



## (12)发明专利

(10)授权公告号 CN 106575816 B

(45)授权公告日 2019.08.16

(21)申请号 201580041769.0

(22)申请日 2015.07.22

(65)同一申请的已公布的文献号  
申请公布号 CN 106575816 A

(43)申请公布日 2017.04.19

(30)优先权数据

14178369.6 2014.07.24 EP  
14189253.9 2014.10.16 EP  
14191145.3 2014.10.30 EP  
15165167.6 2015.04.27 EP  
62/028,494 2014.07.24 US  
62/064,716 2014.10.16 US  
62/072,671 2014.10.30 US  
62/152,991 2015.04.27 US

(85)PCT国际申请进入国家阶段日  
2017.01.24

(86)PCT国际申请的申请数据  
PCT/EP2015/066778 2015.07.22

(87)PCT国际申请的公布数据  
WO2016/012507 EN 2016.01.28

(73)专利权人 弗拉克托斯天线股份有限公司  
地址 西班牙圣库加特德尔巴雷斯

(72)发明人 乔米·安古拉 诺曼·托普斯  
奥罗拉·安杜哈尔

(74)专利代理机构 北京市金杜律师事务所  
11256

代理人 王茂华

(51)Int.Cl.

H01Q 1/24(2006.01)  
H01Q 1/38(2006.01)  
H01Q 9/04(2006.01)  
H01Q 9/40(2006.01)  
H01Q 21/30(2006.01)  
H01Q 5/357(2015.01)  
H01Q 5/50(2015.01)

(56)对比文件

CN 102119467 A,2011.07.06,  
CN 101779330 A,2010.07.14,  
US 2003063036 A1,2003.04.03,  
CN 102084542 A,2011.06.01,  
JP 2005175846 A,2005.06.30,  
US 2006214856 A1,2006.09.28,  
WO 2012017013 A1,2012.02.09,

审查员 李洋

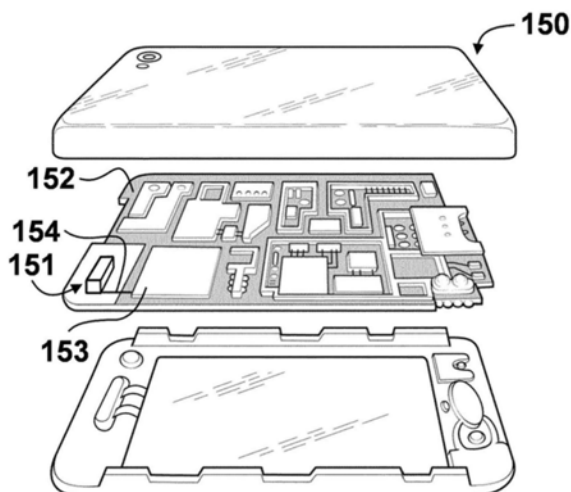
权利要求书2页 说明书18页 附图19页

(54)发明名称

电子设备的超薄发射系统

(57)摘要

一种无线设备,包括至少一个具有超薄发射结构的超薄发射系统和一个射频系统。该超薄发射结构包括一个或多个助力杆。助力杆的特点是具有超薄宽度和因子和高度因子,可方便地集成于无线设备之内,并可在接地平面层的谐振模式下激发。这种位置因子使助力杆能够在可用的空间内达到最佳的射频性能。至少一个超薄发射系统经配置后可以在一个或多个电磁波谱的频率区域中发射和接收电磁波信号。



1. 一种无线手持或便携式电子设备,其特征在于,包括:

一个超薄发射系统,被配置在第一频域发射和接收电磁波信号,所述超薄发射系统包含超薄发射结构、射频系统、第一内部导电路径和第一外部导电路径;

所述超薄发射结构包含第一助力杆和接地平面层;

所述第一助力杆包含一层标准的介电材料,所述介电材料具有顶部和底部通电的导电表面,所述第一助力杆的特点是宽度因子和高度因子均大于3,所述宽度因子为长度和宽度之间的比率,所述高度因子为长度和高度之间的比率,所述第一助力杆由空隙与接地平面层相分开,位置因子的范围为0.3至1.8,所述位置因子为宽度和间隙之间的比率;

所述第一助力杆适用于一个虚拟球形范围,其直径小于三分之一的弧度球面的直径,该球面半径等于自由空间波长除以 $2\pi$  (pi),且该波长对应于第一频域的最低频率;

所述第一内部导电路径将第一助力杆与射频系统相连接;及

所述射频系统包含第一匹配电路,经过配置为在第一外部导电路径提供与第一频域范围内相匹配的阻抗。

2. 根据权利要求1所述的无线手持或便携式电子设备,其特征在于:

所述超薄发射系统经过配置在第二频域发射和接收电磁波信号,其中第二频域的最低频率比第一频域的最高频率还要高;

所述超薄发射系统包含第二内部导电路径和第二外部导电路径;

所述超薄发射结构包含一个第二助力杆;

所述第二助力杆包含一层标准的介电材料,所述介电材料具有顶部和底部通电的导电表面,所述第二助力杆的特点是宽度因子和高度因子均大于3,所述第二助力杆由空隙与接地平面层相分开,位置因子的范围为0.3至1.8;

所述第二助力杆适用于一个虚拟球形范围,其直径小于三分之一的弧度球面的直径,这个球面半径等于自由空间波长除以 $2\pi$  (pi),且该波长对应于第一频域的最低频率;

所述第二内部导电路径将第二助力杆与射频系统相连接;及

所述射频系统包含第二匹配电路,经过配置为在第二外部导电路径提供与第二频域范围内相匹配的阻抗。

3. 根据权利要求2所述的无线手持或便携式电子设备,其特征在于:

所述超薄发射系统经过配置在第三频域发射和接收电磁波信号,其中第三频域的最高频率比第一频域的最低频率还要低;

所述超薄发射系统包含第三内部导电路径和第三外部导电路径;

所述超薄发射结构包括一个装有第三和第四助力杆的增强器元件,第三助力杆紧邻第四助力杆,且第三和第四助力杆为电连接;

第三和第四助力杆均包含一层标准的介电材料,所述介电材料具有顶部和底部通电的导电表面;

所述增强器元件的特点是宽度因子和高度因子均大于6,所述增强器元件由空隙与接地平面层相分开,位置因子的范围为0.3至1.8;

所述增强器元件适用于的虚拟球形范围,其直径小于三分之一的弧度球面的直径,这个球面半径等于自由空间波长除以 $2\pi$  (pi),且该波长对应于第一频域的最低频率;

所述第三内部导电路径将增强器元件与射频系统相连接;及

所述射频系统包含第三匹配电路,经过配置为在第三外部导电路径提供与第三频域范围内相匹配的阻抗。

4. 根据权利要求1所述的无线手持或便携式电子设备,其特征在于:

所述超薄发射系统经过配置在第二频域发射和接收电磁波信号,其中第二频域的最低频率比第一频域的最高频率还要高;

而且,第一匹配电路经过进一步配置在第一外部导电路径提供与第二频域范围内相匹配的阻抗。

5. 根据权利要求4所述的无线手持或便携式电子设备,其特征在于,第一匹配电路含一个单一支。

6. 根据权利要求4所述的无线手持或便携式电子设备,其特征在于,第一匹配电路含不超过7个集总元件。

7. 根据权利要求4所述的无线手持或便携式电子设备,其特征在于,第一频域包括824-960MHz的频率范围。

8. 根据权利要求7所述的无线手持或便携式电子设备,其特征在于,第二频域包含1710-2170MHz的频率范围。

9. 根据权利要求1所述的无线手持或便携式电子设备,其特征在于:

所述超薄发射系统经过配置在第二频域发射和接收电磁波信号,其中第二频域的最低频率比第一频域的最高频率还要高;

所述超薄发射系统包含一个第二外部导电路径;

所述射频系统包含一个连接至第一匹配电路的双工器、第一外部导电路径和第二外部导电路径;

而且,第一匹配电路经过进一步配置在第二外部导电路径提供与第二频域范围内相匹配的阻抗。

10. 根据权利要求1所述的无线手持或便携式电子设备,其特征在于,第一助力杆在第一谐振频率和参考频率之间的比率大于3.0,所述参考频率为900MHz,前提是在含有大致正方形铜导电表面的平台上对第一助力杆单极配置进行测量,平台侧边为60厘米,厚度为0.5毫米。

11. 根据权利要求1所述的无线手持或便携式电子设备,其特征在于,第一助力杆最大的尺寸小于第一频域最低频率相关的自由空间波长的十五分之一。

12. 根据权利要求4所述的无线手持或便携式电子设备,其特征在于,第一助力杆最大的尺寸小于第一频域最低频率相关的自由空间波长的十五分之一。

13. 根据权利要求12所述的无线手持或便携式电子设备,其特征在于,区域的定义是,由完全封闭第一助力杆的增强器盒的两个最大尺寸除以第一频域的最低频率对应的自由空间波长的平方,小于0.06%。

14. 根据权利要求13所述的无线手持或便携式电子设备,其特征在于,区域的定义是,由完全封闭第一助力杆的增强器盒的两个最大尺寸除以第二频域的最低频率对应的自由空间波长的平方,小于0.15%。

15. 根据权利要求4所述的无线手持或便携式电子设备,其特征在于,第一内部导电路径包含一个L形导电路路。

## 电子设备的超薄发射系统

### 技术领域

[0001] 本发明主要涉及需要发射和/或接收电磁波信号的电子设备领域,特别是无线电子设备内的超薄发射结构。

### 背景技术

[0002] 无线电子设备通常处理一个或多个蜂窝通讯标准,和/或无线连接标准,和/或广播标准。每一种标准被分配在一个或多个频段,且频段包含在一个或多个电磁频谱区域之内。

[0003] 因此,典型的无线电子设备必须包含可在一个或多个频域内运行的发射系统,具有可接受的无线电性能(比如:反射系数、驻波比、阻抗带宽、增益、效率或发射模式)。无线电子设备中的发射系统一体化必须有效确保整体设备达到良好的无线电性能(比如:发射功率、接收功率、灵敏度),且不受电子元件和/或人为加载的影响。

[0004] 此外,无线电子设备中的空间通常有限,因此发射系统不得不安装在有限的空间里。希望发射系统尽可能少地占用设备内的小空间,使设备体积更小,或用于附加更多的特定元件和功能到设备上。同时,将发射系统做成扁平的有时很方便,这是因为这样可以使设备变得更薄。因此,许多无线设备的要求也会转为对其中的发射系统的具体要求。在无线设备是多功能无线设备的情况下,上述要求更为重要。共有的专利申请W02008/009391和US2008/0018543对多功能无线设备做出了描述。上述专利号W02008/009391和 US2008/0018543的全部内容现被纳入,以供参考。

[0005] 对于一个良好的无线连接,会进一步要求高效。发射系统其他更常见的设计要求还有反射系数(或驻波比SWR),及50欧姆左右的阻抗。无线手持或便携式设备的发射系统的其它要求有竞争性成本和低价SAR(特殊元件)。

[0006] 此外,发射系统必须集成至设备里,换句话说,无线设备的建构必须使适当的发射系统整合其中,然而,机械元件、电气元件和其他组件配的安装会为此增加额外负担。

[0007] 通常情况下,更重要的是发射系统的鲁棒性,这意味着发射系统在受到设备和人为加载的较小冲击下不会改变其属性。

[0008] 除了射频性能,小尺寸及减少人体和附近电子元件的干扰,也是现有技术的限制之一。通常情况下,每种特殊无线手持设备模型都带有定制的天线系统。每种设备模型的机械构造各有不同,可供安装天线的空间严重依赖无线设备模型的形状系数及装配在设备内的多种元件的排列(即:显示器、主板、电池、连接器、摄像头、闪光灯、扬声器、芯片组和内存设备等)。因此,设备内的天线大多专门为单一款型号设计,导致成本升高,上市延迟。反之,用于发射结构的天线元件的设计和集成通常为每一种无线设备定制,具有不同的形状系数或平台,或不同设备功能块分配,因此这些天线元件及其设备内集成都会被迫几乎从零开始重新设计。

[0009] 无线手持或便携式设备的发射系统通常包含带有天线元件的发射结构。该元件与接地平面层共同操作,具有电磁频谱的一个或多个频域内确定的射频性能。通常情况下,天

线元件的尺寸接近发射结构运行频率四分之一波长的整数倍,使天线元件在操作频率处谐振或基本接近共振,且发射模式在天线元件上激发。

[0010] 天线元件在电磁频谱的不同区域多个频段运行,通常机械形状复杂且尺寸很大,这主要是由于天线性能跟天线元件的电气尺寸高度相关。

[0011] 跟发射结构特别是无线设备内的天线元件集成有关的另一个问题是为这种集成设计的体积因为更小和/或更薄的新无线设备形状因子的出现而不断收缩,而且在同一个无线设备内还需要不断增加不同的功能。因此,从一般常识来看,追求更薄的无线设备的趋势与传统天线设备性能最大化无法兼容。此外,众所周知,天线尺寸(与操作波长相关)和性能也有着很大关系。

[0012] 一些缩小和/或优化天线元件多波段行为的技术在之前的工艺中已做描述。然而,其中描述的发射结构仍依靠激发每个运行频带的天线元件的发射模式。这种事实导致天线构造设计复杂,尺寸大且对外部影响很敏感(如:塑料或介质覆盖了整个无线设备)。而且,天线对放置于其附近或下方的无线设备组件(包括但不限于扬声器、麦克风、连接器、显示器、机套、震动模块、电池或电子模块或子系统)和/或人为加载也很敏感。多波段天线系统对上述任何方面都很敏感,因为它们可以改变发射元件不同的电磁部分之间的电磁耦合,通常导致失谐效应,使天线系统射频性能和/或无线设备的射频性能降低和/或与用户的相互影响更大(如:增加特殊元件的级别)。

[0013] 因此,本发明所述的发射系统无需一个复杂和/或大型的由多臂、槽、孔,和/或开口的天线组成,一个复杂的机械设计更有利于减少不必要的外部影响,并简化无线设备内的集成情况。

[0014] 一些其他研究以无需复杂几何形状的天线元件为焦点,同时依旧通过在无线设备中使用可在一个或多个频率范围内不共振的天线元件以提供一定程度的小型化。

[0015] 例如:W02007/128340描述的无线便携式设备包含非谐振天线元件,可接收广播信号(如:DVB-H,DMB,T-DMB或FM频段)。该无线便携式设备还包含与所述天线元件一起使用的接地平面层。尽管该天线元件具有一个第一谐振频率,且处于无线设备运行频率范围之上,但天线元件仍主要负责发射过程和无线设备的射频性能。很明显,发射模式不可以在接地平面层被激发,因为接地平面层在操作频率下电能不足(即:它的尺寸比波长小得多)。对于这种非谐振天线元件来说,需添加匹配电路,从而使天线与有限频率范围内的驻波比等级相匹配。在这种特殊情况下,驻波比等级可以达到 $SWR \leq 6$ 。这种级别的驻波比和有限带宽导致天线元件接收电磁波信号仍可接受,但电磁波发射效果并不理想。鉴于这种限制,虽然无线便携式设备的性能可以足够接收电磁波信号(如:广播服务信号),但天线元件却不能提供可接受的通讯服务性能(如:在反射系数或增益方面),因为这种服务也需要电磁波信号的传播。

[0016] 共有的专利申请W02008/119699和US2010/0109955描述了无线手持或便携式设备包含一个发射系统能够在两个频域内运行。该发射系统包含接地平面层和天线元件,这个天线元件具有上述两个频域外的谐振频率。在这种无线设备内,虽然接地平面层是用来加强运行两个频域内发射系统的电磁性能,但还必须激发在天线元件上的发射模式。事实上,该发射系统依赖于天线元件谐振频率和接地平面层谐振频率之间的关系,从而使发射系统在上述的两个频域内正常运行。然而,该解决方案仍然依赖于天线元件,天线元件的大小与

两个频域外部的谐振频率相关。上述申请号W02008/119699和US2010/0109955的全部内容现被纳入,以供参考。

[0017] 一个不同的发射系统在美国专利号6,674,411中披露。其中,平面倒L形天线(即,贴片天线)有一个放在上面矩形板组成的发射元件与接地平面层基本平行。该天线与配置的网络连接在第一频域和一个第二频域中的频段提供匹配。因此天线系统仅限于在两个频域内的单频段运行。在寻求多频段运行时,天线系统需要一个切换(有源)匹配网络的开关,提供每个频段内匹配的非同步阻抗。因此尽管有天线占据一个大空间(20X10X8mm<sup>3</sup>),相比双波段可以同步提供运行而言并不算多。

[0018] 基于上述原因,无线设备制造商将空间专用于集成发射结构,特别是天线元件,将其作为一种投资以为手持或便携式设备提供通讯能力。

[0019] 为了尽量减少无线手持或便携式设备所占的空间,近来手机天线设计的趋势是,通过使用更小的非谐振元件,以尽可能提高接地平面层对发射程序的作用。然而,非谐振元件通常被迫包含一个复杂的射频系统。因此,这些技术的挑战主要取决于上述的复杂问题(电感元件、电容、及传输线的结合),都需要满足阻抗带宽和效率规范。

[0020] 共同拥有的专利申请,W02010/015365,和W02010/015364用于解决上述一些缺点。也就是说,它们描述了一个无线手持或便携式设备。这种设备包括带有发射结构的发射系统和一个射频系统。该发射结构是由一个具有适当尺寸的接地平面层形成,以支撑至少一个有效的发射模式和至少一个能够将电池能量传送至上述接地平面层的发射增强器。该发射增强器在运行的任何频域是非谐振的,因此,射频系统是用以将发射结构和所需的运行频段相匹配。

