天线取得的三个基频谐振，和其出处的指示的图形。

[0017]　图 3A，3B 和 3C 分别是根据本发明的天线的平面视图、这种天线的侧视图和天线的圆柱表面转变到平面的“面具”视图；

[0018]　图 4 是与图 2 相类似的图形，显示了利用图 3A 到 3C 的天线取得的谐振以及其来

源的指示 ;

[0019] 图 5A 到 5C 分别是根据本发明的第二天线的平面、侧和“面具”视图 ;

[0020] 图 6 是类似图 2 部分的另一图形,显示了图 5A 到 5C 的天线的谐振的来源 ;

[0021] 图 7 是指示利用图 5A 到 5C 所示类型的天线可取得的谐振的图形。

具体实施方式

[0022] 参照图 1,一种结构与英国专利申请第 2351850A 号所示天线类似的天线具有一种包括细长辐射天线元件 (振子)10AB,10CD 的一对侧向相对组 10AB,10CD 的天线元件结构。术语“辐射”在本说明书中用于描述当天线被连接到无线电频率能量源时将能量辐射入天线周围空间的天线元件。应该理解 :在接收无线电频率信号的天线的上下文中,术语“辐射元件”是指将来自天线周围空间的能量耦合到用于馈送到接收机的天线的导体的元件。

[0023] 在当前实施例中,每组元件包括 :两个同延的、彼此邻近且大体平行细长的天线元件 10A,10B,10C,10D,它们被设置在具有相对介电常数大于 5,典型地 36 或更高的陶瓷介电材料制成的天线芯 12 的外部圆柱表面上。芯 12 具有带有内部金属衬套的轴向路径 14,路径 14 容纳着由介质绝缘护层 17 包围的轴向内部馈线导体 16。内部导体 16 和衬套一起形成了从芯的远端面 12D 轴向穿过芯 12 以从芯 12 的近端表面 12P 作为同轴传输线 18 露出的同轴馈线结构。天线元件结构包括 :相应的辐射元件 10AR,10BR,10CR,10DR,其在远端表面 12D 上形成导电轨迹 (conductive tracks),将元件 10A 到 10D 的远端连接到馈线结构。包括其相应的辐射部分的细长辐射元件 10A 到 10D 具有大致相同的物理长度,而每个均包括围绕芯 12 的轴制成半圈的螺旋导电轨迹。每组元件包括 :一种宽度的第一元件 10A,10C ;和不同宽度的第二元件 10B,10D。由于元件的波速度的不同,这种宽度的不同导致电长度的不同。

[0024] 为形成完整的导电环路,每个天线元件 10A 到 10D 被连接到采用围绕芯 12 的近端部分的导电套 20 的形式的公共的虚接地导体 (作为元件 10A 到 10D 的连接导体)。而套 20 利用芯 12 的近端面 12D 上的导电镀层被连接到轴向路径 14 的衬套。因此,元件 10AR,10A、边缘 20U 和元件 10C 和 10CR 形成了第一 360 度导电回路或导电环,而元件 10BR,10B、边缘 20U 和元件 10D 和 10DR 形成了第二 360 度导电回路或导电环。每个回路从围绕芯的馈线结构的一个导体延伸到馈线结构的另一导体。一个回路的谐振频率与另一个的略有不同。

[0025] 在穿过天线的给定横断面处,第一组 10AB 的第一和第二天线元件实质上分别与第二组 10C 的相应的第一和第二元件直径相对。应该指出 :由于每个螺旋部分表示围绕芯 12 的轴的半圈,每个导电回路的螺旋部分的第一端与其第二端近似地在同一平面中,平面为包括芯 12 的轴的平面。此外,应该注意 :每组的相邻元件之间的圆周间隔,即围绕芯的间隔,小于组之间的间隔。因此,元件 10A 和 10B 彼此之间比它们与元件 10C,10D 更接近。

