



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 102084542 B

(45) 授权公告日 2014. 01. 22

(21) 申请号 200980130669. X

(22) 申请日 2009. 07. 31

(30) 优先权数据

08161722 2008. 08. 04 EP

61/086, 838 2008. 08. 07 US

(续)

(85) PCT国际申请进入国家阶段日

2011. 02. 09

(86) PCT国际申请的申请数据

PCT/EP2009/005578 2009. 07. 31

(87) PCT国际申请的公布数据

W02010/015364 EN 2010. 02. 11

(73) 专利权人 弗拉克托斯股份有限公司

地址 西班牙巴塞罗纳圣库加特德尔巴耶斯

(72) 发明人 乔米·安古拉 奥萝拉·安杜哈尔

卡勒斯·普恩特 约瑟普·蒙布鲁

(74) 专利代理机构 北京海虹嘉诚知识产权代理有限公司 11129

代理人 张涛

(51) Int. Cl.

H01Q 1/24 (2006. 01)

H01Q 9/02 (2006. 01) (续)

(56) 对比文件

CN 1457533 A, 2003. 11. 19, 全文.

EP 1662604 A1, 2006. 05. 31, 全文. (续)

审查员 韩雪莲

权利要求书4页 说明书25页 附图16页

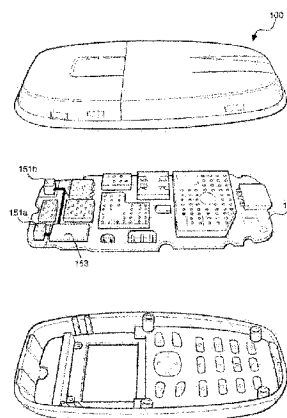
(54) 发明名称

能在多个频率范围内运行的无天线的无线装置

(57) 摘要

本发明涉及一种无天线的无线手持或便携装置 (100), 其包括: 用户界面模块 (101), 处理模块 (102), 存储模块 (103), 通信模块 (104) 以及电源管理模块 (105); 所述通信模块 (104) 包括能在第一频率范围和第二频率范围发射和接收电磁波信号的辐射系统 (200), 其中所述第一频率范围的最高频率低于所述第二频率范围的最低频率; 所述辐射系统 (200) 包括: 辐射结构 (201), 该辐射结构 (201) 包括或包含至少一个能支持至少一种辐射模式的地线平面层 (206), 所述至少一个地线平面层 (206) 包括至少一个连接点 (207); 至少一个辐射增强器 (204), 其耦合来自所述至少一个地线平面层 (206) 的电磁能量或将电磁能量耦合至所述至少一个地线平面层 (206), 所述辐射增强器/每个辐射增强器包括连接点 (205); 以及至少一个内部端口 (208), 其中所述内部端口 (208)/每个内部端口 (208) 限定在所述辐射增强器 (204)/每个辐射增强器 (204) 的所述连接点 (205) 与所述至少一个地线平面层 (206) 的所述至少一个连接点 (207) 中的一个连接点之间; 其中所述至少一个地线平面层 (206) 相关有地线平

面矩形 (450), 所述地线平面矩形 (450) 定义为包含所述至少一个地线平面层 (206) 的尺寸最小的矩形, 这样所述地线平面矩形 (450) 的侧边与所述至少一个地线平面层 (206) 的至少一个点相切; 所述辐射系统 (200) 还包括射频系统 (202) 以及外部接口 (203); 所述射频系统 (200) 包括连接至所述辐射结构 (201) 的所述至少一个内部端口 (208) 中的每个内部端口的端口 (209) 以及连接至所述辐射系统 (200) 的所述外部端口 (203) 的端口 (210); 其中, 在所述辐射结构 (201) 从所述射频系统 (202) 断开的情况下, 对于所述第一频率范围的任何频率, 所述辐射结构 (201) 在所述内部端口 (208)/每个内部端口 (208) 处的输入阻抗的虚部不等于 0; 而且, 其中所述射频系统 (202) 改变所述辐射结构 (201) 的阻抗, 从而在所



[转续页]

[接上页]

(30) 优先权数据

08172925 2008.12.24 EP
61/142,523 2009.01.05 US
P200930444 2009.07.13 ES
P200930499 2009.07.24 ES

(51) Int. Cl.

H01Q 5/00 (2006.01)

(56) 对比文件

US 2007/0146212 A1, 2007.06.28, 全文.
DE 2362240 A1, 1974.07.04, 全文.

(57) 摘要

述辐射系统运行的所述至少两个频率范围内为所述辐射系统 (200) 提供阻抗匹配。

1. 一种无天线的无线手持或便携装置(100),其包括:

用户界面模块(101),

处理模块(102),

存储模块(103),

通信模块(104) 以及

电源管理模块(105);

所述通信模块(104)包括能在第一频率范围和第二频率范围发射和接收电磁波信号的辐射系统(230),其中所述第一频率范围的最高频率低于所述第二频率范围的最低频率;

所述辐射系统(230)包括:辐射结构(231)、射频系统(232)和外部端口(203);

该辐射结构(231)包括第一辐射增强器(151a, 204),第二辐射增强器(151b, 234),第一内部端口(208),第二内部端口(238)和地线平面层(152, 206);

所述地线平面层(152, 206)能支持至少一种辐射模式;

所述地线平面层(152, 206)包括至少两个连接点(207);

所述第一辐射增强器(151a, 204)和所述第二辐射增强器(151b, 234)耦合来自所述地线平面层(152, 206)的电磁能量或将电磁能量耦合至所述地线平面层(152, 206);

所述第一辐射增强器(151a, 204)包括第一连接点(205);

所述第二辐射增强器(151b, 234)包括第二连接点(235);

其中辐射结构(231)的内部端口(208)被限定在所述第一辐射增强器(151a, 204)与地线平面层(152, 206)的至少两个连接点(207)中的一个连接点之间;

其中所述地线平面层(152, 206)有相关的地线平面矩形(450),所述地线平面矩形(450)定义为包含所述地线平面层(152, 206)的尺寸最小的矩形,这样所述地线平面矩形(450)的侧边与所述地线平面层(152, 206)的至少一个点相切;

所述射频系统(232)包括连接至所述辐射结构(231)的所述第一内部端口(208)的第一端口(209)、连接至所述辐射结构(231)的第二内部端口(238)的第二端口(239)以及连接至所述辐射系统(230)的所述外部端口(203)的第三端口(210);

其中,在所述辐射结构(231)从所述射频系统(232)断开的情况下,对于所述第一频率范围的任何频率,在所述第一内部端口和在所述第二内部端口(208, 238)处的输入阻抗的虚部不等于0;

而且,其中所述射频系统(232)改变所述辐射结构(231)的阻抗,从而在所述辐射系统运行的所述第一频率范围和所述第二频率范围内为所述辐射系统(230)提供阻抗匹配;以及

其中第一和第二辐射增强器(151a, 151b, 204, 234)具有小于与所述第一频率范围的最低频率相对应的真空波长的 $1/30$ 的最大尺寸。

2. 根据权利要求1所述的无天线的无线手持或便携装置,其中所述地线平面矩形(450)的侧边,为地线平面矩形(450)的长侧边之和与所述第一频率范围的最低频率对应的真空波长的比值大于0.2。

3. 根据权利要求2所述的无天线的无线手持或便携装置,其中所述比值小于1.0。

4. 根据权利要求1中所述的无天线的无线手持或便携装置,其中所述第一和所述第二辐射增强器(151a, 151b, 204, 234)具有的最大尺寸小于与所述第二频率范围的最低频率对

应的真空波长的 $1/30$ 。

5. 根据权利要求 4 所述的无天线的无线手持或便携装置,其中所述第一和所述第二辐射增强器(151a, 151b, 204, 234)具有的最大尺寸大于与所述第一频率范围的最低频率对应的真空波长的 $1/180$ 。

6. 根据权利要求 1 所述的无天线的无线手持或便携装置,其中所述辐射结构(231)在与所述射频系统(232)断开时,在所述第一和所述第二内部端口(208、238)处表现出的第一谐振频率高于所述第一频率范围的最高频率,而且其中对于所述辐射结构(231)的所述第一和所述第二内部端口(208、238)中的至少一个,在所述辐射结构与所述射频系统断开时,在所述第一和所述第二内部端口(208、238)处的所述第一谐振频率和所述第一频率范围的最高频率之间的比值大于 4.2。

7. 根据权利要求 6 所述的无天线的无线手持或便携装置,其中,在所述第一和所述第二内部端口(208, 238)处的所述第一谐振频率低于所述第二频率范围的最低频率。

8. 根据权利要求 6 所述的无天线的无线手持或便携装置,其中,所述辐射结构(231)的所述第一和所述第二内部端口(208, 238)处的所述第一谐振频率高于所述辐射系统(230)运行的所述第二频率范围的最高频率。

9. 根据权利要求 1 所述的无天线的无线手持或便携装置,其中针对辐射增强器(151a、151b、204、234、401、405)的增强器盒(451、452)定义为尺寸最小的表面为正方形或矩形的平行六面体,该平行六面体完全包围所述辐射增强器,而且其中所述尺寸最小的平行六面体的每一个表面与所述辐射增强器(204、234、401、405)的至少一点相切,且所述尺寸最小的平行六面体的共有一边的每一对表面形成 90 度内角,其中用于所述第一辐射增强器(151a, 204, 401)的增强器盒(451)的最小尺寸不小于用于所述第一辐射增强器(204)的增强器盒(451)的最大尺寸的 70%,而且其中用于所述第二辐射增强器(151b, 234, 405)的增强器盒(452)的最小尺寸小于用于所述第二辐射增强器的增强器盒(452)的最大尺寸的 20%。

10. 根据权利要求 1 所述的无天线的无线手持或便携装置,其中所述第一或所述第二辐射增强器(151a、151b、204、234)包括导电部件,该导电部件形状为导电条,该导电部件包括至少一个节段或从三角形、正方形、矩形、六边形、圆形、椭圆形、多边形、柱体、球体或其组合中选取的多边形形状。

11. 根据权利要求 1 所述的无天线的无线手持或便携装置,其中所述第一或所述第二辐射增强器(1401、1405)包括缺口,该缺口形成在所述地线平面层(1402)内。

12. 根据权利要求 1 所述的无天线的无线手持或便携装置,其中辐射结构(1400、1430、1460)的所述第一辐射增强器(1401)包括导电部分,所述辐射结构(1400、1430、1460)的所述第二辐射增强器(1405)包括形成在所述地线平面层(1402)内的缺口。

13. 根据权利要求 10 所述的无天线的无线手持或便携装置,其中所述第一和所述第二辐射增强器(1301、1305)布置成上下叠置;或者所述第一辐射增强器(1401)布置或嵌置在所述第二辐射增强器(1405)内,从而所述第一辐射增强器的增强器盒至少部分地包含在所述第二辐射增强器(1405)的增强器盒(1461)内。

14. 根据权利要求 10 所述的无天线的无线手持或便携装置,其中至少所述两个辐射增强器中的一个(401、405、1101、1201、1401)大致靠近所述地线平面矩形(450、1204)

的短边(1205、1408),而且在所述射频系统(232、500)断开时,所述辐射结构(231、400、1100、1200、1400)在与所述至少所述两个辐射增强器之一(401、405、1101、1201、1401)相关的内部端口处表现出的输入阻抗对于所述第一和第二频率范围的频率具有电容性成分(component)。

15. 根据权利要求 14 所述的无天线的无线手持或便携装置,其中至少所述两个辐射增强器之一(1105、1203、1405)大致靠近所述地线平面矩形(1204)的长边(1111、1206、1409),而且在所述射频系统(232、500)断开时,所述辐射结构(231、1200、1400)在与至少所述两个辐射增强器(1203、1405)之一相关的内部端口处表现出的输入阻抗对于所述第一和第二频率范围的频率具有电感性成分(component)。

16. 根据权利要求 10 所述的无天线的无线手持或便携装置,其中在包括地线平面层(402、1102、1202)平面上所述第一辐射增强器与所述第二辐射增强器(401、405、1101、1105、1201、1203)的正交投影小于 70% 的面积与地线平面层重叠。

17. 根据权利要求 16 所述的无天线的无线手持或便携装置,其中在包括地线平面层(402、1102、1202)平面上所述第一辐射增强器与所述第二辐射增强器(401、405、1101、1105、1201、1203)的正交投影的面积与地线平面层不重叠。

18. 根据权利要求 10 所述的无天线的无线手持或便携装置,其中所述第一辐射增强器(151a、401、1101)大致靠近所述地线平面层(152、402、1102)的第一角落(1112),所述第二辐射增强器(151b、405、1105)大致靠近所述地线平面层(152、402、1102)的第二角落(1113),所述第二角落(1113)与所述第一角落(1112)不一样。

19. 根据权利要求 10 所述的无天线的无线手持或便携装置,其中所述第一和所述第二辐射增强器(204、234、1201、1203)大致靠近所述地线平面层(206、1202)的一个第一角落。

20. 根据权利要求 10 所述的无天线的无线手持或便携装置,其中所述第一辐射增强器(1101、1401)大致靠近所述地线平面层(1102、1402)的短边(1110、1408),且所述第二辐射增强器(1105、1405)大致靠近所述地线平面层(1102、1402)的长边(1111、1409)。

21. 根据权利要求 1 所述的无天线的无线手持或便携装置,其中所述射频系统(232、500)包括至少两个匹配网络(300、504、505)以转化所述辐射结构(231)的输入阻抗。

22. 根据权利要求 21 所述的无天线的无线手持或便携装置,其中所述至少两个匹配网络(300、504、505)的每一个包括电抗对消电路(303、607),该电抗对消电路(303、607)包括一个或多个电路级,所述一个或多个电路级中的一个电路级连接至所述射频系统(232、500)的端口(209、239、501、502),所述射频系统的端口用于与所述辐射结构(231)的内部端口(208、238)互连。

23. 根据权利要求 21 所述的无天线的无线手持或便携装置,其中,在所述射频系统(232、500)从所述第一或第二内部端口(208、238)断开时,所述辐射结构(231)在所述第一或第二内部端口(208、238)处表现出的输入阻抗对所述第一和第二频率范围中的频率具有电容性成分(component),其中,至少两个匹配网络(300、504、505)的一个包括经由第一或第二射频系统(232、500)的所述第一或所述第二端口(209、239、501、502)互连至所述第一或所述第二内部端口(208、238)的端口,至少两个匹配网络(300、504、505)的一个包括电抗对消电路(607),该电抗对消电路(607)包括第一电路级,该第一电路级对于所述第一和第二频率范围的所有频率都具有电感性能。

24. 根据权利要求 21 所述的无天线的无线手持或便携装置,其中,在所述射频系统(232、500)从所述第一或第二内部端口(208、238)断开时,所述辐射结构(231)在所述第一或第二内部端口(208、238)处表现出的输入阻抗对所述第一和第二频率范围中的频率具有电感性成分,其中,至少两个匹配网络(300、504、505)中的一个包含经由所述射频系统(232、500)的所述第一或第二端口(209、239、501、502)互连至所述第一或第二内部端口(208、238)的端口,至少两个匹配网络(300、504、505)中的一个匹配网络包括电抗对消电路(303、607),该电抗对消电路包括形成 L 形结构的第一电路级和第二电路级,所述第一电路级并联,而所述第二电路级串联,所述第一和第二电路级中的每一电路级对于所述第一和第二频率范围的所有频率都具有电容性能。

25. 根据权利要求 22 所述的无天线的无线手持或便携装置,其中,所述至少两个匹配网络(300、504、505)中的一个匹配网络还包括宽带匹配电路(330、608),其中,通过所述宽带匹配电路(330、608),所述辐射结构(231)的阻抗带宽得以增加。

26. 根据权利要求 25 所述的无天线的无线手持或便携装置,其中,至少两个匹配网络(300、504、505)的至少一个连接至带通过滤波器(506、507),其中所述带通过滤波器呈现在第一频率范围内低接入损耗和在辐射系统(230)的运行的第二频率范围中的高阻抗,或呈现在第二频率范围内的低插入损耗和在所述辐射系统(230)的运行的第一频率范围内的高阻抗。

27. 根据权利要求 21 所述的无天线的无线手持或便携装置,其中,至少两个匹配网络(300、504、505)中的至少一个包括:电抗对消电路(303、607),所述电抗对消电路(303、607)包括连接至所述至少两个匹配网络的至少一个的第一端口(301),所述第一端口(301)被连接至所述辐射结构(231)的一个内部端口(208、238);以及连接至所述第二端口(302)的另一微调电路(360),所述至少两个匹配网络(300、504、505)的所述至少一个的所述第二端口(302)连接至一个端口(362)。

28. 根据权利要求 21 所述的无天线的无线手持或便携装置,其中,在所述第一内部端口与所述射频系统(232、500)断开时,所述辐射结构(231)的第一内部端口(208)表现出的输入阻抗对所述第一和第二频率范围的频率具有电容性成分,在所述第二内部端口与所述射频系统(232、500)断开时,所述辐射结构(231)的第二内部端口(238)表现出的输入阻抗对所述第一和第二频率范围的频率具有电容性成分。

能在多个频率范围内运行的无天线的无线装置

技术领域

[0001] 本发明涉及一种无线手持装置领域,并大体上涉及一种需要发射和接收电磁波信号的无线便携装置。

背景技术

[0002] 无线手持或便携装置通常运行一个或多个蜂窝通信标准和 / 或无线连接标准,每一标准被分配在一个或多个频带中,且所述频带包含在一个或多个电磁频谱范围内。

[0003] 因此,无线手持或便携装置内通常要有一空间专门用于集成辐射系统。然而,该辐射系统应较小,以便在装置内占用尽可能小的空间,这样装置就可以更小,或者可在装置内添设更多的特定设备和功能器。同时,一些情况下还需要辐射系统是扁平的,因为这样一来,装置就可以细薄,或者,具体而言,这样一来装置就可以具有两个能相对彼此移动或扭转的部分。

[0004] 针对无线手持或便携装置的许多要求也转化为针对装置的该辐射系统的特殊要求。

[0005] 通常的无线手持装置必须包括能以好的无线电性能(例如在输入阻抗水平、阻抗带宽、增益、效率或辐射图等)方面)在一个或多个频率范围内运行的辐射系统。而且,必须正确地将辐射系统集成到无线手持装置内,以确保无线装置本身能获得好的无线电性能(例如在辐射功率、接收功能或灵敏度方面)。

[0006] 在无线手持装置为多功能无线装置的情况下,这一点更加重要。共同拥有的专利申请 WO 2008/009391 和 US2008/0018543 描述了一种多功能无线装置。这里通过引用将专利申请 WO 2008/009391 和 US2008/0018543 的全部公开内容结合于此。

[0007] 对于好的无线连接来说,还需要有高的增益和效率。针对辐射系统的另外一些通用设计要求为电压驻波比(VSWR)以及阻抗,阻抗需要为约 50 欧姆。

[0008] 对用于无线手持或便携装置的辐射系统的其他要求为成本低和单位吸收率(SAR)低。

[0009] 而且,辐射系统还必须集成到装置内,或者换言之,无线手持或便携装置必须构造成可在其内集成适当的辐射系统,这样一来就需要考虑机械适配、电适配和组装适配的问题,从而添加了附加限制。

[0010] 通常更为重要的是辐射系统的鲁棒性,即,在装置受到小的震动时,辐射系统的性能不会随之改变。

[0011] 用于无线装置的辐射系统通常包括辐射结构,该辐射结构包括与地线平面层一起运行的天线元件,从而在电磁频谱的一个或多个频率范围内提供确定的无线电性能。这如图 17 所示,该图示出了包括天线元件 1701 和地线平面层 1702 的传统辐射结构 1700。通常而言,天线元件的尺寸接近于辐射结构运行频率下的四分之一波长的整数倍,因而天线元件在所述频率下共振,且在所述天线元件上激发一辐射模式。

