



# (12) 发明专利申请

(10) 申请公布号 CN 118232005 A

(43) 申请公布日 2024.06.21

(21) 申请号 202410348498.4

H01Q 13/10 (2006.01)

(22) 申请日 2024.03.19

H01Q 1/24 (2006.01)

(66) 本国优先权数据

H01Q 1/22 (2006.01)

202310748091.6 2023.06.21 CN

H01Q 1/48 (2006.01)

(62) 分案原申请数据

202410313049.6 2024.03.19

(71) 申请人 华为技术有限公司

地址 518129 广东省深圳市龙岗区坂田华为总部办公楼

(72) 发明人 薛亮 王家明 余冬 王吉康

刘华涛 席宝坤 冯堃

(51) Int. Cl.

H01Q 1/36 (2006.01)

H01Q 1/50 (2006.01)

H01Q 5/378 (2015.01)

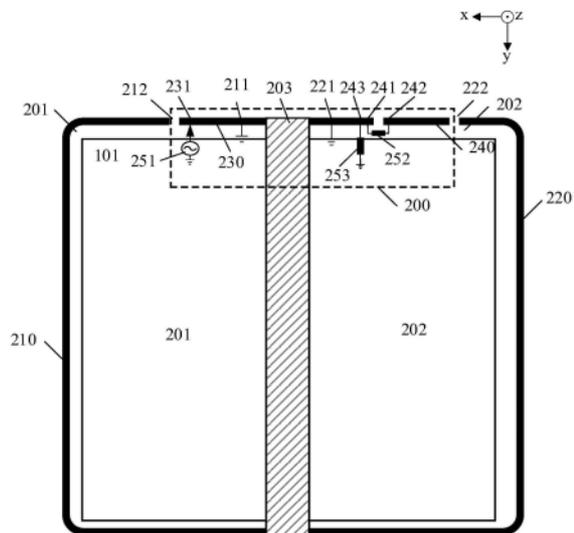
权利要求书4页 说明书41页 附图31页

(54) 发明名称

一种可折叠电子设备

(57) 摘要

本申请实施例提供了一种可折叠电子设备，包括天线。该天线利用可折叠电子设备中设置的第一边框和第二边框作为辐射体。第一边框的部分边框作为馈电枝节，第二边框的部分边框作为寄生枝节。通过在寄生枝节设有断缝，增加寄生枝节的辐射口径以提升天线的辐射特性，从而使电子设备具有更好的通信性能。



1. 一种可折叠电子设备,其特征在于,包括:

第一壳体、第二壳体和地板,其中,

所述第一壳体包括第一边框,所述第二壳体包括第二边框,所述第一边框至少部分的与所述地板间隔设置,所述第二边框至少部分的与所述地板间隔设置;

所述第一边框包括第一位置和第二位置,所述第一边框在所述第一位置与所述地板耦合或设有第一缝隙,所述第一边框在所述第二位置与所述地板耦合或设有第二缝隙;

所述第二边框包括第三位置和第四位置,所述第二边框在所述第三位置与所述地板耦合,所述第二边框在所述第四位置设有第三缝隙;以及

天线,所述天线包括:

第一辐射体和第一馈电电路,所述第一辐射体为所述第一边框在所述第一位置与所述第二位置之间的导电部分,所述第一辐射体包括第一馈电点,所述第一馈电电路与所述第一馈电点耦合;以及

第二辐射体和第一元件,所述第二辐射体为所述第二边框在所述第三位置和所述第四位置之间的导电部分,所述第二辐射体的长度小于或等于所述第一辐射体的长度的三倍;其中,所述第二辐射体包括第一耦接点和第二耦接点,所述第二辐射体在所述第一耦接点和所述第二耦接点之间设有第四缝隙,所述第一元件的第一端与所述第一耦接点耦合,所述第一元件的第二端与所述第二耦接点耦合;

其中,基于所述可折叠电子设备处于折叠状态,所述第一辐射体和所述第二辐射体沿第一方向至少部分重叠,所述第一辐射体用于产生第一谐振,所述第二辐射体和所述第一元件用于产生第一寄生谐振,所述第一方向为所述可折叠电子设备的厚度方向。

2. 根据权利要求1所述的可折叠电子设备,其特征在于,

所述第三位置与所述第四缝隙之间的所述第二辐射体的长度小于所述第三缝隙与所述第四缝隙之间的所述第二辐射体的长度。

3. 根据权利要求1或2所述的可折叠电子设备,其特征在于,

所述第一元件的等效电容值小于或等于第一阈值;

当所述第一寄生谐振的谐振点频率小于或等于1GHz时,所述第一阈值为10pF;

当所述第一寄生谐振的谐振点频率大于1GHz时,所述第一阈值为2pF。

4. 根据权利要求1至3中任一项所述的可折叠电子设备,其特征在于,

所述天线还包括第二元件;所述第二辐射体包括所述第三耦接点,所述第二元件的第一端与所述第三耦接点耦合连接,所述第二元件的第二端与所述地板耦合;

所述第二辐射体、所述第一元件、以及所述第二元件用于产生所述第一寄生谐振。

5. 根据权利要求4所述的可折叠电子设备,其特征在于,所述第二元件的等效电感值小于或等于10nH。

6. 根据权利要求4或5所述的可折叠电子设备,其特征在于,

所述第一耦接点位于所述第三位置和所述第四缝隙之间,所述第二耦接点位于所述第四位置和所述第四缝隙之间;

所述第三耦接点位于所述第三位置与所述第一耦接点之间,所述第一耦接点与所述第三耦接点之间的距离大于或等于0mm且小于或等于5mm;或,

所述第三耦接点位于所述第四位置与所述第二耦接点之间,所述第二耦接点与所述第

三耦接点之间的距离大于或等于0mm且小于或等于5mm。

7. 根据权利要求1至6中任一项所述的可折叠电子设备,其特征在于,所述第四缝隙的宽度大于或等于0.1mm,且小于或等于2mm。

8. 根据权利要求1至7中任一项所述的可折叠电子设备,其特征在于,所述第一耦接点与所述第四缝隙之间的距离小于或等于5mm,和/或,所述第二耦接点与所述第四缝隙之间的距离小于或等于5mm。

9. 根据权利要求1至8中任一项所述的可折叠电子设备,其特征在于,所述第二辐射体的电长度大于第一波长的八分之三,所述第一波长为所述第一寄生谐振对应的波长。

10. 根据权利要求1至9中任一项所述的可折叠电子设备,其特征在于,当所述第一谐振的谐振点频率小于或等于1.5GHz时,所述第一寄生谐振的谐振点与所述第一谐振的谐振点之间的频率之差小于或等于200MHz,

当所述第一谐振的谐振点频率小于或等于3GHz且大于1.5GHz时,所述第一寄生谐振的谐振点与所述第一谐振的谐振点之间的频率之差小于或等于400MHz,

当所述第一谐振的谐振点频率小于或等于6GHz且大于3GHz时,所述第一寄生谐振的谐振点与所述第一谐振的谐振点之间的频率之差小于或等于600MHz。

11. 根据权利要求1至10中任一项所述的可折叠电子设备,其特征在于,所述第二辐射体的长度大于或等于所述第一辐射体的长度的0.8倍。

12. 根据权利要求1至11中任一项所述的可折叠电子设备,其特征在于,所述第一边框在所述第一位置与地板耦合,所述第一边框在所述第二位置设有所述第二缝隙。

13. 根据权利要求12所述的可折叠电子设备,其特征在于,所述第二辐射体的长度大于或等于所述第一辐射体的长度的1.5倍,且小于或等于所述第一辐射体的长度的2.5倍。

14. 根据权利要求12所述的可折叠电子设备,其特征在于,所述第一边框包括第五位置和第六位置,所述第二位置位于所述第五位置和所述第一位置之间,所述第五位置位于所述第二位置和所述第六位置之间,所述第一边框在所述第五位置与所述地板耦合,所述第一边框在所述第六位置设有第五缝隙;

所述天线包括第三辐射体和第二馈电电路,所述第三辐射体为所述第一边框在所述第五位置与所述第六位置之间的导电部分,所述第三辐射体包括所述第二馈电点,所述第二馈电电路与所述第二馈电点耦合连接。

15. 根据权利要求12所述的可折叠电子设备,其特征在于,所述第一边框包括第五位置和第六位置,所述第二位置位于所述第五位置和所述第一位置之间,所述第五位置位于所述第二位置和所述第六位置之间,所述第一边框在所述第五位置与所述地板耦合,所述第一边框在所述第六位置设有第五缝隙;

