



(12)发明专利

(10)授权公告号 CN 104428945 B

(45)授权公告日 2017.02.08

(21)申请号 201380035213.1

(22)申请日 2013.06.17

(65)同一申请的已公布的文献号
申请公布号 CN 104428945 A

(43)申请公布日 2015.03.18

(30)优先权数据
13/540,999 2012.07.03 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日
2014.12.31

(86)PCT国际申请的申请数据
PCT/US2013/046115 2013.06.17

(87)PCT国际申请的公布数据
W02014/028118 EN 2014.02.20

(73)专利权人 苹果公司
地址 美国加利福尼亚

(72)发明人 朱江 李青湘 R·A·戈姆桑古洛
M·萨玛尔德泽佳 G·考特斯
R·W·施卢巴

(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 陈新

(51)Int.Cl.
H01Q 1/24(2006.01)
H01Q 9/42(2006.01)
H01Q 1/22(2006.01)

(56)对比文件
US 2004201532 A1,2004.10.14,
CN 1666565 A,2005.09.07,
审查员 许洪岩

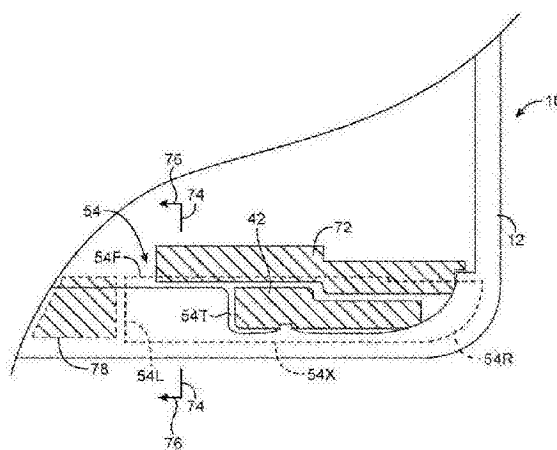
权利要求书2页 说明书9页 附图6页

(54)发明名称

与扬声器集成的天线和用于抑制腔模式的方法

(57)摘要

电子设备可具有用于发射和接收射频信号的扬声器箱(54)天线(40)。扬声器箱天线可由包含扬声器驱动器的中空电介质扬声器箱形成。扬声器箱中与扬声器驱动器相邻的开口可与电子设备导电外壳结构中的扬声器端口开口对准。扬声器箱可被用于形成天线腔的导电结构围绕。导电结构可包括电子设备导电外壳结构的部件。扬声器箱可具有相对的上表面和下表面。金属板可形成上表面和下表面的部分并且可利用导电层诸如金属带条来短接在一起。可为天线选择工作频率,该工作频率抑制不期望的腔模式并增强天线性能。



1. 一种被配置为在电子设备中在从频带下边沿延伸到频带上边沿的频带内工作的腔天线,包括:

扬声器箱;

由围绕所述扬声器箱的导电结构形成的导电天线腔;

位于所述扬声器箱上的天线谐振元件,其中所述导电结构被配置为以低于所述频带下边沿的截止频率截止N阶电磁模式并且以高于所述频带上边沿的截止频率截止N+1阶电磁模式,其中所述扬声器箱具有包含相应的第一金属板和第二金属板的相对的上表面和下表面;和

导电层,所述导电层将所述第一金属板电连接到所述第二金属板。

2. 根据权利要求1所述的腔天线,其中所述导电层包括金属带条。

3. 根据权利要求2所述的腔天线,其中所述导电结构中的至少一部分导电结构包括电子设备金属外壳结构。

4. 根据权利要求3所述的腔天线,其中所述导电结构中的至少一部分导电结构包括按钮结构。

5. 根据权利要求4所述的腔天线,其中所述电子设备金属外壳结构具有被配置为形成用于所述扬声器箱的扬声器端口的开口,并且其中所述金属带条具有与所述电子设备金属外壳结构中的所述开口匹配的开口。

6. 一种电子设备,包括:

包括开口的电子设备导电外壳;

腔天线,所述腔天线具有:

扬声器箱,所述扬声器箱被配置为通过所述开口发出声音;

由围绕所述扬声器箱的导电结构形成的导电天线腔,所述导电结构包括所述电子设备导电外壳的至少一部分;以及

位于所述扬声器箱上的天线谐振元件,其中所述导电结构被配置为以低于所述频带下边沿的截止频率截止N阶电磁模式并且以高于所述频带上边沿的截止频率截止N+1阶电磁模式,其中所述扬声器箱为中空并具有围绕中空内部的扬声器箱壁;

位于所述中空内部中的扬声器驱动器;

形成所述扬声器箱壁的一部分的至少一个金属构件;以及

电连接到所述金属构件的金属带的层。

7. 根据权利要求6所述的电子设备,其中所述至少一个金属构件和所述金属带覆盖所述扬声器箱的与所述扬声器驱动器相邻的部分,并且其中所述金属带具有供来自所述扬声器驱动器的声音穿过的开口。

8. 根据权利要求6所述的电子设备,还包括形成所述扬声器箱壁的一部分的至少一个附加金属构件,其中所述扬声器箱具有相对的上表面和下表面,并且其中所述金属构件形成所述上表面的一部分,并且所述附加金属构件形成所述下表面的一部分。

9. 根据权利要求8所述的电子设备,其中所述扬声器箱具有带有相对的第一端部和第二端部的细长形状,并且其中所述扬声器驱动器、所述金属构件和所述附加金属构件的位置更靠近所述第一端部而不是所述第二端部。

10. 根据权利要求9所述的电子设备,还包括显示器和覆盖所述显示器的显示器覆盖

层。

11. 根据权利要求10所述的电子设备,其中所述显示器覆盖层的一部分与所述扬声器箱重叠,其中所述扬声器箱位于所述电子设备导电外壳的拐角部分中,并且其中所述电子设备导电外壳被配置为与所述扬声器箱上的至少三个壁表面重叠。

12. 根据权利要求6所述的电子设备,其中所述天线谐振元件包括柔性印刷电路天线谐振元件。

13. 一种电子设备,包括:

包括开口的电子设备导电外壳;

腔天线,所述腔天线具有:

扬声器箱,所述扬声器箱被配置为通过所述开口发出声音;

由围绕所述扬声器箱的导电结构形成的导电天线腔,所述导电结构包括所述电子设备导电外壳的至少一部分;以及

位于所述扬声器箱上的天线谐振元件,其中所述导电结构被配置为以低于所述频带下边沿的截止频率截止N阶电磁模式并且以高于所述频带上边沿的截止频率截止N+1阶电磁模式,其中所述扬声器箱具有细长长度并且具有沿所述细长长度延伸的至少一个壁,并且其中所述导电结构包括只覆盖所述细长长度的一部分的金属带,使得所述壁的一部分不被金属带覆盖。

与扬声器集成的天线和用于抑制腔模式的方法

[0001] 本专利申请要求提交于2012年7月3日的美国专利申请No.13/540,999的优先权,该美国专利申请以引用的方式全文并入本文。

背景技术

[0002] 本发明整体涉及电子设备,更具体地,涉及用于电子设备的天线。

[0003] 电子设备(诸如便携式计算机和蜂窝电话)通常具有无线通信能力。例如,电子设备可使用远程无线通信电路系统(诸如蜂窝电话电路系统)来利用蜂窝电话频带进行通信。电子设备可使用短程无线通信电路系统(诸如无线局域网通信电路系统)来处理与附近装置的通信。电子设备也可具有卫星导航系统接收器和其他无线电路系统。

[0004] 为了满足消费者对小型化无线设备的需求,制造商一直在不懈努力来实现使用紧凑结构的无线通信电路系统,诸如天线组件。同时,可能有利的是在电子设备中包括导电结构,诸如金属设备外壳组件和电子组件。由于导电组件可能影响射频性能,因此在将天线组装到包括导电结构的电子设备中时必须多加小心。例如,必须小心确保设备中的天线和无线电路能够在一系列工作频率范围内表现出令人满意的性能。

