[19] 中华人民共和国国家知识产权局

[51] Int. Cl.
H01Q 3/24 (2006.01)
H01Q 9/04 (2006.01)
H01Q 1/24 (2006.01)
H01Q 1/38 (2006.01)

[12] 发明专利申请公开说明书

[21] 申请号 200480003756.6

[43] 公开日 2006 年 3 月 15 日

[11] 公开号 CN 1748339A

[22] 申请日 2004.2.9
[21] 申请号 200480003756.6
[30] 优先权
[32] 2003. 2. 7 [33] GB [31] 0302818.0
[86] 国际申请 PCT/GB2004/000511 2004.2.9
[87] 国际公布 WO2004/070874 英 2004.8.19
[85] 进入国家阶段日期 2005.8.8
[71] 申请人 安蒂诺瓦有限公司
地址 英国剑桥
[72] 发明人 史蒂文·帕基 史蒂文·马丁
提姆·约翰·帕尔默
詹姆士·威廉·金斯利
西蒙·菲利普·金斯利

[74] 专利代理机构 北京英赛嘉华知识产权代理有限责任公司
代理人 葛 强 余 朦

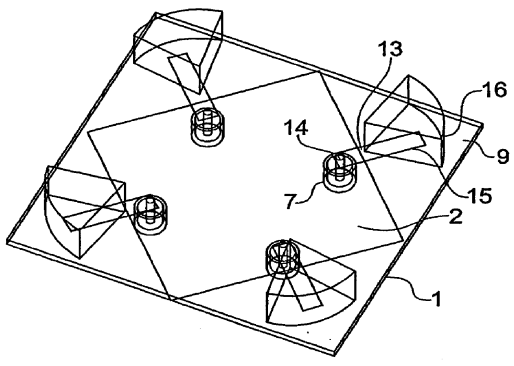
权利要求书 3 页 说明书 12 页 附图 17 页

[54] 发明名称

移动电话装置、PDA 和其它小型电子无线电平台中的多天线分集

[57] 摘要

公开了一种天线设备，包括：电介质基底，具有上部的第一表面和下部的第二表面；导电接地面，位于所述第二表面或所述第一和第二表面之间。 至少两个导电馈线形成于所述第一表面并从馈电点延伸到预定辐射点。 所述接地面在所述辐射点的下方不延伸。 所述接地面被配置成在所述辐射点之间延伸，所述馈线在所述辐射点处被加宽和/或在所述辐射点处被设置分立的电介质元件。 所述天线设备在小的空间内提供了宽带性能和良好的分集性。



1. 一种天线设备，包括电介质基底，具有上部的第一表面和下部的第二表面；导电接地面，位于所述第二表面上或所述第一和第二表面之间；至少两个导电馈线，形成于所述第一表面，并从馈电点延伸到位于所述第一表面的边缘或拐角部分的预定辐射点，其中，所述接地面在所述辐射点的下方不延伸，其特征在于，所述接地面被配置成在所述辐射点之间延伸，所述馈线在所述辐射点处被加宽和/或在所述辐射点处设置有分立的电介质元件。

2. 如权利要求 1 所述的设备，其中，所述馈线是微带馈线。

3. 如权利要求 1 或 2 所述的设备，其中，在所述第一基底中设置有四个馈线并因此有四个辐射点。

4. 如权利要求 3 所述的设备，其中，所述基底通常为具有四个拐角部分和四个边缘部分的矩形形状，各个馈线延伸到各自的拐角部分。

5. 如权利要求 3 所述的设备，其中，所述基底为具有四个拐角部分和四个边缘部分的通常的矩形形状，两根馈线分别延伸到相邻的拐角部分，还有两根馈线分别延伸到相对的边缘部分，所述相对的边缘部分中的每一个与所述相邻的拐角部分中的一个相邻。

6. 如权利要求 1 或 2 所述的设备，其中，在所述第一表面中设置有两根馈线并因此有两个辐射点。

7. 如权利要求 6 所述的设备，其中，所述两根馈线延伸到所述第一表面的两个相邻的拐角部分。

8. 如前述任一项权利要求所述的设备，其中，所述馈线被设置在相邻

的辐射点处，并且相互之间成直角。

9. 如从属于权利要求 3 的任一项权利要求所述的设备，其中，所述馈线按照能够被成对而不是单个地驱动的方式电连接到驱动电路。

10. 如前述任一项权利要求所述的设备，其中，所述馈线在所述辐射点处被加宽，并被配置为具有矩形、圆锥形、圆形、椭圆形、环形或多边形的形状。

11. 如权利要求 1 到 9 中任一项所述的设备，其中，所述馈线在所述辐射点处设置有介电陶瓷元件。

12. 如权利要求 11 所述的设备，其中，所述陶瓷元件在所述辐射点处被焊接至所述馈线。

13. 如权利要求 11 或 12 所述的设备，其中，所述陶瓷元件的与所述馈线接触的表面上经过金属处理。

14. 如权利要求 11 到 14 中任一项所述的设备，其中，所述陶瓷元件的形状为具有尖边缘和圆边缘的柱面的扇形。

15. 如权利要求 14 所述的设备，其中，所述陶瓷元件以所述尖边缘共同指向外面的方式设置于所述第一表面上。

16. 如权利要求 14 所述的设备，其中，所述陶瓷元件以所述尖边缘共同指向内面的方式设置于所述第一表面上。

17.如权利要求 11 到 14 中的任一项所述的设备，其中，所述陶瓷元件为长方形，并在所述辐射点与所述馈线对齐。

18. 一种天线设备，包括电介质基底，具有上部的第一表面和下部的第二表面；导电接地面，位于所述第二表面上或所述第一和第二表面之间；四个导电馈线，形成于所述第一表面，并从馈电点延伸到预定辐射点，所述预定辐射点位于所述第一表面的边缘或拐角部分，其中，所述接地面没有延伸到所述辐射点的下面，其特征在于，所述接地面被配置成在所述辐射点之间延伸，所述辐射点中的两个位于所述第一表面的相邻的拐角部分，还有两个所述辐射点位于所述第一表面的互相面对的边缘部分。

移动电话装置、PDA和其它小型电子无线电平台中的多天线分集

本发明涉及用于在移动电话装置、PDA（个人数字助理）和其它小型电子无线电平台中建立多天线分集的技术。本发明的实施方案能够使多个天线被同时安装在小型电气设备空间中并具有良好的分集，通过在它们的3-D天线图之间测得的低互相关性表明了这一点。需要利用分集来克服多径问题，而且在需要高的数据发射率时尤其需要利用分集。

本发明的实施方案可合并各种类型的天线设备，包括介电谐振天线（DRA）、高电介质电线（HDA）、介电载荷天线（DLA）、介电激励天线（DEA）和由导电材料制成的传统的导电天线。

在现有技术中 DRA 是公知的，并通常构成为高介电常数的介电材料（例如，陶瓷材料）的球（pellet），其由直接微带馈送、或由小孔或细缝馈送、或插入到介电材料中的探测器来激励。DRA 通常需要导电接地面或接地的基底。在 DRA 中，主辐射器是介电球，辐射由在介电材料中感应的位移电流来产生。

HDA 与 DRA 相似，但是不同之处在于在介电球下面的没有完整接地面，HDA 具有较小的接地面或根本没有接地面。DRA 通常具有纵深（deep）的、精确限定（well-defined）的谐振频率，而 HDA 趋于具有不太精确的响应，但是在较宽的频率范围中操作。主辐射器仍在介电球中。

DLA 通常具有由电介质元件（例如，适当形状的陶瓷元件）接触的导电元件的形式。DLA 中的主辐射器是导电的元件，但是其辐射属性由电介质元件来改变，从而允许 DLA 与具有相同性能的传统导电天线相比具有较小的尺寸。

由本申请人在最近开发出的另一种天线是介电激励天线（DEA）。DEA 包括与例如倒 L 型天线（PILA）或平面倒 F 型天线（PIFA）的传统天线一起使用的 DRA、HDR 或 DLA。在 DEA 中，电介质电线组件（即，DRA、HDA 或 DLA）被驱动，并且非常靠近电介质电线的导电天线由电介质电线寄生（parasitically）激励，并通常以不同的频率辐射从而提供双频带或

多频带操作。作为一种替换，可驱动导电天线以寄生地驱动电介质电线。

天线设计人员面对的重要问题是需要在较小的空间内提供良好的分集，尤其是在当今许多便携式电气装置（例如计算机、移动电话、计算机外围设备等）以无线方式相互通信的情况下。在远距离通讯和雷达的应用中，通常期望具有对到来的信号给出不同或相异的“视域（view）”的两个或更多的天线。通常说来，信号的不同视域能够被组合以获得最优或至少是改进的性能，例如，具有最大或至少改善的信噪比、最小或至少是减少的干扰、最大或至少是提高的载波噪声比等。使用几个天线的信号分集能够通过将天线分离（空间分集）、通过将天线指向不同方向（天线图或方向分集）或通过使用不同的极化（极化分集）而获得。在到来的信号被建筑物或其它结构反射并导致同一信号具有多个不同相成分的情况下，天线分集对于克服多径问题也是重要的。

在需要从较小的空间或容积中分集时，出现的一个问题是天线不得不以很小的间隔分隔开。其一个例子是在嵌入到便携式计算机的 PCMCIA 卡被用来通过无线电与外部世界连接的情况。大部分高速率的无线电链路需要分集来获得所需等级的性能，但是在 PCMCIA 卡中可用的空间通常约为 1/3 波长的数量级。在上述狭小的空间处，大部分天线将紧密地耦合在一起，并因此趋于像单个天线一样工作。此外，由于在天线之间具有很小的分隔，所以在天线之间具有很小的分集或性能差异。通常，约-20dB 的耦合（隔离）是对用于 PCMCIA 卡的在相同带宽上操作的天线之间的目标规范。对于与微型基站非常相似的接入点（在 WLAN 和相似的应用中）来说，甚至需要期望约为-40dB 的更大隔离。在接入点是家庭烟雾报警器的大小并小于波长的跨度时，用传统天线很难获得上述大的隔离。与便携式计算机相似，WLAN 和蓝牙®天线之间的-40dB 或更大的隔离被认为是理想的。

在 2.4GHz 的无线局域网（WLAN）频率中建立良好分集的方法被发表在[“Printed diversity monopole antenna for WLAN operation”, T-Y Wu, et. al., Electronics Letters, 38, 25, December 2002（T-Y Wu 等人，“用于 WLAN 操作的印刷分集单极天线”，电子学报，38，25，2002 年 12 月）]中。该论文中描述了如何去除印刷电路板（PCB）中的接地面，从而使得顶部表