所述天线包括第三辐射体和第二馈电电路,所述第三辐射体为所述第一边框在所述第二位置与所述第六位置之间的导电部分,所述第三辐射体包括所述第二馈电点,所述第二馈电电路与所述第二馈电点耦合连接。

16. 根据权利要求15所述的可折叠电子设备,其特征在于,

所述天线包括第三元件；

所述第三辐射体还包括第四耦接点,所述第二馈电点位于所述第五位置和所述第六位置之间,所述第四耦接点位于所述第二位置和所述第五位置之间,所述第三元件的第一端与所述第四耦接点耦合连接,所述第三元件的第二端与所述地板耦合。

17. 根据权利要求1至16中任一项所述的可折叠电子设备,其特征在于,

所述可折叠电子设备还包括第三壳体,所述第三壳体包括第三边框,所述第三边框至少部分的与所述地板间隔设置,其中,

所述第三边框包括第五位置和第六位置,所述第三边框在所述第五位置与所述地板耦合或设有第五缝隙,所述第三边框在所述第六位置与所述地板耦合或设有第六缝隙;

所述可折叠电子设备还包括第一转轴和第二转轴,,所述第一转轴位于所述第一壳体和所述第二壳体之间,且所述第一转轴分别与所述第一壳体和所述第二壳体转动连接;所述第二转轴位于所述第一壳体和所述第三壳体之间,且所述第二转轴分别与所述第一壳体和所述第三壳体转动连接;

所述天线包括第三辐射体和第二馈电电路,所述第三辐射体为所述第一边框在所述第五位置与所述第六位置之间的导电部分,所述第三辐射体包括所述第二馈电点,所述第二馈电电路与所述第二馈电点耦合连接;

基于所述可折叠电子设备处于折叠状态,所述第三辐射体和所述第二辐射体沿第一方向至少部分重叠。

18. 根据权利要求17所述的可折叠电子设备,其特征在于,

所述第一边框在所述第一位置设有所述第一缝隙,所述第一边框在所述第二位置设有所述第二缝隙;

所述第三边框在所述第五位置与所述地板耦合,所述第三边框在所述第六位置设有第六缝隙;

所述第一边框还包括第一接地点,所述第一接地点位于所述第一位置和所述第二位置之间,所述第一边框在所述第一接地点与所述地板耦合。

19. 根据权利要求18所述的可折叠电子设备,其特征在于,

所述天线包括第三元件;

所述第一辐射体还包括第四耦接点,所述第一馈电点位于所述第一接地点和所述第二位置之间,所述第四耦接点位于所述第一位置和所述第一接地点之间,所述第三元件的第一端与所述第四耦接点耦合连接,所述第三元件的第二端与所述地板耦合。

20. 根据权利要求17所述的可折叠电子设备,其特征在于,

所述第一边框在所述第一位置设有所述第一缝隙,所述第一边框在所述第二位置设有所述第二缝隙;

所述第三边框在所述第五位置设有第五缝隙,所述第三边框在所述第六位置设有第六缝隙;

所述第一边框还包括第一接地点,所述第一接地点位于所述第一位置和所述第二位置之间,所述第一边框在所述第一接地点与所述地板耦合;

所述第三边框还包括第二接地点,所述第二接地点位于所述第五位置和所述第六位置之间,所述第三边框在所述接地点与所述地板耦合。

21. 根据权利要求20所述的可折叠电子设备,其特征在于,

所述天线包括第一调谐器件和第二调谐器件;

所述第三辐射体还包括第四耦接点和第五耦接点,所述第四耦接点位于所述第五位置和所述第六位置之间,所述第五耦接点位于所述第二位置和所述第五位置之间;

所述第一调谐器件的第一端与所述第四耦接点耦合连接,所述第一调谐器件的第二端与所述地板耦合,所述第二调谐器件的第一端与所述第五耦接点耦合连接,所述第二调谐器件的第二端与所述地板耦合。

22. 根据权利要求17至21中任一项所述的可折叠电子设备,其特征在于,基于所述可折叠电子设备处于折叠状态,所述第一辐射体和所述第三辐射体沿所述第一方向至少部分重叠。

23. 根据权利要求17至21中任一项所述的可折叠电子设备,其特征在于,基于所述可折叠电子设备处于折叠状态,所述第一辐射体和所述第三辐射体沿所述第一方向完全不重叠。

24. 根据权利要求14至23中任一项所述的可折叠电子设备,其特征在于,

所述第三辐射体用于产生第二谐振,所述第一寄生谐振的谐振点与所述第二谐振的谐振点之间的频率之差小于或等于200MHz。

25. 根据权利要求14至24中任一项所述的可折叠电子设备,其特征在于,

所述第三辐射体用于产生第二谐振,所述第一谐振的谐振频段与所述第二谐振的谐振频段同频或邻近。

26. 根据权利要求1至12中任一项所述的可折叠电子设备,其特征在于,

所述第二边框包括第五位置和第六位置,所述第四位置位于所述第五位置和所述第三位置之间,所述第五位置位于所述第四位置和所述第六位置之间,所述第二边框在所述第五位置与所述地板耦合,所述第二边框在所述第六位置设有第六缝隙;

所述天线包括第三辐射体和第四元件,所述第三辐射体为所述第二边框在所述第五位置与所述第六位置之间的导电部分,所述第三辐射体和所述第一辐射体沿第一方向不重叠,所述第二辐射体包括第七耦接点,所述第三辐射体包括第八耦接点,所述第四元件的第一端与所述第七耦接点耦合连接,所述第四元件的第二端与所述第八耦接点耦合连接。

27. 根据权利要求1-26中任一项所述的可折叠电子设备,其特征在于,

所述天线包括第四元件;

所述第一辐射体还包括第五耦接点和第六耦接点,所述第一辐射体在所述第五耦接点和所述第六耦接点之间设有第六缝隙,所述第四元件的第一端与所述第五耦接点耦合,所述第四元件的第二端与所述第六耦接点耦合。

## 一种可折叠电子设备

### 技术领域

[0001] 本申请涉及无线通信领域,尤其涉及一种可折叠电子设备。

### 背景技术

[0002] 随着无线通信技术的快速发展,过去第二代(second generation,2G)移动通信系统主要支持通话功能,电子设备只是人们用于收发简讯以及语音沟通的工具,无线上网功能由于数据传输利用语音信道来传送,速度极为缓慢。现今,电子设备除了用于通话、发送短信、拍照之外,更可用于在线听音乐、观看网络影片、实时视频等,涵盖了人们生活中通话、影视娱乐以及电子商务等各式应用,在这之中,多种功能应用都需要无线网络上传及下载数据,因此,数据的高速传输变得极为重要。

[0003] 随着人们对于高速数据传输的需求提升,电子设备的工业设计(industrial design,ID)的发展趋势是大屏占比,多摄像头。这造成了天线净空的大幅减小,布局空间越来越受限。但这与天线本身作为开放系统的特质存在矛盾,制约了天线的性能。

### 发明内容

[0004] 本申请实施例提供了一种可折叠电子设备,包括天线。该天线利用电子设备可折叠设置的第一边框和第二边框作为辐射体。第一边框的部分边框作为辐射枝节(馈电点馈入信号的枝节),第二边框的部分边框作为寄生枝节(通过耦合主辐射枝节来耦合信号的枝节)。通过在寄生枝节设有断缝,增加天线的辐射口径以提升天线的辐射特性。

