



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 1871742 B

(45) 授权公告日 2012. 02. 15

(21) 申请号 200480031052. X

(22) 申请日 2004. 06. 28

(30) 优先权数据

10/691, 150 2003. 10. 22 US

(85) PCT申请进入国家阶段日

2006. 04. 21

(86) PCT申请的申请数据

PCT/US2004/020802 2004. 06. 28

(87) PCT申请的公布数据

W02005/045990 EN 2005. 05. 19

(73) 专利权人 索尼爱立信移动通讯股份有限公司

地址 瑞典隆德

(72) 发明人 H·黄 R·A·萨德勒

(74) 专利代理机构 中国专利代理(香港)有限公司 72001

代理人 李亚非 王忠忠

(51) Int. Cl.

H01Q 1/24(2006. 01)

H01Q 5/00(2006. 01)

H01Q 7/00(2006. 01)

(56) 对比文件

JP 2001230613 A, 2001. 08. 24,

CN 1268787 A, 2000. 10. 04,

审查员 丰学民

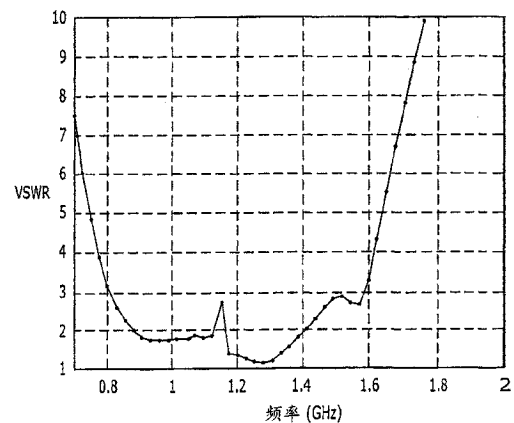
权利要求书 3 页 说明书 5 页 附图 16 页

(54) 发明名称

多频带天线和包含该多频带天线的无线电装置

(57) 摘要

一种用于无线电通信设备的天线(100)包括接地面(140)和叠加在接地面之上的导体回路(110)。单极(120)延伸到接地面之外,并且单极和导体回路被耦合在公共馈电点(150)上。在一些实施例中,导体回路是矩形。在其他实施例中,天线还可以包括螺旋元件(130),其与单极同轴布置并且耦合到公共馈电点。接地面,导体回路,单极和螺旋元件可以被配置为在用于蜂窝电话、全球定位服务,和特设网无线网络的很宽的频率范围上提供期望的电压驻波比(VSWR)。还公开了包含这种天线的无线电通信设备。



1. 一种天线,包括
接地面;
叠加在接地面之上的导体回路;和
延伸到接地面之外的单极,
其中,单极和导体回路被配置为耦合到公共馈电点,所述的天线还包括螺旋元件,所述螺旋元件缠绕在单极周围并且耦合到公共馈电点;其中,导体回路包括闭合的导体回路。
2. 如权利要求 1 所述的天线,其中,导体回路其中具有反射特征。
3. 如权利要求 2 所述的天线,其中,反射特征包括角。
4. 如权利要求 3 所述的天线,其中,导体回路是矩形。
5. 如权利要求 4 所述的天线,其中,导体回路平行于接地面。
6. 如权利要求 4 所述的天线,其中,单极平行于导体回路。
7. 如权利要求 4 所述的天线,其中,单极在导体回路的角处耦合到导体回路。
8. 如权利要求 4 所述的天线,其中,接地面、导体回路和单极被配置来在 1.5GHz 到 2.5GHz 的频率范围上提供小于 3 的电压驻波比 VSWR。
9. 如权利要求 4 所述的天线,其中,导体回路被放置在邻近接地面边缘,并且其中该单极延伸到接地面边缘之外。
10. 如权利要求 4 所述的天线,其中,接地面包括在印刷电路基片上的导电层。
11. 如权利要求 10 所述的天线,其中,公共馈电点包括在印刷电路基片上的焊点。
12. 如权利要求 1 所述的天线,其中,接地面,导体回路,单极和螺旋元件被配置来在 1.5GHz 到 2.5GHz 的频率范围上提供小于 3 的电压驻波比 VSWR,和在 800MHz 到 900MHz 的频率范围上提供小于 3 的 VSWR。
13. 如权利要求 1 所述的天线,其中,单极包括可收缩单极,其配置来通过螺旋元件延伸和缩回并且配置为在延伸位置上连接到公共馈电点。
14. 如权利要求 13 所述的天线,其中,当该可收缩单极在延伸位置时该螺旋元件被配置为从公共馈电点断开连接,当该可收缩单极在收缩位置时该螺旋元件被配置为连接到公共馈电点。
15. 如权利要求 4 所述的天线,
其中,该接地面包括矩形接地面;
其中该导体回路包括矩形导体回路,具有与矩形接地面的较短边对齐的一边;
其中单极包括线性的导体,该线性的导体从接地面边缘的矩形导体回路的角处的耦合点垂直于接地面边缘延伸。
16. 如权利要求 15 所述的天线,
其中,导体回路具有 18mm×8mm 的尺寸,其较长边与接地面的边缘对齐,并且与接地面分离从 5mm 到 10mm 的一个距离;并且
其中单极具有 36mm 的长度。
17. 如权利要求 16 所述的天线,其中,接地面包括矩形的接地面,其长度大于 110mm,宽度大于 40mm。
18. 一种无线电通信设备,包括:
框架;

该框架支撑的无线电通信电路；
放置在由框架支撑的基片上的导电接地面；
由框架支撑的导体回路，并且该导体回路叠加在接地面之上；和
由框架支撑并且延伸到接地面之外的单极，

其中，该单极和导体回路被配置来在公共馈电点上公共地耦合到无线电通信电路，所述的设备还包括与单极同轴布置并且耦合到公共馈电点的螺旋元件；其中，导体回路包括闭合的导体回路。

19. 如权利要求 18 所述的设备，其中，导体回路其中具有反射特征。

20. 如权利要求 19 所述的设备，其中，反射特征包括角。

21. 如权利要求 20 所述的设备，其中，导体回路是矩形。

22. 如权利要求 21 所述的设备，其中，导体回路平行于接地面。

23. 如权利要求 21 所述的设备，其中，单极平行于导体回路。

24. 如权利要求 21 所述的设备，其中，单极在导体回路的角处耦合到导体回路。

25. 如权利要求 21 所述的设备，其中，接地面、导体回路和单极被配置来在从 1.5GHz 到 2.5GHz 的频率范围上提供小于 3 的电压驻波比 VSWR。

26. 如权利要求 21 所述的设备，其中，导体回路被放置在邻近接地面边缘，并且其中该单极延伸到接地面边缘之外。

27. 如权利要求 21 所述的设备，其中，接地面被布置在印刷电路基片上，并且其中公共馈电点包括在印刷电路基片上的焊点。

28. 如权利要求 18 所述的设备，其中，接地面、导体回路、单极和螺旋元件被配置来在 1.5GHz 到 2.5GHz 的频率范围上提供小于 3 的电压驻波比 VSWR，和在 800MHz 到 900MHz 的频率范围上提供小于 3 的 VSWR。

29. 如权利要求 18 所述的设备，

其中该接地面包括矩形接地面；

其中该导体回路包括矩形导体回路，其具有与矩形接地面的较短边对齐的一边；

其中单极包括线性的导体，该线性的导体从接地面边缘的矩形导体回路的角处的耦合点垂直于接地面边缘延伸。

30. 如权利要求 29 所述的设备，

其中，导体回路具有 18mm×8mm 的尺寸，其较长边与接地面的边缘对齐，并且与接地面分离从 5mm 到 10mm 的一段距离；并且

其中单极具有 36mm 的长度。

31. 如权利要求 29 所述的设备，其中，接地面包括矩形的接地面，其长度大于 110mm，宽度大于 40mm。

32. 如权利要求 18 所述的设备，其中，该框架包括一个具有第一和第二可旋转连接的部分的掀盖式外壳，其中该接地面包括基片，该基片包括分别放置在第一和第二外壳部分之一的电耦合的第一和第二部分。

33. 如权利要求 32 所述的设备，其中

该第一和第二外壳部分由铰链机械地连接，并且其中单极和螺旋元件放置在第一和第二外壳部分之间，并且与铰链的旋转轴平行对齐。

34. 如权利要求 32 所述的设备,其中,单极包括可收缩的单极,其配置为通过螺旋元件延伸和缩回并且配置为在延伸位置上连接到公共馈电点。

35. 如权利要求 34 所述的设备,其中,当该可收缩单极在延伸位置时该螺旋元件被配置为从公共馈电点断开连接,当该可收缩单极在收缩位置时该螺旋元件被配置为连接公共馈电点。

多频带天线和包含该多频带天线的无线电装置

技术领域

[0001] 本发明涉及无线电通信,更具体而言,本发明涉及无线电通信天线和包含该无线电通信天线的无线电通信设备。

背景技术

[0002] 诸如蜂窝电话和可无线连接的便携式电脑和个人数字助理(PDA)之类的无线终端,现在通常设计为在多个频率范围中操作。例如,现在许多蜂窝电话设计为操作在额定频率为850MHz,900MHz,1800MHz和/或1900MHz的GSM和CDMA模式的双频带或三频带上。现在越来越希望这些设备还能够其他频带中提供业务,诸如用于GPS(全球定位业务)和蓝牙无线特设(ad hoc)网络的频带。