面上微带的末端部分成为辐射单极子。这在本申请的图 1 中显示。Wu 等人还描述了两个天线之间的接地面的 T 型段如何帮助增加它们之间的端口隔离。更详细的描述在[“Planar Antennas for WLAN Applications”, K-L Wong, National Sun Yat-Sen University, Taiwan, presented at the 2002 Ansoft Workshop and available on the Ansoft website（K-L Wong，“用于 WLAN 应用中的平面天线”，台湾孙逸仙大学，发表于 2002 年 Ansoft 工作室，可在 Ansoft 网站上得到）]中给出。

上面讨论的天线系统的带宽相对较窄，而且没有提供扩展带宽或其它方面的天线性能的方法。如 T-Y Wu 等人在上述论文中描述的那样，这种类型的天线没有在移动通信系统中要用的足够带宽。

被接受的天线理论的一部分是“胖（fat）”单极子可被设计为比“瘦（thin）”单极子具有更宽的带宽性能。参见例子，[“The handbook of antenna design”, O. Rudge, et. al., Peter Peregrinus Ltd, 1986（O. Rudge 等人，“笔记本天线设计”，Peter Peregrinus 有限公司, 1986）]中显示了矩形和圆锥形状的单极子具有非常宽的宽带响应。最近的论文[“Annular planar monopole antennas”, Z. N. Chen, et. al., IEE Proc.-Microw. Antennas Propag., 149, 4, 200-203,2002（Z. N. Chen 等人，“环形平面天线”，IEE 汇刊，微波天线传播，149, 4, 200-203, 2002）]中描述了形状为圆盘或环的单极子如何具有宽带阻抗和辐射特征。近来的书[“Broadband microstrip antennas”, G. Kumar & K. P. Ray, Artech House, 2003（G. Kumar & K. P. Ray，宽带微带天线，Artech House, 2003）]中描述了如何将胖偶极的概念延伸到印刷微带天线（MSA）中。图 2 显示了 MSA 的一般设计，Kumar & Ray 显示了矩形、三角形、六边形和圆形的印刷微带天线都具有宽带属性。

上述参考文献中没有一个提及分集或没有提及在同一时间使用多于一个的单极子。

上面提出的参考文献通过引用的方式在这里并入本申请中，并且被认为是本发明的一部分。

根据本发明的第一个方面，提供了一种天线设备，可包括电介质基底，具有作为上表面的第一表面和作为下表面的第二表面；导电接地面，位于所述第二表面或所述第一和第二表面之间；至少两个导电馈线，形成于所

述第一表面，并从馈电点延伸到位于所述第一表面的边缘或拐角部分处的预定辐射点，其中，所述接地面在所述辐射点的下面不延伸，其特征在于，所述接地面被配置成在所述辐射点之间延伸，所述馈线在所述辐射点处被加宽和/或在所述辐射点处设置有分立的电介质元件。

根据本发明的第二方面，提供了这样一种天线设备，包括电介质基底，具有作为上表面的第一表面和作为下表面的第二表面；导电接地面，位于所述第二表面或所述第一和第二表面之间；四个导电馈线，形成于所述第一表面并从馈电点延伸到预定辐射点，所述预定辐射点位于所述第一表面的边缘或拐角部分，其中，所述接地面没有延伸到所述辐射点的下面，其特征在于，所述接地面被配置成在所述辐射点之间延伸，所述辐射点中的两个位于所述第一表面的相邻的拐角部分，还有两个所述辐射点位于所述第一表面的相互面对的边缘部分。

通常，通过穿过电介质基底和导电接地面中的缝隙或孔的电连接，导电馈线在馈电点处被提供能量。利用这种方式，所述电连接可被接合到所述基底的下侧的信号线，而不与导电接地面短接。优选的是可将所述信号线设置在接地面的下面从而屏蔽辐射点，并因此减少对所述天线设备的辐射特性的干扰。也可使用其它的馈线装置，这对于本领域的普通技术人员来说是公知的。

导电馈线可被配置为以公知的方式印刷在电介质基底中的微带馈线。

在本发明的特定的优选实施方案中，在所述第一表面中设置有四个导电馈线并因此有四个辐射点。

在该实施方案的一个变化方案中，电介质基底可通常为具有四个拐角部分和四个边缘部分的矩形形状，同时导电馈线可从导电基底上方的第一表面的区域延伸到四个拐角区域中。所述导电接地面被配置成没有延伸到基底的四个拐角区域，但是延伸到基底的所有四个边缘。这样，在第一表面的四个拐角区域处限定出了四个辐射点。

在该实施方案的一个变化方案中，辐射点可通过下面方式被设置的更接近，即，和以前一样，将第一对辐射点设置在第一表面的两个相邻拐角区域中，并将其它两个辐射点设置在基底第一表面的相对的边缘区域（位于承载第一对辐射点的两个相邻拐角区域和其余两个拐角区域之间）。导

电接地面被设置成在所述相对的边缘区域中的两个辐射点下方不延伸，但是可延伸到不承载辐射点的两个拐角区域中。

在本发明的替代实施方案中，基底可以是三角形的，优选为等边三角形。与前述方式相同，导电接地面不延伸到第二表面的拐角区域，可将三个导电馈线设置在第一表面上，并分别延伸到其拐角区域以限定出三个辐射点。

一般而言，在任意多边形基底（例如，五边形、六边形、七边形、八边形等）中可设置相似的配置。事实上，基底的形状不是非常重要的，而辐射点和接地面的相对排列是重要的。然而，假定本发明实施方案的一个目的在于在小的无线电平台中提供多个宽带天线分集，则对于基底来说通常期望的是具有尽可能小的面积从而使其可容易地容纳在小的设备例如移动电话装置或 WLAN 接入点中。为了最大化空间效率，辐射点设置在基底的第一表面的拐角或边缘区域处是有利的。

除了上面的描述外，对在小的电气设备平台中构建几个分集天线的实践方面的考虑通常导致这样的结论，即偶数个辐射点优于奇数个辐射点，以及辐射点（即，单个的分集天线）的特定优选个数为四。之所以这样的一个原因是四个辐射点/天线能够被排列到相互之间成直角的四个方向的位置处，并且天线之间的耦合可以被降低。此外，成对地驱动四个辐射点/天线而不是驱动单个的天线能够产生更大的分集。四个辐射点/天线被认为在执行由 Lucent®/Bell Labs®开发的 BLAST®通信技术以增加数据通信速率时尤其有用的。

馈线可通过传统的技术印刷在第一表面中，并可由铜或其它的适合导电材料制成。任意其它适合的技术可被用来形成馈线。

为了获得宽带操作，馈线在辐射点处可以比沿着它们的长度方向上的部分更宽或更窄。这就使用了在介绍本申请时概述的“胖”单极天线技术。辐射点可相应地配置为矩形、圆锥、盘状、椭圆形、环形、三角形、六边形、多边形或其它规则或不规则的形状。

作为一种替换或附加，馈线在辐射点设置有分立的电介质元件，从而像 DRA、HDA、DLA 或 DEA 一样操作。电介质元件优选地以陶瓷元件的形式具有较高的介电常数，例如，$\varepsilon_T>5$，特别优选地>10。电介质元件相

对于馈线的端部的准确配置决定了辐射点是否像 DRA、HDA、DLA 或 DEA 一样操作，这将下文中进行详细的描述。

电介质元件根据天线设备的操作需求可具有任意适当的形状。在当前优选的实施方案中，电介质元件可具有楔形形状或可被配置为具有尖端和弯曲边的柱面扇形。尖端可面向于拐角区域的外面，或面向拐角区域的里面。在其它的实施方案中，电介质元件可具有普通的长方形形状。在需要时还可以使用其它的形状，例如：三角柱、具有圆拐角的三棱柱、细长的薄弯曲元件、桥形元件、沿着圆柱的弦切开的端面的形状，以及在这里描述的所有的形状，但具有朝安装有元件的电介质基底的边缘向下弯曲的上表面而不是具有通常平行于基底的平坦的 fop 表面。

在优选的实施方案中，电介质元件被焊接或附着到位于基底第一表面的拐角或边缘区域处的馈线的顶部。作为一种替换，馈线的端部可附着到电介质元件的垂直侧表面，或甚至延伸到电介质元件的上表面上。与馈线的端部接触的电介质元件的表面可被金属处理，并且在一些实施方案中至少向内面对电介质元件的侧表面的表面也可以被金属处理，从而提高辐射点之间的隔离。

在本发明的一些实施方案中，电介质元件被设置在第一表面从而使得它们不会重叠在接地面上是非常重要的，否则天线设备将不会正确地工作。这通常是在电介质元件被构造成作为 DLA 或介电载荷单极天线工作时的情况。但是，在其它的实施方案中，允许电介质元件覆盖接地面，例如，在电介质元件被构造成以特定的 HDA 模式工作时。

为了更好地理解本发明和显示本发明是如何被实现的，现在将以实施例的方式参照相应的附图进行说明，其中：

图 1 显示了现有技术的 WLAN 天线设备；

图 2 显示了现有技术的“胖”单极天线设备；

图 3 显示了本发明的第一实施方案；

图 4 显示了用于图 3 中的实施方案的 S_{11} 回波损耗曲线；

图 5 显示了用于图 3 中的实施方案的可替换的电介质元件的方向；

图 6 显示了与用来测量图 7 到 12 的天线性能的坐标系相关的图 3 中

的实施方案；

图 7 到 12 显示了用于图 3 中的天线设备的示例性测量辐射图案；

图 13 显示了参照 3-D 互相关系数的图 3 的实施方案；

图 14 显示了由本发明特定的优选实施方案形成的辐射图案；

图 15 显示了本发明的第二简要的实施方案；

图 16 显示了本发明的另选的紧凑的实施方案；

图 17 显示了图 15 和 16 的紧凑的实施方案的另一个变化方案；

图 18 到 21 显示了用于图 17 的实施方案的各个辐射点的反射、发射曲线和辐射图案；

图 22 显示了在辐射点处没有任何电介质元件的紧凑的实施方案的又一个变化方案；

图 23 显示了用于图 22 的实施方案的辐射点中一个的反射、发射曲线和辐射图案；以及

图 24 到 26 显示了用于本发明的天线设备的各种几何结构。

图 1 显示的是现有技术的印刷微带双单极子天线设备，包括 FR4 PCB 形式的电介质基底 1；位于电介质基底 1 下侧的主导电接地面 2；印刷微带线 3，该微带线 3 终止于两个辐射段 4；和接地面的小的 T 型段 5，小 T 型段 5 位于基底 1 下侧的两个辐射点 4 之间的位置处。

图 1 还以截面形式显示了上述设备，从中能够看出两个微带线 3 如何通过接地面 2 中的一对缝隙或孔 6 从基底 1 的上侧穿透到它的下侧，并终止于一对 SMA 连接器 7，SMA 连接器 7 通过绝缘垫圈 8 与接地面 2 电绝缘。

