



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102110873 B

(45) 授权公告日 2015. 01. 07

(21) 申请号 201010569589. 9

(22) 申请日 2010. 12. 02

(30) 优先权数据

12/630, 756 2009. 12. 03 US

(73) 专利权人 苹果公司

地址 美国加利福尼亚

(72) 发明人 M·帕斯科林尼 R·J·希尔

J·萨瓦拉 金男波 李青湘

R·W·斯科卢巴 R·卡巴勒罗

(74) 专利代理机构 中国国际贸易促进委员会专

利商标事务所 11038

代理人 马浩

(51) Int. Cl.

H01Q 1/24 (2006. 01)

H01Q 1/36 (2006. 01)

H01Q 13/10 (2006. 01)

(56) 对比文件

US 2007182658 A1, 2007. 08. 09, 说明书第 5

段、第 44 段、附图 3、4.

US 2004090377 A1, 2004. 05. 13, 全文.

US 7215600 B1, 2007. 05. 08, 说明书第 3 栏
第 32 — 37 行、第 4 栏第 17 — 26 行、第 35 — 39
行.

W0 2005032130 A1, 2005. 04. 07, 全文.

US 5048117 A, 1991. 09. 10, 说明书附图 1 —

4.

审查员 王梦思

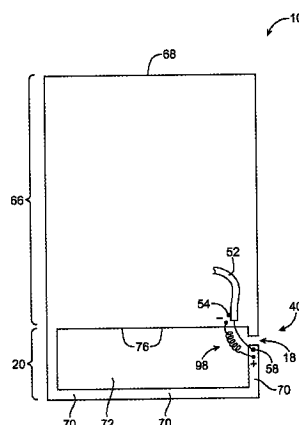
权利要求书3页 说明书11页 附图10页

(54) 发明名称

边框缝隙天线

(57) 摘要

本公开涉及边框缝隙天线。提供了包含无线通信电路的电子设备。无线通信电路可以包括射频收发器电路和天线结构。并馈环形天线可以由部分电子设备边框和接地平面形成。天线可以在多个通信频带中工作。用于天线的阻抗匹配电路可以由并联的电感元件和串联的电容元件形成。边框可以围绕安装在电子设备正面的显示器的外周部分。边框可以包括缝隙。用于天线的天线馈电端子可以位于缝隙的相对两侧。电感元件可以桥接缝隙和天线馈电端子。电容元件可以串联连接在天线馈电端子之一和位于收发器电路和天线之间的传输线中的导体之间。



1. 一种在具有外周的电子设备中的并馈环形天线,包括:
至少部分由沿所述外周布置的导电结构形成的导电环形路径;
夹置在所述导电环形路径中的电感器;以及
由所述电感器桥接的第一天线馈电端子和第二天线馈电端子,其中所述导电环形路径的所述导电结构至少部分由围绕所述电子设备的所述外周的导电边框形成。
2. 根据权利要求1所述的并馈环形天线,其中所述导电边框包含缝隙。
3. 根据权利要求2所述的并馈环形天线,其中所述第一天线馈电端子和第二天线馈电端子位于所述缝隙的相对两侧。
4. 一种在具有外周的电子设备中的并馈环形天线,包括:
至少部分由沿所述外周布置的导电结构形成的导电环形路径;
夹置在所述导电环形路径中的电感器;以及
由所述电感器桥接的第一天线馈电端子和第二天线馈电端子;
在传输线和所述第一天线馈电端子之间传送天线信号的天线馈线;以及
夹置在所述天线馈线中的电容器。
5. 根据权利要求4所述的并馈环形天线,其中所述电感器包括电感传输线结构。
6. 一种在具有外周的电子设备中的并馈环形天线,包括:
至少部分由沿所述外周布置的导电结构形成的导电环形路径;
夹置在所述导电环形路径中的电感器;以及
由所述电感器桥接的第一天线馈电端子和第二天线馈电端子,其中,所述电感器包括电感传输线结构,其中,所述电感传输线结构包括由接地平面的一部分形成的第一导电结构和平行于所述第一导电结构的第二导电结构,并且所述第一导电结构和所述第二导电结构由开口隔开。
7. 一种电子设备,还包括:
具有外周的壳;
沿所述外周布置并且在所述外周上具有至少一个缝隙的导电结构;
至少部分由所述导电结构形成的天线;
显示器,其中所述导电结构包括用于所述显示器的边框;
用于所述天线的第一天线馈电端子和第二天线馈电端子,其中所述天线包括并馈环形天线;
基本上矩形的接地平面,其中,所述环形天线的一部分由所述基本上矩形的接地平面形成,并且其中所述第二天线馈电端子连接到所述基本上矩形的接地平面;
射频收发器电路;
具有正导体和接地导体的传输线,其中所述传输线耦接在所述射频收发器电路和所述第一天线馈电端子和所述第二天线馈电端子之间;以及
夹置在所述传输线的所述正导体中的电容器。
8. 根据权利要求7所述的电子设备,还包括桥接所述第一天线馈电端子和所述第二天线馈电端子的电感器。
9. 根据权利要求7所述的电子设备,其中所述第二天线馈电端子连接到所述基本上矩形的接地平面,并且所述第一天线馈电端子电连接到所述边框。

10. 一种无线电路,包括:

接地平面;

具有缝隙的导电电子设备边框;

填充所述缝隙的固态电介质;

第一天线馈电端子和第二天线馈电端子,其中所述接地平面、所述边框、所述第一天线馈电端子和所述第二天线馈电端子形成并馈环形天线;以及

电感元件,其中所述电感元件桥接所述第一天线馈电端子和所述第二天线馈电端子。

11. 根据权利要求 10 所述的无线电路,还包括:

耦接到所述并馈环形天线并且被配置为在至少第一通信频带和第二通信频带中工作的射频收发器电路。

12. 根据权利要求 10 所述的无线电路,还包括:

耦接到所述并馈环形天线并且被配置为在覆盖 850MHz 和 900MHz 处的子频带的第一通信频带和覆盖 1800MHz、1900MHz 和 2100MHz 处的子频带的第二通信频带中工作的射频收发器电路。

13. 根据权利要求 12 所述的无线电路,还包括:与所述第一天线馈电端子串联耦接的电容元件,其中所述第二天线馈电端子连接到所述接地平面。

14. 一种电子设备,包括:

具有矩形外周的显示器;

射频收发器电路;

围绕所述显示器的所述矩形外周并且沿所述外周具有缝隙的导电结构;

天线,所述天线包括所述导电结构的具有所述缝隙的部分,并且包括天线馈电端子;以及

耦接在所述射频收发器电路和所述天线馈电端子之间的传输线;

所述缝隙中的固态电介质;以及

桥接所述天线馈电端子的电感元件。

15. 根据权利要求 14 所述的电子设备,其中所述导电结构包括用于所述显示器的边框。

16. 根据权利要求 14 所述的电子设备,其中所述电感元件包括由开口隔开的接地平面的部分和导电部件。

17. 根据权利要求 14 所述的电子设备,还包括连接至所述天线馈电端子中的第一天线馈电端子的电容元件。

18. 根据权利要求 17 所述的电子设备,其中所述传输线包括正导体,并且所述电容元件串联连接在所述正导体和所述第一天线馈电端子之间。

19. 根据权利要求 18 所述的电子设备,其中所述导电结构包括用于所述显示器的边框。

20. 根据权利要求 17 所述的电子设备,还包括:

其上安装有部件的印刷电路板,其中所述印刷电路板和所述部件形成接地平面的至少一部分,并且所述天线至少部分地由所述接地平面形成。

21. 根据权利要求 20 所述的电子设备,其中所述天线馈电端子中不同于所述第一天线

馈电端子的第二天线馈电端子包括连接到所述接地平面的接地天线馈电端子。

边框缝隙天线

技术领域

[0001] 本发明一般地涉及无线通信电路,更具体地涉及具有无线通信电路的电子设备。

背景技术

[0002] 诸如手持电子设备的电子设备日益普遍。手持设备的示例包括手持计算机、蜂窝电话、媒体播放器、以及包括多种这类设备的功能的混合设备。

[0003] 诸如这些的设备通常设置有无线通信功能。例如,电子设备可以使用长距离无线通信电路,例如蜂窝电话电路,以使用 850MHz、900MHz、1800MHz 和 1900MHz (例如,主要的全球移动通信系统或 GSM 蜂窝电话频带) 的蜂窝电话频带进行通信。长距离无线通信电路也可以处理 2100MHz 频带。电子设备可以使用短距离无线通信链路来处理与附近设备的通信。例如,电子设备可以使用 2.4GHz 和 5GHz 处的 **WiFi**[®] (IEEE 802.11) 频带和 2.4GHz 处的 **蓝牙**[®] 频带。

[0004] 为了满足消费者对小形状因子无线设备的需要,制造商一直致力于利用紧凑结构实现诸如天线部件之类的无线通信电路。同时,可能期望在电子设备中包括导电结构,诸如金属设备壳部件。因为导电部件可能影响射频性能,所以在将天线结合到包括导电结构的电子设备中时必须特别小心。

[0005] 因此,期望能够提供改进的用于无线电子设备的无线通信电路。

发明内容

[0006] 提供包括天线结构的电子设备。天线可以被配置为在第一和第二通信频带中工作。电子设备可以包括使用传输线耦接到该天线的射频收发器电路。传输线可以具有正导体和接地导体。天线可以具有正天线馈电端子以及接地天线馈电端子,分别耦接至传输线的正导体和接地导体。