[0003] 具有单独馈电点的多个天线通常用来提供这样的多频带性能。例如,SonyEricsson T206型号的无线电话包括2个单独的天线,一个用于850/1900MHz频带,一个用于GPS;SonyEricsson的Z1010型号的电话具有一个工作在GSM900/1800/UMTS(UMTS的频率范围是用于传送的1920-1980MHz和用于接收的2110-2170MHz)的天线和一个用于蓝牙通信的单独天线;SonyEricsson型号T68i电话具有一个用于900/1800/1900MHz的天线和用于蓝牙通信的单独天线;SonyEricssonT616具有分别用于850/1800/1900MHz和蓝牙的单独天线。欧洲专利No.1237224中描述了具有回路天线结构和刀形天线结构的组合天线结构的多带天线。

[0004] 根据无线终端预期将在其之上操作的频率数量的增加,需要在多个频带上提供期望操作特性的天线。

发明内容

[0005] 在本发明的一些实施例中,一种无线电通信天线包括一个接地面和叠加在该接地面上的导体回路。一个单极(monopole)延伸到该接地面之外,并且该单极和导体回路被配置成在公共馈电点上耦合。在本发明的一些实施例中,该导体回路在其中具有反射特性,诸如角。

[0006] 在本发明的另一些实施例中,导体回路是矩形的。该导体回路可以被布置为基本平行于接地面,并且该单极可以基本平行于导体回路。该单极可以在其角处耦合到导体回路。在一些实施例中,接地面,导体回路和单极可以被配置来在大约1.5GHz到大约2.5GHz的频率范围上提供小于大约3的电压驻波比(VSWR)。

[0007] 在本发明的另一些实施例中,导体回路被放置在邻近接地面的边缘,单极延伸到接地面的边缘之外。接地面可以包括在印刷电路基片上的导电层。公共的馈电点可以包括在印刷电路基片上的焊点(pad)。

[0008] 根据本发明的又另一些实施例,天线还可以包括与单极同轴布置并耦合到公共馈电点的螺旋元件。接地面,导体回路,单极和螺旋元件可以被配置来在大约1.5GHz到大约2.5GHz的频率范围上提供小于大约3的电压驻波比(VSWR),和在大约800MHz到大约

900MHz 的频率范围上提供小于 3 的 VSWR。在一些实施例中,单极包括可收缩的单极,其配置来通过螺旋元件延伸和收缩,并配置来连接到延伸位置中的公共馈电点。当该可收缩单极在延伸位置时该螺旋元件可以被配置来从公共馈电点断开连接,当该可收缩单极在收缩位置时该螺旋元件可以被配置来连接公共馈电点。

[0009] 在本发明的一些实施例中,该接地面包括矩形接地面,该导体回路包括矩形导体回路,该矩形导体回路具有基本上与矩形接地面的较短边对齐的一边,并且单极包括基本上线性的导体,该线性的导体从接地面边缘的矩形导体回路的角的耦合点基本上垂直地延伸到接地面边缘。在某些实施例中,导体回路具有大约 18mm×8mm 的尺寸,其较长边基本上与接地面的边缘对齐,并且与接地面分离大约 5mm 到大约 10mm 的频率范围,单极具有大约 36mm 的长度。接地面可以包括基本上矩形的接地面,其长度大于大约 110mm,宽度大于大约 40mm。螺旋元件可以缠绕着单极并且耦合到公共馈电点。

[0010] 根据本发明的其他实施例,一种无线电通信设备包括一种框架,该框架支撑的无线电通信电路,和该框架支撑的导体接地面。一个导体回路由该框架支撑并且叠加在该接地面之上。单极由该框架支撑并且延伸到接地面之外。单极和导体回路被配置来在公共馈电点耦合到无线电通信电路。该导体回路其中可以具有反射特征,例如导体回路可以是矩形。接地面,导体回路和单极可以被配置来在大约 1.5GHz 到大约 2.5GHz 的频率范围上提供小于大约 3 的电压驻波比 (VSWR)。一个螺旋元件可以与单极同轴布置并耦合到公共馈电点,并且接地面,导体回路,单极和螺旋元件可以被配置来在大约 1.5GHz 到大约 2.5GHz 的频率范围上提供小于大约 3 的电压驻波比 (VSWR),和在大约 800MHz 到大约 900MHz 的频率范围上提供小于 3 的 VSWR。

[0011] 在另一些实施例中,该框架包括一个具有第一和第二可旋转耦合部分的掀盖式外壳 (clamshell housing),接地面可以包括分别放置在第一和第二外壳部分的之一的电耦合的第一和第二部分。该第一和第二外壳部分可以由铰链机械地连接,单极和螺旋元件可以放置在第一和第二外壳部分之间,并且基本上与铰链的旋转轴平行对齐。

[0012] 根据本发明的另一些实施例,无线电通信设备包括框架,该框架支撑的无线电通信电路,电耦合到该无线电通信电路并且由该框架支撑的天线,该天线包括公共馈电导体回路,单极和螺旋元件。该导体回路元件其中可以具有反射特征,例如该导体回路元件可以包括矩形导体回路。该设备还可以包括由该框架支撑的接地面,该导体回路元件可以被放置叠加在接地面之上。接地面,导体回路元件,单极元件和螺旋元件可以被配置来在大约 1.5GHz 到大约 2.5GHz 的频率范围上提供小于大约 3 的电压驻波比 (VSWR),和在大约 800MHz 到大约 900MHz 的频率范围上提供小于 3 的 VSWR。

附图说明

[0013] 图 1 是根据本发明一些实施例的天线的平面图。

[0014] 图 2 是图 1 天线的透视图。

[0015] 图 3 是根据本发明一些实施例的天线的电压驻波比 (VSWR) 曲线。

[0016] 图 4 是根据本发明一些实施例的适合于蜂窝电话使用的天线配置图。

[0017] 图 5 是图 4 的天线的 VSWR 曲线。

[0018] 图 6 是根据本发明另一些实施例的具有修改尺寸的天线的 VSWR 曲线。

- [0019] 图 7 是根据本发明一些实施例的适合于无线 PDA 电话使用的天线配置图。
- [0020] 图 8 是图 7 的天线的 VSWR 曲线。
- [0021] 图 9 是根据本发明一些实施例的适合于便携式计算机使用的天线配置图。
- [0022] 图 10 是图 9 的天线的 VSWR 曲线。
- [0023] 图 11 说明了根据本发明其他一些实施例的适合于掀盖式 (clamshell) 外壳使用的天线配置。
- [0024] 图 12 是图 11 的天线的 VSWR 曲线。
- [0025] 图 13 说明了根据本发明其他一些实施例的在收缩位置的适合于掀盖式通信设备使用的可伸缩天线配置。
- [0026] 图 14 是图 13 的收缩的天线的 VSWR 曲线。
- [0027] 图 15 说明了在延伸位置的图 13 的可收缩天线。
- [0028] 图 16 是图 15 的延伸的天线的 VSWR 曲线。
- [0029] 图 17 说明了根据本发明其他实施例的无线电通信设备。

具体实施方式

[0030] 现在将参考附图来描述本发明具体的示例性实施例。然而本发明可以用许多不同的形式实现并且不应该解释为限制为这里所述的实施例；相反，提供这些实施例是为了让该说明书公开的彻底完全，并完全向本领域的普通技术人员传达本发明的范围。在附图中，相似的数字表示相似的元件。应该理解，当一个元件被称为被“连接”或“耦合”到另一个元件时，其可以直接连接或耦合到该另一个元件，或者也可以存在中间元件。

[0031] 图 1 和 2 说明了根据本发明一些实施例的天线 100。该天线包括导体回路 110，该导体回路 110 耦合到单极 120，该单极 120 在公共馈电点 150 具有长度 c 。导体回路 110 被放置叠加在接地面 140 之上并基本上平行于该接地面 140，并且与其间隔 h 。如图所示，所示的导体回路 110 具有通常的矩形配置，其边的尺寸为 a, a', b 和 b' 。如图所示，天线 100 还包括螺旋元件 130，该螺旋元件 130 缠绕在单极 120 上（例如与该天线同轴），并且还耦合到公共馈电点 150。正如以下将详细介绍的，在本发明的不同实施例中，根据是否需要较低频率操作频带，可以包括或者省略螺旋元件 130。

[0032] 现在参考图 3，其示出了根据图 1 和 2 的线所配置的原型天线的 VSWR 曲线，其中接地面 140 是矩形，其尺寸为 $110\text{mm} \times 40\text{mm}$ ，并且其中 a, a', b, b' 的尺寸如下：