[0012] 尽管辐射结构在天线元件的谐振频率下通常是非常有效的,且在所述谐振频率

(或多个谐振频率)周围限定的频率范围内维持相似的性能,但是,在所述频率范围之外,效率和其他相关天线参数随着离开所述谐振频率的程度的增加而劣化。

[0013] 而且,在天线元件的谐振频率下运行的辐射结构通常对外部因素(例如,存在着包绕无线装置的塑料或绝缘盖)、对无线装置的设置在天线元件附近或者甚至设置在天线元件下方的部件(例如但不限于扬声器、麦克风、连接器、显示器、屏蔽罩、振动模块、电池、或者电子模块或子系统)、并且/或者对无线装置使用者的存在都非常敏感。

[0014] 以上提及的任一方面都可改变天线元件辐射模式的电流分布和/或电磁场分布,这通常导致失谐效应、辐射结构的无线电性能和/或无线装置的无线电性能的劣化,并且/或者还导致与使用者之间的更大相互影响(例如提高了 SAR 水平)。

[0015] 与无线装置中集成的辐射结构相关、具体而言与无线装置中集成的天线元件相关的另一问题在于,随着出现新的尺寸外形更小和/或更薄的无线装置、并且随着同一无线装置内汇集越来越多的不同功能件,专用于这一集成的体积受到不断的挤压。

[0016] 现有技术中描述了小型化和/或优化天线元件的多频带性能的一些技术。然而,其中描述的辐射结构仍然依赖于在天线元件上激发辐射模式。

[0017] 例如,共有、共同待决的专利申请 US2007/0152886 描述了一类新的基于空间填充曲线几何学的天线。而且,共有、共同待决的专利申请 US2008/0042909 涉及一类新的称为多级天线的天线,其通过对类似几何元件的电磁分组而构成。这里通过引用将专利申请 US2007/0152886 和 US2008/0042909 的全部公开内容结合于此。

[0018] 其他的一些努力尝试集中在不需要复杂的几何结构而又能提供一定程度小型化的天线元件上,这是通过使用在无线装置的所述一个或多个运行频率范围内不谐振的天线元件而实现的。

[0019] 例如, W02007/128340 公开了一种无线便携装置,其包括用于接收广播信号(例如, DVB-H、DMB、T-DMB 或 FM)的非谐振天线元件。该无线便携装置还包括与所述天线元件一起使用的地线平面层。尽管所述天线元件具有高于无线装置运行频率范围的第一谐振频率,但是所述天线元件仍然在辐射过程和无线装置的电磁性能方面起到主导作用。从以下情况可清楚地知道这一点,即,由于地线平面层在运行频率处是电短路的(即其尺寸远小于波长),从而在地线平面层上不会激发辐射模式。

[0020] 在这样的限制条件下,尽管无线便携装置的性能可能足以用来接收电磁波信号(例如广播服务的电磁波信号),但是所述天线元件不能为还要求发射电磁波信号的蜂窝通信标准提供足够的性能(例如,在输入回波损失或增益方面)。

[0021] 共有专利申请 W02008/119699 描述了一种无线手持或便携装置,其包括能在两个频率范围内运行的辐射系统。该辐射系统包括天线元件和地线平面层,该天线元件的谐振频率在所述两个频率范围之外。在该无线装置中,尽管地线平面层有助于增强辐射系统在所述两个运行频率范围内的电磁性能,但是仍然需要在天线元件上激发辐射模式。实际上,该辐射系统依赖于天线元件的谐振频率与地线平面层的谐振频率之间的关系,以使该辐射系统在所述两个频率范围内正常运行。

[0022] 这里通过引用将上述专利申请 W02008/119699 的全部公开内容结合于此。

[0023] 提高天线元件性能的其他一些技术涉及到优化与所述天线元件相关的地线平面层的几何形状。例如,共有、共同待决的专利申请 US12/033446 描述了一种基于多级结

构和 / 或空间填充曲线几何学的一类新的地线平面层。这里通过引用将上述专利申请 US12/033446 的全部公开内容结合于此。

[0024] 对当前的无线手持或便携装置的另一限制涉及以下的情况,即,通常要针对每一无线装置对用于装置内的辐射结构的天线元件的设计和集成进行定制。不同的形状因子或平台、或者不同的装置功能块分布要求几乎从零开始对天线元件进行重新设计和将其集成在装置内。

[0025] 至少出于以上原因,为了向手持或便携装置提供无线能力,无线装置制造商将专用于集成辐射结构、具体而言天线元件的空间视为应付出的代价。

发明内容

[0026] 本发明的目的是提供一种无需天线元件来发射和接收电磁波信号的无线手持或便携装置(例如但是不限于移动电话、智能电话、PDA、MP3 播放器、耳机、USB 加密狗(USBdongle)、膝上电脑、游戏装置、数字相机、PCMCIA 或 32 位 Cardbus 卡,或者一般所说的多功能无线装置)。这样的无天线的无线装置仍能在电磁频谱的两个或两个以上的频率范围内运行,且无线电性能得以增强,对无线装置的外部因素和附近部件的鲁棒性有所提高,并且 / 或者与使用者的相互影响有所降低。

[0027] 本发明的另一目的涉及一种方法,该方法使得无线手持或便携装置能在电磁频谱的两个或两个以上频率范围内运行,且无线电性能得以增强,对无线装置的外部因素和附近部件的鲁棒性有所提高,并且 / 或者与使用者的相互影响有所降低,并且不需要使用天线元件。

[0028] 因此,无需天线元件的无天线装置将是有利的,这是因为这样一来,将辐射结构集成到无线手持或便携装置中变得容易。由于没有天线元件而释放出的空间将使得更小和 / 或更薄的装置成为可能,甚至可能采用全新的形态因子(例如弹性、可拉伸和 / 或可折叠的装置),由于存在天线元件,目前这样的形态因子是不可行的。而且,由于完全无需要求定制的元素,从而可获得标准的解决方案,在运用在不同的无线装置内时,仅需要对标准的解决方案作出小的调整。

[0029] 无需天线元件的无线手持或便携装置、而又能在电磁频率的两个或两个以上的频率范围内表现出足够的无线电性能的无线装置将是一种有利的解决方案。通过根据本发明的无天线的无线手持或便携装置解决了这一问题。

[0030] 根据本发明的无天线的无线手持或便携装置可运行一种、两种、三种、四种或更多的蜂窝通信标准(例如,GSM850、GSM 900、GSM 1800、GSM1900、UMTS、HSDPA、CDMA、W-CDMA、LTE、CDMA2000、TD-SCDMA 等)、无线连接标准(例如 WiFi、IEEE802.11 标准、蓝牙、ZigBee、UWB、WiMAX、WiBro、或其他高速标准)、以及 / 或者无线广播标准(例如 FM、DAB、XDARS、SDARS、DVB-H、DMB、T-DMB、或其他相关的数字或模拟视频和 / 或音频标准),每一标准分配在一个或多个频带内,且所述频带包括在电磁频谱的两个、三个或更多个频率范围内。

[0031] 在本文献的语境中,频带优选指的是特定蜂窝通信标准、无线连接标准或无线广播标准采用的频率区间;而频率范围优选指的是电磁频谱的连续频率段。例如,GSM1800 标准分配在从 1710MHz 到 1880MHz 的频带内,而 GSM1900 标准分配在从 1850MHz 到 1990MHz 的频带内。运行 GSM1800 和 GSM1900 标准的无线装置必须具有能在从 1710MHz 到 1990MHz 的频

率范围内运行的辐射系统。另一例子为运行 GSM1800 标准和 UMTS 标准（分配在从 1920MHz 到 2170MHz 的频带内）的无线装置必须具有能在两个单独频率范围内运行的辐射系统。

[0032] 根据本发明的无天线的无线手持或便携装置可以具有块状糖形状，这意味着其结构为单体。其也可具有双体结构，例如为壳式结构、翻盖式结构、旋转式结构或者滑板式结构。在其他一些情况下，该装置可具有包括三个或三个以上体部的结构。其还可另外具有扭转结构，其中体部（例如具有显示屏）可以被扭转（即，围绕优选不平行的两个或两个以上的旋转轴旋转）。而且，本发明使得全新的形态因子变得可能，例如由弹性、可拉伸和 / 或可折叠材料制成的装置。

[0033] 对于细薄和 / 或结构包括两个或两个以上体部的无线手持或便携装置而言，对天线元件的最大高度的要求是非常严格的，因为装置的所述两个或两个以上体部中每个体部的最大厚度要限制为 5、6、7、8 或 9mm。这里公开的技术使得无线手持或便携装置的特征为具有增强的无线电性能，而无需天线元件，从而解决了与这样的装置相关联的空间限制问题。

[0034] 在本文献的语境中，无线手持或便携装置如果厚度小于 14mm、13mm、12mm、11mm、10mm、9mm 或者 8mm 即可认为其是细薄的。

[0035] 根据本发明，无天线的无线手持或便携装置有利地包括至少五个功能块：用户界面模块、处理模块、存储模块、通信模块以及电源管理模块。用户界面模块包括显示器，例如高分辨率的 LCD、OLED 或等同物，其为能量消耗模块，绝大部分的能量耗费通常来自于背光的使用。用户界面模块还可包括键盘和 / 或触摸屏以及 / 或者内嵌的铁笔。处理模块为微处理器或 CPU，其与相关的存储模块也是主要的电力消耗源。消耗能量的第四个模块为通信模块，该通信模块的主要部分为辐射系统。无天线的无线手持或便携装置的电源管理模块包括能量源（例如但是不限于电池或燃料电池）以及对装置的能量进行管理的电源管理电路。

[0036] 根据本发明，所述无天线的无线手持或便携装置的通信模块包括能在电磁频谱的至少两个频率范围，即第一频率范围和第二频率范围内发射和接收电磁波信号的辐射系统，其中优选的是，所述第一频率范围的最高频率低于所述第二频率范围的最低频率。所述辐射系统包括：辐射结构，该辐射结构包括能支持至少一个辐射模式的至少一个地线平面层，所述至少一个地线平面层包括至少一个连接点；至少一个辐射增强器，其耦合来自所述至少一个地线平面层的电磁能量或将电磁能量耦合至所述至少一个地线平面层，所述辐射增强器 / 每个辐射增强器包括连接点；以及至少一个内部端口。所述内部端口 / 每个内部端口限定在所述辐射增强器 / 每个辐射增强器的所述连接点与所述至少一个地线平面层的所述至少一个连接点中的一个连接点之间。所述辐射系统还包括射频系统和外部端口。

[0037] 在一些情况下，无天线的无线手持或便携装置的辐射系统包括辐射结构，该辐射结构包括至少一个地线平面层、至少一个辐射增强器以及至少一个内部端口，所述至少一个地线平面层包括至少一个连接点，所述辐射增强器 / 每个辐射增强器包括连接点。

[0038] 所述射频系统包括连接至所述辐射结构的所述至少一个内部端口中的每个内部端口的端口（即，端口的数量与所述辐射结构的内部端口的数量相同），以及连接至所述辐射系统的所述外部端口的端口。所述射频系统改变所述辐射结构的阻抗，从而在所述辐射系统运行的所述至少两个频率内为所述辐射系统提供阻抗匹配。

[0039] 在本文中,将所述辐射结构的端口称为内部端口;而将所述射频系统的端口称为外部端口。在此语境下,在涉指端口时采用的用语“内部”和“外部”仅仅用来区分辐射结构的端口和辐射系统的端口,这些用语不带有任何表示端口可否从外部接近的含义。

[0040] 在一些实施例中,所述辐射系统能在电磁频谱的至少两个、三个、四个、五个或更多的频率范围内运行,所述频率范围可分配一个或更多个蜂窝通信、无线连接和/或无线广播服务标准中使用的两个、三个、四个、五个、六个或更多个频带。

[0041] 在一些实施例中,辐射系统的运行频率范围(例如第一和/或第二频率范围)优选为以下中的一种(或包含在以下中的一种之内):824-960MHz、1710-2170MHz、2.4-2.5GHz、3.4-3.6GHz、4.9-5.875GHz、或者3.1-10.6GHz。

[0042] 在一些实施方式中,所述辐射结构包括两个、三个、四个或更多个辐射增强器,每个所述辐射增强器包括连接点,且每个所述连接点与所述至少一个地线平面层的连接点一起限定了所述辐射结构的内部端口。因此,在一些实施方式中,所述辐射结构包括两个、三个、四个或更多个辐射增强器,并相应包括两个、三个、四个或更多个内部端口。

[0043] 在一些实施例中,所述至少一个地线平面层的相同连接点用来限定所述辐射结构的至少两个、三个、或者甚至全部的内部端口。

[0044] 在一些实施例中,所述辐射系统包括第二外部端口,且所述射频系统包括附加的端口,所述附加的端口连接至所述第二外部端口。即,所述辐射系统表现为具有两个外部端口。

[0045] 本发明的一方面涉及到使用辐射结构的地线平面层作为高效的辐射器以在无线手持或便携装置的两个或更多个运行频率范围内提供增强的无线电性能,从而无需天线元件,特别是无需多频带的天线元件。在所述地线平面层的尺寸的量级为与辐射系统的运行频率相对应的波长的一半或者甚至大于该波长一半时,能有利地激发地线平面层的不同辐射模式。

[0046] 因此,在根据本发明的无天线的无线装置中,该无线手持或便携装置的其他部件或元件对于辐射过程没有显著的影响。

[0047] 在一些实施方式中,发生所述辐射模式中的至少一种、两种、三种或甚至全部的频率有利地高于所述无线手持或便携装置的第一运行频率范围(即,辐射模式发生在高于第一运行频率范围的频率下)。在其他一些实施方式中,所述地线平面层的至少一种辐射模式的频率在所述第一频率范围内。

[0048] 在一些实施方式中,所述地线平面层的至少一种、两种或三种辐射模式有利地高于所述无线手持或便携装置的第二运行频率范围。

[0049] 地线平面矩形定义为包含辐射结构的地线平面层的尺寸最小的矩形。即,所述地线平面矩形为侧边与所述地线平面层的至少一个点相切的矩形。

[0050] 在一些情况下,地线平面矩形的侧边、优选为地线平面矩形的长侧边和与第一频率范围的最低频率对应的真空波长的比值有利地大于最小比值。一些可能的最小比值为0.1、0.16、0.2、0.3、0.4、0.5、0.6、0.8、1、1.2和1.4。所述比值还可小于最大比值(即,所述比值可大于最小比值,但是小于最大比值)。一些可能的最大比值为0.4、0.5、0.6、0.8、1、1.2、1.4、1.6、2、3、4、5、6、8和10。

[0051] 相对于这些范围内的所述真空波长来设置地线平面矩形的尺寸、优选地设置其长

侧边的尺寸使得地线平面层可支持一种、两种、三种或更多种有效辐射模式,其中在地线平面层上流动的电流与辐射过程基本同步,并同相地影响辐射过程。

[0052] 辐射结构的增益取决于诸如其指向性、其辐射效率以及其输入回波损失等因素。辐射结构的辐射效率和输入回波损失都是频率相关的(即使是指向性也是与频率严格相关的)。通常,辐射结构在地线平面层内激发的辐射模式的频率附近非常有效,并在所述频率附近在由其阻抗带宽限定的频率范围内维持相似的无线电性能。因为地线平面层的尺寸(或地线平面矩形的尺寸)与无线装置的运行频率处的波长相当或者大于所述波长,从而所述辐射模式在较宽的频率范围内有效。

[0053] 在本文中,阻抗带宽的表述应理解为无线手持或便携装置以及辐射系统符合某些规定的频率范围,这些规定取决于该无线装置所适于的服务。例如,对于适于蜂窝通信标准的信号发射和接收装置而言,优选的是相对阻抗带宽为至少 5%(更优选的是,不低于 8%、10%、15%或 20%)且效率不低于 30%(有利地不低于 40%,更为有利地不低于 50%)的辐射系统。而且,优选的是在对应的频率范围内输入回波损失为 -3dB 或更低。

[0054] 无线手持或便携装置通常包括在其上搭载电子器件的一个、两个、三个或更多个的多层印刷电路板(PCB)。在无天线的无线手持或便携装置的一优选实施方式中,辐射结构的地线平面层至少部分地、或者完全地包括在多层 PCB 层的至少一层内。

[0055] 在一些情形中,无线手持或便携装置可包括两个、三个、四个或更多的地线平面层。例如,壳式、翻盖式、旋转式或者滑板式无线装置可有利地包括两个 PCB,每个 PCB 都包括一地线平面层。

[0056] 有利的是,所述辐射增强器/每个辐射增强器在发射中将来自射频系统的电磁能量耦合至地线平面层,而在接收中将来自地线平面层的能量耦合至射频系统。因此,辐射增强器增强了电磁辐射的辐射或接收。

[0057] 在一些实施例中,所述辐射增强器/每个辐射增强器的最大尺寸小于与无天线的无线手持或便携装置的所述第一运行频率范围的最低频率对应的真空波长的 1/30、1/40、1/50、1/60、1/80、1/100、1/140,或者甚至小于该波长的 1/180。

[0058] 在一些其他的实施方式中,至少一个(例如,一个、两个、三个或更多个)辐射增强器的最大尺寸小于与所述装置的所述第二运行频率范围的最低频率对应的真空波长的 1/30、1/40、1/50、1/60、1/80、1/100、1/140,或者甚至小于该波长的 1/180。

[0059] 在天线元件可装配在与给定运行波长相当的小空间内时,可以称该天线元件是小的(或微型的)。更加确切而言,通常采用弧度球面作为参考来确定天线元件是否是小的。该弧度球面是一虚拟的球面,其半径等于所述运行波长除以 2π 。因此,天线元件的最大尺寸必须不大于所述弧度球面的直径(即,约等于所述真空运行波长的 1/3),才能在所述给定运行波长下称为是小的。

[0060] 如 H. Wheeler 和 L. J. Chu 于 1940 年代中期从理论上指出的那样,小的天线元件通常具有高的品质因数(Q),这是指传递至天线元件的绝大部分能量被以无功能量的形式存储在天线元件附近,而不是辐射到空间内。换言之,本领域普通技术人员可认为最大尺寸小于真空运行波长的 1/3 的天线元件辐射性能不良。

[0061] 用于根据本发明的辐射结构的所述辐射增强器/每个辐射增强器的最大尺寸至少小于与所述第一运行频率范围的最低频率对应的真空波长的 1/30。即,所述辐射增强器

/ 每个辐射增强器适配在一虚拟球面内,该虚拟球面的直径小于在所述运行波长下的弧度球面的直径的 10 倍。

[0062] 将所述辐射增强器 / 每个辐射增强器的尺寸设置成这么小的值是有利的,这是因为辐射增强器在第一和第二频率范围的所有频率下基本上起到非辐射元件的作用,从而很大程度上降低了由于辐射增强器的不利辐射效应而损失到自由空间的能量损失,并因此增强了辐射增强器与地线平面层之间的能量传输。因此,本领域普通技术人员不可将所述辐射增强器 / 每个辐射增强器视为天线元件。

[0063] 优选地,辐射增强器的最大尺寸由一增强器盒的最大尺寸限定,该增强器盒完全包围所述辐射增强器,且所述辐射增强器内接于所述增强器盒。

[0064] 更加具体而言,用于辐射增强器的增强器盒定义为表面为正方形或矩形的尺寸最小的平行六面体,该尺寸最小的平行六面体完全包围辐射增强器,且其中所述尺寸最小的平行六面体的每个表面与所述辐射增强器的至少一个点相切。而且,所述平行六面体的共有一边的每一对可能表面形成 90 度内角。