[0007] 电子设备可以具有矩形外周。矩形显示器可以安装在电子设备的正面。该电子设备可以具有由塑料壳部件形成的背面。导电侧壁结构可以围绕电子设备壳和显示器的外周。导电侧壁结构可以作为显示器的边框。

[0008] 边框可以包括至少一个缝隙。该缝隙可以被诸如塑料的固态电介质填充。天线可以由包括该缝隙和接地平面的一部分的边框部分形成。为了避免对触摸事件过于敏感,天线可以使用减小缝隙附近的电场集中度的馈电布置来馈电。可以形成在第一和第二频带中均提供满意工作的阻抗匹配网络。

[0009] 阻抗匹配网络可以包括与天线馈电端子并联形成的电感元件和与天线馈电端子之一串联形成的电容元件。电感元件可以由桥接天线馈电端子的传输线电感结构形成。电容元件可以由夹置 (interpose) 在天线的正馈电路径中的电容器形成。该电容器例如可以连接在传输线的正接地导体和正天线馈电端子之间。

[0010] 本发明的其他特征、其本质和各种优点将由附图和下面对于优选实施例的详细描述而更加明显。

附图说明

- [0011] 图 1 是根据本发明的实施例的具有无线通信电路的示例性电子设备的透视图。
- [0012] 图 2 是根据本发明的实施例的具有无线通信电路的示例性电子设备的示意图。
- [0013] 图 3 是根据本发明的实施例的具有无线通信电路的示例性电子设备的截面端视图。
- [0014] 图 4 是根据本发明的实施例的示例性天线的示意图。
- [0015] 图 5 是根据本发明的实施例的可以用在电子设备中的示例性串馈环形天线 (series-fed loop antenna) 的示意图。
- [0016] 图 6 是示出了根据本发明的实施例, 电子设备天线可以如何被配置成表现为覆盖多个通信频带的图。
- [0017] 图 7 是根据本发明的实施例的可以用在电子设备中的示例性并馈环形天线 (parallel-fed loop antenna) 的示意图。
- [0018] 图 8 是根据本发明实施例的具有插入在环 (loop) 中的电感的示例性并馈环形天线的示意图。
- [0019] 图 9 是根据本发明实施例的具有电感传输线结构的示例性并馈环形天线的示意图。
- [0020] 图 10 是根据本发明实施例的具有电感传输线结构和串联电容元件的示例性并馈环形天线的示意图。
- [0021] 图 11 是示出了根据本发明实施例的各种电子设备环形天线的性能的史密斯圆图。

具体实施方式

- [0022] 电子设备可以设置有无无线通信电路。该无线通信电路可以被用于支持在多个无线通信频带中的无线通信。该无线通信电路可以包括一个或多个天线。
- [0023] 该天线可以包括环形天线。如果需要, 环形天线的导电结构可以由导电的电子设备结构形成。导电的电子设备结构可以包括导电的壳结构。该壳结构可以包括导电边框。缝隙结构可以形成在导电边框中。天线可以使用有助于最小化天线对于与用户的手或其他外部物体的接触的敏感度的结构而被并馈。
- [0024] 任何适当的电子设备可以设置有包括环形天线结构的无线电路。例如, 环形天线结构可以被用在诸如台式计算机、游戏机、路由器、膝上型计算机等电子设备中。使用一种适当的结构, 环形天线结构设置在其中内部空间相对宝贵的相对紧凑的电子设备中, 诸如便携式电子设备中。
- [0025] 图 1 中示出了根据本发明的实施例的示例性便携式电子设备。诸如示例性便携式电子设备 10 的便携式电子设备可以是膝上型计算机或诸如超便携式计算机、网络本计算机以及平板计算机等小型便携式计算机。便携式电子设备还可以是更小的设备。更小的便携式电子设备的示例包括腕表设备、挂件设备、耳机和听筒设备, 以及其他可佩戴的和微型的设备。使用一种适当的布置, 便携式电子设备是诸如蜂窝电话的手持电子设备。
- [0026] 空间在便携式电子设备中非常宝贵。导电结构通常也是存在的, 其使得有效的天

线工作经受挑战。例如,导电壳结构可以围绕便携式电子设备壳的部分外周或全部外周。

[0027] 在这样的便携式电子设备壳布置中,使用覆盖感兴趣的通信频带的环形类型天线设计可能是特别有利的。因此,诸如手持设备的便携式设备的使用有时在此作为示例被描述,尽管如果需要,可以提供具有环形天线结构的任何适当电子设备。

[0028] 手持设备可以例如是蜂窝电话、具有无线通信能力的媒体播放器、手持计算机(有时也称作个人数字助理)、遥控器、全球定位系统(GPS)设备以及手持游戏设备。如有需要,手持设备和其他便携式设备可以包括多个传统设备的功能。多功能设备的示例包括:包括媒体播放器功能的蜂窝电话;包括无线通信功能的游戏设备;包括游戏和电子邮件功能的蜂窝电话;以及能够接收电子邮件、支持移动电话呼叫和支持网络浏览的手持装置。这些都仅是示例性示例。图1的设备10可以是任何适当的便携式或手持电子设备。

[0029] 设备10包括壳12并且包括至少一个用于处理无线通信的天线。壳12,有时被称为壳体,可以由任何适当材料形成,包括:塑料、玻璃、陶瓷、复合材料、金属、或其他适当的材料,或这些材料的组合。在一些情况下,壳12的一些部分可以由电介质或其他低导电性材料形成,从而位于壳12中的导电天线元件的工作不被干扰。在其他情况下,壳12可以由金属元件形成。

[0030] 如果需要,设备10可以具有诸如显示器14的显示器。显示器14可以例如是结合有电容性触摸电极的触摸屏。显示器14可以包括由发光二极管(LED)、有机LED(OLED)、等离子单元、电子墨水元件、液晶显示(LCD)部件、或其他适当图像像素结构形成的图像像素。盖玻璃(cover glass)部件可以覆盖显示器14的表面。诸如按钮19的按钮可以穿过该玻璃中的开口。

[0031] 壳12可以包括诸如侧壁结构16的侧壁结构。结构16可以利用导电材料实现。例如,结构16可以利用基本上围绕显示器14的矩形外周的导电环部件实现。结构16可以由诸如不锈钢、铝、或其他适当材料形成。一个、两个或多于两个的单独的结构可以被用于形成结构16。结构16可以用作将显示器14固定至设备10的正面(顶面)的边框。结构16因此有时在此被称作边框结构16或边框16。边框16围绕设备10和显示器14的矩形外周。

[0032] 边框16可以具有大约0.1mm至3mm(作为示例)的厚度(尺寸TT)。边框16的侧壁部分可以基本上垂直(平行于垂直轴V)。平行于轴V,边框16可以具有大约1mm至2cm(作为示例)的尺寸TZ。边框16的纵横比R(即,TZ与TT之比)通常大于1(即,R可以大于或等于1,大于或等于2,大于或等于4,大于或等于10,等等)。

[0033] 边框16不一定具有相同的截面。例如,如果需要,边框16的上部可以具有向内突出的凸缘(lip),其帮助将显示器14保持在适当位置。如果需要,边框16的下部可以还具有增大的凸缘(例如,在设备10后表面的平面中)。在图1的示例中,边框16具有基本上笔直的垂直侧壁。这仅是示例性的。边框16的侧壁可以被弯曲或可以具有任何其他适当形状。

[0034] 显示器14包括导电结构,诸如电容性电极阵列、用于寻址像素元件的导电线、驱动电路等。这些导电结构往往会阻挡射频信号。因此可能期望由诸如塑料的电介质材料形成设备的部分或全部后平坦表面。

[0035] 边框16的一些部分可以设置有缝隙结构。例如,边框16可以设置有诸如缝隙18

的一个或多个缝隙,如图 1 所示。缝隙 18 沿设备 10 的壳和显示器 12 的外周布置,因此有时被称作外周缝隙。缝隙 18 分割边框 16(即,在缝隙 18 中,通常没有边框 16 的导电部分)。

[0036] 如图 1 中所示,缝隙 18 可以填充有电介质。例如,缝隙 18 可以填充有空气。为了有助于为设备 10 提供光滑不间断的外观并且保证边框 16 外观上吸引人,缝隙 18 可以填充有固态(非空气)电介质,例如塑料。边框 16 和诸如缝隙 18 的缝隙(及其相关的塑料填充结构)可以形成设备 10 中的一个或多个天线的一部分。例如,边框 16 和诸如缝隙 18 的缝隙的一些部分与内部导电结构一起形成一个或多个环形天线。内部导电结构可以包括印刷电路板结构、框架部件或其他支撑结构,或其他适当的导电结构。

[0037] 在典型的情况下,设备 10 可以具有上天线和下天线(作为示例)。上天线可以例如形成在设备 10 的在区域 22 中的上端。下天线可以例如形成在设备 10 的在区域 20 中的下端。

[0038] 下天线可以例如部分由边框 16 在缝隙 18 附近的部分形成。

[0039] 设备 10 中的天线可以被用来支持任何感兴趣的通信频带。例如,设备 10 可以包括用于支持局域网通信、语音和数据蜂窝电话通信、全球定位系统(GPS)通信、**蓝牙**®通信等的天线结构。例如,在设备 10 的区域 20 中的下天线可以被用于处理在一个或多个蜂窝电话频带中的语音和数据通信。

[0040] 图 2 中示出了示例性电子设备的示意图。图 2 的设备 10 可以是便携式计算机,诸如:便携式平板计算机、移动电话、具有媒体播放器功能的移动电话、手持计算机、遥控器、游戏机、全球定位系统(GPS)设备、这些设备的组合,或任何其他适当的便携式电子设备。