[0033] $a = a' = 18\text{mm}$ ；

[0034] $b = b' = 8\text{mm}$ ；

[0035] $c = 36\text{mm}$ ；以及

[0036] $h = 5$ 到 10mm 。

[0037] 公共馈电点 150 通过使用在印刷电路板上的 50 欧姆的馈电焊点来提供，在该印刷电路板上形成了接地面 140。可以理解无线电通信电路（未示出），例如接收机、发射机或收发机，可以连到馈电点以经由天线 100 传送无线电信号。

[0038] 如图 3 所示，原型天线展现了期望的 VSWR，该 VSWR 在从大约 1.5GHz 到大约 2.5GHz 的频率范围上是 3 或小于 3，该频率范围涵盖了 GPS, DCS, PCS, UMTS 和蓝牙频率。这可以归因于导体回路和单极的组合，即由于导体回路中的角引起的反射，在这些频率上该导体回

路在其自身和单极中引起谐振。

[0039] 仍然参考图 3, 根据本发明的另一些实施例, 可以添加螺旋元件以便在大约 800MHz 到大约 900MHz 的范围内提供附加频带。例如, 如图 3 所示, 该螺旋元件 130 可以在大约 800MHz 到大约 900MHz 的频率范围上提供小于 3 的期望 VSWR。在具有上述配置的原型天线上执行的测量显示了以下增益特征:

[0040] 在 849MHz 上为 1.3dBi

[0041] 在 1.575GHz 上为 -0.5dBi

[0042] 在 1.71GHz 上为 0.5dBi

[0043] 在 1.85GHz 上为 1.8dBi

[0044] 在 1.99GHz 上为 2.0dBi

[0045] 在 2.11GHz 上为 0.5dBi ;和

[0046] 在 2.45GHz 上为 2.0dBi

[0047] 图 4 说明了根据本发明其他实施例的天线 400, 包括公共馈电单极 420 和叠加在矩形接地面 430 之上的矩形导体回路 410, 该矩形接地面 430 在基片上形成, 具有尺寸为 40mm×110mm。该配置可以适合于用在例如非折叠 (直板) 蜂窝电话中。如图所示, 天线 400 不包括螺旋天线。图 5 说明了对于这种天线的 VSWR 特征。图 6 说明了修改的天线 400 的 VSWR 特征, 其中天线尺寸加倍从而在大约 900MHz 的中心谐振频率处具有 50% 的带宽, 即带宽覆盖大约 700MHz 到大约 1100MHz。

[0048] 图 7 说明了根据本发明其他实施例的天线 700, 包括公共馈电单极 720 和矩形导体回路 710, 该矩形导体回路 710 叠加在矩形接地面 730 之上, 该矩形接地面 730 在基片上形成, 其具有 80mm×120mm 的尺寸。该配置适合用于例如无线 PDA。图 8 显示了这种天线的 VSWR 特征。

[0049] 图 9 说明了根据本发明的其他实施例的天线 900, 包括公共馈电单极 920 和矩形导体回路 910, 该矩形导体回路 910 叠加在矩形接地面 630 之上, 该矩形接地面 630 在基片上形成, 其具有 8in×12in 的尺寸。该配置适合用于例如便携式或笔记本计算机。图 10 显示了这种天线的 VSWR 特征。

[0050] 图 11 说明了根据本发明的其他实施例的天线装置, 尤其是适合于无线电通信设备 (诸如蜂窝电话) 使用的天线装置, 其具有掀盖式外壳形式的框架, 包括第一和第二外壳部分 1150a, 1150b, 它们可旋转地通过铰链 (未示出) 耦合。天线 1100 包括公共馈电单极 1120 和矩形导体回路 1110, 该矩形导体回路 1110 叠加在第一接地面部分 1140a 之上, 该第一接地面部分 1140a 被安装在第一掀盖式外壳部分 1150a 中。第二接地面部分 1140b 被安装在第二掀盖式外壳部分 1150b 中并通过接地面导体 1140c 耦合到第一接地面部分 1140a。螺旋元件 1130 由单极 1120 和导体回路 1110 公共地馈电, 并且被设置与单极 1120 同轴布置。如图所示, 单极 1120 和螺旋元件 1130 被布置延伸到接地面部分 1140a 之外, 并且布置成平行于连接外壳部分 1150a 和 1150b 的掀盖式铰链的旋转轴。应当理解, 无线电通信电路 (未示出) 可以被包括在外壳 1150a, 1150b 中, 并连接到导体回路 1110, 单极 1120 和螺旋元件 1130 的公共馈电点。图 12 说明了图 11 的天线配置的模拟 VSWR。

[0051] 图 13 说明了根据本发明的其他实施例的天线装置, 更具体而言是可收缩天线 1300, 适合用于无线电通信设备, 诸如蜂窝电话。天线 1300 包括可收缩单极 1310, 螺旋元件

1330 和矩形导体回路 1320。这些元件被配置来从馈电 1340 馈电。导体回路 1320 叠加在第一接地面部分 1350a 之上,其通过接地面导体 1355 连接到第二接地面部分 1350b。应当理解,无线电通信电路(未示出)可以耦合到馈电 1340。图 14 说明了图 13 所示的缩回位置的天线 1300 的模拟 VSWR。图 15 说明了在延伸位置的天线 1300,图 16 说明了在延伸位置的天线 1300 的模拟 VSWR。

[0052] 当可收缩单极 1310 在缩回位置(图 13)时,螺旋元件 1330 连接到回路 1320 和公共馈电 1340,单极 1310 断开连接。如图 14 所示,这在跨越 850MHz, GPS, 1800MHz, 1900MHz, UMTS 和 BT 频带上产生了小于 2.5 的 VSWR。当单极 1310 如图 15 所示完全延伸时,单极 1310 连接到回路 1320 和馈电 1340,螺旋元件 1330 断开连接。在跨越 850MHz, 1800MHz, 1900MHz, UMTS 和 BT 频带上的相应的 VSWR 小于 2.6,如图 16 所示。

[0053] 可收缩单极 1310 可以包括四分之一波长的单极(例如,对于 850 或 900MHz 频带),而螺旋元件 1330 可以是双频带的:850/1900MHz 或者 900/1800MHz 频带。单极 1310,回路 1320 和螺旋元件 1330 的组合可以用于 850/1800/1900/UMTS/BT 频带的组合或者是 900/1800/1900/UMTS/BT 频带的组合。回路 1320 的尺寸可以与图 1 和 2 的回路尺寸相似。当在掀盖式设备中使用(例如蜂窝电话)时,图 13 和 15 所示的配置尤其是有利的。更具体而言,当使用天线 1300 的设备处于打开的位置时,用户可以将可收缩单极 1310 拉出(例如在乡村区域或边缘区域)以便改善该设备的通信。

[0054] 图 17 说明了根据本发明其他实施例的无线电通信设备 1700。该设备 1700 包括框架 1710(例如,外壳或其他支撑结构),该框架支撑无线电通信电路 1720。该无线电通信电路 1720 可以操作性地耦合到其他电子组件,诸如处理器 1730 和用户接口电路 1740。可以理解这些组件可以用许多不同的方式布置。该无线电通信电路 1720 被耦合到用于(叠加在接地面 1754 之上的)导体回路 1751、单极 1752 和螺旋天线元件 1753 的公共馈电点 1755。应该理解,该设备 1700 可以有几种形式,包括但不限于,移动终端(MT)设备(例如蜂窝电话),PDA,桌上计算机、便携式计算机,笔记本电脑、PCMCIA 卡和 PCI 总线卡。

[0055] 在附图和说明书中,公开了本发明的示例性实施例。虽然使用了特定的术语,但是它们使用在普通的和描述性的理解,并不是为了限制的目的,本发明的范围可以由以下权利要求限定。