两个微带线 3 被配置成使辐射段 4 指向基底 1 的拐角 9，并相互以 90 度设置。辐射段 4 的下面没有接地面 2。

该现有技术的天线设备在操作中具有窄的带宽，因为该原因，本领域的技术人员认识到其不适用于移动通信。

图 2 显示了另一个现有技术的天线设备，也包括在其底侧具有导电接地面 2 和在其上侧具有印刷微带线 10 的电介质基底 1。印刷微带线 10 在比印刷微带线 10 的主段显著地宽的“胖”段 11 中终止，从而限定辐射段

11。在辐射段 11 的下侧没有设置接地面 2。接地面 2 的边缘 12 用作辐射段 11 的接地面。这种天线设备具有良好的带宽，但没有提供天线分集。

图 3 显示了本发明的第一优选实施方案，包括 FR4 或 Duroid®PCB 形式的电介质基底 1。电介质基底 1 的下侧通过金属化处理或其它适当的处理而设置有导电接地面 2。导电接地面 2 延伸到基底 1 的边缘，但是没有延伸进拐角 9。在该实施方案中，能够看出接地面 2 具有普通的六边形形状。四个馈线 13 通过基底 1 的上表面从馈电点 14 延伸到拐角区域 9。馈线 13 以相互平行的配置方式设置于基底 1 的上表面的中央部分（尽管有时候优选的是馈线 13 以相互成 90 度排列在基底 1 的中央部分），并接着转到拐角区域 9，从而使得馈线 13 的末端段 15 以相互成直角的方式设置。从图 3 中看不出基底 1 下侧的连接器，它提供以与图 1 中的现有技术设备相似的方式实现从基底 1 的下侧提供与馈电点 14 的连接。楔形的陶瓷电介质元件 16 被焊接到各个馈线 13 的末端段 15 中，同时各个元件 16 的尖拐角边缘 17 从其各自的拐角区域 9 指向外部。在适当的信号被输入到馈电点 14 时，电介质元件 16 和馈线 13 的末端段 15 一起充当宽带（wideband）天线。在本申请的上下文中，各个末端段 15 及其相关的电介质元件 16 限定了辐射点。应该注意到，接地面 2 在基底 1 的下侧延伸到基底 1 的辐射点之间的边缘部分，这样有助于隔离辐射点。

图 4（被标以“没有球”的线）显示了在应用介电陶瓷元件 16 之前四个末端段 15 之一的 S_{11} 回波损耗。由该单个末端段 15 确定的天线增益约为 1dBi。在加上一小片介电陶瓷材料时，产生第二 S_{11} 轮廓（profile）（被标以“小球”的线），第二 S_{11} 轮廓显示了增加的带宽和直到 3 dBi 的增益。较大片的陶瓷元件产生第三 S_{11} 轮廓（被标以“大球”的线）并产生跨越非常大的带宽的正增益。尽管回波耗损在接近 2200MHz 的频率处是少量的，在-6dB 电平测得的带宽的范围从 1700MHz 到超过 3GHz。在图 3 中显示的是具有较大片陶瓷元件 16 的天线。

由于在图 3 显示的位置具有陶瓷元件 16（即，基底的拐角 9 处的元件 16 的拐角 17 指向离开接地面 2 的方向），在邻近的拐角 9 中增加第二陶瓷元件 16 使得第一天线有些失谐。这种行为与天线是介电载荷单极子或 DLA 的思想一致。如果元件 16 朝向接地面 2 移动以覆盖接地面 2，则天

线就根本不工作。

如果元件 16 被如图 5 所示那样旋转并设置，邻近的拐角 9 中第二元件 16 不会使第一天线失谐，因此，上述天线表现为高电介质电线（HDA）而不是像介电载荷单极子那样操作。在该实施方案中，允许元件 16 覆盖接地面 2，这也是事实上所期望的。应该认识到本发明替换实施方案的天线设备可通过在图 5 中所示的部分结构的拐角 9 中进一步设置三个等同的电介质元件 16 而获得。

图 6 显示了具有笛卡尔坐标系的图 3 的实施方案（以叠加在该图中的方式显示）。z 轴从基底 1 垂直向上，x 和 y 轴位于基底 1 的平面中。

图 7 到 12 显示了图 6 中的设备的天线之一（即，辐射段 15 和电介质元件 16）在 1900 MHz、1967 MHz、2034 MHz、2101 MHz 和 2168 MHz 频率处参照图 6 中的坐标系的辐射图案。

具体地说，图 7 显示了 xz 平面共极的辐射图案，图 8 显示了 yz 平面共极的辐射图案，图 9 显示了 xy 平面共极的辐射图案，图 10 显示了 xz 平面交叉极化的辐射图案，图 11 显示了 yz 平面交叉极化的辐射图案，图 12 显示了 xy 平面交叉极化的辐射图案。

图 13 显示了图 3 中的天线设备，其带有图 7 到 12 的天线辐射图案之间的 3-D 互相关性的指示，这些互相关性使用 Ansoft HFSS ®电磁仿真数据包计算出。对角线的互相关系数为 0.17，跨过基底 1 的宽度的互相关系数为 0.001，跨过基底 1 的长度的互相关系数为 0.023。这些数字表示图 3 中具有 4 个天线的实施方案拥有在例如移动电话装置中建立分集的优良潜能。

天线的分集能够通过极化分集、空间分集或图案/方向分集来建立。在图 13 中显示的低互相关性数字主要由于极化分集导致，但是不同的电波方向也起到了作用。已经发现方向分集能够在牺牲带宽的条件下通过操纵电介质基底 1 中的电介质元件 16 的位置和通过优化基底 1 下侧的元件 16 和接地面 2 之间的缝隙来提高。

图 14 显示了被期望提高良好方向分集的波束图案的实施例。在该配置中，各个电介质元件 16 和辐射段 15 下面去除的接地面 2 的面积小于被用来测量在图 7 到 12 中曲线的天线中去除的接地面 2 的面积。天线设备

具有良好的分集和低的前后比，其中“后”方向被定义为以背对背设置的类似天线的最大辐射方向。（通常，在同一平面中后瓣方向与前瓣方向之间为 180 度，即，在该实施方案中向下穿过 PCB 基底。然而，在本文中将第一天线元件的后瓣定义为与第二天线元件的前瓣的方向相同更有意义，第二天线元件与第一天线元件背对背地设置）。注意：具有相同极化、向后面而不是向前面的天线（并因此具有关于垂直轴反射的图案图像）将具有非常不同的增益，在该实施方案中约低 11dB。这种不同恰恰是用来建立具有相同极化的天线之间的波束分集所需要的。这种天线具有约为 200MHz 的带宽，比用于图 7 到 12 中的天线设备的带宽要低得多。具有在图 14 中显示的辐射特征的这种类型的四个天线（设置在基底 1 的拐角 9 中，如前所述）之间的隔离从 7 到 15dB 之间变化。

总之，所给出的结果显示出将天线放置在手机装置的拐角处能够建立天线系统（其具有非常宽的阻抗带宽和有效的具有正 dBi 增益为从 1.7 到 3GHz 的辐射图案）。多达四个的天线能够被安装到手机装置的 PCB 中。上述天线具有非常低的互相关性，这表明从该天线系统可以获得良好的分集。

图 15 和 16 显示了本发明的替代的紧凑的实施方案，其中，相似的部件和前面实施方案具有相同的标号。馈线 13 在基底 1 的平面中被相互成 90 度地配置。两个辐射段 15 和相关电介质元件 16 中的两个被设置在电介质基底的相邻拐角区域 9 中。然而，其余的两个辐射段 15’和电介质元件 16’被设置在基底 1 的边缘区域而不是在拐角区域，同时，在基底 1 的上侧的辐射段 15’和电介质元件 16’的下面，接地面 2 从基底 1 的下侧去除。在这种方式中，辐射段 15、15’和电介质元件 16、16’与图 3 中的实施方案相比被更紧凑地聚集在一起，但是仍然通过基底 1 下侧的接地面 2 的形状而被相互隔离的。这种排列的有益之处在于天线元件能够被紧紧聚集在 RF 无线电通信设备（未显示）周围，RF 无线电通信设备将位于天线元件之间，并通常位于基底 1 的下侧。通过缩短馈线 13 的长度，可以减少 RF 耗损，尽管会产生天线之间由于它们紧靠在一起而导致的增加电磁耦合的不利之处。图 15 中的实施方案的馈线比图 16 中的馈线短。图 15 和 16 中的电介质元件 16，16’被设置在基底 1 中以便用辐射段 15、15’如 HAD 一

样配置。

图 17 显示的排列装置与图 15 和 16 中的相似，但是具有焊接于辐射段 15、15'中的低轮廓（low-profile）的长方形电介质元件 16、16'。

图 15 到 17 中的实施方案的接地面 2 的具体形状可定义为“彗星”形状。从具有两个较长侧和两个较短侧的矩形接地面开始，从两个较长边缘中分别去除梯形段，以及从一个较短边缘的各边去除拐角段。利用这种方式，辐射点由基底的部分而被相互隔开，同时仍然留有足够的接地面用于将各种其它的控制电子器件（未显示）安装在 PCB 底基中。

图 18 到 21 分别显示了图 17 的实施方案中的各个天线 a、b、c 和 d 的被测得的反射和发射曲线和 S_{21} 辐射图案，并以此给出对于不同天线元件 a、b、c 和 d 的 S_{11} 阻抗带宽和 S_{121} 发射耗损。

图 22 显示了本发明第二个方面的实施方案，其与前述实施方案相同的部件用相同的标号来表示。该实施方案使用与图 15 到 17 中相同的“彗星”形状接地面 2，但是在辐射点不包括电介质元件，在辐射段 15、15'处没有使用“胖”单极子。这可被看作是微带天线（MSA）。

图 23 显示了用于在位置 a 处的辐射段 15 定义的天线元件的反射和发射曲线以及辐射图案，并可与图 18 中所示的具有图 17 的电介质元件的等同天线的曲线相比较。可以看出图 22 的天线元件用良好的带宽来辐射，但从较高的频率开始和较低的增益开始。

图 24 到 26 显示了三个不同的天线几何结构，与前述实施方案中相同的部件用相同的标号来表示。

现在参照图 24，通过计算机仿真可以发现相互成直角地设置的两个天线（每一个都包括辐射段 15 和电介质元件 16）具有-10.6dB 的合理隔离和低的互相关系数 0.13，表明这种装置可很好地用于分集。

如图 25 所示，在三个天线元件以极化面之间的最大可能的角来放置成三角形的构造时（期望给出最好的分集），隔离效果是弱的，为-5.3 dB，互相关系数同样也很小，为 0.41。对于分集来说这不是一个好的布局。

在四个天线元件按照相互间旋转 90 度的方式组合时，如图 26 所示。最差的隔离（通过对角线）也较好，为-6.8dB，最差的互相关系数（还是通过对角线）也较好，为 0.32。相邻侧的元件之间的互相关系数特别好，