[0005] 第一方面,提供了一种可折叠电子设备,包括:第一壳体、第二壳体和地板,其中,所述第一壳体包括第一边框,所述第二壳体包括第二边框,所述第一边框至少部分的与所述地板间隔设置,所述第二边框至少部分的与所述地板间隔设置;所述第一边框包括第一位置和第二位置,所述第一边框在所述第一位置与所述地板耦合或设有第一缝隙,所述第一边框在所述第二位置与所述地板耦合或设有第二缝隙;所述第二边框包括第三位置和第四位置,所述第二边框在所述第三位置与所述地板耦合,所述第二边框在所述第四位置设有第三缝隙;第一转轴,所述第一转轴位于所述第一壳体和所述第二壳体之间,且所述第一转轴分别与所述第一壳体和所述第二壳体转动连接;以及天线,所述天线包括:第一辐射体和第一馈电电路,所述第一辐射体为所述第一边框在所述第一位置与所述第二位置之间的导电部分,所述第一辐射体包括第一馈电点,所述第一馈电电路与所述第一馈电点耦合,第二辐射体和第一元件,所述第二辐射体为所述第二边框在所述第三位置和所述第四位置之间的导电部分,所述第二辐射体的长度小于或等于所述第一辐射体的长度的三倍;其中,所述第二辐射体包括第一耦接点和第二耦接点,所述第二辐射体在所述第一耦接点和所述第二耦接点之间设有第四缝隙,所述第一元件的第一端与所述第一耦接点耦合,所述第一元件的第二端与所述第二耦接点耦合;其中,基于所述可折叠电子设备处于折叠状态,所述第一辐射体和所述第二辐射体沿第一方向至少部分重叠,所述第一辐射体用于产生第一谐振,所述第二辐射体和所述第一元件用于产生第一寄生谐振,所述第一方向为所述可折叠

电子设备的厚度方向。

[0006] 根据本申请实施例,在第一耦接点和第二耦接点之间设有第四缝隙,并耦合连接第一元件(第一元件可以用于确定第四缝隙的等效电容值),可以增加第二辐射体的辐射口径。由于增加了第二辐射体的辐射口径,可以减小第二辐射体的单个电流强点的强度,使电流更加均匀地分布,减少第二辐射体和第二辐射体周围设置的导体和介质所带来的导体损耗和介质损耗,进而提升天线的系统效率和辐射效率。

[0007] 结合第一方面,在第一方面的某些实现方式中,所述天线还包括第二元件;所述第二辐射体包括所述第三耦接点,所述第二元件的第一端与所述第三耦接点耦合连接,所述第二元件的第二端与所述地板耦合;所述第二辐射体、所述第一元件、以及所述第二元件用于产生所述第一寄生谐振。

[0008] 根据本申请实施例,在本申请实施例提供的技术方案中,第二辐射体在第三耦接点处通过元件与地板耦合,可以增加第二辐射体的辐射口径。由于增加了第二辐射体的辐射口径,可以减小第二辐射体的单个电流强点的强度,使电流更加均匀地分布,减少第二辐射体和第二辐射体周围设置的导体和介质所带来的导体损耗和介质损耗,进而提升天线的系统效率和辐射效率。

[0009] 结合第一方面,在第一方面的某些实现方式中,所述第三位置与所述第四缝隙之间的所述第二辐射体的长度小于所述第三缝隙与所述第四缝隙之间的所述第二辐射体的长度。

[0010] 根据本申请实施例,由于第二边框在第三位置与地板耦合,第二辐射体在第三位置附近的电流较强,在第四位置附近的电流较弱。当第四缝隙设有在电流较强的区域时,减小第二辐射体的单个电流强点的强度的效果更为明显,第二辐射体电流分布相对更加均匀。由于第二辐射体电流分布相对更加均匀,第二辐射体和第二辐射体周围设置的导体和介质所带来的导体损耗和介质损耗更小。在一个实施例中,第二辐射体电流分布相对更加均匀,第二辐射体的辐射口径提升更为明显,提升天线的系统效率和辐射效率的效果更好。

[0011] 结合第一方面,在第一方面的某些实现方式中,所述第二元件的等效电感值小于或等于10nH。

[0012] 结合第一方面,在第一方面的某些实现方式中,所述第一耦接点位于所述第三位置和所述第四缝隙之间,所述第二耦接点位于所述第四位置和所述第四缝隙之间;所述第三耦接点位于所述第三位置与所述第一耦接点之间,所述第一耦接点与所述第三耦接点之间的距离大于或等于0mm且小于或等于5mm;或,所述第三耦接点位于所述第四位置与所述第二耦接点之间,所述第二耦接点与所述第三耦接点之间的距离大于或等于0mm且小于或等于5mm。

[0013] 根据本申请实施例,当第三耦接点与第一耦接点之间的距离等于0mm时,第三耦接点与第一耦接点重合。在一个实施例中,第一元件的第一端和第二元件的第一端可以通过同一个连接件与第一耦接点(第三耦接点)耦合连接。

[0014] 第三耦接点可以位于第三位置与第一耦接点之间,第二元件可以为电感,可以进一步增大第二辐射体的辐射口径。应可理解,当第三耦接点位于第三位置与第一耦接点之间,第一元件与第二元件之间类似于串联的关系。

[0015] 在一个实施例中,当第三耦接点位于第三位置与第一耦接点之间,第二元件可以

为电容,可以用于减小第二辐射体的辐射口径,通过第一元件和第二元件,同时对第二辐射体的辐射口径进行调整,已达到期望频段下的寄生谐振。

[0016] 当第三耦接点与第二耦接点之间的距离等于0mm时,第三耦接点与第二耦接点重合。在一个实施例中,第一元件的第二端和第二元件的第一端可以通过同一个连接件与第二耦接点(第三耦接点)耦合连接。

[0017] 第三耦接点可以位于第四位置与第二耦接点之间,第二元件可以为电容,可以提升第一耦接点与第三耦接点之间的等效电容。应可理解,当第三耦接点位于第四位置与第二耦接点之间,第一元件与第二元件之间类似于并联的关系。在一个实施例中,当第一元件的等效电容值为2pF时,损耗较高,而可以利用第二元件在保证相同效果(例如,辐射口径相同)的情况下(第一元件的等效电容值为1pF,第二元件的等效电容值为1pF,第一耦接点与第三耦接点之间的等效电容值为2pF),降低损耗,从而提升天线的辐射特性。

[0018] 在一个实施例中,当第三耦接点位于第四位置与第二耦接点之间,第二元件可以为电感,可以用于减小第二辐射体的辐射口径,通过第一元件和第二元件,同时对第二辐射体的辐射口径进行调整,已达到期望频段下的寄生谐振。

[0019] 结合第一方面,在第一方面的某些实现方式中,所述第四缝隙的宽度大于或等于0.1mm,且小于或等于2mm。

[0020] 结合第一方面,在第一方面的某些实现方式中,所述第一耦接点与所述第四缝隙之间的距离小于或等于5mm,和/或,所述第二耦接点与所述第四缝隙之间的距离小于或等于5mm。

[0021] 结合第一方面,在第一方面的某些实现方式中,所述第一边框在所述第一位置与地板耦合,所述第一边框在所述第二位置设有第二缝隙;其中,基于所述可折叠电子设备处于折叠状态,所述第二缝隙在所述第一方向与所述第三缝隙或所述第四缝隙对齐。

[0022] 结合第一方面,在第一方面的某些实现方式中,所述第一元件的等效电容值小于或等于第一阈值;当所述第一寄生谐振的谐振点频率小于或等于1GHz时,所述第一阈值为10pF;当所述第一寄生谐振的谐振点频率大于1GHz时,所述第一阈值为2pF。

[0023] 结合第一方面,在第一方面的某些实现方式中,所述第二辐射体的电长度大于第一波长的八分之三,所述第一波长为所述第一寄生谐振对应的波长。

[0024] 根据本申请实施例,第二辐射体的第一端为接地端,第二端为开放端。第二辐射体的第一寄生谐振可以对应于四分之一波长模式。通过第二元件和第四缝隙,可以使第二辐射体的电长度大于第一波长的八分之三,第二辐射体上的电流同向(不发生反向)、第二辐射体与地板之间的电场不发生反向。第二辐射体的电长度由第一波长的四分之一波长增加至第一波长的八分之三以上,但仍工作于四分之一波长模式。在这种情况下,分散第二辐射体240上的电流密度,并减弱了第二辐射体与地板之间的电流密度,从而减少辐射体和辐射体周围设置的导体和介质所带来的损耗,进而提升天线的辐射特性。

[0025] 结合第一方面,在第一方面的某些实现方式中,所述第二辐射体的长度大于或等于所述第一辐射体的长度的0.8倍。

[0026] 结合第一方面,在第一方面的某些实现方式中,所述第二辐射体的长度大于或等于所述第一辐射体的长度的1.5倍,且小于或等于所述第一辐射体的长度的2.5倍。