[0065] 在其中辐射结构包括多于一个辐射增强器的情形下,每个辐射增强器具有不同的增强器盒。

[0066] 在一些实施例中,增强器盒的一个尺寸可明显小于其他两个尺寸中的任一个尺寸,或者甚至可接近于 0。在这样的情况下,所述增强器盒实际上蜕变为二维实体。用于尺寸优选指的是所述平行六面体的两个表面之间的边。

[0067] 此外,在一些这样的实施例中,所述辐射增强器 / 每个辐射增强器的最大尺寸大于与所述第一频率范围的最低频率对应的真空波长的 $1/1400$ 、 $1/700$ 、 $1/350$ 、 $1/250$ 、 $1/180$ 、 $1/140$ 或者 $1/120$ 。因此,在一些实施例中,所述辐射增强器 / 每个辐射增强器的最大尺寸有利地小于与所述第一频率范围的最低频率对应的真空波长的第一分数倍,但是不大于所述真空波长的第二分数倍。

[0068] 而且,在一些这样的实施例中,至少一个、两个或三个辐射增强器的最大尺寸大于与所述无天线的无线手持或便携装置的第二运行频率的最低频率相对应的真空波长的 $1/1400$ 、 $1/700$ 、 $1/350$ 、 $1/175$ 、 $1/120$ 或 $1/90$ 。

[0069] 对于辐射结构的输入阻抗(在从射频系统断开的情况下,在与所述辐射增强器相关的辐射结构的内部端口测得的输入阻抗)获得高水平的实部来说,将辐射增强器的尺寸设置为大于某些最小值是有利的,而且这样可增强所述辐射增强器与地线平面层之间的能量传输。

[0070] 在一些其他情形下,为了进一步降低辐射增强器中由于残余辐射效应而带来的损失,优选与上述针对辐射增强器的最大尺寸的上边界(尽管这并非总是必须的)相组合地将所述辐射增强器设计成使得所述辐射结构在与射频系统断开时,在与所述辐射增强器相关的所述辐射结构的内部端口处具有远高于第一运行频率范围的频率的第一谐振频率。而且,优选的是,所述第一谐振频率还远高于第二运行频率范围的频率。在一些实施例中,辐射增强器的尺寸基本上接近于与所述辐射增强器相关的辐射结构的内部端口处的第一谐振频率对应的波长的四分之一。

[0071] 在一优选实施例中,在与射频系统断开的情况下,辐射结构在所述内部端口 / 每个内部端口处表现出的第一谐振频率在辐射系统的第一运行频率之上(即,高于所述第一

运行频率)。

[0072] 在一些实施例中,对于辐射结构的至少一些或者甚至全部内部端口而言,在从射频系统断开时辐射结构在其给定内部端口处的第一谐振频率与所述第一频率范围的最高频率的比值优选大于某一最小比值。一些可能的最小比值为 3.0、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。

[0073] 在本文献的语境中,与辐射结构的内部端口相关的谐振频率优选是指这样的频率,在该频率下,在与射频系统断开时,在辐射结构的所述内部端口处测得的输入阻抗的虚部等于 0。

[0074] 在所述辐射增强器/每个辐射增强器如此小的情况下,且在辐射结构包括在远低于与所述辐射增强器/每个辐射增强器相关的所述内部端口/每个内部端口处的第一谐振频率的频率范围下运行的所述辐射增强器或增强器的情况下,辐射结构的输入阻抗(在射频系统断开的情况下,于所述内部端口/每个内部端口处测得的输入阻抗)在第一和/或第二运行频率范围的频率区间内表现为重要的电抗性成分(或者电容性或者电感性)。即,对于第一和/或第二频率范围的任何频率而言,与射频系统断开时所述辐射结构在所述内部端口/每个内部端口处的输入阻抗的虚部不等于 0。

[0075] 在一些实施例中,内部端口处的第一谐振频率也在辐射系统的第二运行频率范围的下方(即,低于第二运行频率)。因此,所述内部端口处的第一谐振频率高于第一频率范围,而低于第二频率范围。

[0076] 在一些情形下,所述辐射结构的所述内部端口/每个内部端口处的第一谐振频率还高于辐射系统的第二运行频率范围。

[0077] 在一些其他的实施例中,辐射结构的内部端口处的第一谐振频率高于辐射系统的第三运行频率范围,所述第三频率范围的最低频率高于所述辐射系统的第二运行频率范围的最高频率。

[0078] 在一些实施例中,所述至少一个辐射增强器大致呈平面状,从而限定一二维结构,而在其他情形中,所述至少一个辐射增强器为占据一定体积的三维结构。具体而言,在一些实施例中,增强器盒的最小尺寸不小于所述增强器盒的最大尺寸的 70%、80%、或者甚至 90%,从而呈现为实体几何形状。具有实体几何形状的辐射增强器对于增强辐射结构的无线电性能是有利的,尤其是在其中辐射增强器的最大尺寸相对于与第一和/或第二频率范围的最低频率对应的真空波长而言非常小的情况下更是如此。

[0079] 而且,提供具有实体几何形状的辐射增强器对于降低其增强器盒的另外两个尺寸是有利的,从而能生成非常紧凑的解决方案。因此,在其中所述至少一个辐射增强器具有实体几何形状的一些实施例中,优选的是,所述辐射结构从射频系统断开时,与所述辐射结构的所述内部端口/每个内部端口相关的第一谐振频率与第一频率范围的最高频率之间的比值设定为高于 4.8,或者甚至高于 5.4。

[0080] 在一些有利实施例中,辐射结构包括具有实体几何形状的第一辐射增强器以及大致呈平面状的第二辐射增强器。在这样的实施例中,所述第一辐射增强器可优选响应于辐射系统在第一频率范围内的运行而在地线平面层上激发辐射模式。

[0081] 在一优选实施方式中,所述至少一个辐射增强器包括导电部分。在一些情形下,所述导电部分可例如呈以下形式,但是不限于以下形式:包括一个或多个节段的导电条,多边

形形状（例如包括三角形、正方形、矩形、六边形，甚至可以是作为具有很多边的多边形的极限情况——圆形或椭圆形），包括多个面的多面体形状（也包括柱形，或者作为具有很多表面的多面体的极限情况——球面），或者其组合。

[0082] 在一些实施例中，有利的是，所述至少一个辐射增强器的连接点大致靠近所述导电部分的端口或角落。

[0083] 在另一优选实施例中，所述至少一个辐射增强器包括形成在地线平面层内的缺口（即，不存在导电材料）。所述缺口由限定一曲线的一个或多个节段形成。辐射增强器的连接点位于沿着所述曲线的第一点处。地线平面层的连接点位于沿着所述曲线的第二点处，所述第二点不同于所述第一点。

[0084] 在另一优选实施例中，辐射结构包括第一辐射增强器和第二辐射增强器，该第一辐射增强器包括导电部分，该第二辐射增强器包括形成在地线平面层内的缺口。在一些情形下，这样的实施方式特别有利于在地线平面层上激发极向基本垂直的辐射模式，或者有利于提高隔离程度。

[0085] 在本发明的一优选实施例中，所述至少一个辐射增强器的主要部分（例如所述辐射增强器表面的至少 50%、或 60%、或 70%、或 80%）位于与地线平面层大致平行的一个或多个平面内。在本文的语境下，如果与两个平面中的一个平面垂直的第一线和与所述两个平面中的另一平面垂直的第二线之间的最小角度不大于 30° 、优选不大于 20° 、或者甚至不大于 10° ，则认为所述两个平面基本平行。

[0086] 在一些实施例中，优选的是，基本平行于地线平面层且包含辐射结构的辐射增强器的主要部分的所述一个或多个平面相对于所述地线平面层位于一高度处，该高度不大于与辐射系统的第一运行频率范围的最低频率对应的真空波长的 2%。在一些情况下，所述高度小于 7mm，优选小于 5mm，更加优选小于 3mm。

[0087] 在一些实施方式中，所述至少一个辐射增强器基本与地线平面层共面。而且，在一些情况下，所述至少一个辐射增强器有利地嵌置在包含有地线平面层的同一 PCB 内，从而使得辐射结构具有非常小的型面。

[0088] 在一些情形中，所述至少两个、三个、四个或甚至全部辐射增强器都基本上彼此共面，而且也优选与地线平面层基本共面。

[0089] 在一些情形中，可将两个或更多的辐射增强器上下叠置，从而形成叠置结构。在其他情形中，将至少一个辐射增强器布置或嵌置在另一辐射增强器内（即，所述至少一个辐射增强器的增强器盒至少部分的包含在所述另一辐射增强器的增强器盒内）。在这样的情况下能获得更为紧凑的解决方案。

[0090] 在一优选实施例中，辐射结构布置在无线手持或便携装置内的方式使得辐射增强器在包含地线平面层的平面上的垂直投影内没有地线平面。在一些实施例中，辐射增强器的投影与地线平面层之间有一些重叠。在一些实施方式中，辐射增强器的投影面积有不到 10%、20%、30%、40%、50%、60% 或者甚至 70% 与地线平面层重叠。在其他一些实施例中，辐射增强器的在地线平面层上的投影完全与地线平面层重叠。

[0091] 在一些情形中，为了调节阻抗水平和提高辐射结构的阻抗带宽，有利的是，使辐射增强器的垂直投影的至少一部分突出到地线平面层之外，或者，将地线平面从辐射增强器的投影的至少一部分移除。这一方面特别适于其中用于集成辐射结构的空间的高度很小的

情形,如同特别适用于细薄无线手持或便携装置那样。

[0092] 在一些实施例中,至少一个、两个、三个或甚至全部辐射增强器优选大致靠近地线平面层的一边,优选的是,所述边即为地线平面矩形的一侧边。在一些实施例中,至少一个辐射增强器更加优选地大致靠近所述边的端部或所述边的中点。

[0093] 在一些实施方式中,所述边优选为大致呈矩形或细薄地线平面层的一边。

[0094] 在一实施例中,辐射增强器优选大致靠近地线平面矩形的短边,更加优选的是,大致靠近所述短边的端部或所述短边的中点。在断开射频系统时辐射结构在与所述辐射增强器相关的内部端口处对于所述第一运行频率范围和第二运行频率范围的频率表现为具有电容性成分的输入阻抗的情况下,辐射增强器相对于地线平面层的这一布置是特别有利的。

[0095] 在另一实施例中,优选的是,辐射增强器大致靠近地线平面矩形的长边,更加优选的是,大致靠近所述长边的端部或所述长边的中点。在断开射频系统时辐射结构在与所述辐射增强器相关的内部端口处对于所述第一运行频率范围和所述第二运行频率范围的频率表现为具有电感性成分的输入阻抗的情况下,辐射增强器的这一布置是特别有利的。

[0096] 在一些其他实施例中,有利的是,至少一个辐射增强器大致靠近地线平面层的一角落,优选的是,所述角落即为地线平面矩形的角落。

[0097] 在本文的语境中,当两个点之间的距离小于与辐射系统的最低运行频率对应的真空波长的 5% (更优选地,小于 3%、2%、1%、0.5%) 时,这两个点是大致靠近的。同样地,如果两个线性测度之间的差别小于所述真空波长的 5% (更优选地,小于 3%、2%、1%、0.5%),则所述两个线性测度是大致靠近的。

[0098] 在一些实施例中,用于无线手持或便携装置的辐射系统的辐射结构包括第一辐射增强器、第二辐射增强器和地线平面层。所述辐射结构因而包括两个内部端口,第一内部端口形成在第一辐射增强器的连接点与地线平面层的所述至少一个连接点之间,而第二内部端口形成在第二辐射增强器的连接点与地线平面层的所述至少一个连接点之间。

[0099] 在一有利实施例中,第一辐射增强器基本上靠近地线平面层的第一角落,而第二辐射增强器基本上靠近地线平面层的第二角落(所述第二角落不同于所述第一角落)。优选地,所述第一和第二角落同于与所述地线平面层相关的所述地线平面矩形的两个角落,更加优选的是,所述两个角落位于地线平面矩形的短边的相对端部处。在需要在辐射结构的所述两个内部端口之间实现更高程度隔离时,辐射增强器的这一设置是特别值得考虑的。

[0100] 在另一有利实施例中,为了有利于将辐射增强器互连至射频系统,所述第一和第二辐射增强器大致靠近地线平面层的第一角落,该第一角落优选为所述地线平面矩形的一角落。在该实施例中,优选的是,第一和第二辐射增强器使得,在断开射频系统时,第一内部端口对于第一和第二频率范围内的频率表现出具有电感性成分的输入阻抗,而同样是在断开射频系统时,第二内部端口对于第一和第二频率范围内的频率表现出具有电容性成分的输入阻抗。

[0101] 在另一有利实施方式中,第一辐射增强器大致靠近地线平面层的短边,而第二辐射增强器大致靠近地线平面层的长边。优选的是,所述短边和所述长边分别为地线平面矩形的一短边和一长边,且在一角落处相交。对于在地线平面层激发极化方向大致正交的辐

射模式并且 / 或者在辐射结构的所述两个内部端口之间获得更高程度的隔离而言,第一和第二辐射增强器的这样一种布局选择是特别有利的。

[0102] 在一些实施例中,地线平面层的所述至少一个连接点有利地靠近所述至少一个辐射增强器中的一个的连接点,从而有利于射频系统与辐射结构的互连。因此,上述那些对于布置辐射增强器是优选的定位对于地线平面层的所述至少一个连接点的定位也是有利的。因此,在一些实施例中,所述至少一个连接点大致靠近地线平面层的一边,优选为与地线平面矩形的一侧边相同的一边,或者大致靠近地线平面层的一角落,优选地,所述角落与地线平面矩形的一角落相同。对于向在地线平面层上流动的电流提供更长的路径,从而降低地线平面层的一个或多个辐射模式的频率而言,如此选择地线平面层的所述至少一个连接点的位置是有利的。

[0103] 在一些实施方式中,射频系统包括至少一个匹配网络(例如,一个、两个、三个、四个或更多的匹配网络)以转化辐射结构的输入阻抗,从而在辐射系统的第一和第二运行频率范围内向辐射系统提供阻抗匹配。

[0104] 在一优选实施例中,射频系统包括与辐射结构中的辐射增强器的数量(因而,与内部端口的数量)一样多的匹配网络。

[0105] 在另一优选实施例中,辐射系统包括与辐射系统的运行频率范围的数量一样多的匹配网络。即,在例如在第一和第二频率范围内运行的辐射系统中,其射频系统可有利地包括第一匹配网络和第二匹配网络,该第一匹配网络在所述第一频率范围内向辐射系统提供阻抗匹配,该第二匹配网络在所述第二频率范围内向辐射系统提供阻抗匹配。

[0106] 所述匹配网络 / 每个匹配网络能包括单个电路级或多个电路级。在一些实施例中,所述匹配网络 / 每个匹配网络包括至少两个、至少三个、至少四个、至少五个、至少六个、至少七个、至少八个或更多个电路级。

[0107] 电路级包括一个或多个电路元件(例如但不限于:电感器、电容器、电阻器、跳线、短路器件、开关、延迟线、共振器或其他电抗性或电阻性器件)。在一些情形中,电路级在辐射系统的运行频率范围内基本具有电感性能,而另一电路级在所述频率范围内基本具有电容性能,第三电路级在所述频率范围内基本具有电阻性能。

[0108] 电路级可以与其他电路级和 / 或射频系统的所述至少一个端口串联或并联。

[0109] 在一些实施例中,所述至少一个匹配网络使串联电路级(即,叠置电路级)与并联电路级(即,旁路电路级)轮替,从而形成梯级结构。在一些情形中,包括两个电路级的匹配网络形成 L 形结构(即,串联 - 并联或者并联 - 串联)。在其他一些情形中,包括三个电路级的匹配网络形成 pi 形结构(即,并联 - 串联 - 并联)或 T 形结构(即,串联 - 并联 - 串联)。

[0110] 在一些实施例中,所述至少一个匹配网络使基本具有电感性能的电路级与基本具有电容性能的电路级轮替。

[0111] 在一实施例中,电路级在辐射系统的至少一个运行频率范围内(例如在第一或第二运行频率范围内)表现出谐振电路(例如,并联 LC 谐振电路或串联 LC 谐振电路)的特性。使用具有谐振电路性能的电路级使得,对于给定的频率范围,或者在给定的频率范围内,给定匹配网络的一部分可有效连接至所述匹配网络的另一部分,而对于另一频率范围或者在另一频率范围内可有效地失效。

[0112] 在一实施例中,所述至少一个匹配网络在至少一个电路级中包括至少一个有源电路器件(例如但是不限于晶体管、二极管、MEMS 装置、继电器或放大器)。

[0113] 在一些实施例中,所述匹配网络/每个匹配网络优选包括电抗对消电路,该电抗对消电路包括一个或多个电路级,且所述一个或多个电路级中的一个电路级连接至射频系统的端口,所述端口用于与辐射结构的内部端口互连。

[0114] 在本文献的语境中,电抗对消优选指的是对射频系统断开时辐射结构的内部端口处的输入阻抗的虚数部分进行补偿,以使得在优选位于运行频率范围(例如第一或第二频率范围)内频率下,辐射系统在外部端口处的输入阻抗的虚部基本接近于 0。在一些不是很优选的实施例中,所述频率还可高于所述频率范围的最高频率(不过,优选不高于所述最高频率的 1.1、1.2、1.3 或 1.4 倍)或者低于所述频率范围的最低频率(不过,优选不低于所述最低频率的 0.9、0.8 或 0.7 倍)。而且,在阻抗的虚部(绝对值)不大于 15 欧姆、优选不大于 10 欧姆、更加优选不大于 5 欧姆时,可认为阻抗的虚部基本接近于 0。

[0115] 在一优选实施方式中,在射频系统从第一内部端口断开时,辐射结构在所述第一内部端口处表现为输入阻抗对于第一和第二运行频率范围内的频率具有电容性成分。在该实施方式中,与所述内部端口互连(经由射频系统的端口)的匹配网络包括电抗对消电路,该电抗对消电路包括第一电路级,该第一电路级对于辐射系统的第一和第二运行频率范围中的所有频率基本具有电感性能。更加优选的是,所述第一电路级包括电感器。在一些情形下,所述电感器可为集中电感器。所述第一电路级有利地与互连至辐射系统的辐射结构的所述第一内部端口的射频系统的所述端口串联。

[0116] 在另一优选实施方式中,在射频系统从第一内部端口断开时,辐射结构在所述第一内部端口处表现为输入阻抗对于第一和第二运行频率范围内的频率具有电感性成分。在该实施方式中,与所述内部端口互连(经由射频系统的端口)的匹配网络包括电抗对消电路,该电抗对消电路包括形成 L 形结构的第一电路级和第二电路级,所述第一电路级并联,所述第二电路级串联。第一和第二电路级中的每一电路级对于辐射系统的第一和第二运行频率范围中的所有频率基本具有电容性能。更加优选的是,所述第一电路级和所述第二电路级分别包括一电容器。在一些情形下,所述电容器可为集中电容器。所述第一电路级有利地与互连至辐射系统的辐射结构的所述第一内部端口的射频系统的所述端口并联,而所述第二电路级连接至所述第一电路级。

[0117] 在另一优选实施方式中,辐射结构包括第一内部端口和第二内部端口,在该第一内部端口从射频系统断开时,所述第一内部端口对于第一和第二运行频率范围内的频率表现出输入阻抗具有电容性成分,该第二内部端口(也是在所述第二内部端口从射频系统断开时)对于第一和第二运行频率范围内的频率表现出输入阻抗具有电感性成分。