为 0.017。显然对于分集而言，这一结构是非常好的。

如果使用五个元件，与使用三个元件相比，情况将变得糟糕，这是因为在极化面之间的角度仅为 72 度而不是 120 度。

这样，两个或四个元件带来了在手持装置中获得分集的最佳可能，因为增加了分集的选择，以及实现多输入多输出通信技术（例如，Lucent®BLAST®方法）的可能性，四个元件是优选的。

本发明优选的特征可应用到本发明的所有方面，并可以以任意可能的组合使用。

在所有说明书和权利要求中，词“包括（comprise）”和“包含”和该词的变化，例如“包括（comprising）”和“包括（comprises）”都指“包括但不限于”，并不是要（也并不是）排除其它的组件、集合、部分、附加或步骤。

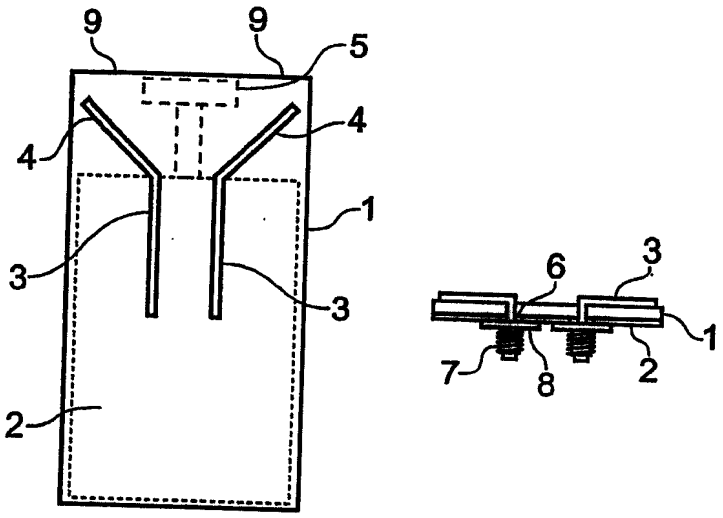


图 1

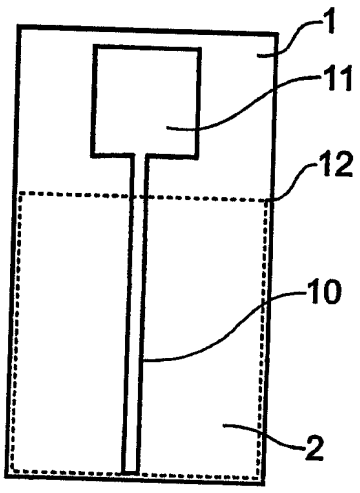


图 2

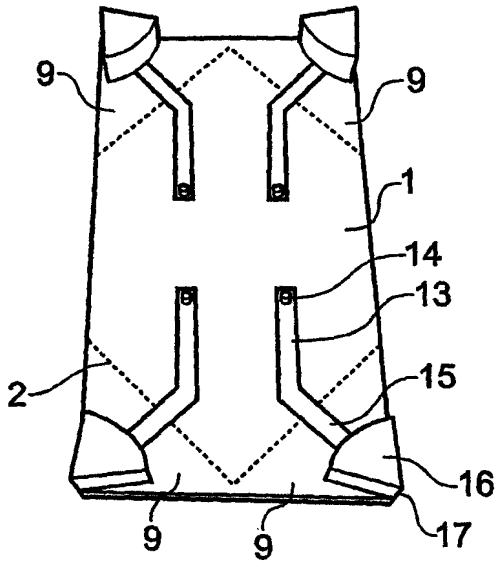

9
9
1
14
13
2
15
16
9
9
17

图 3

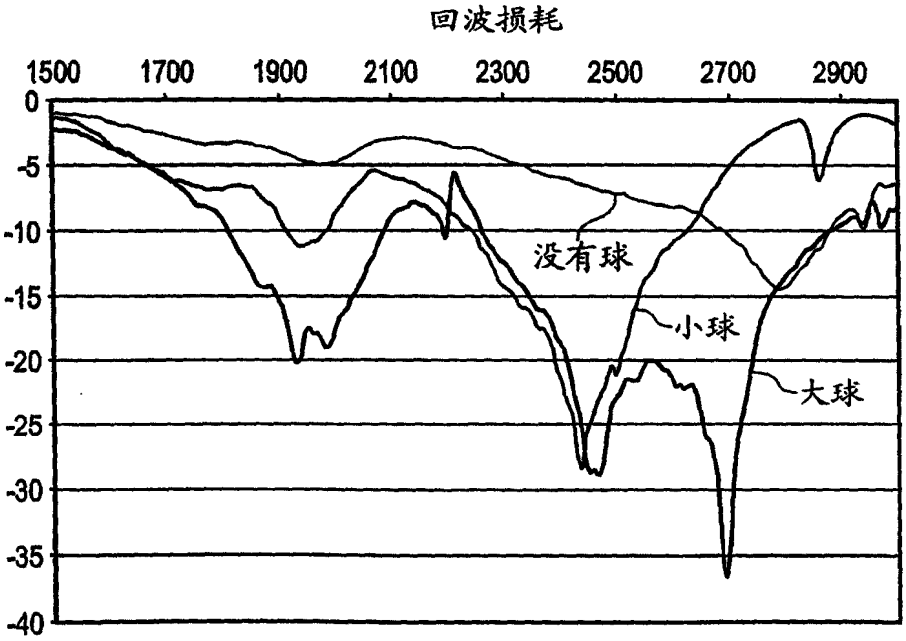

回波损耗
1500
1700
1900
2100
2300
2500
2700
2900
0
-5
-10
-15
-20
-25
-30
-35
-40
没有球
小球
大球

图 4

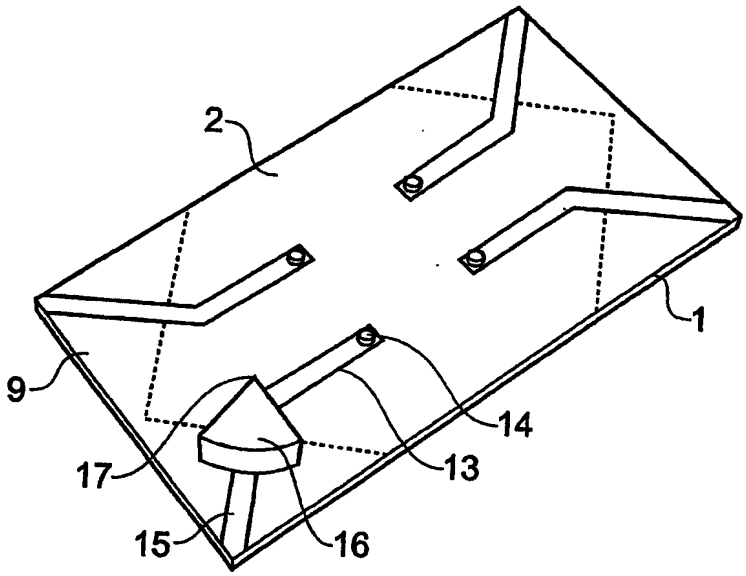


图 5

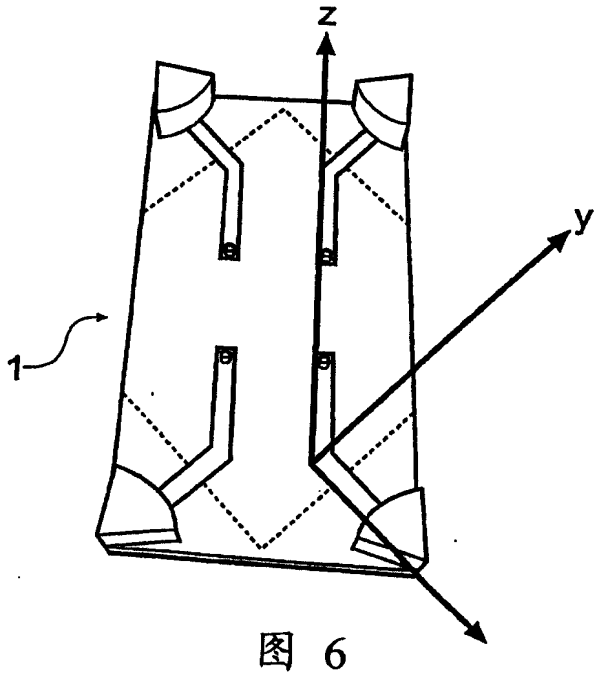


图 6

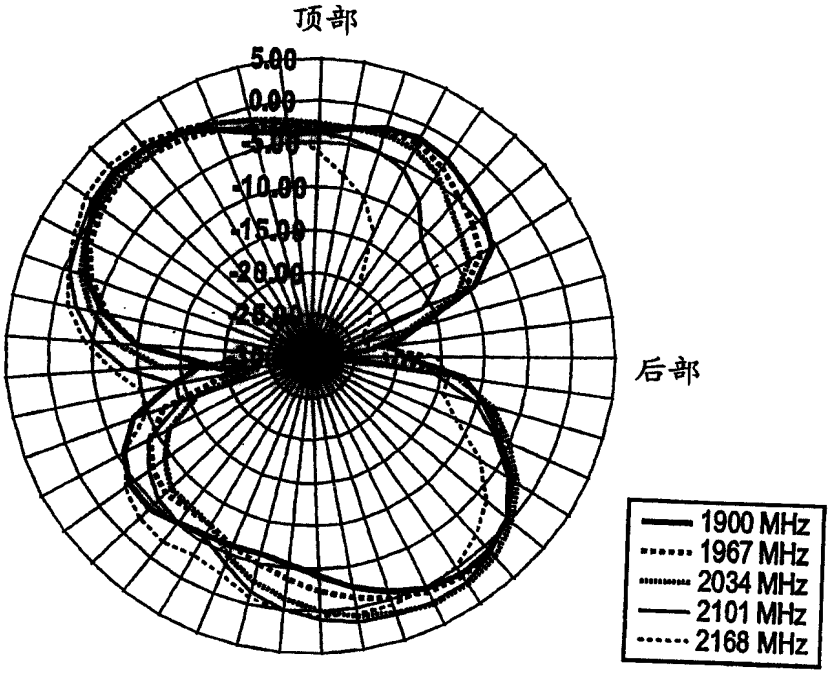

顶部
5.00
0.00
-5.00
-10.00
-15.00
-20.00
后部
1900 MHz
1967 MHz
2034 MHz
2101 MHz
2168 MHz