[0041] 如图 2 所示,手持设备 10 可以包括存储和处理电路 28。存储和处理电路 28 可以包括存储设备,例如硬盘驱动存储设备、非易失性存储器(例如,闪存或其他用于形成固态驱动器的电可编程只读存储器)、易失性存储器(例如,静态或动态随机存取存储器)等。存储和处理电路 28 中的处理电路可以被用于控制设备 10 的操作。该处理电路可以基于一个或多个微处理器、微控制器、数字信号处理器、专用集成电路等。

[0042] 存储和处理电路 28 可以用于在设备 10 上运行软件,例如互联网浏览应用、网络电话(VOIP)电话呼叫应用、电子邮件应用、媒体重放应用、操作系统功能等。为了支持与外部设备的交互,存储和处理电路 28 可以被用于执行通信协议。可以使用存储和处理电路 28 执行的通信协议包括互联网协议、无线局域网协议(例如,IEEE802.11 协议-有时被称作 **WiFi**®)、用于其它短距离无线通信链路的协议(例如**蓝牙**®协议)、蜂窝电话协议等。

[0043] 输入-输出电路 30 可以被用于允许将数据提供至设备 10 以及允许将数据从设备 10 提供至外部设备。诸如触摸屏和其他用户接口的输入-输出设备 32 是输入-输出电路 30 的示例。输入-输出设备 32 还包括用户输入-输出设备,例如按钮、操纵杆、点拨轮、滚动轮、触摸板、小键盘、键盘、麦克风、相机等。用户能够通过这些用户输入设备提供命令,从而控制设备 10 的操作。显示和音频设备,诸如显示器 14(图 1)和呈现视觉信息和状态数据的其他部件,可以包括在设备 32 中。输入-输出设备 32 中的显示和音频部件还可以包括诸如扬声器和其他用于产生声音的设备的音频设备。如果需要,输入-输出设备 32 可以包括音频-视频接口设备,例如插孔和其他用于外部耳机和监视器的连接器。

[0044] 无线通信电路 34 可以包括由一个或多个集成电路形成的射频(RF)收发器电路、功率放大器电路、低噪声输入放大器、无源 RF 部件、一个或多个天线、以及其他用于处理 RF

无线信号的电路。无线信号也可以使用光（例如，使用红外通信）来发送。无线通信电路 34 可以包括用于处理多个射频通信频带的射频收发器电路。例如，电路 34 可以包括收发器电路 36 和 38。收发器电路 36 可以处理用于 **WiFi**[®] (IEEE 802.11) 通信的 2.4GHz 和 5GHz 频带，以及可以处理 2.4GHz **蓝牙**[®] 通信频带。电路 34 可以使用蜂窝电话收发器电路 38，用于处理蜂窝电话频带（例如 850MHz、900MHz、1800MHz 和 1900MHz 的 GSM 频带）以及 2100MHz 数据频带（作为示例）中的无线通信。如果需要，无线通信电路 34 可以包括用于其它短距离和长距离无线链路的电路。例如，无线通信电路 34 可以包括全球定位系统 (GPS) 接收设备、用于接收无线电和电视信号的无线电路、寻呼电路等。在 **WiFi**[®] 和 **蓝牙**[®] 链路以及其他短距离无线链路中，无线信号通常被用于在几十或几百英尺的范围内传递数据。在蜂窝电话链路和其他长距离链路中，无线信号通常被用于在几千英尺或英里的范围内传递数据。

[0045] 无线通信电路 34 可以包括天线 40。天线 40 可以使用任何适当天线类型来形成。例如，天线 40 可以包括具有谐振元件的天线，谐振元件由环形天线结构、贴片天线结构、倒 F 天线结构、开槽天线结构、平面倒 F 天线结构、螺旋天线结构、这些设计的混合等等来形成。不同类型的天线可以被用于不同的频带以及频带的组合。例如，一种类型的天线可以用于形成本地无线链路天线，而另一类型的天线可以被用于形成远程无线链路。

[0046] 使用一种适当的布置，在此有时被描述为示例，设备 10 中的下天线（即，位于图 1 的设备 10 的区域 20 中的天线 40）可以使用环形天线设计来形成。当用户握着设备 10 时，用户的手指可能接触设备 10 的外部。例如，用户可能触摸在区域 20 中的触摸设备 10。为了保证天线性能对于用户触摸或其它外部物体的接触的存在与否不过度敏感，环形天线可以使用在缝隙 18 附近不过度集中电场的布置来馈电。

[0047] 图 3 中示出了沿图 1 中的线 24-24 截取并从方向 26 观察的图 1 中设备 10 的截面侧视图。如图 3 所示，显示器 14 可以使用边框 16 安装至设备 10 的前表面。壳 12 可以包括由边框 16 形成的侧壁以及由诸如平坦的后壳结构 42 形成的一个或多个后壁。结构 42 可以由诸如塑料之类的电介质或其他适当的材料形成。扣件 (snap)、夹子、螺钉、粘合剂以及其他结构可以被用于将边框 16 附接至显示器 14 以及后壳壁结构 42。

[0048] 设备 10 可以包含诸如印刷电路板 46 的印刷电路板。印刷电路板 46 和设备 10 中的其他印刷电路板可以由刚性印刷电路板材料（例如，玻璃纤维填充的环氧树脂）或诸如聚合物之类的柔性材料片形成。柔性印刷电路板（“柔性电路”）可以例如由聚酰亚胺柔性片形成。

[0049] 印刷电路板 46 可以包含诸如互连部 48 的互连部。互连部 48 可以由导电迹线 (trace)（例如，镀金铜或其他金属的迹线）形成。诸如连接器 50 的连接器可以使用焊料或导电粘结剂（作为示例）连接到互连部 48。集成电路、诸如电阻器、电容器和电感器的分立元件以及其他电子部件可以安装至印刷电路板 46。

[0050] 天线 40 可以具有天线馈电端子。例如，天线 40 可以具有诸如正天线馈电端子 58 的正天线馈电端子，以及诸如接地天线馈电端子 54 的接地天线馈电端子。在图 3 的示例性布置中，诸如同轴电缆 52 的传输线路径可以通过连接器 50 和互连部 48 耦接在由端子 58 和 54 形成的天线馈电部分和部件 44 中的收发器电路之间。部件 44 可以包括实现图 2 的收发器电路 36 和 38 的一个或多个集成电路。连接器 50 可以例如是同轴电缆连接器，其连

接至印刷电路板 46。电缆 52 可以是同轴电缆或其他传输线。端子 58 可以耦接到同轴电缆中心连接器 56。端子 54 可以连接到电缆 52 中的接地导体（例如，导电的外编织导体）。如果需要，其他布置可以被用于将设备 10 中的收发器耦接至天线 40。图 3 的布置仅是示例性的。

[0051] 如图 3 的截面视图清晰表示的，由边框 16 形成的壳 12 的侧壁可以相对很高。同时，可用于在设备 10 的下端的区域 20 中形成天线的面积量可能被限制，尤其是在紧凑型设备中。被期望用于形成天线的紧凑大小可能难以形成在期望的通信频带中谐振的足够大小的槽型天线形状。边框 16 的形状可能趋于降低传统的平面倒 F 天线的效率。如果需要，诸如此类的挑战可以使用天线 40 的环形设计来解决。

[0052] 以图 4 的天线布置为例。如图 4 所示，天线 40 可以形成在设备 10 的区域 20 中。如结合图 1 所述的，区域 20 可以位于设备 10 的下端。导电区域 68，有时被称作接地平面或接地平面元件，可以由一个或多个导电结构形成（例如，印刷电路板 46 上的平面导电迹线、设备 10 中的内部结构元件、板 46 上的电子部件 44、安装在板 46 上的射频屏蔽罩、等等）。区域 66 中的导电区域 68 有时被称作形成用于天线 40 的“接地区域”。图 4 的导电结构可以通过边框 16 来形成。区域 70 有时被称作接地平面延伸。缝隙 18 可以形成在该导电边框部分中（如图 1 所示）。

[0053] 接地平面延伸 70（即，边框 16 的部分）以及接地区域 68 中沿着区域 68 的边缘 76 的部分形成围绕开口 72 的导电环。开口 72 可以由空气、塑料或其他固态电介质形成。如果需要，开口 72 的轮廓可以是弯曲的，可以具有多于 4 个直线段，和 / 或可以由导电部件的轮廓来限定。图 4 中的矩形电介质区域 72 仅是示例性的。

[0054] 如果需要，图 4 的导电结构可以通过将射频收发器 60 耦接为跨接接地天线馈电端子 62 和正天线馈电端子 64 来馈电。如图 4 中所示，在该种类型的布置中，天线 40 的馈电部分不位于缝隙 18 的附近（即，馈电端子 62 和 64 位于开口 72 的横向中心分割线 74 的左侧，而缝隙 18 沿设备 10 的右手侧位于分割线 74 的右侧）。尽管这种类型的布置在一些情况下可以令人满意，但是将天线馈电端子定位在图 4 的端 62 和 64 的位置处的天线馈电布置趋于加强缝隙 18 附近的射频天线信号的电场强度。如果用户在方向 78 上移动手指 80 而恰好将诸如手指 80 之类的外部物体放置在缝隙 18 的附近（例如，当在用户的手中抓住设备 10 时），则用户手指的存在可能干扰天线 40 的工作。