[0021] 更特别的是,在W02010/015364里,每一个发射增强器都是运行在特定频域内。因此,该射频系统以这样一种方式进行设计,即与第一个发射增强器相关的第一个内部端口与第二个发射增强器相关的第二个内部端口高度隔离。所说的射频系统通常包含一个匹配的网络。该网络包含适用于每一个运行频域的谐振器,和一套适用于每一个运行频域的过滤器。因此,由于组件额外损耗可能影响效率,上述射频系统需要多个阶电路和良好性能的发射系统。由于每个发射增强器通常要求在特定频域运行,在一些应用中带宽的能力会受到限制,特别是在低频域需要极宽带宽的应用,如:LTE700,GSM850和GSM900标准的无线设备操作。

[0022] 常有的专利申请号W02014/012796和US2014/0015730披露了一个集成的无线设备包含一个由一个发射结构和一个射频系统组成的发射系统,该设备运行两个或更多电磁频谱的频域。所说的发射系统的特征就是在至少两个频域运行,由一个发射增强器,或由至少两个发射增强器,或由至少一个发射增强器和至少一个天线元件实现,其中射频系统修改发射结构的阻抗,在发射系统运行的至少两个频域内的发射系统提供匹配阻抗。上述申请号码 W02014/012796和US2014/0015730的全部内容现被纳入,以供参考。

[0023] 共有的专利申请号W02014/012842和US2014/0015728描述的是紧凑、体积小、重量轻的发射增强器在单个或多个频段内的运行。这样的发射增强器被用于发射系统,该系统可以嵌入到无线手持设备。上述的专利申请进一步描述发射增强器的结构和制造方法。这些方法能够减少增强器和设备内的上述信号增强器嵌入的整个无线设备的成本。上述申请号 W02014/012842和US2014/0015728的全部内容现被纳入,以供参考。

[0024] 另一项技术,正如在美国专利7,274,340,披露的那样,基于使用两个耦合元件。根据该发明所述,四波段操作(GSM1800/1900和GSM850/900频段)有两个耦合元件:一个低频(LB)耦合元件(用于GSM850/900频段)和一个高频(HB)耦合元件(用于GSM1800/1900频段),通过额外的两个匹配电路提供匹配阻抗,一个用于低频耦合元件,另一个用于高频耦合元件。尽管使用了非谐振元件,但该元件的尺寸对于低频来说相对较大,是低频段最低频率自由空间波长的1至9.3倍。鉴于如此大的尺寸,低频元件将是高频的一个谐振元件。此外,这种解决方案的操作跟接地平面层的最大电场强度和耦合元件的接入密切相关。低频元件的尺寸反而增加了天线模块所需印刷电路板(PCB)的空间。根据该发明所述,在低频区的带宽是133MHz(从821MHz至954MHz),对一些申请所要求的更宽带宽是不够的,特别是低频区,比如:无线设备在LTE700,GSM850和GSM900标准范围内操作。

[0025] 因此,无需天线元件并包含一个超薄发射系统的无线设备可以更轻松地将超薄发射结构集成于无线电子设备之中,减少分配至超薄发射系统电子设备的数量,为设备提供一个更适合的射频性能,以在更广泛的通讯频段内操作。体积大造型复杂的天线元件消失之后,释放了一定空间,这个空间可用来安装更小和/或更薄的设备,如超薄电子设备,或者采用全新形式的由于巨大天线元件的存在目前无法使用的元素。此外,通过精确消除需要定制的元素寻找一个标准的解决方案。这种方案只需要细微的调整,就可以在不同的无线电子设备实现。

## 发明内容

[0026] 本发明的目的是提供一种包含超薄发射系统的电子设备(例如但不限于:手机、智能手机、平板电脑、PDA、MP3播放器、耳机、USB加密狗、笔记本电脑、台式电脑、游戏设备、GPS系统、数码相机、智能手表等可穿戴的设备、PCMCA、CARDBUS32卡、传感器或一般与多项设备功能结合的多功能无线设备),超薄发射系统涵盖范围广泛的射频,可处理多个通讯频段并表现出适当的射频性能。

[0027] 本发明另一个目的是提供适合装入电子设备特别是超薄电子设备中的超薄发射系统。

[0028] 本发明另一个目的是提供一个标准的超薄发射系统,只需微小调整便可安装在不同的电子设备之中。

[0029] 本发明的另一个目的是获取发射增强器的位置(在设备上),特别是获取最佳频宽数值的助力杆(即,信号放大器,booster bars)。

[0030] 根据本发明所述,一个电子设备可能是直板条形状,这意味着它的配置为单体。也有可能是一个双体配置,比如:翻盖、翻转式、旋转式或滑块结构。在某些情况下,该设备可能只有一个配置,但含有三个甚至更多的机体。此外或另外机体部分(即:带一个屏幕)还可能有一个扭曲的配置(即:在两个或更多的最好不要平行的旋转轴上旋转)。该电子设备可以包含储存模块,处理电路模块,用户接口模块、电池和无线通讯模块。

[0031] 该无线通讯模块可能包含超薄发射系统,射频收发电路,功率放大器和基本频段模块。该超薄发射系统可以通过导电路径与功率放大器相连,并且通过导电路径与无线收发电路相连。无线通讯模块可以包含多路复用平台,该多路复用平台通过导电路径与超薄发射系统相连接。

[0032] 符合本发明的超薄发射系统可能包含一个超薄发射结构,一个射频系统,至少一个内部导电路径及至少一个外部导电路径。该超薄发射结构可能包含一个接地元件和至少一个发射增强器。在某些实例中,可能是一个通过间隙与接地元件相分离的助力杆。

[0033] 超薄发射结构可能包含一个接地元件和一、二、三、四个甚至更多个发射增强器。在一些首选的实例中,上述发射增强器可能是具有一个细长的形状的助力杆。在一些首选方案中,每一个助力杆或发射增强器是通过间隙与接地平面层相分离。

[0034] 本发明的一方面涉及超薄发射系统接地元件(或接地平面层)作为发射的主要来源的使用。

[0035] 一个发射增强器在某些实例中包含介电材料,标准的介电材料单层间隔两个或更多的导电元件。标准的介电材料单层指的是具有标准厚度而且是现成的介电材料。例如,0.025" (0.635mm),0.047" (1.2mm),0.093" (2.36mm)或0.125" (3.175mm)是市场上供应的普通/标准厚度的介电材料。介电材料可能包括玻璃纤维(阻燃4)FR4、Cuclad(镀铜)、氧化铝、KAPTON(聚酰亚胺)、陶瓷及来自罗杰斯公司的商业层压板和基板(RO3000®和RO4000®层压板,Duroid基板及类似产品)或其它适合的非导电材料。

[0036] 该发射增强器的形成可以是在介电材料的一个第一和一个第二表面内打印或存储导电材料(即,顶部和底部),并添加几个连通件将第二表面导电材料和第一表面的导电材料电连接。在第一表面和第二表面的导电材料可能具有一个基本的多边形形状。一些可能的多边形形状,例如但不限于:正方形、矩形及梯形。当上述第一和第二材料表面的导电材料具有一个矩形的细长形状,发射增强器表现为助力杆形状;一个助力杆可能也会包括将第一表面导电材料与第二表面导电材料电相连接的连通件。

[0037] 助力杆形状细长,其特征在于两个超薄形状因子:一个超薄宽度因子和一个超薄高度因子。该超薄宽度因子是助力杆的宽度和助力杆的长度之间的比率。该超薄高度因子是助力杆的高度和助力杆的长度之间的比率。

[0038] 该超薄宽度因子是助力杆的宽度和长度之间的特定比率,而超薄高度因子是助力杆的高度和长度之间的特定比率。在一个首选的实例中,超薄宽度因子和超薄高度因子的值大于2,例如,在这些实例中的一个或多个,超薄宽度因子的值大于3,首选大于3.5,及超薄高度因子大于4。在另一个首选方案中,超薄宽度因子的值大于6,和/或超薄高度因子大于6。在另一个首选方案中,超薄宽度因子的值大于6,和/或超薄高度因子大于9。在一些次首选方案中,超薄宽度因子和超薄高度因子两者之值在1和2之间。一个助力杆的超薄宽度因子和超薄高度因子可以生成上述列明的任何值,仍小于25,且最好小于10。

[0039] 一个发射增强器可能包含一、二个或多个电连接的助力杆,形成一个适合在一个假想的直径小于三分之一弧度的球体的增强器元件,并与超薄发射系统运行的最低频率相对应。这样的增强器元件也可能被一个超薄宽度因子、一个超薄高度因子和一个位置因子特定。本发明的任何增强器元件可能被一个超薄宽度因子和一个超薄高度因子限制,这些因子每一个值在1和10之间,而首选在2和10之间。

[0040] 本发明的一个有利方面是一个可建在标准的介电材料单层上的助力杆,具有制造成本竞争优势。

[0041] 本发明另一个有利方面是引用了一个具有超薄宽度因子和/或超薄高度因子的助力杆,能使助力杆在电子无线设备内只占很小的空间,并且能使其可集成于超薄电子设备



或柔性的电子器件之中。

[0042] 本发明另一个有利方面是引用了一个助力杆的位置和超薄形状因子,可以确保最有利频宽的可用空间。

[0043] 发射增强器就如一个助力杆,由空隙与接地平面层相分开。在本文件的上下文中,间隙是指接地平面层边缘的点和发射增强器的底部导电表面边缘的点之间的最小距离。发射增强器的位置由发射增强器的宽度和间隙之间的比率这一位置因子特定。在一个首选的实例中,位置因子是在0.5和2之间。在另一个首选实例中,位置因子是在0.3和1.8之间。

[0044] 超薄发射系统的每个发射增强器有利于在发射过程中将电磁能量从射频系统传至接地元件上,并在接收过程中将电磁能量从接地元件传到射频系统。发射增强器在接地元件内激发发射模式,能从接地元件发射。

[0045] 发射增强器的外形及其位置与接地元件有关,经过配置可实现接地元件发射模式的适当激发。选用位置因子是为了使用某种形状因子的发射增强器(尤其是助力杆)获取最佳频率。

[0046] 除了发射增强器的形状因子外,间隙也与适当在接地平面层激发发射模式相关,以便获取最有利的频率带宽。如果未能正确选择位置因子,则超薄发射系统的带宽可能会降低。

[0047] 选择助力杆的位置因子和超薄形状,以确保获取最有利频率带宽的同时,最大限度地减少助力杆在电子设备内所占的空间量。

[0048] 超薄发射结构安装在电子设备内,通过导电路径连接至射频系统。发射增强器通过导电路径与接地元件连接,并与接地元件保持一定距离。上述导电路径组成一个导电元件,这种导电元件可能为线性元件或包括一个表面。该导电元件可能由,包括但不限于:金属条和/或导电路径组成。

[0049] 在一些实例中,超薄发射结构包含一个作为超薄发射结构接地平面层的接地元件或导电材料。在其他一些实例中,超薄发射结构可能包含二、三个或更多的接地元件或导电材料,将其作为发射结构的接地平面。在这种实例中,多个接地元件可以相互电连接。

[0050] 根据本发明所述,超薄发射结构至少有一个发射增强器,其最大尺寸至少小于对应于运行的第一频域最低频率自由空间波长 $1/15$ 。在某些情况下,上述最大尺寸也可能小于对应于运行的第一频域最低频率自由空间波长的 $1/20$ ,和/或 $1/25$ ,和/或 $1/30$ ,和/或 $1/50$ ,和/或 $1/100$ 。在某些情况下,至少有一个发射增强器适宜在虚拟球形范围内有一个直径小于上述自由空间波长的球形范围的 $1/3$ ,或首选小于 $1/4$ ,或首选小于 $1/6$ ,或甚至更小至 $1/10$ 。该球形范围定义为一个虚拟范围,其半径等于运行波长除以2倍 $\pi$ (pi)。

[0051] 因此,在某些实例中,至少有一个发射增强器也具有最大尺寸小于对应于运行的第二频域最低频率自由空间波长的 $1/15$ ,和/或 $1/20$ ,和/或 $1/25$ ,和/或 $1/30$ ,和/或 $1/50$ 。在某些情况下,至少有一个发射增强器适宜在虚拟球形范围内有一个直径小于上述自由空间波长的球形范围的 $1/3$ ,或首选小于 $1/4$ ,或首选小于 $1/6$ ,或甚至更小至 $1/10$ 。

[0052] 此外,在这些实例中,至少有一个发射增强器的最大尺寸大于对应于上述第一频域最低频率自由空间波长的 $1/1400$ , $1/700$ , $1/350$ , $1/250$ , $1/180$ , $1/140$ ,或 $1/120$ 。

[0053] 发射增强器最大尺寸主要由完全封闭上述发射增强器的增强器盒的最大尺寸决定。发射增强器在增强器盒中做以内切。更具体地说,发射增强器内的增强器盒定义为最小

尺寸的平行正方形或长方形表面,完全封闭发射增强器,且其中上述最小尺寸的每一个平行相切的平面是上述发射增强器的至少一个点的切线。此外,上述最小尺寸平面的每个边缘可能会形成一个90度的内直角。在这些情况下,里面的发射结构包含更多的发射增强器,每个增强器盒均各不相同。

[0054] 在某些首选实例中,被增强器盒的两个最大尺寸定义的区域比对应于第一频域的最低频率波长的正方形更小;特别是,上述区域和对应于第一频域的最低频率的波长正方形的比率可能比下列百分比更小:0.15%,0.12%,0.10%,0.08%,0.06%,0.04%,或甚至0.02%。在某些实例中,被增强器盒的两个最大尺寸定义的区域和对应于第二频域的最低频率波长的正方形的比率可能比下列至少一个百分比小。0.50%,0.45%,0.40%,0.35%,0.30%,0.25%,0.20%,0.15%,0.10%,或甚至0.05%。

[0055] 此外,在某些实例中,根据本发明所述,至少一个发射增强器会全部装入一个有限的空间,其等于或小于 $L^3/25000$ ,在某些情况下,等于或小于 $L^3/50000$ , $L^3/100000$ , $L^3/150000$ , $L^3/200000$ , $L^3/300000$ , $L^3/400000$ ,或甚至小于 $L^3/500000$ ,即对应于运行的第一频域最低频率的L波长。

[0056] 根据本发明所述,超薄发射系统经配置可处理多个通讯频段,并在一个或多个展示使用射频性能的操作频域的通讯频段提供覆盖范围,以及可接受级别的反射系数。设计超薄发射系统的目的是发射和接收多个感兴趣的通讯频段的射频信号,包含可能添加的频段,例如:通过提供未来蜂窝电话频段和/或数据服务频段。

[0057] 在本文中,频段指的是特定蜂窝通讯标准、无线连接标准或广播标准所使用的频率范围,而频域最好是指电磁波谱的连续频。例如:GSM1800标准位于1710MHz至1880MHz的频段中,而GSM1900标准位于1850MHz至1990MHz频段中。使用GSM1800和GSM1900标准的设备必须安装发射系统才能够运行在1710MHz至1990MHz的频域中。再如,无线设备使用GSM850标准(配置在824MHz至894MHz频段中)和GSM1800标准必须安装发射系统才能够两个单独频域内运行。

[0058] 有些频段超薄发射系统可以配置发射和接收信号的是,例如:GSM 850 (824-894MHz), GSM 900 (880-960MHz), GSM 1800 (1710-1880MHz), GSM 1900 (1850-1990MHz), WCDMA 2100 (1920-2170MHz), CDMA 1700 (1710-2155MHz), LTE 700 (698-798MHz), LTE 800 (791-862MHz), LTE 2600 (2500-2690MHz), LTE 3500 (3.4-3.6GHz), LTE 3700 (3.6-3.8GHz), WiFi或WLAN (2.4-2.5GHz和/或4.9-5.9GHz)等。根据本发明所述,无线手持或便携式设备可以使用1、2、3、4或更多蜂窝通讯标准、无线连接标准和/或广播标准。每种标准配置在一个、两个或更多的频段,上述频段包含在一个、两个或更多的电磁频谱的频域内。

[0059] 设计超薄发射系统是为了在运行频域中提供一个可接受的反射系数。根据本发明所述,超薄发射系统经配置可在至少一个频域内使用。在有些实例中,超薄发射系统仅配置可适用于含有至少一个第一频段的第一频域,以及含有至少一个第二频段的第二频域。这种发射系统经配置可满足射频带宽和频率覆盖目标的需要。根据本发明所述的超薄发射系统的优点是它在第一频域的阻抗带宽大于5%、10%、15%或甚至大于20%。此外,这样的发射系统的特点还有它在第二频域内的阻抗带宽大于5%、10%、15%、20%、25%、30%、35%,或甚至大于40%。阻抗带宽定义为频域的最高和最低频率差异除以同样频域的中心频率。

[0060] 由于发射增强器尺寸很小,发射增强器和助力杆可能在一些或全部的运行频率里出现电能不足的情况。根据本发明所述方法,超薄发射结构的特点是第一谐振频率,该频率在内部路径测量时,若上述射频系统断开,则测量频率高于运行的第一频域的最高频率。此外,当射频系统断开时,在内部路径测量的超薄散热结构的输入阻抗可能会在上述第一频域的频率中形成很大电抗,尤其是电容性电抗。在这种情况下,超薄发射结构的第一谐振频率和第一频域的最高频率的比率大于1.2。在某些情况下,上述比率可能甚至大于一个或更多下列数值:1.5,1.8,2.0,2.2,2.4,2.6,2.8,或3.0。在一些实例中,上述第一谐振频率和运行的第一频域的最低频率的比率大于1.3,或甚至大于一个或更多的下列数值:1.4,1.5,1.8,2.0,2.2,2.4,2.6,2.8,或3.0。