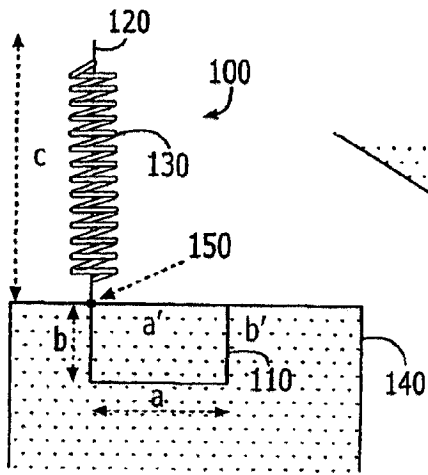


图 1

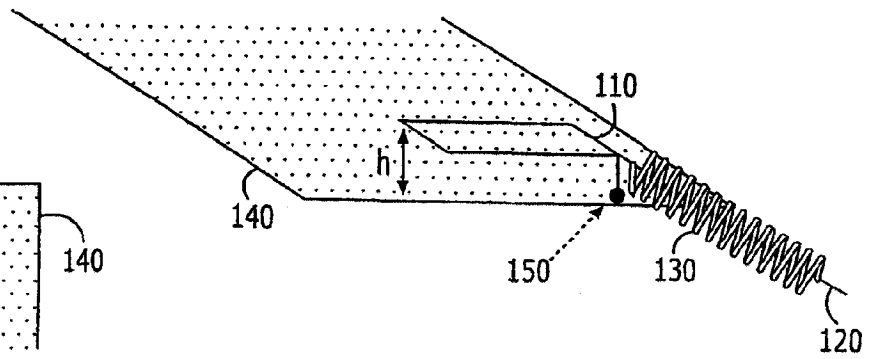


图 2

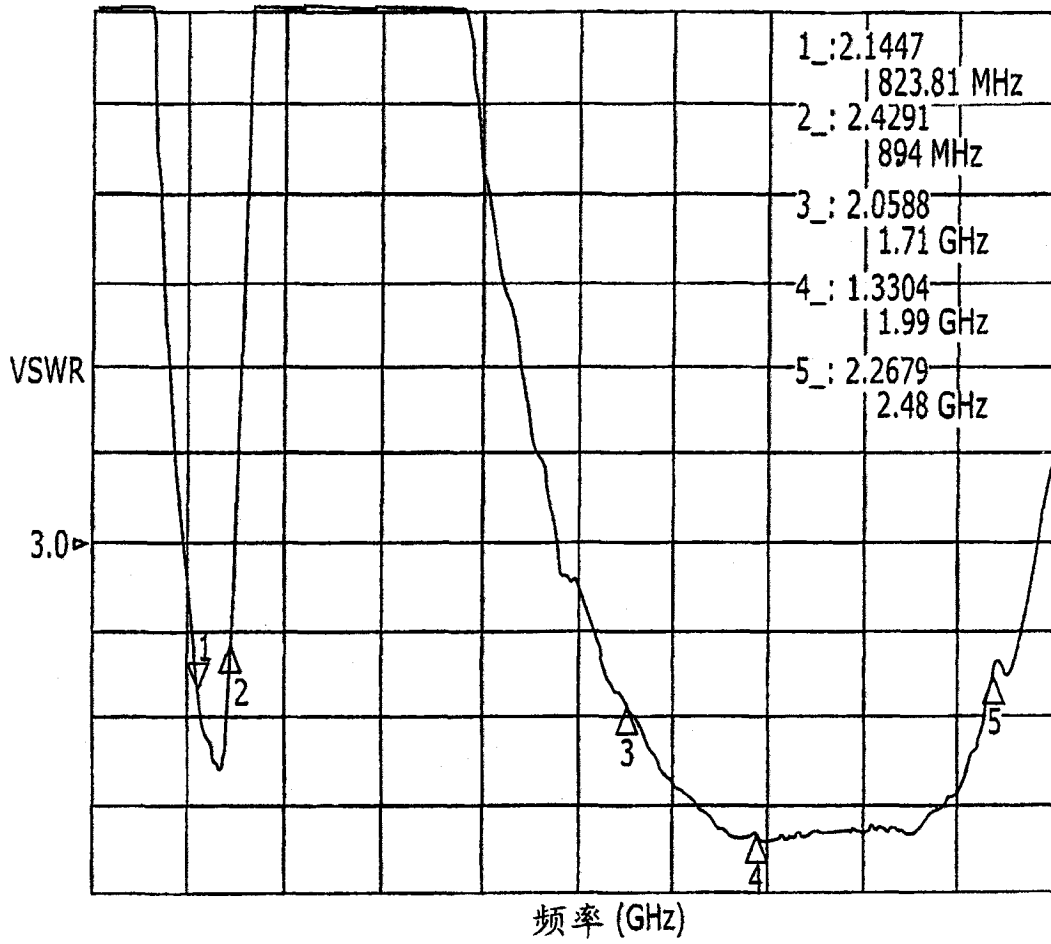


图 3