[0005] 因此有利的是能够提供具有改善的天线结构的无线电子设备。

发明内容

[0006] 可提供包含无线通信电路系统的电子设备。无线通信电路系统可包括射频收发器电路系统和天线。

[0007] 电子设备可具有用于发送和接收射频信号的扬声器箱天线。扬声器箱天线可具有扬声器箱支持的导电腔。扬声器箱可由具有充满空气的内部的中空电介质结构形成。扬声器驱动器可被安装在扬声器箱的充满空气的内部中。

[0008] 扬声器箱中的开口可与电子设备导电外壳结构中的扬声器端口开口对准。扬声器箱可被形成天线腔的导电结构围绕。这些导电结构可包括电子设备导电外壳结构的部件。这些导电结构还可包括电子组件,诸如按钮组件。

[0009] 扬声器箱可具有相对的上表面和下表面。金属板可形成上表面和下表面的部分并且可利用诸如金属带条这样的导电层来短接在一起。金属板和金属带可构成形成天线腔的导电结构的部分。天线的导电腔可被配置为抑制不期望的腔模式并且增强天线性能。

[0010] 根据附图以及以下对优选实施例的详细描述,本发明的其他特征、本发明的实质以及各种优点将变得更加显而易见。

附图说明

[0011] 图1为根据本发明的实施例的一种具有无线通信电路系统的示例性电子设备的透视图。

[0012] 图2为根据本发明的实施例的一种具有无线通信电路系统的示例性电子设备的示意图。

- [0013] 图3为根据本发明的实施例的一种示例性天线的示意图。
- [0014] 图4为根据本发明的实施例的一种腔天线的横截面侧视图。
- [0015] 图5为根据本发明的实施例的扬声器箱的顶视图。
- [0016] 图6为根据本发明的实施例的图5所示扬声器箱的横截面侧视图。
- [0017] 图7为根据本发明的实施例的安装在电子设备外壳拐角部分中的一种示例性扬声器箱的顶视图。
- [0018] 图8为根据本发明的实施例的电子设备中与外壳壁相邻的扬声器箱的横截面侧视图。
- [0019] 图9为根据本发明的实施例的在音频端口附近的扬声器箱的一部分的透视图。
- [0020] 图10为根据本发明的实施例的可在形成腔天线时使用的一种示例性扬声器箱的简化透视图。
- [0021] 图11为展示根据本发明的实施例可如何配置天线腔使得工作频带介于连续腔模式的截止频率之间的视图。

具体实施方式

[0022] 电子设备(诸如图1的电子设备10)可具有无线通信电路系统。无线通信电路系统可用于支持一个或多个无线通信频带中的无线通信。无线通信电路系统可包括一个或多个天线。

[0023] 天线可包括一个或多个腔天线。背腔天线可包括天线谐振元件和相关联的导电腔。腔可由被安装到支撑结构(诸如扬声器箱)的导电结构形成。也可利用导电的电子设备结构(诸如导电外壳结构的部分)来形成导电的天线结构。在形成天线时可使用的导电外壳结构的示例(例如用于天线或天线谐振元件的腔)包括导电内部支撑结构(诸如金属片结构和其他平面导电构件)、导电外壳壁、外周导电外壳构件(诸如显示器边框)、外周导电外壳结构(诸如导电外壳侧壁、导电外壳平面后壁和其他导电外壳壁)、或其他导电结构。用于天线的导电结构也可由电子组件的部件形成,诸如开关(例如用于菜单按钮或其他按钮的按钮组件)、集成电路、显示模块结构、与为组件(诸如显示组件)载送信号相关联的柔性印刷电路等。在形成天线结构时还可使用屏蔽带、屏蔽罐、导电泡沫、和电子设备内的其他导电材料。

[0024] 天线结构(诸如天线谐振元件结构)可由图案化金属箔或者其他金属结构来形成。如果需要,天线结构也可由导电迹线形成,诸如基板上的金属迹线。基板可为塑料支撑结构或其他电介质结构、刚性印刷电路板基板(诸如玻璃纤维填充的环氧树脂基板(如,FR4))、由聚酰亚胺或其他柔性聚合物的片材形成的柔性印刷电路(“柔性电路”)或其他基板材料。如果需要,可使用这些方法的组合形成天线结构。例如,天线可部分地由被塑料支撑结构(诸如中空的扬声器箱)支撑和/或与塑料支撑结构相邻的金属结构(例如接地导体结构)形成并且可部分地由印刷电路上的金属迹线(例如用于形成天线谐振元件结构的刚性印刷电路板或柔性印刷电路上的图案化迹线)形成。

[0025] 如图1中所示,电子设备10可具有外壳,诸如外壳12。外壳12可由导电结构(例如金属)形成,或者可由电介质结构(例如玻璃、塑料、陶瓷等)形成。如果需要,可在导电外壳结构中形成由塑料或其他电介质材料形成的天线窗口。设备10的天线可被安装为与电介质外

壳壁相邻,或者可被安装在天线窗结构下面使得天线窗结构与天线重叠。在工作期间,射频天线信号可穿过电介质天线窗以及设备10中的其他电介质结构。如果需要,设备10可具有带覆盖层的显示器。设备10的天线可被安装为使得天线信号除了穿过电介质天线窗之外还穿过显示器覆盖层或者天线信号穿过显示器覆盖层而不穿过电介质天线窗。

[0026] 电子设备10可为便携式电子设备或其他合适的电子设备。例如,电子设备10可为膝上型计算机、平板电脑、稍小的设备(诸如腕表设备、挂件设备、耳机设备、听筒设备或其他可佩带的或微型设备)、蜂窝电话或媒体播放器。设备10也可以是电视、机顶盒、台式计算机、计算机已集成到其中的计算机监视器或其他合适的电子设备。

[0027] 设备10可具有显示器,诸如被安装在外壳12中的显示器14。显示器14可例如为组装了电容式触摸电极或可能对触摸不敏感的触摸屏。用于显示器14的触摸传感器可由电容式触摸传感器电极、电阻式触摸阵列,基于声学触摸、光学触摸或基于力的触摸技术的触摸传感器结构或其他合适的触摸传感器形成。

[0028] 显示器14可包括由发光二极管(LED)、有机LED(OLED)、等离子单元、电润湿像素、电泳像素、液晶显示器(LCD)组件或其他合适的图像像素结构形成的图像像素。覆盖层可覆盖显示器14的表面,或者显示层(诸如滤色器层或显示器的其他部分)可被用作显示器14中最上面(或几乎最上面)的层。

[0029] 显示器覆盖层或其他外显示层可由透明玻璃片、透光塑料层、或其他透明构件形成。如图1中所示,可在最外侧显示层中形成开口以容纳组件,诸如按钮16。

[0030] 显示器14可具有有源部分,并且如果需要,可具有无源部分。显示器14的有源部分可包含用于向设备10的用户显示图像的有源图像像素。显示器14的无源部分可不含有源像素。显示器14的有源部分可位于某个区域内,诸如中心矩形区域22(由矩形轮廓18界定)。显示器14的无源部分20可呈矩形环形状围绕有源区域22的边缘。

[0031] 在无源区域20中,显示器14的显示器覆盖层的下侧面或者显示器14中显示层的其他部分可涂覆有不透明遮蔽层。不透明遮蔽层可由诸如不透明聚合物(如,黑墨水、白墨水、不同颜色的涂层等)的不透明材料形成。不透明遮蔽层可用于阻挡内部设备组件以防被设备10的用户看到。如果需要,不透明遮蔽层可足够薄和/或由充分不导电的材料形成以透过放射线。这种类型的配置可用于其中天线结构形成在无源区域20下方的构型中。如图1所示,例如,可在外壳12中安装天线结构,诸如一个或多个天线40,使得无源区域20与天线结构重叠。

[0032] 一个或多个天线40可与音频端口17相邻地被安装。例如,腔天线的导电腔可由附接到扬声器箱或与扬声器箱相邻地安装的或以其他方式围绕扬声器箱的导电结构形成。扬声器箱因此可形成为腔天线的腔支撑结构。扬声器箱还可包含用于生成穿过外壳12中开口(即扬声器端口17)的声音的扬声器驱动器。