[0027] 结合第一方面,在第一方面的某些实现方式中,所述第一寄生谐振的谐振点与所

述第一谐振的谐振点之间的频率之差小于或等于200MHz。

[0028] 结合第一方面,在第一方面的某些实现方式中,所述第一边框在所述第一位置与地板耦合,所述第一边框在所述第二位置设有所述第二缝隙。

[0029] 根据本申请实施例,当第一辐射体的第一端、第二端中的一端为接地端、另一端为开放端,且第一辐射体上的电流同向,则可以认为,第一辐射体工作于四分之一模式。其中,第一辐射体的接地端电流较强,第一辐射体的开放端电场较强。

[0030] 结合第一方面,在第一方面的某些实现方式中,所述第一边框包括第五位置和第六位置,所述第二位置位于所述第五位置和所述第一位置之间,所述第五位置位于所述第二位置和所述第六位置之间,所述第一边框在所述第一位置和所述第五位置与所述地板耦合,所述第一边框在所述第二位置和所述第六位置分别设有第二缝隙和第五缝隙;所述天线包括第三辐射体和第二馈电电路,所述第三辐射体为所述第一边框在所述第五位置与所述第六位置之间的导电部分,所述第三辐射体包括所述第二馈电点,所述第二馈电电路与所述第二馈电点耦合连接。

[0031] 结合第一方面,在第一方面的某些实现方式中,所述第一边框包括第五位置和第六位置,所述第二位置位于所述第五位置和所述第一位置之间,所述第五位置位于所述第二位置和所述第六位置之间,所述第一边框在所述第一位置和所述第五位置与所述地板耦合,所述第一边框在所述第二位置和所述第六位置分别设有第二缝隙和第五缝隙;所述天线包括第三辐射体和第二馈电电路,所述第三辐射体为所述第一边框在所述第二位置与所述第六位置之间的导电部分,所述第三辐射体包括所述第二馈电点,所述第二馈电电路与所述第二馈电点耦合连接。

[0032] 根据本申请实施例,第一辐射体和第一馈电电路可以形成第一天线单元。第三辐射体和第二馈电电路可以形成第二天线单元。第二辐射体可以同时作为第一天线单元和第二天线单元的寄生枝节,用于提升第一天线单元和第二天线单元的辐射特性。并且,由于第一天线单元和第二天线单元可以复用第二辐射体,可以在同时提升第一天线单元和第二天线单元的辐射特性的同时实现天线的整体结构的小型化。

[0033] 结合第一方面,在第一方面的某些实现方式中,所述天线包括第三元件;所述第三辐射体还包括第四耦接点,所述第二馈电点位于所述第五位置和所述第六位置之间,所述第四耦接点位于所述第二位置和所述第五位置之间,所述第三元件的第一端与所述第四耦接点耦合连接,所述第三元件的第二端与所述地板耦合。

[0034] 结合第一方面,在第一方面的某些实现方式中,所述可折叠电子设备还包括第三壳体,所述第三壳体包括第三边框,所述第三边框至少部分的与所述地板间隔设置,其中,所述第三边框包括第五位置和第六位置,所述第三边框在所述第五位置与所述地板耦合或设有第五缝隙,所述第三边框在所述第六位置与所述地板耦合或设有第六缝隙;所述可折叠电子设备还包括第二转轴,所述第二转轴位于所述第一壳体和所述第三壳体之间,且所述第二转轴分别与所述第一壳体和所述第三壳体转动连接;所述天线包括第三辐射体和第二馈电电路,所述第三辐射体为所述第一边框在所述第五位置与所述第六位置之间的导电部分,所述第三辐射体包括所述第二馈电点,所述第二馈电电路与所述第二馈电点耦合连接;基于所述可折叠电子设备处于折叠状态,所述第三辐射体和所述第二辐射体沿第一方向至少部分重叠。

[0035] 结合第一方面,在第一方面的某些实现方式中,所述第一边框在所述第一位置设有第一缝隙,所述第一边框在所述第二位置设有第二缝隙;所述第三边框在所述第五位置与所述地板耦合,所述第三边框在所述第六位置设有第六缝隙;所述第一边框还包括第一接地点,所述第一接地点位于所述第一位置和所述第二位置之间,所述第一边框在所述第一接地点与所述地板耦合。

[0036] 结合第一方面,在第一方面的某些实现方式中,所述天线包括第三元件;所述第一辐射体还包括第四耦接点,所述第一馈电点位于所述第一接地点和所述第二位置之间,所述第四耦接点位于所述第一位置和所述第一接地点之间,所述第三元件的第一端与所述第四耦接点耦合连接,所述第三元件的第二端与所述地板耦合。

[0037] 结合第一方面,在第一方面的某些实现方式中,所述第一边框在所述第一位置设有第一缝隙,所述第一边框在所述第二位置设有第二缝隙;所述第三边框在所述第五位置设有第五缝隙,所述第三边框在所述第六位置设有第六缝隙;所述第一边框还包括第一接地点,所述第一接地点位于所述第一位置和所述第二位置之间,所述第一边框在所述第一接地点与所述地板耦合;所述第三边框还包括第二接地点,所述第二接地点位于所述第五位置和所述第六位置之间,所述第三边框在所述接地点与所述地板耦合。

[0038] 结合第一方面,在第一方面的某些实现方式中,所述天线包括第一调谐器件和第二调谐器件;所述第三辐射体还包括第四耦接点和第五耦接点,所述第四耦接点位于所述第五位置和所述第六位置之间,所述第五耦接点位于所述第二位置和所述第五位置之间;所述第一调谐器件的第一端与所述第四耦接点耦合连接,所述第一调谐器件的第二端与所述地板耦合,所述第二调谐器件的第一端与所述第五耦接点耦合连接,所述第二调谐器件的第二端与所述地板耦合。

[0039] 结合第一方面,在第一方面的某些实现方式中,基于所述可折叠电子设备处于折叠状态,所述第一辐射体和所述第三辐射体沿所述第一方向至少部分重叠。

[0040] 结合第一方面,在第一方面的某些实现方式中,基于所述可折叠电子设备处于折叠状态,所述第一辐射体和所述第三辐射体沿所述第一方向完全不重叠。

[0041] 结合第一方面,在第一方面的某些实现方式中,所述第三辐射体用于产生第二谐振,所述第一寄生谐振的谐振点与所述第二谐振的谐振点之间的频率之差小于或等于200MHz。

[0042] 结合第一方面,在第一方面的某些实现方式中,所述第三辐射体用于产生第二谐振,所述第一谐振的谐振频段与所述第二谐振的谐振频段同频或邻近。

[0043] 结合第一方面,在第一方面的某些实现方式中,所述可折叠电子设备还包括第三壳体,所述第三壳体包括第三边框,所述第三边框至少部分的与所述地板间隔设置,其中,所述第三边框包括第五位置和第六位置,所述第三边框在所述第五位置与所述地板耦合,所述第三边框在所述第六位置设有第五缝隙;所述可折叠电子设备还包括第二转轴,所述第二转轴位于所述第二壳体和所述第三壳体之间,且所述第二转轴分别与所述第一壳体和所述第三壳体转动连接;所述天线包括第三辐射体,所述第三辐射体为所述第三边框在所述第五位置与所述第六位置之间的导电部分;基于所述可折叠电子设备处于折叠状态,所述第三辐射体和所述第一辐射体沿第一方向至少部分重叠。

[0044] 根据本申请实施例,作为寄生枝节的第二辐射体和第三辐射体分别位于不同的壳

体上,并与作为主辐射枝节的第一辐射体在第一方向上至少部分重叠,通过间接耦合的方式产生谐振。

[0045] 结合第一方面,在第一方面的某些实现方式中,所述天线包括第四元件;所述第三辐射体还包括第五耦接点和第六耦接点,所述第三辐射体在所述第五耦接点和所述第六耦接点之间设有第六缝隙,所述第四元件的第一端与所述第五耦接点耦合,所述第四元件的第二端与所述第六耦接点耦合。

[0046] 结合第一方面,在第一方面的某些实现方式中,所述第二边框包括第五位置和第六位置,所述第四位置位于所述第五位置和所述第三位置之间,所述第五位置位于所述第四位置和所述第六位置之间,所述第二边框在所述第五位置与所述地板耦合,所述第二边框在所述第六位置设有第六缝隙;所述天线包括第三辐射体和第四元件,所述第三辐射体为所述第二边框在所述第五位置与所述第六位置之间的导电部分,所述第三辐射体和所述第一辐射体沿第一方向不重叠,所述第二辐射体包括第七耦接点,所述第三辐射体包括第八耦接点,所述第四元件的第一端与所述第七耦接点耦合连接,所述第四元件的第二端与所述第八耦接点耦合连接。

