



(12) 发明专利

(10) 授权公告号 CN 114122683 B

(45) 授权公告日 2022. 12. 30

(21) 申请号 202010884837.2

H01Q 21/30 (2006.01)

(22) 申请日 2020.08.28

H01Q 1/22 (2006.01)

(65) 同一申请的已公布的文献号

H01Q 1/44 (2006.01)

申请公布号 CN 114122683 A

H01Q 21/00 (2006.01)

(43) 申请公布日 2022.03.01

(73) 专利权人 华为技术有限公司

(56) 对比文件

CN 210805993 U, 2020.06.19

地址 518129 广东省深圳市龙岗区坂田华

CN 110718761 A, 2020.01.21

为总部办公楼

CN 108110423 A, 2018.06.01

(72) 发明人 马宁 赖奔 余冬 吴鹏飞 周圆

CN 106299604 A, 2017.01.04

(74) 专利代理机构 上海音科专利商标代理有限

杨明等. 一种新型小型化十一频段手机天线设计.《西安电子科技大学学报》.2017, (第02期),

公司 31267

Sheng-Yu Lin 等. "A compact inverted-F antenna to be embedded in the laptop computer for dual-band WLAN applications".《2009 Asia Pacific Microwave Conference》.2010,

专利代理师 夏峰

审查员 李秋实

(51) Int. Cl.

H01Q 1/36 (2006.01)

H01Q 1/48 (2006.01)

H01Q 1/50 (2006.01)

H01Q 1/52 (2006.01)

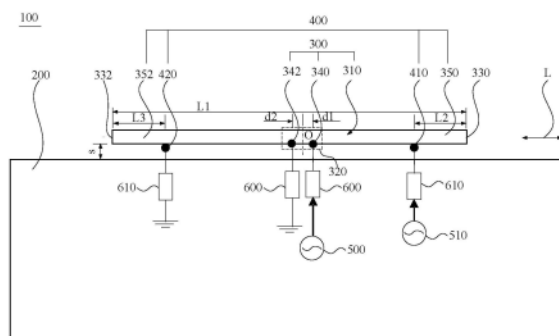
权利要求书2页 说明书15页 附图7页

(54) 发明名称

天线系统及电子设备

(57) 摘要

本申请公开了一种天线系统及电子设备。天线系统包括第一天线(即低频天线),第一天线包括呈条形的天线辐射体。天线辐射体具有第一端和第二端,第一端所在的第一辐射体段和/或第二端所在的第二辐射体段用作第二天线(即WiFi天线)的辐射体,通过第一辐射体段和/或第二辐射体段可接收第二天线射频源输出的射频信号。第一天线射频源和天线馈电点之间、地板和天线接地点之间分别接有第一滤波器(即低通滤波器),第二天线射频源与第一辐射体段和/或第二辐射体段之间、地板与第一辐射体段和/或第二辐射体段之间接有第二滤波器(即高通滤波器)。本申请能够节省天线占用空间,便于电子设备的小型化,降低了WiFi天线方向性系数和SAR值。



1. 一种天线系统,包括第一天线,所述第一天线包括呈条形的天线辐射体,所述天线辐射体具有在所述天线辐射体的长度方向上间隔设置的天线馈电点和天线接地点,所述天线馈电点可与第一天线射频源连接,以接收所述第一天线射频源输出的射频信号,所述天线接地点可与地板连接,其特征在于:

所述天线辐射体具有第一端和第二端,所述第一端所在的第一辐射体段和/或所述第二端所在的第二辐射体段用作第二天线的辐射体,通过所述第一辐射体段和/或所述第二辐射体段可接收第二天线射频源输出的射频信号,以使所述第二天线向外发射,且所述第一辐射体段和/或所述第二辐射体段可与所述地板连接;

所述第一天线射频源和所述天线馈电点之间、所述地板和所述天线接地点之间分别接有第一滤波器,所述第一滤波器供所述第一天线的信号通过,且阻止所述第二天线的信号通过;所述第二天线射频源与所述第一辐射体段和/或所述第二辐射体段之间、所述地板与所述第一辐射体段和/或所述第二辐射体段之间接有第二滤波器,所述第二滤波器供所述第二天线的信号通过,且阻止所述第一天线的信号通过。

2. 如权利要求1所述的天线系统,其特征在于,所述第一天线为低频天线,所述第一天线射频源为低频天线射频源,所述第一滤波器为低通滤波器;

和/或,所述第二天线为高频天线,所述第二天线射频源为高频天线射频源,所述第二滤波器为高通滤波器。

3. 如权利要求2所述的天线系统,其特征在于,所述高频天线是WiFi天线;

所述第一辐射体段具有高频天线馈电点,所述高频天线馈电点可通过所述高通滤波器连接于所述高频天线射频源;所述第二辐射体段具有高频天线接地点,所述高频天线接地点可通过所述高通滤波器连接于所述地板。

4. 如权利要求3所述的天线系统,其特征在于,所述高频天线馈电点位于所述第一辐射体段的远离所述第一端的一端,所述高频天线接地点位于所述第二辐射体段的远离所述第二端的一端。

5. 如权利要求3所述的天线系统,其特征在于,所述高频天线接地点可通过一开关器件对接所述地板的所述高通滤波器的支路和另一高频天线射频源输出接有一高通滤波器的支路进行自由选通。

6. 如权利要求5所述的天线系统,其特征在于,所述开关器件采用单刀双掷开关。

7. 如权利要求2所述的天线系统,其特征在于,所述高频天线是WiFi天线;

所述第一辐射体段具有第一高频天线馈电点和第一高频天线接地点,所述第一高频天线馈电点位于所述第一高频天线接地点与所述第一端之间,所述第一高频天线馈电点可通过对应的所述高通滤波器连接于所述高频天线射频源的输出,所述第一高频天线接地点可通过对应的所述高通滤波器连接于所述地板;

所述第二辐射体段具有第二高频天线馈电点和第二高频天线接地点,所述第二高频天线馈电点位于所述第二高频天线接地点与所述第二端之间,所述第二高频天线馈电点可通过对应的所述高通滤波器连接一移相器后连接于所述高频天线射频源的输出,所述第二高频天线接地点可通过对应的所述高通滤波器连接于所述地板。

8. 如权利要求7所述的天线系统,其特征在于,所述第一高频天线接地点位于所述第一辐射体段的远离所述第一端的一端,所述第二高频天线接地点位于所述第二辐射体段的远

离所述第二端的一端。

9. 如权利要求7所述的天线系统,其特征在于,所述天线系统还包括一差分电路和另一高频天线射频源,所述差分电路的两个输入端分别连接所述高频天线射频源的输出和所述另一高频天线射频源的输出,所述差分电路的输出端连接于所述第一高频天线馈电点的所述高通滤波器,且所述高频天线射频源的输出和所述另一高频天线射频源的输出均连接于所述移相器。

10. 如权利要求7所述的天线系统,其特征在于,所述第一高频天线馈电点与所述高频天线射频源之间、所述第二高频天线馈电点与所述高频天线射频源之间分别通过传输线连接。

11. 如权利要求1所述的天线系统,其特征在于,所述天线辐射体呈直条形。

12. 如权利要求1所述的天线系统,其特征在于,所述第一辐射体段和所述第二辐射体段的长度均为所述第二天线的工作波长的四分之一。

13. 如权利要求1所述的天线系统,其特征在于,所述第一天线的工作频率范围和所述第二天线的工作频率范围不重叠。

14. 如权利要求13所述的天线系统,其特征在于,所述第一天线为低频天线时,所述低频天线的工作频段为0.7GHz~0.96GHz;

所述第二天线为高频天线时,所述高频天线的工作频段为2.4GHz~2.5GHz。

15. 如权利要求1所述的天线系统,其特征在于,在所述天线辐射体的长度方向上,所述天线馈电点位于所述天线接地点和所述第一辐射体段的远离所述第一端的一端之间。

16. 如权利要求1~15中任一项所述的天线系统,其特征在于,所述天线馈电点和所述天线接地点位于所述天线辐射体的中间部分,且所述第一辐射体段和所述第二辐射体段均位于所述中间部分外。

17. 如权利要求16所述的天线系统,其特征在于,在所述天线辐射体的长度方向上,所述天线馈电点和所述天线接地点分别位于所述天线辐射体的中心线的两侧。

18. 一种电子设备,包括地板,其特征在于,所述电子设备还包括如权利要求1~17中任一项所述的天线系统。

19. 如权利要求18所述的电子设备,其特征在于,所述天线辐射体由所述电子设备的外边框形成;

或者,所述天线辐射体采用条形贴片结构,所述条形贴片结构贴设于所述电子设备的外边框的表面,并由导电材料制得。

天线系统及电子设备

技术领域

[0001] 本申请涉及天线领域,尤其是涉及一种天线系统及电子设备。

背景技术

[0002] 随着终端设备通信需求的不断增加,通信规格越来越高,如5G通信,WiFi(无线局域网,英文全称“Wireless Fidelity”)天线的4*4MiMo(多输入多输出,英文全称“Multiple Input Multiple Output”)等,天线数量也不断增加。但是由于终端设备的尺寸限制,天线布局困难。同时,WiFi天线易出现方向性系数高及0mm Body SAR值高的结果,导致WiFi天线的发射功率受限,影响用户体验。

[0003] 其中,SAR(比吸收率,英文全称“Specific Absorption Rate”)指的是单位时间内单位质量的物质吸收的电磁辐射能量。国际上通常使用SAR值来衡量终端设备辐射的热效应。这个SAR值代表辐射对人体的影响,是最直接的测试值,SAR值有针对全身的、局部的、四肢的数据。SAR值越低,辐射被吸收的量越少。0mm Body SAR值表示WiFi天线直接与用户身体接触时用户全身平均的比吸收率。目前,国际上制定了终端设备电磁辐射的衡量技术标准,即为了保证终端设备的安全性,终端设备的SAR值需满足技术标准值的要求。对此,在终端设备的SAR值较高时,为使其满足技术标准值的要求,需大幅度降低终端设备的WiFi天线的发射功率。为保证终端设备的WiFi天线的发射功率,需降低终端设备的WiFi天线的SAR值。

[0004] 另外,国际上还制定了终端设备的功率谱密度(英文简称“PSD”,英文全称“Power Spectral Density”)的衡量技术标准,即为了保证终端设备的安全性,终端设备的功率谱密度值需满足技术标准值的要求,即终端设备的WiFi天线辐射的功率谱密度值需满足技术标准值的要求。其中,当波的功率频谱密度乘以一个适当的系数后将得到每单位频率波携带的功率,这被称为信号的功率谱密度。功率谱密度的单位通常用每赫兹的瓦特数(W/Hz)表示。功率谱密度的大小与WiFi天线自身发射的功率以及WiFi天线在某一方向上辐射的功率的大小相关。对此,为了确保终端设备的WiFi天线辐射的功率谱密度满足技术标准值要求的同时,保证WiFi天线的发射功率,需降低WiFi天线的方向性系数。