[0055] 为了保证天线 40 不对触摸过度敏感（即，减小天线 40 对涉及设备 10 的用户的手以及其他外部物体的触摸事件的敏感度），天线 40 可以使用位于缝隙 18 附近的天线馈电端子（例如，如图 4 例子中的正天线馈电端子 58 和接地天线馈电端子 54 所示）来馈电。当天线馈电部分位于线 74 的右侧时，更具体地，当天线馈电部分靠近缝隙 18 时，在缝隙 18 处产生的电场趋于减小。这有助于最小化天线 40 对于用户的手的存在敏感度，确保令人满意的交互，而不论外部物体是否与缝隙 18 附近的设备 10 接触。

[0056] 在图 4 的布置中，天线 40 被串馈。图 5 中示出了图 4 中所示类型的串馈环形天线的示意图。如图 5 所示，串馈环形天线 82 可以具有环形导电路径，例如环 84。由正传输线导体 86 和接地传输线导体 88 构成的传输线可以分别耦接至天线馈电端子 58 和 54。

[0057] 有效使用图 5 中所示类型的串馈馈电布置可能是具有挑战性的。例如，可能期望在覆盖 850MHz 和 900MHz GSM 子频带的较低频带和覆盖 1800MHz 和 1900MHz GSM 子频带以

及 2100MHz 数据子频带的较高频带中操作环形天线。这种类型的布置可以被认为是双频带布置（例如，第一频带的 850/900，以及第二频带的 1800/1900/2100），或可以被认为具有 5 个频带（850, 900, 1800, 1900 和 2100）。在诸如此类的多频带布置中，诸如图 5 的环形天线 82 的串馈天线可能在高频通信频带比在低频通信频带表现出基本上更好的阻抗匹配。

[0058] 图 6 中示出的驻波比 (SWR) 相对于频率的曲线示出了这种效果。如图 6 所示，SWR 曲线 90 可以在高频带频率 f_2 处呈现满意的谐振峰（峰 94）（例如，以覆盖 1800MHz、1900MHz 以及 2100MHz 的子频带）。然而，当天线 40 被串馈时，SWR 曲线 90 可能在以频率 f_1 为中心的低频频带中呈现相对差的性能。例如，针对图 5 的串馈环形天线 82 的 SWR 曲线 90 可以由弱的谐振峰 96 来表征。如该示例所展示的，串馈环形天线可以在 f_2 的较高频带中为传输线 52（图 3）提供满意的阻抗匹配，但是可能无法在较低频带 f_1 中为传输线 52（图 3）提供满意的阻抗匹配。

[0059] 更加满意的性能水平（由低频带谐振峰 92 表示）可以使用具有适当阻抗匹配特性的并馈布置来获得。

[0060] 图 7 中示意性示出了示例性并馈环形天线。如图 7 所示，并馈环形天线 90 可以具有诸如环 92 的导体环。图 7 示例中的环 92 示出为圆形。这仅是示例性的。如果需要，环 92 可以具有其他形状（例如，矩形形状、具有曲边和直边的形状、具有不规则边界的形状、等等）。传输线 TL 可以包括正信号导体 94 和接地信号导体 96。路径 94 和 96 可以包含在同轴电缆中、柔性电路以及刚性印刷电路板上的微带传输线中，等等。传输线 TL 可以使用正天线馈电端子 58 和接地天线馈电端子 54 耦接到天线 90 的馈电部分。电元件 98 可以桥接端子 58 和 54，从而“闭合”由路径 92 形成的环。当该环以该方式闭合时，元件 98 被夹置在形成环 92 的导电路径中。诸如图 7 的环形天线 90 的并馈环形天线的阻抗可以通过适当选择元件 98 和其他电路（如果需要）（例如，夹置在诸如线 94 或线 96 的馈线之一中的电容器或其他元件）来进行调节。

[0061] 元件 98 可以由一个或多个电部件形成。可用作所有或部分元件 98 的部件包括电阻器、电感器和电容器。所期望的用于元件 98 的电阻、电感和电容可以使用集成电路、使用分立部件、和 / 或使用不是分立部件或集成电路一部分的电介质和导电结构来形成。例如，电阻可以使用电阻金属合金的细线形成，电容可以通过将两个导电板彼此靠近并由电介质隔开而形成，以及电感可以通过在印刷电路板上创建导电路径来形成。这些类型的结构可以被称作电阻器、电容器和 / 或电感器，或者可以被称作电容天线馈电结构、电阻天线馈电结构和 / 或电感天线馈电结构。

[0062] 图 8 中示出了天线 40 的示例性配置，其中图 7 的示意图中的部件 98 已经使用电感器来实现。如图 8 所示，环 92（图 7）可以使用导电区域 70 和区域 68 中沿着开口 72 的边缘 76 的导电部分来实现。图 8 的天线 40 可以使用正天线馈电端子 58 和接地天线馈电端子 54 来馈电。端子 54 和 58 可以位于缝隙 18 的附近以减小缝隙 18 中的电场集中度，并进而减小天线 40 对触摸事件的敏感度。

[0063] 电感器 98 的存在可以至少部分地帮助传输线 52 的阻抗与天线 40 的匹配。如果需要，电感器 98 可以使用诸如表面安装技术 (SMT) 电感器的分立部件来形成。电感器 98 的电感还可以使用图 9 所示类型的布置来实现。使用图 9 的布置，并馈环形天线 40 的环导体可以具有平行于接地平面边缘 GE 的电感段 SG。段 SG 可以例如是在印刷电路板上的

导电迹线或其他导电元件。电介质开口 DL(例如,空气填充或塑料填充的开口)可以将地 68 的边缘部分 GE 与导电环部分 70 的段 SG 分开。段 SG 可以具有长度 L。段 SG 以及相关的地 GE 形成了具有相关联的电感的传输线(即,段 SG 和地 GE 形成电感器 98)。电感器 98 的电感与馈电端子 54 和 58 并联,因此形成图 8 所示类型的并联电感调谐元件。因为图 9 的电感元件 98 是使用传输线结构形成的,所以与分立的电感器被用于桥接馈电端子的布置相比,图 9 的电感元件 98 可以引入更小的损耗。例如,传输线电感元件 98 可以保持高频带性能(如图 6 的满意的谐振峰 94 所示),而分立的电感器可能降低高频带性能。

[0064] 电容调谐也可以用来改进天线 40 的阻抗匹配。例如,图 10 的电容器 100 可以与同轴电缆 52 的中心导体 56 串联,或者其他适当布置可以被用于在天线馈电部分中引入串联电容。如图 10 所示,电容器 100 可以夹置在同轴电缆中心导体 56 中或夹置在位于传输线 52 的一端和正天线馈电端子 58 之间的其他导电结构中。电容器 100 可以由一个或多个分立部件(例如 SMT 部件)、由一个或多个电容结构(例如,由电介质隔开的重叠的印刷电路板迹线等)、印刷电路板或其他基板上的导电迹线之间的横向缝隙等形成。

[0065] 图 10 的环形天线 40 的导电环由导电结构 70 和接地导电结构 66 的沿边缘 76 的导电部分形成。环路电流还可以通过接地平面 68 的其他部分,如电流路径 102 所示。正天线馈电端子 58 连接到环形路径的一端,而接地天线馈电端子 54 连接到环形路径的另一端。电感器 98 桥接图 10 的天线 40 的端子 54 和 58,从而天线 40 形成具有桥接电感(以及来自电容器 100 的串联电容)的并馈环形天线。

[0066] 在天线 40 的工作过程中,具有不同长度的多个电路路径 102 可以通过接地平面 68 形成。这可以有助于拓宽天线 40 在感兴趣频带中的频率响应。诸如并联电感 98 和串联电容 100 的调谐元件的存在可以有助于形成用于天线 40 的有效阻抗匹配电路,其使得天线 40 在高频带和低频带中都能高效率地工作(例如,从而,天线 40 呈现图 6 的高频带谐振峰 94 和图 6 的低频带谐振峰 92)。

[0067] 图 11 中示出简化的史密斯圆图,其示出了诸如电感器 98 和电容器 100 之类的调谐元件对并馈环形天线 40 的可能的影响。在圆图 104 中心处的点 Y 表示传输线 52 的阻抗(例如,天线 40 要匹配的 50 欧姆同轴电缆阻抗)。天线 40 的阻抗在低频带和低频带都靠近点 Y 的配置将呈现令人满意的工作。

[0068] 使用图 10 的并馈天线 40,高频带匹配对于电感元件 98 和电容器 100 的存在与否相对不敏感。然而,这些部件可以显著影响低频带阻抗。以没有电感器 98 也没有电容器 100 的天线配置为例(即图 4 所示类型的并馈环形天线)。在该种类型的配置中,低频带(例如,在图 6 的频率 f_1 处的频带)可以由圆图 104 上的点 X1 所代表的阻抗表征。当诸如图 9 的并联电感 98 的电感器被添加至天线时,天线在低频带的阻抗可以由圆图 104 的点 X2 来表征。当诸如电容器 100 的电容器被添加至天线时,天线可以如图 10 中所示配置。在这种类型的配置中,天线 40 的阻抗可以由圆图 104 的点 X3 来表征。

[0069] 在点 X3,天线 40 在高频带(在图 6 中以频率 f_2 为中心的频率)以及低频带(在图 6 中以频率 f_1 为中心的频率)都与电缆 50 的阻抗良好匹配。这可以使得天线 40 能够支持所需要的感兴趣的通信频带。例如,这种匹配布置可以使得诸如图 10 的天线 40 的天线能够在诸如 850MHz 和 900MHz 的通信频带(共同形成在频率 f_1 处的低频带区域)以及 1800MHz、1900MHz 和 2100MHz(共同形成在频率 f_2 处的高频带区域)的通信频带等通信频