[0118] 在一些实施方式中,所述至少一个匹配网络还可包括宽带匹配电路,所述宽带匹配电路优选级联至电抗对消电路。通过宽带匹配电路,可有利地提高辐射结构的阻抗带宽。对于其中第一和/或第二频率范围的相对带宽较大的情形,这是特别值得考虑的。

[0119] 在一优选实施方式中,宽带匹配电路包括在辐射系统的所述至少两个运行频率范围中的一个频率范围内基本表现为谐振电路(优选为并联 LC 谐振电路或串联 LC 谐振电路)的电路级。

[0120] 在一些实施例中,除了电抗对消电路和/或宽带匹配电路之外,所述至少一个匹

配网络还可包括微调电路,以针对某些给定的目标规定,校准辐射系统的输入阻抗的小偏差。

[0121] 在一优选实施例中,匹配网络包括:连接至射频系统的第一端口的电抗对消电路,所述第一端口连接至辐射结构的内部端口;以及连接至射频系统的第二端口的微调电路,所述第二端口连接至辐射系统的外部端口。在一实施例中,所述匹配网络还包括可操作地级联在电抗对消电路与微调电路之间的宽带匹配电路。在另一实施例中,所述匹配网络不包括宽带匹配电路,从而电抗对消电路与微调电路直接级联。

[0122] 在一些实施例中,所述至少一个匹配网络的电路级中的至少一些电路元件为离散的集中元件(例如,SMT元件),而在一些其他的实施例中,所述至少一个匹配网络的所有电路元件为离散的集中元件。在一些实施例中,所述至少一个匹配网络的电路级中的至少一些电路元件为分布式元件(例如,印刷或嵌置在包含有辐射结构的地线平面层的PCB内的传输线),而在一些其他的实施例中,所述至少一个匹配网络的所有电路元件为分布式元件。

[0123] 在一些实施例中,在所述至少一个匹配网络的电路级中的至少一些、或者甚至全部电路元件可集成到诸如CMOS集成电路或混合集成电路的集成电路中。

[0124] 在一些实施方式中,射频系统可包括频率选择元件,诸如双工器或一系列过滤器,以分离或合并辐射系统不同运行频率范围内的电信号。

[0125] 在一实施例中,射频系统包括:第一双工器,该第一双工器分离辐射系统的第一和第二运行频率范围的电信号;第一匹配网络,该第一匹配网络提供所述第一频率范围内的阻抗匹配;第二匹配网络,该第二匹配网络提供所述第二频率范围内的阻抗匹配;以及第二双工器,该第二双工器合并所述第一和第二频率范围内的电信号。

[0126] 可选的是,可由一系列带通过滤器和并合器/分路器替代双工器。而且,可在射频系统中采用双工器和系列带通过滤器。优选的是,系列带通过滤器中带通过滤器的数量与辐射系统的运行频率范围的数量相同。带通过滤器中的每个带通过滤器设计成在不同的频率范围内引入低的插入损失,而在其他的频率范围内对并合器/分路器表现出高的阻抗。并合器/分路器并合(或分离)辐射系统的不同运行频率范围的电信号。

[0127] 在本文的语境中,优选地,给定频率范围内的高阻抗指的是对所述频率范围内的任何频率都具有不小于150欧姆、200欧姆、300欧姆、500欧姆或者甚至1000欧姆的模值的阻抗,更加优选的是在所述给定的频率范围内基本为无功的阻抗(即,实部基本接近于0)。

[0128] 在一些实施例中,所述至少一个匹配网络的一个、两个、三个或甚至全部电路级可影响所述至少一个匹配网络的多于一个的功能性。给定的电路级可例如影响由以下构成的组中的两项或更多项的功能性:电抗对消、阻抗转化(优选地,所述阻抗的实部的转化)、带宽匹配和微调匹配。换言之,所述至少一个匹配网络的同一电路级可有利地属于以下电路中的两个或三个电路:电抗对消电路、宽带匹配电路、和微调电路。对于减少射频系统的所述至少一个匹配网络所需的电路级和/或电路元件的数量、从而降低其中集成有辐射系统的无天线的无线手持或便携装置的PCB上的实物而言,采用所述至少一个匹配网络的同一电路级能实现若干目的是有利的。

[0129] 在其他实施例中,所述至少一个匹配网络的每一电路级仅仅用于匹配网络中的一

种功能。在采用例如具有较差公差、更加显著的热依赖性和 / 或较低品质因子的低档电路元件来实现所述至少一个匹配网络的情况下,这样的选择是优选的。

[0130] 在一些实施方式中,有利的是,将一个、两个、三个或更多的辐射增强器有利地布置在一集成电路封装内(即,具有集成电路封装形态因子的封装)。所述集成电路封装可有利地包括布置在该封装内的半导体芯片或型模。而且,所述辐射增强器或多个增强器优选布置在所述封装内,而不是设置在所述半导体型模或芯片内。在一些这样的实施例中,所述集成电路封装还可包括至少部分或者甚至全部的射频系统。

附图说明

[0131] 附图示出了本发明的实施方式,其中:

[0132] 图 1(a) 示出了根据本发明的包括辐射系统的无天线的无线手持或便携装置的实施例;图 1(b) 示出了无天线的无线手持或便携装置的方框图,该方框图示出了该装置的基本功能块。

[0133] 图 2 示出了根据本发明的辐射系统的三个实施例的示意图。

[0134] 图 3 示出了用于根据本发明的在辐射系统中使用的射频系统的匹配网络的三个实施例的方框图。

[0135] 图 4 示出了用于辐射系统的辐射结构的实施例,该辐射结构包括分别具有传导部分的第一辐射增强器和第二辐射增强器,其中图 4(a) 为局部立体图,图 4(b) 为俯视图。

[0136] 图 5 示出了用于辐射系统的射频系统的示意图,该辐射系统的辐射结构在图 4 中示出。

[0137] 图 6(a) 为图 5 的射频系统中使用的匹配网络的示意图,图 6(b) 为在图 5 的射频系统中使用的第一带通过滤器、第二带通过滤器以及并合器 / 分路器的示意图。

[0138] 图 7 示出了由图 6 的匹配网络对图 4 的辐射结构的第一内部端口处的输入阻抗引起的典型阻抗转化;其中图 7a 为从射频系统的匹配网络断开时第一内部端口处的输入阻抗;图 7b 为电抗对消电路连接到第一内部端口后的输入阻抗;而图 7c 为宽带匹配电路与电抗对消电路级联后的输入阻抗。

[0139] 图 8 示出了由与图 6 的匹配网络类似的匹配网络对图 4 的辐射结构的第二内部端口处的输入阻抗引起的典型阻抗转化;其中图 8a 为从射频系统的匹配网络断开时第二内部端口处的输入阻抗;图 8b 为电抗对消电路连接到第二内部端口后的输入阻抗;而图 8c 为宽带匹配电路与所述电抗对消电路级联后的输入阻抗。

[0140] 图 9a 示出了图 4 的辐射结构的第一内部端口处的典型输入回波损失和图 6 的匹配网络互连至辐射结构的第一内部端口后的输入回波损失的比较;而且图 9b 示出了图 4 的辐射结构的第二内部端口处的典型输入回波损失和与图 6 的匹配网络类似的匹配网络互连至辐射结构的第二内部端口后的输入回波损失的比较。

[0141] 图 10 示出了图 5 的辐射系统互连至图 4 的辐射结构后产生的辐射系统的外部端口处的典型输入回波损失。

[0142] 图 11 为根据本发明的包括两个辐射增强器的辐射结构的两个实施例的局部立体图。

[0143] 图 12 为包括两个辐射增强器的辐射结构的另一实施例的局部立体图。

[0144] 图 13 为包括两个上下叠置的辐射增强器的辐射结构的局部立体图。

[0145] 图 14 为用于辐射系统的辐射结构的三个实施例的局部立体图,其中每个辐射结构包括第一辐射增强器和第二辐射增强器,该第一辐射增强器包括导电部分,该第二辐射增强器包括形成在地线平面层内的缺口。

[0146] 图 15 为根据本发明的用于辐射系统的辐射结构,所述辐射结构仅包括一个辐射增强器。

[0147] 图 16 为用于辐射系统的射频系统的示意图,该辐射系统的辐射结构如图 15 所示。

[0148] 图 17 示出了典型的无线手持或便携装置的辐射结构。

[0149] 图 18 为部分组装了的 PCB 的局部俯视图,其中示出了辐射结构的地线平面层的布线以及射频系统的垫片和导电迹线。

具体实施方式

[0150] 从以下对一些优选实施方式的详细描述中将明了本发明的其他特征和优点。对本发明的一些优选实施方式的所述详细描述是参考附图仅为了说明的目的而给出的,而绝不是对本发明范围的限制。

[0151] 图 1 示出了根据本发明的能进行多频带运行的无天线的无线手持或便携装置 100 的示意性实施例。在图 1a 中示出了无天线的无线手持或便携装置 100 的分解立体图,该无天线的无线手持或便携装置 100 包括辐射结构和地线平面层 152(该地线平面层 152 可以包括在多层 PCB 层内),该辐射结构包括第一辐射增强器 151a 和第二辐射增强器 151b。该无天线的无线手持或便携装置 100 还包括与所述辐射结构互联的射频系统 153。

[0152] 现在参照图 1b,图 1b 示出了能多频带运行的无天线的无线手持或便携装置 100 的方框图,根据本发明该装置优选包括:用户界面模块 101、处理模块 102、存储模块 103、通信模块 104 和电源管理模块 105。在一优选实施方式中,该处理模块 102 和存储模块 103 列出为单独的模块。然而,在另一实施方式中,处理模块 102 和存储模块 103 可以是单一模块或多个模块内的单独功能器。在另一实施方式中,无天线的无线手持或便携装置 100 的所述五个功能块中的两个或两个以上的功能块可以是单一模块或多个模块内的单独功能器。

[0153] 图 2 示出了用于根据本发明的能多频带运行的无天线的无线手持或便携装置的辐射系统的三个实施例的示意图。

[0154] 具体而言,如图 2a 所示,辐射系统 200 包括辐射结构 201、射频系统 202 以及外部端口 203。辐射结构 201 包括辐射增强器 204,该辐射增强器 204 包括连接点 205 以及地线平面层 206,所述地线平面层 206 也包括连接点 207。辐射结构 201 还包括限定在辐射增强器的连接点 205 和地线平面层的连接点 207 之间的内部端口 208。而且,射频系统 202 包括两个端口:连接至辐射结构的内部端口 208 的第一端口 209 以及连接至辐射系统的外部端口 203 的第二端口 210。

[0155] 现在参照图 2b,辐射系统 230 包括辐射结构 231,该辐射结构 231 除了第一辐射增强器 204 和地线平面层 206 之外还包括第二辐射增强器 234。辐射结构 231 包括两个内部端口,第一内部端口 208 限定在第一辐射增强器的连接点 205 与地线平面层的连接点 207 之间,而第二内部端口 238 限定在第二辐射增强器的连接点 235 与地线平面层的连接点 207 之间。

[0156] 辐射系统 230 包括射频系统 232, 该射频系统 232 包括三个端口: 第一端口 209 连接至第一内部端口 208, 第二端口 239 连接至第二内部端口 238, 第三端口 210 连接至辐射系统的外部端口 203。即, 射频系统 232 包括与辐射结构 231 的所述至少一个内部端口中的每个端口相连的端口以及与所述辐射系统的外部端口 203 相连的端口。

[0157] 图 2c 示出了辐射系统 260 的另一实施例, 该辐射系统 260 具有与图 2a 所示的实施例相同的辐射结构 201。然而, 与图 2a 的实施例不同的是, 该辐射系统 260 包括另一外部端口 263。

[0158] 辐射系统 260 包括射频系统 262, 该射频系统 262 具有连接至辐射结构的内部端口 208 的第一端口 209、连接至外部端口 203 的第二端口 210 以及连接至所述另一外部端口 263 的第三端口 270。

[0159] 在要提供所述辐射系统 260 以在至少一种蜂窝通信标准和至少一种无线连接标准下运行时, 这样的辐射系统 260 是优选的。在一个实施例中, 外部端口 203 可以提供 GSM900 和 GSM1800 标准, 而外部端口 263 可提供 IEEE802.11 标准。

[0160] 图 3 示出了用于射频系统的匹配网络 300 的三个优选实施例的方框图, 该匹配网络 300 包括第一端口 301 和第二端口 302。所述两个端口的中一个端口可以同时是射频系统的端口, 具体而言, 所述两个端口的中一个端口可以与辐射结构的内部端口互连。

[0161] 在图 3a 中, 匹配网络 300 包括电抗对消电路 303。在该实施例中, 电抗对消电路的第一端口 304 可以与匹配网络的第一端口 301 操作相连, 而电抗对消电路的另一端口 305 可以与匹配网络的第二端口 302 操作相连。

[0162] 现在参照图 3b, 该匹配网络 300 包括电抗对消电路 303 和宽带匹配电路 330, 有利的是, 该宽带匹配电路 330 与电抗对消电路 303 级联。即, 宽带匹配电路的端口 331 连接至端口 305。在该实施例中, 端口 304 与匹配网络的第一端口 301 操作相连, 而宽带匹配电路的另一端口 332 与匹配网络的第二端口 302 操作相连。

[0163] 图 3c 示出了匹配网络 300 的另一实施例, 除了电抗对消电路 303 和宽带匹配电路 330 之外, 该匹配网络 300 还包括微调电路 360。有利的是, 所述三个电路级联在一起, 即, 电抗对消电路的端口 (具体为端口 304) 连接至匹配网络的第一端口 301, 微调电路的端口 362 连接至匹配网络的第二端口 302。在该实施例中, 宽带匹配电路 330 操作地互联在电抗对消电路 303 和微调电路 360 之间 (也就是说, 端口 331 连接至端口 305, 而端口 332 连接至微调电路 360 的端口 361)。

[0164] 有利的是, 图 2 的示例性辐射系统中的射频系统 202、232、262 可包括至少一个、优选两个如图 3a 至图 3c 的匹配网络 300 的匹配网络。

[0165] 图 4 示出了辐射结构的优选实施例, 该辐射结构适用于在 824MHz 和 960MHz 之间的电磁频谱第一频率范围和 1710MHz 和 2170MHz 之间的电磁频谱第二频率范围内运行。包括这一辐射系统的无天线的无线手持或便携设备可有利地在运行 GSM850、GSM 900、GSM1800、GSM1900 和 UMTS 蜂窝通信标准 (即, 五个不同的通信标准)。

[0166] 辐射结构 400 包括第一辐射增强器 401、第二辐射增强器 405 和地线平面层 402。图 4b 中以俯视图示出了与地线平面层 402 相关联的地线平面矩形 450。在该实施例中, 因为地线平面层 402 大致呈矩形, 从而所述地线平面层 402 的直角周边即为其地线平面矩形 450。

[0167] 地线平面矩形 450 的长边约为 100mm,其短边约为 40mm。因此,根据本发明的一个方面,地线平面矩形 450 的长边与所述第一频率范围的最低频率(即,824MHz)对应的真空波长的比率有利地大于 0.2。而且,所述比率还有利地小于 1.0。

[0168] 在该实施例中,第一辐射增强器 401 和第二辐射增强器 405 为同一类型,且具有相同的形状和尺寸。然而,在其他实施例中,第一辐射增强器 401 和第二辐射增强器 405 可以为不同的类型,可以具有不同形状和/或尺寸。因此,在图 4 中,第一辐射增强器 401 和第二辐射增强器 405 中的每一个都包括传导部分,该传导部分呈包括六个表面的多面体形状。而且,在此情况下,所述六个面大致呈边长约为 5mm 的正方形,这意味着所述传导部分为立方体。在此情况下,所述两个辐射增强器 401、405 中的每个辐射增强器的传导部分不与地线平面层 402 相连。用于第一辐射增强器 401 的第一增强器盒 451 与所述第一辐射增强器 401 的外部面积重合。类似地,用于第二辐射增强器 405 的第二增强器盒 452 与所述第二辐射增强器 405 的外部面积重合。图 4b 示出了辐射结构 400 的俯视图,其中可以观察到第一增强器盒 451 的顶面和第二增强器盒 452 的顶面。

[0169] 根据本发明的一个方面,有利的是,第一辐射增强器 401 的最大尺寸(所述最大尺寸是第一增强器盒 451 的最大边长)小于辐射结构 400 运行下的第一频率范围的最低频率对应的真空波长的 $1/50$,而第二辐射增强器 405 的最大尺寸(所述最大尺寸是第二增强器盒 452 的最大边长)有利地也小于所述真空波长的 $1/50$ 。具体而言,第一辐射增强器 401 和第二辐射增强器 405 的最大尺寸还有利地小于所述真空波长的 $1/80$ 。

[0170] 而且,在本实施例中,第一和第二辐射增强器各自的最大尺寸小于与辐射结构 400 的第二运行频率范围的最低频率对应的真空波长的 $1/30$,但是有利的是,大于所述真空波长的 $1/120$ 。

[0171] 在图 4 中,第一辐射增强器 401 和第二辐射增强器 405 相对于地线平面层 402 布置成使得第一辐射增强器 401 的上下表面和第二辐射增强器 405 的上下表面基本上平行于地线平面层 402。而且,有利的是,第一辐射增强器 401 的下表面与第二辐射增强器 405 的下表面共面,且第一辐射增强器 401 和第二辐射增强器 405 的下表面也有利地与地线平面层 402 共面。通过这样的设置,辐射增强器 401、405 相对于地线平面层的高度不超过所述第一频率范围的最低频率对应的真空波长的 2%。

[0172] 在辐射结构 400 中,第一辐射增强器 401 和第二辐射增强器 405 突出到地线平面层 402 之外。即,辐射增强器 401 和 405 相对于地线平面层 402 布置成使得,在辐射增强器 401、405 至包含地线平面层 402 的平面的垂直投影内没有地线平面。该第一辐射增强器 401 基本上位于地线平面层 402 的第一角落附近,而第二辐射增强器 405 基本上位于地线平面层 402 的第二角落附近。具体而言,所述第一角落和所述第二角落位于大致呈矩形的地线平面层 402 的短边的相对端部处。

[0173] 第一辐射增强器 401 包括位于其下表面右下角的连接点 403。相应地,地线平面层 402 也包括大体位于其右上角的第一连接点 404。辐射结构 400 的第一内部端口形成在所述连接点 403 和所述第一连接点 404 之间。

[0174] 类似地,第二辐射增强器 405 包括位于其下表面左下角的连接点 406,且地线平面层 402 也包括大体位于其左上角的第二连接点 407。辐射结构 400 的第二内部端口形成在所述连接点 406 和所述第二连接点 407 之间。

[0175] 在一替代实施例中,辐射结构 400 的地线平面层 402 可仅仅包括第一连接点 404(即,只有一个连接点)。在这样的情况下,第二内部端口可形成在第二辐射增强器 405 的连接点 406 和所述第一连接点 404 之间。

[0176] 第一辐射增强器 401 和第二辐射增强器 405 的尺寸非常小,这导致所述辐射结构 400 在第一和第二内部端口中的每个端口处具有远高于第一频率范围频率的第一谐振频率。在此情况下,有利的是,在第一和第二内部端口中的每个端口(在不存在与它们相连的射频系统的情况下)处测得的辐射结构 400 的第一谐振频率与第一频率范围的最高频率之比大于 4.2。

[0177] 而且,在辐射结构 400 的第一和第二内部端口中的每个端口处的第一谐振频率所处的频率也远高于第二频率范围的频率。

[0178] 通过这样小尺寸的第一和第二辐射增强器 401、405,如能从图 7a 和图 8a 看到的那样,在第一和第二频率范围的频率内,在第一和第二内部端口中的每个端口处测得的辐射结构 400 的输入阻抗表现为重要的电抗性成分,具体而言,表现为电容性成分。