[0061] 在一些实例中,当射频系统断开时,超薄发射结构的第一谐振频率,在内部路径测量值会比第二频域的最高频率高。上述第一谐振频率和上述第二频域的最高频率之间的比率可能大于一个或多个下列数值:1.0,1.1,1.2,1.4,1.6,1.8,或2.0。在一些其它实例中,上述第一谐振频率是在第二频域内。在一些其他实例中,上述第一谐振频率高于第一频域的最高频率,且低于第二频域的最低频率。

[0062] 在本文中,与超薄发射结构的发射增强器相关的谐振频率指的是超薄发射结构的输入阻抗频率。当射频系统断开时,内部路径将发射增强器与射频系统相连接,在此所测量的阻抗虚拟部分等于或基本等于零。

[0063] 射频系统可以包含一个或多个匹配电路,对超薄发射结构的阻抗进行调整。超薄发射结构提供了与超薄发射系统相匹配的阻抗,位于超薄发射系统一个或多个运行频域的外部路径。

[0064] 根据本发明所述的射频系统可以包含至少一个带有多阶电路的匹配网络,例如:2、3、4、5、6或更多阶。阶电路包含一或多个电路元件(例如但不限于:电感器、电容、电阻、跳线、短路线、延迟线或其它电抗或电阻元件)。在某些情况下,一个阶电路在超薄发射系统的运行的频域或多频域可能会产生大量电感,而另一个阶电路则在所述频域内产生大量电容,第三个阶电路可能会在所述频域产生大量电阻。在一个实例中,阶电路可以基本表现为谐振电路(例如:一个LC谐振并联电路或一个LC谐振串联电路),位于超薄发射系统运行的至少一个频域内。使用具有谐振电路行为的阶电路,可以使给定匹配网络的一部分在给定频率范围或频域中有效连接至上述匹配网络的另一部分,或在另一个频率范围或频域中有效地禁用。

[0065] 在某些实例中,至少一个匹配网络使用并联阶电路(即分流电路)代替串联阶电路(即串接电路),从而形成一个梯形结构。在某些情况下,一个包含两个阶电路的匹配网络形成一个L形结构(即:串联-并联或并联-串联)。在某些情况下,一个匹配网络包含三个阶电路,形成一个II型结构(即:并联-串联-并联)或一个T型结构(即:串联-并联-串联)。

[0066] 在一些实例中,根据本发明所述的射频系统包含一个在梯形拓扑中的匹配电路。这种匹配电路首选包括每个阶电路一个电抗元件。在一些其他实例中,根据本发明所述,射频系统由至少包含一个LC谐振串联电路和一个LC谐振并联电路的匹配电路组成。

[0067] 在一个首选的实例中,一个电子设备包含一个超薄发射系统,该系统经配置可在电磁频谱的至少一个频域内发射和接收电磁波信号。该系统还包含一个超薄发射结构,一个射频系统,以及至少一个内部导电路径和至少一个外部导电路径。超薄发射结构包含至

少一个接地元件和至少一个助力杆。至少一个内部导电路径包含一个导电元件。该元件将至少一个助力杆连接至射频系统。射频系统包含至少一个匹配电路,以调整超薄发射结构的阻抗。超薄发射结构在至少一个外部导电路径中的至少一个频域中,提供与超薄发射系统相匹配的阻抗。至少一个助力杆具有细长形状,特点是超薄宽度因子大于3且超薄高度因子大于3,并由空隙与至少一个接地元件相分开,其位置因子在0.5至2之间。

[0068] 另一个首选实例是有关一个装有超薄发射系统的电子设备。这个系统由一个超薄发射结构、一个射频系统、一个内部导电路径和至少一个外部导电路径组成;超薄发射系统经配置可发射和接收在一个第一频域和一个第二频域的电磁信号。超薄发射结构包含至少一个接地元件和一个由间隙与接地元件分开的助力杆,特点是有一个0.3至1.8之间的位置因子。内部导电路径包含一个导电元件,将助力杆与射频系统相连接。射频系统包含一个可调整超薄发射结构阻抗的匹配电路。超薄发射结构在至少一个外部导电路径中的第一和第二频域中,提供与超薄发射系统相匹配的阻抗。第一和第二频域最好相互分开,以便第二频域的最低频率高于第一频域的最高频率。图15A至15F对这些实例的一些匹配电路进行了描述。

[0069] 此外,本发明的一个优点是包含匹配电路的射频系统。匹配电路可为第一和第二频域内的超薄发射系统提供相匹配的阻抗。无需将第一频域的频率从第二频域的频率分开的滤波电路或组件(即双工器或大量滤波器等),可独立在第一频域和第二频域提供匹配阻抗(即在两个单独分路或电路中)。因此,首选匹配电路可以使用一个分路在上述第一和第二频域内提供匹配阻抗。

[0070] 根据本发明,一些首选匹配电路首选含有7个或以下的元件,例如:2、3、4、5、6、或7个。这样的匹配电路首选不含有源电路或元件。

[0071] 在一些实例中,超薄发射系统经配置可在一个第一频域和一个第二频域发射和接收信号,第二频域的最低频率和第一频域的最低频率之间的比率可大于1.5。在这些实例中,上述比率也可大于1.8,2.0,2.2,或2.4。此外,一些实例中,超薄发射系统经配置可操作第一和第二频域的信号,第二频域最低频率和第一频域的最高频率之间的比率可大于1.2,1.5,1.8,2.0,2.2,或2.4。

[0072] 因此,这种射频系统的优点是其在第一和第二频域内匹配阻抗的效率很高。通过一个安装少量元件的匹配电路,可降低射频系统的损耗,更有效应对元件的偏差。此外,通过不安装双工器之类的滤波电路,射频系统可避免滤波电路所特有的插入损耗,也无需安装两个独立的匹配电路,所以使射频系统的元件更少,超薄发射系统在设备所占空间更小。

[0073] 在一个第三首选的实例中,电子设备包含一个超薄发射系统,该系统由一个超薄发射结构、一个射频系统、第一和第二内部导电路径和至少一个外部导电路径组成;超薄发射系统用来发射和接收一个第一频域和一个第二频域内的电磁波信号。超薄发射结构包括至少一个接地平面层、第一和第二发射增强器,每个第一和第二发射增强器被间隙从接地平面层分开。第一内部导电路径含有的导电元件将第一发射增强器与射频系统相连接,第二内部导电路径也含有一个将第二发射增强器与射频系统相连接的导电元件。射频系统含有一个匹配电路,该匹配电路连接第一和第二内部导电路径及外部导电路径。匹配电路可调整超薄发射结构的阻抗,为第一和第二频域内的超薄发射系统提供匹配阻抗。

[0074] 在某些情况下,超薄发射系统可以包含一个第一外部导电路径和一个第二外部导

电路路径,且射频系统可以包括一个双工器滤波电路。该电路能过滤第一和第二频域中的相关信号,可通过射频系统中的匹配电路,对第一和第二频域内的上述阻抗进行匹配。双工器的第一个端口连接匹配电路,剩下两个端口连接至第一和第二外部导电路径。第一和第二外部导电路径分别包括来自第一频域和第二频域的频率信号。

[0075] 本发明进一步涉及到发射增强器的电磁测试平台。上述平台在上端有一个基本为方形的导电表面,且基本接近中心点。测试元件垂直以单极配置方式放置于上述表面,而上述导电表面起着接地平面层的作用。

[0076] 这一基本为方形的导电表面的侧边尺寸大于参考运行波长。本发明中,上述参考运行波长为频率等于900MHz的自由空间波长。根据本发明的基本为方形的导电表面由铜制成,其侧面长度为60厘米和厚度0.5毫米。

[0077] 在如上所述的测试配置里,根据本发明的助力杆的特点是第一谐振频率和参考谐振频率(900MHz)之间比率大于最小比率3.0。在某些情况下,上述比率可以甚至大于下列最小比率:3.4,3.8,4.0,4.2,4.4,4.6,4.8,5.0,5.2,5.4,5.6,5.8,6.0,6.2,6.6或7.0。

[0078] 根据本发明的助力杆的特点还有上述平台用所测量首选的发射效率,即频率等于900MHz时,发射效率小于50%,首选小于40%、30%、20%或10%,且在某些情况下,小于7.5%、5%或2.5%。这些值都是非常低的效率值,因为额外1:3频率与如上所述的一些实例中获取的频率不匹配或超出此频率。这样的频移将导致进一步的失配损耗,导致整个天线效率低于5%,而通常是低于2%,因此对移动电话或无线应用来说,这将通常认为是不可接受的。不过,很奇怪的是,当至少一个助力杆与根据本发明的超薄发射系统的射频系统组合在一起时,上述发射系统可恢复标准无线设备性能所需的效率。

## 附图说明

[0079] 本发明的实例在所附的图中显示

[0080] 图1A-1B-显示依据本发明实例制造的装有超薄发射系统的无线手持设备。

[0081] 图2A-2D-方框图展示依据本发明一些实例制造的五例超薄发射系统。

[0082] 图3-显示依据本发明所述的带有助力杆的发射结构透视图。

[0083] 图4A-4B-图形显示了以助力杆宽度的函数表示的几个超薄发射系统的带宽性能和间隙尺寸。

[0084] 图5-图形显示了以三个不同深度值时助力杆宽度的函数表示的超薄发射系统带宽性能和间隙尺寸。

[0085] 图6-图形显示依据本发明所述的超薄发射系统可接受的无线电频率行为的例子。

[0086] 图7-显示一例依照首选实例的超薄发射结构透视图,该结构含有四个助力杆。

[0087] 图8-依据本发明所述的超薄发射结构与典型射频系统相连接的平面图。

[0088] 图9-图形显示超薄发射系统的无线电频率行为,包括图7的超薄发射结构和图8的射频系统。

[0089] 图10-依据首选实例制造的装有三个助力杆的典型超薄发射结构的透视图。

[0090] 图11-依据本发明,一例射频系统与超薄发射结构的连线平面图。

[0091] 图12-图形显示超薄发射系统的无线电频率行为,包括图10的超薄发射结构和图11的射频系统。

- [0092] 图13-显示依据本发明所述的典型超薄发射结构。
- [0093] 图14A-14B-显示依据首选实例制造的射频系统的示意表示图。
- [0094] 图15A-15F-显示首选本发明一些实例中的六个匹配电路。
- [0095] 图16A-16F-显示在添加射频系统匹配电路的不同阶电路后,一个典型超薄发射系统的阻抗变换。
- [0096] 图17-显示图16的超薄发射系统的反射系数图。
- [0097] 图18A-18B-显示的依据本发明所述的装有射频系统的典型超薄发射系统的阻抗和反射系数。
- [0098] 图19-显示依据本发明所述的典型发射增强器。
- [0099] 图20-显示依据首选实例制造的超薄发射结构和导电轨迹形式中的内部电路。
- [0100] 图21A-21B-显示测量发射增强器电磁特性的测试平台。
- [0101] 图22-显示依据本发明所述的发射增强器的发射效率和天线效率,由图21A和21B所示的测试平台测试。

### 具体实施方式

[0102] 从下列一些首选实例的详细描述,本发明的进一步特性和优点将更为明显。上述本发明给定的一些首选实例的详细描述,仅以说明为目的,绝不意味本发明的极限定义,随附视图作为参考。

[0103] 显示符合本发明的说明性无线电设备包含超薄发射系统,如图1A和1B所示。图1A中的特殊安排中,无线电设备100是一台智能手机,但也可以代表其他无线电设备比如:平板或台式电脑。超薄发射系统包含一个第一助力杆101,一个第二助力杆102,一个增强器元件110,和一个接地元件105(可以包含一层或多层印刷电路板)。增强器元件110包含两个连续的助力杆:第三助力杆103和第四助力杆104。通过导电路径106,第一助力杆101 连接至射频系统109;通过导电路径107,第二助力杆102连接至射频系统109;通过导电路径108,增强器元件110连接至射频系统109。

[0104] 图1B是视图中的一个无线手持设备150,该设备包含一个超薄发射结构和射频系统 153。超薄发射结构包含发射增强器151(采取细长形助力杆的形式)和接地平面层152。助力杆151通过内部导电路径154与射频系统相连接,在这个特例中可能是印刷导电路路。

[0105] 图1A和1B中,助力杆被设置在不接地平面层的设备部分,所以接地平面层上助力杆的正交投影没有接地平面层,其分别包含接地平面层105和152.在其它实例中,包含接地平面层的平面上的助力杆或其它发射增强器的正交投影被接地平面层部分或全部重叠。

[0106] 图2A显示无线设备超薄发射系统的框图。超薄发射系统201a包含超薄发射结构202a、射频系统203a、内部导电路径204a、和外部导电路径205a。超薄发射结构通过内部导电路径204a与射频系统相连接,并通过外部导电路径205a与其他处理RF波信号的RF 电路相连。依据这种框图制造的超薄发射系统经过配置可在至少一个频域或至少两个频域或至少三个频域内运行。

[0107] 图2B显示依据本发明所述的电子设备的超薄发射系统的另一个框图。超薄发射系统 201b包含超薄发射结构202b、射频系统203b、两个内部导电路径204b和205b,及两个外部导电路径206b和207b。超薄发射结构通过内部导电路径204b和205b与射频系统相连接,

并通过外部导电路径206b和207b与其他处理RF波信号的RF电路相连。依据这种框图制造的超薄发射系统用在至少两个频域、或至少三个频域运行。

[0108] 图2C根据本发明所述,显示电子设备的另一个超薄发射系统的框图。超薄发射系统 201c包含超薄发射结构202c、射频系统203c、三个内部导电路径204c、205c和206c及三个外部导电路径207c、208c、209c。超薄发射结构通过内部导电路径204c、205c和206c 与射频系统相连,并通过外部导电路径207c、208c和209c与处理RF波信号的其他RF电路相连。依据这种框图制造的超薄发射系统经配置可在至少三个频域内运行。

[0109] 图2D根据本发明所述,显示电子设备超薄发射系统的另一个框图。超薄发射系统 201d 类似于图2A中的201a。包含超薄发射结构202a、射频系统203d、内部导电路径204a、和两个外部导电路径205d和206d。超薄发射结构通过内部导电路径204a与射频系统相连接,并通过外部导电路径205d和206d与其它处理RF波信号的RF电路相连接。射频系统 203d可包含一个匹配电路用来提供在至少两个频域匹配阻抗,及可以连接上述匹配电路并连接至外部导电路径的双工器。符合这种框图的超薄发射系统用来在至少两个频域运行。射频系统203d方便互联RF(射频)前端模块或RF(射频)电路包含第一和第二频域的独立输入信号。如果此种RF前端模块(未展示)有一个全部信号的输入/输出,图2A中的射频系统203a将更适合。

[0110] 图3展示依据本发明所述的超薄发射结构301的一个首选实例。超薄发射结构包含助力杆303和接地平面层302,助力杆包含介电材料306的单一标准层,其具有顶部304和底部 305的导电表面。助力杆长度为310、宽度为311和高度为312。沿着维度的助力杆长度跟导电表面的顶部和底部的接地平面层是基本平行的,宽度跟导电表面的顶部和底部的接地平面层基本垂直的,高度是顶部导电表面和底部导电表面的最小距离。在一些实例中,助力杆在一个第一和一个第二表面上装有衰减器,以便助力杆安装可以逆转,顶边和底边可以互换。

[0111] 助力杆的尺寸和形状的特点是超薄宽度因子和超薄高度形状因子。超薄宽度因子是助力杆的长度和宽度之间的一个比率,超薄高度因子是助力杆长度和高度之间的一个比率,超薄宽度因子和超薄高度因子首选大于3。在此例中,助力杆经配置可在600MHz-6GHz范围内一个或多个频段里运行的(即:GSM 850(824-894MHz), GSM 900(880-960MHz), GSM 1800(1710-1880MHz), GSM 1900(1850-1990MHz), WCDMA 2100(1920-2170MHz), CDMA 1700(1710-2155MHz), LTE 700(698-798MHz), LTE 800(791-862MHz), LTE 2600(2500-2690MHz), LTE 3500(3.4-3.6GHz), LTE 3700(3.6-3.8GHz), WiFi(2.4-2.5GHz和/或 4.9-5.9GHz)), 长度是10毫米、宽度是3.2毫米、高度是3.2毫米,超薄宽度因子3.125和超薄高度因子3.125。在这些或其它实例中,上述尺寸在标准的公差范围内,比如:±1%-3%,在某些情况下,可变化10%。助力杆由间隙313与接地平面层相互分开,该间隙是底部导电层和接地平面层的最小距离。该间隙距离加助力杆宽度311正好是发射增强器的深度。与接地平面层相关的助力杆位置具有位置因子的特征。位置因子是助力杆的宽度和间隙之间的比率,位置因子首选范围是0.5至2之间。在此例中,宽度是3.2毫米,间隙是3.3毫米,位置因子是0.96,深度是6.5毫米,所有这些尺寸都在标准的公差范围内,比如:±10%变动。

[0112] 图4A和图4B展示超薄发射系统射频性能内助力杆位置和宽度的相关性的两个例子;超薄发射系统的射频性能受涉及接地平面层和助力杆宽度的助力杆位置的影响。图4A