图 7

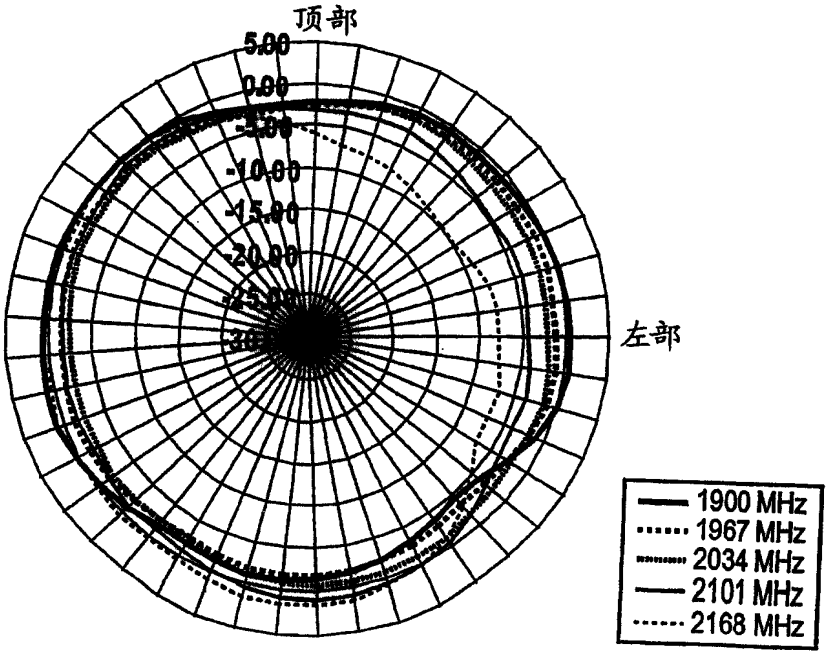

顶部
5.00
0.00
-5.00
-10.00
-15.00
-20.00
左部
1900 MHz
1967 MHz
2034 MHz
2101 MHz
2168 MHz