[0047] 根据本申请实施例,第二辐射体和第三辐射体分别位于同一壳体上,第二辐射体通过间接耦合的方式产生谐振。第三辐射体通过第八耦接点与第二辐射体的第七耦接点耦合连接,以及与第二辐射体的间接耦合,从而产生谐振。

[0048] 第二方面,提供了一种可折叠电子设备,包括:第一壳体、第二壳体和地板,其中,所述第一壳体包括第一边框,所述第二壳体包括第二边框,所述第一边框至少部分的与所述地板间隔设置,所述第二边框至少部分的与所述地板间隔设置;所述第一边框包括第一位置和第二位置,所述第一边框在所述第一位置与所述地板耦合或设有第一缝隙,所述第一边框在所述第二位置与所述地板耦合或设有第二缝隙;所述第二边框包括第三位置、第四位置和第五位置,所述第五位置位于所述第三位置和所述第四位置之间,所述第二边框在所述第三位置和所述第四位置与所述地板耦合,所述第二边框在所述第五位置设有第三缝隙;第一转轴,所述第一转轴位于所述第一壳体和所述第二壳体之间,且所述第一转轴分别与所述第一壳体和所述第二壳体转动连接;以及天线,所述天线包括:第一辐射体和第一馈电电路,所述第一辐射体为所述第一边框在所述第一位置与所述第二位置之间的导电部分,所述第一辐射体包括第一馈电点,所述第一馈电电路与所述第一馈电点耦合,第二辐射体和第一元件、第二元件,所述第二辐射体为所述第二边框在所述第三位置和所述第四位置之间的导电部分,所述第二辐射体小于或等于所述第一辐射体的长度的三倍;其中,所述第二辐射体包括第一耦接点和第二耦接点,以及,第三耦接点和第四耦接点,所述第一耦接点和所述第二耦接点位于所述第三位置和所述第五位置之间,所述第三耦接点和所述第四耦接点位于所述第四位置和所述第五位置之间,所述第二辐射体在所述第一耦接点和所述第二耦接点之间设有第四缝隙,所述第二辐射体在所述第三耦接点和所述第四耦接点之间设有第五缝隙,所述第一元件的第一端与所述第一耦接点耦合,所述第一元件的第二端与所述第二耦接点耦合,所述第二元件的第一端与所述第三耦接点耦合,所述第二元件的第二端与所述第四耦接点耦合;其中,基于所述可折叠电子设备处于折叠状态,所述第一辐射体和所述第二辐射体沿第一方向至少部分重叠,所述第一辐射体用于产生第一谐振,所述第二辐射体和所述第一元件、所述第二元件用于产生第一寄生谐振,所述第一寄生谐振的

谐振点与所述第一谐振的谐振点之间的频率之差小于或等于200MHz,所述第一方向为所述可折叠电子设备的厚度方向。

[0049] 第三方面,提供了一种可折叠电子设备,包括:第一壳体、第二壳体和地板,其中,所述第一壳体包括第一边框,所述第二壳体包括第二边框,所述第一边框至少部分的与所述地板间隔设置,所述第二边框至少部分的与所述地板间隔设置;所述第一边框包括第一位置和第二位置,所述第一边框在所述第一位置与所述地板耦合或设有第一缝隙,所述第一边框在所述第二位置与所述地板耦合或设有第二缝隙;所述第二边框包括第三位置、第四位置和第五位置,所述第五位置位于所述第三位置和所述第四位置之间,所述第二边框在所述第三位置和所述第四位置分别设有第三缝隙和第四缝隙,所述第二边框在所述第五位置与所述地板耦合;第一转轴,所述第一转轴位于所述第一壳体和所述第二壳体之间,且所述第一转轴分别与所述第一壳体和所述第二壳体转动连接;以及天线,所述天线包括:第一辐射体和第一馈电电路,所述第一辐射体为所述第一边框在所述第一位置与所述第二位置之间的导电部分,所述第一辐射体包括第一馈电点,所述第一馈电电路与所述第一馈电点耦合,第二辐射体和第一元件、第二元件,所述第二辐射体为所述第二边框在所述第三位置和所述第四位置之间的导电部分,所述第二辐射体的长度大于或等于所述第一辐射体的长度,且小于或等于所述第一辐射体的长度的三倍;其中,所述第二辐射体包括第一耦接点和第二耦接点,以及,第三耦接点和第四耦接点,所述第一耦接点和所述第二耦接点位于所述第三位置和所述第五位置之间,所述第三耦接点和所述第四耦接点位于所述第四位置和所述第五位置之间,所述第二辐射体在所述第一耦接点和所述第二耦接点之间设有第五缝隙,所述第二辐射体在所述第三耦接点和所述第四耦接点之间设有第六缝隙,所述第一元件的第一端与所述第一耦接点耦合,所述第一元件的第二端与所述第二耦接点耦合,所述第二元件的第一端与所述第三耦接点耦合,所述第二元件的第二端与所述第四耦接点耦合;其中,基于所述可折叠电子设备处于折叠状态,所述第一辐射体和所述第二辐射体沿第一方向至少部分重叠,所述第一辐射体用于产生第一谐振,所述第二辐射体和所述第一元件、所述第二元件用于产生第一寄生谐振,所述第一寄生谐振的谐振点与所述第一谐振的谐振点之间的频率之差小于或等于200MHz,所述第一方向为所述可折叠电子设备的厚度方向。

## 附图说明

- [0050] 图1是本申请实施例提供的可折叠电子设备100的示意性结构图。
- [0051] 图2是可折叠电子设备100在外折状态下的示意性结构图。
- [0052] 图3是可折叠电子设备100在一种可能的展开状态下的示意性结构图。
- [0053] 图4是可折叠电子设备100在一种可能的折叠状态下的示意性结构图。
- [0054] 图5是可折叠电子设备100在一种可能的部分展开状态下的示意性结构图。
- [0055] 图6是本申请提供的一种线共模模式的结构及对应的电流、电场的分布示意图。
- [0056] 图7是本申请提供的一种线差模模式的结构及对应的电流、电场的分布示意图。
- [0057] 图8是本申请提供的槽共模模式的结构及对应的电流、电场、磁流的分布图。
- [0058] 图9是本申请提供的槽差模模式的结构及对应的电流、电场、磁流的分布图。
- [0059] 图10是本申请实施例提供的一种可折叠电子设备100的示意图。

- [0060] 图11是本申请实施例提供的一种可折叠电子设备100的示意图。
- [0061] 图12是本申请实施例提供的分布式器件的示意图。
- [0062] 图13是本申请实施例提供的又一种可折叠电子设备100的示意图。
- [0063] 图14是图11和图13所示天线的S参数仿真结果图。
- [0064] 图15是图11和图13所示天线的辐射效率和系统效率的仿真结果。
- [0065] 图16是本申请实施例提供的一种可折叠电子设备100的示意图。
- [0066] 图17是本申请实施例提供的一种可折叠电子设备100的示意图。
- [0067] 图18是图17所示天线的S参数仿真结果图。
- [0068] 图19是图17所示天线中第一天线单元的辐射效率和系统效率的仿真结果。
- [0069] 图20是图17所示天线中第二天线单元的辐射效率和系统效率的仿真结果。
- [0070] 图21是本申请实施例提供的一种可折叠电子设备100的示意图。
- [0071] 图22是图21所示天线的S参数仿真结果图。
- [0072] 图23是图21所示天线中第一天线单元的辐射效率和系统效率的仿真结果。
- [0073] 图24是图21所示天线中第二天线单元的辐射效率和系统效率的仿真结果。
- [0074] 图25是本申请实施例提供的一种可折叠电子设备100的示意图。
- [0075] 图26是本申请实施例提供的一种可折叠电子设备100的示意图。
- [0076] 图27是图25所示天线的S参数仿真结果图。
- [0077] 图28是图25所示天线中第一天线单元的辐射效率和系统效率的仿真结果。
- [0078] 图29是图25所示天线中第二天线单元的辐射效率和系统效率的仿真结果。
- [0079] 图30是本申请实施例提供的一种可折叠电子设备100的示意图。
- [0080] 图31是图30所示天线的S参数仿真结果图。
- [0081] 图32是图30所示天线中第一天线单元的辐射效率和系统效率的仿真结果。
- [0082] 图33是图30所示天线中第二天线单元的辐射效率和系统效率的仿真结果。
- [0083] 图34是本申请实施例提供的一种可折叠电子设备100的示意图。
- [0084] 图35是图34所示天线的S参数仿真结果图。
- [0085] 图36是图34所示天线中第一天线单元的辐射效率和系统效率的仿真结果。
- [0086] 图37是图34所示天线中第二天线单元的辐射效率和系统效率的仿真结果。
- [0087] 图38是本申请实施例提供的一种可折叠电子设备100的示意图。
- [0088] 图39是图38所示天线的S参数仿真结果图。
- [0089] 图40是图38所示天线中第一天线单元的辐射效率和系统效率的仿真结果。
- [0090] 图41是图38所示天线中第二天线单元的辐射效率和系统效率的仿真结果。
- [0091] 图42是本申请实施例提供的一种可折叠电子设备100的示意图。
- [0092] 图43是本申请实施例提供的一种可折叠电子设备100的示意图。
- [0093] 图44是本申请实施例提供的一种可折叠电子设备100的示意图。
- [0094] 图45是本申请实施例提供的一种可折叠电子设备100的示意图。
- [0095] 图46是本申请实施例提供的一种可折叠电子设备100的示意图。
- [0096] 图47是本申请实施例提供的一种可折叠电子设备100的示意图。
- [0097] 图48是图47所示天线的S参数仿真结果图。
- [0098] 图49是图47所示天线的辐射效率和系统效率的仿真结果。