[0033] 外壳12(有时可被称为壳体)可由塑料、玻璃、陶瓷、纤维复合材料、金属(例如,不锈钢、铝等)、其他合适的材料或这些材料的组合来形成。在一些情况下,外壳12或外壳12的部分可由电介质或其他低导电性材料形成。在其他情况下,外壳12或构成外壳12的结构中的至少一部分可由金属元件形成。

[0034] 在其中外壳12由导电材料(诸如金属)形成的设备10的配置中,天线40可如图1所示安装在显示器14的显示器覆盖层下方(如,在无源区域20下方)和/或天线40可安装成与

外壳12中的一个或多个电介质天线窗相邻。在工作期间,射频天线信号可穿过显示器覆盖层的无源区域20的与天线40重叠的部分(并且如果使用电介质窗结构的话,天线信号可穿过该窗结构)。一般来讲,天线40可位于设备外壳12中的任何合适位置(如,沿着显示器14的边缘、在设备10的角落中、在天线窗或外壳12背面上的其他电介质结构下方,等等)。

[0035] 设备10可具有单个天线或多个天线。在存在多个天线的配置中,天线可用于实现其中将多个相同数据流(如,码分多址数据流)的信号组合以提高信号品质的天线阵列或可用于实现多输入多输出(MIMO)天线方案,该天线方案通过处理多个独立的数据流(如,独立的长期演进数据流)来增强性能。多个天线也可用于实现天线分集方案,其中设备10基于其实时性能(如,基于所接收的信号品质测量结果)启用和停用每个天线。在具有无线局域网无线电路的设备中,所述设备可使用天线40的阵列发送和接收无线局域网信号(如,IEEE 802.11n流量)。可在发送和接收操作模式两者中共同使用多个天线或可在仅信号接收操作或仅信号发送操作期间共同使用多个天线。

[0036] 设备10中的天线可用于支持所关注的任何通信频带。例如,设备10可包括支持无线局域网通信(诸如IEEE 802.11通信(例如在诸如2.4GHz和5GHz的IEEE 802.11频带这样的频带中的通信)或蓝牙®通信)、语音数据蜂窝电话通信、全球定位系统(GPS)通信或其他卫星导航系统通信等的天线结构。

[0037] 图2示出了可用于电子设备10的示例性配置的示意图。如图2所示,电子设备10可包括控制电路系统,诸如存储和处理电路系统28。存储和处理电路28可包括存储装置诸如硬盘驱动器存储装置、非易失性存储器(例如,被配置为形成固态驱动器的闪存存储器或其他电可编程的只读存储器)、易失性存储器(例如,静态或动态随机存取存储器),等等。存储和处理电路28中的处理电路可用于控制设备10的操作。处理电路可基于一个或多个微处理器、微控制器、数字信号处理器、基带处理器、电源管理单元、音频编解码芯片、专用集成电路等。

[0038] 存储和处理电路28可用于运行设备10上的软件,诸如互联网浏览应用程序、互联网语音协议(VOIP)电话呼叫应用程序、电子邮件应用程序、媒体回放应用程序、操作系统功能等。为了支持与外部设备进行交互,存储和处理电路28可用于实现通信协议。可使用存储和处理电路28实现的通信协议包括互联网协议、无线局域网协议(诸如IEEE 802.11协议—有时称为WiFi®)以及用于其他短程无线通信链路的协议(诸如Bluetooth®协议、蜂窝电话协议,等等)。

[0039] 输入输出电路30可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。输入输出电路30可包括输入输出设备32。输入输出设备32可包括触摸屏、按钮、操纵杆、点击转盘、滚轮、触摸板、小键盘、键盘、麦克风、扬声器、音频发生器、振动器、照相机、传感器、发光二极管和其他状态指示器、数据端口等。用户可通过经由输入输出设备32提供命令来控制设备10的操作并且可使用输入输出设备32的输出资源从设备10接收状态信息和其他输出。

[0040] 无线通信电路系统34可包括由一个或多个集成电路形成的射频(RF)收发器电路系统、功率放大器电路系统、低噪声输入放大器、无源RF组件、一个或多个天线以及用于处理RF无线信号的其他电路系统。无线信号也可使用光(例如,使用红外通信)来进行发送。

[0041] 无线通信电路系统34可包括卫星导航系统接收器电路系统35,诸如全球定位系统

(GPS)接收器电路系统(例如用于接收1575MHz的卫星定位信号),或者可包括与其他卫星导航系统相关联的卫星导航系统接收器电路系统。无线局域网收发器电路系统36可处理用于WiFi®(IEEE802.11)通信的2.4GHz和5GHz频带并且可处理2.4GHz蓝牙®通信频带。电路系统34可使用蜂窝电话收发器电路系统38以用于处理蜂窝电话频带(诸如在约700MHz至约2200MHz的频率范围内的频带或更高或更低频率的频带)中的无线通信。如果需要,无线通信电路34可包括用于其他短程和远程无线链路的电路。例如,无线通信电路34可包括用于接收广播和电视信号的无线电路、寻呼电路、近场通信电路,等等。在WiFi®和Bluetooth®链路以及其他短程无线链路中,无线信号通常用于在几十或几百英尺范围内传输数据。在蜂窝电话链路和其他远程链路中,无线信号通常用于在几千英尺或英里范围内传送数据。

[0042] 无线通信电路34可包括一条或多条天线40。如果需要的话,天线40可包括一个或多个腔天线。

[0043] 在图3中示出了设备10中天线的一种示例性配置的示意图。在图3的示例中,天线40是倒F形天线。这仅是示例性的。一般而言,天线40可基于任何合适的天线类型(例如环形天线、贴片天线、单极子天线、偶极子天线、直接馈电天线、间接馈电天线、缝隙天线、平面倒F形天线、其他天线类型、或这些天线中两个或更多个形成的混合型天线)。

[0044] 如图3中所示,倒F形天线40可包括天线谐振元件(诸如天线谐振元件42)和天线接地部(诸如天线接地部44)。天线谐振元件46可具有主天线谐振元件臂,诸如臂46。臂46可具有一个或多个分支。短路分支48可用于将谐振元件臂46耦接到接地部44。天线馈电部50可耦接在天线谐振元件臂46和接地部44之间与短路分支48并联。

[0045] 在腔天线中,导电腔结构可被配置为形成天线接地部44。图4中示出了一种示例性腔天线的横截面侧视图。如图4中所示,天线40可包括天线谐振元件,诸如天线谐振元件42,并且可包括导电腔,诸如导电接地腔44。显示层52可与天线谐振元件42及腔44重叠。在工作期间,与天线40相关联的射频信号(例如利用谐振元件42发射和/或接收的信号)可穿过显示器14的层52。(作为示例)层52可以是显示器覆盖层、滤色器层、或者与显示器14相关联的其他显示层。

[0046] 如果需要的话,形成天线腔44的导电结构可被安装在支撑结构(诸如扬声器箱)上。图5为可用于提供声音到音频端口17的那种类型的一示例性扬声器箱的顶视图。扬声器驱动器可被安装在扬声器箱54内,用于生成声音64。扬声器箱54可与端口17对齐,使得声音64在工作期间穿过端口17。扬声器箱54可由塑料、金属、纤维基复合材料、其他材料、或者这些材料的组合形成。例如,扬声器箱54可由具有相对的顶壁和底壁的中空的模制塑料结构形成。扬声器箱54可具有大体呈矩形的形状。例如如图5中所示,扬声器箱54可具有围绕扬声器箱54外周的壁,诸如左壁54L、右壁54R、前壁54F、及后壁54X。具有这种类型的配置,扬声器箱54就可表现出大体呈矩形的占用面积(即扬声器箱54在从上面察看时可占据近似为矩形的面积,如图5中那样)。弯曲边缘部分54CE可用于将扬声器箱54容纳在外壳12的弯曲拐角部分内。凹入部分55可用于容纳显示器14或设备10中其他组件的柔性印刷电路缆线。如果需要的话,扬声器箱54可具有其他形状的占用面积。图5的例子仅是例证性的。