[0179] 在图 7a 中,曲线 700 在 Smith 图上示出了在没有射频系统与辐射结构 400 的第一内部端口相连时该第一内部端口处的作为频率函数的典型复阻抗。具体而言,点 701 对应于第一频率范围内的最低频率处的输入阻抗,而点 702 对应于第一频率范围内的最高频率处的输入阻抗。

[0180] 曲线 700 位于 Smith 图的下半部,这的确表明,至少对第一频率范围的所有频率而言(即,在点 701 和点 702 之间),第一内部端口处的输入阻抗具有电容性成分(即,输入阻抗的虚数部分为负值)。尽管图 7a 没有示出,但是对于第二频率范围的所有频率而言,第一内部端口处的输入阻抗也具有电容性成分(即,对于第二频率范围的所有频率而言,曲线 700 仍位于 Smith 图的下半部)。

[0181] 至于辐射结构 400 的第二内部端口,图 8a 中的曲线 800 示出了在没有任何射频系统与第二内部端口相连时该第二内部端口处的作为频率函数的典型复阻抗。点 801 对应于第二频率范围内的最低频率处的输入阻抗,而点 802 对应于第二频率范围内的最高频率处的输入阻抗。

[0182] 曲线 800 也位于 Smith 图的下半部,这表明,至少对第二频率范围的所有频率而言(即,在点 801 和点 802 之间),第二内部端口处的输入阻抗具有电容性成分。而且,尽管图 8a 没有示出,但是对于第一频率范围的所有频率而言,第二内部端口处的输入阻抗也具有电容性成分(即,对于第一频率范围的所有频率而言,曲线 800 仍位于 Smith 图的下半部)。

[0183] 图 5 示出了射频系统 500 的示意图,该射频系统将要连接至辐射结构 400 的所述两个内部端口,以转化辐射结构 400 的输入阻抗,并提供在辐射系统运行的第一和第二范围内相匹配的阻抗。

[0184] 射频系统 500 包括将分别连接到辐射结构 400 的第一内部端口和第二内部端口的两个端口 501、502,以及将要连接到辐射系统的单独外部端口的第三端口 503。

[0185] 射频系统 500 还包括连接至端口 501 的第一匹配网络 504 以及连接至端口 502 的第一匹配网络 505,该第一匹配网络 504 提供在第一频率范围内相匹配的阻抗,该第二匹配网络 505 提供在第二频率范围内相匹配的阻抗。

[0186] 射频系统 500 还包括连接至所述第一匹配网络 504 的第一带通滤波器 506 以及连

接至第二匹配网络 505 的第二带通过滤波器 507。该第一带通过滤波器 506 设计成在辐射系统运行的第一频率范围具有低的插入损耗,且在辐射系统运行的第二频率范围内具有高的阻抗。类似地,第二带通过滤波器 507 设计成在所述第二频率范围具有低的插入损耗,而所述第一频率范围内具有高的阻抗。

[0187] 射频系统 500 还包括并合器/分路器 508,其并合(或分离)不同频率范围的电信号。所述并合器/分路器 508 连接至第一和第二带通过滤波器 506、507,并连接至端口 503。

[0188] 图 6b 示出了第一带通过滤波器 506、第二带通过滤波器 507 和并合器/分路器 508。

[0189] 第一带通过滤波器 506 和第二带通过滤波器 507 各包括至少两个电路级,且优选的是,所述至少两个电路级中的至少一个电路级包括 LC 谐振电路。在图 6b 所示的具体实施例中,第一带通过滤波器 506 和第二带通过滤波器 507 各具有呈 L 形(即,并联-串联)布置的两个电路级。而且,所述两个电路级中的每一电路级都包括 LC 谐振电路,该谐振电路由集中电容器与集中电感器并联构成。

[0190] 在一些实施例中,有利的是,可通过将第一带通过滤波器 506 和第二带通过滤波器 507 直接并联至端口 503 而构成并合器/分路器 508,如图 6b 所示。这是可行的,因为在第一频率范围,第二带通过滤波器 507 不加载端口 503,而在第二频率范围,第一带通过滤波器 506 不加载端口 503。换言之,这如同每个频率范围内,所述两个匹配网络中仅有一个与端口 503 有效相连。

[0191] 图 6a 为匹配网络 504 的示意图,该匹配网络 504 包括待连接至(经由射频系统 500 的端口 501)辐射结构 400 的第一内部端口的第一端口 601、以及待连接至射频系统 500 的第一带通过滤波器 506 的第二端口 602。在该实施例中,匹配网络 504 还包括电抗对消电路 607 和宽带匹配电路 608。

[0192] 电抗对消电路 607 包括一个电路级,该电路级包括串联布置的单个电路元件 604,且在第一和第二频率范围内基本表现为电感特性。在该具体实施例中,电路元件 604 为集中电感。电抗对消电路 607 的电感特性有利地补偿了辐射结构 400 的第一内部端口的输入阻抗的电容成分。

[0193] 在图 7b 中可看到这样的电抗对消效应,图中,在第一频率范围内,辐射结构 400 的第一内部端口处的输入阻抗(图 7a 中的曲线 700)被电抗对消电路 607 转化为虚部大致接近于 0 的阻抗(参见图 7b)。图 7b 中的曲线 730 对应于在移除宽带匹配电路 608 且所述第二端口 602 直接与端口 603 相连的情况下在第一匹配网络 504(从第一带通过滤波器 506 断开)的第二端口 602 处将观察到的输入阻抗。所述曲线 730 在位于点 701 和点 702 之间的点 731 处与 Smith 图的水平轴相交,这表明,对于有利地位于第一频率范围的最低频率和最高频率之间的频率,辐射结构 400 的第一内部端口处的输入阻抗的虚数部分等于 0。

[0194] 宽带匹配电路 608 也包括一个电路级,并与电抗对消电路 607 级联。该宽带匹配电路 608 的所述电路级包括两个电路元件:第一电路元件 605 为集中电感器,第二电路元件 606 为集中电容器。电路元件 605 和 606 一起构成并联 LC 谐振电路(即,宽带匹配电路 608 的所述电路级在第一运行频率范围内基本上起到了谐振电路的作用)。

[0195] 比较图 7b 和图 7c 可看到,宽带匹配电路 608 具有在曲线 730 的端部“闭合”的有利效果(即,将曲线 730 转化为另一曲线 760,该曲线 760 的特征表现为环绕 Smith 图中心的紧致环)。这样,所产生的曲线 760 在更宽的频率范围内表现出的输入阻抗(此时,在从

第一带通过滤波器 506 断开的情况下在第二端口 602 处测得), 在参照 50 欧姆的基准阻抗时, 在电压驻波比 (VSWR) 3 : 1 之内。

[0196] 在该具体实施例中, 射频系统 500 的第二匹配网络 505 具有与图 6a 所示的第一匹配网络 504 的结构相同的结构: 电抗对消电路, 该电抗对消电路包括一个电路级, 该电路级包括串联布置的单一电路元件, 且在第一和第二频率范围内基本表现为电感特性; 以及与所述电抗对消电路级联的宽带匹配电路, 该宽带匹配电路也包括一个电路级, 该电路级包括形成 LC 谐振电路的两个电路元件, 从而所述级在第二运行频率范围内大致起到了谐振电路的作用。所述第二匹配网络还包括待连接至辐射结构 400 的第二内部端口的第一端口 (通过射频系统 500 的端口 502) 以及待连接至第二带通过滤波器 507 的第二端口。

[0197] 尽管第一匹配网络 504 和第二匹配网络 505 具有相同的结构, 但是每一匹配网络提供阻抗匹配的不同频率范围使得每一匹配网络中使用的电路元件的实际值有可能不同。

[0198] 图 8b 示出了第二匹配网络 505 的电抗对消电路对辐射结构 400 的第二内部端口处的输入阻抗的影响, 图中, 在第二频率范围内, 所述第二内部端口处的输入阻抗 (图 8a 中的曲线 800) 被转化为虚部大致接近于 0 的阻抗。图 8b 中的曲线 830 对应于在所述第二匹配网络 505 仅具有操作连接在其第一和第二端口之间的电抗对消电路的情况下在第二匹配网络 505 (从第一带通过滤波器 507 断开) 的第二端口处将观察到的输入阻抗。所述曲线 830 在位于点 801 和点 802 之间的点 831 处与 Smith 图的水平轴相交, 这表明, 对于有利地位于第二频率范围的最低频率和最高频率之间的频率处, 辐射结构 400 的第二内部端口处的输入阻抗的虚数部分等于 0。

[0199] 最后, 第二匹配网络 505 的宽带匹配电路将图 8b 的曲线 830 转化为 (图 8c 中的) 另一曲线 860, 该曲线 860 的特征表现为环绕 Smith 图中心的紧致环。因此, 所产生的曲线 860 在更宽的频率范围内表现出的输入阻抗 (此时, 在从第二带通过滤波器 507 断开的情况下在第二匹配网络 505 的第二端口处测得), 在参照 50 欧姆的基准阻抗时, 在电压驻波比 (VSWR) 3 : 1 之内。

[0200] 或者, 可在输入回波损失方面比较图 5 的射频系统的第一和第二匹配网络对图 4 的辐射结构的影响。在图 9a 中, 曲线 900 (点划线) 表示在射频系统 500 从辐射结构 400 的第一内部端口断开的情况下在所述第一内部端口处测得的辐射结构 400 的典型输入回波损失。从所述曲线 900 可清楚地看到, 辐射结构 400 在第一频率范围内不匹配, 且第一辐射增强器 401 在所述第一频率范围内是非谐振的。另一方面, 曲线 910 (实线) 对应于第一匹配网络 504 (在与第一带通过滤波器 506 断开的情况下) 的第二端口 602 处的输入回波损失。

[0201] 同样地, 在图 9b 中, 曲线 950 (点划线) 表示在射频系统 500 从辐射结构 400 的第二内部端口断开的情况下在所述第二内部端口处测得的辐射结构 400 的典型输入回波损失。从所述曲线 950 可清楚地看到, 辐射结构 400 在第二频率范围内不匹配, 且第二辐射增强器 405 在所述第二频率范围内是非谐振的。另一方面, 曲线 960 (实线) 对应于第二匹配网络 505 (在与第一带通过滤波器 507 断开的情况下) 的第二端口处的输入回波损失。

[0202] 射频系统 500 的第一匹配网络 504 和第二匹配网络 505 对辐射结构 400 的第一和第二内部端口的输入阻抗进行转化, 从而分别在第一和第二频率范围内提供阻抗匹配。实际上, 曲线 910 显示出在第一频率范围 (曲线 910 上的点 901 和点 902 限定的范围) 内具有

好于 -6dB 的回波损失,而曲线 960 显示出在第二频率范围(曲线 960 上的点 951 和点 952 限定的范围)内具有好于 -6dB 的回波损失。

[0203] 最后,图 10 示出了由于图 5 的辐射系统的互连而产生的辐射系统对图 4 的辐射结构的频率响应,其中曲线 1000 对应于在辐射系统的外部端口测得的回波损失。回波损失曲线 1000 显示出在第一频率范围(由曲线 1000 上的点 1001 和点 1002 限定的范围)和第二频率范围(由点 1003 和点 1004 限定的范围)内具有好于 -6dB 的性能,从而可为 GSM850、GSM900、GSM1800、GSM1900 和 UMTS 标准提供可运行性。

[0204] 如图 18 所示的那样,图 4 的辐射结构和图 5 的射频系统可有利地设置在 PCB 公共层上,其中,在 PCB1800 层上设有地线平面层 1802、导电迹线以及射频系统的垫片,从而可将第一和第二辐射增强器互连至外部端口 1810,该外部端口 1810 连接至执行射频功能的集成电路芯片 1804。

[0205] 图 4 中的第一辐射增强器 401 可安装在 PCB1800 的第一区域 1801(由点划线限定的区域),且第一辐射增强器 401 的连接点 403 电连接(例如,焊接)至安装垫片 1803。类似地,第二辐射增强器 405 可安装在第二区域 1805(PCB1800 上的也由点划线限定的区域),且所述第二辐射增强器 405 的连接点 406 电连接至安装垫片 1806。

[0206] 设有多个垫片 1807 来安装射频系统 500 的带通过滤器和匹配网络的电路元件 1811、1812。垫片 1807 靠近地线平面层 1802 的边缘以有利于安装旁路电路元件 1812。

[0207] 而且,导电迹线 1808、1809 使得可在安装垫片 1803、1806 与外部端口 1810 之间路由信号。具体而言,导电迹线 1808 与地线平面层 1802 一起形成共面的传送线路。在一实施例中,所述传送线路表征为特征阻抗为 50 欧姆。在另一实施例中,导电迹线 1808 设计成使得所述传送线路与射频系统的带通过滤器一起协作从而对外部端口 1810 表现出高阻抗。

[0208] 现在参照图 11,其示出了用于包括两个辐射增强器的无线手持或便携装置的辐射系统的辐射结构的两个实施例的局部立体图。

[0209] 具体而言,图 11a 示出了辐射结构 1100,该辐射结构 1100 包括第一辐射增强器 1101、第二辐射增强器 1105 以及地线平面层 1102。辐射结构 1100 包括两个内部端口:第一内部端口形成在第一辐射增强器 1103 的连接点与地线平面层 1104 的第一连接点之间,而第二内部端口形成在第二辐射增强器 1106 的连接点与地线平面层 1107 的第二连接点之间。

[0210] 电线平面层 1102 大致呈矩形,其具有短边 1110 和长边 1111。在本实施例中,第一辐射增强器 1101 基本上靠近地线平面层的第一角落 1112,而第二辐射增强器基本上靠近地线平面层的第二角落 1113。因为地线平面层大致呈矩形,所以第一角落 1112 和第二角落 1113 和与所述地线平面层 1102 相关的地线平面矩形的两个角落一样。而且,所述两个角落 1112、1113 位于地线平面层 1110 的短边(在本实施例中,与地线平面矩形的短边重合)的相对端部处。

[0211] 在辐射结构 1100 中,第一辐射增强器 1101 布置成基本上靠近短边 1110,而第二辐射增强器 1105 布置成基本上靠近长边 1111。短边 1110 和长边 1111 有利地相互垂直,并且在地线平面层 1102 的角落 1113 处相交。

[0212] 在需要在辐射结构的两个内部端口之间实现更高程度隔离的情况下,可以着重考虑如图 11a 的辐射系统。隔离程度的增强不仅仅是因为所述两个辐射增强器之间的分离

(沿着地线平面层的短边最大),而且是因为它们相对于地线平面层的侧边的相对取向(这可在地线平面层上激发极向方向基本正交的两种辐射模式)。

[0213] 图 11b 示出了与图 11a 类似的辐射结构 1150,但是在该辐射结构 1150 中,其地线平面层 1152 相对于图 11 中的地线平面层改动为包括两个切除部,在所述两个切除部内将金属从地线平面层 1152 移除。第一切除部 1153 设置在地线平面层 1102 的第一角落 1112 处,而第二切除部 1154 设置在地线平面层 1102 的第二角落 1113 处。

[0214] 尽管地线平面层 1152 的形状是不规则的(与矩形地线平面层 1102 相比),但是其地线平面矩形 1151 与地线平面层 1102 的相关地线平面矩形相同。

[0215] 第一辐射增强器 1101 此时可设置在第一切除部 1153 上,而第二辐射增强器 1105 可设置在第二切除部 1154 上。即,相对于图 11a 的实施例,辐射增强器 1101、1105 向着地线平面矩形 1151 的内部后退,从而第一辐射增强器 1101 和第二辐射增强器 1105 到包含地线平面层 1152 的平面上的垂直投影完全在地线平面矩形 1151 的周边之内。有利的是,这样的地线平面层以及辐射增强器相对于该地线平面层的布置有利于将辐射结构集成在特定的手持或便携无线装置内。

[0216] 图 12 示出了用于根据本发明的辐射系统的辐射结构的另一实施例。辐射结构 1200 包括两个辐射增强器:第一辐射增强器 1201 和第二辐射增强器 1203,每个辐射增强器又包括导电部分。辐射结构 1200 还包括内接于地线平面矩形 1204 的地线平面层 1202(在图 12 中仅示出了其一部分)。地线平面矩形 1204 具有短边 1205 和长边 1206。

[0217] 第一辐射增强器 1201 布置成大致靠近所述短边 1205,而第二辐射增强器 1203 布置成大致靠近所述长边 1206。而且,所述第一辐射增强器 1201 和第二辐射增强器 1203 也大致靠近地线平面矩形 1204 的第一角落,所述角落由所述短边 1205 和所述长边 1206 相交而限定。

[0218] 在该具体情况下,第一辐射增强器 1201 突出到地线平面矩形 1204 的短边 1205 之外,从而第一辐射增强器 1201 在包含地线平面层 1202 的平面上的垂直投影在地线平面矩形 1204 外部。另一方面,第二辐射增强器 1203 布置在地线平面层 1202 的切除部上,从而第二辐射增强器 1203 在包含地线平面层 1202 的所述平面上的垂直投影与地线平面层不重叠。而且,所述投影完全位于地线平面矩形 1204 的周边之内。

[0219] 然而,在另一实施例中,第一和第二辐射增强器都可设置在地线平面层的切除部上,从而辐射增强器至少部分地、甚至完全地位于与辐射结构的地线平面层相关的地线平面矩形的周边之内。而在另一实施例中,第一和第二辐射增强器都布置成至少部分地、甚至全部地突出到所述地线平面矩形的一边之外。

[0220] 有利地,辐射结构 1200 可将辐射增强器 1201、1203 互连至射频系统,因为与图 11 的辐射结构的实施例相比,所述辐射增强器的连接点(图 12 中未示出)彼此更加靠近。

[0221] 图 13 示出了包括两个辐射增强器的辐射结构的另一实施例,其中一个辐射增强器布置在另一个辐射增强器上方,从而形成叠置结构。

[0222] 辐射结构 1300 包括第一辐射增强器 1301、第二辐射增强器 1302 以及地线平面层 1302。第一辐射增强器 1301 包括大致呈平面状的导电部分以及大致位于所述导电部分周边上的第一连接点 1303,该导电部分为多边形(在本实施例中为正方形)。第二辐射增强器 1305 也包括大致呈平面状的导电部分以及大致位于所述导电部分周边上的第二连接点

1306,该导电部分为多边形。所述第一连接点 1303 和第二连接点 1306 与地线平面层 1302 的连接点(图中未示出)一起形成辐射结构 1300 的第一和第二内部端口。

[0223] 在图中的实施例中,所述两个辐射增强器 1301、1305 的形状和尺寸基本相同,而在其他实施例中,增强器可具有不同形状和/或尺寸,不过优选的是,它们基本上呈平面状。

[0224] 第一辐射增强器 1301 与辐射结构 1300 的地线平面层大致共面,并相对于地线平面层 1302 布置成使得第一辐射增强器 1301 基本上靠近地线平面层 1302 的短边 1304,并突出到所述短边 1304 的之外。

[0225] 有利的是,第二辐射增强器 1305 位于第一辐射增强器 1301 上方一高度 h 处,从而使得第二辐射增强器 1305 在包含地线平面层 1302 的平面上的垂直投影覆盖住第一辐射增强器 1301 在所述平面上的垂直投影的大部。大部优选为至少为第一辐射增强器 1301 的垂直投影面积的 50%、60%、75%或 90%。在图中的实施例中,重叠部分对应于第一辐射增强器 1301 的垂直投影面积的 100%。辐射结构的辐射增强器之间的该重叠对于实现非常紧凑的布置是有利的。