- [0099] 图50是本申请实施例提供的一种可折叠电子设备100的示意图。
- [0100] 图51是本申请实施例提供的一种可折叠电子设备100的示意图。
- [0101] 图52是本申请实施例提供的一种可折叠电子设备100的示意图。

### 具体实施方式

- [0102] 以下,对本申请实施例可能出现的术语进行解释。
- [0103] 应当理解,本文中使用的术语“和/或”仅仅是一种描述关联对象的相同的字段,表示可以存在三种关系,例如,A和/或B,可以表示:单独存在A,同时存在A和B,单独存在B这三种情况。另外,本文中字符“/”,一般表示前后关联对象是一种“或”的关系。
- [0104] 本申请使用的“在...范围内”,除单独指出了不包含端值的情况下,默认包含该范围的两端端值,例如在1至5范围内,包含1和5两个数值。
- [0105] 耦合:可理解为直接耦合和/或间接耦合,“耦合连接”或“耦接”可理解为直接耦合连接和/或间接耦合连接。直接耦合又可以称为“电连接”,理解为元器件物理接触并电导通;也可理解为线路构造中不同元器件之间通过印制电路板(printed circuit board, PCB)铜箔或导线等可传输电信号的实体线路进行连接的形式;“间接耦合”可理解为两个导体通过隔空/不接触的方式电导通。在一个实施例中,间接耦合也可以称为电容耦合,例如通过两个导电件间隔的间隙之间的耦合形成等效电容来实现信号传输。
- [0106] 元件/器件:包括集总元件/器件,分布元件/器件中的至少一个。
- [0107] 集总元件/器件:指元件大小远小于电路工作频率相对之波长时,对所有元件之统称。对于信号而言,不论任何时刻,元件特性始终保持固定,与频率无关。集总元件/器件可以包括集总电容、集总电感等。
- [0108] 分布元件/器件:与集总元件不同,当信号通过元件之时,元件本身各点之特性将因信号之变化而有所不同,则此时不能将元件整体视为一特性固定之单一体,而应称为分布元件。分布元件/器件可以包括分布电容、分布电感等。
- [0109] 电容:可理解为集总电容和/或分布电容。集总电容包括呈容性的元器件,例如电容元件;分布电容(或分布式电容)包括两个导电件间隔一定间隙而形成的等效电容。
- [0110] 电感:可理解为集总电感和/或分布电感。集总电感包括呈感性的元器件,例如电感元件;分布电感(或分布式电感)包括通过一定长度的导电件而形成的等效电感。
- [0111] 辐射体:是天线中用于接收/发送电磁波辐射的装置。在某些情况下,狭义来理解“天线”即为辐射体,其将来自发射机的导波能量较变为无线电波,或者将无线电波转换为导波能量,用来辐射和接收无线电波。发射机所产生的已调制的高频电流能量(或导波能量)经馈电线传输到发射辐射体,通过辐射体将其转换为某种极化的电磁波能量,并向所需方向辐射出去。接收辐射体将来自空间特定方向的某种极化的电磁波能量又转换为已调制的高频电流能量,经馈电线输送到接收机输入端。
- [0112] 辐射体可以包括具有特定形状和尺寸的导体,例如线状、或片状等,本申请不限定具体的形状。在一个实施例中,线状辐射体可以简称为线天线。在一个实施例中,线状辐射体可以由导电边框实现,又可以称作为边框天线。在一个实施例中,线状辐射体可以由支架导体实现,又可以称作为支架天线。在一个实施例中,线状辐射体,或线天线的辐射体的线径(例如,包括厚度和宽度)远比波长(例如,介质波长)小(例如,小于波长的1/16),长度可

与波长(例如,介质波长)相比(例如,长度为波长的 $1/8$ 附近,或 $1/8$ 至 $1/4$ ,或 $1/4$ 至 $1/2$ ,或更长)。线天线的主要形式有偶极子天线、半波振子天线、单极子天线、环天线、倒F天线(又称IFA, Inverted F Antenna)。例如,对于偶极子天线而言,每个偶极子天线通常包括两个辐射枝节,每个枝节由馈电部从辐射枝节的馈电端进行馈电。例如,倒F天线(Inverted-F Antenna, IFA)可以看作是由单极子天线增加一个接地路径得到。IFA天线具有一个馈电点和一个接地点,由于其侧视图为倒F形,所以被称为倒F天线。在一个实施例中,片状辐射体可以包括微带天线,或贴片(patch)天线,例如平面倒F天线(又称PIFA, Planar Inverted F Antenna)。在一个实施例中,片状辐射体可以由平面状导体(例如导电片或导电涂层等)实现。在一个实施例中,片状辐射体可以包括导电片,例如铜片等。在一个实施例中,片状辐射体可以包括导电涂层,例如银浆等。片状辐射体的形状包括圆形、矩形、环形等,本申请不限定具体的形状。微带天线的结构一般由介质基板、辐射体及地板构成,其中介质基板设置于辐射体与地板之间。

[0113] 辐射体也可以包括形成在导体上的槽或者缝隙,例如,在接地的导体面上形成封闭或半封闭的槽或缝。在一个实施例中,开槽或开缝的辐射体可以简称为槽天线或缝隙天线。在一个实施例中,槽天线/缝隙天线的槽或缝的径向尺寸(例如,包括宽度)远比波长(例如,介质波长)小(例如,小于波长的 $1/16$ ),长度尺寸可与波长(例如,介质波长)相比(例如,长度为波长的 $1/8$ 附近,或 $1/8$ 至 $1/4$ ,或 $1/4$ 至 $1/2$ ,或更长)。在一个实施例中,具有封闭槽或缝的辐射体可以简称为闭合槽天线。在一个实施例中,具有半封闭的槽或缝(例如在封闭的槽或缝上增设开口)的辐射体可以简称为开口槽天线。在一些实施例中,缝隙形状是长条形的。在一些实施例中,缝隙的长度约为半个波长(例如,介质波长)。在一些实施例中,缝隙的长度约为整数倍个波长(例如,一倍的介质波长)。在一些实施例中,缝隙可用跨接在它的一边或两边上的传输线馈电,由此,缝隙上激励有射频电磁场,并向空间辐射电磁波。在一个实施例中,槽天线或缝隙天线的辐射体可以由两端接地的导电边框实现,又可以称作为边框天线;在此实施例中,可以看作是,槽天线或缝隙天线包括线状辐射体,线状辐射体与地板间隔设置并在辐射体的两端接地,从而形成封闭或半封闭的槽或缝隙。在一个实施例中,槽天线或缝隙天线的辐射体可以由两端接地的支架导体实现,又可以称作为支架天线。