和图4B 绘制由六个超薄发射系统实现的以助力杆宽度的函数表示的潜在带宽和间隙尺寸。曲线401 代表超薄发射系统潜在带宽,该系统包含由高度2.4毫米和长度11.5毫米的助力杆。曲线 402代表超薄系统潜在带宽,该系统包含一个3.2毫米高和9毫米长的助力杆。曲线403代表超薄发射系统的潜在带宽,该系统含有高2.4毫米和长10.5毫米的助力杆。曲线404代表超薄发射系统的潜在带宽,该系统含有3.2毫米高和7毫米长的特定助力杆。曲线405代表超薄发射系统的潜在带宽,该系统含有2.4毫米高和9毫米长的助力杆。曲线406代表超薄发射系统的潜在带宽,该系统含有2.4毫米高和7毫米长的助力杆。如图4A和图4B所示,超薄发射系统的潜在带宽取决于助力杆的宽度尺寸和涉及接地平面层的助力杆的位置;对于每一个曲线来说,都会有一个实现最佳带宽值的区域。在本发明中,这种区域是指有效的带宽区域。该区域与一定位置因子值相对应,给出超薄发射系统最优带宽值的区域。位置因子的首选值在0.5和2之间的范围内。这种结果与常见观点相驳,这是因为天线元件宽度更宽,带宽便更大,比如:单极天线。

[0113] 图5展示另一个超薄发射系统的射频性能上的助力杆的宽度和位置的影响;超薄发射系统的射频性能受助力杆的宽度和接地平面层方面助力杆位置的影响。图5显示超薄发射系统实现的以助力杆宽度为函数表示的潜在带宽和间隙尺寸;三条曲线501、502和503呈现超薄发射系统潜在带宽,该系统包含高3.2毫米和长7毫米的助力杆。曲线501指的是深度7.5 毫米的助力杆,曲线502对应深度7毫米,而曲线503对应深度6.5毫米。如前图4A和4B所示,超薄发射系统的潜在带宽取决于助力杆宽度和间隙大小。间隙将助力杆与接地平面层互相分开;对于每条曲线来说,都会有一个实现最佳带宽值的有效带宽区。

[0114] 描述超薄发射系统射频性能的特征的一个方法是使用反射系数图;反射系数小于-4.4dB 是普遍可以接受的。图6展示一例依据本发明所述的超薄发射系统的可接受射频性能。超薄发射系统包含的助力杆的宽度形式因子3.125、高度形式因子3.125和位置因子0.96。曲线 601显示超薄发射系统与频率反射系数,而直线602显示一个可接受反射系数的参考标准。此例中,运行频域的所有频率反射系数小于-4.4dB,其覆盖一个频率范围为824MHz至 960MHz。此频率范围能使超薄发射系统用于覆盖至少两个通讯频段比如:824MHz至 894MHz频段和880MHz至960MHz频段。这两个频段是可覆盖超薄发射系统的频段例证,其它频段也可以由超薄发射系统处理。另一个实例中,超薄发射系统适当的射频性能对应于-6dB或更小的反射系数,适用于运行频率范围的所有频率。

[0115] 图7展示一例依据本发明所述的首选超薄发射结构。该结构适用于经配置可在第三频域运行的超薄发射系统。超薄发射结构701含有一个第一助力杆702、一个第二助力杆703、一个增强器元件704,组成两个相邻的助力杆705和706,及接地平面层707。如图3所示,每个助力杆含有介电材料的标准单层,这些材料具有顶部和底部导电表面;此例中,介电材料高3.2毫米。此例中,第一和第二助力杆702、703有超薄宽度因子3.125,超薄高度因子3.125和位置因子0.96;增强器元件704有超薄宽度因子6.25,超薄高度因子6.25,位置因子0.96。总之,任何适合的形状可以用于接地平面层。图7展示一例依据本发明所述的超薄频率结构。该结构适用于经配置可在三个频域运行的超薄发射系统。接地平面层707包含间隙区域,该区域可以用来安装电子无线设备其它元件,或调整接地平面层至电子无线设备形状,或仅为SAR目的。接地平面层矩形708(虚线呈现只为说明目的)特定为最小尺寸矩形围绕接地平面层707。即,接地平面层矩形是一个至少在接地平面层的一个点切面的矩形。依



据本发明所述,接地平面层的第一长边是指接地平面矩形的一个长边709或710;接地平面层的第二长边是指接地平面矩形的第二个长边710或709;接地平面层的第一短边是指接地平面矩形的一个短边711或712;接地平面层的第二短边涉及接地平面矩形的第二个短边712或711。

[0116] 图8显示射频系统805通过内部导电路径802、803和804,连接至超薄发射结构801。适合超薄发射结构801连接至射频系统805的实例是如图7所示的超薄发射结构。射频系统805含有一个第一匹配电路806,一个第二匹配电路807,和一个第三匹配电路808。第一匹配电路806经配置可确保超薄发射系统在第一频域通过外部导电路径809与其它电路相连接,且阻抗相匹配。第二匹配电路807用来提供阻抗匹配第二频域为其它电路连接至外部导电路径810。第三匹配电路808用来保证超薄发射系统保证超薄发射系统在外部导电路径811的第三频域阻抗被匹配。因此第一、第二和第三匹配网络用来确保可接受反射系数的参考标准超过第一、第二和第三运行频率范围。每个第一、第二和第三匹配电路含有一个无源元件网络比如电感和电容,其与适合结构一起安排,比如:一个电感加一个LC网络。其它适合可匹配电路可用来确保超薄发射系统在运行频域阻抗相匹配;其它适用的匹配电路可包含一个无源和/或有源元件的网络,这些元件可和其它结构一起配置。

[0117] 图9展示超薄发射结构701与射频系统805互联后,超薄发射系统的射频性能。曲线901显示超薄发射系统发射反射系数与外部路径809端点频率的对比;曲线902显示超薄发射系统发射反射系数与外部路径810端点频率的对比;曲线903显示超薄发射系统发射反射系数与外部路径811端点频率的对比,曲线904显示一个可接受反射系数的参考标准。此例中,反射系数901小于-4.4dB,是为了第一运行频域905的全部频率。反射系数902小于-4.4dB,是为了第二运行频域906的全部频率;及反射系数903小于-4.4dB,是为了第三运行频域907的全部频率。超薄发射系统的第一运行频域905覆盖第一频率范围大约698MHz至大约798MHz,超薄发射系统的第二运行频域906覆盖频率范围大约824MHz至大约960MHz,超薄发射系统第三运行频域907覆盖第三频率范围大约1710MHz至大约2690MHz。第一频率范围能使超薄发射系统能够用以覆盖至少三个通讯频段,例如:699MHz至746MHz频段、746MHz至787MHz频段,以及758MHz至798MHz频段。第二频率范围能使超薄发射系统覆盖至少两个通讯频段,比如:824MHz至894MHz频段和880MHz至960MHz频段。第三频率范围能使超薄发射系统覆盖至少5个通讯频段,比如:1710MHz至1880MHz频段、1850MHz至1990MHz频段、1920MHz至2170MHz频段、2300MHz至2400MHz频段和2496MHz至2690MHz频段。其它可取的通讯频段也可以由超薄发射系统处理。

[0118] 图10展示另一例依据本发明所述的超薄发射结构;超薄发射结构适合超薄发射系统用于在至少两个频域内运行。超薄发射结构1001包含一个第一增强器元件1002,其包含一个第一助力杆1003和一个与第一助力杆相邻的第二助力杆1004;超薄发射结构1001还包含一个第三助力杆1005和一个接地平面层1006。如图3所示,每个助力杆可由一个单一标准介电材料层形成,这些材料具有顶部和底部导电表面。此例中,介电材料高为2.4毫米;第一增强器元件1002超薄宽度因子为8,超薄高度因子为10,位置因子为0.375;第三助力杆1005,超薄宽度因子为4,超薄高度因子为5和位置因子为0.375。

[0119] 图11显示射频系统1101通过内部导电路径1103和1104,连接至超薄发射结构1102。图10展示了适当超薄发射结构1102连接至射频系统1101的一个例子。射频系统1101

包含一个匹配电路,该电路经配置可确保超薄发射系统在第一频段和第二频段通过外部导电路径1105与其他电路连接,且电抗相匹配。因此,匹配网络经配置可确保一个可接受参考标准,适用于超过第一和第二运行频率范围的全部反射系数。匹配电路包含一个无源元件网络,比如:电感、电容和传输线,其与适宜的结构一起配置,如图11所示。其它适合的匹配电路可以用于确保超薄发射系统在运行频率的范围内匹配阻抗;其它适宜的匹配电路可以包含一个无源和/或有源元件的网络,可以跟其它适合的结构一起配置。

[0120] 图12展示超薄发射结构1001与射频系统1101互联后,超薄发射系统的射频性能。曲线1201显示超薄发射系统的反射系数与在外部路径1105终端频率,直线1202显示可接受的反射系数的参考标准。此例中,反射系数1201小于-4.4dB,适用于第一和第二频域的所有频率。超薄发射系统第一运行频域覆盖一个第一频率范围698MHz至960MHz,超薄发射系统第二运行频域覆盖一个频率范围1710MHz至3800MHz。第一频率范围能使超薄发射系统使用覆盖至少5个通讯频段,比如:699MHz至746MHz频段、746MHz至787MHz频段、758MHz至798MHz频段、824MHz至894MHz频段、和880MHz至960MHz频段。第二频率范围能使超薄发射系统覆盖至少7个通讯频段,例如:1710MHz至1880MHz频段、1850MHz至1990MHz频段、1920MHz至2170MHz频段、2300MHz至2400MHz频段、2496MHz至2690MHz频段、3400MHz至3600MHz频段、和3600MHz至3800MHz频段。其它可取的通讯频段也可以由超薄发射系统处理。

[0121] 另一个超薄发射结构实例,如图13所示。超薄发射结构1300包含在印刷电路板1307上的接地平面层1302以及发射增强器1301。发射增强器1301的特点是超薄宽度因子和高度因子均在1和2之间。发射增强器1301由一个间隙与接地平面层相互分开,特点是位置因子在0.5和2之间,首选是在0.5和1之间。接地平面层在接地平面矩形1306中描述(仅为说明虚线),发射增强器在增强器盒1305中描述(仅为说明虚线)。

[0122] 包含装有超薄结构1300的超薄发射系统的无线电子设备可以优先提供五频操作:第一频域内两个频段,比如与GSM850和GSM900蜂窝通信标准频段有关(即:第一频域包含824MHz至960MHz频率范围),和第二频域三个频段,比如与GSM1800,GSM1900和WCDMA2100蜂窝通信标准与频率有关(即:第二频域含1710MHz至2170MHz频率范围)。在另一个实例中,根据本发明所述,设备可以提供三频或四频操作,在第一频域有至少两个频段,和在第二频域至少另外两个频段,其中,第一和第二频域在频率里不会重叠。此设备可以运行比如但不限于GSM850和GSM900蜂窝通信标准,和GSM1800和GSM1900蜂窝通信标准。

[0123] 图14A展示射频系统1400,包含一个第一端口1401,一个第二端口1402和一个匹配电路1403。此射频系统特别方便用于图2A中超薄发射系统。端口1401可以连接一个内部导电路径(比如:204a),端口1402可以连接一个外部导电路径(比如:205a)。匹配电路1403经配置可在至少在一个频域、或至少在两个频域、或至少在三个频域提供匹配阻抗。

[0124] 图14B展示另一个射频系统1410,该系统包含一个第一端口1411、一个第二端口1412、一个第三端口1413、一个匹配电路1414、一个双工器1415、和一个将匹配电路连接至双工器的导电路径1416。在接收信号方面,双工器1415经配置可分离来自导电路径1416的信号,端口1412处提取的一个第一信号最好包含第一频域相关的频率,和在端口1413处提取的第二信号最好包含与第二频域相关的频率;在发射信号方面,双工器1415将端口1412和1413的信号相结合,并在导电路径1416提取。匹配电路1414可为第一和第二频域内的超

薄发射系统提供相匹配的阻抗。端口1412和1413可以分别连接如图2D所示的第一和第二外部路径。

[0125] 图15A至15F显示首选匹配电路经配置可在至少两个频域内提供匹配阻抗。

[0126] 图15A显示匹配电路1500。该电路包含第一和第二端口1501和1502,以及含形成梯形拓扑的五个阶电路的电路(串联-并联-串联-并联-串联)。第一阶电路连接端口1501,是串联的传感器1503。第二阶电路是分流电感1504,第三阶电路是一个串联电容1505,第四阶电路是一个并联电感1506,第五阶是一个串联电容1507,上述五阶电路连接第二端口1502。

[0127] 在图15B中显示匹配电路1510,包含六阶电路,这些电路形成可替代的梯形拓扑(串联-并联-串联-并联-串联-并联)。第一阶电路(串联)连接匹配电路的第一端口1501,第六阶电路,含一个并联电感1511,连接匹配电路第二端口1502。

[0128] 图15C显示另一个首选匹配电路1520,该电路包含两个阶电路:第一阶电路包含一个并联电容1521,第二阶电路包含一个串联电感1522。为匹配电路1520的并联电容1521首选范围的电容值是:0.01pF至30pF。

[0129] 图15D显示另一个首选匹配电路1530,该电路包含串联电感1531。此电感连接端口1501和由电感元件1532a和电容元件1532b组成的串联LC谐振器。该串联LC谐振器连接一个由电感1533a和电容1533b组成的并联LC谐振器至串联电容1534。串联电容连接匹配电路1530的第二端口1502。此匹配电路包含一个由四个阶电路形成的分路(串联-串联-并联-串联)。

[0130] 图15E显示第五首选匹配电路1540,该电路包含:连接端口1501的串联电感1541、并联电感1542、串联电容1543、形成并联LC电路的电感1544a和并联电容1544b,和连接端口1502的串联电容1545。

[0131] 图15F显示另一个首选匹配电路1550,类似于匹配电路1540具有差异,具有电容1545连接串联电感1551形成串联LC电路电路,及上述电感连接端口1502代替图15E中电容1545。

[0132] 电感1503,1531和1541对应于第一阶匹配电路1500,1510,1530,1540和1550,电感值最好在0.1nH至80nH之间。

[0133] 匹配电路1500,1510,1520,1530,1540,和1550适用于匹配电路203a和203d,如图2A 和2D所示。

[0134] 图16A显示超薄发射系统的阻抗1600。该系统包含一个发射增强器,如果阻抗与本发明披露的射频系统断开,则应在其内部导电路径处测量。上述阻抗点1601和1602与一个第一频域最低和最高频率相对应(此例中,上述频率为824MHz和960MHz);阻抗点1603 和1604与一个第二频域的最低和最高频率相对应(此特例中,上述频率为1710MHz和2170MHz)。阻抗1600有一个非常大的负电抗,也就是说第一频域的阻抗实际是容抗,适用于阻抗点1601和1602限制的整个范围。而且对于第二频域的频率来说,该负电抗也为容抗。上述超薄发射结构的第一谐振频率是在一个高于第二频域的最高频率上(如阻抗点1604 所示)。

[0135] 图16B至16F显示在超薄发射系统与射频系统连接后,图16A的超薄发射系统的阻抗变化。该系统包含一个类似1500的匹配电路,作为阶电路依次添加至匹配电路。图16B显

示阻抗1610,前提是匹配电路只含有第一阶电路(一个串联电感)。在图16C中,超薄发射系统的阻抗1620显示增加并联电感(相当于第二阶)至匹配电路后。图16D中的阻抗1630在添加第三阶电路串联电容后获取。图16E中阻抗1640在添加第四阶电路并联电感后获取。此外,与添加与第五阶电路相对应的另一个串联电容后,可获取超薄发射系统的阻抗1650。除了图16F所示的阻抗1650外,当超薄发射结构连接含有五阶梯电路匹配网络的射频系统时,还可获取反射系数1700,如图17所示。在此特例中,发射系统运行频率范围至少覆盖一个第一频域,包含阻抗点1701和1702限定的频率范围(分别是824MHz和960MHz),和至少一个第二频域包含被阻抗点1703和1704(分别是1710MHz和2170MHz)限定的频率范围,其中上述阻抗点为此特例的良好射频性能建立一个最低反射系数标准,但在其它实例中,上述最低标准可能是:-4.4dB。

[0136] 在这种特殊情况下,第二频域的最低频率和第一频域的最低频率之间的比率大于1.5,甚至大于2.0。此外,超薄发射结构第一谐振频率之间的比率在内部路径测量。当射频系统断开时,第一频域的最低频率大于1.3,也大于2.0,甚至大于2.4。

[0137] 图18A和18B显示另一个典型实例的阻抗和反射系数。该实例有关超薄发射系统。该系统包含一个超薄发射结构,其阻抗与图16A的阻抗相似,还有关一个根据本发明所述的射频系统。该射频系统包含一个梯形拓扑结构中的六阶匹配电路,比如图15B中的匹配电路1510。当超薄发射结构与这种射频系统连接时,阻抗1800如图18A所示。在所述图中,阻抗点1801和1802指的是第一频域的较低和较高频率(分别是824MHz和960MHz),阻抗点1803和1804指的是一个第二频域较低和较高频率(分别是1710MHz和2170MHz)。图18B中的反射系数1810对应于图18A中的超薄发射系统。在特殊实例中,超薄发射系统的运行频率范围至少覆盖一个第一频域,包括被阻抗点1811和1812(824MHz和960MHz)限定的第一范围,和一个第二频域包括被阻抗点1813和1814(1710MHz和2170MHz)限定的第二范围。

[0138] 图19显示发射增强器1900,其包含导电表面1901和1902,介电材料1904(以透明展示,仅用于说明),以及多个连接导电表面1901和1902的连通件1903(在其它实例中,上述导电表面只与一个连通件互连)。上述发射增强器为超薄宽度因子为3.125和超薄高度因子为3.125的助力杆。比如,助力杆1900可在超薄发射结构1300使用,替代发射增强器1301。

[0139] 类似1900的助力杆经配置可在本发明所述的超薄发射系统中使用,特别是可用在本发明的每个实例中。因此,超薄发射系统包含一个超薄发射结构、一个射频系统和至少一个外部导电路径。在系统中超薄发射结构包含发射增强器如1900和接地平面层,可以用来在至少一个频域,或至少两个频域内发射和接收电磁波信号。射频系统包含一个匹配电路,该电路经配置可在至少一个外部路径的上述至少一个或至少两个频域中为超薄发射系统提供匹配阻抗。