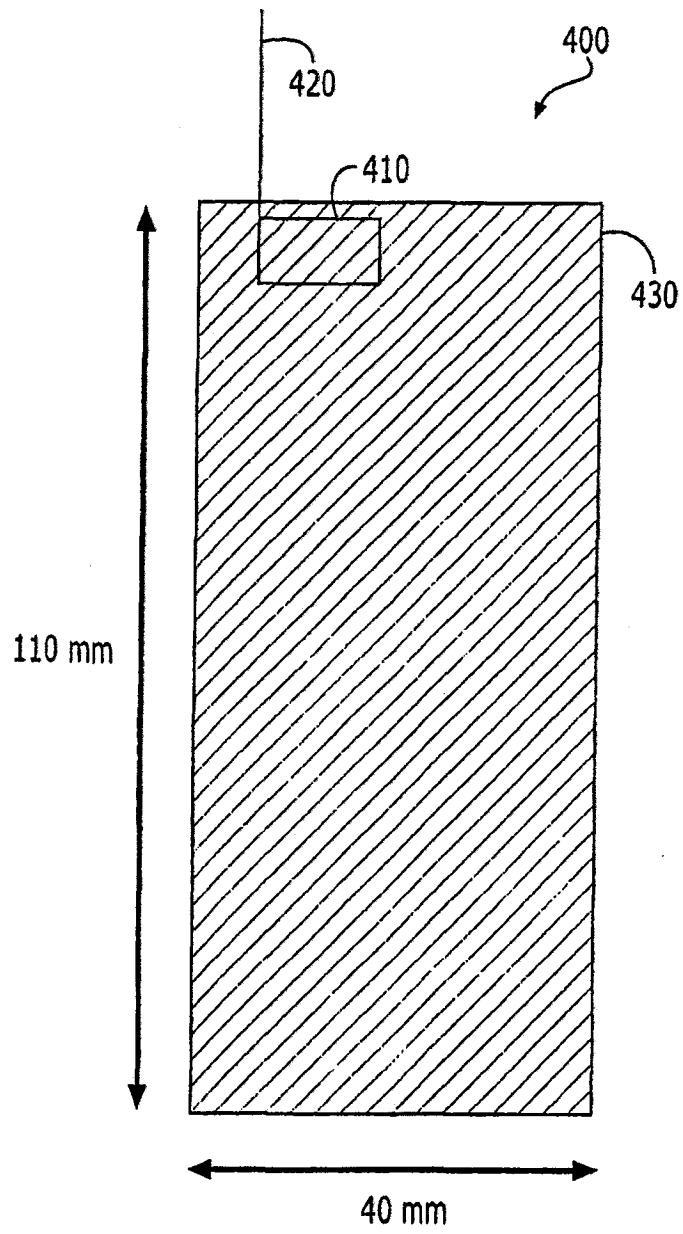


图 4

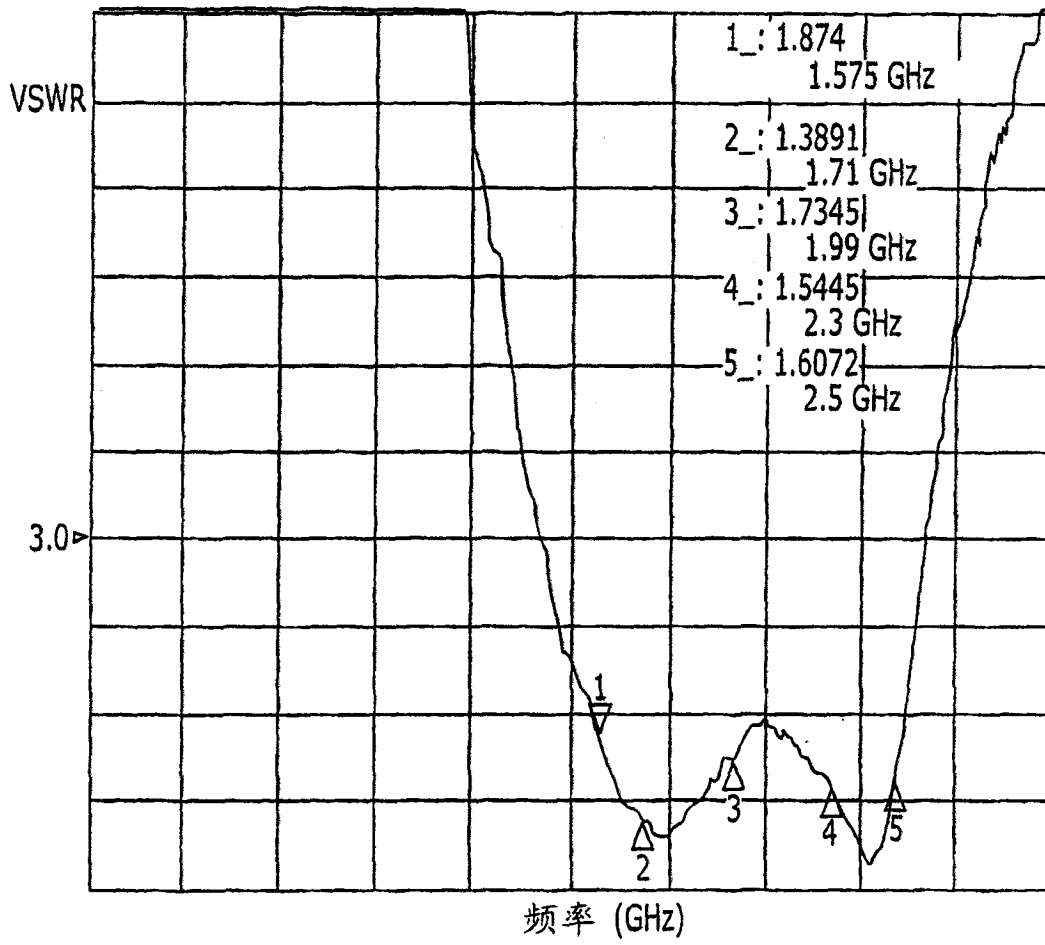


图 5

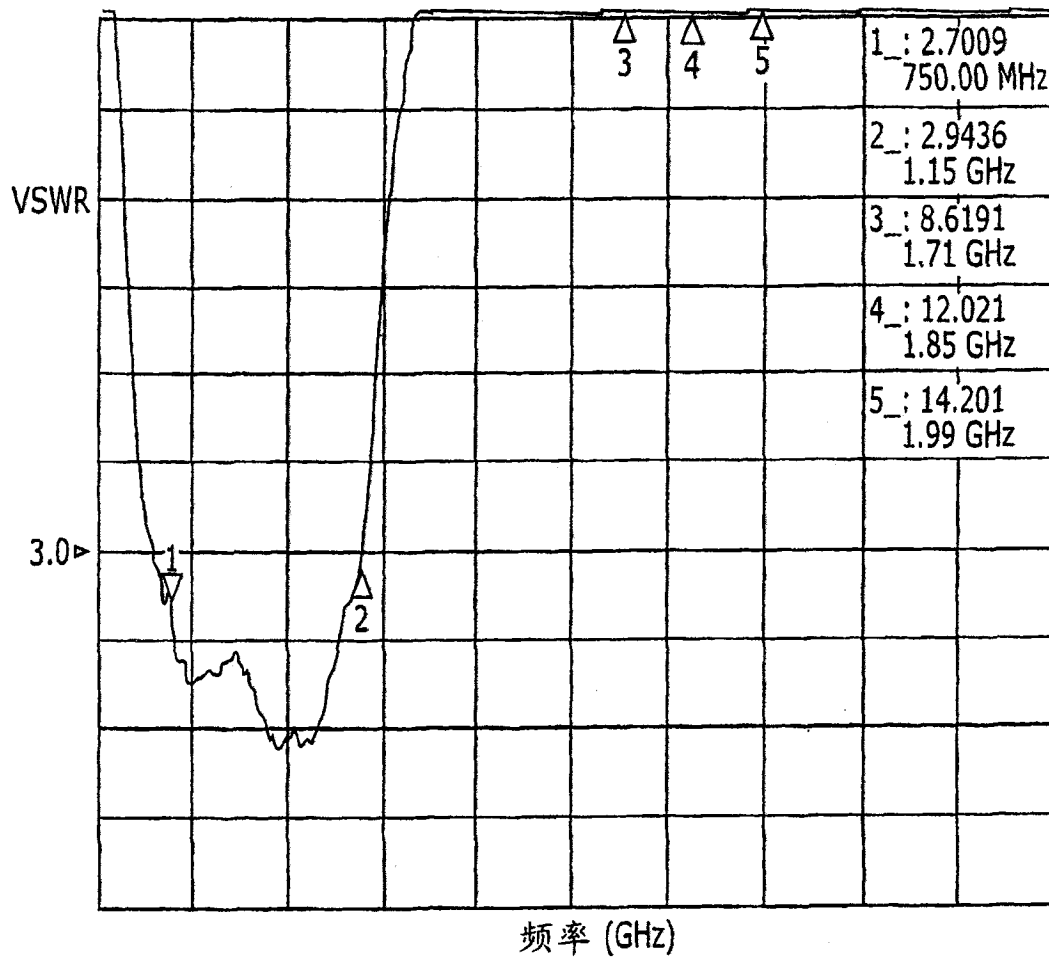


图 6

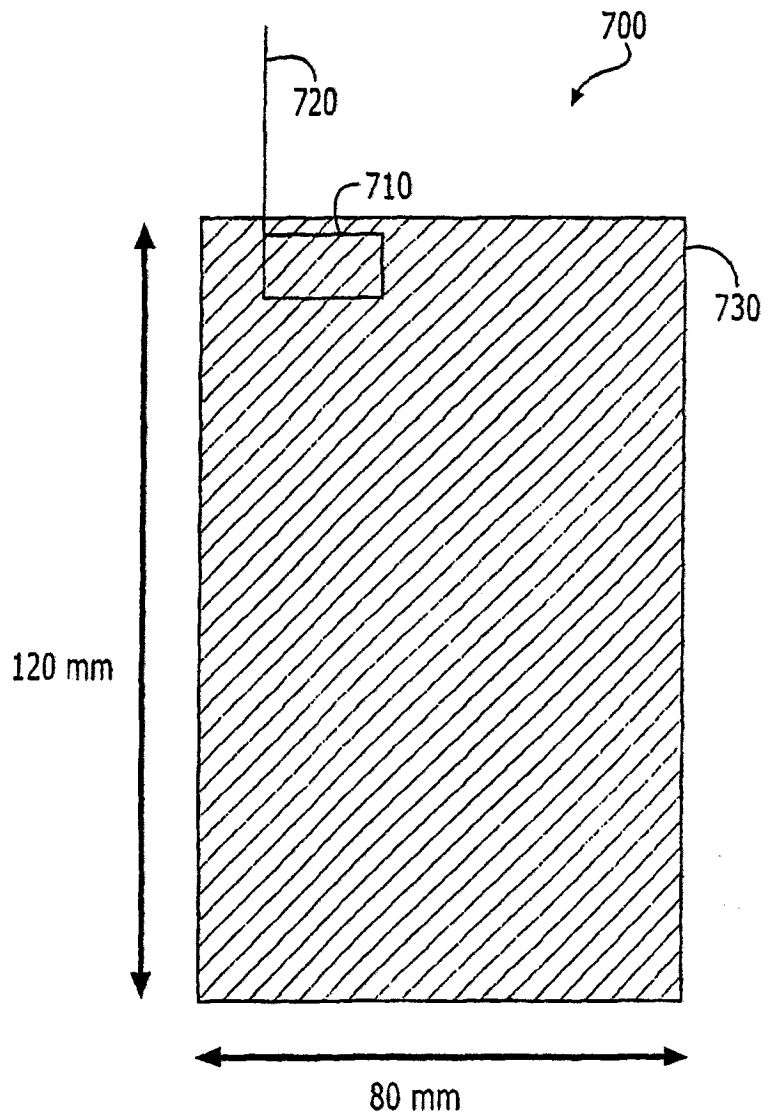