[0226] 而且,为了便于集成第一增强器 1301 和第二增强器 1305,高度 h 优选不大于与包括辐射结构 1300 的辐射系统的第一运行频率范围的最低频率相对应的的真空波长的 2%。在本实施例中,所述高度约为 5mm,而在其他实施例中该高度可以更小。

[0227] 图 14 提供了用于根据本发明的能在第一和第二频率范围内运行的辐射系统的辐射结构的三个实施例,该辐射结构组合有包括导电部分的辐射增强器以及包含一缺口的另一辐射增强器,该缺口形成在辐射结构的地线平面层内。具体而言,在图 14a 中,辐射结构 1400 包括第一辐射增强器 1401 和第二辐射增强器 1405。两个辐射增强器 1401、1405 都与地线平面层 1402(图中仅示出一部分)协作。

[0228] 第一辐射增强器 1401 包括导电部分,并与已参照图 4 的实施例描述的辐射增强器类似。即,第一辐射增强器 1401 的导电部分呈包括六个表面的多面体形状。而且,因为在这样的情形下,所述六个表面基本为正方形,所以所述导电部分为立方体。所述第一增强器包括连接点 1403,该连接点与地线平面层 1402 的第一连接点一起限定辐射结构的第一内部端口。

[0229] 第二辐射增强器 1405 包括限定在地线平面层 1402 内的缺口。所述缺口由形成曲线的多个节段(更加确切而言,在图 14 所示的实施例中为 3 个节段)限定而成,在本情形中,所述缺口是不封闭的,因为所述曲线与地线平面层 1402 的周边(具体而言,所述地线平面层 1402 的长边 1409)相交。而且,第二辐射增强器 1405 的缺口呈多边形,在本实施例中大致呈正方形。该第二辐射增强器 1405 包括位于沿所述曲线第一点的连接点 1406。地线平面层 1402 的第二连接点位于沿所述曲线的第二点,所述第二点不同于所述第一点。辐射结构 1400 的第二内部端口形成在所述地线平面层的第二连接点 1407 与连接点 1406 之间。

[0230] 在图 14a 中,第一辐射增强器 1401 相对于地线平面层 1402 布置成使得第一辐射增强器 1401 的上下表面都大致平行于地线平面层 1402。而且,第一辐射增强器 1401 的下表面有利地与地线平面层 1402 共面。因此,第一辐射增强器 1401 与第二辐射增强器 1405 基本共面。

[0231] 在辐射结构 1400 中,第一辐射增强器 1401 突出到地线平面层 1402 的短边 1408

之外,并大致靠近所述短边 1408,更加确切而言,大致靠近所述短边 1408 的端部。第二辐射增强器 1405 大致靠近地线平面层 1402 的长边 1409,所述长边 1409 大致垂直于所述短边 1408。更加具体而言,第二辐射增强器 1405 位于长边 1409 的端部附近,所述端部即为短边 1408 的一端部。

[0232] 根据本发明的一方面,有利的是,第一辐射增强器 1401 和第二辐射增强器 1405 各自的最大尺寸小于与辐射结构 1400 的第一运行频率范围的最低频率相对应的真空波长的 $1/30$ 。而且,在本实施例中,至少第一辐射增强器 1401 的最大尺寸小于与辐射结构 1400 的第二运行频率范围的最低频率相对应的真空波长的 $1/30$ 。

[0233] 第一辐射增强器 1401 和第二辐射增强器 1405 的非常小的尺寸导致辐射结构 1400 在第一和第二内部端口处各具有远高于第一频率范围的频率的第一谐振频率。根据本发明,有利的是,辐射结构 1400 在第一和第二内部端口的每个端口处测得(在没有与它们相连的射频系统的情况下)的第一谐振频率与第一频率范围的最高频率的比值大于 3.5。在辐射结构 1400 的第一和第二内部端口的每个端口处的所述第一谐振频率所在的频率也远高于第二频率范围的频率。

[0234] 通过这样的较小的第一辐射增强器 1401 和第二辐射增强器 1405,辐射结构 1400 在第一内部端口处测得的输入阻抗表现为在第一和第二频率范围的频率下的重要的电容性成分,而第二内部端口表现为在第一和第二频率的频率下的重要的电感性成分。

[0235] 图 14b 所示的辐射结构 1430 是图 14a 的辐射结构 1400 的变型,在该辐射结构 1430 中,第一辐射增强器 1401 和第二辐射增强器 1405 相对于地线平面层 1402 的布置不同。

[0236] 具体而言,第二辐射增强器 1405 相对于图 14a 的情形有所平移和旋转。第二辐射增强器 1405 此时大致靠近地线平面层 1402 的短边 1408,更加确切而言,其大致靠近所述短边 1408 的端部。考虑到第一辐射增强器 1401 也大致靠近短边 1408 的所述端口,从而第一辐射增强器 1401 和第二辐射增强器 1405 布置在地线平面层 1402 的同一角落附近,这有利于将辐射增强器与射频系统互连。

[0237] 而且,第二辐射增强器 1405 进行了 90 度的顺时针旋转,这样限定所述第二辐射增强器 1405 的缺口的曲线此时与地线平面层 1402 的短边 1408 相交。这样的取向使得第二辐射增强器 1405 可在地线平面层 1402 上激发一辐射模式,该辐射模式的极化方向大致垂直于由第一辐射增强器 1401 在地线平面层 1402 上激发的辐射模式的极化方向。

[0238] 现在参照图 14c,其示出了辐射结构的另一实施例,该辐射结构构成了前述两个实施例的另一变型。更加具体而言,第一辐射增强器 1401 的位置相对于其在图 14b 情形中的位置有所改变,这样第一辐射增强器 1401 在包含地线平面层 1402 的平面内的投影完全在第二辐射增强器 1405 在所述同一平面上的投影之内。而且,第一辐射增强器 1401 和第二辐射增强器 1405 在包含地线平面层 1402 的所述平面上的垂直投影完全在与地线平面层 1402 相关的地线平面矩形 1462 的周边之内。这样的设置产生了非常紧凑的解决方案。

[0239] 第一辐射增强器 1401 有利地嵌入在第二辐射增强器 1405 内,这是因为与第一辐射增强器 1401 相关的第一增强器盒的至少一部分包含在与第二辐射增强器 1405 相关的第二增强器盒 1461 内。在这一具体实施例中,第一增强器盒与第一辐射增强器 1401 的外部区域重合,而第二增强器盒 1461 为二维实体,该二维实体绕第二辐射增强器 1405 的缺口形成。第一增强器盒的下表面从而包含在第二增强器盒 1461 内。

[0240] 图 15 示出了用于辐射系统的另一辐射结构 1500, 在适当的射频系统连接至所述辐射结构 1500 时, 所述辐射系统能在电磁频谱的第一和第二频率范围内运行。

[0241] 如同在前述实施例中的那样, 辐射结构 1500 包括大致呈矩形的地线平面层 1502 以及第一辐射增强器 1501。然而却没有第二辐射增强器。即, 辐射结构 1500 仅有一个辐射增强器。

[0242] 第一辐射增强器 1501 突出到地线平面层 1502 之外 (即, 在辐射增强器在包含地线平面层 1502 的平面上的垂直投影内没有地线平面)。而且, 所述第一辐射增强器 1501 有利地基本位于地线平面层 1502 的角落附近, 所述角落由地线平面层 1502 的短边 1505 和长边 1506 相交而形成。

[0243] 第一辐射增强器 1501 包括连接点 1503, 该连接点与地线平面层 1504 的连接点一起形成辐射结构 1500 的内部端口。

[0244] 在该实施例中, 响应于所产生的射频系统在电磁频谱的所述第一和第二频率范围内的运行, 第一辐射增强器 1501 (即, 同一辐射增强器) 与射频系统一起有利地在地线平面层 1502 上激发至少两个不同的辐射模式。

[0245] 图 16 示出了适于与图 15 的辐射结构互连的射频系统的实施例。该射频系统 1600 包括将辐射系统的第一和第二运行频率范围的电信号分离的第一双工器 1603、在所述第一频率范围内提供阻抗匹配的第一匹配网络 1605、在所述第二频率范围内提供阻抗匹配的第二匹配网络 1606、以及将所述第一和第二频率范围的电信号重新组合的第二双工器 1604。

[0246] 第一匹配网络 1605 和第二匹配网络 1606 中的每个匹配网络可以是参照图 3 所描述的匹配网络的任何一种实施例。

[0247] 第一双工器 1603 连接至第一端口 1601, 而第二双工器 1604 连接至第二端口 1602。在一辐射系统中, 辐射结构的内部端口 (例如, 辐射结构 1500 的内部端口) 可连接至所述第一端口 1601, 而该辐射系统的外部端口可连接至所述第二端口 1602。

[0248] 在射频系统中使用双工器有利于分离不同频率范围的电信号及彼此独立地转化每一频率范围内的输入阻抗特性。

[0249] 尽管在参照附图所述的示意性实施例中采用了辐射增强器的一些特定设计, 但是在辐射结构中可同样采用例如具有不同形状和 / 或尺寸的其他一些辐射增强器设计。

[0250] 在此意义下, 尽管图 4、图 11 和图 12 中的第一和第二辐射增强器以及图 14 和图 15 中的第一辐射增强器具有三维几何形状, 但是也可替换采用基本为平面的其他辐射增强器设计。

[0251] 而且, 虽然已经描述了辐射结构的一些包含具有导电部分的辐射增强器的实施例 (例如, 但是不限于图 4、图 11、图 12 或图 15 中的实施例), 但是可采用包括在辐射结构的地线平面层内形成的缺口的辐射增强器来构造可能的其他实施例。

[0252] 同样地, 尽管图 4 和图 11 至图 13 中的第一和第二辐射增强器已选择为具有相同的拓扑 (例如, 平面对三维几何形状)、形状和尺寸, 但是它们可选择为具有不同的拓扑、形状和 / 或尺寸, 同时例如保持辐射增强器相对应彼此以及相对于地线平面层的相对位置。