[0114] 馈电电路/馈电结构,是用于射频波的接收和发射目的的天线所有组件的组合。在接收天线的情况下,馈电电路可以被认为从第一放大器到前端发射机的天线部分。在发射天线中,馈电电路可以看作是最后一个功率放大器之后的部分。在某些情况下,狭义来理解“馈电电路”即为射频芯片,或者包括射频芯片到辐射体或传输线上馈电点的传输路径。馈电电路具有将无线电波转换为电信号并将其发送到接收器组件的功能。通常,它被认为是天线的一部分,用于将无线电波转换为电信号,反之亦然。天线设计时应考虑最大的功率传输可能性和效率。为此,天线馈入阻抗必须与负载电阻匹配。天线馈电阻抗是电阻,电容和电感的组合。为了确保最大功率传输条件,两个阻抗(负载电阻和馈电阻抗)应匹配。可以通过考虑频率要求和天线的设计参数(例如增益,方向性和辐射效率)来完成匹配。

[0115] 端/点:天线辐射体的第一端/第二端/馈电端/接地端/馈电点/接地点/耦接点中的“端/点”,不能狭义的理解为一定是与其他辐射体物理断开的端点或端部,还可以认为是连续的辐射体上的某个点或者某一段。在一个实施例中,“端/点”可以包括天线辐射体上耦合连接其他导电结构的连接/耦合区域,例如,馈电端/馈电点可以是天线辐射体上耦合连

接馈电结构或馈电电路的耦合区域(例如,与馈电电路的一部分面对面的区域),又例如,接地端/接地点可以是天线辐射体上耦合连接接地结构或接地电路的连接/耦合区域。

[0116] 开放端、封闭端:在一些实施例中,开放端和封闭端例如是相对是否接地而言的,封闭端接地,开放端不接地。在一些实施例中,开放端和封闭端例如是相对于其他导体而言的,封闭端电连接其他导体,开放端不电连接其他导体。在一个实施例中,开放端还可以称作悬浮端、自由端、开口端、或开路端。在一个实施例中,封闭端还可以称作接地端、或短路端。应可理解,在一些实施例中,可以通过开放端耦合连接其他导体,以传递耦合能量(可以理解为传递电流)。

[0117] 在一些实施例中,对于“封闭端”的理解还可以是从电流分布来看的,封闭端或接地端等,可以理解为辐射体上的电流大点,也可以理解为辐射体上的电场小点;在一个实施例中,通过封闭端耦合电子器件(例如,电容、电感等)可以不改变其电流大点/电场小点的电流分布特性;在一个实施例中,通过封闭端处或封闭端附近开缝(例如,填充绝缘材质的缝隙)可以不改变其电流大点/电场小点的电流分布特性。

[0118] 在一些实施例中,对于“开放端”的理解还可以是从电流分布来看的,开放端或悬浮端等,可以理解为辐射体上的电流小点,也可以理解为辐射体上的电场大点;在一个实施例中,通过开放端耦合电子器件(例如,电容、电感等)可以不改变其电流小点/电场大点的电流分布特性。

[0119] 应可理解,在一个缝隙处的辐射体端(从辐射体的结构来看,类似于开放端或悬浮端的开口处的辐射体)耦和电子器件(例如,电容、电感等),可以使得该辐射体端为电流大点/电场小点,此种情况下,应理解该缝隙处的辐射体端实际为封闭端或接地端等。

[0120] 谐振/谐振频率:谐振频率又叫共振频率。谐振频率可以指天线输入阻抗虚部为零处的频率。谐振频率可以有一个频率范围,即,发生共振的频率范围。共振最强点对应的频率就是中心频率点频率。中心频率的回波损耗特性可以小于-20dB。应可理解,若没有额外说明,本申请提到的天线/辐射体“产生第一谐振”中,第一谐振应为天线/辐射体所产生的基模谐振,或者,天线/辐射体所产生的频率最低的谐振。

[0121] 谐振频段/通信频段/工作频段:无论何种类型的天线,总是在一定的频率范围(频段宽度)内工作。例如,支持B40频段的的天线,其工作频段包括2300MHz~2400MHz范围内的频率,或者是说,该天线的工作频段包括B40频段。满足指标要求的频率范围可以看作天线的工作频段。

[0122] 电长度:可以是指物理长度(即机械长度或几何长度)与所传输电磁波的波长之比,电长度可以满足以下公式:

$$[0123] \quad \bar{L} = \frac{L}{\lambda};$$

[0124] 其中,L为物理长度, $\lambda$ 为电磁波的波长。

[0125] 波长:或者工作波长,可以是谐振频率的中心频率对应的波长或者天线所支持的工作频段的中心频率。例如,假设B1上行频段(谐振频率为1920MHz至1980MHz)的中心频率为1955MHz,那工作波长可以为利用1955MHz这个频率计算出来的波长。不限于中心频率,“工作波长”也可以是指谐振频率或工作频段的非中心频率对应的波长。

[0126] 应理解的是,辐射信号在空气中的波长可以如下计算:(空气波长,或真空波长)=

光速/频率,其中频率为辐射信号的频率(MHz),光速可以取 $3 \times 10^8 \text{m/s}$ 。辐射信号在介质中的波长可以如下计算:  $\text{介质波长} = (\text{光速}/\sqrt{\epsilon}) / \text{频率}$ ,其中, $\epsilon$ 为该介质的相对介电常数。本申请实施例中的波长,通常指的是介质波长,可以是谐振频率的中心频率对应的介质波长,或者天线所支持的工作频段的中心频率对应的介质波长。例如,假设B1上行频段(谐振频率为1920MHz至1980MHz)的中心频率为1955MHz,那波长可以为利用1955MHz这个频率计算出来的介质波长。不限于中心频率,“介质波长”也可以是指谐振频率或工作频段的非中心频率对应的介质波长。为便于理解,本申请实施例中提到的介质波长可以简单地通过辐射体的一侧或多侧所填充介质的相对介电常数来计算。

[0127] 天线系统效率(total efficiency):指在天线的端口处输入功率与输出功率的比值。

[0128] 天线辐射效率(radiation efficiency):指天线向空间辐射出去的功率(即有效地转换电磁波部分的功率)和输入到天线的有功功率之比。其中,输入到天线的有功功率=天线的输入功率-损耗功率;损耗功率主要包括回波损耗功率和金属的欧姆损耗功率和/或介质损耗功率。辐射效率是衡量天线辐射能力的值,金属损耗、介质损耗均是辐射效率的影响因素。

[0129] 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,效率越接近0dB,表征该天线的效率越优。

[0130] 天线回波损耗:可以理解为经过天线电路反射回天线端口的信号功率与天线端口发射功率的比值。反射回来的信号越小,说明通过天线向空间辐射出去的信号越大,天线的辐射效率越大。反射回来的信号越大,说明通过天线向空间辐射出去的信号越小,天线的辐射效率越小。

[0131] 天线回波损耗可以用S11参数来表示,S11属于S参数中的一种。S11表示反射系数,此参数能够表征天线发射效率的优劣。S11参数通常为负数,S11参数越小,表示天线回波损耗越小,天线本身反射回来的能量越小,也就是代表实际上进入天线的能量就越多,天线的系统效率越高;S11参数越大,表示天线回波损耗越大,天线的系统效率越低。

[0132] 需要说明的是,工程上一般以S11值为-6dB作为标准,当天线的S11值小于-6dB时,可以认为该天线可正常工作,或可认为该天线的发射效率较好。

[0133] 应理解,本申请实施例中提到的,第一谐振和第二谐振的谐振频段(例如,S11<-4dB)相同(也称为同频)可以理解为下列情况中的任意一种:

[0134] 第一谐振的谐振频段和第二谐振的谐振频段包括相同的通信频段。在一个实施例中,第一谐振的谐振频段和第二谐振的谐振频段可以应用于MIMO天线系统,例如,第一谐振的谐振频段和第二谐振的谐振频段均包括5G中的sub-6G频段,则可以认为第一谐振的谐振频段和第二谐振的谐振频段同频。

[0135] 第一谐振的谐振频段和第二谐振的谐振频段至少存在部分频率重合,例如,第一谐振的谐振频段包括LTE中的B35(1.85-1.91GHz),第二谐振的谐振频段包括LTE中的B39(1.88-1.92GHz)第一谐振的谐振频段的频率和第二谐振的谐振频段的频率部分重合,则可以认为第一谐振和第二谐振同频。