图 8

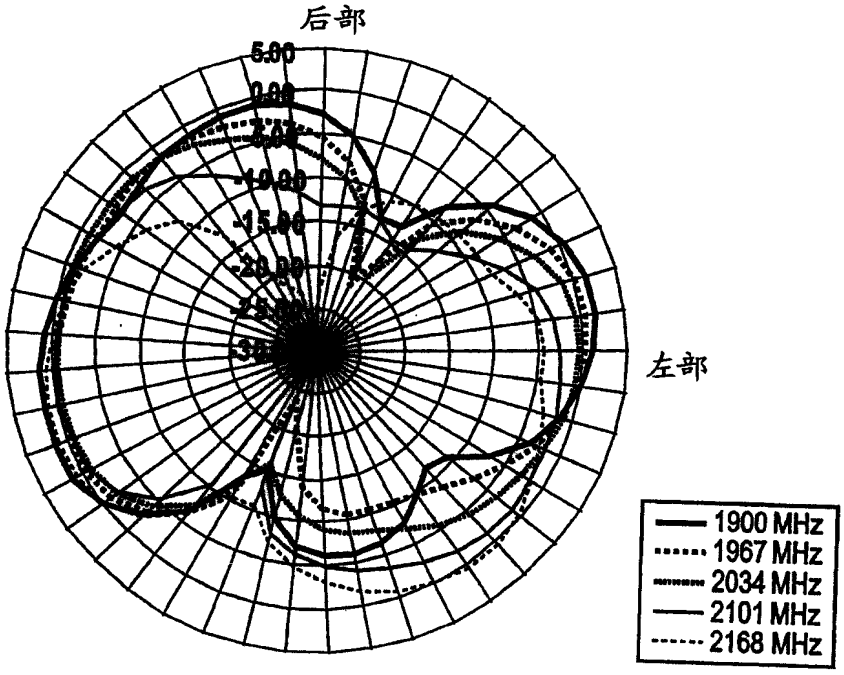

后部
左部
1900 MHz
1967 MHz
2034 MHz
2101 MHz
2168 MHz

图 9

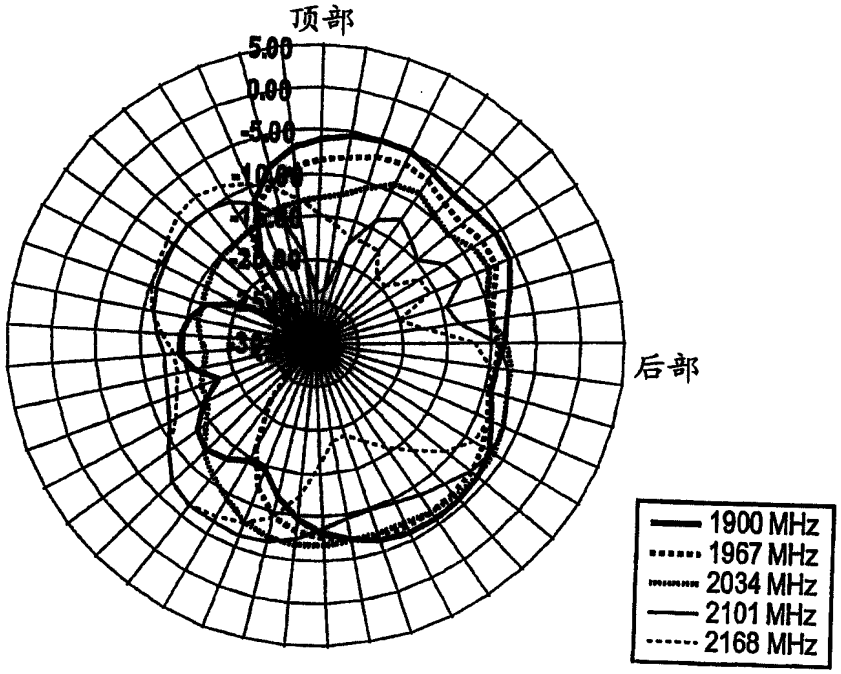

顶部
5.00
0.00
-5.00
后部
1900 MHz
1967 MHz
2034 MHz
2101 MHz
2168 MHz

图 10

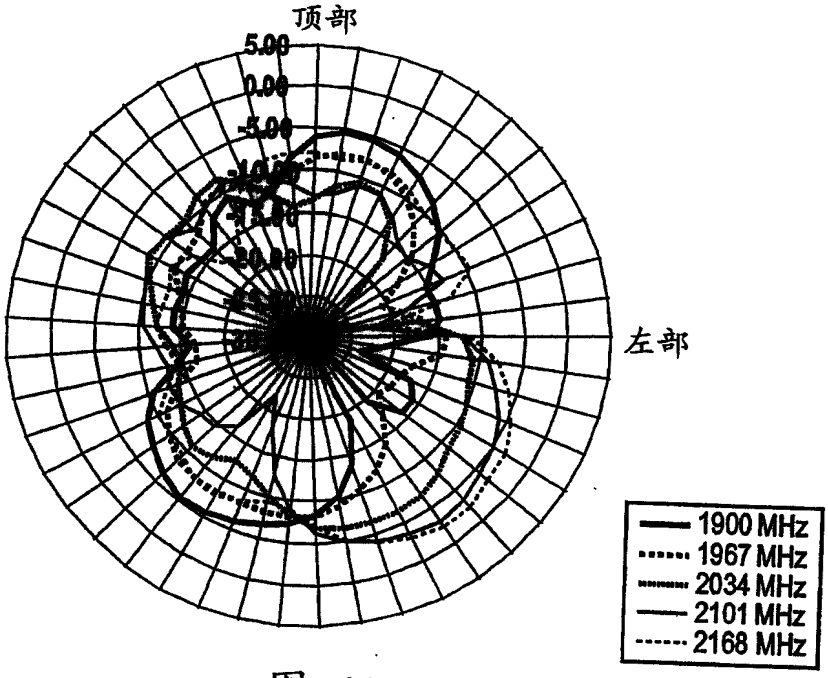

顶部
5.00
0.00
-5.00
左部
1900 MHz
1967 MHz
2034 MHz
2101 MHz
2168 MHz

图 11

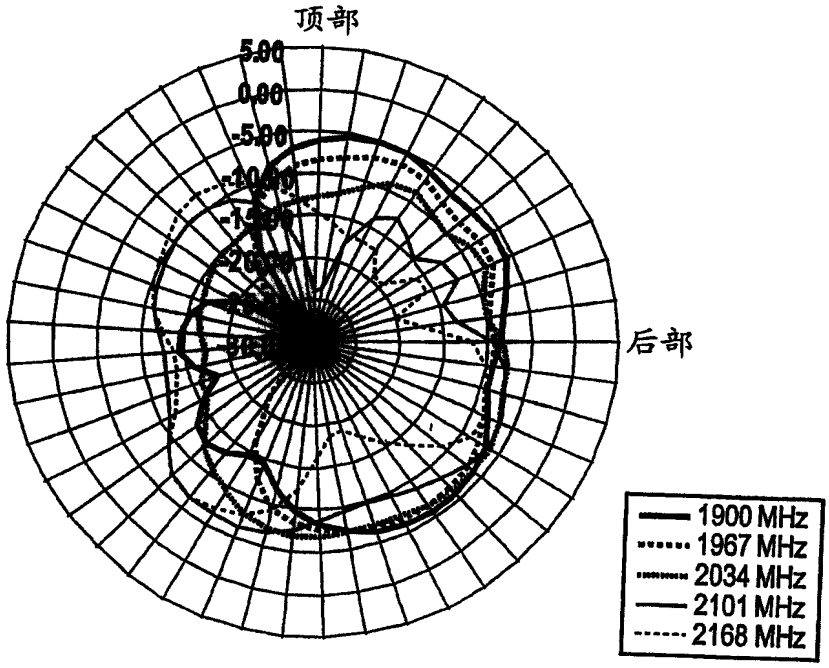

顶部
5.00
0.00
-5.00
后部
1900 MHz
1967 MHz
2034 MHz
2101 MHz
2168 MHz

图 12

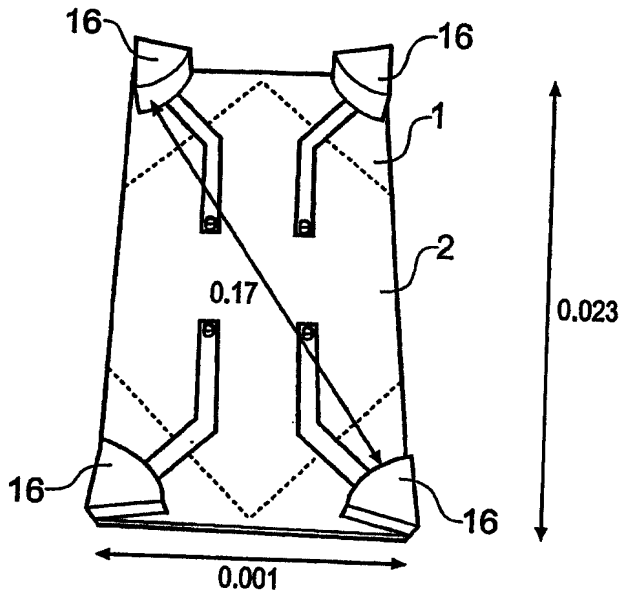


图 13

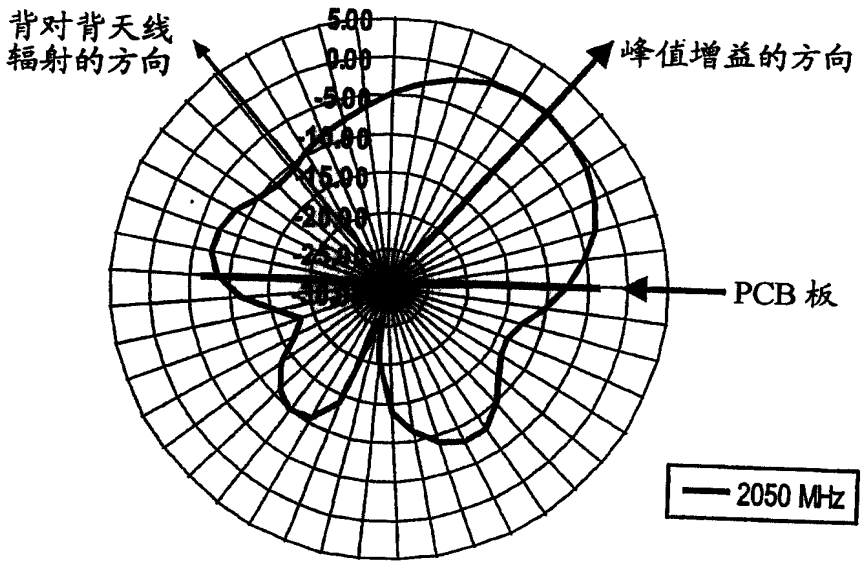


图 14

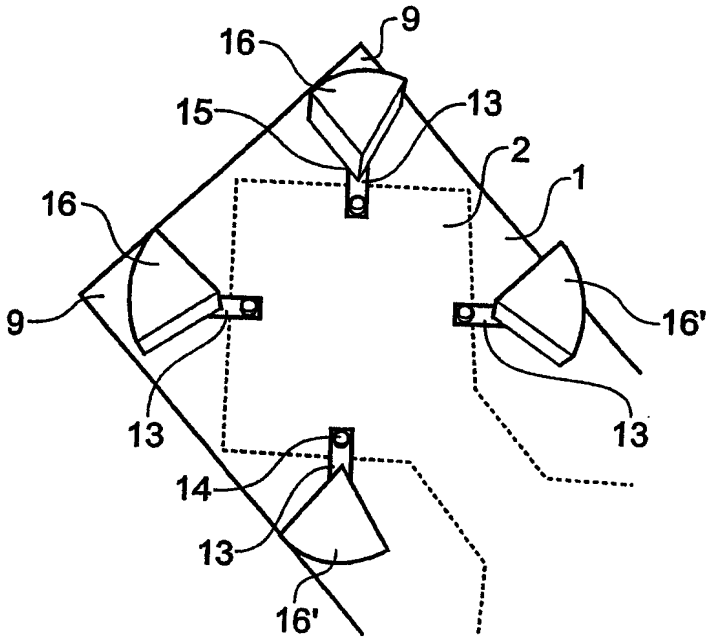


图 15

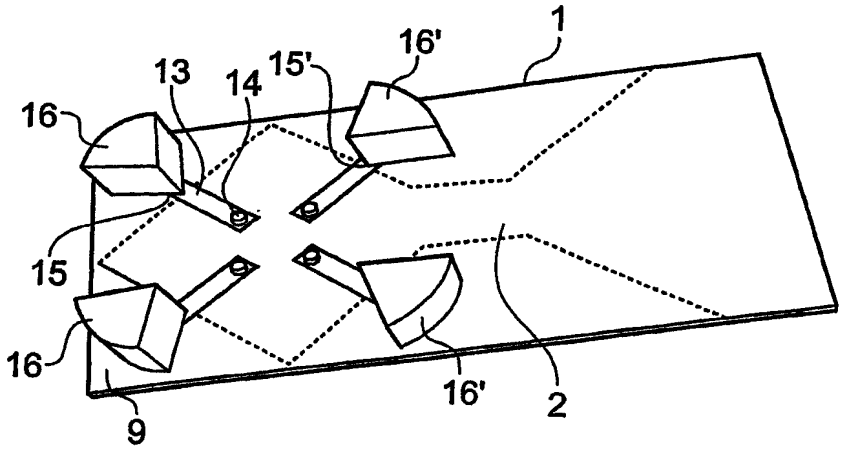


图 16

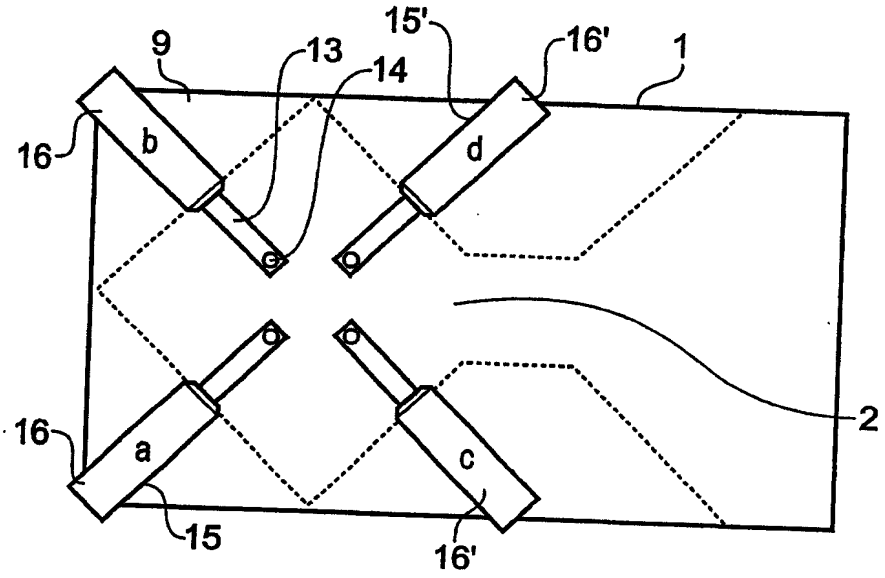


图 17

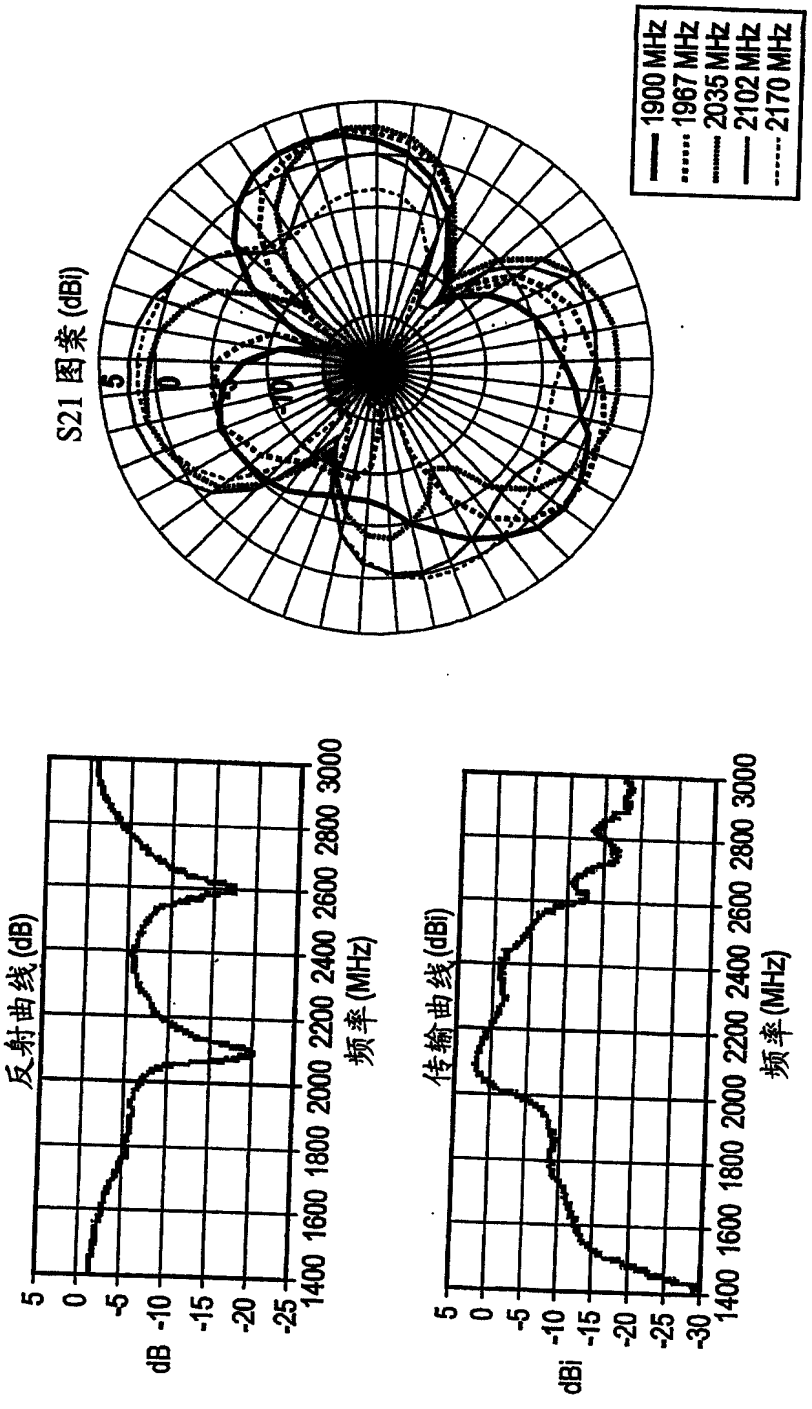

S21 图案 (dBi)
1900 MHz
1967 MHz
2035 MHz
2102 MHz
2170 MHz
反射曲线 (dB)
dB
频率 (MHz)
传输曲线 (dBi)
dBi
频率 (MHz)