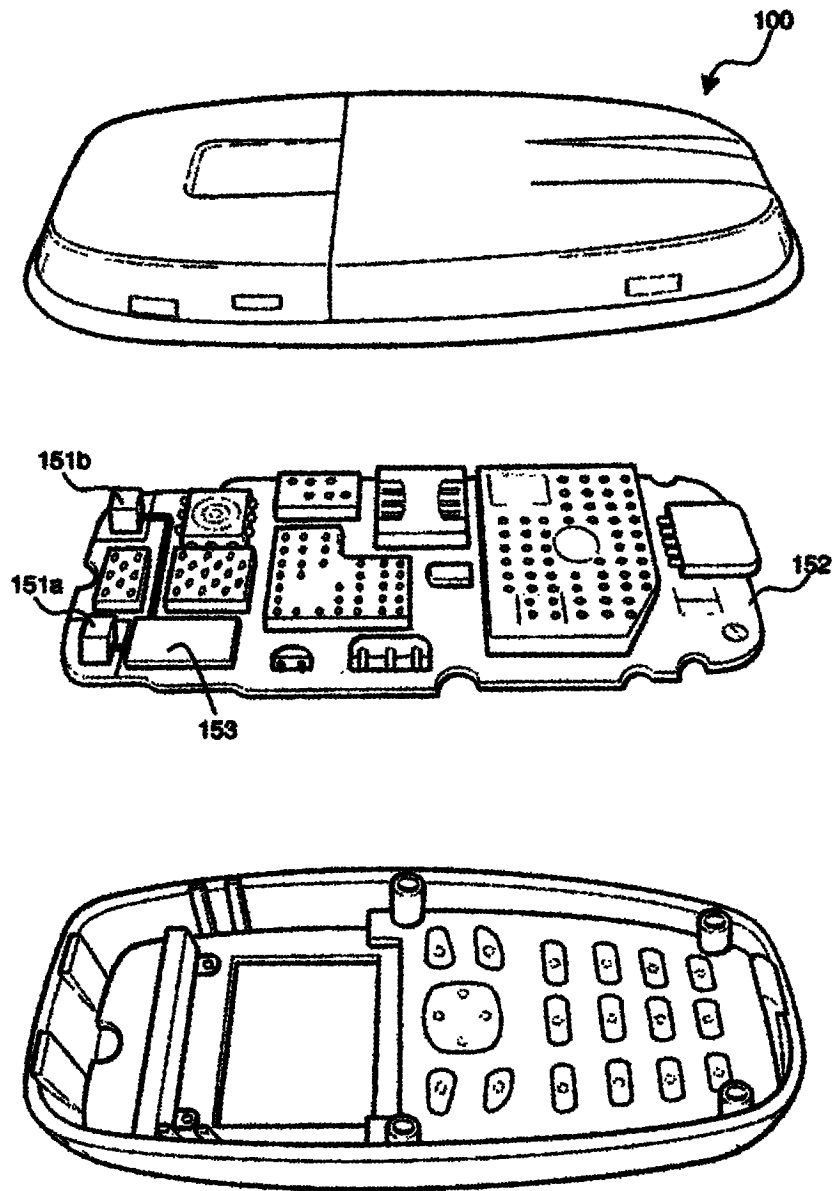


图 1a

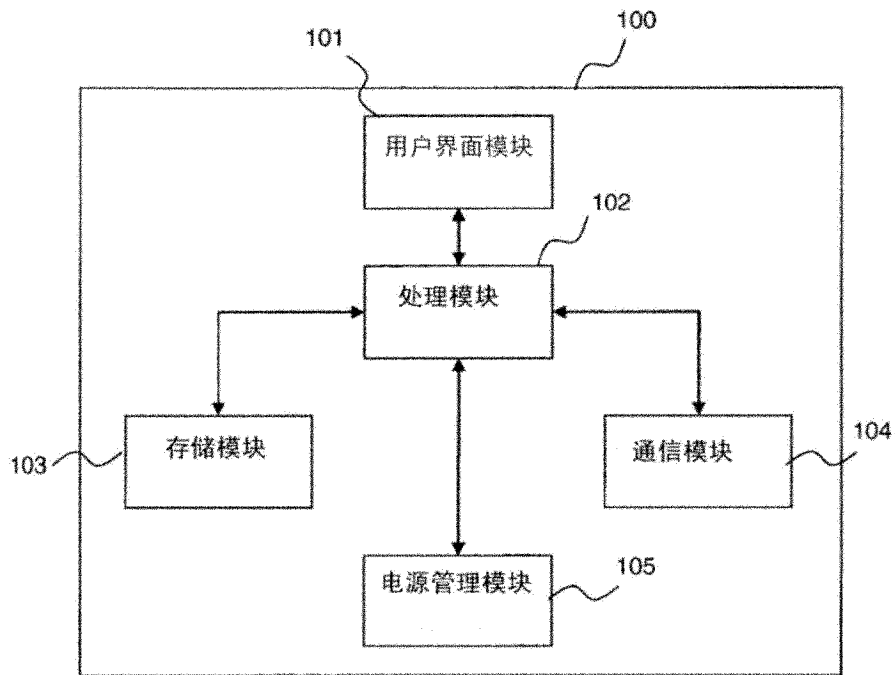


图 1b

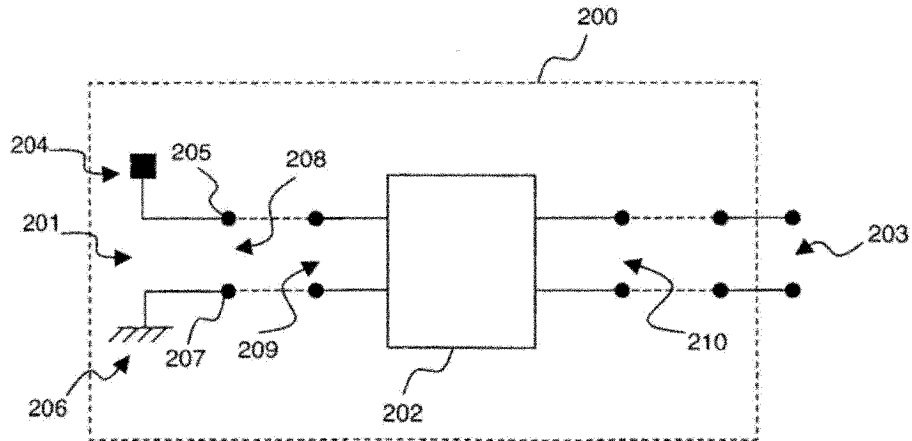


图 2a

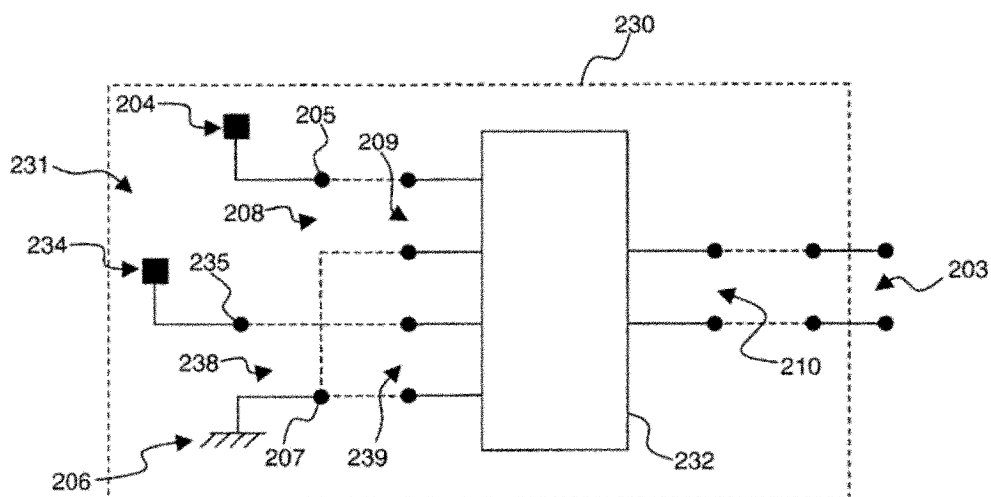


图 2b

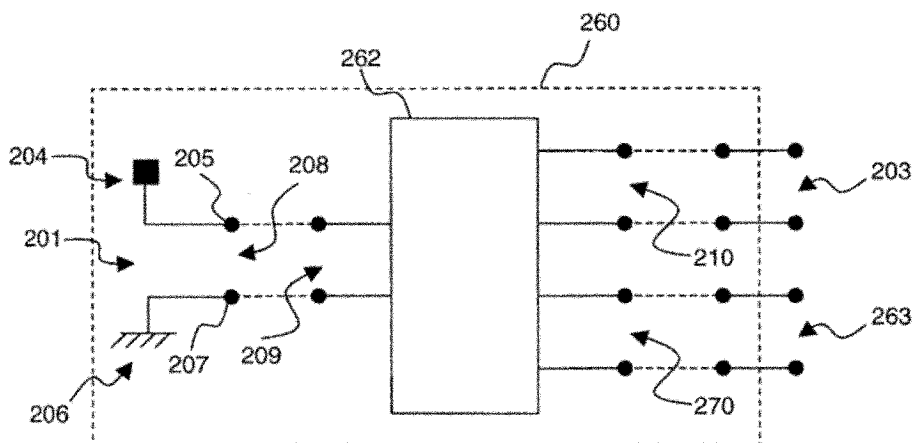


图 2c

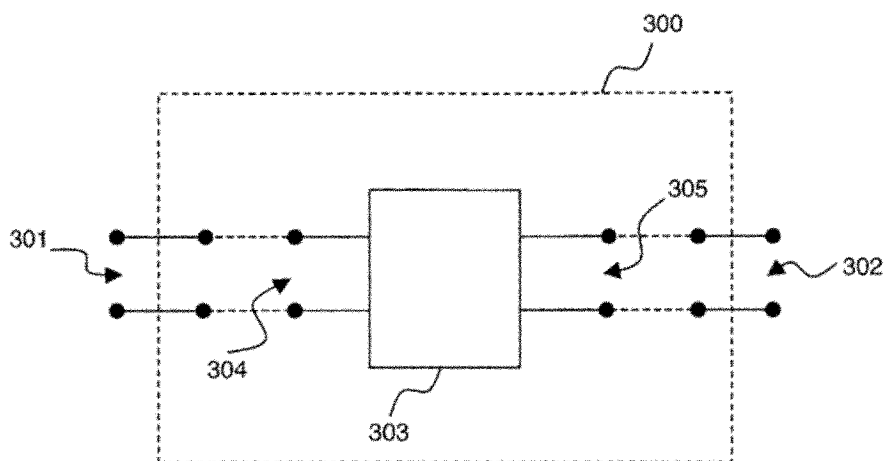


图 3a

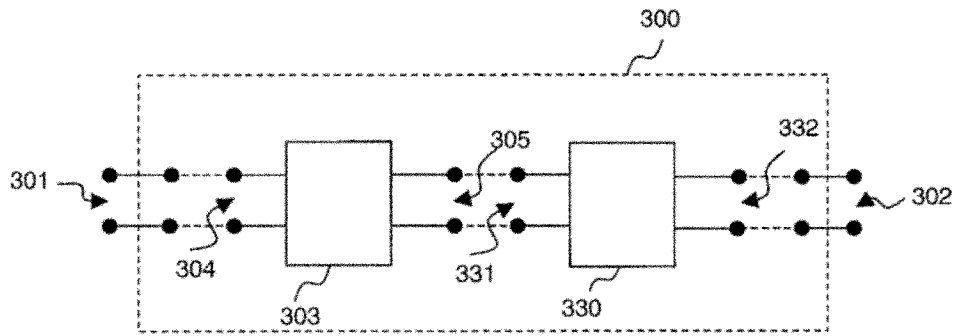


图 3b

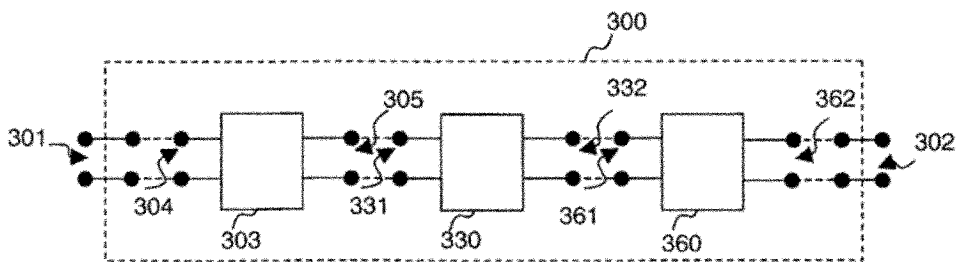


图 3c

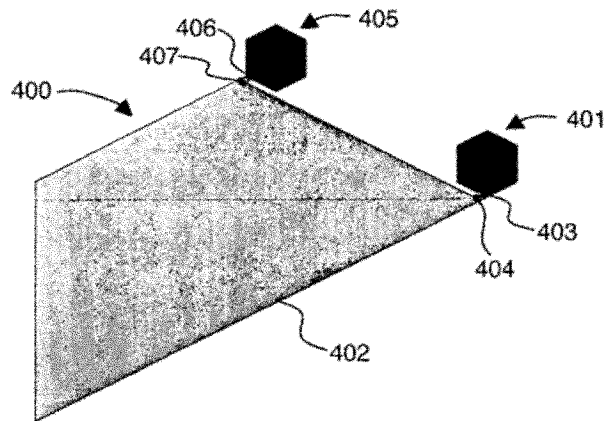


图 4a

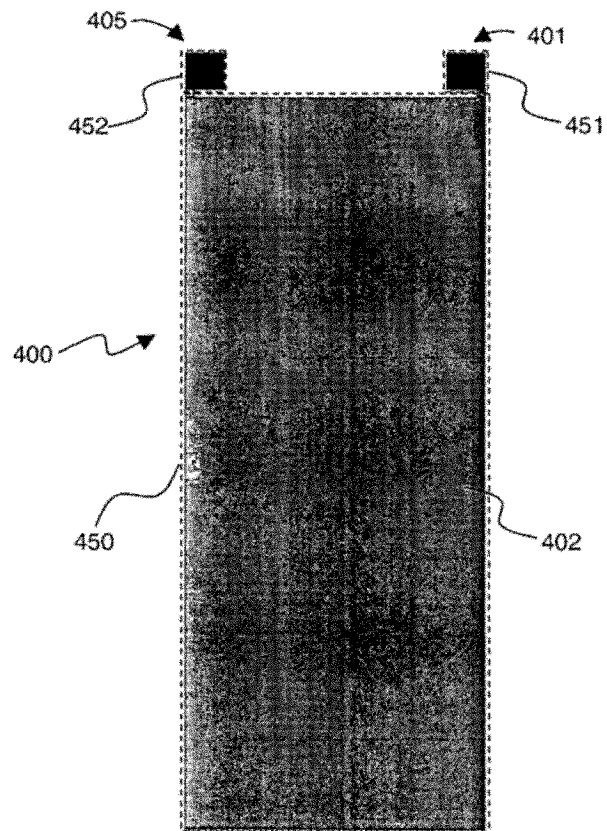


图 4b

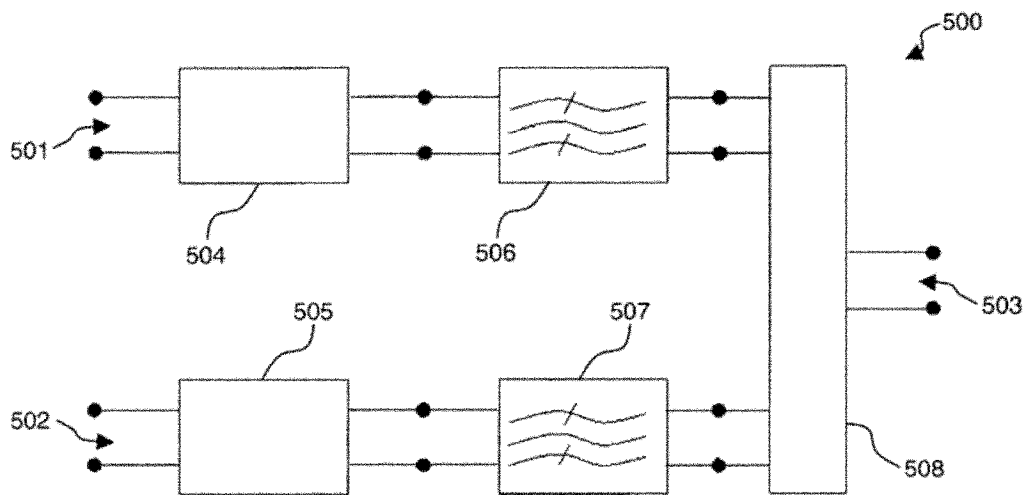


图 5

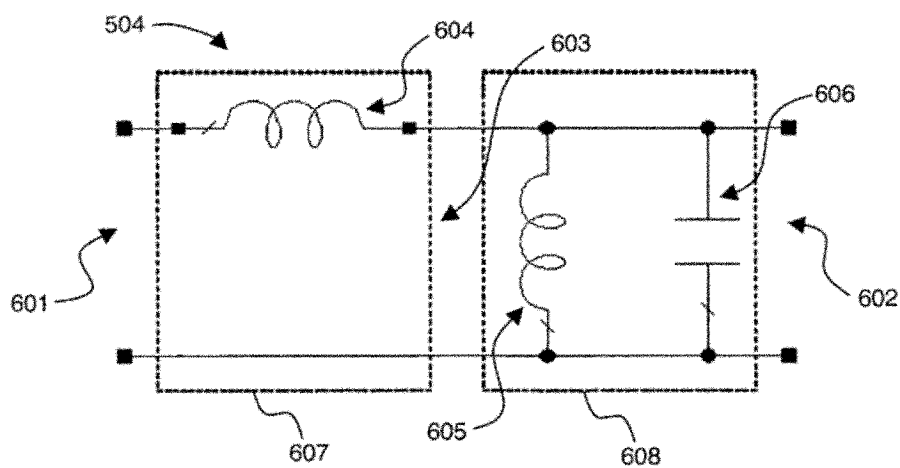


图 6a

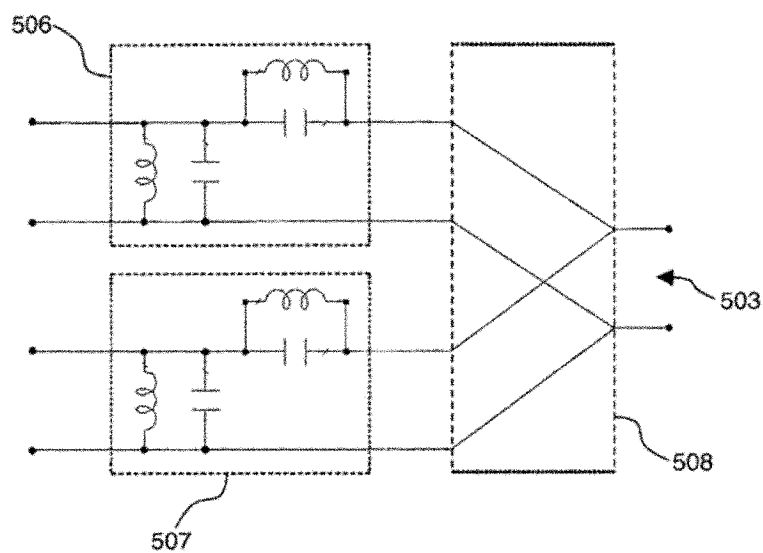


图 6b

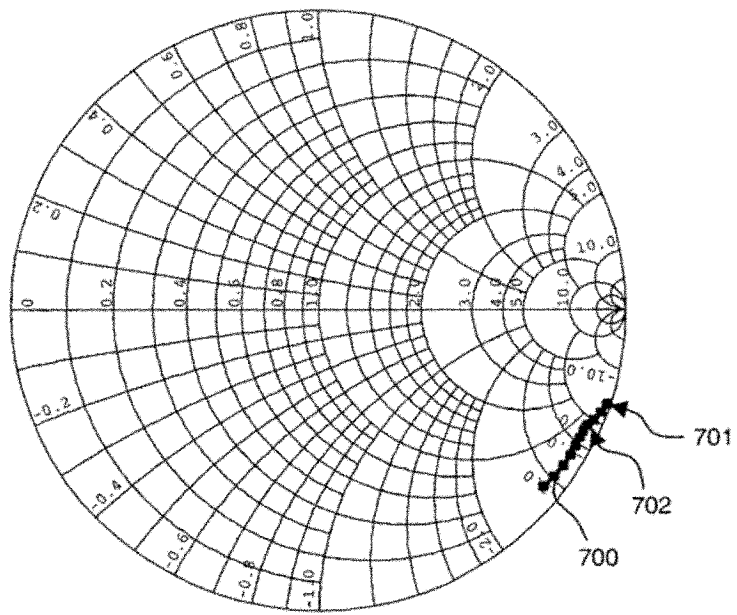


图 7a

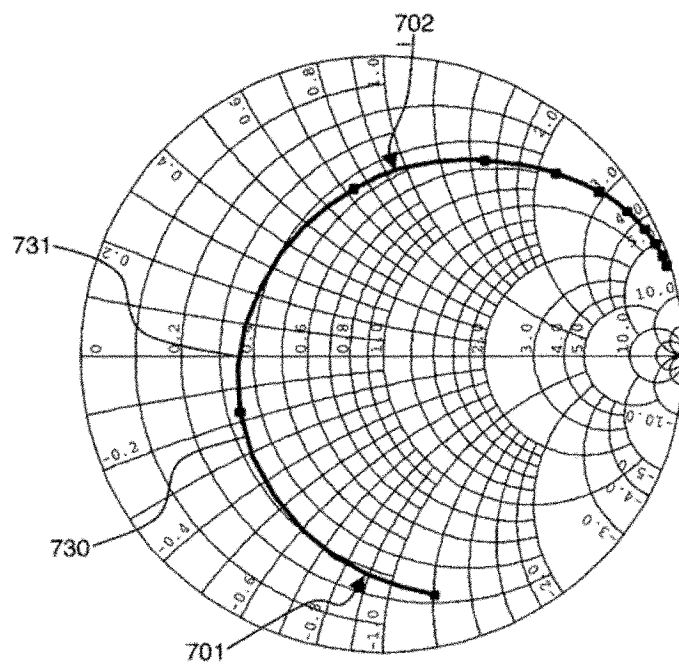


图 7b

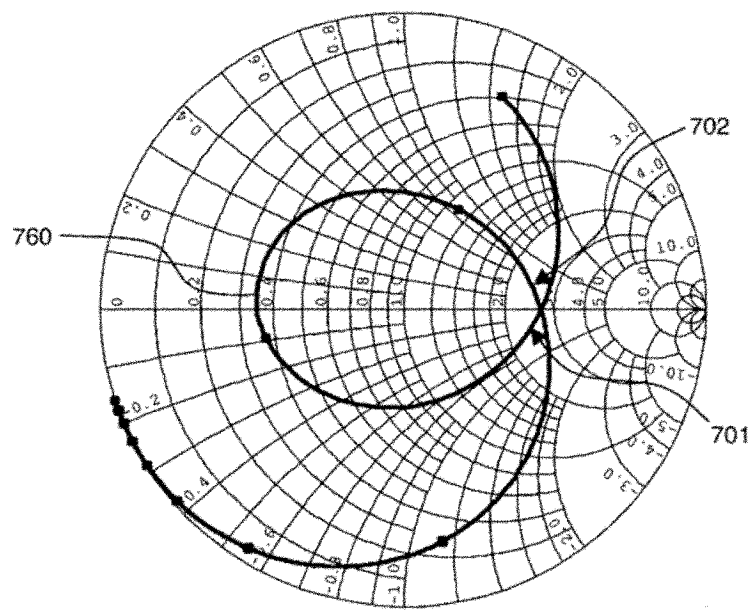


图 7c

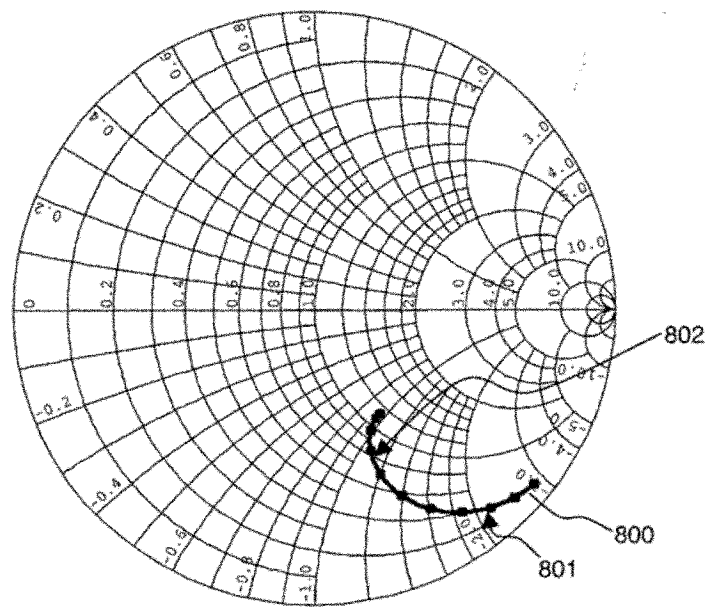