图 7

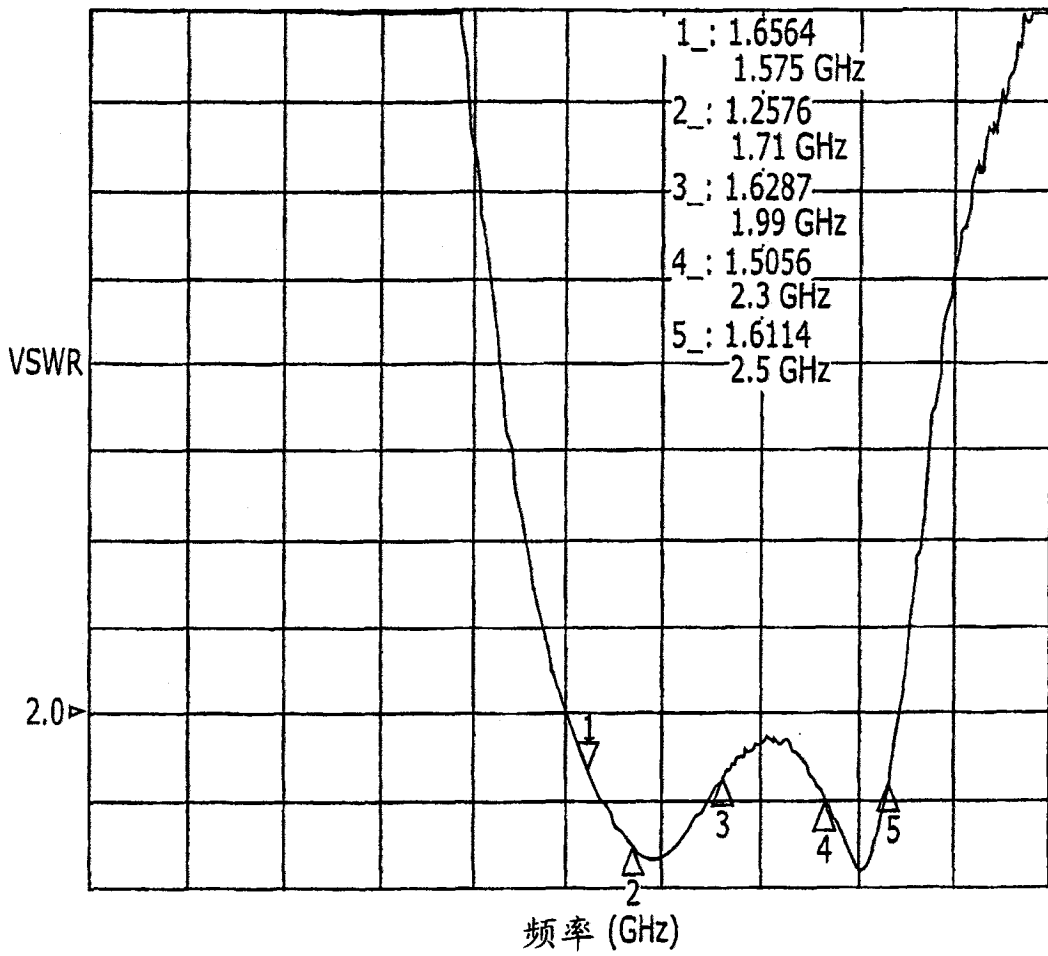


图 8

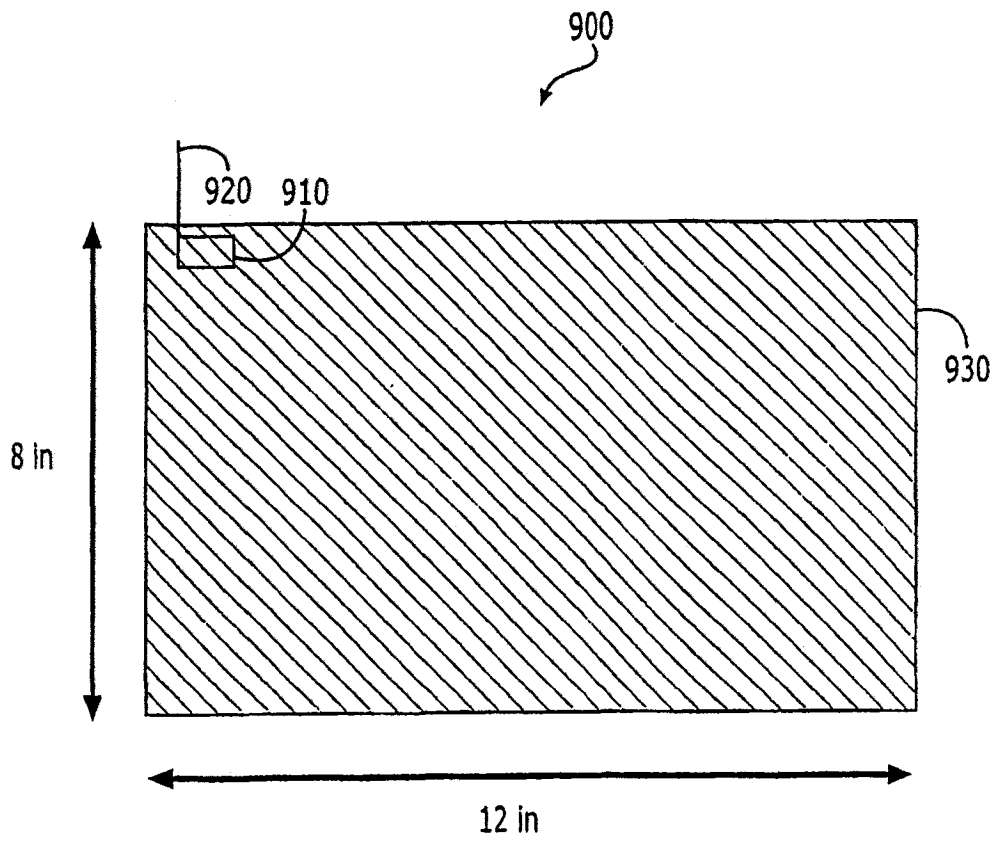


图 9

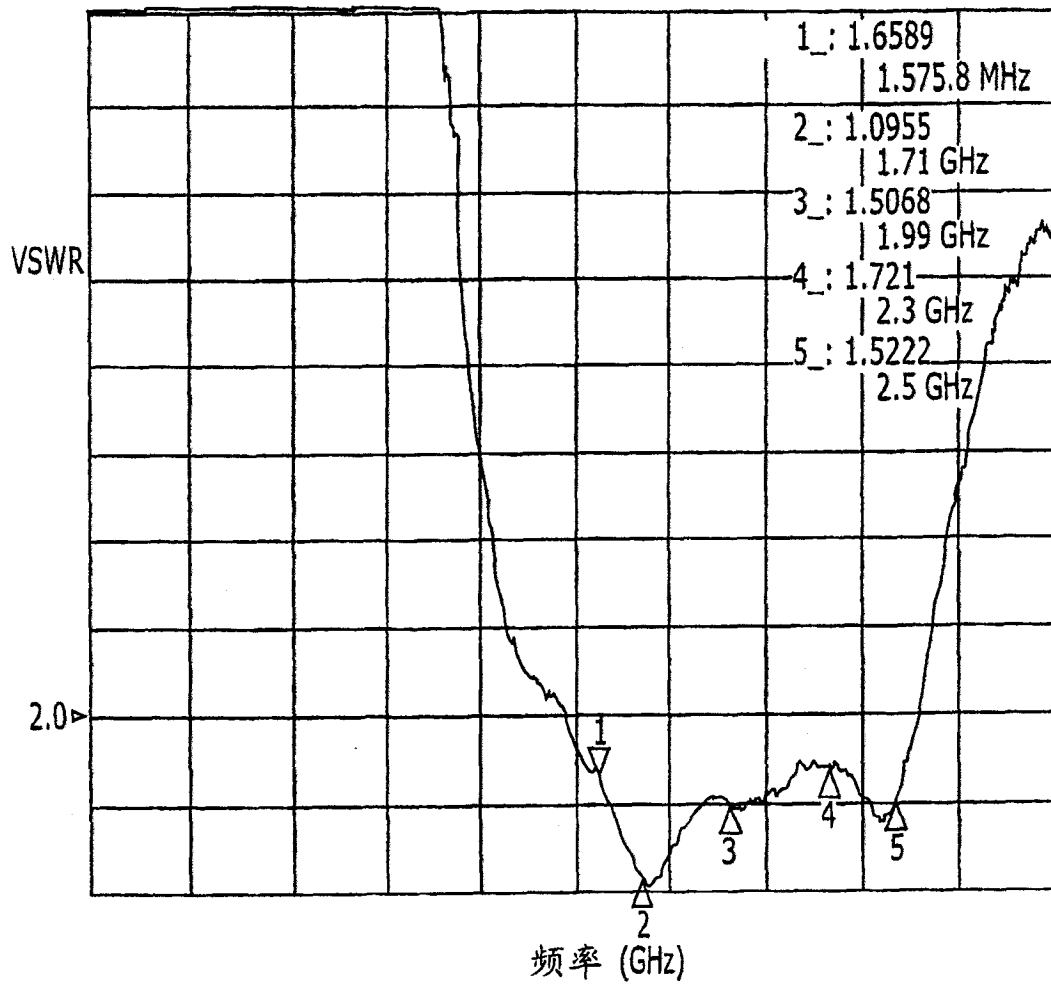


图 10