[0047] 如果需要的话,金属结构(诸如金属板62)可被附接到扬声器箱54,或者被嵌入在

扬声器箱54的壁内。例如如图5中所示,金属板62可形成在扬声器箱54的顶壁上(例如板62可形成扬声器箱54的上表面的部分)。

[0048] 沿图5中的线58剖切并且在方向60上察看的扬声器箱54的横截面侧视图在图6中被示出。如图6中所示,金属板52可形成扬声器箱顶壁54T的部分。扬声器箱54还可具有相对的平面壁结构,诸如底壁54B。扬声器箱54的壁形成中空的矩形盒形状的充满空气的内部区域(内部70)。扬声器驱动器68可被安装在充满空气的内部区域70中。在设备10工作期间,扬声器驱动器68可生成声音64(图5)。后壁54X中的开口(图5)可允许声音通过扬声器端口17(图1)漏出。平面金属结构(诸如金属板66)可形成在底壁54B中。板66例如可形成在扬声器驱动器68下方并且可形成扬声器箱54的下表面的部分。金属板62可与扬声器驱动器68及金属板66重叠。金属板66可与扬声器箱54及板62重叠。金属(诸如铝、不锈钢、和其他金属)可在形成结构(诸如金属板62和金属板66)时使用。在一些配置中,金属壁结构可比相同厚度的塑料壁结构更坚固,从而在形成扬声器箱54中的壁的部件时使用金属板可有助于允许使扬声器箱54的尺寸最小化。

[0049] 图7为设备10的拐角部分的顶视图,示出了扬声器箱54可如何被导电结构(诸如外壳12和柔性印刷电路72)围绕。柔性印刷电路72可包含金属迹线,所述金属迹线形成用于在显示器14的触摸传感器阵列与印刷电路板上的电路系统之间输送与操作触摸传感器阵列相关联的信号的信号路径。金属带、显示器结构、及其他导电结构可沿扬声器箱54的壁54F延伸。壁54X可被外壳12的部分覆盖。外壳12的部分还可覆盖扬声器箱顶壁54T和扬声器箱底壁54L(图6)的部分。印刷电路72的边缘部分可覆盖扬声器箱顶壁54T的部分。导电结构78(诸如与图1中的按钮16或其他按钮组件相关联的导电开关结构和其他导电结构)可覆盖扬声器箱壁54L。相对端壁54R可被外壳12的部分覆盖。通过以这种方式覆盖扬声器箱54的壁,围绕扬声器箱54的导电结构允许扬声器箱54形成天线40的导电腔(例如具有相对端部、相对前后表面、及相对上表面和下表面的细长矩形盒形状的腔)。

[0050] (作为示例)天线谐振元件42可由刚性印刷电路上的导电金属迹线或者柔性印刷电路上的导电金属迹线形成。天线谐振元件42可被安装在由扬声器箱54形成的天线腔的上表面中的开口中,如图4的天线40中的天线腔44所示。在设备10完全组装的状态下,电介质显示层(诸如图4的显示层52(例如滤色器层、薄膜晶体管层、和/或显示器覆盖层的一部分))可覆盖扬声器箱54,包括天线谐振元件42和图7的设备10的拐角中所示的其他结构。

[0051] 图8为沿图7的线74(在扬声器箱54的左端部)剖切并且在方向76上察看的扬声器箱54的横截面端视图。如图8中所示,导电带层(诸如带80)可在细长扬声器箱的相对端部之一(诸如扬声器箱54的与壁54L相邻的左端部)处围绕扬声器箱54的侧面缠绕。导电带80可由金属层(诸如铜)、由导电织物、或其他导电材料形成。导电粘合剂、焊接点、紧固件、或其他导电附接机构88可用于将导电带80短接到扬声器箱顶板62和扬声器箱底板66。

[0052] 带80的一部分可覆盖扬声器箱后壁54X。扬声器箱壁54X可具有开口,诸如开口84。带80可具有与开口84对准的配对的开口,诸如开口82。垫圈86可围绕开口82并且可插在外壳壁12和带80之间。通过将外壳壁12中的开口84、82、和17与形成于垫圈86中心的配对开口对准,可允许声音64从扬声器驱动器68穿过这些开口到达设备10的外部。

[0053] 开口84、82、和17的形状可为矩形的(使得垫圈86具有矩形环形状)、可为圆形的(使得垫圈86具有圆环形状)、或者可具有其他适当的匹配形状。

[0054] 图9为扬声器箱54的一部分的透视图,示出了导电带80可如何围绕侧壁部分54X缠绕以及可如何将板62和66相互短接,从而将板62和板66接地。带80可沿扬声器箱壁54X的整个长度围绕扬声器箱54缠绕,或者可如图9中所示只在包括板62和66的扬声器箱54的左端部附近的扬声器箱54的部分(例如扬声器箱54的左半部分)中围绕扬声器箱54缠绕。以这种方式将板62接地到板66就影响天线40上的负载,并且可用于调节腔44中对于感兴趣的频带所支持的腔模式,并且从而提高天线性能。

[0055] 腔天线40的腔44可由围绕扬声器箱54的导电结构形成。如图10中所示,扬声器箱54可大致具有六面矩形盒的形状。外壳结构12可分别用作壁54R、54X、和54B上的导电接地结构96、94、和98。用于覆盖壁54L的导电接地结构102可由设备10中的电气组件形成,诸如与按钮16相关联的按钮结构(例如弹片开关(dome switch)、具有按钮开关迹线的按钮柔性印刷电路、金属支撑结构等)。导电接地结构90可由重叠的显示器柔性印刷电路缆线(诸如图7的缆线72或其他导电材料)形成。导电接地结构92可由外壳12的重叠部分形成。导电接地结构100可由金属板62形成。带80和金属底板66也可形成围绕箱54的导电接地结构。

[0056] 扬声器箱54可具有细长长度,细长的前壁54F沿该细长长度延伸。扬声器箱54的前壁54F可被导电显示器组件覆盖,并且如果需要的话,被导电带层覆盖。例如,导电带可覆盖壁54F的一部分,如图10中所示,而使端部分(例如与箱54的右端部54R相邻的壁54F的长度的一部分)不被带覆盖。为壁54F使用部分覆盖的配置可有助于调节腔44中对于感兴趣的频带所支持的腔模式,并从而提高天线性能。

[0057] 天线40的天线谐振元件42可被安装在扬声器箱54的上表面上,使得围绕扬声器箱54的接地结构用作腔天线40的天线腔44。

[0058] 围绕扬声器箱54形成腔44的导电材料(诸如带104、带80、板62和66)、以及腔44的其他部分可被配置为抑制不期望的腔模式,从而增强天线性能。图11为展示在腔44内行进的电磁波的传播常数的实部 β 可如何作为工作频率 f 的函数变化的示图。在图11的示例性场景中,期望在从低频率 f_L 的频带下边沿延伸到高频率 f_H 的频带上边沿的频带FB中操作设备10和天线40。对于一种适当的设置,低频率 f_L 可为5.15GHz,而高频率 f_H 可为5.85GHz(例如,感兴趣的频带可与802.115GHz通信相关联)。一般而言,频带FB可对应于蜂窝电话频带、无线局域网频带、或者感兴趣的其他通信频带。

[0059] 在图11的腔44的传播常数示图中,曲线106表示与N阶模式相关联的传播常数,而曲线108表示与相继的N+1阶模式相关联的传播常数。曲线106可通过截止频率 f_{c1} 来表征。曲线108可通过截止频率 f_{c2} 来表征。根据曲线106和108,腔44在频率 f_{c1} 之下将不会支持N阶模式(即N阶模式将在低于 f_{c1} 的情况下被截止),并且在 f_{c2} 之下将不会支持N+1阶模式(即N+1阶模式将在低于 f_{c2} 的情况下被截止)。N的值可以是1,或者可以是另一适当的整数(即除了N阶模式之外,腔44可支持更低阶模式)。

[0060] 对于图11中所示的示例性配置,频带FB位于在频率 f_{c1} 到 f_{c2} 之间延伸的频率范围中(即频率 f_{c1} 在频率 f_L 之下被间隔开,而频率 f_{c2} 在频率 f_H 之上被间隔开)。 $f_{c2}-f_H$ 和 f_L-f_{c1} 的量值例如可彼此相等或者可彼此近似相等(例如在这两个相继的腔模式N和N+1的截止频率 f_{c1} 和 f_{c2} 之间创建的间距内彼此相对于中央频带FB的80%内或20%内)。这个配置通过降低腔模式耦合中的频率变化来提高天线性能。