带中工作。

[0070] 此外,点 X3 的布置有助于保证由于触摸事件导致的失谐被最小化。当用户在天线 10 的附近触摸设备 10 的壳 12 时,或者当其他外部物体与天线 40 紧密邻近时,这些外部物体影响天线的阻抗。特别地,这些外部物体可能趋于对天线阻抗引入电容性阻抗的贡献。对天线阻抗的这种类型的贡献的影响趋于使天线的阻抗从点 X3 移向 X4,如图 11 中圆图 104 的线 106 所示。由于点 X3 的原始位置,所以点 X4 不会离最佳点 Y 太远。因此,天线 40 可以在多种情况下表现令人满意的工作(例如,当设备 10 被触摸时,当设备 10 没有被触摸时,等等)。

[0071] 尽管对于各种天线配置,图 11 的示意图将阻抗表示为点,但是由于天线阻抗的频率依赖性,天线阻抗典型地由点的集合(例如,圆图 104 上的曲线段)来表示。然而,圆图 104 的全部表现代表天线在感兴趣频率处的表现。使用曲线段来表示频率依赖的天线阻抗已经从图 11 中被省略,以避免使该图过分复杂。

[0072] 根据一个实施例,提供一种在具有外周的电子设备中的并馈环形天线,包括:至少部分由沿所述外周布置的导电结构形成的导电环形路径;夹置在所述导电环形路径中的电感器;以及由所述电感器桥接的第一天线馈电端子和第二天线馈电端子。

[0073] 根据另一个实施例,提供一种并馈环形天线,其中所述导电环形路径的所述导电结构至少部分由围绕所述电子设备的所述外周的导电边框形成。

[0074] 根据另一个实施例,提供一种并馈环形天线,其中所述导电边框包含缝隙。

[0075] 根据另一个实施例,提供一种并馈环形天线,其中所述第一天线馈电端子和第二天线馈电端子位于所述缝隙的相对两侧。

[0076] 根据另一个实施例,提供一种并馈环形天线,所述并馈环形天线还包括:在传输线和所述第一天线馈电端子之间传送天线信号的天线馈线;以及夹置在所述天线馈线中的电容器。

[0077] 根据另一个实施例,提供一种并馈环形天线,其中所述电感器包括电感传输线结构。

[0078] 根据另一个实施例,提供一种并馈环形天线,其中所述电感传输线结构包括由接地平面的一部分形成的第一导电结构,以及平行于所述第一导电结构的第二导电结构,其中所述第一导电结构和所述第二导电结构由开口隔开。

[0079] 根据一个实施例,提供一种电子设备,包括:具有外周的壳;沿所述外周布置并且在所述外周上具有至少一个缝隙的导电结构;以及至少部分由所述导电结构形成的天线。

[0080] 根据另一个实施例,提供一种电子设备,所述电子设备还包括显示器,其中所述导电结构包括用于所述显示器的边框。

[0081] 根据另一个实施例,提供一种电子设备,所述电子设备还包括用于所述天线的第一天线馈电端子和第二天线馈电端子,其中所述天线包括并馈环形天线。

[0082] 根据另一个实施例,提供一种电子设备,所述电子设备还包括:基本上矩形的接地平面,其中,所述环形天线的一部分由所述基本上矩形的接地平面形成。

[0083] 根据另一个实施例,提供一种电子设备,其中所述第二天线馈电端子连接到所述基本上矩形的接地平面。

[0084] 根据另一个实施例,提供一种电子设备,所述电子设备还包括:射频收发器电路;

具有正导体和接地导体的传输线,其中所述传输线耦接在所述射频收发器电路和所述第一天线馈电端子和所述第二天线馈电端子之间;以及夹置在所述传输线的所述正导体中的电容器。

[0085] 根据另一个实施例,提供一种电子设备,所述电子设备还包括桥接所述第一天线馈电端子和所述第二天线馈电端子的电感器。

[0086] 根据另一个实施例,提供一种电子设备,其中所述第二天线馈电端子连接到所述基本上矩形的接地平面,并且所述第一天线馈电端子电连接到所述边框。

[0087] 根据一个实施例,提供一种无线电路,包括:接地平面;具有缝隙的导电电子设备边框;

[0088] 填充所述缝隙的固态电介质;以及第一天线馈电端子和第二天线馈电端子,其中所述接地平面、所述边框、所述第一天线馈电端子和所述第二天线馈电端子形成并馈环形天线。

[0089] 根据另一个实施例,提供一种无线电路,所述无线电路还包括电感元件,其中所述电感元件桥接所述第一天线馈电端子和所述第二天线馈电端子。

[0090] 根据另一个实施例,提供一种无线电路,所述无线电路还包括:耦接到所述并馈环形天线并且被配置为在至少第一通信频带和第二通信频带中工作的射频收发器电路。

[0091] 根据另一个实施例,提供一种无线电路,所述无线电路还包括:耦接到所述并馈环形天线并且被配置为在覆盖 850MHz 和 900MHz 处的子频带的第一通信频带和覆盖 1800MHz、1900MHz 和 2100MHz 处的子频带的第二通信频带中工作的射频收发器电路。

[0092] 根据另一个实施例,提供一种无线电路,所述无线电路还包括:与所述第一天线馈电端子串联耦接的电容元件,其中所述第二天线馈电端子连接到所述接地平面。

[0093] 根据一个实施例,提供一种电子设备,包括:具有矩形外周的显示器;射频收发器电路;围绕所述显示器的所述矩形外周并且沿所述外周具有缝隙的导电结构;天线,所述天线包括所述导电结构的具有所述缝隙的部分,并且包括天线馈电端子;以及耦接在所述射频收发器电路和所述天线馈电端子之间的传输线。

[0094] 根据另一个实施例,提供一种电子设备,所述电子设备还包括所述缝隙中的固态电介质。

[0095] 根据另一个实施例,提供一种电子设备,所述电子设备还包括桥接所述天线馈电端子的电感元件。

[0096] 根据另一个实施例,提供一种电子设备,其中所述导电结构包括用于所述显示器的边框。

[0097] 根据另一个实施例,提供一种电子设备,其中所述电感元件包括由开口隔开的接地平面的部分和导电部件。

[0098] 根据另一个实施例,提供一种电子设备,所述电子设备还包括连接至所述天线馈电端子之一的电容元件。

[0099] 根据另一个实施例,提供一种电子设备,所述电子设备还包括连接至所述天线馈电端子中的第一天线馈电端子的电容元件。

[0100] 根据另一个实施例,提供一种电子设备,其中所述传输线包括正导体,并且所述电容元件串联连接在所述正导体和所述第一天线馈电端子之间。

[0101] 根据另一个实施例,提供一种电子设备,其中所述导电结构包括用于所述显示器的边框。

[0102] 根据另一个实施例,提供一种电子设备,所述电子设备还包括:其上安装有部件的印刷电路板,其中所述印刷电路板和所述部件形成接地平面的至少一部分,并且所述天线至少部分地由所述接地平面形成。