[0005] 现有的终端设备中第一WiFi天线、低频天线和第二WiFi天线沿终端设备的周向依次间隔设置,即低频天线、第一WiFi天线和第二WiFi天线之间相互独立设置。第一WiFi天线和第二WiFi天线均包括WiFi天线辐射体,WiFi天线辐射体具有WiFi天线馈电点和WiFi天线接地点。第一WiFi天线的WiFi天线馈电点连接于第一WiFi天线射频源,第一WiFi天线的WiFi天线接地点连接于地板。第二WiFi天线的WiFi天线馈电点连接于第二WiFi天线射频源,第二WiFi天线的WiFi天线接地点连接于地板。其中,低频天线的工作频段为0.7GHz~0.96GHz,第一WiFi天线和第二WiFi天线的工作频段为2.4GHz~2.5GHz。且第一WiFi天线和第二WiFi天线的工作频率相同。由此可知,在该结构中,低频天线、第一WiFi天线和第二WiFi天线之间相互独立设置,占用空间较大,不利于终端设备的小型化设计。

[0006] 进一步地,以下以第一WiFi天线为例来验证第一WiFi天线的方向性性能以及SAR

值性能,采用全波电磁仿真软件HFSS进行仿真分析,获得了图1所示的第一WiFi天线的辐射方向图和图2所示的SAR值效果图。在该仿真结构中,仅设置有第一WiFi天线,即仅测试了单独设置第一WiFi天线时的辐射方向图和SAR值效果图,第一WiFi天线的工作频率为2.5GHz。且第一WiFi天线的WiFi天线辐射体的长度为 $1/4\lambda$, λ 为第一WiFi天线的工作波长,第一WiFi天线的WiFi天线馈电点与WiFi天线接地点之间的距离为5mm。

[0007] 请参见图1,灰度越深,表示场强越大,其中,灰度最深的部分表示场强最大。从图1可以看到,第一WiFi天线产生的电场大部分朝向终端设备左侧的方向辐射。并且,在该仿真结果中,测得该第一WiFi天线的方向性系数为6.021dBi。由此可知,该第一WiFi天线的方向性系数非常高,达到6.021dBi左右。

[0008] 请参见图2,灰度越深,表示SAR值越大。图2中虚线框所示部分表示第一WiFi天线的SAR值仿真效果分布情况。从图3中可以看到,第一WiFi天线的SAR值能够达到3.44W/kg(为了不失一般性,在仿真测试SAR值时,第一WiFi天线的输入功率设定为17dBmW,即传导17dBm)。由此可知,该第一WiFi天线的SAR值非常高,达到3.44W/kg左右。

[0009] 综上所述,现有的终端设备中低频天线与WiFi天线之间相互独立设置,占用空间较大,不利于终端设备的小型化设计,且WiFi天线的方向性系数和SAR值均非常高,在满足国际上制定的技术标准要求下,将限制WiFi天线的发射功率,影响用户体验。

发明内容

[0010] 本申请的目的在于解决现有技术中终端设备的低频天线与WiFi天线之间相互独立设置,占用空间较大,且WiFi天线的方向性系数和SAR值均非常高的问题。因此,本申请实施例提供了一种天线系统及电子设备,第一天线和第二天线共用辐射体,占用空间减小,便于电子设备的小型化,且降低了第二天线的方向性系数和SAR值,从而降低了第二天线的发射功率限制,提升用户体验。

[0011] 本申请实施例提供了一种天线系统,包括第一天线,第一天线包括呈条形的天线辐射体,天线辐射体具有在天线辐射体的长度方向上间隔设置的天线馈电点和天线接地点,天线馈电点可与第一天线射频源连接,以接收第一天线射频源输出的射频信号,天线接地点可与地板连接;

[0012] 天线辐射体具有第一端和第二端,第一端所在的第一辐射体段和/或第二端所在的第二辐射体段用作第二天线的辐射体,通过第一辐射体段和/或第二辐射体段可接收比第一天线射频源频率高的第二天线射频源输出的射频信号,以使第二天线向外发射,且第一辐射体段和/或第二辐射体段可与地板连接;

[0013] 第一天线射频源和天线馈电点之间、地板和天线接地点之间分别接有第一滤波器,第一滤波器供第一天线的信号通过,且阻止第二天线的信号通过;第二天线射频源与第一辐射体段和/或第二辐射体段之间、地板与第一辐射体段和/或第二辐射体段之间接有第二滤波器,第二滤波器供第二天线的信号通过,且阻止第一天线的信号通过。

[0014] 在本方案中,第一天线和第二天线共用辐射体,占用空间减小,节省天线布局空间,便于电子设备的小型化。并且,第一天线射频源和第一天线的天线馈电点之间、地板和第一天线的天线接地点之间分别接有供第一天线的信号通过、且阻止第二天线的信号通过的第一滤波器,第二天线射频源与第一辐射体段和/或第二辐射体段之间、地板与第一辐射

体段和/或第二辐射体段之间分别接有供第二天线的信号通过、且阻止第一天线的信号通过的滤波器,从而能够保障第一天线和第二天线之间的隔离度,进而在紧凑空间内实现了高隔离度的第一天线和第二天线。

[0015] 另外,天线辐射体的第一端所在的第一辐射体段和/或第二端所在的第二辐射体段用作第二天线的辐射体,通过第一辐射体段和/或第二辐射体段可接收第二天线射频源输出的射频信号,以使第二天线向外发射,这样能够降低第二天线的方向性系数,从而降低第二天线的发射功率限制,提升用户体验。

[0016] 在一些实施例中,第一天线为低频天线,第一天线射频源为低频天线射频源,第一滤波器为低通滤波器;

[0017] 和/或,第二天线为高频天线,第二天线射频源为高频天线射频源,第二滤波器为高通滤波器。

[0018] 在一些可能的实施例中,第二天线射频源输出的射频信号的频率比第一天线射频源输出的射频信号的频率高。

[0019] 在一些实施例中,高频天线是WiFi天线;

[0020] 第一辐射体段具有高频天线馈电点,高频天线馈电点可通过高通滤波器连接于高频天线射频源;第二辐射体段具有高频天线接地点,高频天线接地点可通过高通滤波器连接于地板。

[0021] 在本方案中,采用上述结构,能够使得从高频天线射频源输出的射频信号能够通过高频天线馈电点直接对第一辐射体段馈电,并通过高频天线馈电点经位于高频天线馈电点与高频天线接地点之间的天线辐射体对第二辐射体段馈电,即对第一辐射体段和第一辐射体段进行分布式馈电,使得WiFi天线向外发射,这样进一步降低了WiFi天线的方向性系数,该WiFi天线的方向性系数能够降低至4.749dBi,从而进一步降低了WiFi天线的发射功率限制,提升用户体验。

[0022] 在一些实施例中,高频天线馈电点位于第一辐射体段的远离第一端的一端,高频天线接地点位于第二辐射体段的远离第二端的一端。

[0023] 在一些实施例中,高频天线接地点可通过一开关器件对地板的高通滤波器的支路和另一高频天线射频源输出接有一高通滤波器的支路进行自由选通。这样能基于天线系统的使用场景,第二辐射体段在不同时间作为不同天线使用。具体为,当开关器件切换至接地板的高通滤波器的支路,第二辐射体段作为一WiFi天线的辐射体的一部分,这样能够降低该WiFi天线的方向性系数。当开关器件切换至另一高频天线射频源输出接有一高通滤波器的支路时,第二辐射体段作为另一WiFi天线的辐射体,此时,一WiFi天线和另一WiFi天线这两个WiFi天线可同时工作。

[0024] 在一些实施例中,开关器件采用单刀双掷开关。

[0025] 在一些实施例中,高频天线是WiFi天线;

[0026] 第一辐射体段具有第一高频天线馈电点和第一高频天线接地点,第一高频天线馈电点位于第一高频天线接地点与第一端之间,第一高频天线馈电点可通过对应的高通滤波器连接于高频天线射频源的输出,第一高频天线接地点可通过对应的高通滤波器连接于地板;

[0027] 第二辐射体段具有第二高频天线馈电点和第二高频天线接地点,第二高频天线馈

电点位于第二高频天线接地点与第二端之间,第二高频天线馈电点可通过对应的高通滤波器连接一移相器后连接于高频天线射频源的输出,第二高频天线接地点可通过对应的高通滤波器连接于地板。

[0028] 在本方案中,采用上述结构,能够使得从高频天线射频源输出的射频信号能够通过第一高频天线馈电点直接对第一辐射体段馈电,并通过第二高频天线馈电点直接对第二辐射体段馈电,即对第一辐射体段和第一辐射体段进行分布式馈电,且通过移相器能够将馈电至第一高频天线馈电点和第二高频天线馈电点的信号的相位差调整至所需的相位差,从而能够更大程度地降低WiFi天线的方向性系数,该WiFi天线的方向性系数能够降低至4.359dBi,从而进一步降低了WiFi天线的发射功率限制,提升用户体验。并且,能够降低WiFi天线直接与用户身体接触时用户全身平均的SAR值,该SAR值能够降低至1W/kg。

[0029] 在一些实施例中,第一高频天线接地点位于第一辐射体段的远离第一端的一端,第二高频天线接地点位于第二辐射体段的远离第二端的一端。

[0030] 在一些实施例中,天线系统还包括一差分电路和另一高频天线射频源,差分电路的两个输入端分别连接高频天线射频源的输出和另一高频天线射频源的输出,差分电路的输出端连接连接于第一高频天线馈电点的高通滤波器,且高频天线射频源的输出和另一高频天线射频源的输出均连接于移相器。

[0031] 在本方案中,该第一辐射体段和第二辐射体段除了同时作为一WiFi天线的辐射体,还同时作为另一WiFi天线的辐射体,此时,一WiFi天线和另一WiFi天线这两个WiFi天线可同时工作。并且,在不影响一WiFi天线的性能的同时,且新增的另一WiFi天线的方向性系数也较低,该方向性系数降低至3.998dBi,且该另一WiFi天线的SAR值也较低,该SAR值能够降低至2W/kg。这样也能够降低另一WiFi天线的发射功率限制,提升用户体验。

[0032] 在一些实施例中,第一高频天线馈电点与高频天线射频源之间、第二高频天线馈电点与高频天线射频源之间分别通过传输线连接。

[0033] 在一些实施例中,天线辐射体呈直条形。

[0034] 在一些实施例中,第一辐射体段和第二辐射体段的长度均为第二天线的工作波长的四分之一。

[0035] 在一些实施例中,第一天线的工作频率范围和第二天线的工作频率范围不重叠。

[0036] 在一些实施例中,第一天线为低频天线时,低频天线的工作频段为0.7GHz~0.96GHz;