[0026] 导电套 20 覆盖着天线芯 12 的近端部,包围着馈线结构 18,芯的材料实质填充着套 20 与轴路径 14 的金属衬套之间的整个空间。套 20 与被覆金属的组合形成了平衡 - 不平衡转换器,以便由馈线结构 18 形成的传输线中的信号在天线的近端处的不平衡状态与套 20 的上部边缘 20U 的平面上方的轴位置处的平衡状态之间转换。为实现这一效果,套的轴长度是这样的 :存在相对较高介质常数的下面的芯材料,在天线的操作频段中,平衡 - 不平衡

转换器具有约 λ/4 或 90° 的电长度。由于天线的芯材料具有视收缩效果（foreshortening effect），围绕内部导体的环形空间填充着具有相对较小介电常数的绝缘介质材料，套末端的馈线结构 18 具有短的电长度。因此，在馈线结构 18 远端处的信号至少被近似地平衡。套 20 另外的效果在于：对于天线的工作频率区域中的频率，套 20 的边缘 20U 与由馈线结构的外部导体表示的接地有效隔离。这意味着在天线元件 10A 到 10D 之间循环的电流实质上被限制在边缘部分。因此，当天线在平衡模式中谐振时，套用作隔离滤波电路或阱。

[0027] 由于每组 10AB，10CD 的第一和第二天线元件被形成在给定频率处具有不同电长度，由元件形成的导电环也具有不同电长度。因此，天线在两个不同的谐振频率处谐振，在这种情况中，实际频率取决于元件的宽度。如图 1 显示，每组的大体平行的元件从芯的远端面上的馈线连接的区域延伸到平衡 - 不平衡套 20 的边缘 20U，从而确定了元件之间的通道 11AB，11CD，即每组的元件之间的狭缝。

[0028] 通道的长度被设置以在其各自谐振频率处实现导电路径彼此之间的实质隔离。这通过形成具有 λ/2 或 nλ/2（其中 n 为奇整数）的电长度的通道取得。因此，实际上，限制通道 11AB，11CD 的导体 10A 到 10D 的那些边缘的每个的电长度也为 λ/2 或 nλ/2。在一个导电环的谐振频率处，驻波被设置在谐振环的整个长度上，在邻近每个 λ/2 通道的末端的位置处，即在天线元件的末端的区域中，具有相等的电压值。当一个环谐振时，由于在非谐振元件的任一端处电压相等，导致零电流，形成非谐振环部分的天线元件与相邻谐振元件隔离。当另一导电路径谐振时，另一环类似地与该谐振环隔离。总之，在一条导电路径的谐振频率处，激励同时出现在与另一条路径隔离的那条路径中。应该理解：由于每个支路仅最低程度地在另一条路径谐振时加载另一路径的导电路径，所以在不同频率处可取得至少两个十分不同的谐振。实际上，两个或多个彼此隔离的低阻抗路径围绕芯形成。

[0029] 通道 11AB，11CD 主要分别位于天线元件 10A，10B 和 10C，10D 之间，并以相当小的距离进入套 20。典型地，对于每条通道，位于元件之间的通道部分的长度不应小于 0.7L，其中 L 是通道的总的物理长度。

[0030] 图 1 的天线的其它特性在上述英国专利申请第 2351850A 和 2309592A 中进行了描述，其公开通过参考并入本申请。

[0031] 申请人已披露图 1 的天线展示了三种基本的平衡方式谐振。参照图 2，其包括有关频率的插入损耗（S11）的曲线，并显示了天线元件 10A，10B 与套 20 的边缘 20U 汇合的一组天线元件 10A，10B 的一部分（参见图 1）。每个单独的元件 10A，10B 引起各自的谐振 30A，30B。元件的电长度是这样的：这些谐振靠近在一起并被联接。如图 2 所示，这些谐振的每个在各个辐射元件 10A，10B 中具有关联的电流，其依次感应围绕元件 10A，10B 和穿过狭缝 11AB 的各自的磁场 32A，32B。申请人披露了：存在第三模式的谐振，其也是一种平衡模式谐振，具有相关电流，该相关电流对于元件 10A，10B 是共同的并具有围绕该组 10AB 的元件 10A，10B 而不穿过两个元件 10A，10B 之间的通道或狭缝 11AB 的相关感应磁场 32C。