[0103] 根据另一个实施例,提供一种电子设备,其中所述第二天线馈电端子包括连接到所述接地平面的接地天线馈电端子。

[0104] 根据另一个实施例,提供一种电子设备,其中所述天线馈电端子中不同于所述第一天线馈电端子的第二天线馈电端子包括连接到所述接地平面的接地天线馈电端子。

[0105] 上述仅仅是说明本发明的原理,本领域的技术人员在不背离本发明的范围和精神的情况下可以进行各种修改。上述实施例可以被单独实施或组合实施。

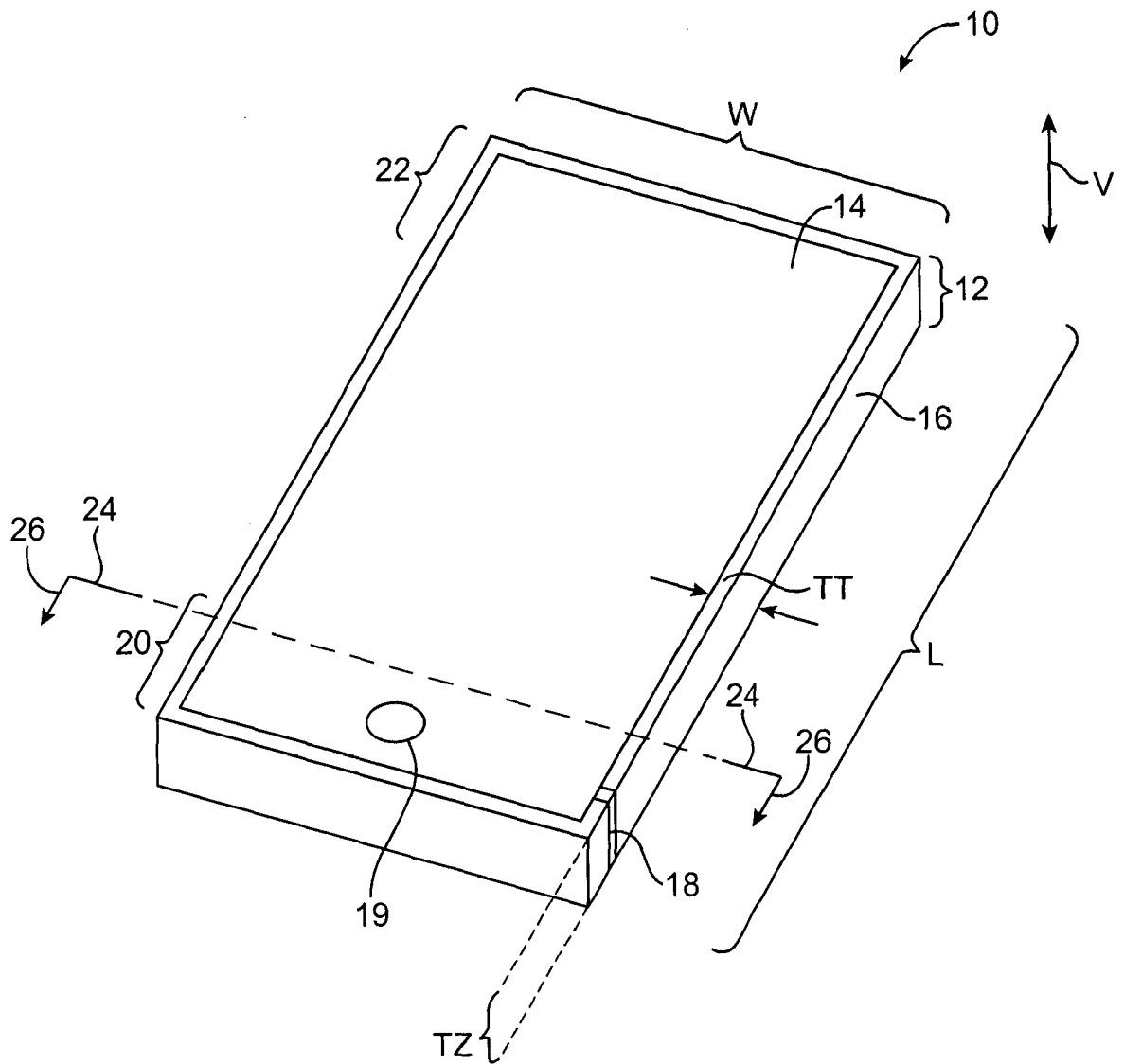


图 1

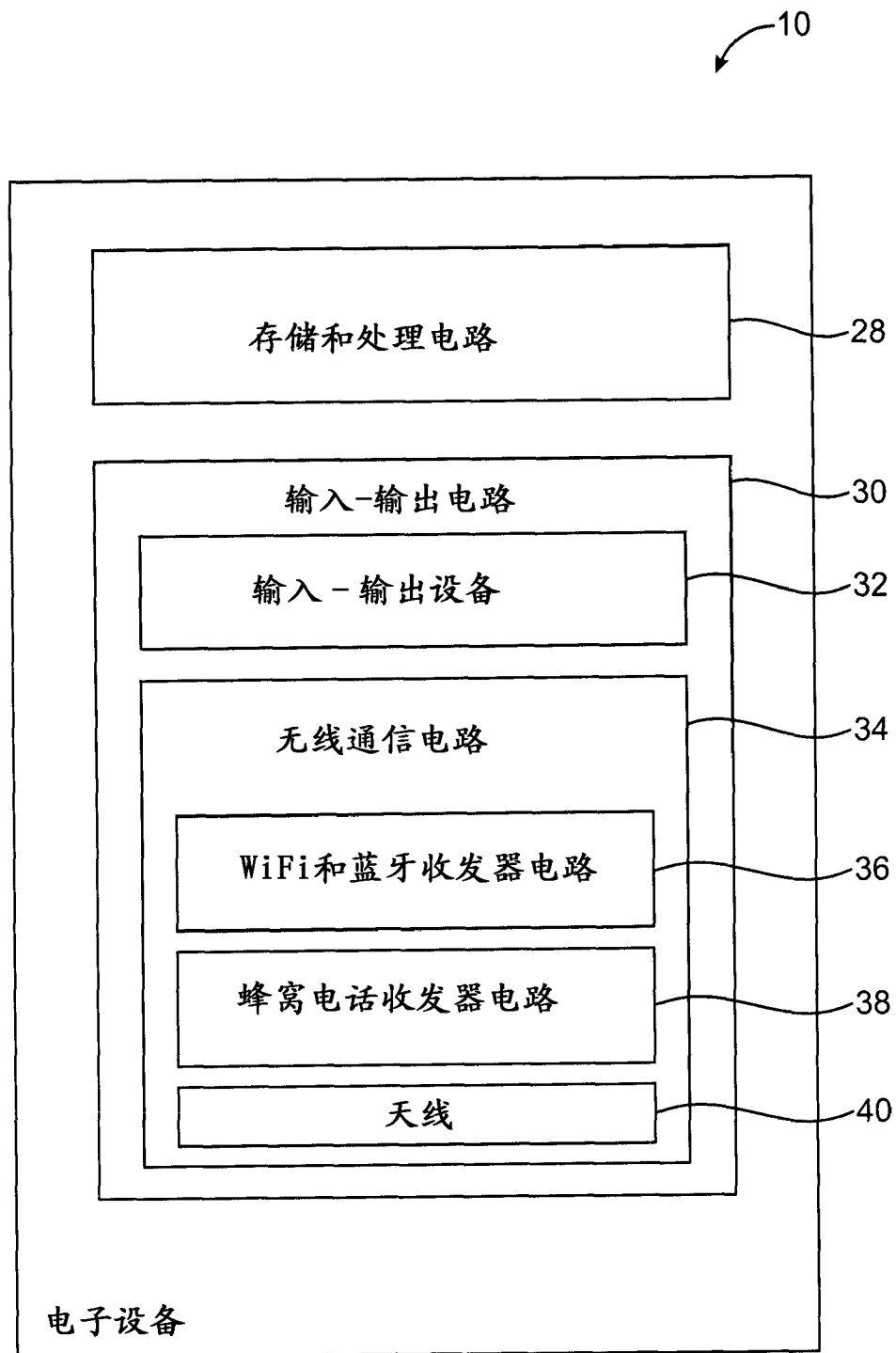


图 2

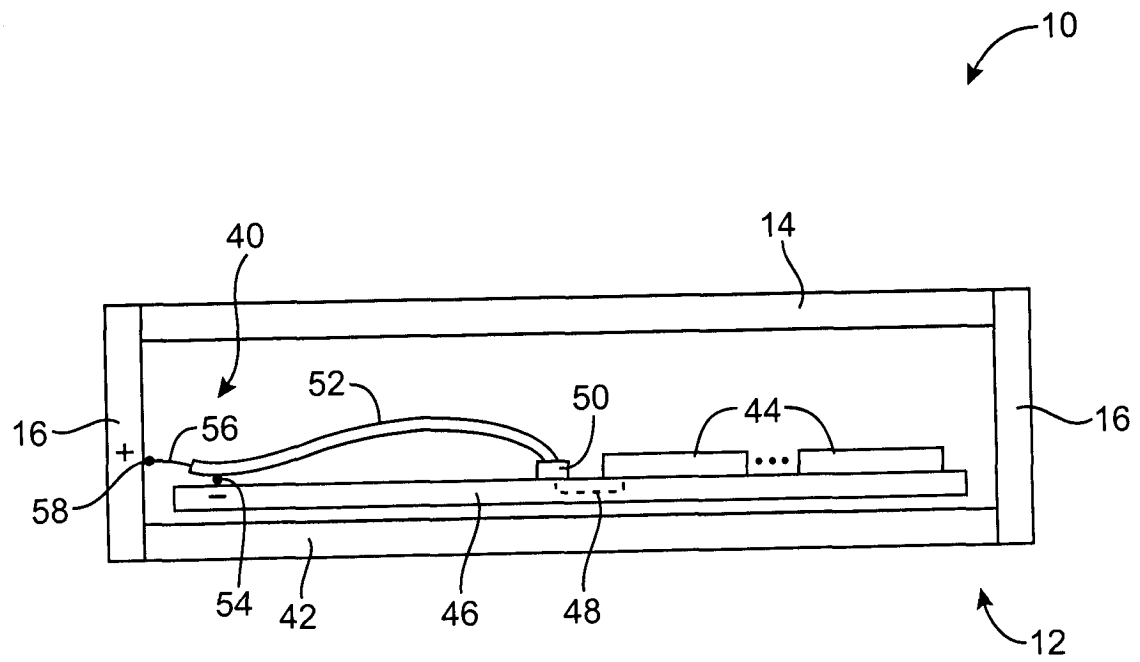


图 3

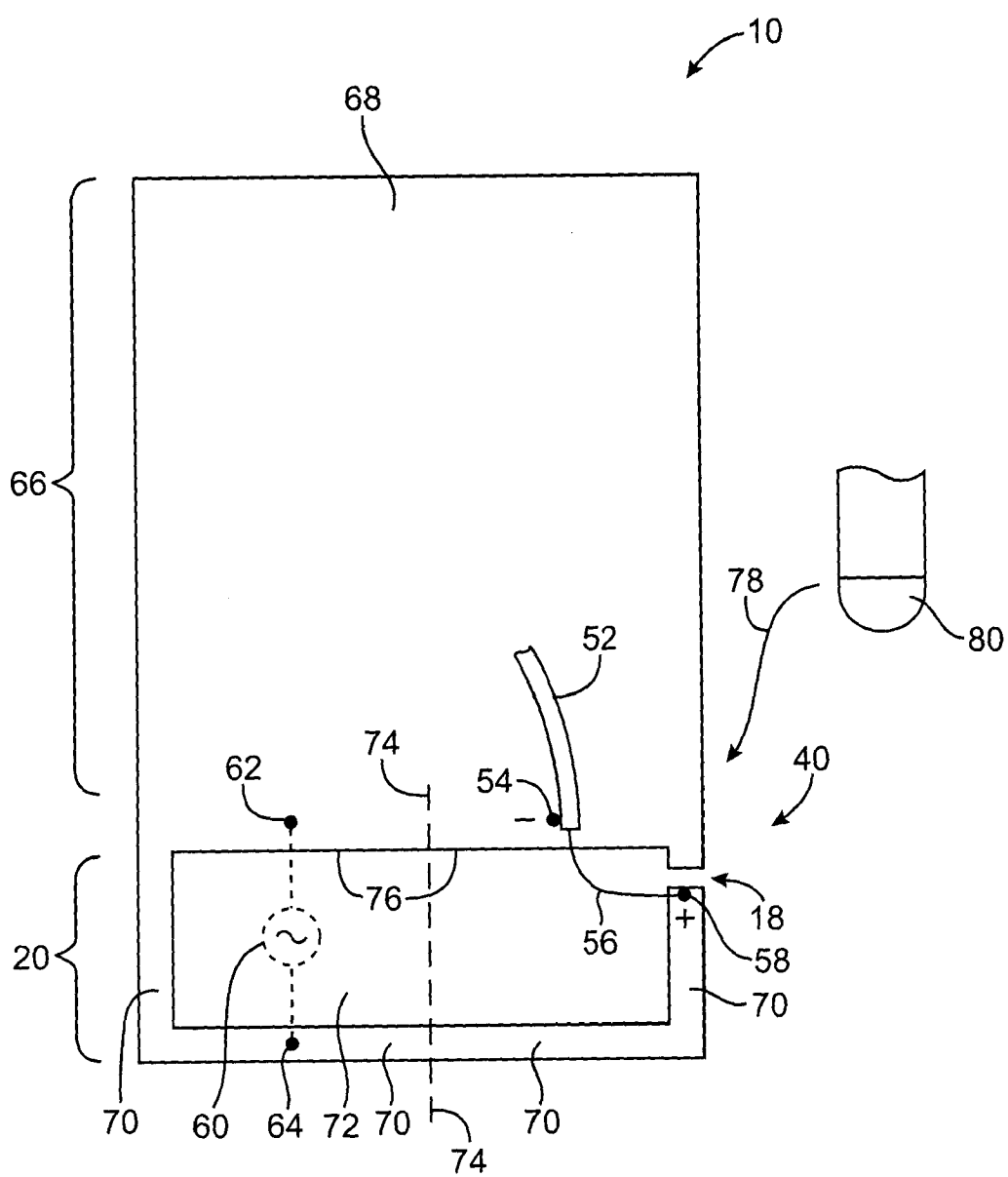


图 4

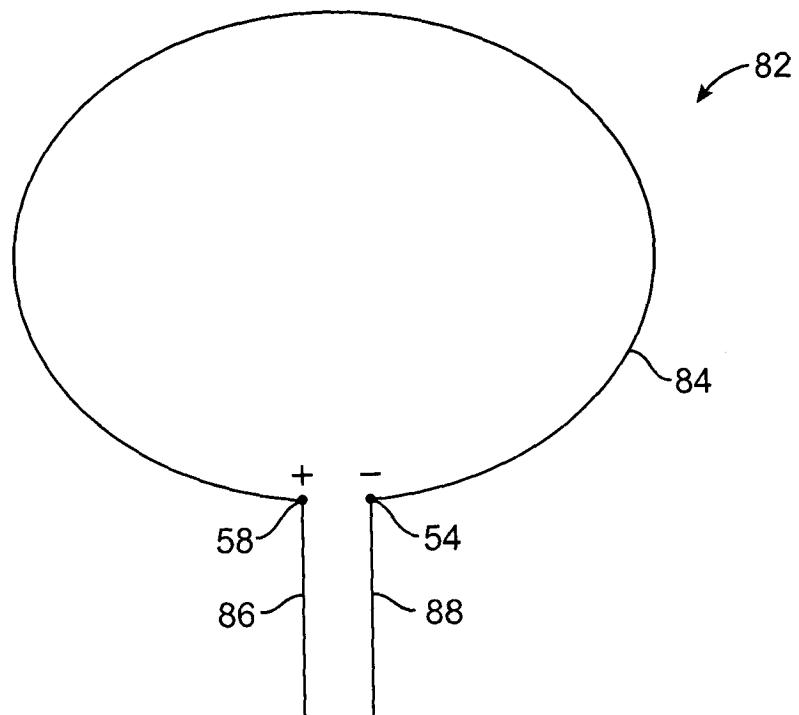


图 5