[0037] 第二天线为高频天线时,高频天线的工作频段为2.4GHz~2.5GHz。

[0038] 在一些实施例中,在天线辐射体的长度方向上,天线馈电点位于天线接地点和第一辐射体段的远离第一端的一端之间。

[0039] 在一些实施例中,天线馈电点和天线接地点位于天线辐射体的中间部分,且第一辐射体段和第二辐射体段均位于中间部分外。

[0040] 在一些实施例中,在天线辐射体的长度方向上,天线馈电点和天线接地点分别位于天线辐射体的中心线的两侧。

[0041] 本申请实施例还提供了一种电子设备,包括地板,电子设备还包括以上任一实施例或可能的实施例所提供的天线系统。

[0042] 在一些实施例中,天线辐射体由电子设备的外边框形成;

[0043] 或者,天线辐射体采用条形贴片结构,条形贴片结构贴设于电子设备的外边框的表面,并由导电材料制得。

附图说明

[0044] 图1为现有的电子设备的第一WiFi天线的辐射方向图,其中,WiFi天线的工作频率为2.5GHz;

[0045] 图2为现有的电子设备的第一WiFi天线的SAR值仿真效果图,其中,WiFi天线的工作频率为2.5GHz;

[0046] 图3为本申请实施例1的电子设备的局部结构示意图;

[0047] 图4为本申请实施例1的电子设备的WiFi天线的S参数和效率仿真效果图;

[0048] 图5为本申请实施例1的电子设备的WiFi天线的辐射方向图,其中,该WiFi天线的工作频率为2.45GHz;

[0049] 图6为本申请实施例2的电子设备的局部结构示意图;

[0050] 图7为本申请实施例3的电子设备的局部结构示意图;

[0051] 图8为本申请实施例3的电子设备的WiFi天线的辐射方向图,其中,WiFi天线的工作频率为2.4GHz;

[0052] 图9为本申请实施例3的电子设备的WiFi天线的SAR值仿真效果图,其中,WiFi天线的工作频率为2.45GHz;

[0053] 图10为本申请实施例4的电子设备的局部结构示意图;

[0054] 图11为本申请实施例4的电子设备的低频天线、WiFi天线和另一WiFi天线的S参数仿真效果图;

[0055] 图12为本申请实施例4的电子设备的另一WiFi天线的辐射方向图,其中,该另一WiFi天线的工作频率为2.45GHz;

[0056] 图13为本申请实施例4的电子设备的另一WiFi天线的SAR值仿真效果图,其中,该另一WiFi天线的工作频率为2.45GHz。

[0057] 附图标记说明:

[0058] 100:电子设备;

[0059] 200:地板;

[0060] 300:低频天线;310:低频天线辐射体;320:中间部分;330:第一端;332:第二端;340:低频天线馈电点;342:低频天线接地点;350:第一辐射体段;352:第二辐射体段;

[0061] 400:WiFi天线;410:高频天线馈电点;420:高频天线接地点;

[0062] 500:低频天线射频源;510:高频天线射频源;

[0063] 600:低通滤波器;610:高通滤波器;

[0064] 100A:电子设备;

[0065] 200A:地板;

[0066] 350A:第一辐射体段;352A:第二辐射体段;

[0067] 420A:高频天线接地点;

[0068] 510A:高频天线射频源;520A:另一高频天线射频源;

[0069] 610A:高通滤波器;620A:另一高通滤波器;

- [0070] 700A:开关器件;
- [0071] 100B:电子设备;
- [0072] 200B:地板;
- [0073] 330B:第一端;332B:第二端;350B:第一辐射体段;352B:第二辐射体段;
- [0074] 400B:WiFi天线;410B:第一高频天线馈电点;420B:第一高频天线接地点;430B:第二高频天线馈电点;440B:第二高频天线接地点;
- [0075] 510B:高频天线射频源;
- [0076] 610B:高通滤波器;
- [0077] 700B:移相器;
- [0078] 800B:传输线;
- [0079] 100C:电子设备;
- [0080] 350C:第一辐射体段;352C:第二辐射体段;
- [0081] 400C:WiFi天线;410C:第一高频天线馈电点;430C:第二高频天线馈电点;450C:另一WiFi天线;
- [0082] 510C:高频天线射频源;520C:另一高频天线射频源;
- [0083] 610C:高通滤波器;
- [0084] 700C:移相器;
- [0085] 900C:差分电路;
- [0086] 0:中心线;
- [0087] L:低频天线辐射体的长度方向;
- [0088] L1:低频天线辐射体的长度;
- [0089] L2:第一辐射体段的长度;
- [0090] L3:第二辐射体段的长度;
- [0091] d1:低频天线馈电点与低频天线辐射体的中心线之间的距离;
- [0092] d2:低频天线接地点与低频天线辐射体的中心线之间的距离;
- [0093] d3:第一高频天线馈电点与第一高频天线接地点之间的距离;
- [0094] d4:第二高频天线馈电点与第二高频天线接地点之间的距离;
- [0095] s:间隙。

具体实施方式

[0096] 以下由特定的具体实施例说明本申请的实施方式,本领域技术人员可由本说明书所揭示的内容轻易地了解本申请的其他优点及功效。虽然本申请的描述将结合一些实施例一起介绍,但这并不代表此申请的特征仅限于该实施方式。恰恰相反,结合实施方式作申请介绍的目的是为了覆盖基于本申请的权利要求而有可能延伸出的其它选择或改造。为了提供对本申请的深度了解,以下描述中将包含许多具体的细节。本申请也可以不使用这些细节实施。此外,为了避免混乱或模糊本申请的重点,有些具体细节将在描述中被省略。需要说明的是,在不冲突的情况下,本申请中的实施例及实施例中的特征可以相互组合。

[0097] 应注意的是,在本说明书中,相似的标号和字母在下面的附图中表示类似项,因此,一旦某一项在一个附图中被定义,则在随后的附图中不需要对其进行进一步定义和解

释。

[0098] 在本申请的描述中,需要说明的是,术语“中心”、“上”、“下”、“左”、“右”、“竖直”、“水平”、“内”、“外”等指示的方位或位置关系为基于附图所示的方位或位置关系,仅是为了便于描述本申请和简化描述,而不是指示或暗示所指的装置或元件必须具有特定的方位、以特定的方位构造和操作,因此不能理解为对本申请的限制。此外,术语“第一”、“第二”仅用于描述目的,而不能理解为指示或暗示相对重要性。

[0099] 在本申请的描述中,需要说明的是,除非另有明确的规定和限定,术语“安装”、“相连”、“连接”应做广义理解,例如,可以是固定连接,也可以是可拆卸连接,或一体地连接;可以是机械连接,也可以是电连接;可以是直接相连,也可以通过中间媒介间接相连,可以是两个元件内部的连通。对于本领域的普通技术人员而言,可以根据具体情况理解上述术语在本申请中的具体含义。

[0100] 为使本申请的目的、技术方案和优点更加清楚,下面将结合附图对本申请的实施方式作进一步地详细描述。

[0101] 实施例1

[0102] 请参见图3,图3为本申请实施例1的电子设备100的局部结构示意图。如图3所示,本申请实施例提供了一种电子设备100,包括天线系统、地板200、低频天线射频源500和高频天线射频源510。在本实施方式中,该电子设备100以智能手机进行举例说明。当然,本领域技术人员可以理解的是,在可替代的其它实施方式中,该电子设备100也可以为平板电脑或智能手表等其它电子设备,在此并不对本申请的保护范围产生限定作用。

[0103] 请参见图3,天线系统包括低频天线300(对应第一天线)和高频天线(对应第二天线)。在本实施方式中,第一天线为低频天线300,第二天线为高频天线。当然,本领域技术人员可以理解的是,在可替代的其它实施方式中,第一天线也可以采用其它类型的天线,并不局限于低频天线,第二天线也可以采用其它类型的天线,并不局限于高频天线,第一天线的工作频段范围与第二天线的工作频率范围不同即可,即不重叠。

[0104] 低频天线300的工作频率低于高频天线的工作频率,且低频天线300的工作频段范围低于高频天线的工作频段范围。在本实施方式中,高频天线是WiFi天线400。当然,本领域技术人员可以理解的是,在可替代的其它实施方式中,高频天线也可以采用其它类型的高频天线。低频天线300用于供电子设备与基站间通信使用。

[0105] 在本实施方式中,低频天线300的工作频段为0.7GHz~0.96GHz,WiFi天线400的工作频段为2.4GHz~2.5GHz。当然,本领域技术人员可以理解的是,在可替代的其它实施方式中,低频天线300的工作频段和WiFi天线400的工作频段也可以采用其它合适的工作频段。

[0106] 如图3所示,低频天线300包括呈条形的低频天线辐射体310。在本实施方式中,低频天线辐射体310呈直条形。当然,本领域技术人员可以理解的是,在可替代的其它实施方式中,低频天线辐射体310也可以采用呈弯折状或弯曲状的条形结构。在本实施方式中,低频天线辐射体310的长度均为低频天线300的工作波长的四分之一。低频天线300的工作波长用 λ_1 表示。

[0107] 其中,低频天线辐射体310由电子设备100的外边框形成。当然,本领域技术人员可以理解的是,在可替代的其它实施方式中,低频天线辐射体310也可以是金属片(比如钢片),也可以是柔性电路板(Flexible Printed Circuit简称FPC),也可以采用LDS(Laser

Direct Structuring,激光直接成型)的形式形成,也可以采用条形贴片结构,条形贴片结构贴设于电子设备的外边框的表面,并由导电材料制得。

[0108] 另外,低频天线辐射体310的中间部分320(在本实施方式中,该中间部分320为图3中虚线框所示的部分)具有在低频天线辐射体的长度方向L上间隔设置的低频天线馈电点340和低频天线接地点342。低频天线馈电点340与低频天线射频源500连接,以接收低频天线射频源500输出的射频信号。低频天线接地点342与地板200连接。且低频天线辐射体310与地板200的外边缘相对间隔设置,使得低频天线辐射体310与地板200之间形成有间隙。

[0109] 在本实施方式中,在低频天线辐射体的长度方向L上,低频天线馈电点340和低频天线接地点342分别位于低频天线辐射体310的中心线0的两侧。当然,本领域技术人员可以理解的是,在可替代的其它实施方式中,低频天线馈电点340和低频天线接地点342也可以同时位于低频天线辐射体310的中心线0的同一侧(比如图3的中心线0的左侧或右侧)并靠近该中心线0的位置处。

[0110] 在本实施方式中,地板200可以由电子设备100的后壳形成。本领域技术人员可以理解的是,在可替代的其它实施方式中,地板200也可以其它金属部分构成,比如,印制电路板、中框的底板。

[0111] 请参见图3,低频天线辐射体310具有第一端330和第二端332,第一端330所在的中间部分320外的第一辐射体段350和第二端332所在的中间部分320外的第二辐射体段352用作WiFi天线400的辐射体。也就是说,第一辐射体段350和第二辐射体段352位于中间部分320外,第一辐射体段350的自由端和第二辐射体段352的自由端分别为低频天线辐射体310的第一端330和第二端332。在本实施方式中,在低频天线辐射体的长度方向L上,低频天线馈电点340位于低频天线接地点342和第一辐射体段350的远离第一端330的一端之间。