[0032] 由于单独的轨迹，谐振 30A，30B 之间的联接能够通过调节将两个轨迹彼此隔离的通道 11AB 的长度进行调节。总之，这涉及形成通道，以便它经较短的距离进入套 20。这产生出允许每个螺旋元件 10A，10B 作为半波谐振线的环境，电流在芯 12（图 1）的远端面处馈送而在另一端（即其会合套 20 的边缘 20U 处的端部）短路，以便或 (a) 谐振电流能够在任何一个元件上存在；或 (b) 由于没有激励条件而没有电流。

[0033] 如上所述，与单独的元件 10A，10B 相关的谐振的频率由各自的轨迹宽度确定，其又设置它们承载的信号的波速度。

[0034] 申请人已经发现可以改变与单独的元件谐振 30A，30B 的频率不同的第三谐振 30C 的频率。

[0035] 在本发明的优选实施例中，如图 3A 到 3C 所示，这可以通过形成螺旋元件 10A，10B，10C 和 10D 以便其最外边缘相对于其各自的螺旋路径弯曲实现。从图 3C 将看到，每个螺旋元件 10A 到 10D 的指向外的边缘 10AO，10BO，10CO，10DO 沿其整个长度以正弦的方式偏离螺旋路径。在当前实施例中，元件 10A 到 10D 的内边缘为严格的螺旋形，并在各自通道 11AB，11CD 的相对侧上相互平行。每组元件的最外边缘的正弦路径也平行。这是由于在沿一组的元件 10A，10B 或 10C，10D 的任意给定点处，各个最外边缘的偏离是沿相同方向的。偏离也具有相同的间距和相同的幅度。

[0036] 元件 10A，10B，10C，10D 的最外边缘的弯曲的效果是向下改变公共电流模式的自然频率到根据弯曲的幅度的频率。实际上，产生谐振 30C（图 2）的公共电流谐振模式在最外边缘 10AO 到 10DO 处具有其最高电流密度，而改变弯曲的幅度以比单独元件的频率（即图 2 中的谐振 30A，30B）更快的速率调谐谐振 30C 的频率。这是由于，如将从图 2 可以看出，当与图 3C 比较时，产生谐振 30C 的与公共电流模式相关的电流被沿两个弯曲边缘 10AO，10BO；10CO，10DO 引导，而不是如同单个元件 10A 到 10D 的情况，沿一个弯曲边缘和一个直边缘。

[0037] 如图 4 所示，这种元件 10A 到 10D 的最外边缘的长度变化能够被用于转变更接近谐振 30A 和 30B 的第三谐振 30C，以产生覆盖频率波段的优选的插入损耗特性。在图 6 中所示的特定实例中，天线具有与 2110 到 2170MHz 的 IMT-2000 3-G 接收波段一致的工作波段，并取得 -9dB 处接近 3%的部分带宽。

[0038] 在本发明的可选实施例中，如作为与第一实施例的各个图 3A 到 3C 的视图对应的图 5A 到 5C 所示，每组天线元件可包括三个细长的元件 10E，10F，10G，10H，10I 和 10J。

[0039] 如前所述，每个元件具有连接到馈线结构的相应的辐射部分 10ER 到 10JR，而每个元件在套 20 的边缘 20U 处终止。如图所示，每一组 10E，10F，10G；10H，10I，10J 内的元件由如在第一实施例中从芯的远端表面 12D 延伸入套 20 的半波通道 11EF，11FG；11HI，11IJ 彼此分离。

[0040] 此外，如在图 3A 到 3C 的实施例中，每组中的元件具有不同的平均宽度，每组中每个元件具有一个在另一组中对应宽度的元件，相同平均宽度的元件经过芯在芯轴的相对侧直径相对。在这种情况中，最窄的元件为元件 10ER 和 10HR。下一较宽的元件为标识 10GR 和 10JR 的元件，而最宽的元件是在其各个组中间的元件，元件 10FR 和 10IR。

[0041] 参照图 6 的图，可以看出：除每组的单独元件中的电流，引起相应的感应磁场 30D，30E，和 30F 外，三元件结构提供了与各对元件（产生磁场 30G 和 30H）的共同的电流和对于所有三个元件共同的电流（产生图 6 中的磁场，如磁场 30I）相关联的共享电流模式。应该理解：如图 7 所示，该天线提供了六个基本的平衡模式谐振，其通过适当调节元件 10E 到 10J 的宽度和元件边缘的弯曲，能够集合作为联接谐振的集合。在这种情况中，天线被构造以产生形成对应于从 1710 到 1880MHz 延伸的 GSM1800 波段的工作波段的共振。