[0061] 一般而言,截止频率 f_{c1} 和 f_{c2} 相对于频带FB有很多可能的位置。例如,可能将腔44

配置为使得 f_{c1} 落在频带FB内或者位于与频带下边沿 f_l 相同的频率处。但是,在诸如这些这样的情况下以及在不同于图11的优选布置的情况下,电磁波耦合到腔44中(并且不被天线40发射)的效率将作为频带FB内的频率 f 的函数而显著地变化。图11的布置避免了这些波动。

[0062] 被耦合到天线40中的射频能量在理想情况下都被发射。但是在实践中,一些腔模式通常将被支持(即,确保最低阶模式的截止频率高于 f_H 可能不是可行的),从而导致某些不可避免的腔模式信号损失。但是,通过如图11中所示来配置腔44,由于将射频电磁信号耦合到所支持的腔模式(例如模式N,由曲线106和活动通信频带FB的重叠来表示)而发生的任何腔损失将作为工作频率 f 的函数为相对恒定的。腔44(和模式N)的存在因此不会在腔44被配置为表现图11中所示类型的腔模式特性时赋予不期望的腔耦合谐振作为频带FB中频率 f 的函数。

[0063] 根据一实施例,提供一种被配置为在电子设备中在从频带下边沿延伸到频带上边沿的频带内工作的腔天线,其包括扬声器箱、由围绕扬声器箱的导电结构形成的导电天线腔、和位于扬声器箱上的天线谐振元件,其中导电结构被配置为以低于频带下边沿的截止频率截止N阶电磁模式并且以高于频带上边沿的截止频率截止N+1阶电磁模式。

[0064] 根据另一实施例,扬声器箱具有包含相应的第一金属板和第二金属板的相对的上表面和下表面。

[0065] 根据另一实施例,腔天线还包括导电层,其将第一金属板电连接到第二金属板。

[0066] 根据另一实施例,导电层包括金属带条。

[0067] 根据另一实施例,导电结构中的至少一部分导电结构包括电子设备金属外壳结构。

[0068] 根据另一实施例,导电结构中的至少一部分导电结构包括按钮结构。

[0069] 根据另一实施例,电子设备金属外壳结构具有被配置为形成扬声器箱的扬声器端口的开口,所述金属带条具有与电子设备金属外壳结构中的开口匹配的开口。

[0070] 根据一实施例,提供了一种电子设备,其包括具有开口的电子设备导电外壳、和腔天线,所述腔天线具有被配置为通过所述开口发出声音的扬声器箱、由围绕扬声器箱的包括电子设备导电外壳的至少一部分的导电结构形成的导电天线腔、和扬声器箱上的天线元件谐振,其中导电结构被配置为以低于频带下边沿的截止频率截止N阶电磁模式并且以高于频带上边沿的截止频率截止N+1阶电磁模式。

[0071] 根据另一实施例,扬声器箱为中空的并具有围绕中空内部的扬声器箱壁,并且电子设备还包括位于中空内部中的扬声器驱动器。

[0072] 根据另一实施例,电子设备还包括形成扬声器箱壁部分的至少一个金属构件。

[0073] 根据另一实施例,电子设备还包括电连接到金属构件的金属带层。

[0074] 根据另一实施例,所述至少一个金属构件和所述金属带覆盖扬声器箱的与扬声器驱动器相邻的部分,并且金属带具有开口,来自扬声器驱动器的声音穿过该开口。

[0075] 根据另一实施例,电子设备还包括形成扬声器箱壁部分的至少一个附加金属构件,其中扬声器箱具有相对的上表面和下表面,并且所述金属构件形成上表面的部分,所述附加金属构件形成下表面的部分。

[0076] 根据另一实施例,扬声器箱具有细长的形状,该细长的形状具有相对的第一端部

和第二端部,其中扬声器驱动器、金属构件和附加金属构件的位置更靠近第一端部而不是第二端部。

[0077] 根据另一实施例,电子设备还包括显示器和覆盖显示器的显示器覆盖层。

[0078] 根据另一实施例,显示器覆盖层的一部分与扬声器箱重叠。

[0079] 根据另一实施例,扬声器箱位于电子设备导电外壳的拐角部分中,并且电子设备导电外壳被配置为与扬声器箱上至少三个壁表面重叠。

[0080] 根据另一实施例,天线谐振元件包括柔性印刷电路天线谐振元件。

[0081] 根据另一实施例,扬声器箱具有细长长度并且具有沿该细长长度延伸的至少一个壁,并且其中导电结构包括只覆盖该细长长度的一部分的金属带,从而所述壁的一部分不被金属带覆盖。

[0082] 根据一实施例,提供了一种操作具有由围绕扬声器箱的导电结构形成的腔的扬声器箱腔天线的方法,包括在具有频带下边沿和频带上边沿的频带内用扬声器箱腔天线发射和接收射频电磁信号,频带下边沿和频带上边沿被选择为以低于频带下边沿的截止频率截止N阶电磁模式并且以高于频带上边沿的截止频率截止N+1阶电磁模式。