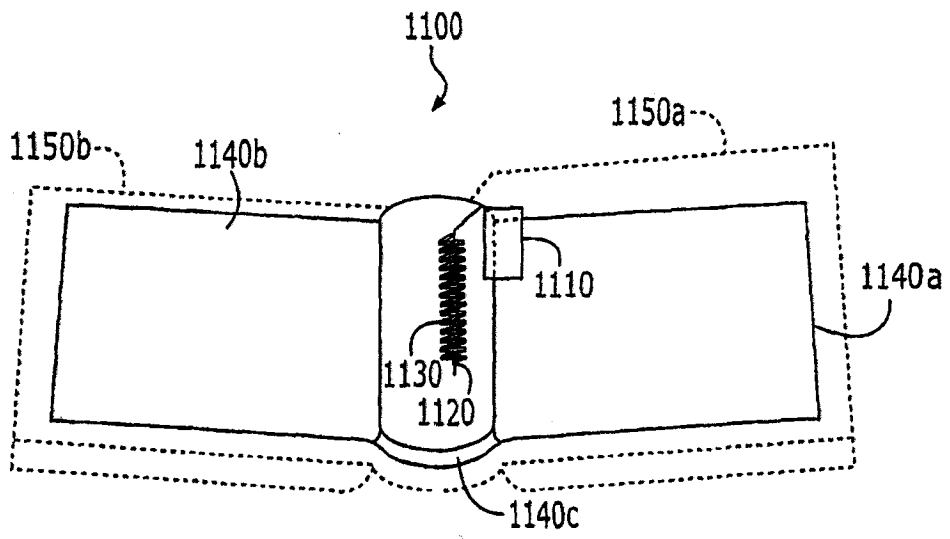


图 11

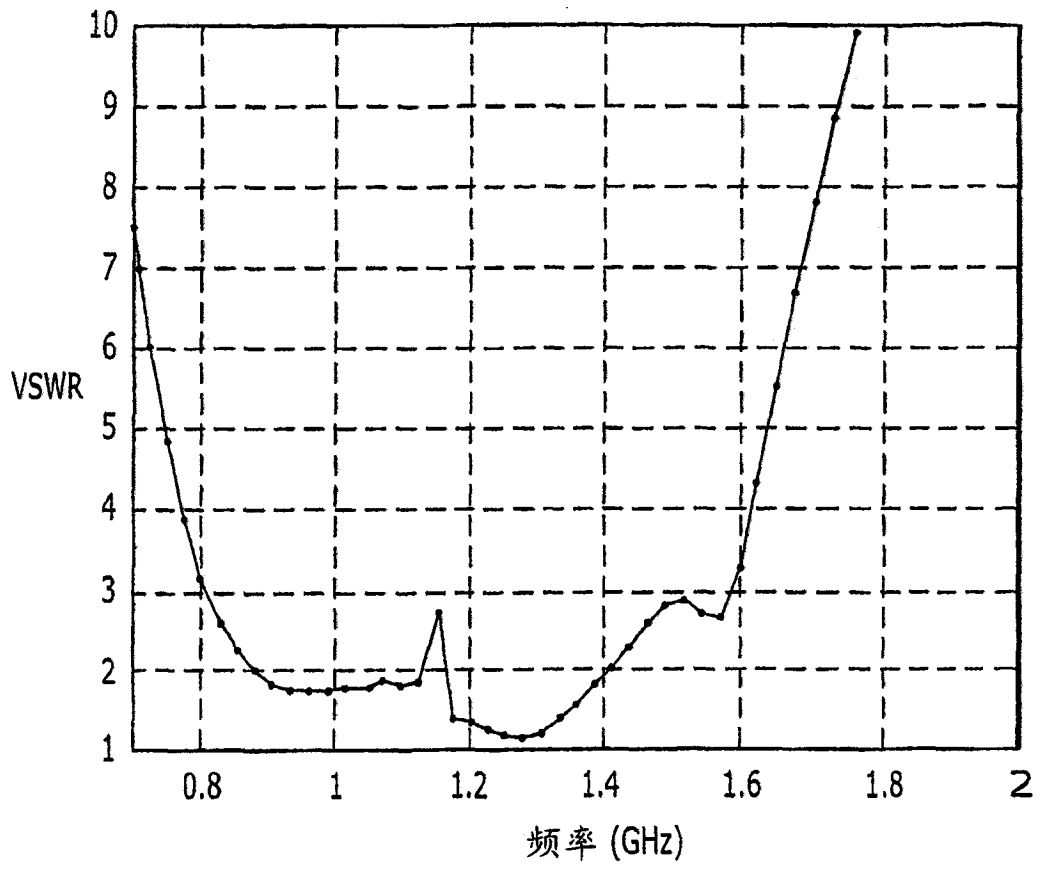


图 12

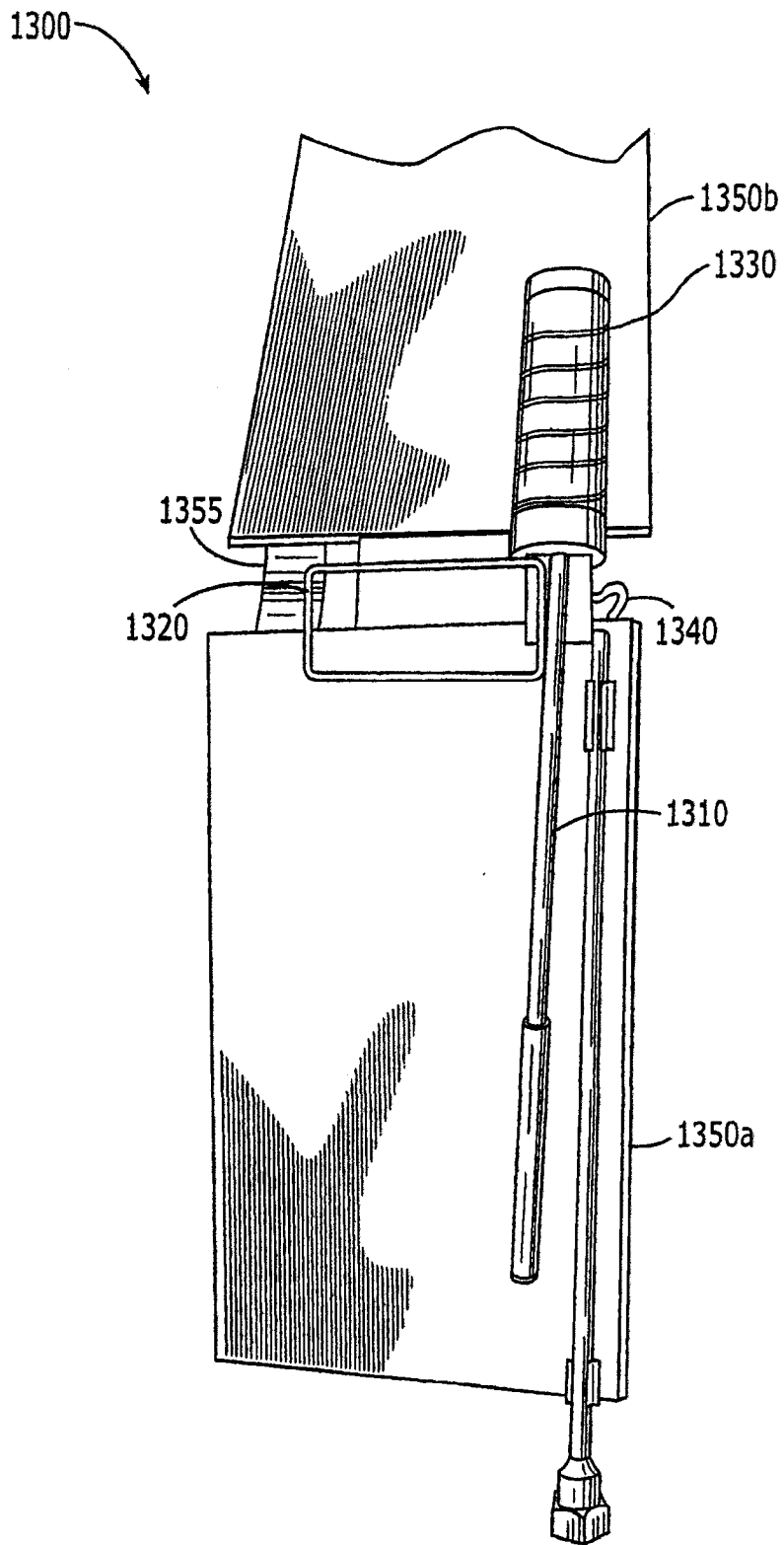


图 13

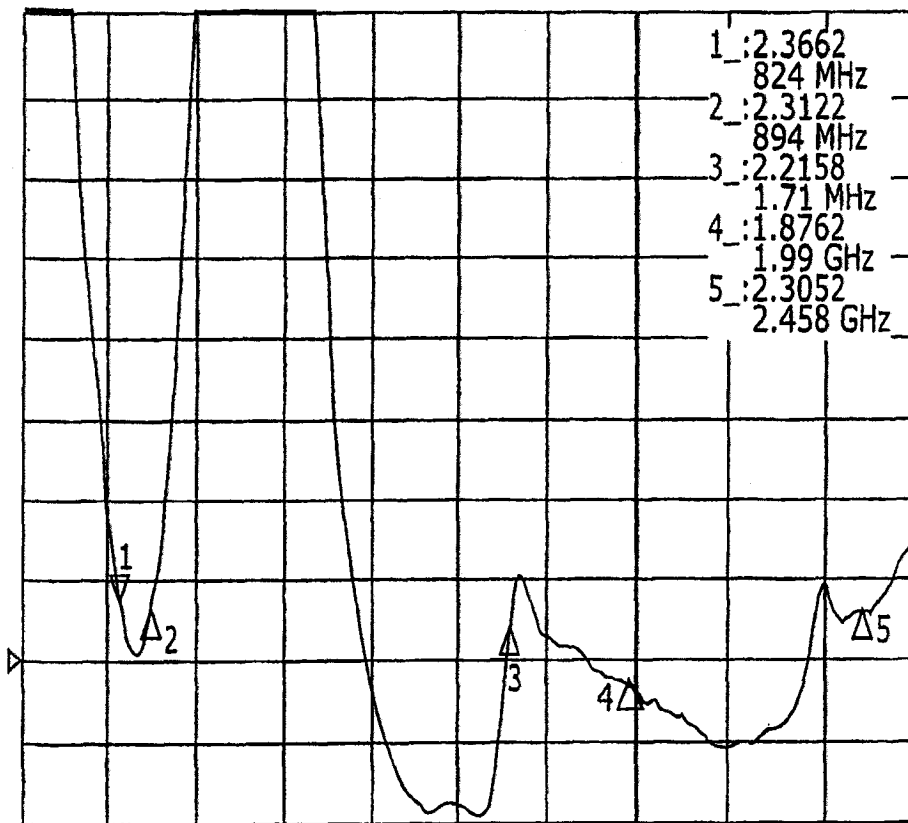