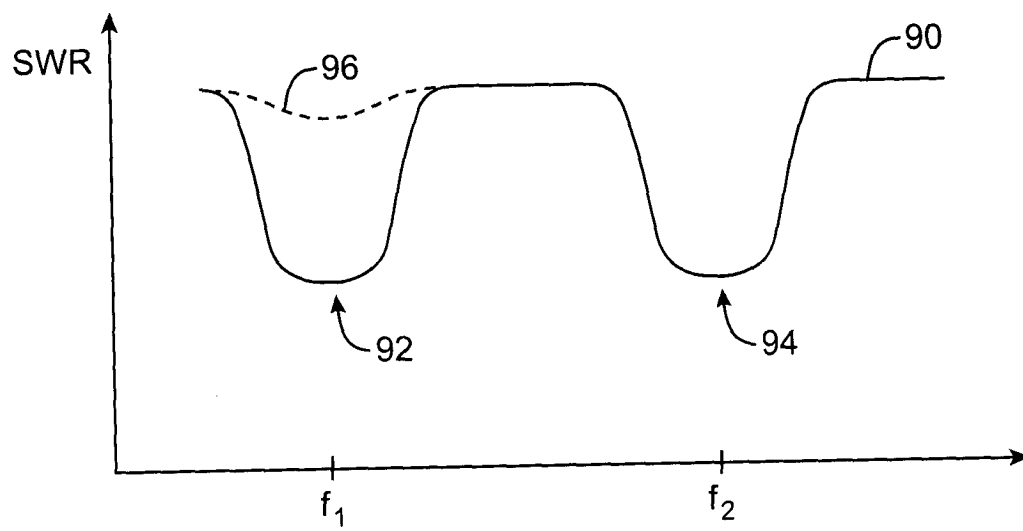


图 6

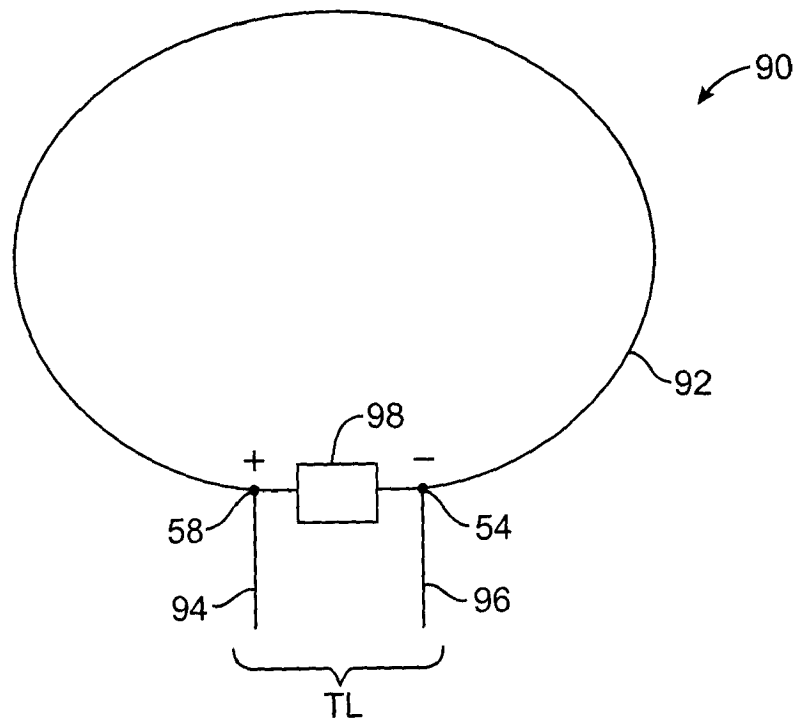


图 7

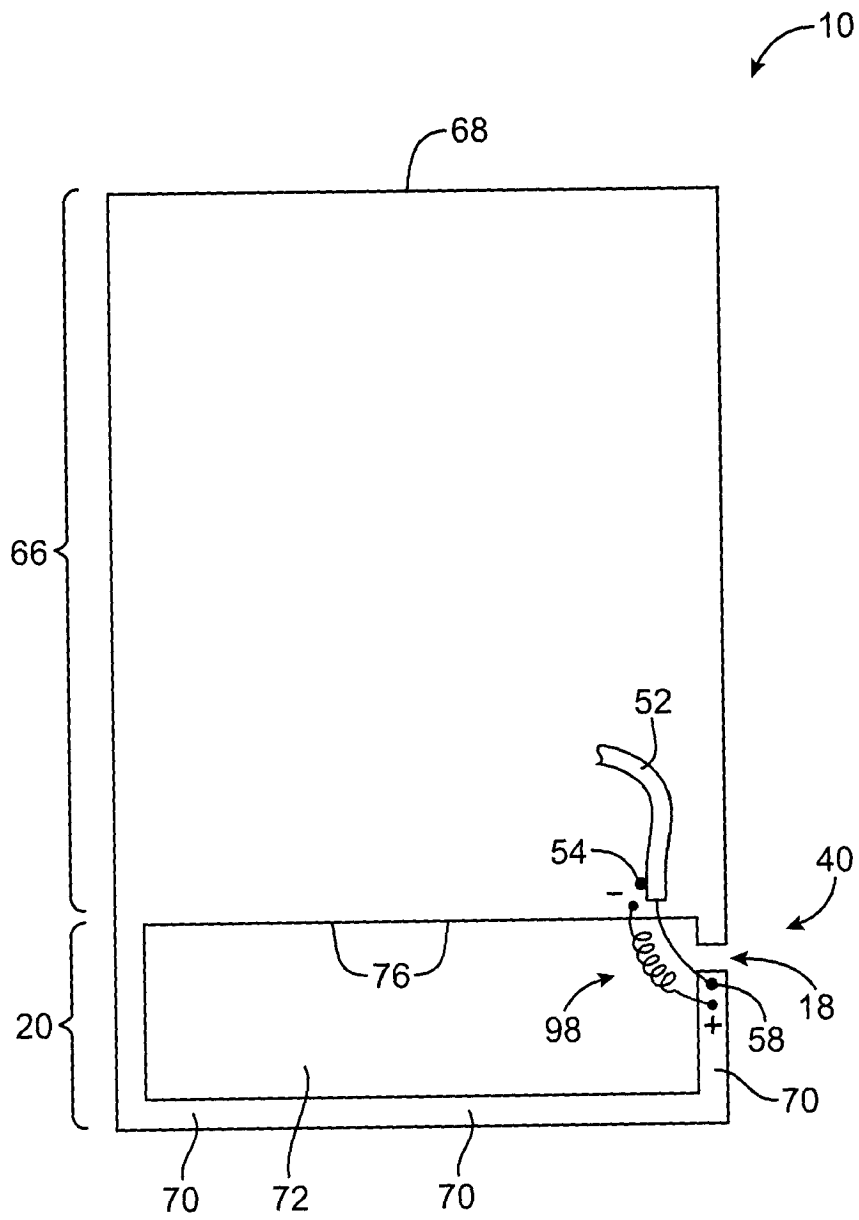


图 8

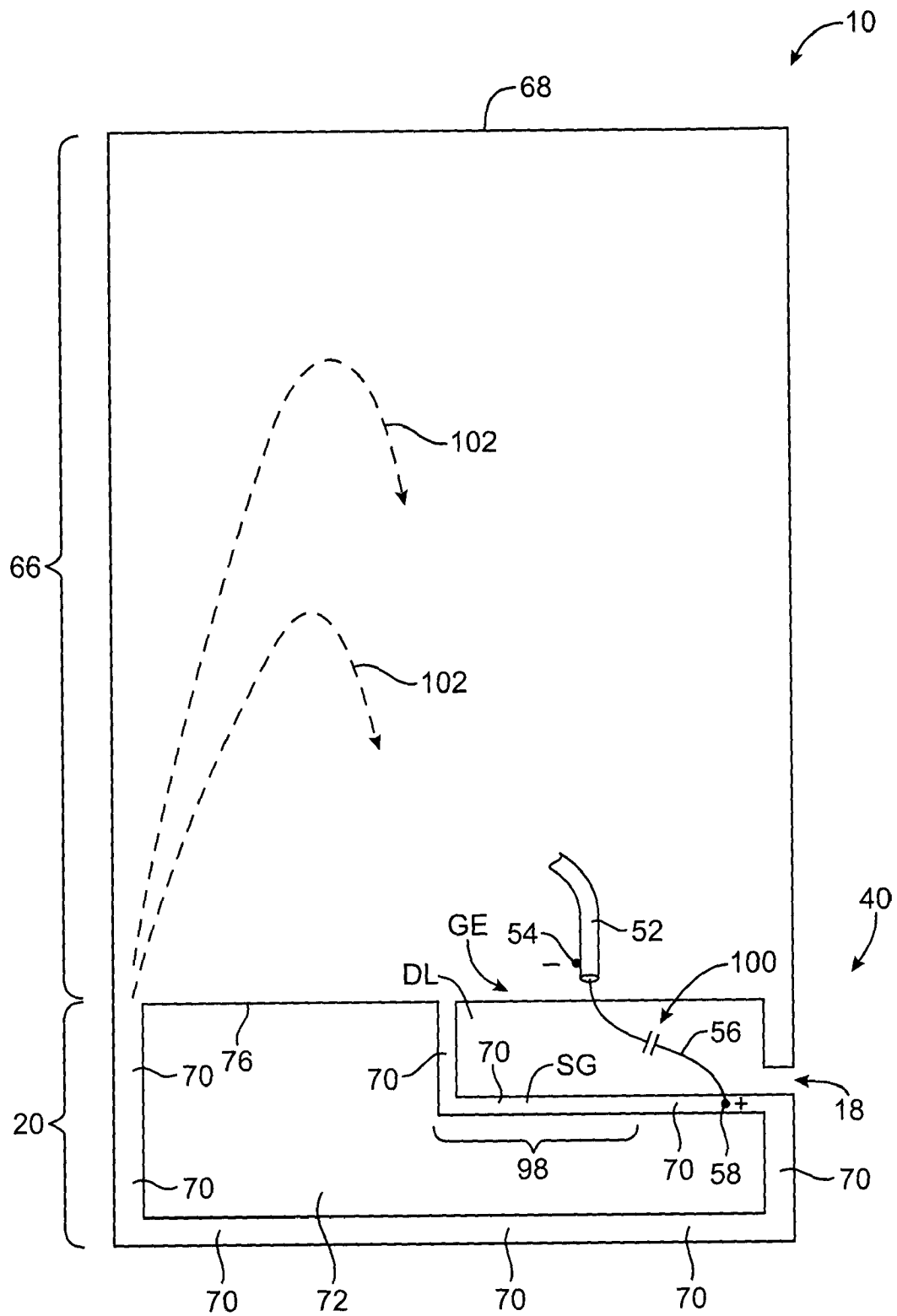


图 10

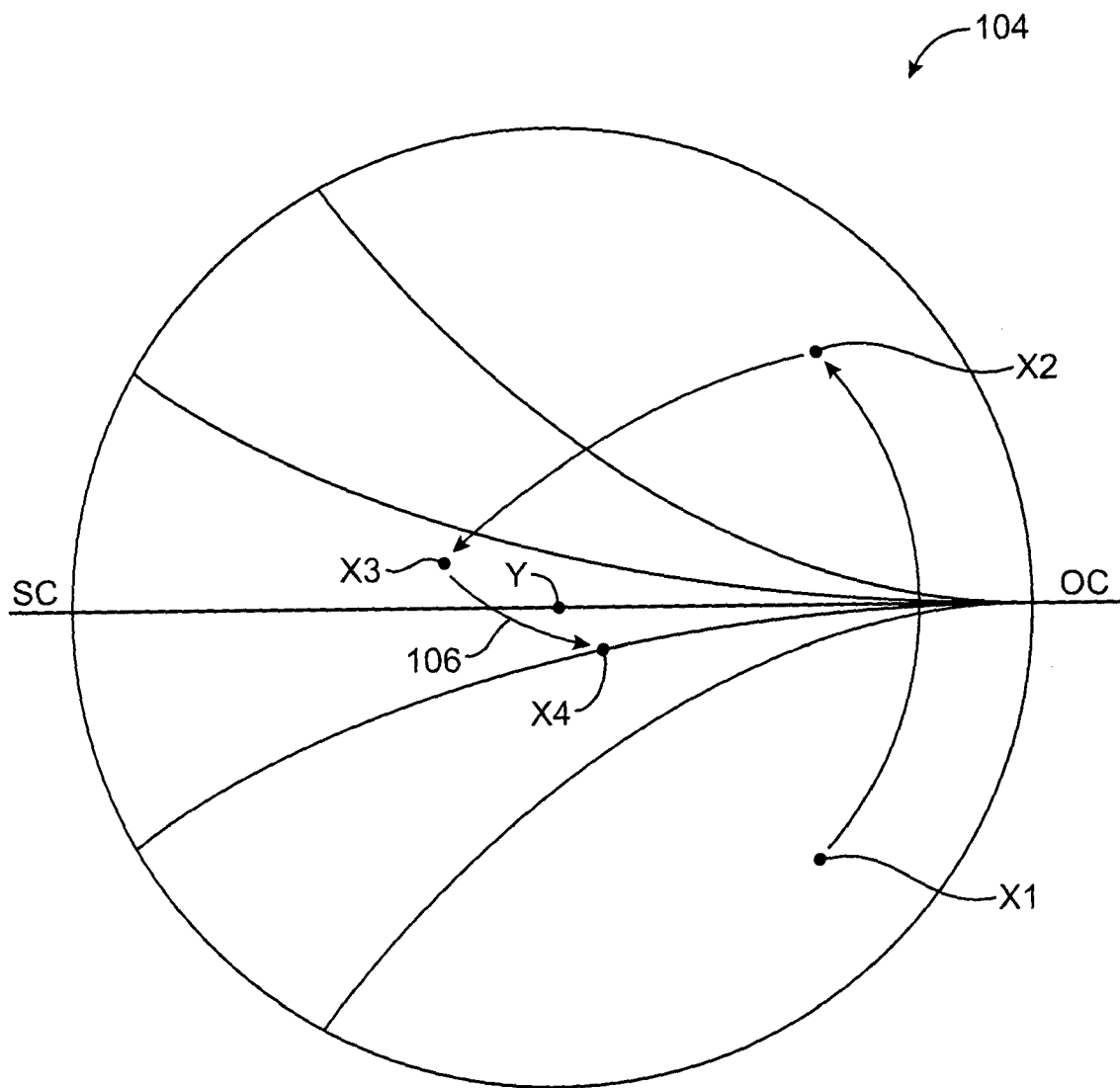


图 11