[0083] 根据另一实施例,用扬声器箱腔天线发射和接收射频电磁信号包括使用扬声器箱上的柔性印刷电路天线谐振元件来发射和接收信号。

[0084] 以上所述仅是说明本发明的原理,并且在不脱离本发明范围和实质的情况下,本领域内的技术人员可以做出各种修改。

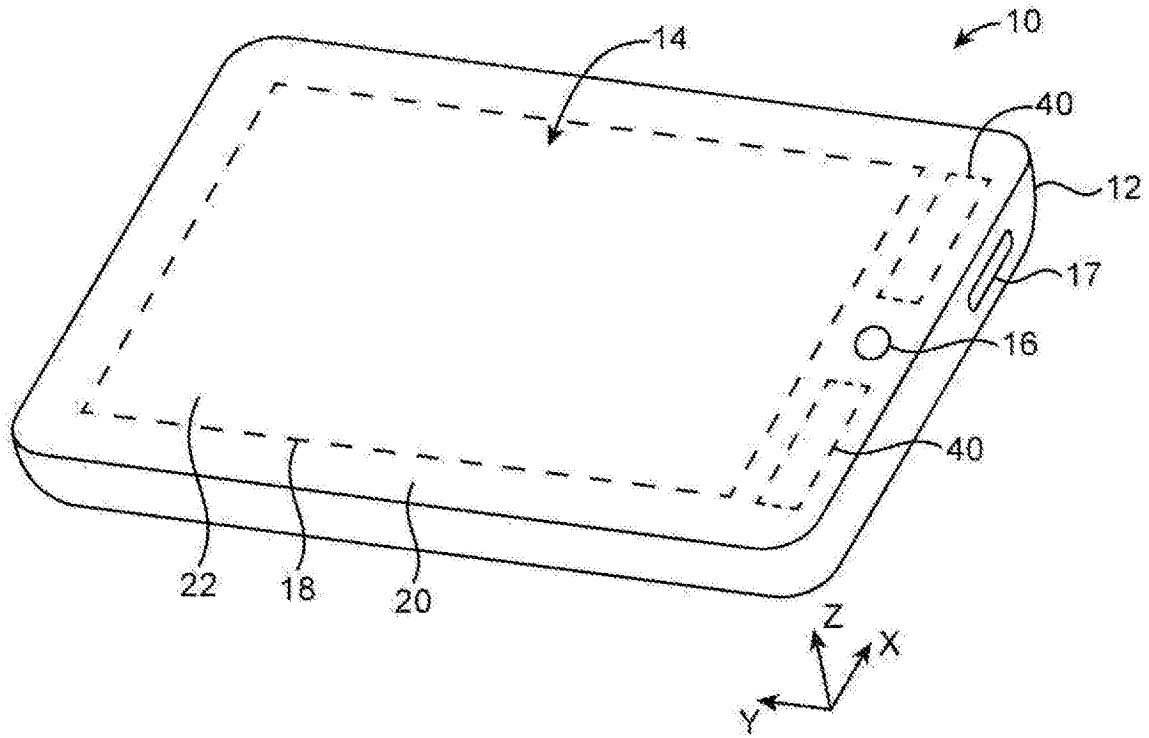


图1

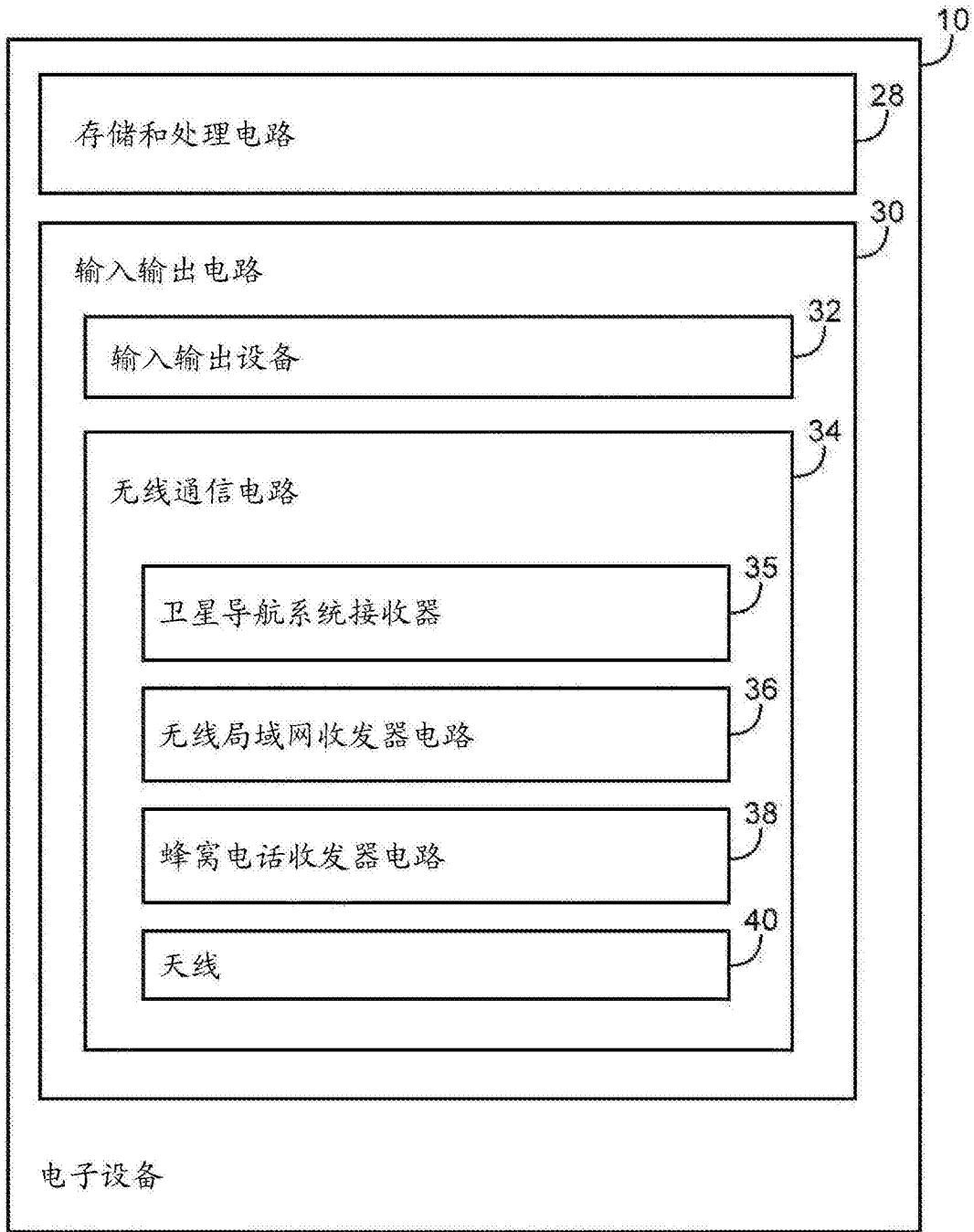