[0112] 通过第一辐射体段350和/或第二辐射体段352可接收比低频天线射频源500频率高的高频天线射频源510输出的射频信号,以使WiFi天线400向外发射,且第一辐射体段350和/或第二辐射体段352分别与地板200连接。也就是说,高频天线射频源510输出的射频信号的频率比低频天线射频源500输出的射频信号的频率高。在本实施方式中,第一辐射体段350和第二辐射体段352的长度均为WiFi天线400的工作波长的四分之一。WiFi天线400的工作波长为 $\lambda/2$ 。

[0113] 另外,低频天线射频源500和低频天线馈电点340之间、地板200和低频天线接地点342之间分别接有低通滤波器600。低通滤波器600供低频天线300的信号通过,且阻止WiFi天线400的信号通过。高频天线射频源510与第一辐射体段350和/或第二辐射体段352之间、地板200与第一辐射体段350和/或第二辐射体段352之间接有高通滤波器610,高通滤波器610供WiFi天线400的信号通过,且阻止低频天线300的信号通过。

[0114] 在本实施方式中,低通滤波器可以采用现有技术中已有的低通滤波器,高通滤波器可以采用现有技术中已有的高通滤波器,在此并不做过多赘述。

[0115] 当然,本领域可以理解的是,低通滤波器是容许低于截止频率的信号通过,但高于截止频率的信号不能通过的电子滤波装置。高通滤波器,又称低截止滤波器、低阻滤波器,允许高于某一截频的频率通过,而大大衰减较低频率的一种滤波器。

[0116] 在本实施例中,低频天线300和WiFi天线400共用辐射体,占用空间减小,节省天线布局空间,便于电子设备100的小型化。并且,低频天线射频源500和低频天线馈电点340之

间、地板200和低频天线接地点342之间分别接有供低频天线300的信号通过、且阻止WiFi天线400的信号通过的低通滤波器600,高频天线射频源510与第一辐射体段350和/或第二辐射体段352之间、地板200与第一辐射体段350和/或第二辐射体段352之间分别接有供WiFi天线400的信号通过、且阻止低频天线300的信号通过的高通滤波器610,从而能够保障低频天线300和WiFi天线400之间的隔离度,进而在紧凑空间内实现了高隔离度的低频天线300和WiFi天线400。

[0117] 另外,低频天线辐射体310的第一端330所在的中间部分320外的第一辐射体段350和/或第二端332所在的中间部分320外的第二辐射体段352用作WiFi天线400的辐射体,通过第一辐射体段350和/或第二辐射体段352可接收比低频天线射频源500频率高的高频天线射频源510输出的射频信号,以使WiFi天线400向外发射,这样能够降低WiFi天线400的方向性系数,从而降低WiFi天线400的发射功率限制,提升用户体验。

[0118] 具体地,第一辐射体段350具有高频天线馈电点410,高频天线馈电点410可通过高通滤波器610连接于高频天线射频源510。第二辐射体段352具有高频天线接地点420,高频天线接地点420可通过高通滤波器610连接于地板200。这样能够使得从高频天线射频源510输出的射频信号能够通过高频天线馈电点410直接对第一辐射体段350馈电,并通过高频天线馈电点410经位于高频天线馈电点410与高频天线接地点420之间的低频天线辐射体310对第二辐射体段352馈电,即对第一辐射体段350和第二辐射体段352进行分布式馈电,使得WiFi天线400向外发射,这样进一步降低了WiFi天线400的方向性系数,该WiFi天线400的方向性系数能够降低至4.749dBi,从而进一步降低了WiFi天线400的发射功率限制,提升用户体验。

[0119] 进一步地,高频天线馈电点410位于第一辐射体段350的远离第一端330的一端,高频天线接地点420位于第二辐射体段352的远离第二端332的一端。在低频天线辐射体的长度方向L上,低频天线馈电点340和所述低频天线接地点342位于高频天线馈电点410和高频天线接地点420之间。

[0120] 以下结合图4~图5对电子设备中WiFi天线的性能做具体地说明。

[0121] 为了验证本申请实施例的WiFi天线的方向性性能,采用全波电磁仿真软件HFSS进行仿真分析,获得了图4-图5的仿真效果图。且该仿真效果是在低频天线正常工作下测得。

[0122] 获取图4~图5所示的仿真效果图的仿真条件如下表1所示(请结合图3予以理解):

[0123] 表1

参数	本申请实施例1的天线系统
WiFi天线的工作频率	2.45GHz
低频天线的工作频率	0.83GHz
低频天线辐射体的长度L1 (mm)	90.36 (即 $1/4 \lambda 1$)
第一辐射体段的长度L2 (mm)	30.6 (即 $1/4 \lambda 2$)
第二辐射体段的长度L3 (mm)	30.6 (即 $1/4 \lambda 2$)
低频天线馈电点与低频天线辐射体的中心线之间的距离d1 (mm)	5mm
低频天线接地点与低频天线辐射体的中心线之间的距离d2 (mm)	5mm
间隙s (mm)	1.5mm

[0124] 请参见图4~图5,图4为本申请实施例1的电子设备的WiFi天线的S参数和效率仿真效果图。图5为本申请实施例1的电子设备的WiFi天线的辐射方向图。

[0125] 其中,在图4中,横坐标表示频率,单位为GHz,纵坐标分别表示WiFi天线的S11的幅度值和WiFi天线的系统效率,单位为dB。S11属于S参数中的一种。S11表示反射系数,此参数表示WiFi天线的发射效率好不好,值越大,表示WiFi天线本身反射回来的能量越大,这样WiFi天线的系统效率就越差。WiFi天线的系统效率是考虑WiFi天线端口匹配后的实际效率,即WiFi天线的系统效率为WiFi天线的实际效率。本领域技术人员可以理解,效率一般是用百分比来表示,其与dB之间存在相应的换算关系,例如有50%的能量辐射出去,换算成dB值就是-3dB;有90%的能量辐射出去,换算成dB值就是-0.046dB;所以效率越接近0dB越好。

[0126] 从图4可以看到,在2.25GHz~2.57GHz的频段内,WiFi天线具有较好的阻抗匹配,即S11小于-10dB,也就是说,WiFi天线的工作频段覆盖2.25GHz~2.57GHz,即覆盖频段2.4GHz~2.5GHz。也就是说,WiFi天线的-10dB S11的绝对带宽为0.32GHz,WiFi天线的-10dB S11的相对带宽为13.3%,从而具有带宽适中的特性。

[0127] 从图4中还可以看到,WiFi天线在工作频段2.25GHz~2.57GHz内的系统效率为-0.8dB~-0.2dB,具有较好的端口阻抗匹配。

[0128] 请参见图5,图5给出了在工作频率为2.45GHz时WiFi天线的辐射方向图。在图5中,灰度越深,表示场强越大,其中,灰度最深的部分表示场强最大。从图5中可以看出,WiFi天线朝向电子设备各方向的辐射能量比较均匀,该WiFi天线的方向性系数降低到了4.749dBi。也就是说,在WiFi天线的全向内辐射的能量都是相对均匀的,不是集中在某一个角度方向的。

[0129] 实施例2

[0130] 请参见图6,图6为本申请实施例2的电子设备100A的局部结构示意图。如图6所示,本实施例的电子设备100A的结构与实施例1所提供的电子设备100的结构相比,其结构基本相同,其不同之处在于,高频天线接地点420A通过一开关器件700A对地板200A的高通滤

波器610A的支路和另一高频天线射频源520A输出接有另一高通滤波器620A的支路进行自由选通。在本实施方式中,开关器件700A采用单刀双掷开关。

[0132] 通过设置开关器件700A,这样能基于天线系统的使用场景,第二辐射体段352A在不同时间作为不同天线使用。

[0133] 具体为,当开关器件700A切换至接地板200A的高通滤波器610A的支路,第二辐射体段352A作为WiFi天线的辐射体的一部分,第一辐射体段350A作为该WiFi天线的辐射体的另一部分,这样能够降低该WiFi天线的方向性系数。

[0134] 当开关器件700A切换至另一高频天线射频源520A输出接有另一高通滤波器620A的支路时,第二辐射体段352A作为另一WiFi天线的辐射体,第一辐射体段350A作为WiFi天线的辐射体,此时,WiFi天线和另一WiFi天线这两个WiFi天线可同时工作。

[0135] 在本实施方式中,另一高频天线射频源520A输出的射频信号的频率与高频天线射频源510A输出的射频信号的频率相同。且新增的另一WiFi天线的工作频段与WiFi天线的工作频段相同。

[0136] 实施例3

[0137] 请参见图7,图7为本申请实施例3的电子设备100B的局部结构示意图。如图7所示,本实施例的电子设备100B的结构与实施例1所提供的电子设备的结构相比,其结构基本相同,其不同之处在于,第一辐射体段350B具有第一高频天线馈电点410B和第一高频天线接地点420B,第一高频天线馈电点410B位于第一高频天线接地点420B与第一端330B之间。第一高频天线馈电点410B通过对应的高通滤波器610B连接于高频天线射频源510B的输出。第一高频天线接地点420B通过对应的高通滤波器610B连接于地板200B。

[0138] 第二辐射体段352B具有第二高频天线馈电点430B和第二高频天线接地点440B,第二高频天线馈电点430B位于第二高频天线接地点440B与第二端332B之间。第二高频天线馈电点430B通过对应的高通滤波器610B连接一移相器700B后连接于高频天线射频源510B的输出,第二高频天线接地点440B通过对应的高通滤波器610B连接于地板200B。本领域技术人员可以理解的是,移相器是能够对波的相位进行调整的一种装置。在本实施方式中,移相器可以采用现有已知的移相器,在此并不做过多赘述。

[0139] 在本申请中,能够使得从高频天线射频源510B输出的射频信号能够通过第一高频天线馈电点410B直接对第一辐射体段350B馈电,并通过第二高频天线馈电点430B直接对第二辐射体段352B馈电,即对第一辐射体段350B和第二辐射体段352B进行分布式馈电,且通过移相器700B能够将馈电至第一高频天线馈电点410B和第二高频天线馈电点430B的信号相位差调整至所需的相位差,从而能够更大程度地降低WiFi天线400B的方向性系数,该WiFi天线400B的方向性系数能够降低至4.359dBi,从而进一步降低了WiFi天线400B的发射功率限制,提升用户体验。并且,能够降低WiFi天线400B直接与用户身体接触时用户全身平均的SAR值,该SAR值能够降低至1W/kg。

[0140] 在本实施方式中,第一高频天线接地点420B位于第一辐射体段350B的远离第一端330B的一端,第二高频天线接地点440B位于第二辐射体段352B的远离第二端332B的一端。

[0141] 进一步地,第一高频天线馈电点410B与高频天线射频源510B之间、第二高频天线馈电点430B与高频天线射频源510B之间分别通过传输线800B连接。在本实施方式中,传输线可以采用微带线。当然,本领域技术人员可以理解的是,在可替代的其它实施方式中,传