[0140] 图20显示超薄发射结构包含发射增强器(例如:助力杆)2001、接地平面层2002。也显示了导电元件2003作为内部导电路径的有利功能。导电元件2003与发射增强器2001相连接,可在其连接射频系统前(未显示)调整发射增强器的输入阻抗。导电元件可以改进包含上述超薄发射结构的超薄发射系统的效率,或使超薄发射系统可在至少一个频域或至少两个频域的更多频段中操作。此例中,助力杆的特点是,高为2.4毫米、超薄宽度因子为4,超薄高度因子为5,位置因子为0.33。尽管导电元件2003为L形,在其它实例中,导电元件可能也存在其它形状,比如直线形。

[0141] 导电元件2003的电长度可能小于自由空间波长的10%。该波长对应于第一频域的最低频率。该长度最好可小于上述自由空间波长的5%。

[0142] 图21A以三维角度展示测试发射增强器特征的测试平台。该平台包含方形导电表面 2101和连接器2102(例如:SMA连接器)。连接器电连接至测试特征的设备或元件 2100。导电表面2101有侧边,其长度大于对应参考频率的运行波长。例如:在900MHz 处,上述侧边的长度至少为60厘米。例如:导电表面可以是铜片或铜板。连接器2102基本安装在导电表面2101的中心位置。

[0143] 在图21B中,以二维角度展示了与图21A相同的测试平台。而且,图中部分画出导电表面2101。在此例中,图21A所描述特征的元件为2100,该元件对应于图19中的图中助力杆1900。这样配置是为了其能够尽可能大的垂直接触导电表面2101。而且第一或第二导电表面(图19中的1901或1902)直接电接触连接器2102(为了更清楚解释发射增强器 1900的方向,连接发射增强器第一和第二导电表面的连通件孔1903在图21B中也有展示)。发射增强器1900装在一种附在导电表面2101上的介电材料之上(未显示),以便减少发射增强器1900和表面2101的距离。例如:上述介电材料可以是一种介质带或涂层。

[0144] 图22显示测试平台测量的发射效率和天线效率,测试值与图21A和图21B所示的相似,前提是测试特征的元件2100为发射增强器1900。在此特例中,在900MHz测量的发射效率 2201(用实线代表)小于5%,而在900MHz测量的天线效率2202(用虚线代表)则小于1%。

[0145] 以上内容仅为说明本发明的原理,所属领域的技术人员可以在不脱离本发明的范围和实质的情况下可做出各种调整。因此,尽管上述实例涉及特殊设计的助力杆,且这种助力杆具有特定数值的超薄宽度因子、超薄高度因子和位置因子,但很多其他依据本发明设计的助力杆(具有不同的超薄宽度因子、超薄高度因子和位置因子)也可同样用于超薄发射机构之中。