图 18

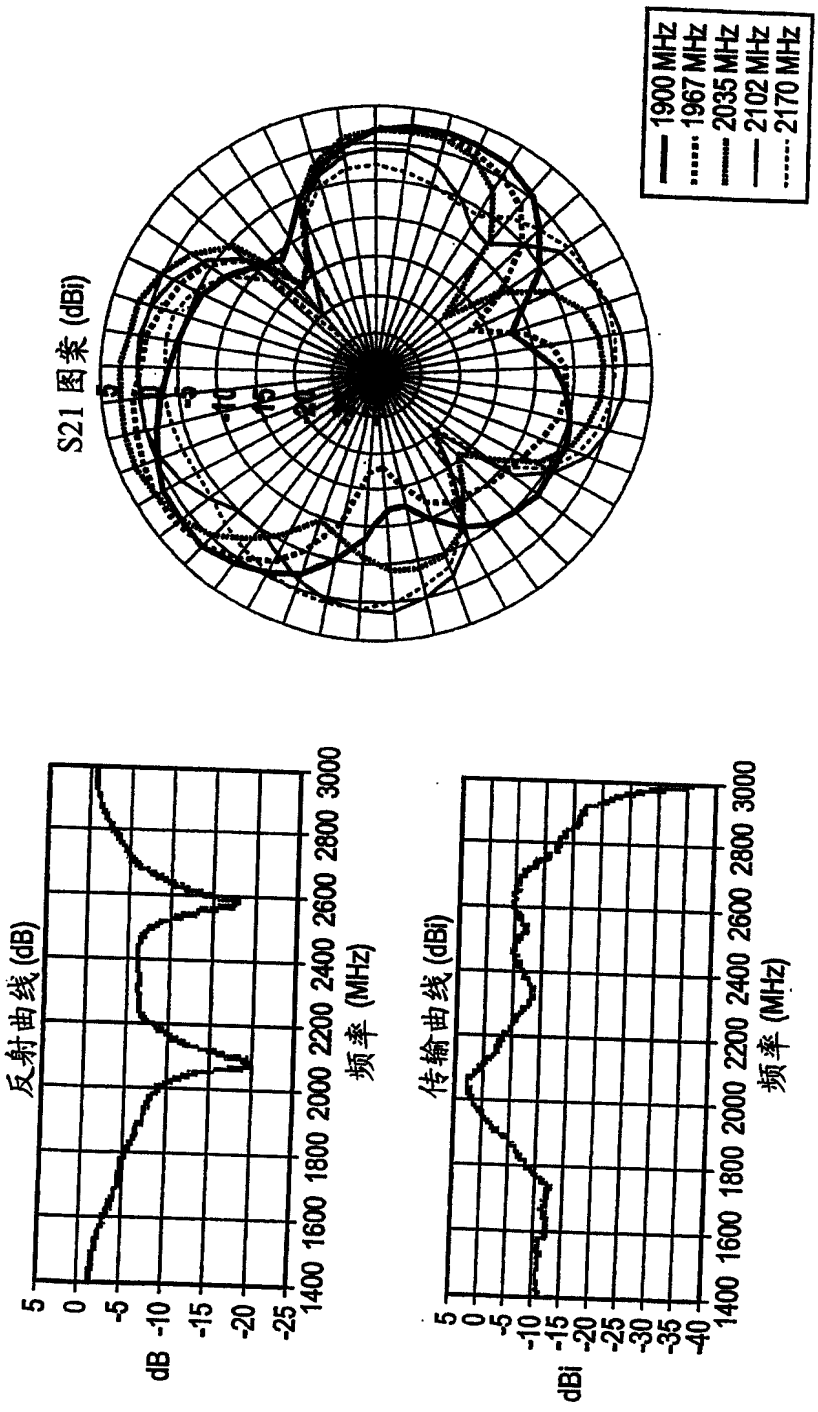

S21 图案 (dBi)
1900 MHz
1967 MHz
2035 MHz
2102 MHz
2170 MHz
反射曲线 (dB)
dB
频率 (MHz)
传输曲线 (dBi)
dBi
频率 (MHz)

图 19

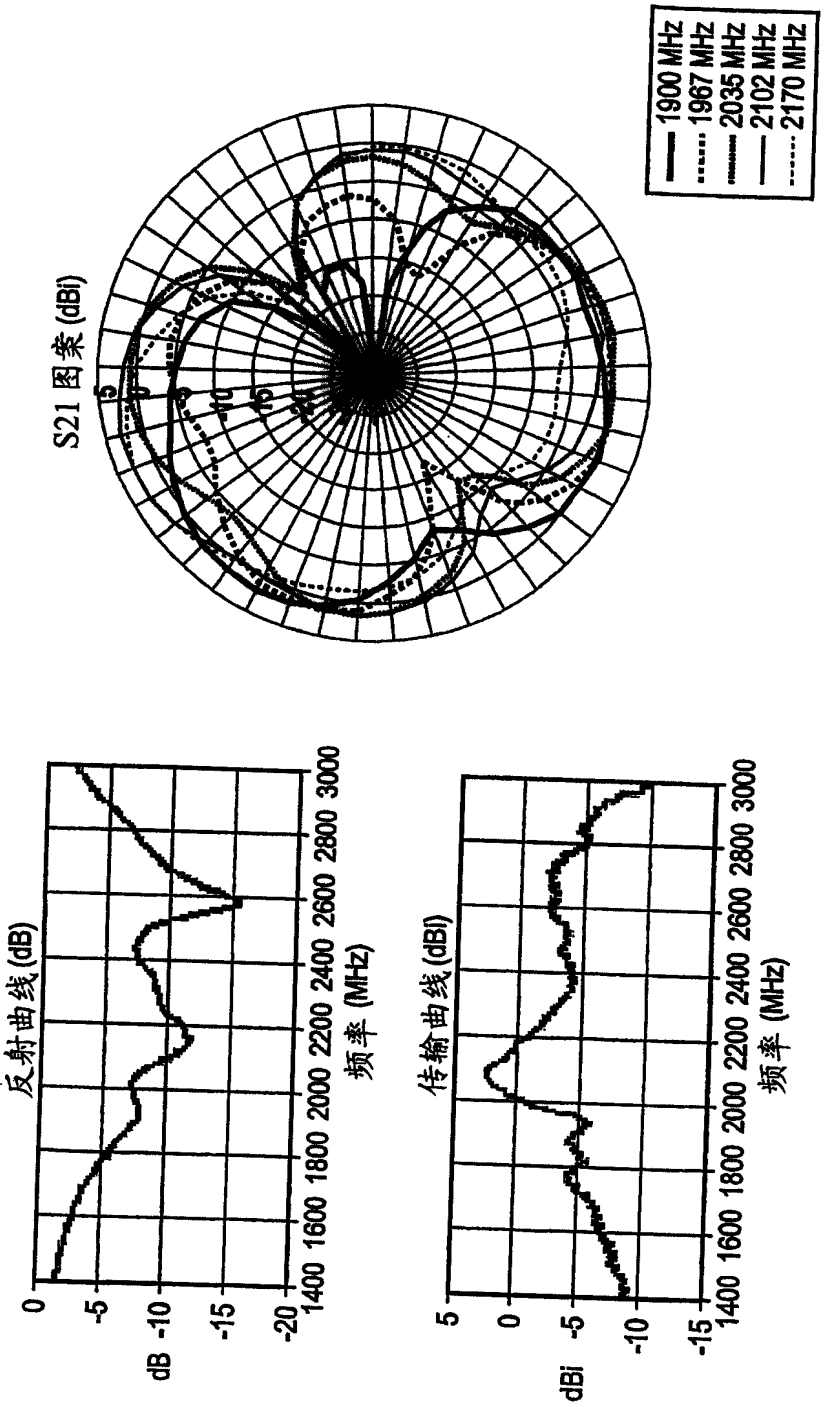

S21 图案 (dBi)
1900 MHz
1967 MHz
2035 MHz
2102 MHz
2170 MHz
反射曲线 (dB)
dB
频率 (MHz)
传输曲线 (dBi)
dBi
频率 (MHz)

图 20

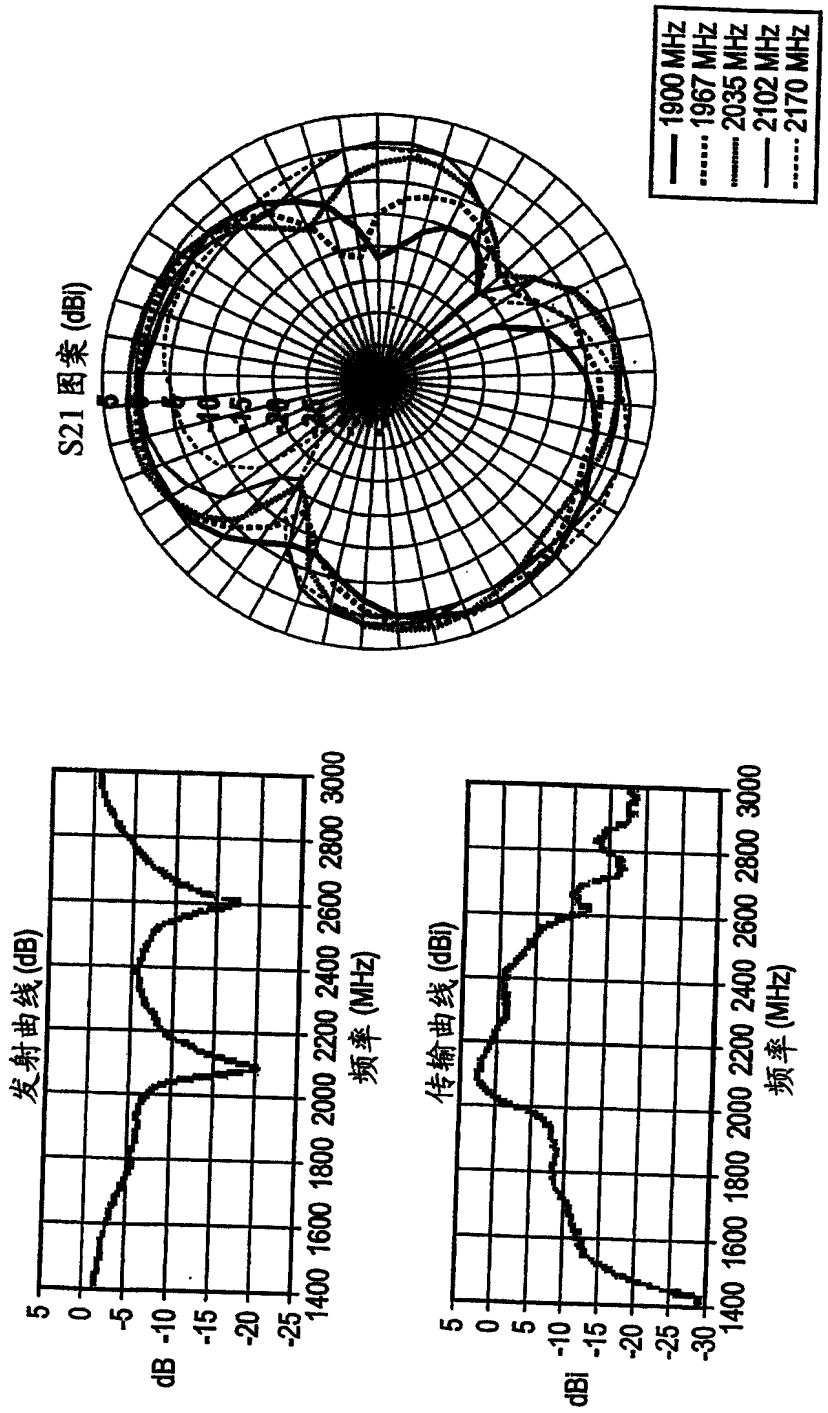

S21 图案 (dBi)
1900 MHz
1967 MHz
2035 MHz
2102 MHz
2170 MHz
发射曲线 (dB)
dB
频率 (MHz)
传输曲线 (dBi)
dBi
频率 (MHz)