输线也可以采用其它类型的传输线。

[0142] 以下结合图8~图9对电子设备中WiFi天线的性能做具体地说明。

[0143] 为了验证本申请实施例的WiFi天线的方向性性能以及SAR值特性,采用全波电磁仿真软件HFSS进行仿真分析,获得了图8-图9的仿真效果图。且该仿真效果是在低频天线正常工作下测得。

[0144] 获取图8~图9所示的仿真效果图的仿真条件如下表2所示(请结合图7予以理解):

[0145] 表2

参数	本申请实施例3的天线系统
低频天线的工作频率	0.83GHz
低频天线辐射体的长度L1 (mm)	90.36
第一辐射体段的长度L2 (mm)	30.6
第二辐射体段的长度L3 (mm)	30.6
低频天线馈电点与低频天线辐射体的中心线之间的距离d1 (mm)	5mm
低频天线接地点与低频天线辐射体的中心线之间的距离d2 (mm)	5mm
第一高频天线馈电点与第一高频天线接地点之间的距离d3 (mm)	5mm
第二高频天线馈电点与第二高频天线接地点之间的距离d4 (mm)	5mm
间隙s (mm)	1.5mm

[0147] 请参见图8~图9,图8为本申请实施例3的电子设备的WiFi天线的辐射方向图,其中,WiFi天线的工作频率为2.4GHz。图9为本申请实施例3的电子设备的WiFi天线的SAR值仿真效果图,其中,WiFi天线的工作频率为2.45GHz。

[0148] 请参见图8,图8给出了在工作频率为2.4GHz时WiFi天线的辐射方向图。在图8中,灰度越深,表示场强越大,其中,灰度最深的部分表示场强最大。从图8中可以看出,WiFi天线朝向电子设备各方向的辐射能量比较均匀,该WiFi天线的方向性系数降低到了4.359dBi。也就是说,在WiFi天线的全向内辐射的能量都是相对均匀的,不是集中在某一个角度方向的。

[0149] 请参见图9,灰度越深,表示SAR值越大。图9中虚线框所示部分表示WiFi天线的第一辐射体段和第二辐射体段处的SAR值仿真效果分布情况。从图9中可以看到,WiFi天线的SAR值能够降低至1W/kg。

[0150] 实施例4

[0151] 请参见图10,图10为本申请实施例4的电子设备的局部结构示意图。如图10所

示,本实施例的电子设备100C的结构与实施例3所提供的电子设备100B的结构相比,其结构基本相同,其不同之处在于,电子设备100C还包括一差分电路900C和另一高频天线射频源520C,差分电路900C的两个输入端分别连接高频天线射频源510C的输出和另一高频天线射频源520C的输出,差分电路900C的输出端连接连接于第一高频天线馈电点410C的高通滤波器610C,且高频天线射频源510C的输出和另一高频天线射频源520C的输出均连接于移相器700C。在本实施方式中,差分电路900C采用现有技术中已知的结构,在此不做过多赘述。其中,经移相器700C、高通滤波器610C、第二高频天线馈电点430C馈电至第二辐射体段352C的信号为高频天线射频源510C输出的射频信号和另一高频天线射频源520C输出的射频信号的叠加信号。差分电路900C的输出端信号为高频天线射频源510C输出的射频信号和另一高频天线射频源520C输出的射频信号的信号差,即高频天线射频源510C输出的射频信号和另一高频天线射频源520C输出的射频信号的反相位叠加信号。

[0152] 高频天线射频源510C的输出的一部分能量通过移相器700C、高通滤波器610C、第二高频天线馈电点430C馈电至第二辐射体段352C,另一部分能量从差分电路900C的其中一个输入端通过差分电路900C经高通滤波器610C、第一高频天线馈电点410C馈电至第一辐射体段350C。另一高频天线射频源520C输出的一部分能量通过移相器700C、高通滤波器610C、第二高频天线馈电点430C馈电至第二辐射体段352C,另一部分能量从差分电路900C的另一个输入端通过差分电路900C经高通滤波器610C、第一高频天线馈电点410C馈电至第一辐射体段350C。该第一辐射体段350C和第二辐射体段352C除了同时作为一WiFi天线400C的辐射体,还同时作为另一WiFi天线450C的辐射体,此时,一WiFi天线400C和另一WiFi天线450C这两个WiFi天线可同时工作。并且,在不影响一WiFi天线400C的性能的同时,且新增的另一WiFi天线450C的方向性系数也较低,该方向性系数降低至3.998dBi,且该另一WiFi天线450C的SAR值也较低,该SAR值能够降低至2W/kg。这样也能够降低另一WiFi天线450C的发射功率限制,提升用户体验。SAR值为全身平均的SAR值。在高频天线射频源510C处于不工作的状态,另一高频天线射频源520C处于工作的状态时,可单独测试另一WiFi天线450C的方向性系数和SAR值。并且,高频天线射频源510C可以以共模信号的模式激励第一辐射体段350C和第二辐射体段352C,另一高频天线射频源520C可以以差模信号的模式激励第一辐射体段350C和第二辐射体段352C,因共模信号和差模信号之间的隔离度非常高,这样使得两个WiFi天线之间的隔离度也非常高。

[0153] 在本实施方式中,另一高频天线射频源520C输出的射频信号的频率与高频天线射频源510C输出的射频信号的频率相同。且新增的另一WiFi天线450C的工作频段与WiFi天线400C的工作频段相同。

[0154] 以下结合图11~图13对电子设备中低频天线、WiFi天线以及另一WiFi天线的性能做具体地说明。

[0155] 为了验证本申请实施例的低频天线、WiFi天线以及另一WiFi天线的方向性性能以及SAR值特性,采用全波电磁仿真软件HFSS进行仿真分析,获得了图11~图13的仿真效果图。且该仿真效果是在低频天线正常工作下测得。

[0156] 获取图11~图13所示的仿真效果图的仿真条件如下表3所示(请结合图10予以理解):

[0157] 表3

参数	本申请实施例4的天线系统
低频天线的工作频率	0.83GHz
低频天线辐射体的长度L1 (mm)	90.36
第一辐射体段的长度L2 (mm)	30.6
第二辐射体段的长度L3 (mm)	30.6
低频天线馈电点与低频天线辐射体的中心线之间的距离d1 (mm)	5mm
低频天线接地点与低频天线辐射体的中心线之间的距离d2 (mm)	5mm
第一高频天线馈电点与第一高频天线接地点之间的距离d3 (mm)	5mm
第二高频天线馈电点与第二高频天线接地点之间的距离d4 (mm)	5mm
间隙s (mm)	1.5mm

[0159] 请参见图11,图11为本申请实施例4的电子设备的低频天线、WiFi天线和另一WiFi天线的S参数仿真效果图。其中,在图11中,曲线“S11-LB”表示低频天线回波损耗随频率变化的曲线图,曲线“S12”表示低频天线和WiFi天线之间隔离度随频率变化的曲线图,曲线“S22-WiFi1 (CM)”表示WiFi天线的回波损耗随频率变化的曲线图,CM表示共模,英文全称为Common Mode。曲线“S23”表示两个WiFi天线之间隔离度随频率变化的曲线图,曲线“S33-WiFi2 (DM)”表示另一WiFi天线的回波损耗随频率变化的曲线图,DM表示差模,英文全称为Differential Mode。

[0160] 从图11可知,低频天线、WiFi天线和另一WiFi天线均具有较好的阻抗匹配。且在频率范围0.5GHz~2.5GHz内,低频天线和WiFi天线之间隔离度基本大于10dB,能够满足天线的正常工作需求。WiFi天线和另一WiFi天线之间的隔离度更好,在图11中仅示出了部分曲线。同时,低频天线和另一WiFi天线之间隔离度也非常高,在图11中未示出。从上可知,低频天线、WiFi天线和另一WiFi天线可以同时工作。

[0161] 请参见图12,图12为本申请实施例4的电子设备的另一WiFi天线的辐射方向图,其中,该另一WiFi天线的工作频率为2.45GHz。在图12中,灰度越深,表示场强越大,其中,灰度最深的部分表示场强最大。从图12中可以看出,另一WiFi天线朝向电子设备各方向的辐射能量比较均匀,该WiFi天线的方向性系数降低到了3.998dBi。也就是说,在WiFi天线的全向内辐射的能量都是相对均匀的,不是集中在某一个角度方向的。

[0162] 请参见图13,图13为本申请实施例4的电子设备的另一WiFi天线的SAR值仿真效果图,其中,该另一WiFi天线的工作频率为2.45GHz。请参见图13,灰度越深,表示SAR值越大。图13中虚线框所示部分表示另一WiFi天线的第一辐射体段和第二辐射体段处的SAR值仿真

效果分布情况。从图13中可以看到,另一WiFi天线的SAR值能够降低至2W/kg。

[0163] 显然,本领域的技术人员可以对本申请进行各种改动和变型而不脱离本申请的精神和范围。这样,倘若本申请的这些修改和变型属于本申请权利要求及其等同技术的范围之内,则本申请也意图包含这些改动和变型在内。