图 14

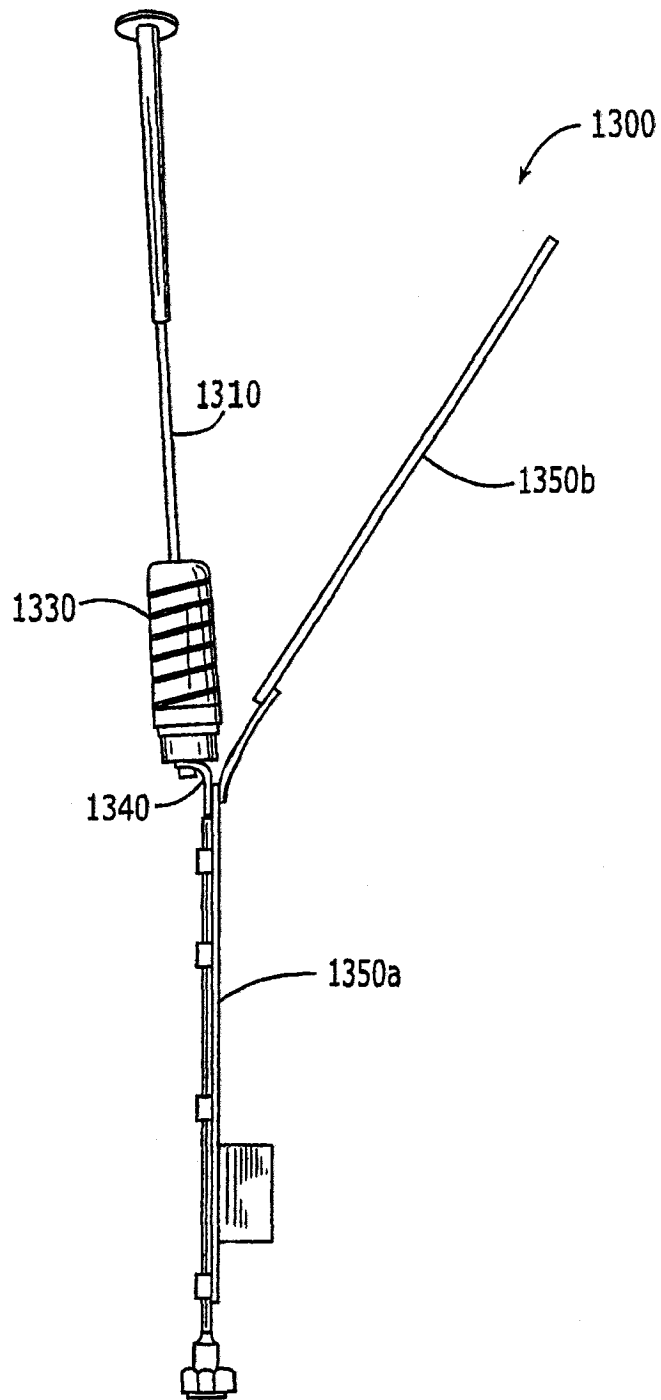


图 15

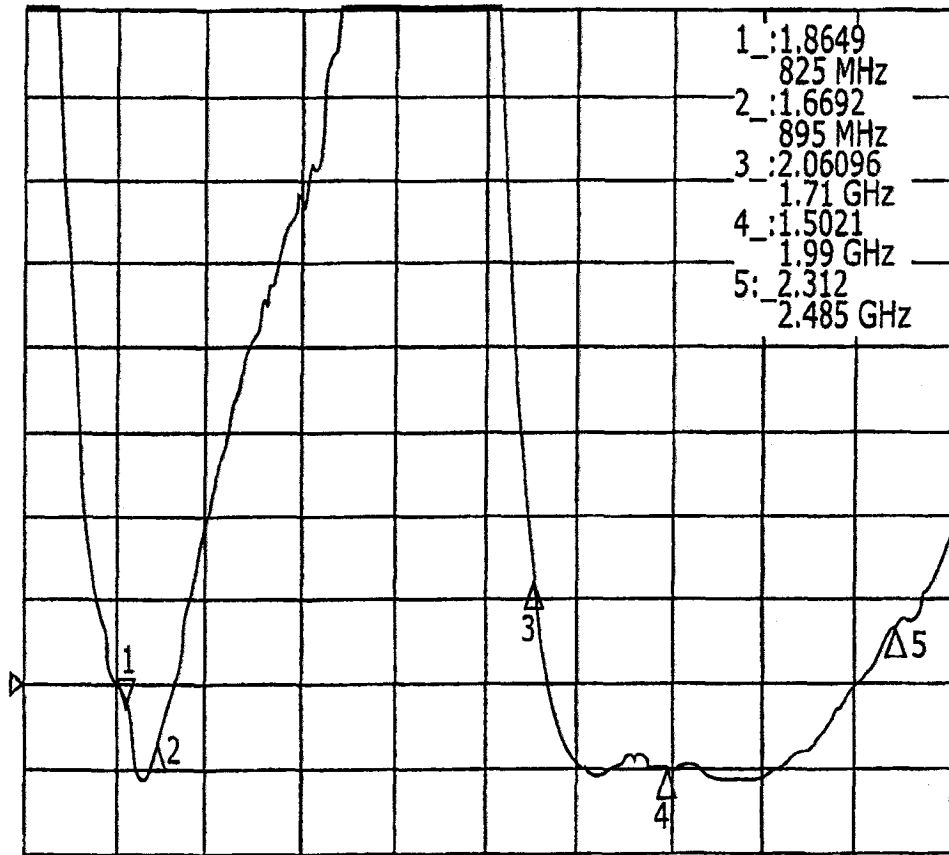


图 16

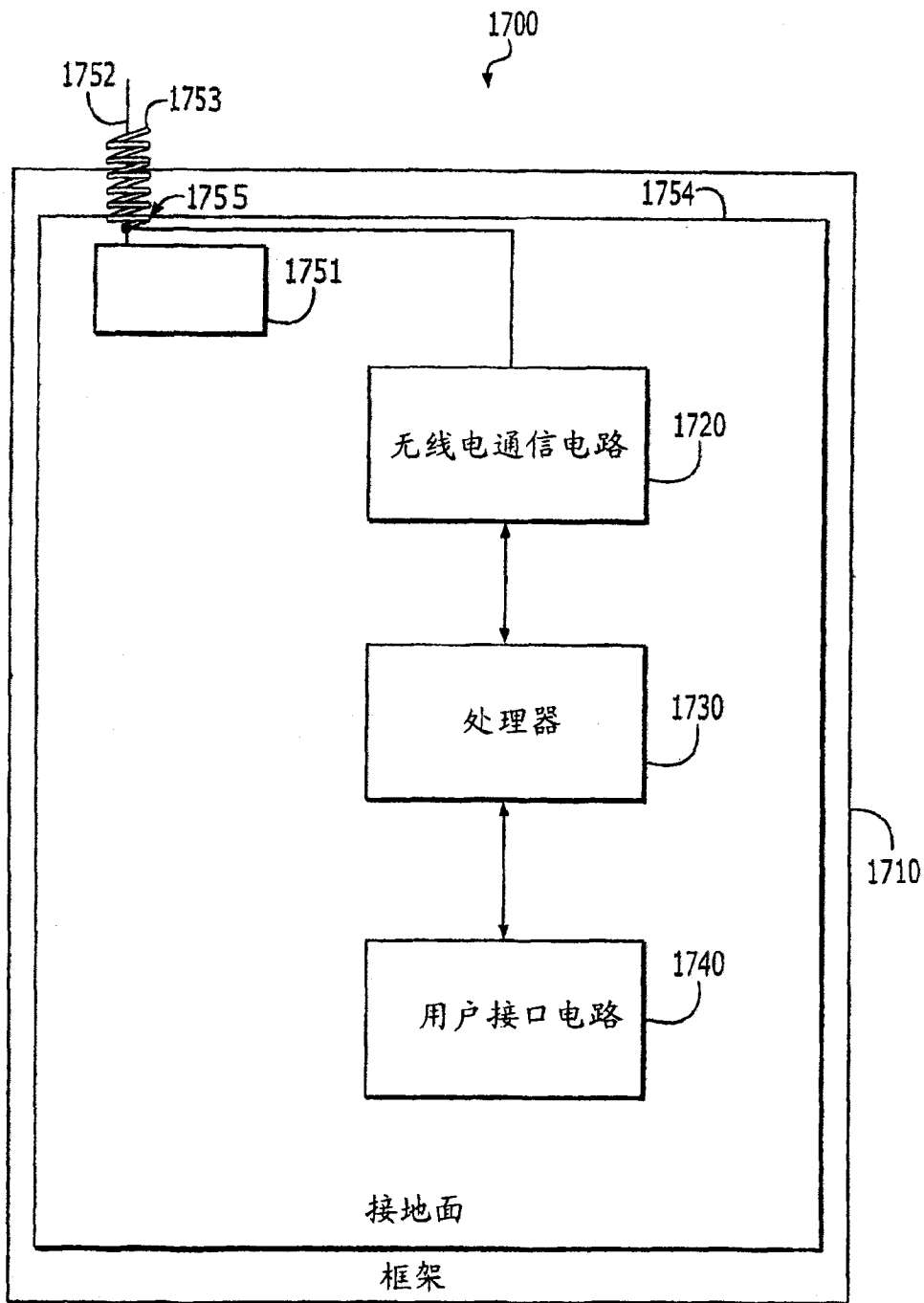


图 17