图2

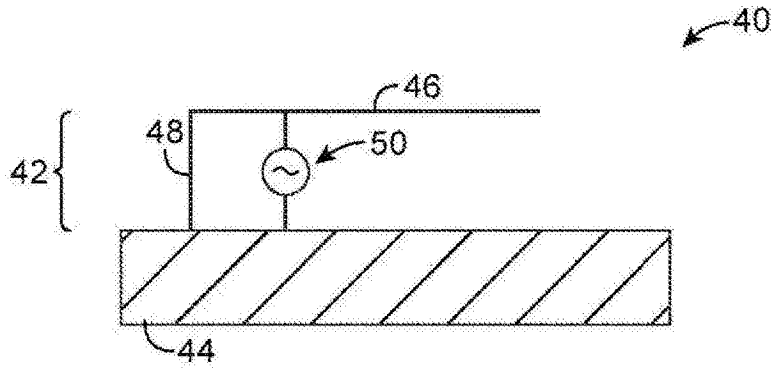


图3

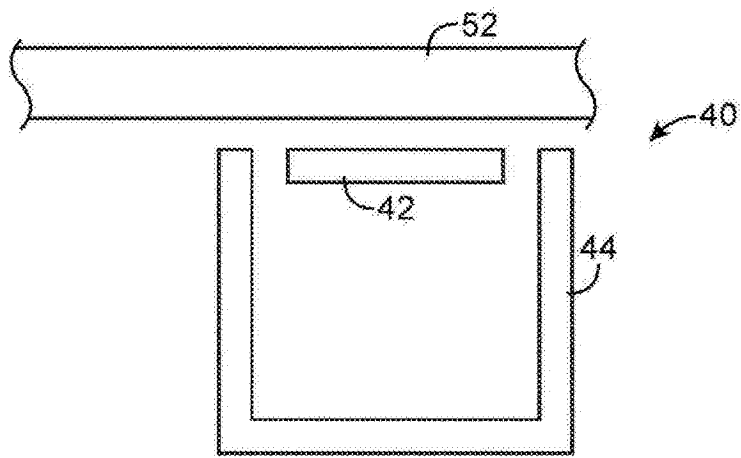


图4

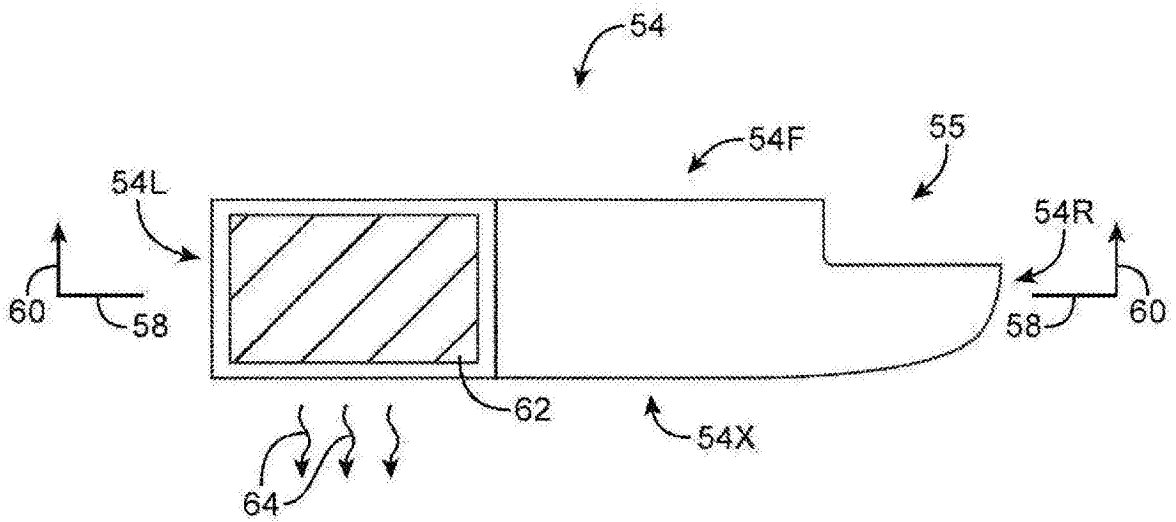


图5

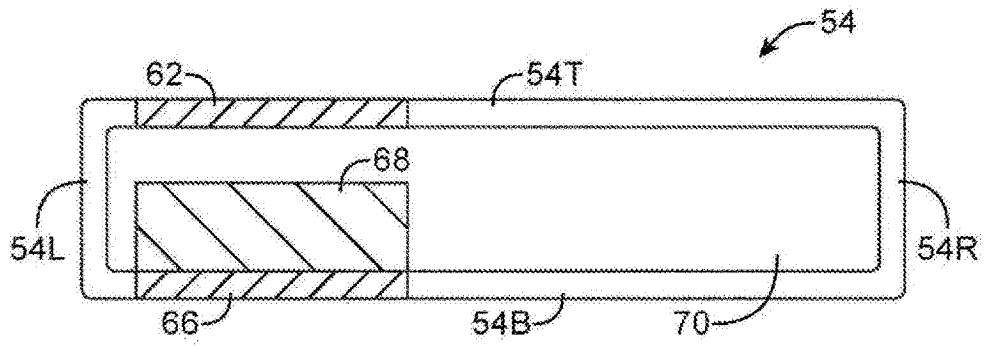


图6