图 21

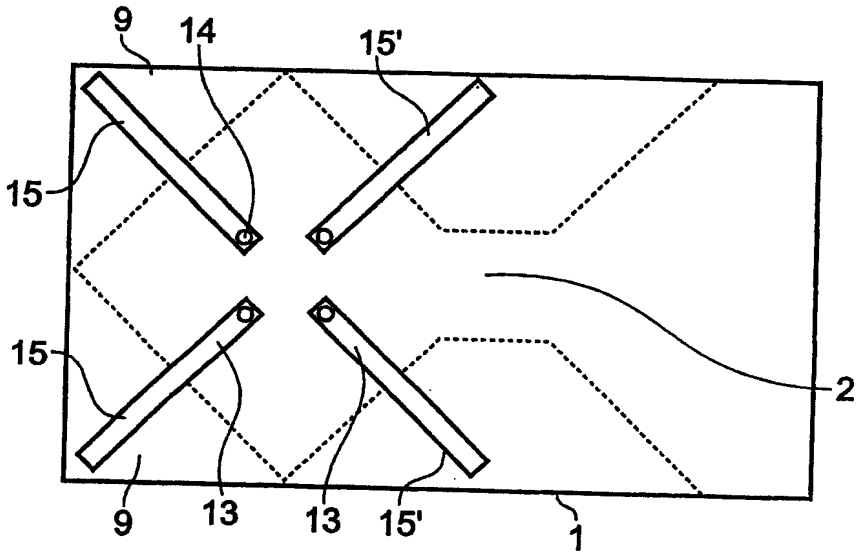


图 22

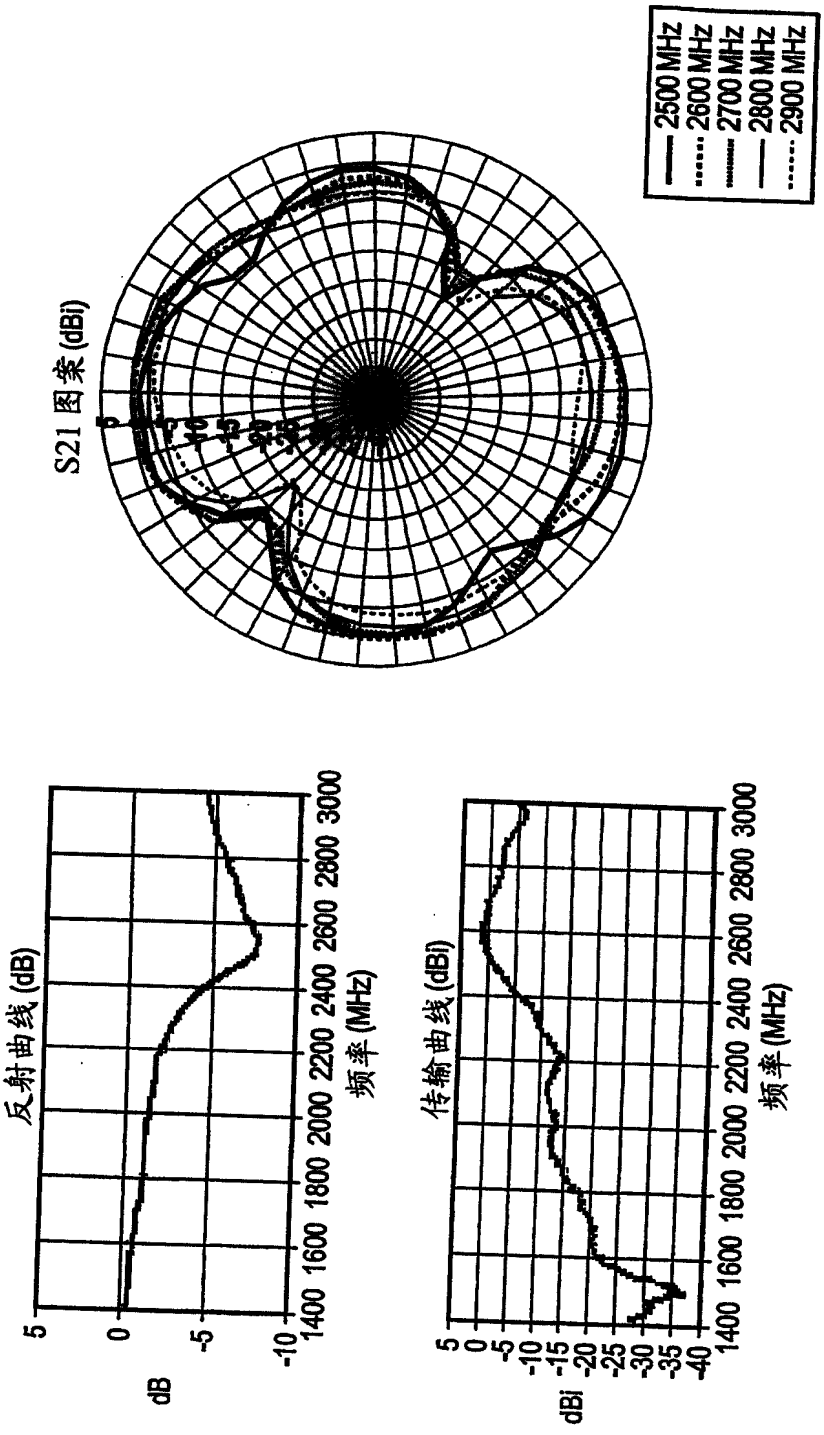

S21 图案(dBi)
2500 MHz
2600 MHz
2700 MHz
2800 MHz
2900 MHz
反射曲线(dB)
dB
5
0
-5
-10
1400 1600 1800 2000 2200 2400 2600 2800 3000
频率(MHz)
传输曲线(dBi)
dBi
5
0
-5
-10
-15
-20
-25
-30
-35
-40
1400 1600 1800 2000 2200 2400 2600 2800 3000
频率(MHz)

图 23

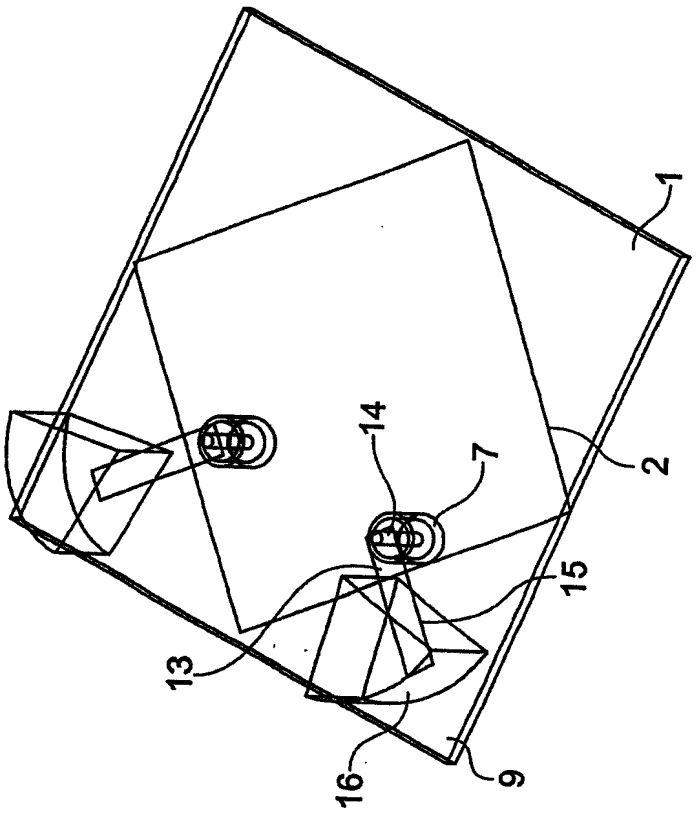


图 24

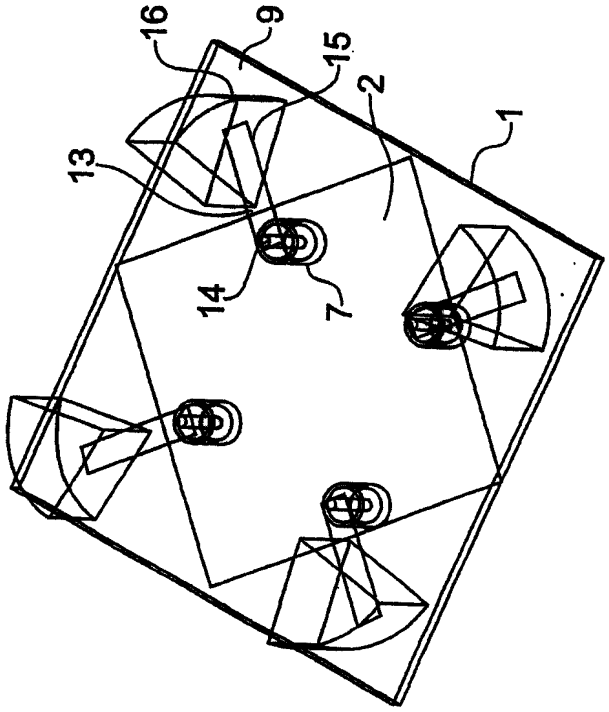


图 26

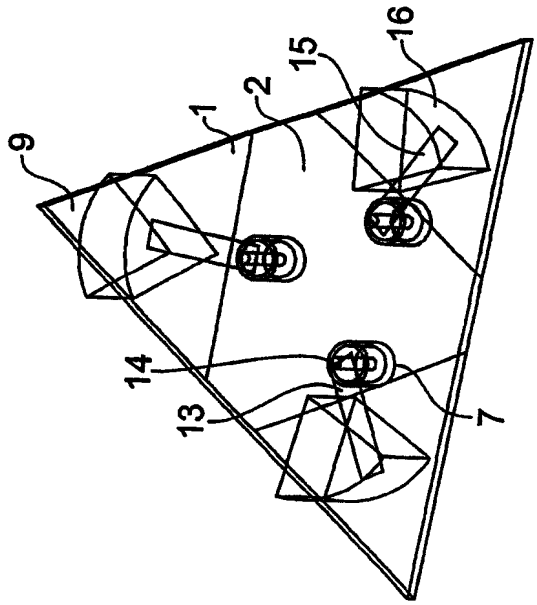


图 25