[0042] 回过来参照图 5C，将看到：在该实施例中，每组的外部元件使其最外边缘弯曲。实践中，外部元件 10E，10G；10H，10J 的内边缘也可弯曲，但比外部边缘的弯曲幅度小。内部元

件 10F，10I 的边缘在这种情况中是螺旋的。

[0043] 虽然天线的带宽能够使用上述技术得到增加，一些应用可能仍需要更大的带宽。例如，由 IMT-2000 频率分配规定的 3-G 接收和发射波段为根据所需性能，可能不会被单一天线覆盖的邻近波段。由于如上所述的介质负载天线在 3-G 波段的频率处非常小，可以将多个这种天线安装在一个移动电话手机中。上述天线是使用中与手机接地隔离的平衡模式天线。可以使用覆盖发射波段的第一天线和覆盖接收波段的第二天线，每个均具有一个滤波器响应（如包含在当前申请的附图中的曲线所示）以拒绝另一波段。这使得可以不使用在这种情况中传统方法的昂贵的双工器（即，宽带天线和双工器）。

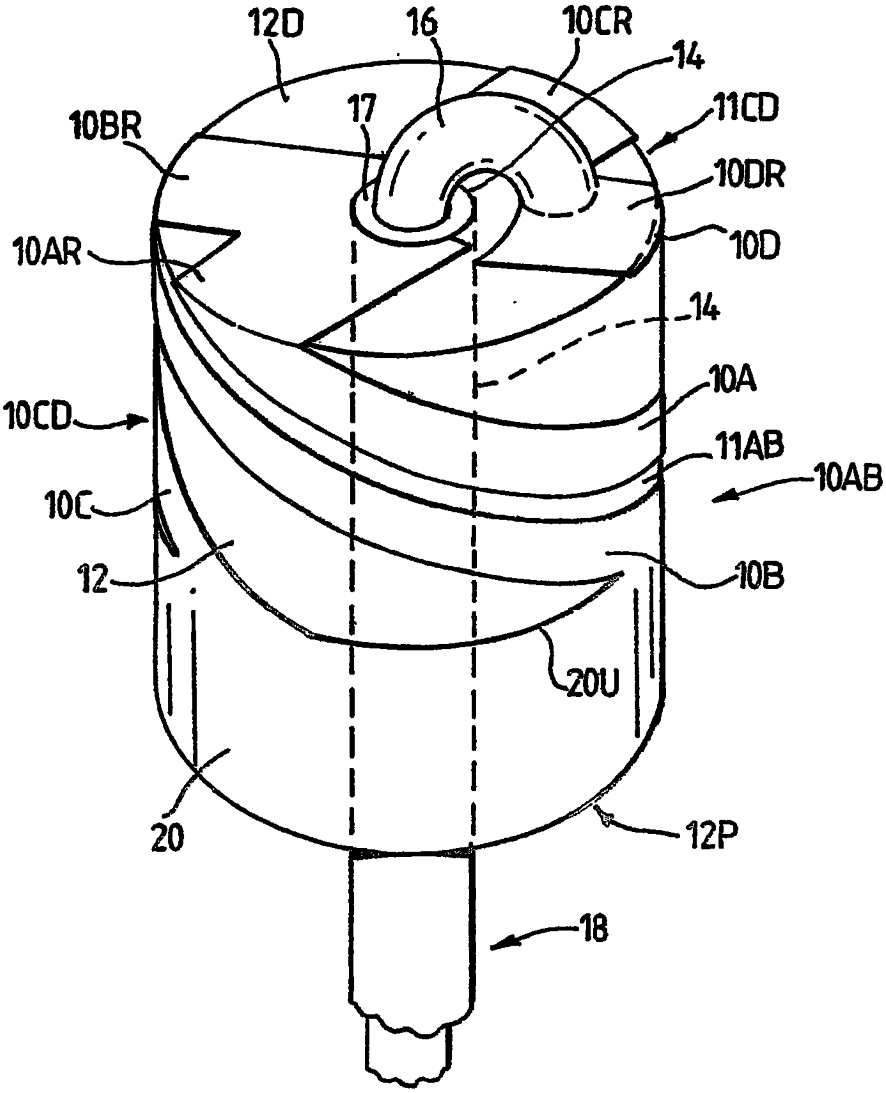

12D
16
10CR
14
17
11CD
10BR
10DR
10AR
10D
14
10A
10CD
11AB
10AB
10C
12
10B
20U
20
12P
18

图 1

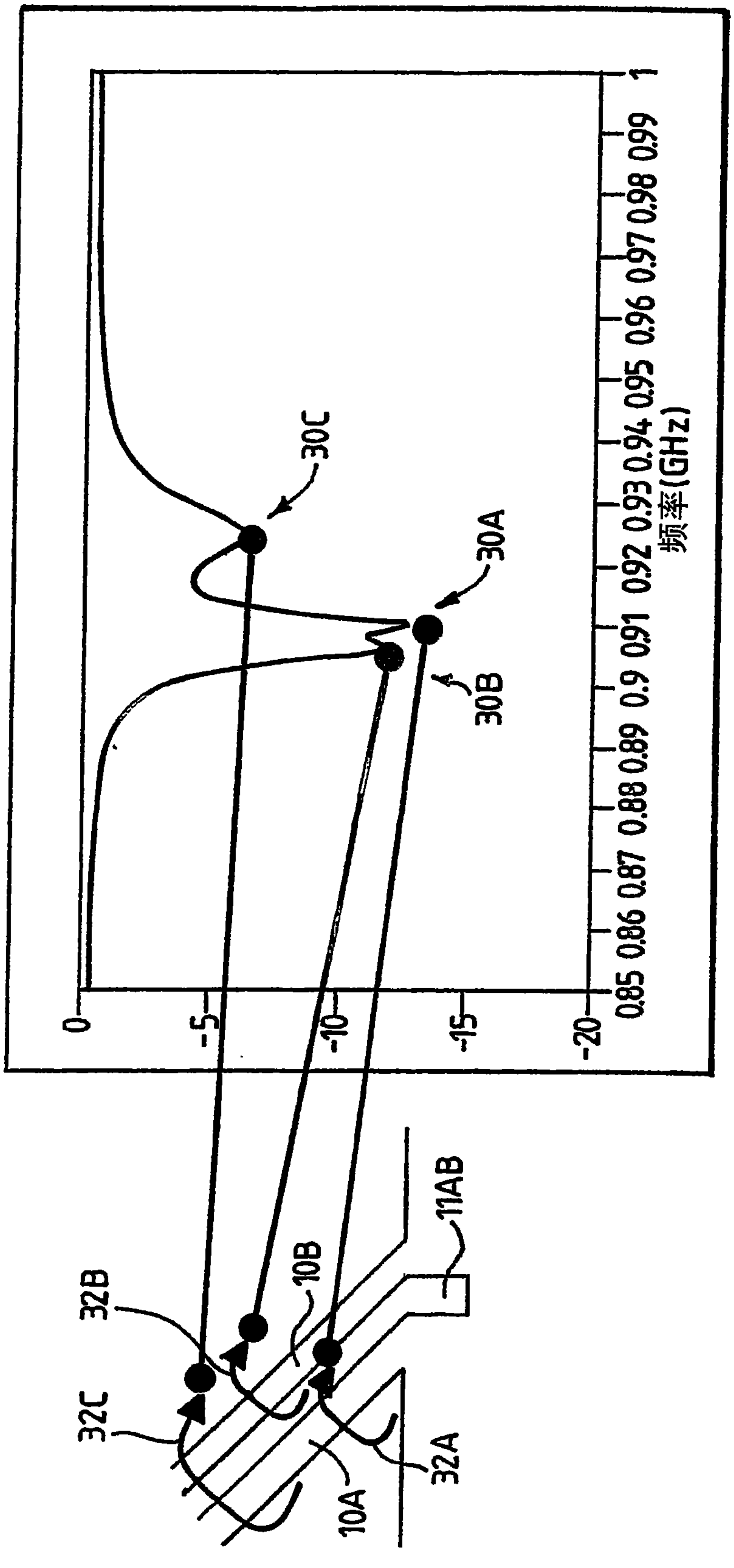

0
-5
-10
-15
-20
0.85 0.86 0.87 0.88 0.89 0.9 0.91 0.92 0.93 0.94 0.95 0.96 0.97 0.98 0.99 1
频率(GHz)
30A
30B
30C
32A
32B
32C
10A
10B
11AB