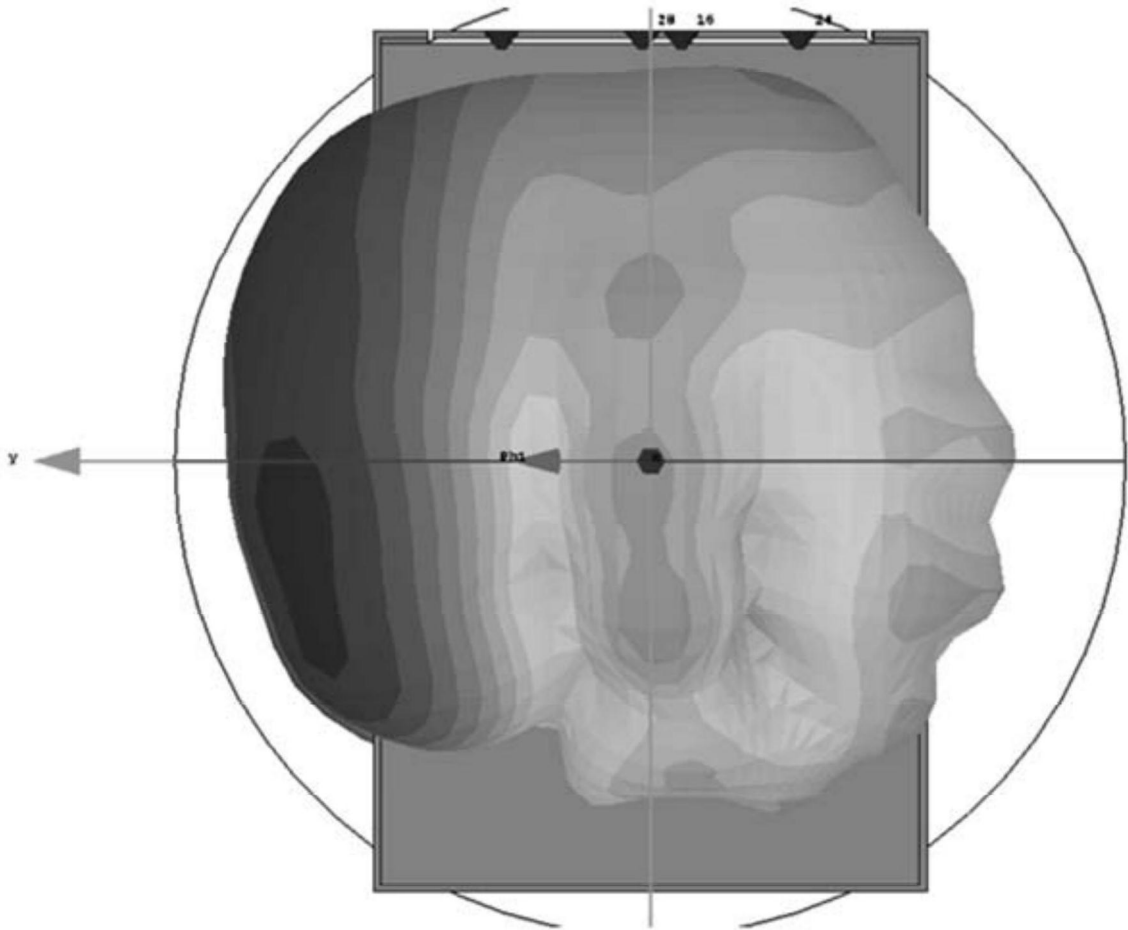


图1

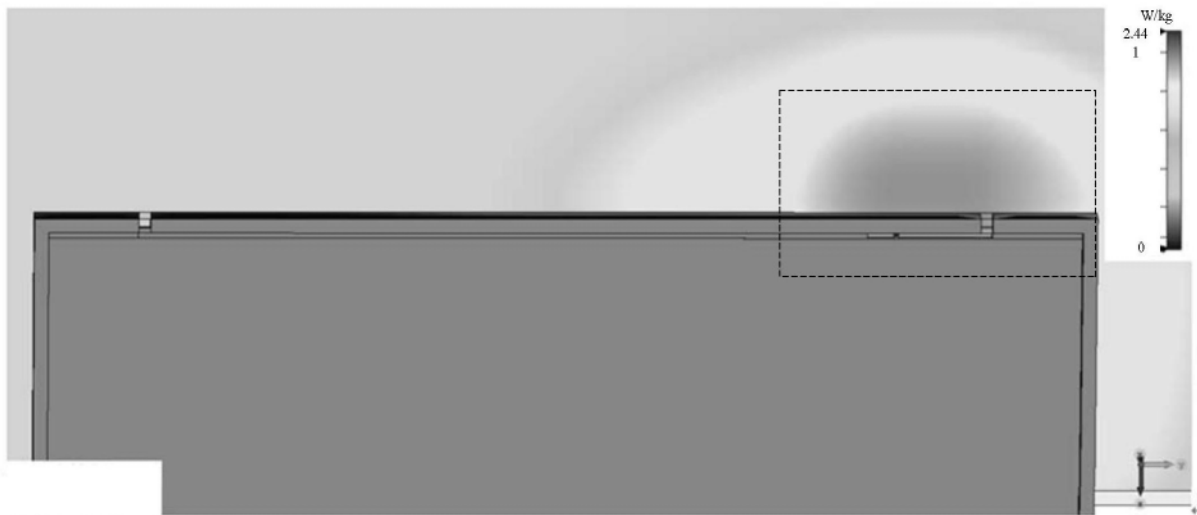


图2

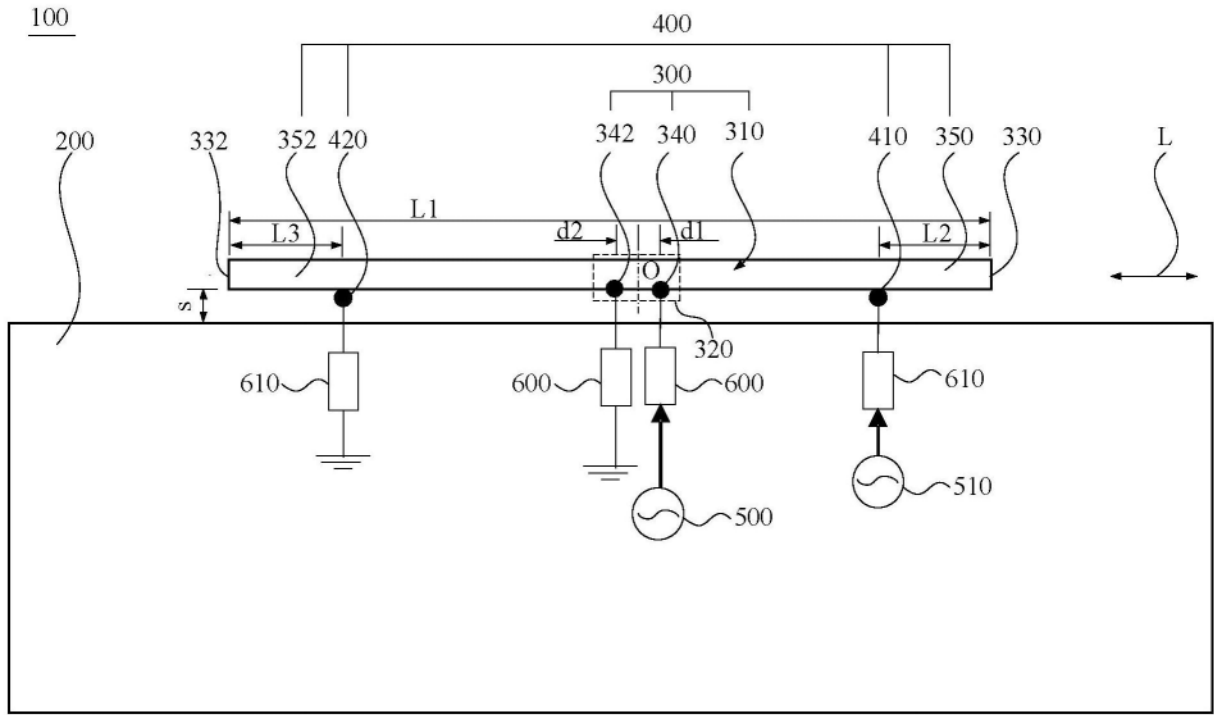


图3

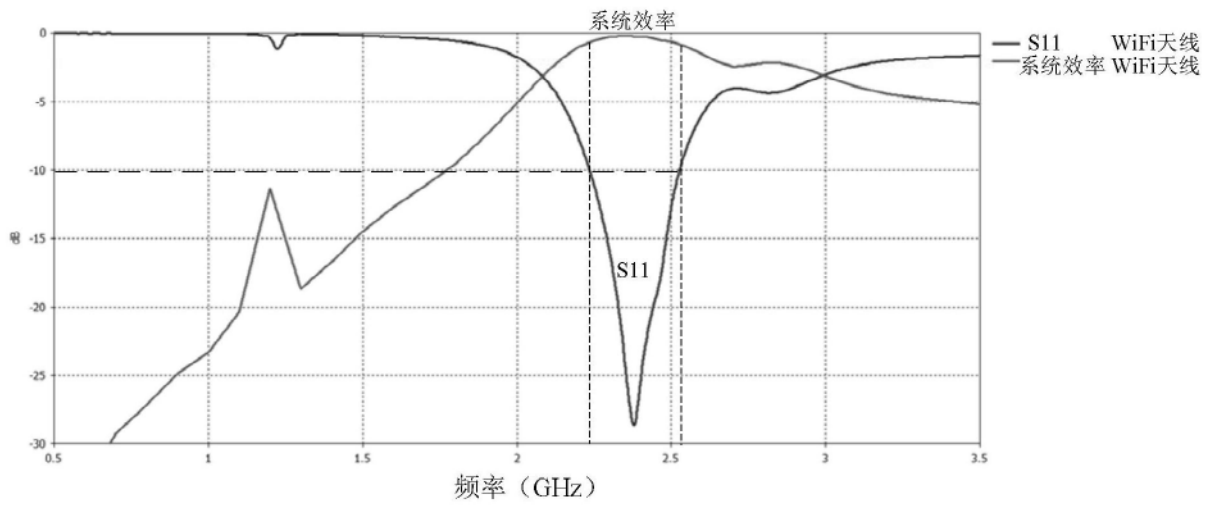


图4