[0146] 本专利申请是依据第674491号协议收到来自《欧盟地平线2020研究和创新计划》资助的项目的一部分。

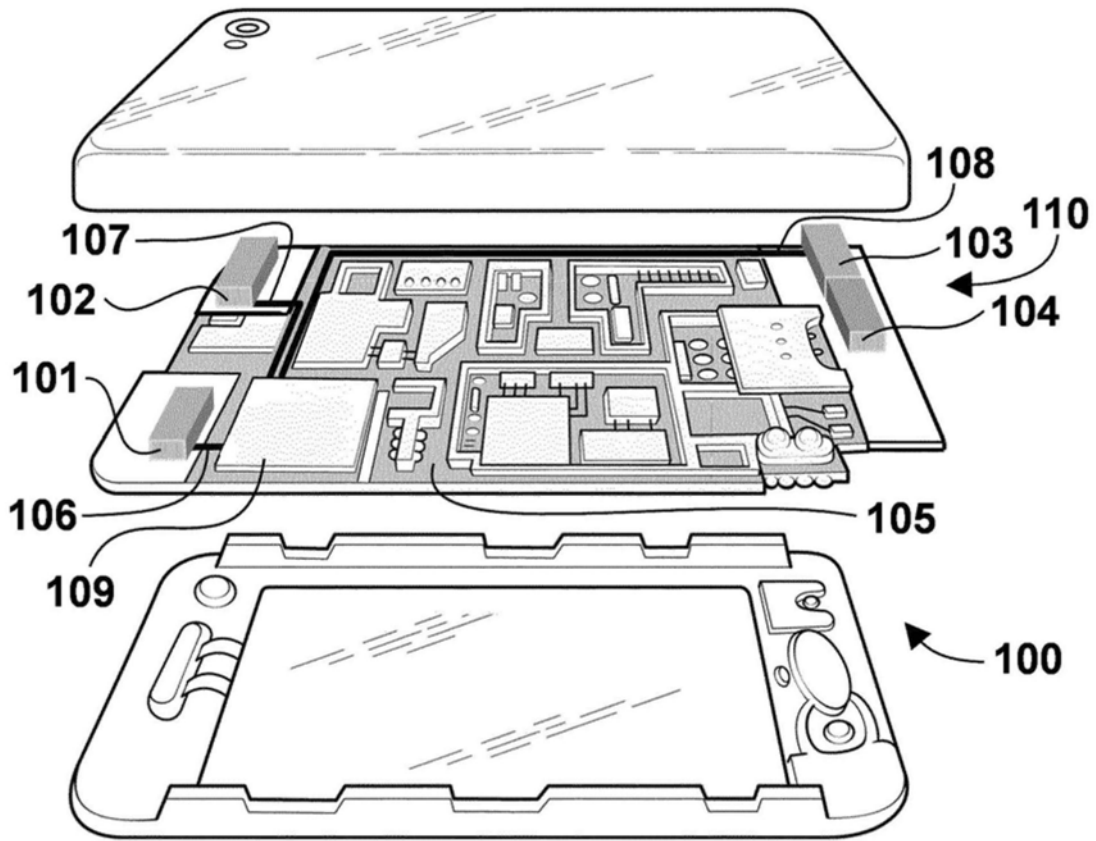


图1A

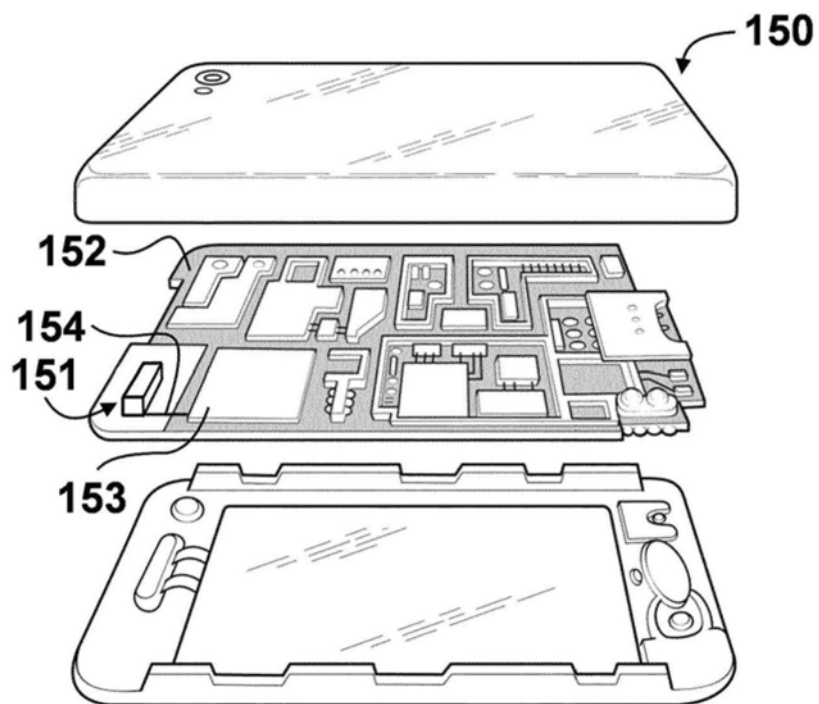


图1B

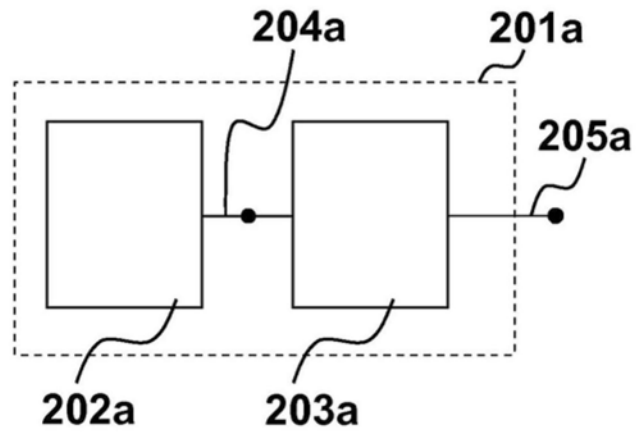


图2A

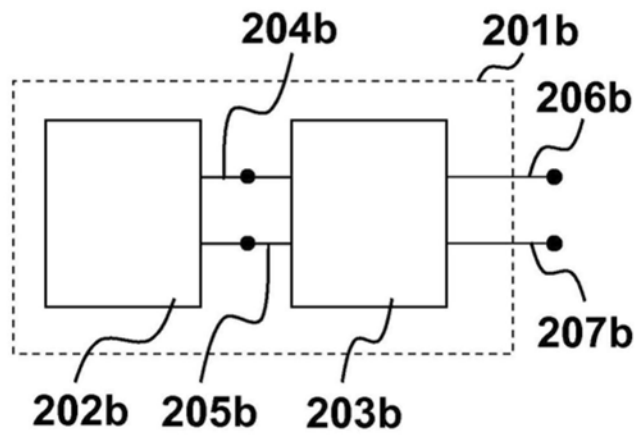


图2B

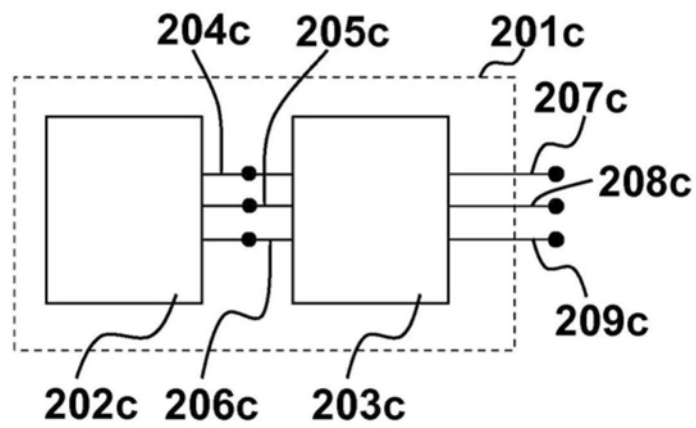


图2C

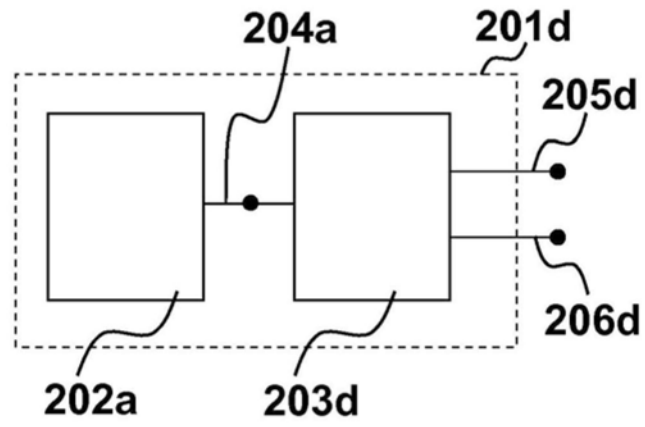


图2D

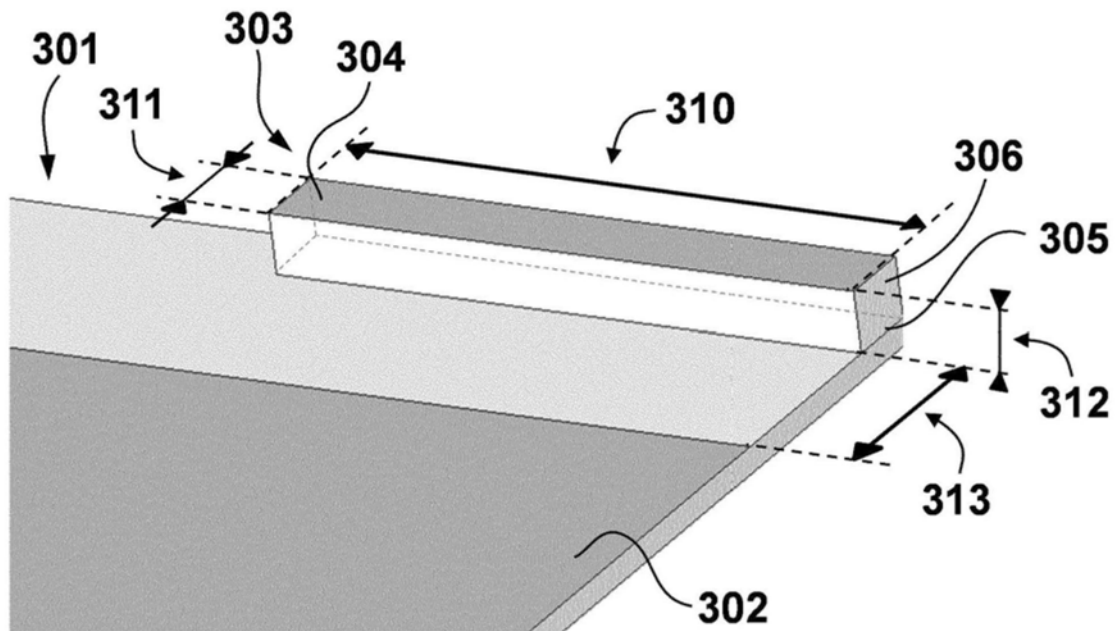


图3



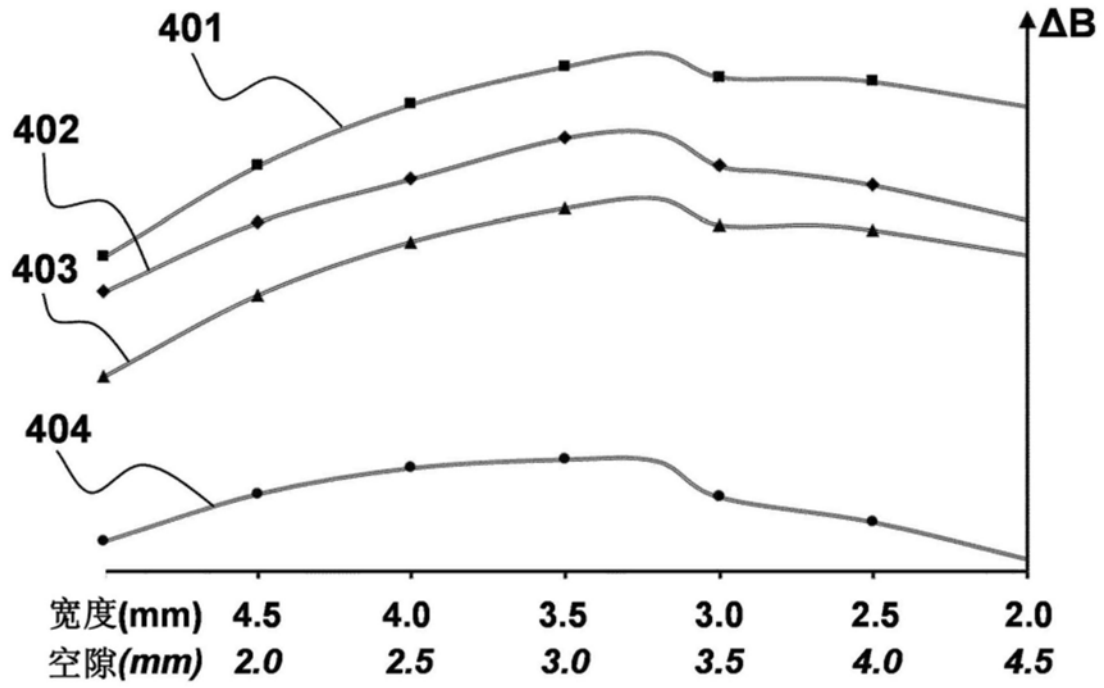


图4A

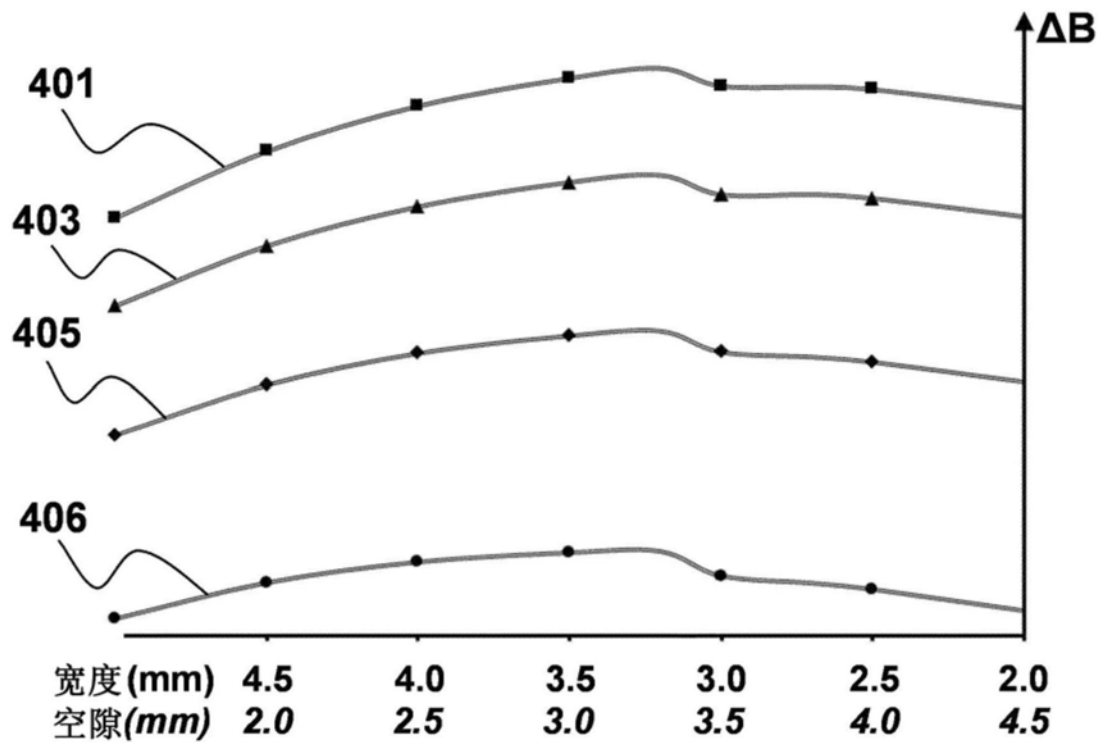


图4B

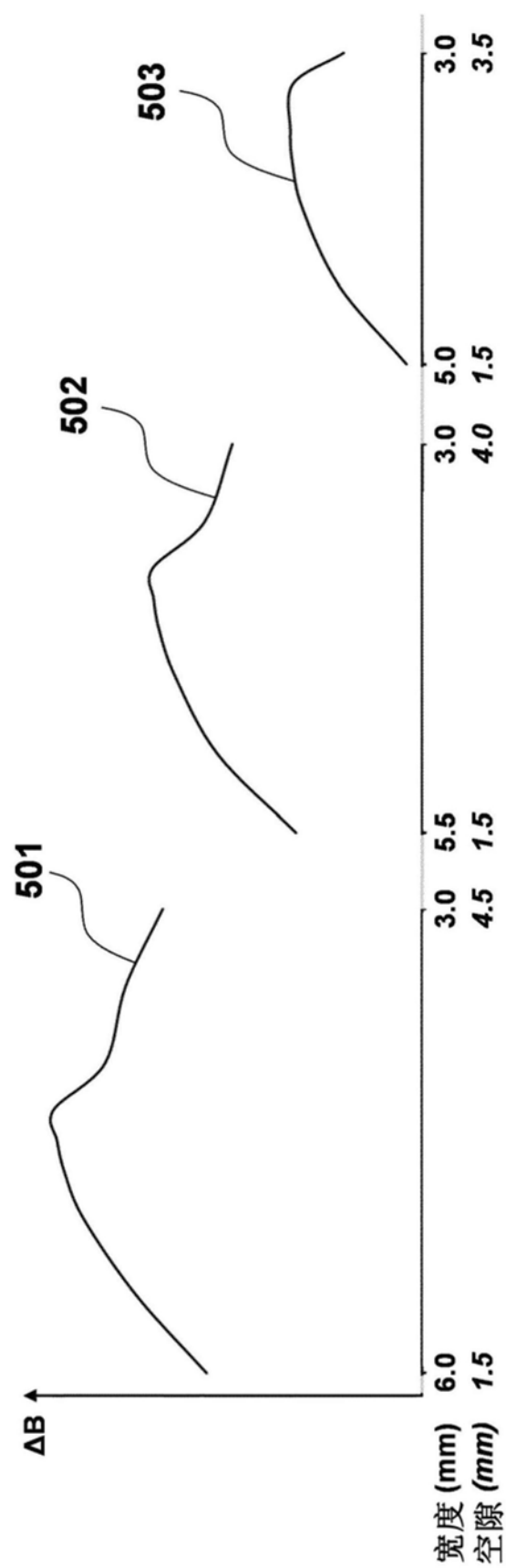


图5

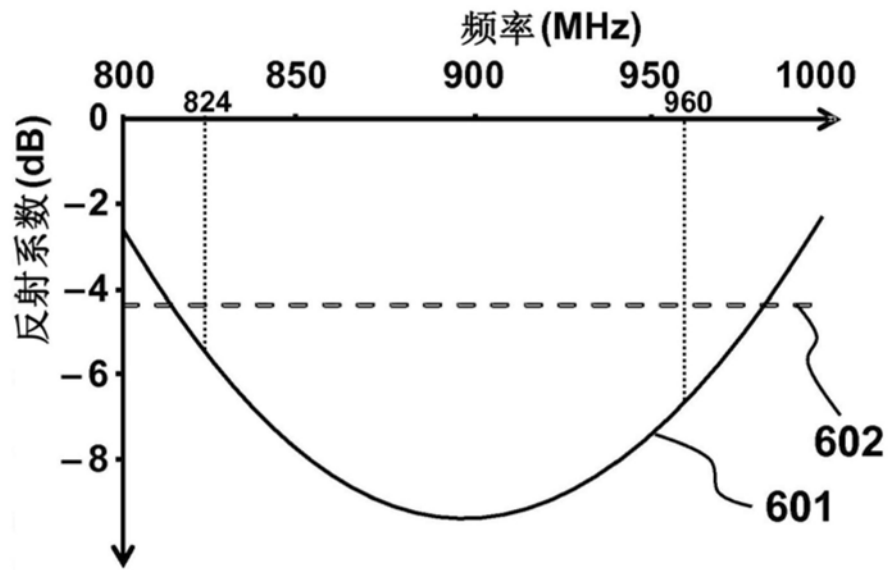


图6

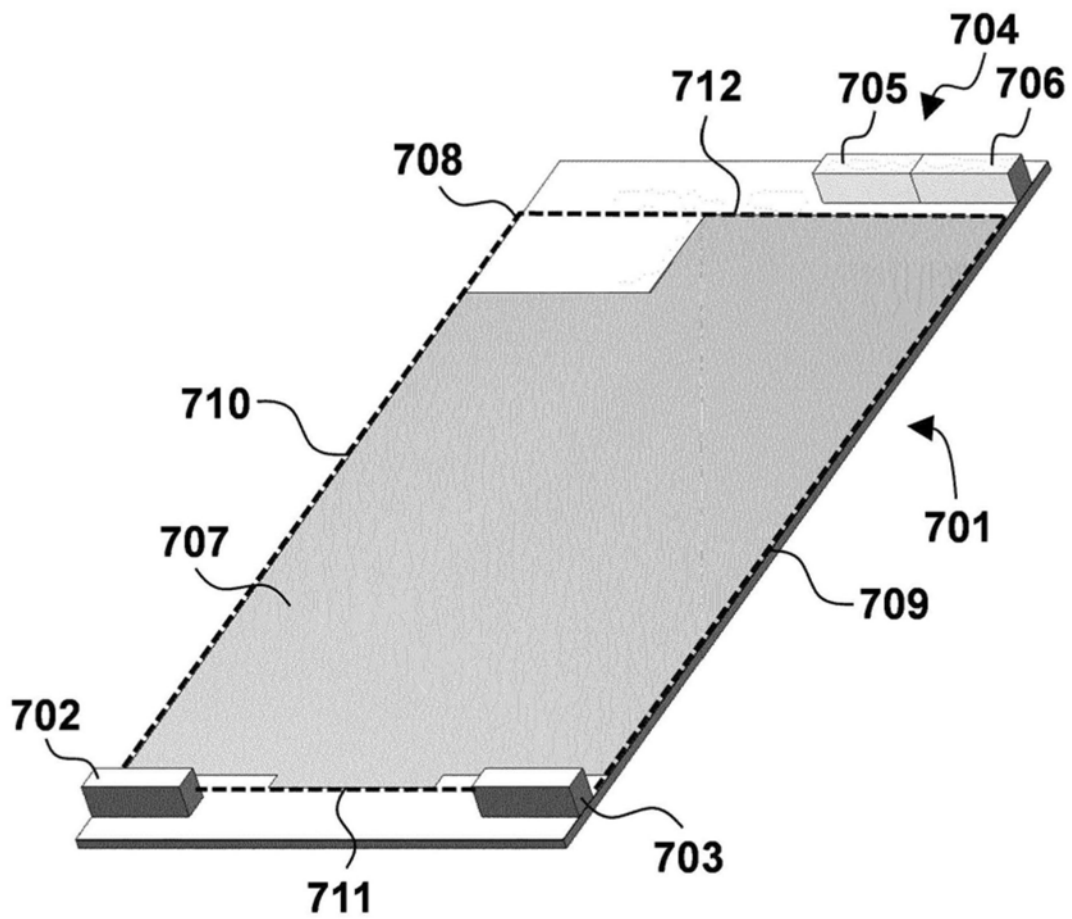