图 2

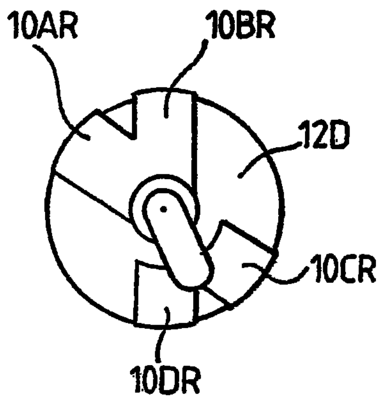

10AR
10BR
12D
10CR
10DR

图 3A

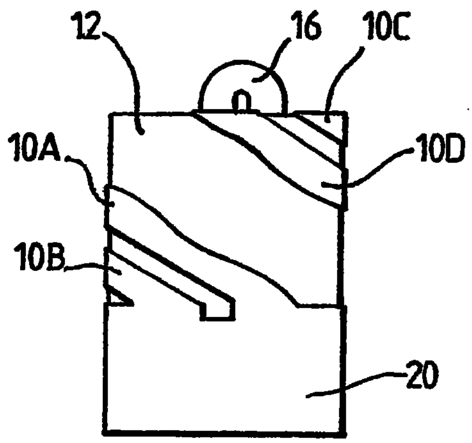

12
16
10C
10A
10D
10B
20

图 3B

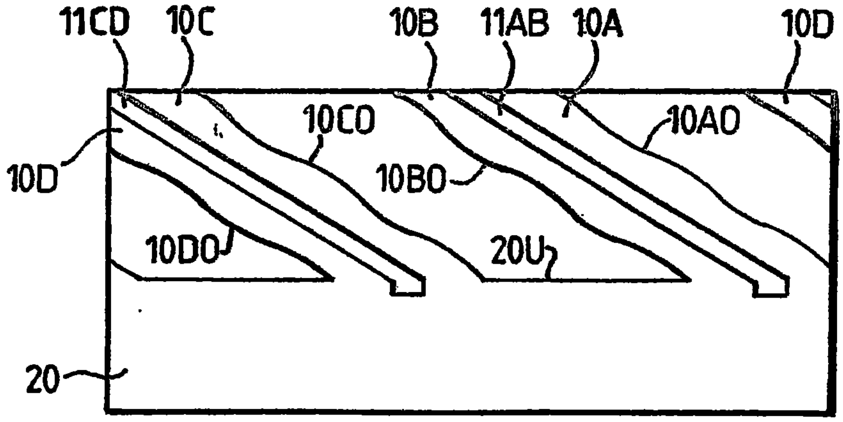

11CD
10C
10B