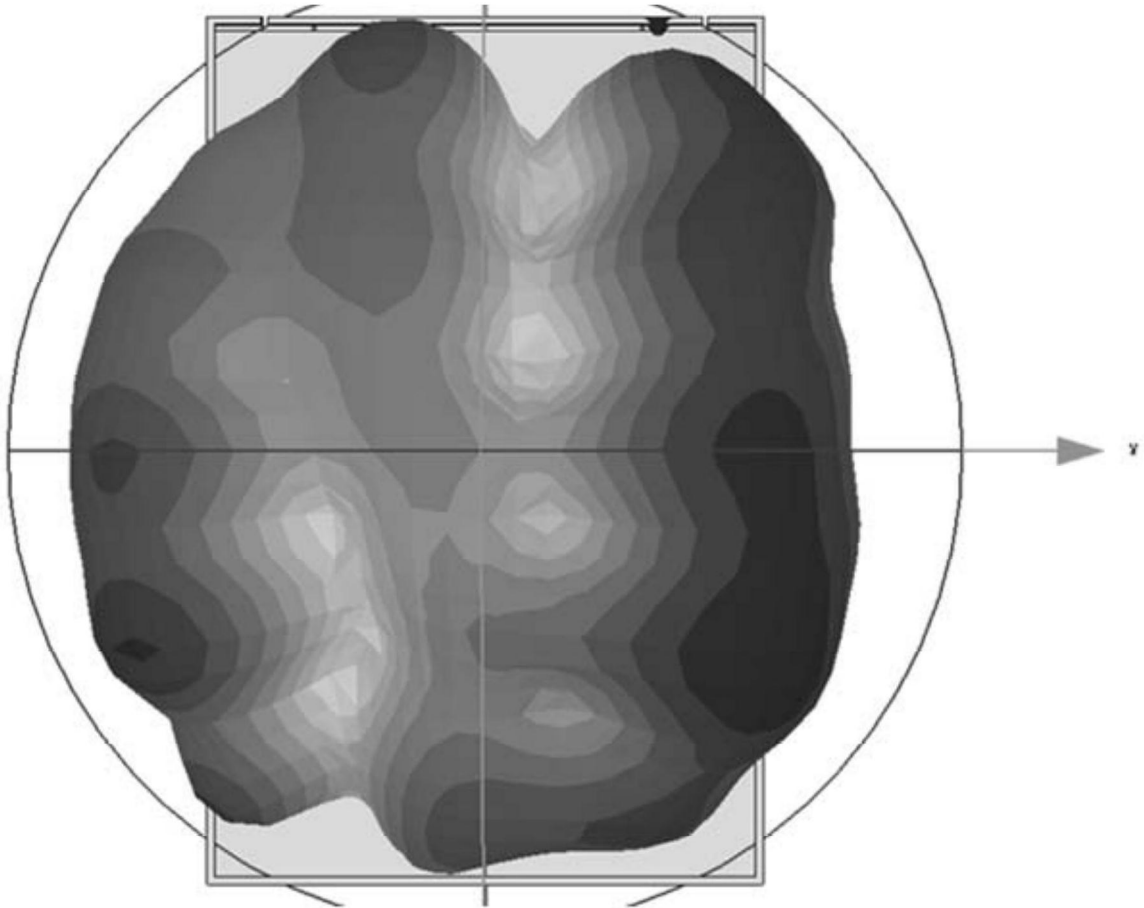


图5

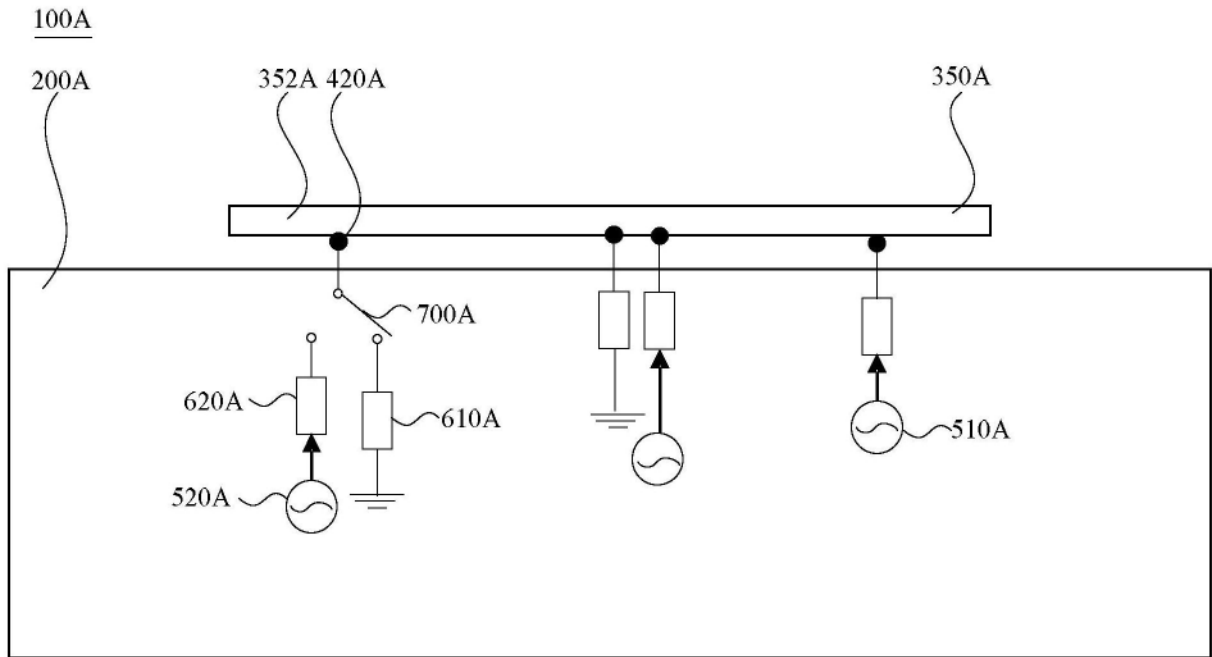


图6

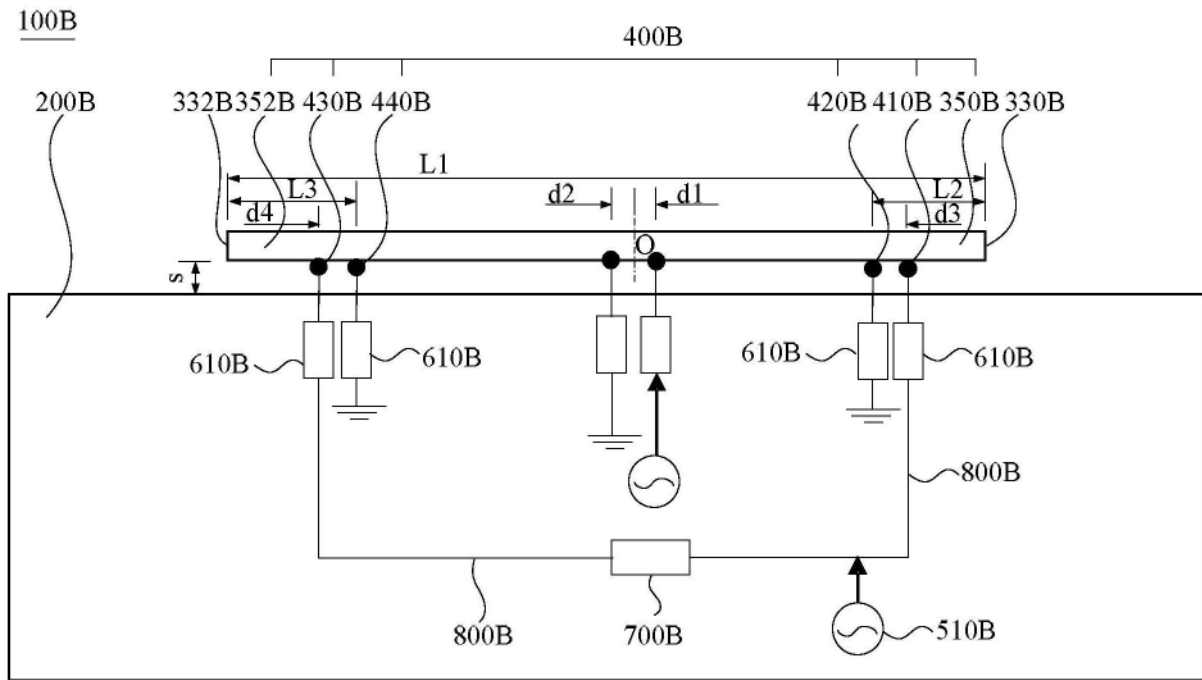


图7

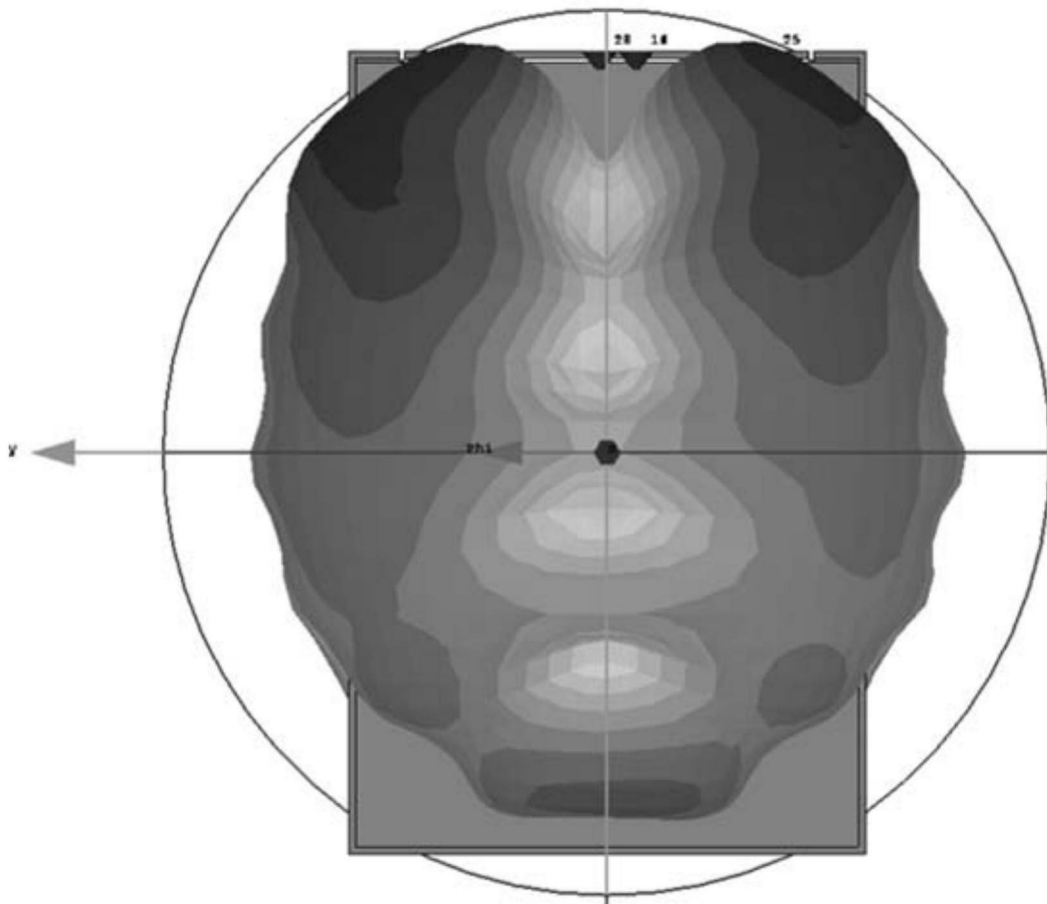


图8

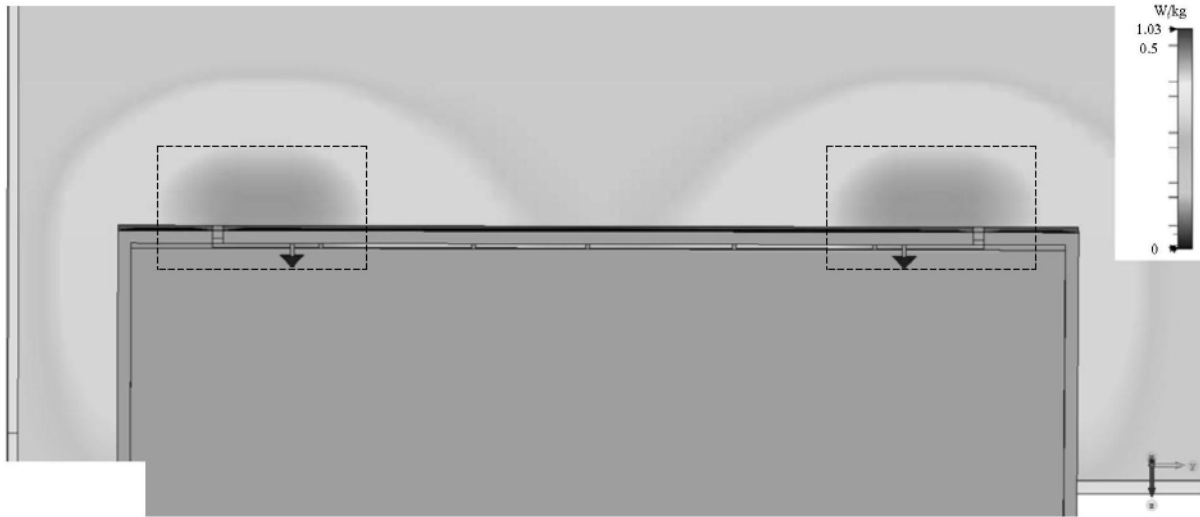