图7

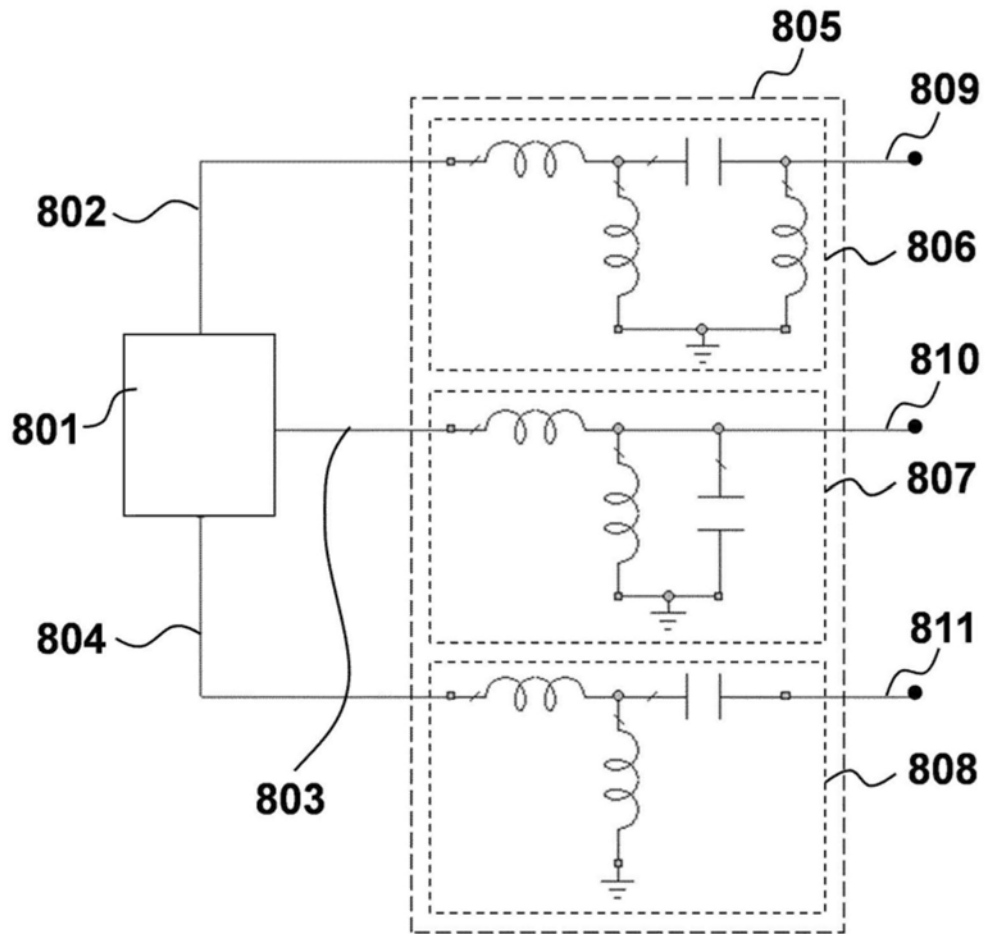


图8

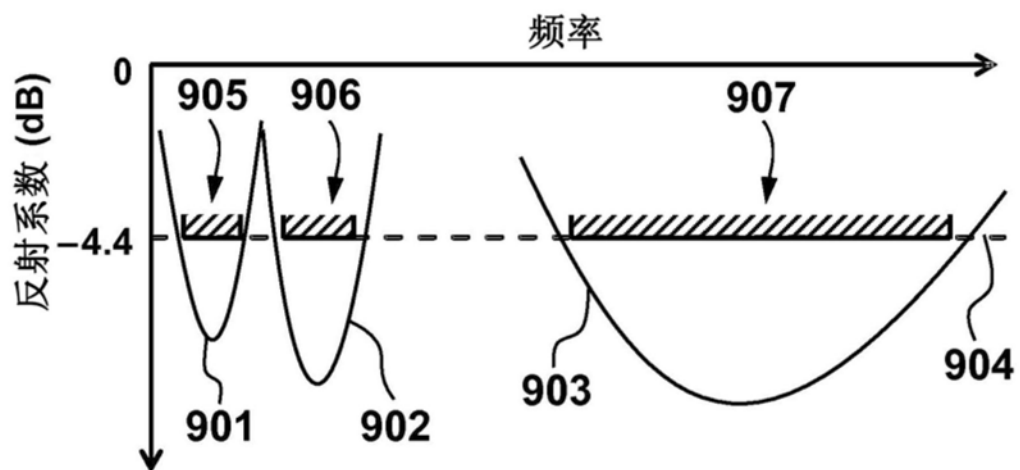


图9

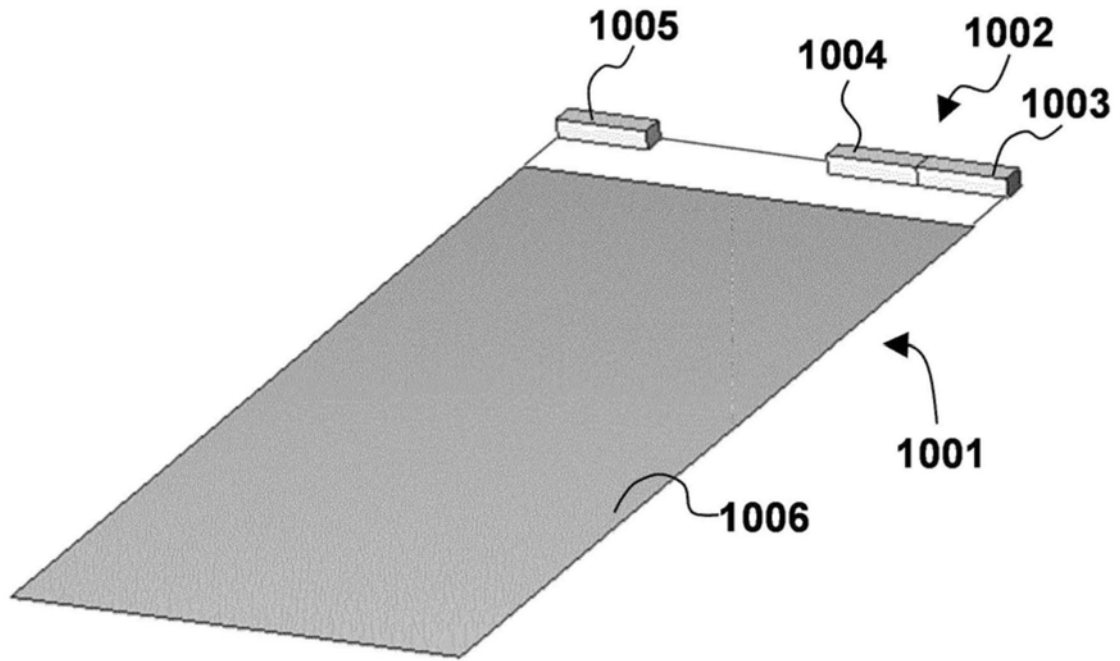


图10

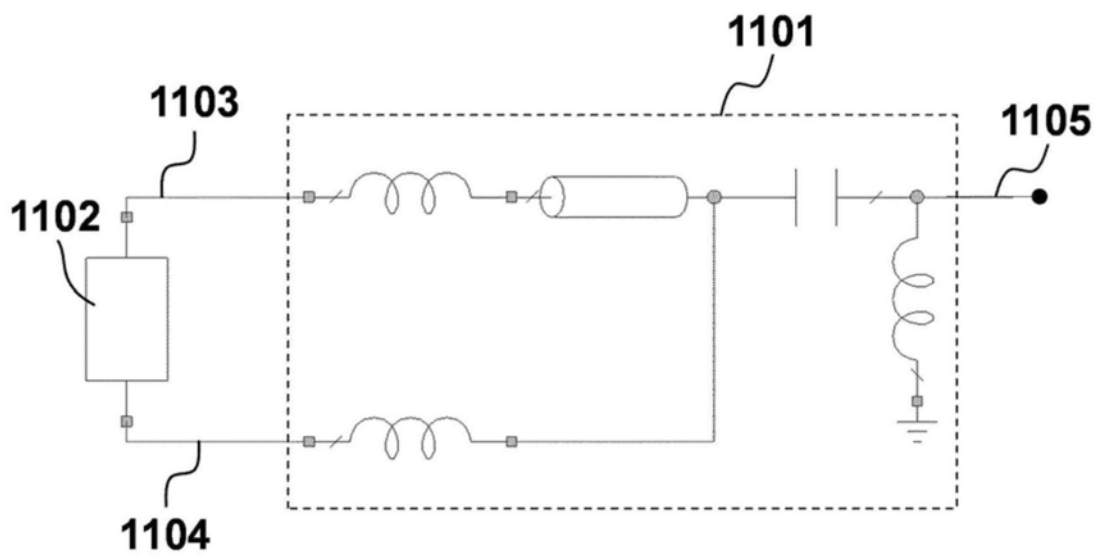


图11

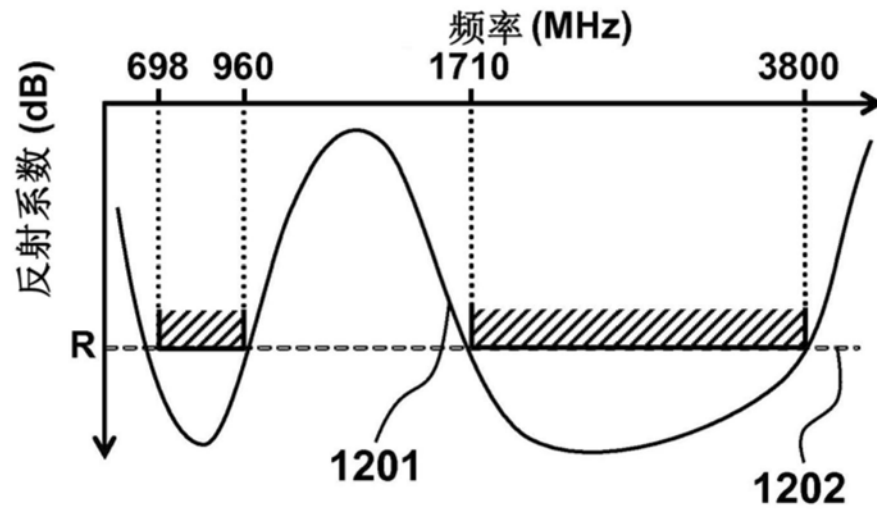


图12

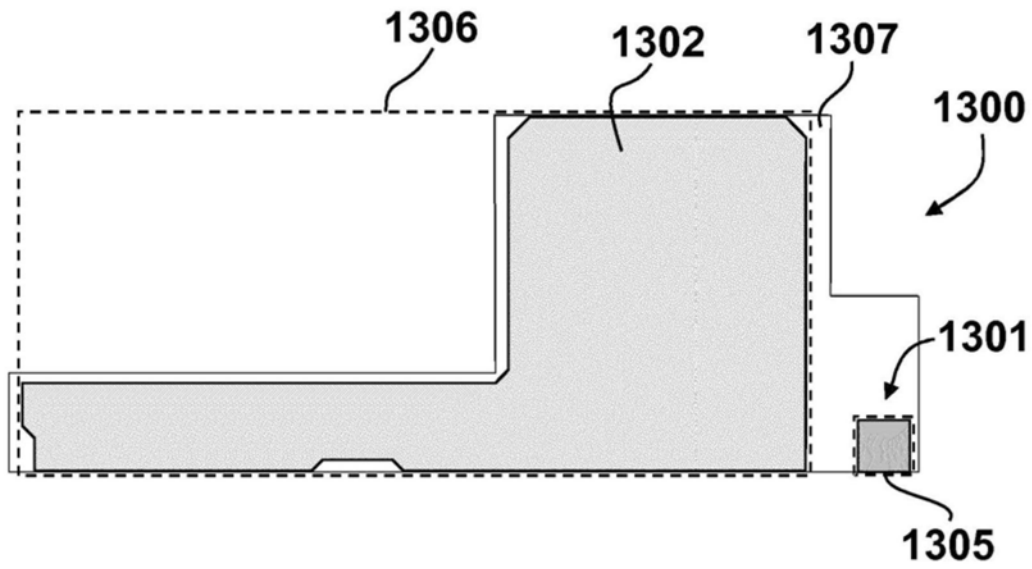


图13

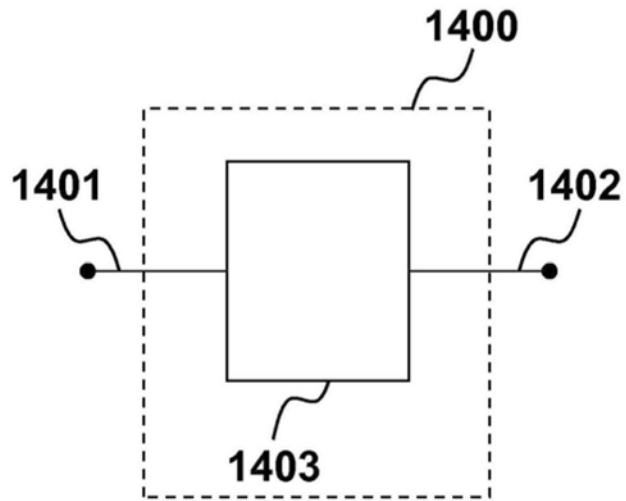


图14A

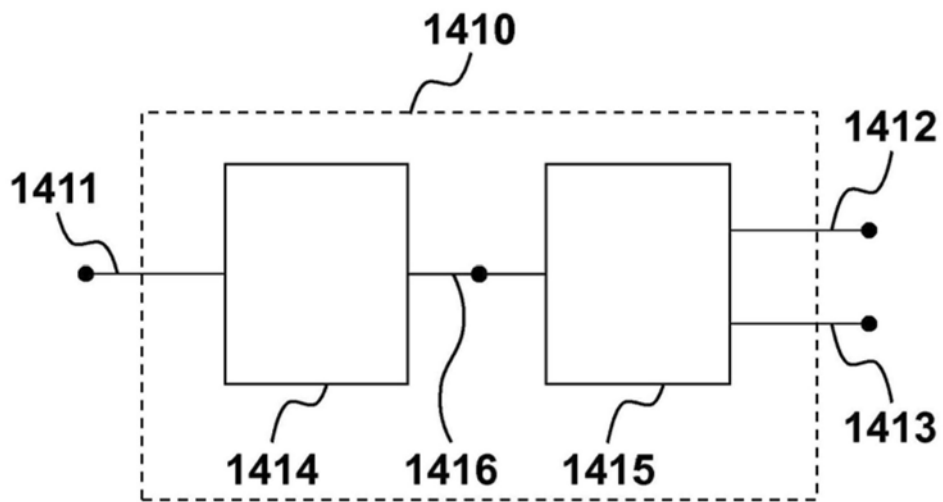


图14B

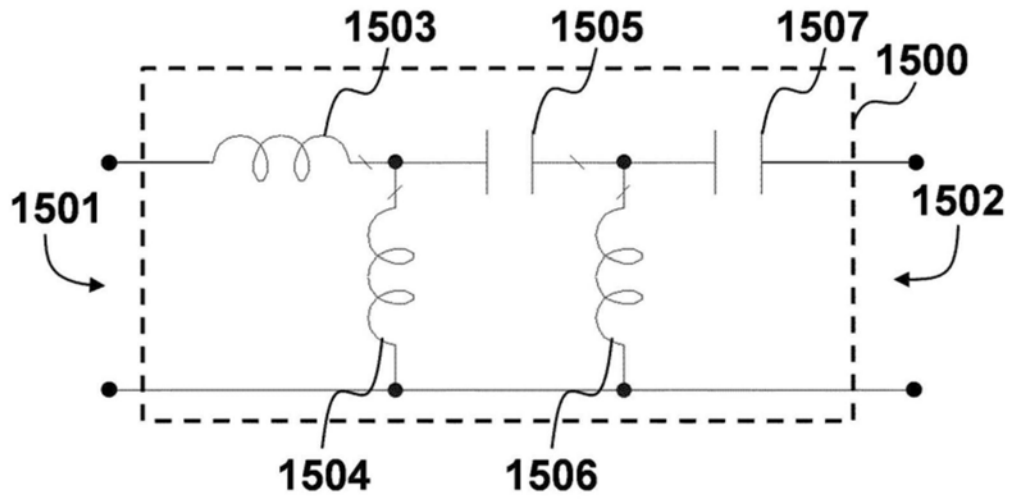


图15A

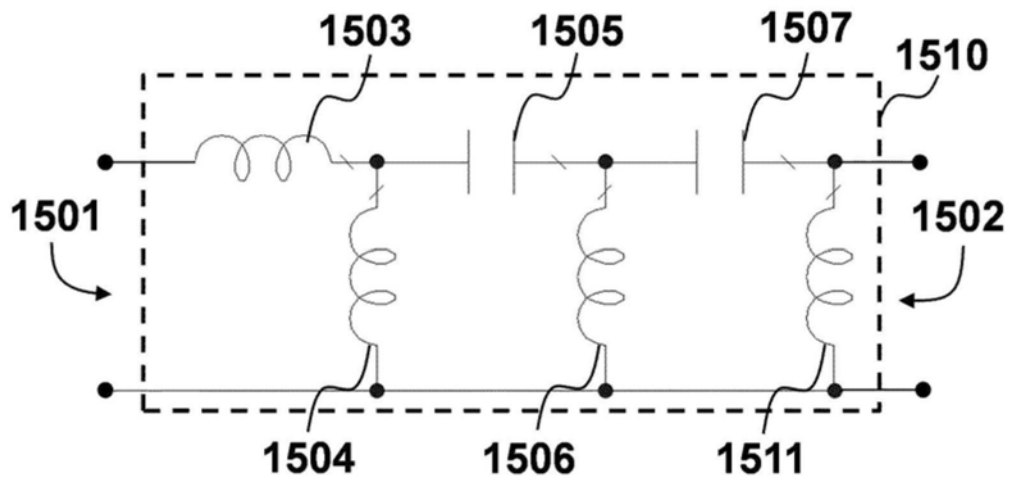


图15B

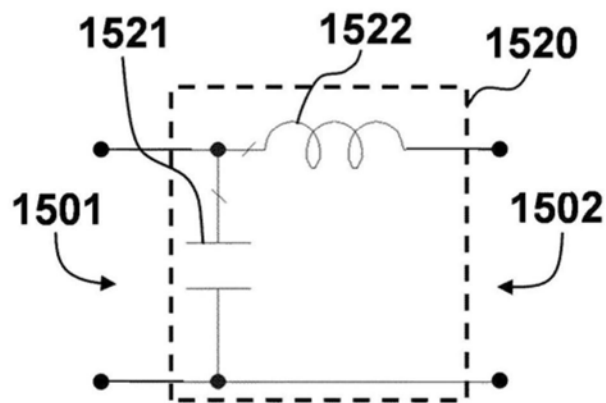


图15C





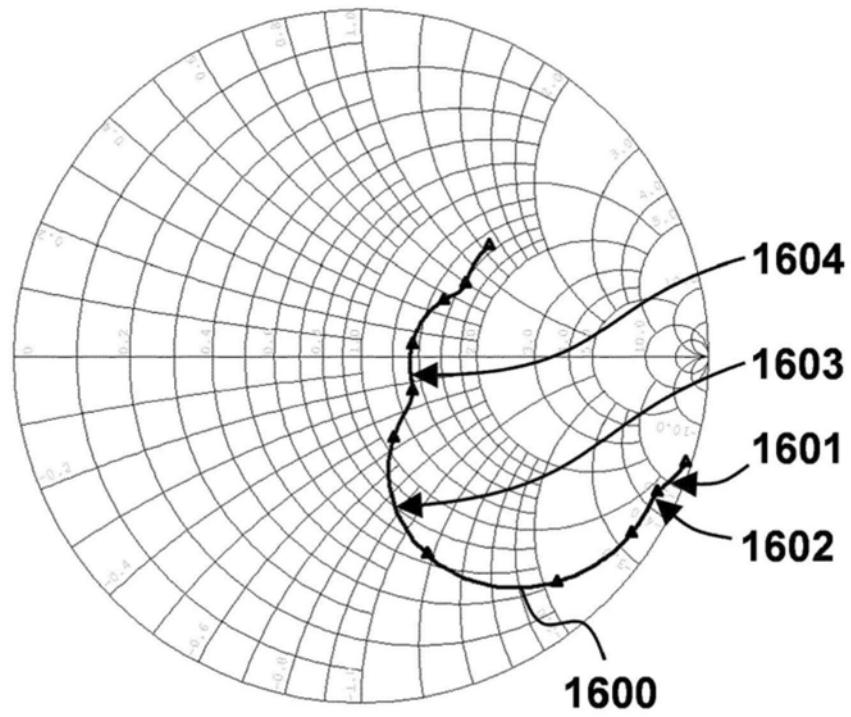


图16A