11AB
10A
10D
10CO
10AO
10D
10BO
10DO
20U
20

图 3C

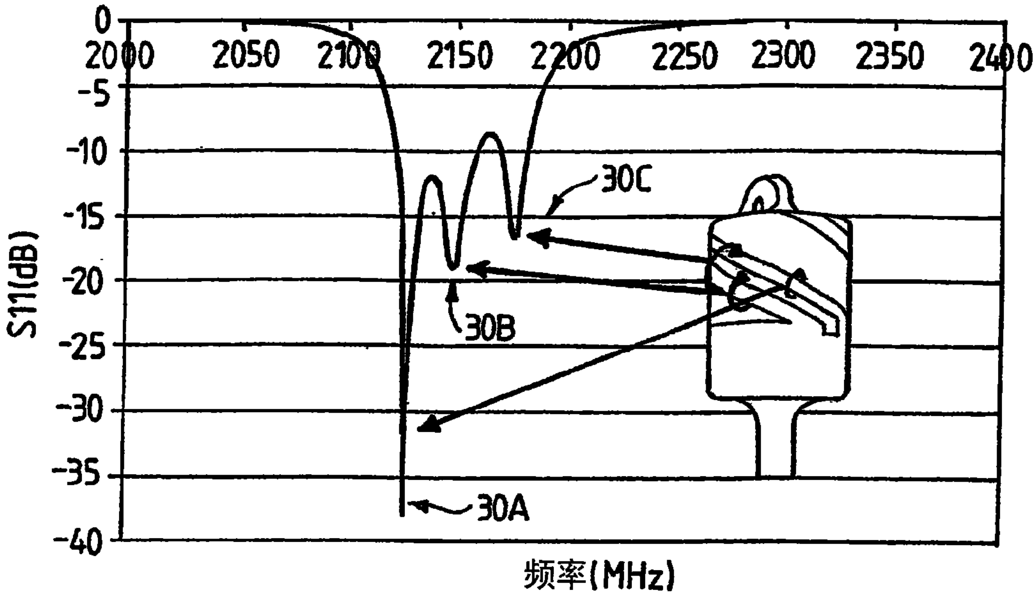


图 4

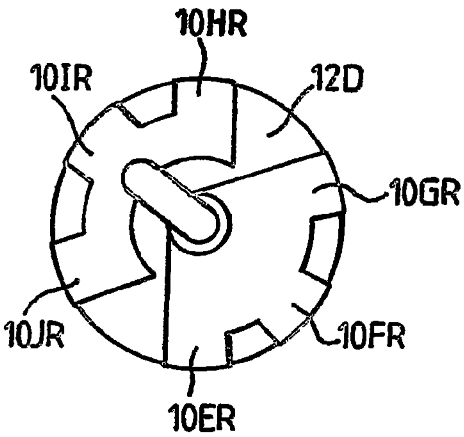


图 5A

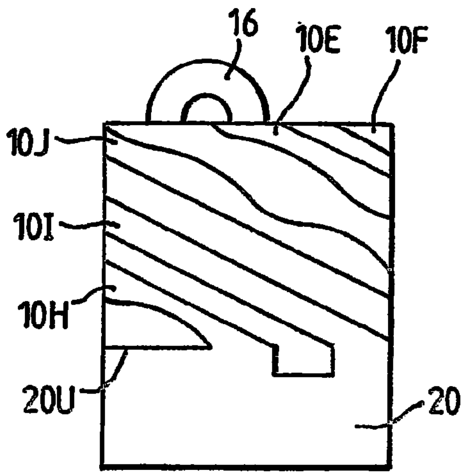


图 5B