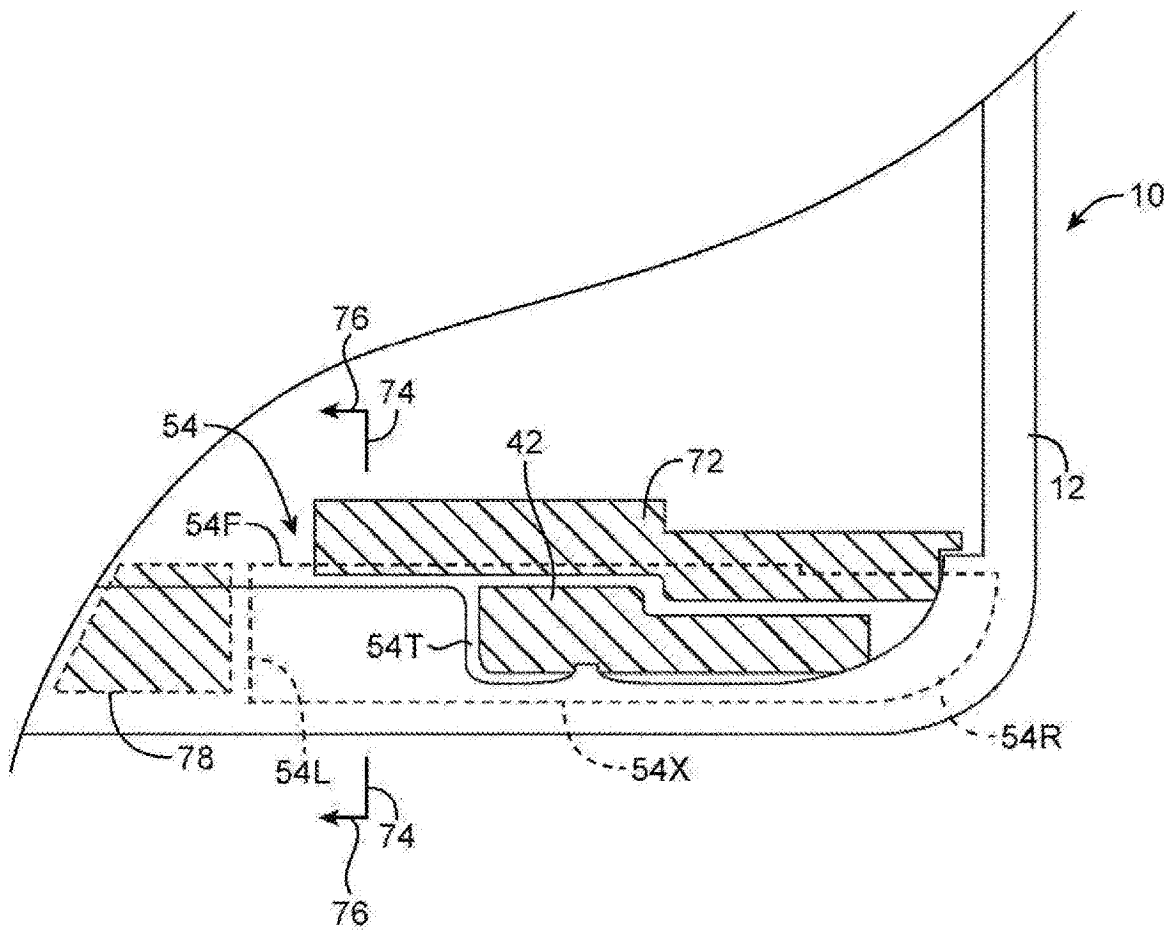


图7

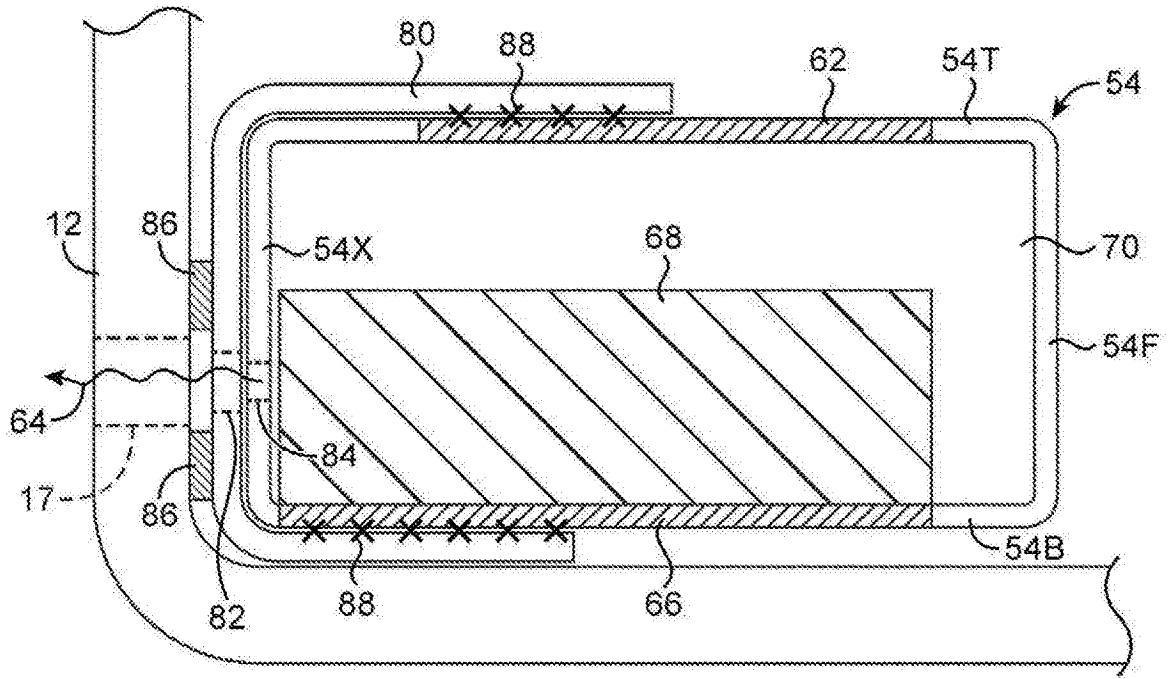


图8

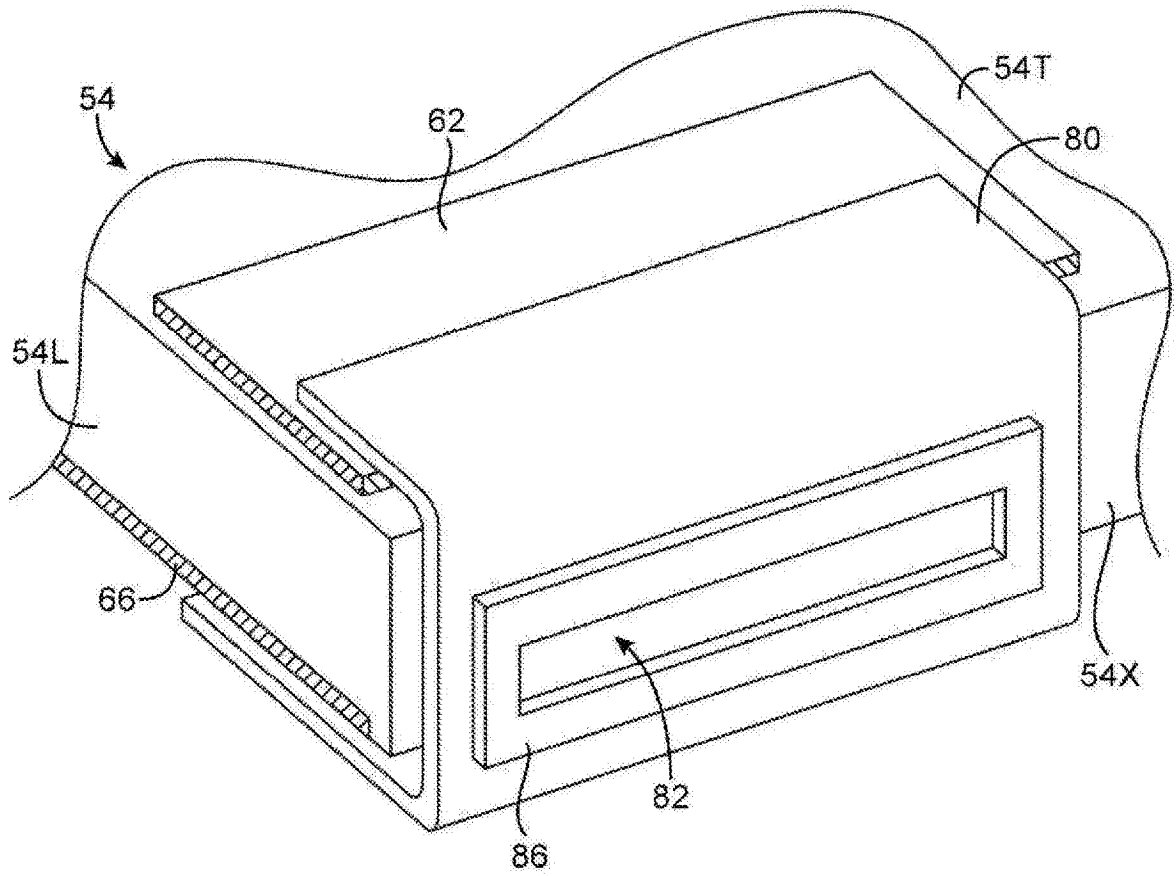


图9

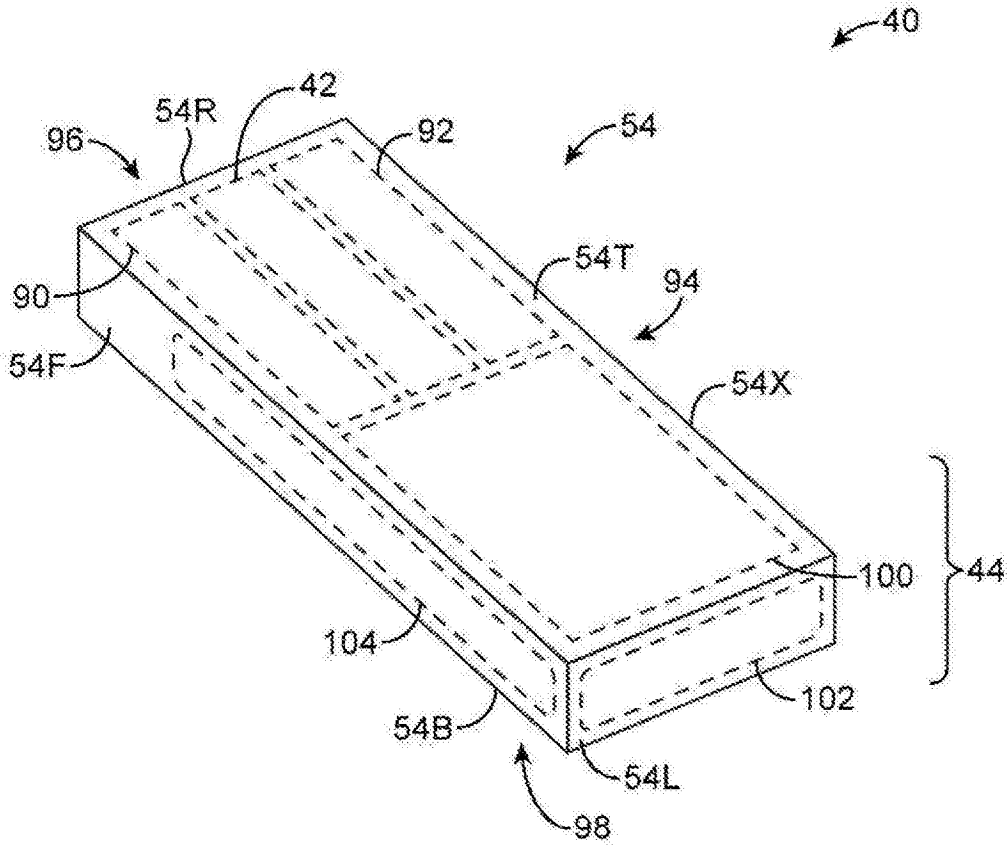


图10

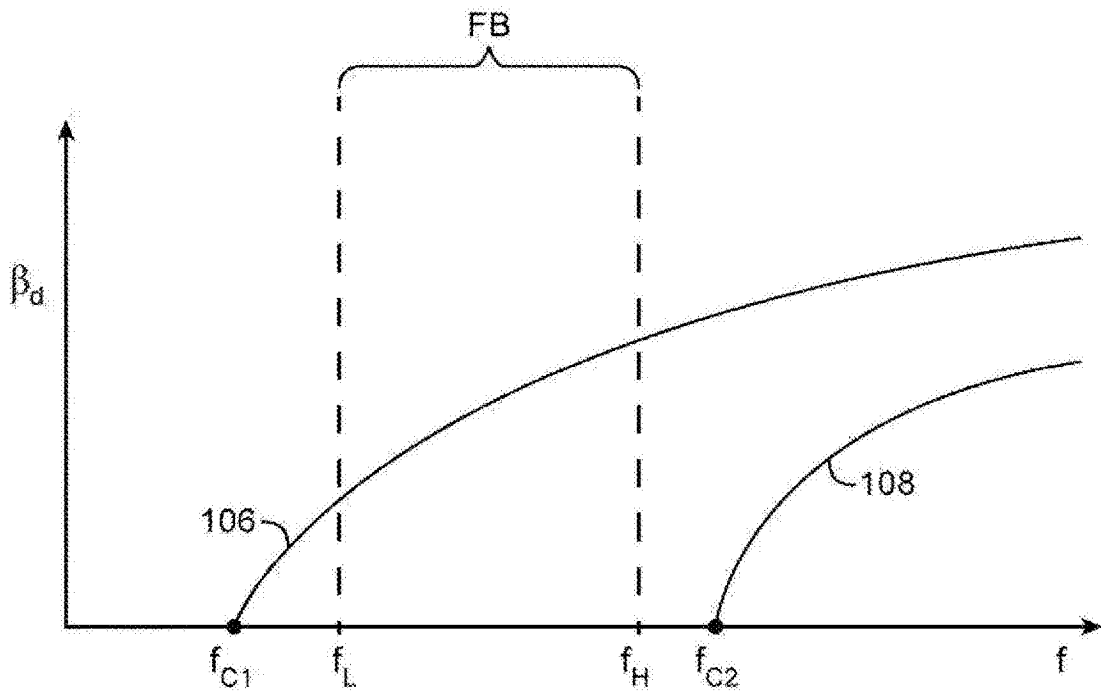


图11