图 8a

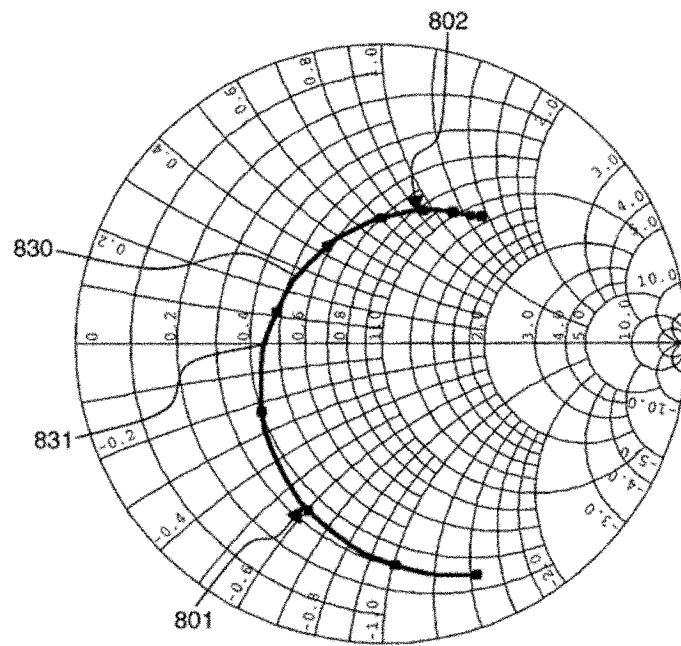


图 8b

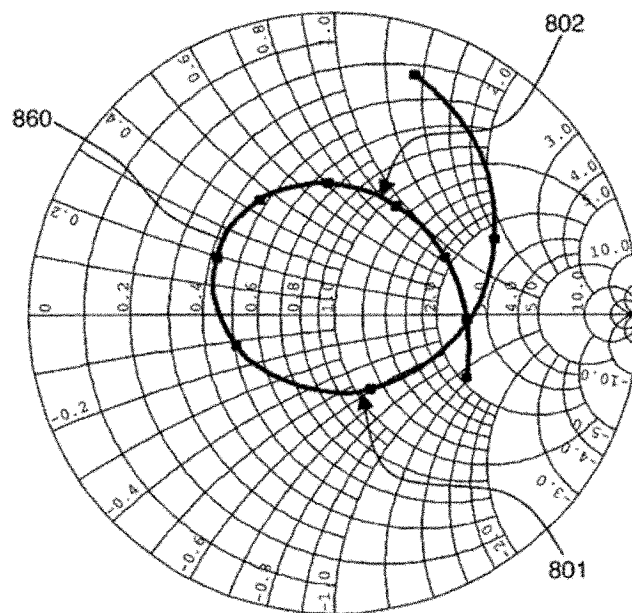


图 8c

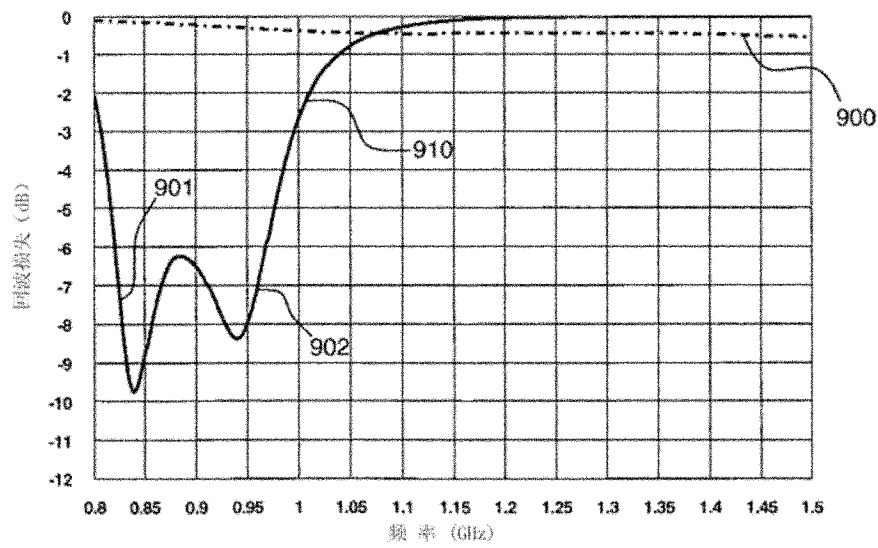


图 9a

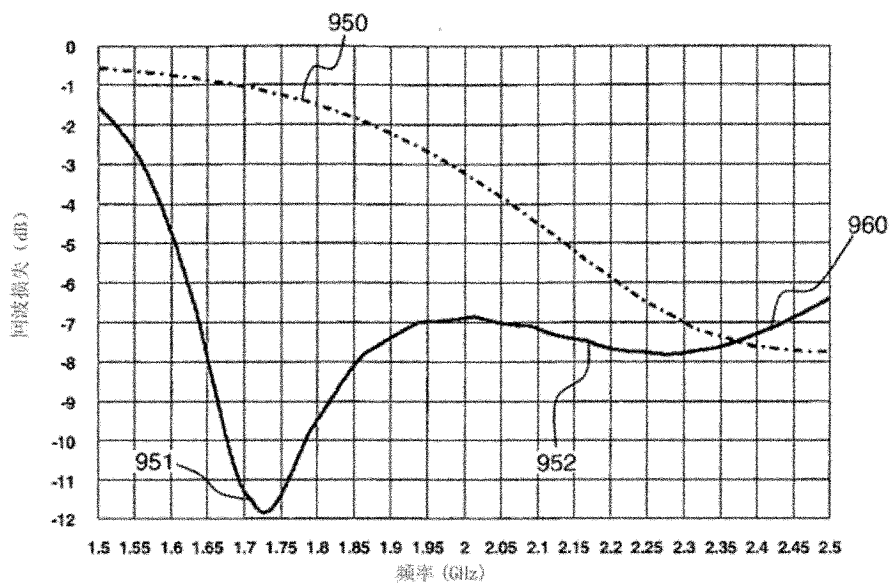


图 9b

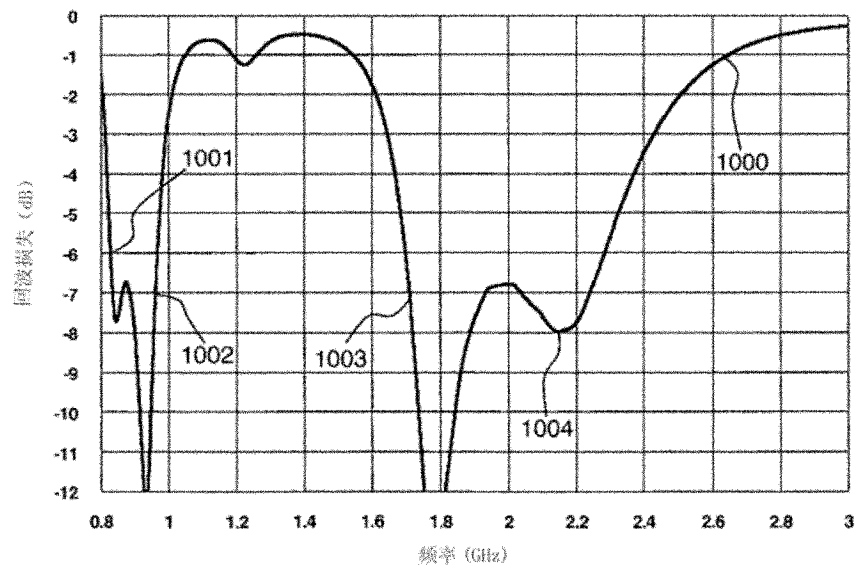


图 10

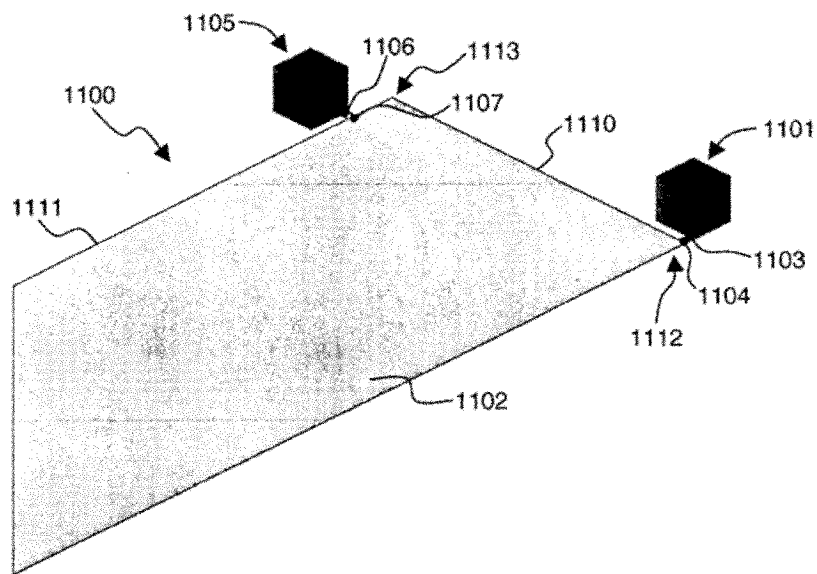


图 11a

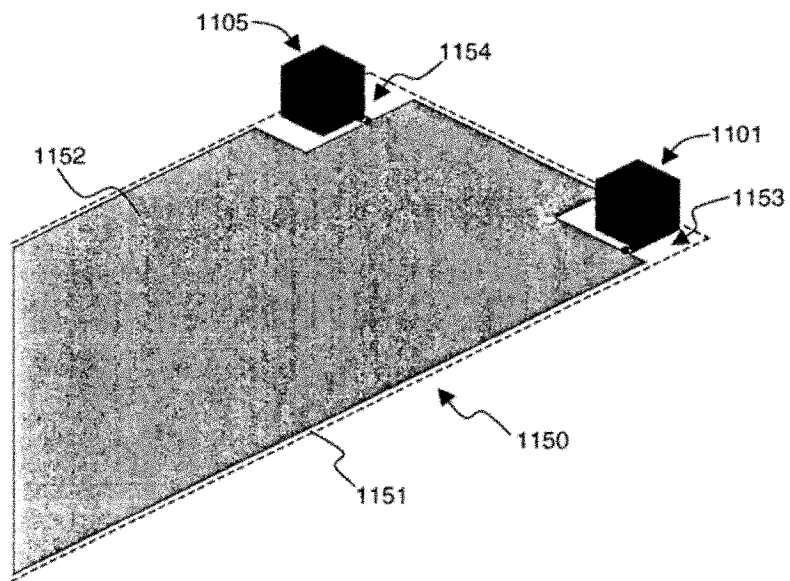


图 11b

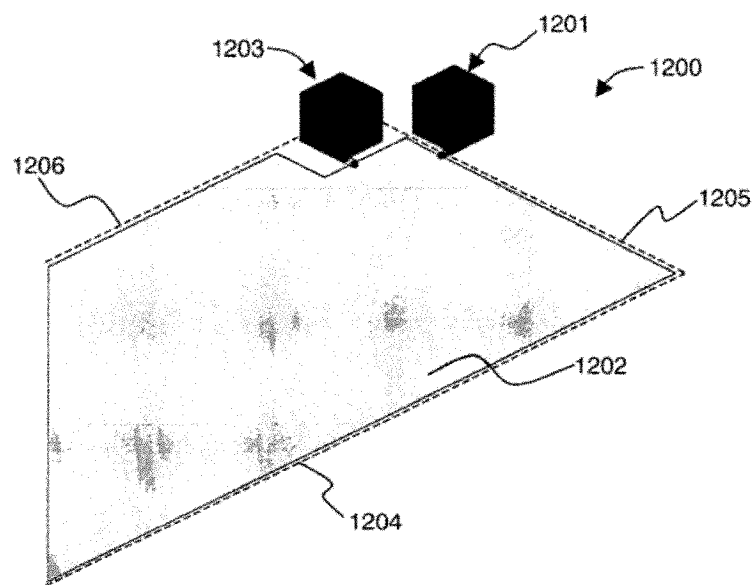


图 12

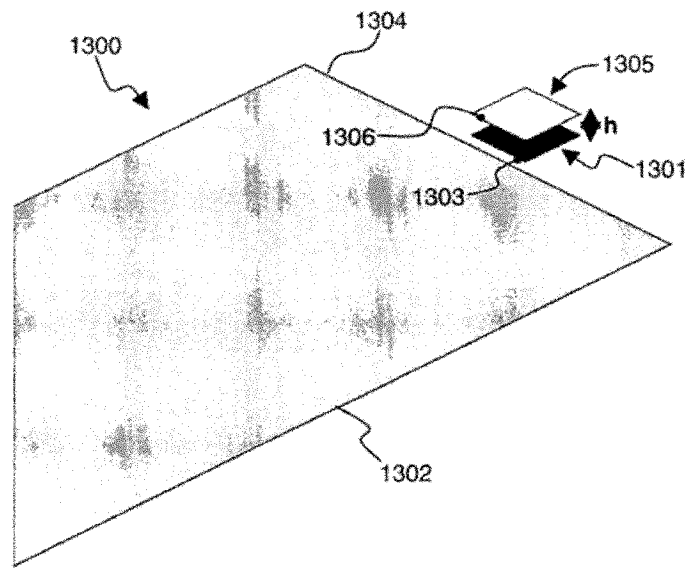


图 13

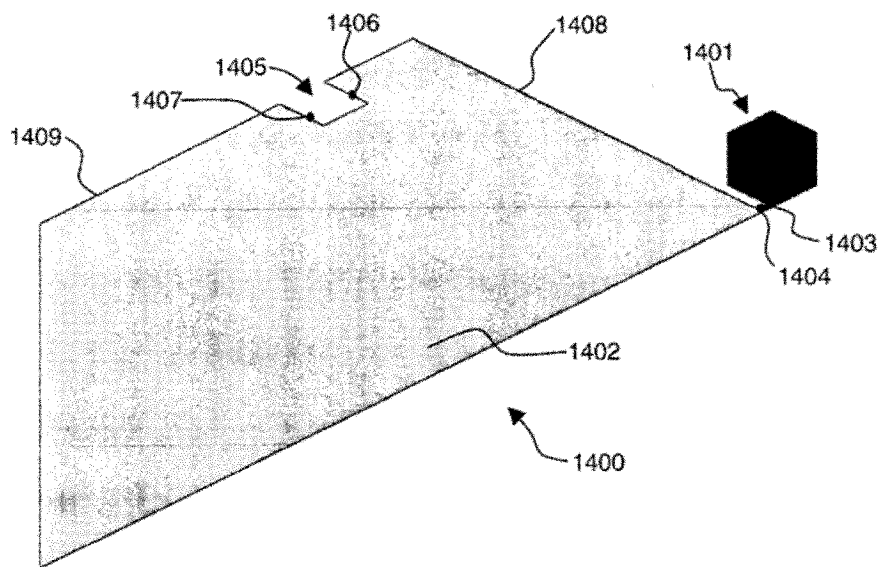


图 14a

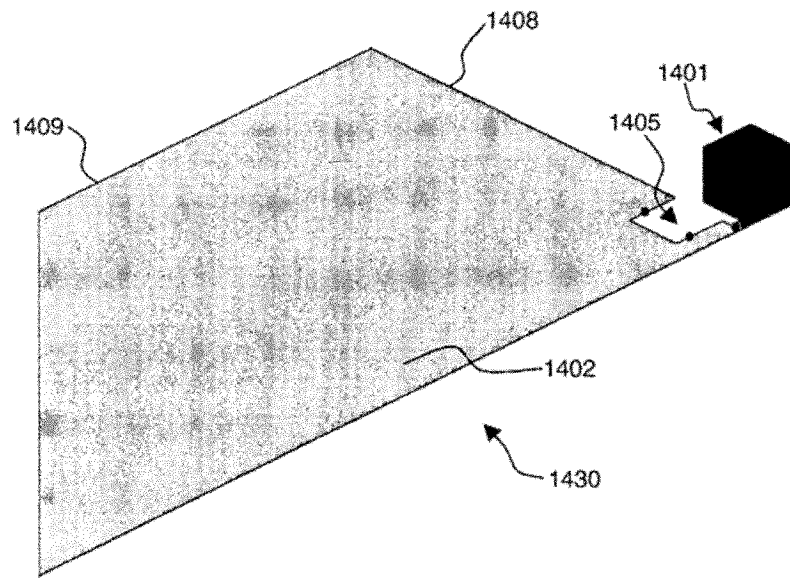


图 14b

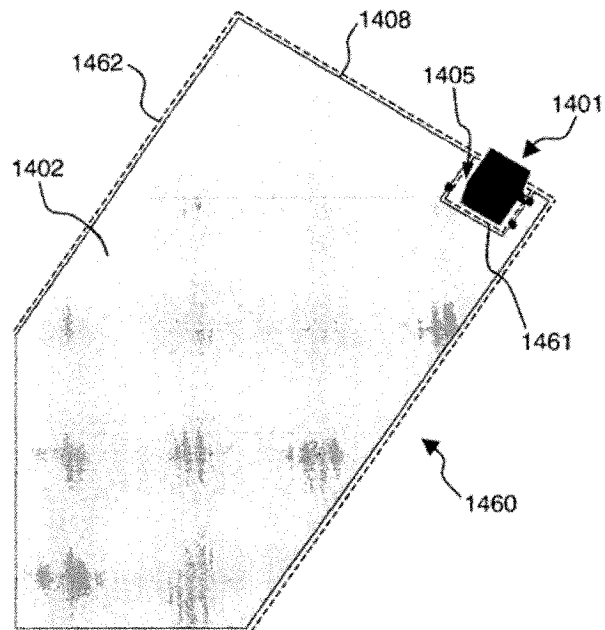


图 14c

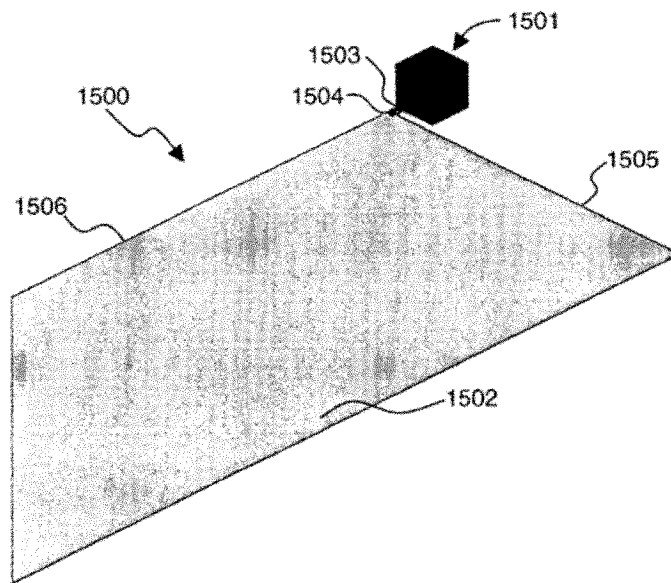


图 15

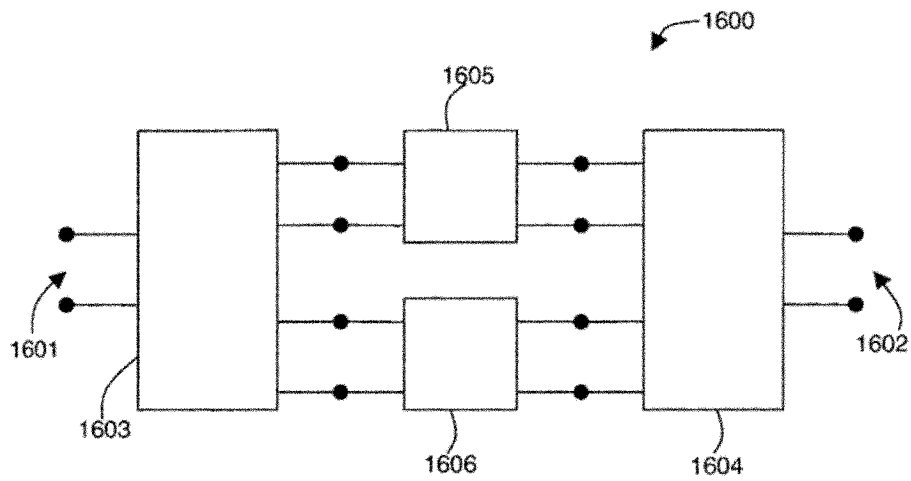
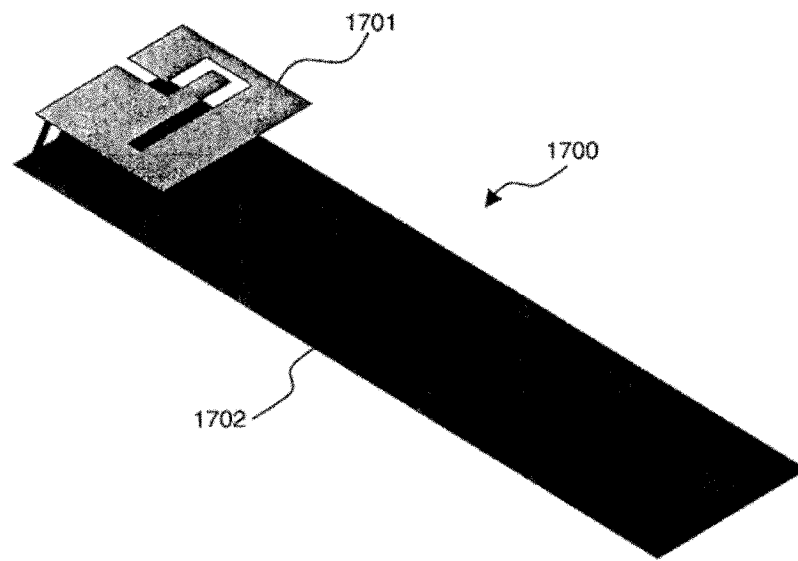


图 16



现有技术

图 17

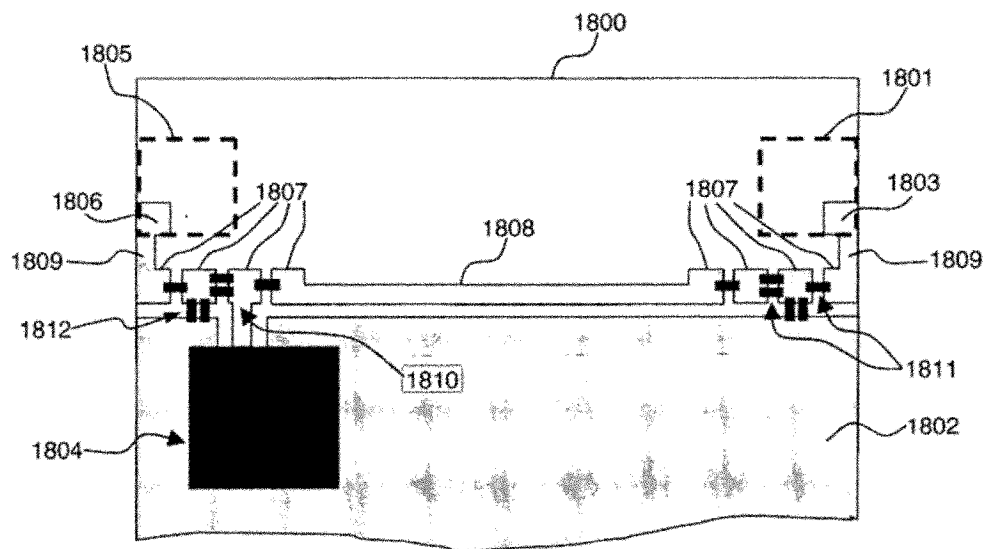


图 18