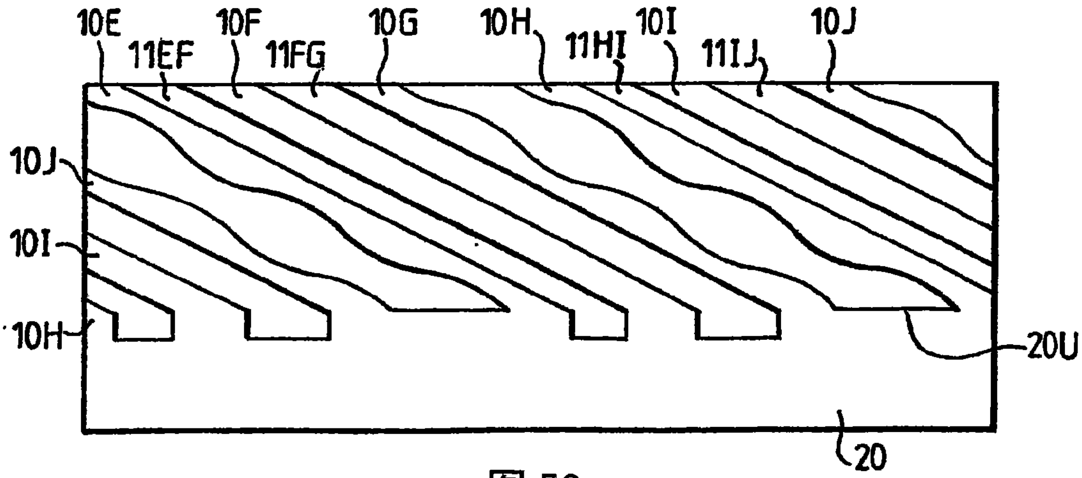


图 5C

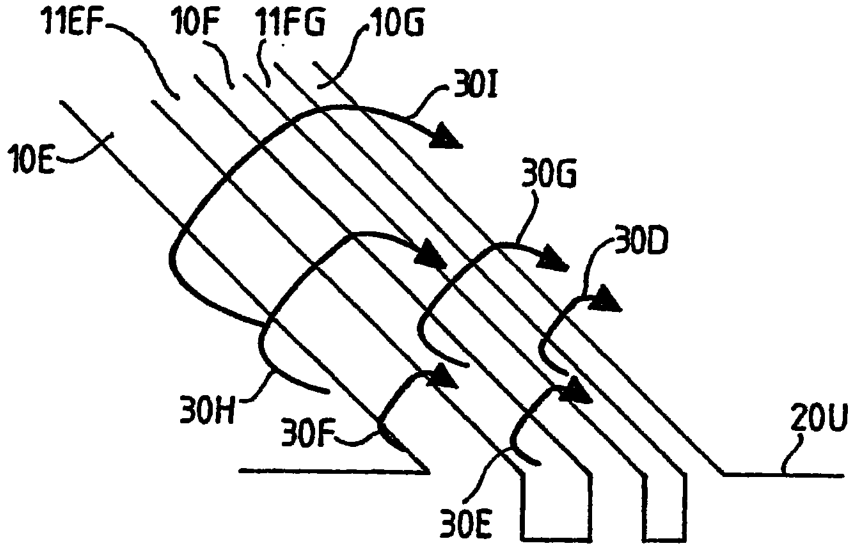

11EF
10F
11FG
10G
30I
10E
30G
30D
30H
30F
20U
30E

图 6

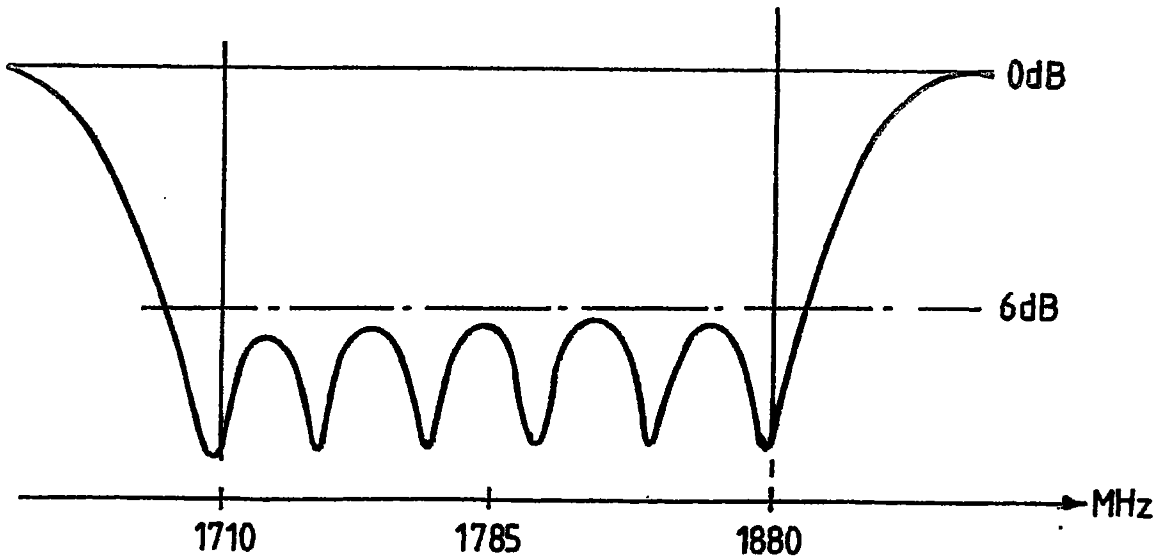

0dB
6dB
MHz
1710
1785
1880

图 7