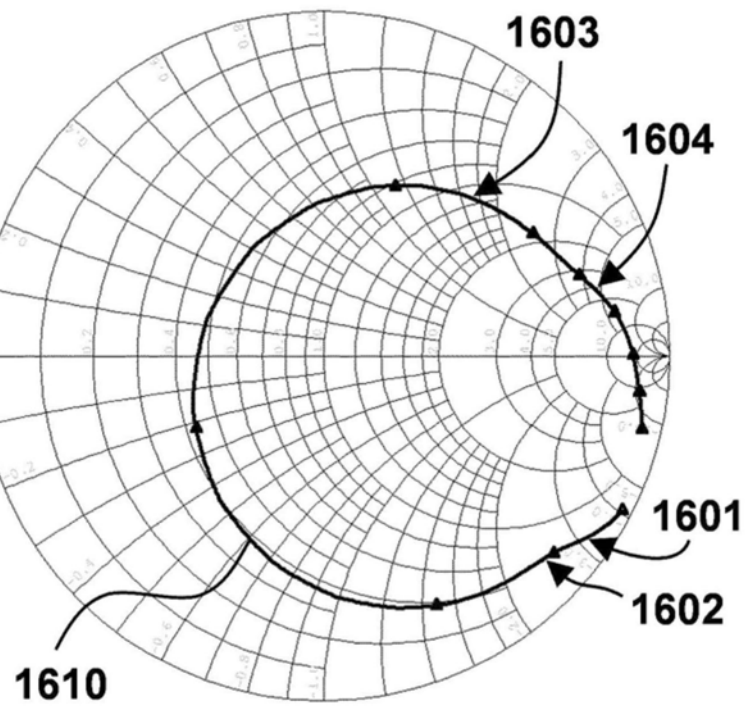


图16B

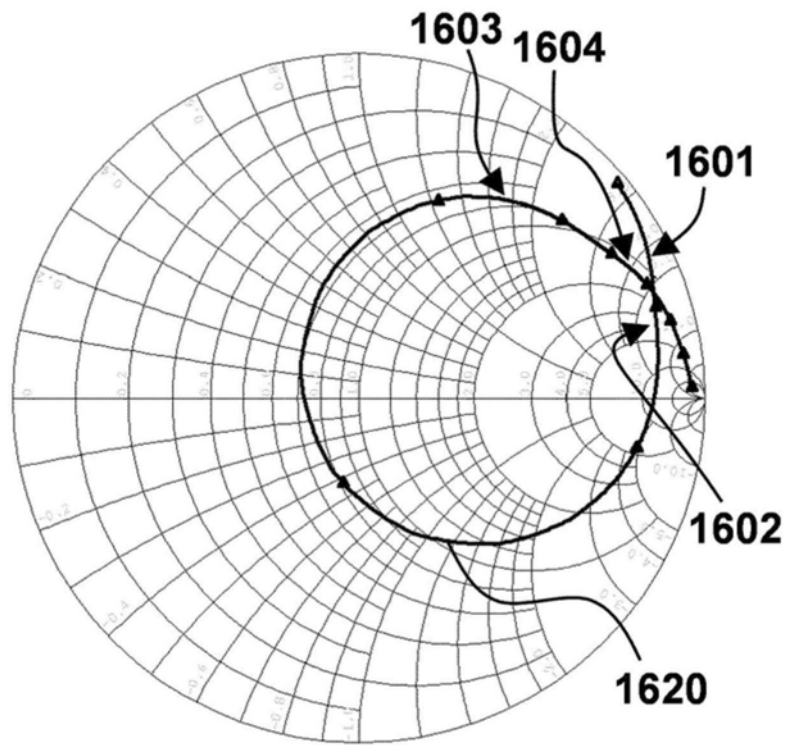


图16C

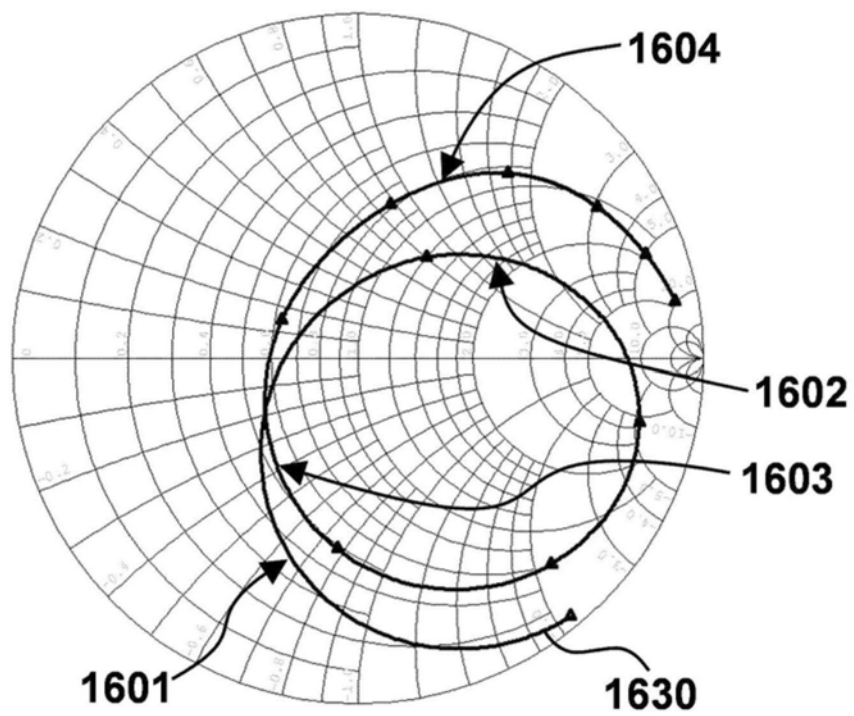


图16D

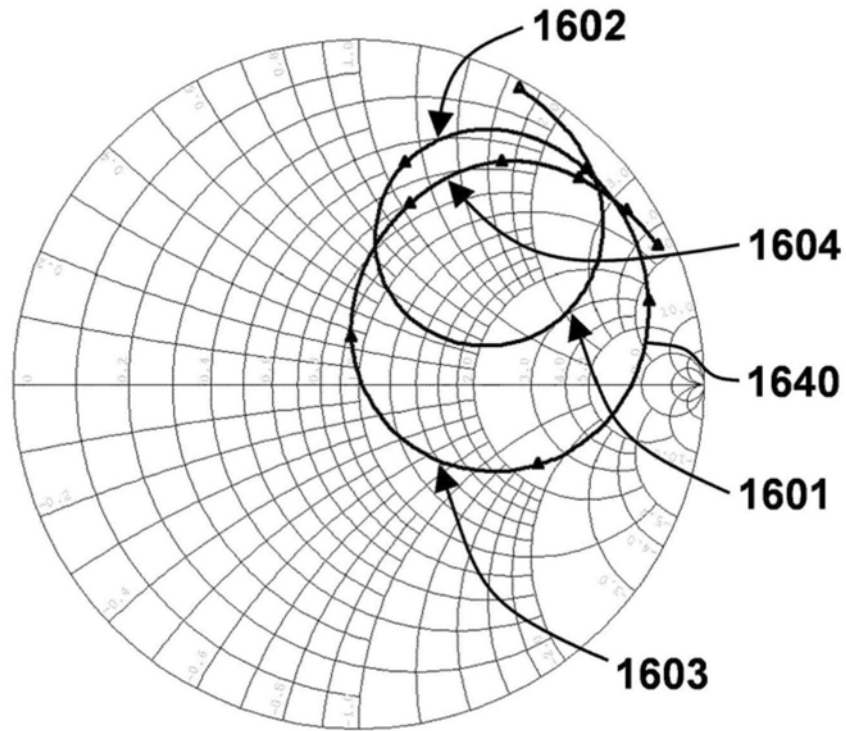


图16E

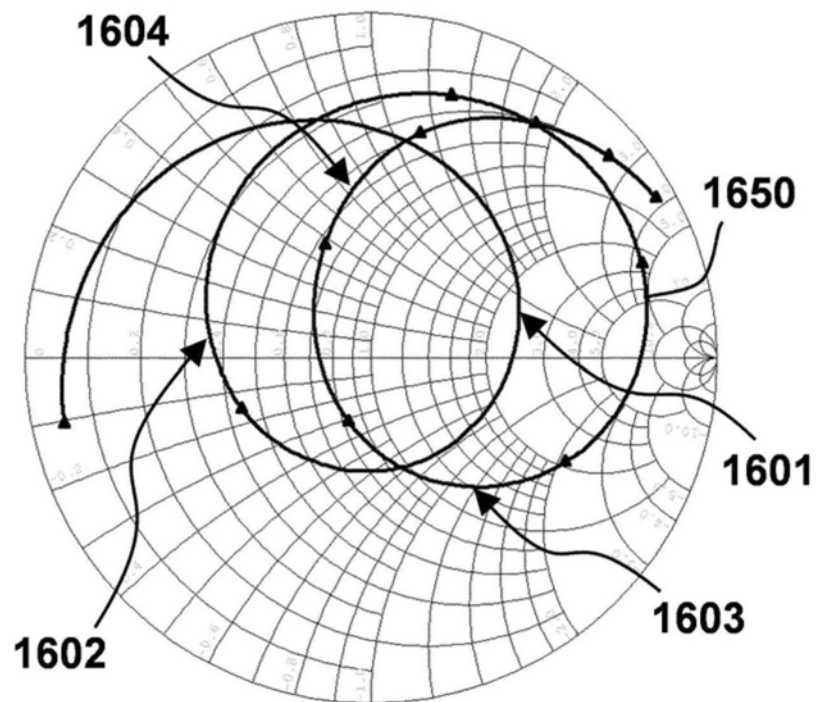


图16F

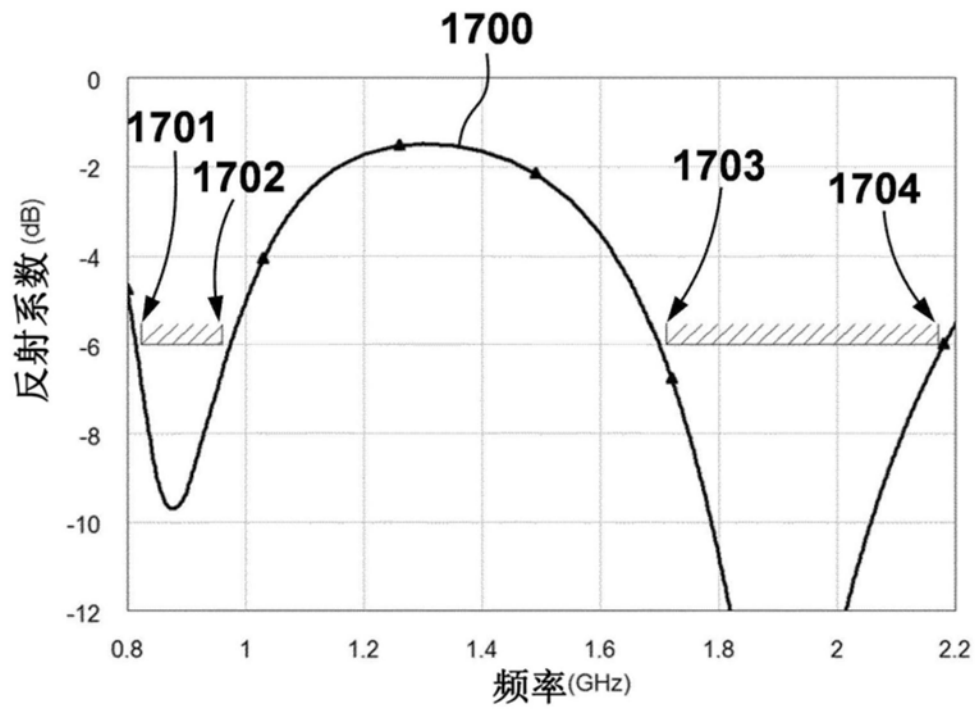


图17

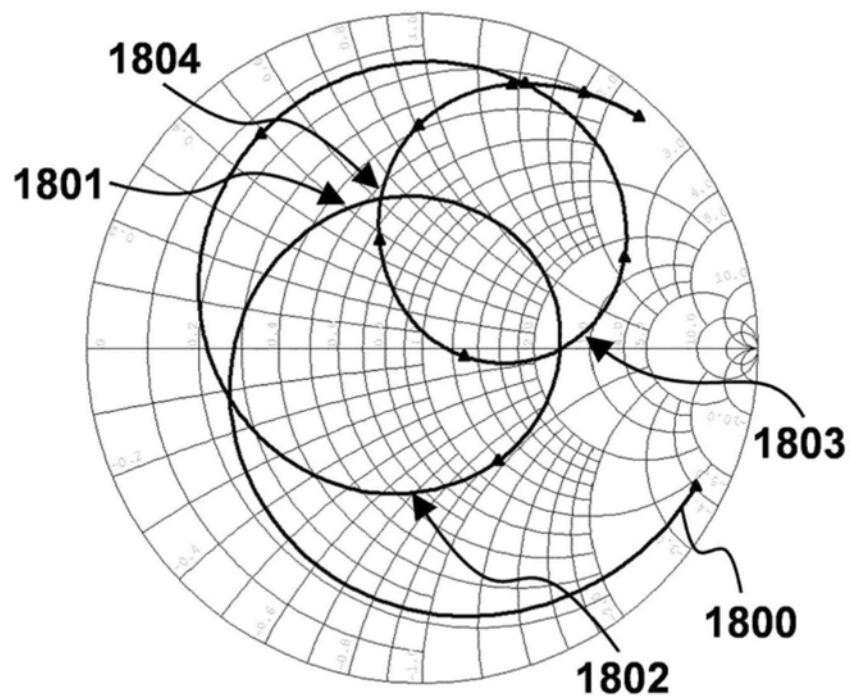


图18A

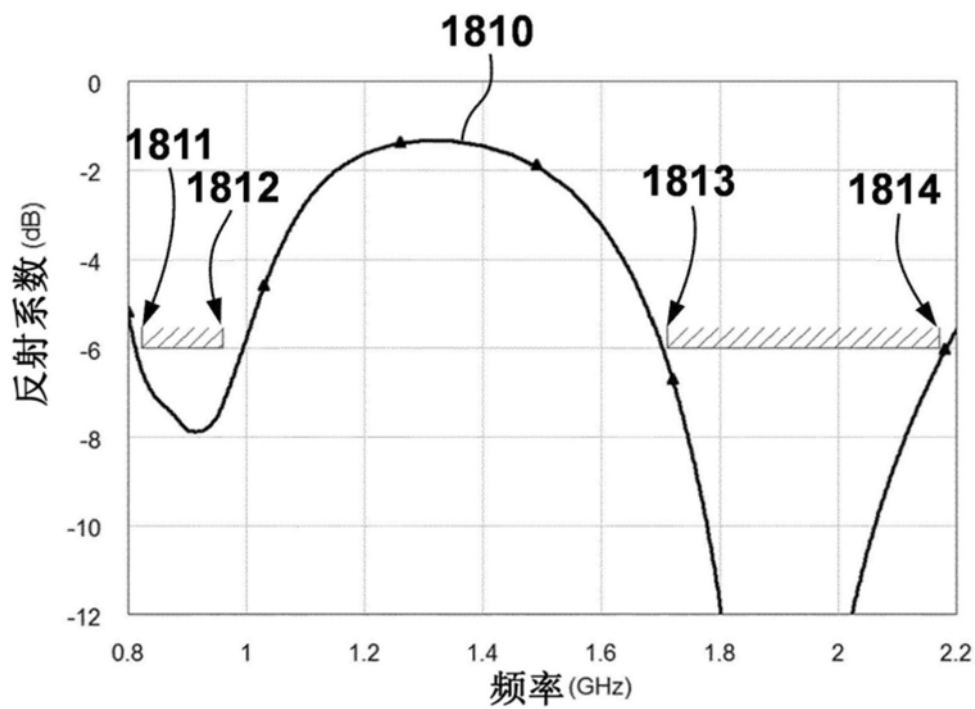


图18B

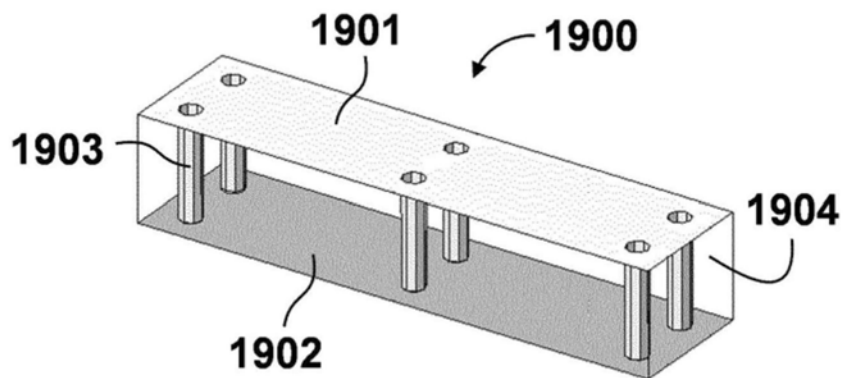


图19

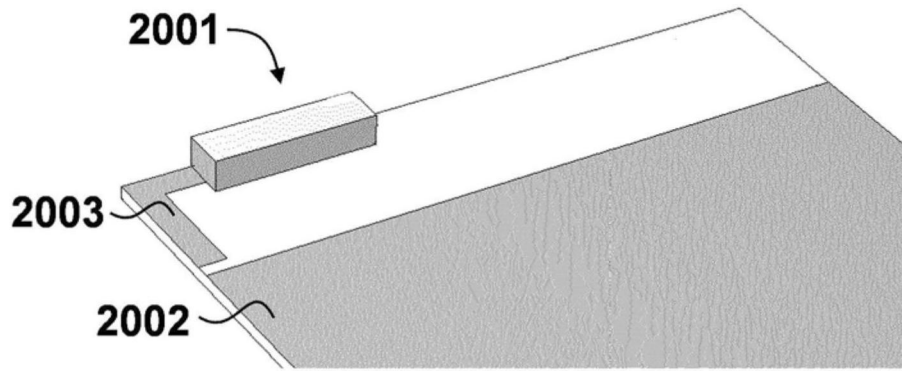


图20

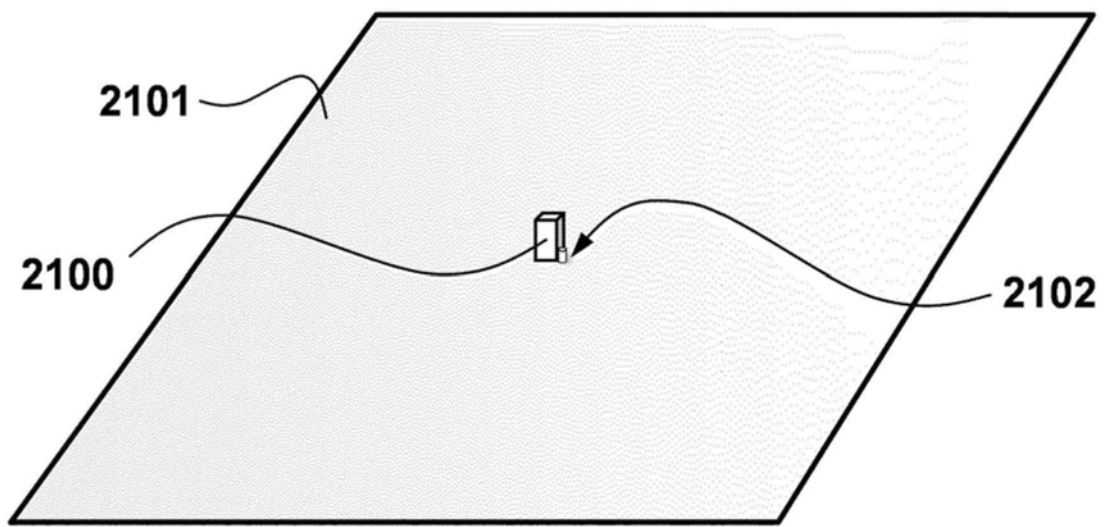


图21A

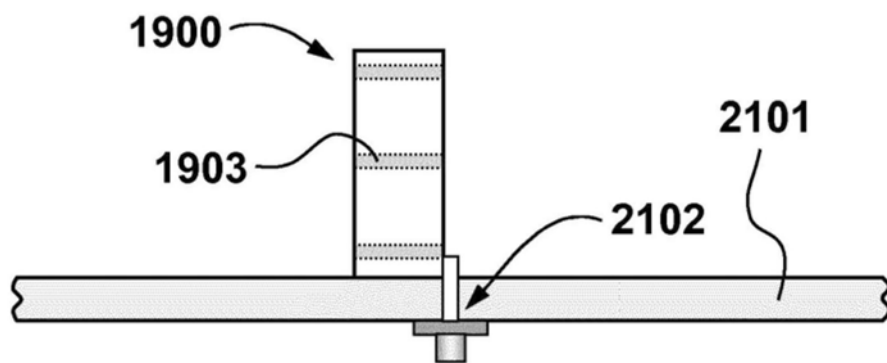


图21B

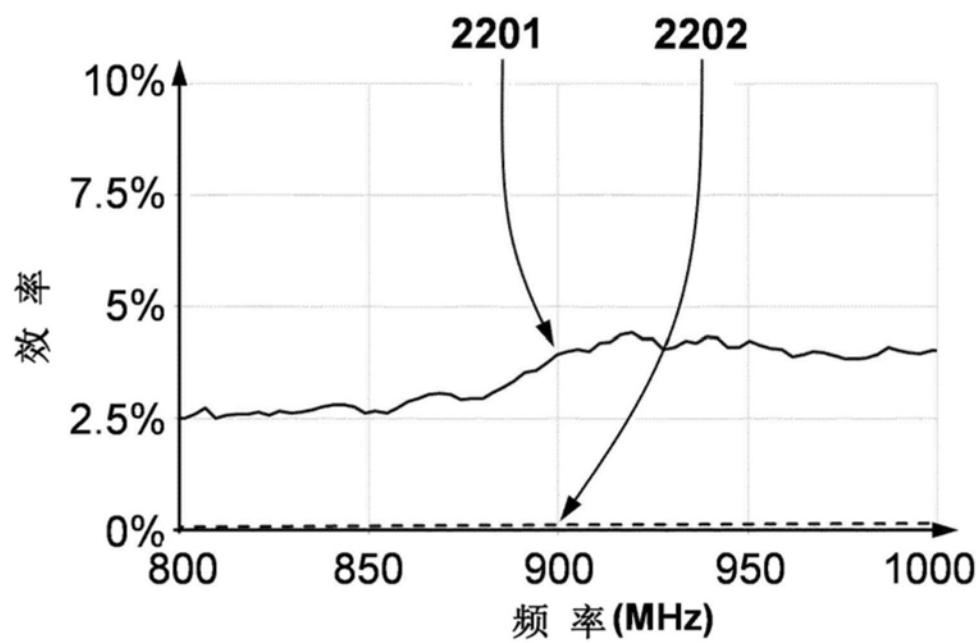


图22