图9

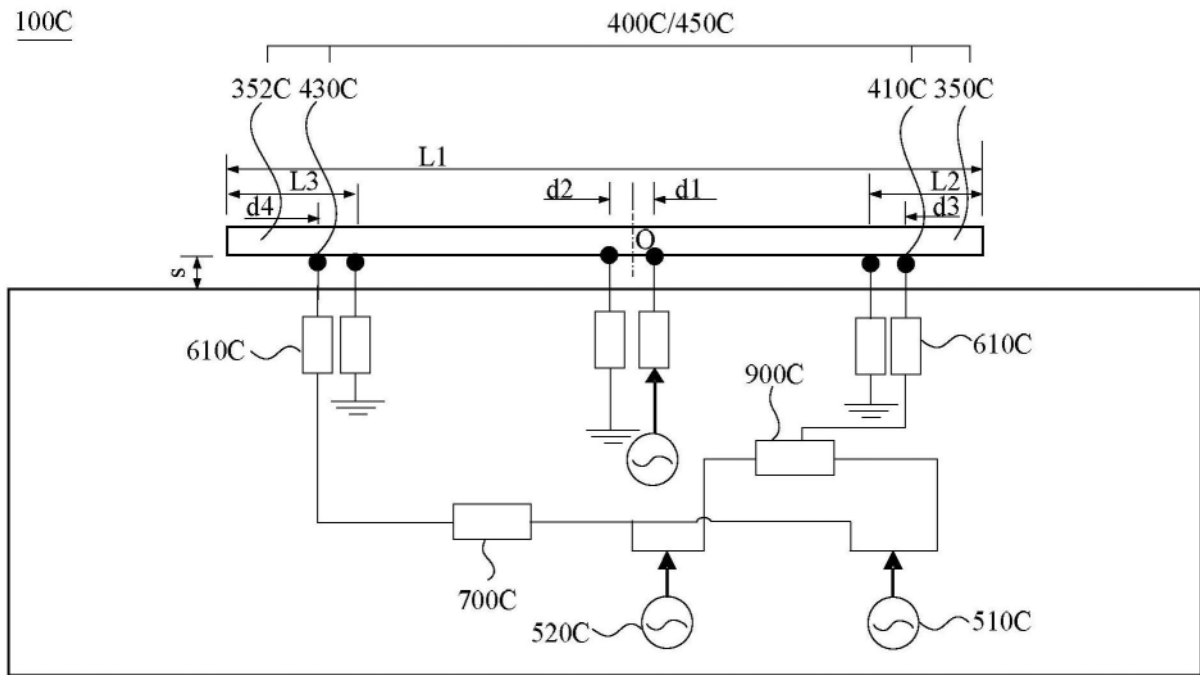


图10

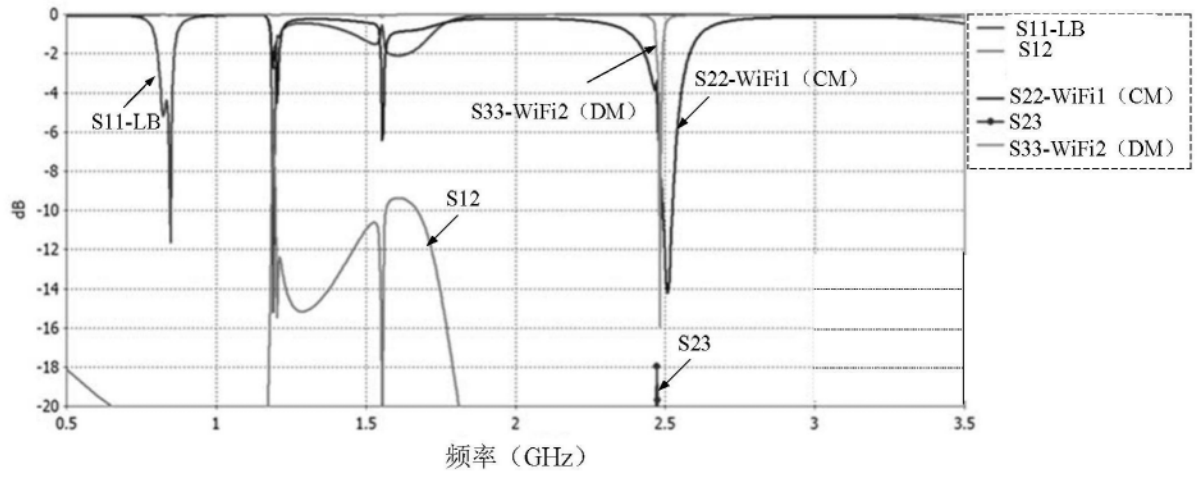


图11

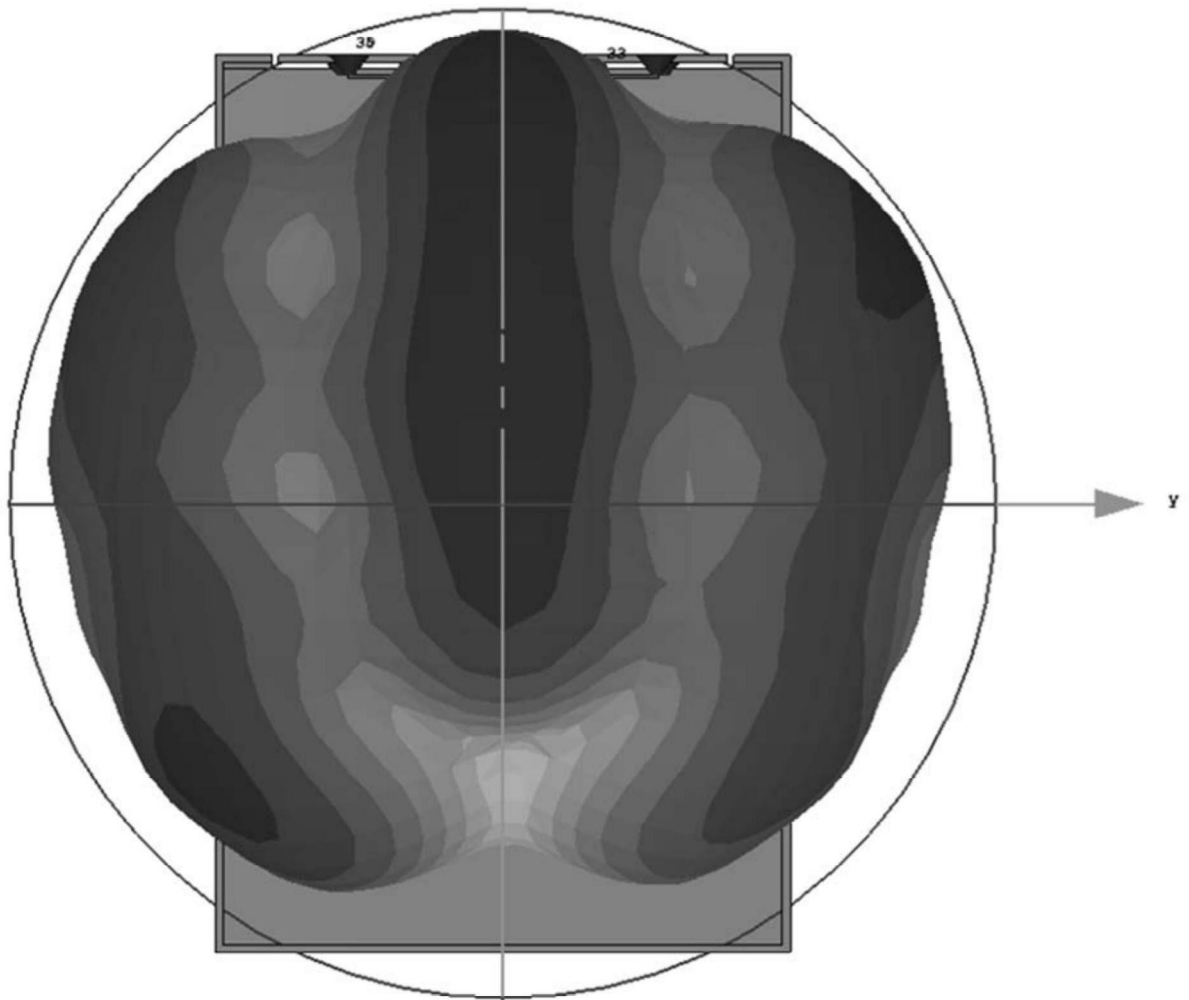


图12

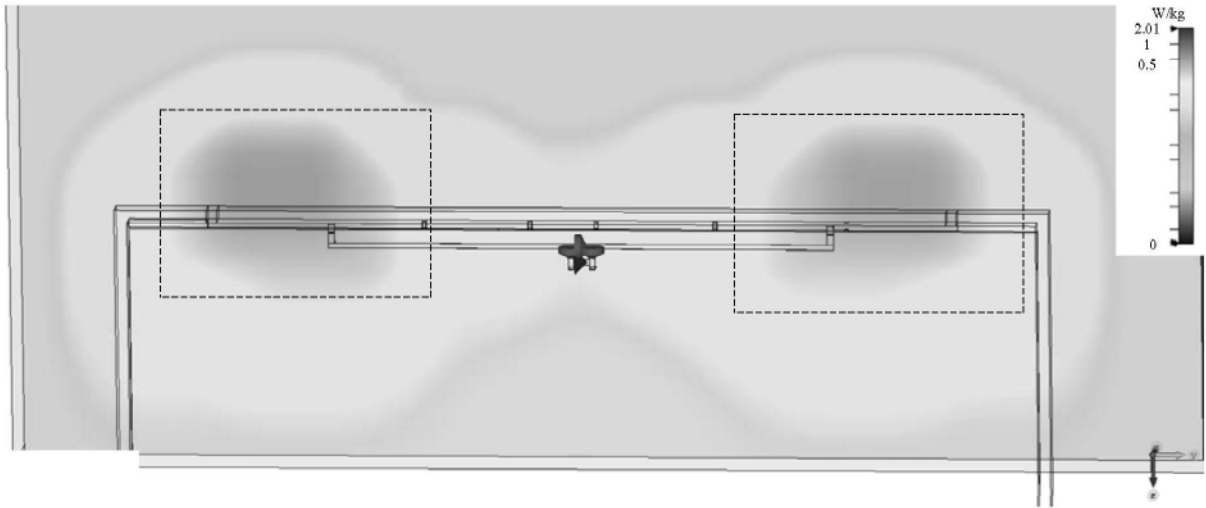


图13