[0136] 应理解,本申请实施例中提到的,第一谐振和第二谐振的工作频段邻近可以理解

[0137] 第一谐振的谐振频段和第二谐振的谐振频段中,较高频段的起始频点与较低频段的结束频点之间的间距小于较高频段的中心频率的10%。例如,第一谐振的谐振频段包括LTE中的B3(1.71-1.785GHz),第二谐振的谐振频段包括GPS中的L1(1578.42±1.023MHz),B3(1.71-1.785GHz)和L1(1578.42±1.023MHz)是临近频段,则可以认为第一谐振的谐振频段和第二谐振的谐振频段邻近。或者例如,第一谐振的谐振频段包括LTE中的B40(2.3-2.4GHz),第二谐振的谐振频段包括BT频段(2.4-2.485GHz),B40(2.3-2.4GHz)和BT频段(2.4-2.485GHz)是临近频段,则可以认为第一谐振的谐振频段和第二谐振的谐振频段邻近。

[0138] 地(地板)(ground,GND):可泛指电子设备(比如手机)内任何接地层、或接地板、或接地金属层等的至少一部分,或者上述任何接地层、或接地板、或接地部件等的任意组合的至少一部分,“地”可用于电子设备内元器件的接地。一个实施例中,“地”可以是电子设备的电路板的接地层,也可以是电子设备中框形成的接地板或屏幕下方的金属薄膜形成的接地金属层。一个实施例中,电路板可以是印刷电路板(printed circuit board,PCB),例如具有8、10、12、13或14层导电材料的8层、10层或12至14层板,或者通过诸如玻璃纤维、聚合物等之类的介电层或绝缘层隔开和电绝缘的元件。一个实施例中,电路板包括介质基板、接地层和走线层,走线层和接地层通过过孔进行电连接。一个实施例中,诸如显示器、触摸屏、输入按钮、发射器、处理器、存储器、电池、充电电路、片上系统(system on chip,SoC)结构等部件可以安装在电路板上或连接到电路板;或者电连接到电路板中的走线层和/或接地层。例如,射频源设置于走线层。

[0139] 上述任何接地层、或接地板、或接地金属层由导电材料制得。一个实施例中,该导电材料可以采用以下材料中的任一者:铜、铝、不锈钢、黄铜和它们的合金、绝缘基片上的铜箔、绝缘基片上的铝箔、绝缘基片上的金箔、镀银的铜、绝缘基片上的镀银铜箔、绝缘基片上的银箔和镀锡的铜、浸渍石墨粉的布、涂覆石墨的基片、镀铜的基片、镀黄铜的基片和镀铝的基片。本领域技术人员可以理解,接地层/接地板/接地金属层也可由其它导电材料制得。

[0140] 接地:是指通过任何方式与上述地/地板实现耦合。在一个实施例中,接地可以是实体接地,例如通过中框的部分结构件实现边框上特定位置的实体接地(或者称为,实体地)。在一个实施例中,接地可以是器件接地,例如通过串联或并联的电容/电感/电阻等器件接地(或者称为,器件地)。

[0141] 下面将结合附图,对本申请实施例的技术方案进行描述。

[0142] 图1是本申请实施例提供的一种可折叠电子设备100的结构示意图。可折叠电子设备100可以是手机、平板电脑、电子阅读器、笔记本电脑、可穿戴设备例如手表等具有折叠功能的电子设备。图1所示实施例以可折叠手机为例进行说明。

[0143] 参考图1,可折叠电子设备100可以包括柔性显示屏110、第一边框121、第一盖体122、第二边框123、第二盖体124、转轴125。在一些实施例中,第一边框121、第一盖体122、第二边框123、第二盖体124可以形成支撑柔性显示屏110的第一壳体126和第二壳体127。在另一些实施例中,第一盖体122和第二盖体124中的至少一个可以包括显示屏。

[0144] 图1中填充有点阵图案可以示意性地表示柔性显示屏110。柔性显示屏110可以具有柔韧性强和可弯曲的特点,可以提供基于可弯折特性的新交互方式。柔性显示屏110的显示面板例如可以采用液晶柔性显示屏(liquid crystal display,LCD),有机发光

二极管(organic light-emitting diode,OLED),有源矩阵有机发光二极管或主动矩阵有机发光二极管(active-matrix organic light emitting diode,AMOLED),柔性发光二极管(flex light-emitting diode,FLED),量子点发光二极管(quantum dot light emitting diodes,QLED)等中的任意一种,本申请实施例对此不做限定。

[0145] 柔性显示屏110可以包括与第一壳体126对应的第一显示部111、与第二壳体127对应的第二显示部112,以及与转轴125对应的可折叠显示部113。可折叠显示部113可以连接在第一显示部111与第二显示部112之间。

[0146] 第一边框121可以环绕在第一盖体122的外周,第一边框121的至少部分还可以环绕在第一显示部111的外周。第一显示部111可以与该第一盖体122平行间隔设置,且第一显示部111可以与该第一盖体122位于第一边框121的两侧。第一显示部111与该第一盖体122之间的间隔空间可以用于设置可折叠电子设备100的器件,如天线、电路板组件等。

[0147] 第二边框123可以环绕在第二盖体124的外周,第二边框123的至少部分还可以环绕在第二显示部112的外周。第二显示部112可以与该第二盖体124平行间隔设置,且第二显示部112可以与该第二盖体124位于第二边框123的两侧。第二显示部112与该第二盖体124之间的间隔空间可以用于设置可折叠电子设备100的器件,如天线、电路板组件等。

[0148] 在本申请提供的一种实施例中,盖体与边框可以为可折叠电子设备100的壳体的两个部分,盖体与边框可以相连,且该相连的形式可以不属于如卡接、粘粘、焊接、铆接、间隙配合等装配方式。盖体与边框之间的连接关系通常很难被分割。在本申请提供的另一种实施例中,盖体与边框可以是两个不同的部件。通过将盖体与边框装配在一起,可以形成可折叠电子设备100的壳体。

[0149] 边框可以至少部分地作为天线辐射体以收/发射频信号,作为辐射体的这一部分边框,与盖体的其他部分之间可以存在间隙,从而保证天线辐射体具有良好的辐射环境。在一个实施例中,盖体在作为辐射体的这一部分边框处可以设置断缝,以利于天线的辐射。

[0150] 电子设备100的天线还可以设置于边框内。当电子设备100的边框为非导电材料时,天线辐射体可以位于电子设备100内并延边框设置。例如,天线辐射体贴靠边框设置,以尽量减小天线辐射体占用的体积,并更加的靠近电子设备100的外部,实现更好的信号传输效果。需要说明的是,天线辐射体贴靠边框设置是指天线辐射体可以紧贴边框设置,也可以为靠近边框设置,例如天线辐射体与边框之间能够具有一定的微小缝隙。

[0151] 电子设备100的天线还可以设置于壳体内,例如支架天线、毫米波天线等(图1中未示出)。设置于壳体内的天线的净空可以由盖体、和/或边框、和/或显示屏中任一个上的开缝/开孔来得到,或者由任几个之间形成的非导电缝隙/孔径来得到,天线的净空设置可以保证天线的辐射性能。应可理解,天线的净空可以是由电子设备100内的任意导电元器件来形成的非导电区域,天线通过该非导电区域向外部空间辐射信号。在一个实施例中,天线的形式可以为基于柔性主板(flexible printed circuit,FPC)的天线形式,基于激光直接成型(laser-direct-structuring,LDS)的天线形式或者微带天线(microstrip disk antenna,MDA)等天线形式。在一个实施例中,天线也可采用嵌设于电子设备100的显示屏内部的透明结构,使得该天线为嵌设于电子设备100的显示屏内部的透明天线单元。

[0152] 可折叠电子设备100还可以包括印刷电路板PCB(图中未示出)。PCB设于盖体形成的腔体内。其中,PCB可以采用耐燃材料(FR-4)介质板,也可以采用罗杰斯(Rogers)介质板,

也可以采用Rogers和FR-4的混合介质板,等等。这里,FR-4是一种耐燃材料等级的代号,Rogers介质板是一种高频板。PCB17上承载元件,例如,射频芯片等。在一个实施例中,印刷电路板PCB上可以设置一金属层。该金属层可用于印刷电路板PCB上承载的元件接地,也可用于其他元件接地,例如支架天线、边框天线等,该金属层可以称为地板,或接地板,或接地层。在一个实施例中,该金属层可以通过在PCB中的任意一层介质板的表面蚀刻金属形成。在一个实施例中,用于接地的该金属层可以设置在印刷电路板PCB上靠近柔性显示屏110的一侧。在一个实施例中,PCB的边缘可以看作其接地层的边缘。电子设备100还可以具有其他地板/接地板/接地层,如前所述,此处不再赘述。

[0153] 转轴125可以连接在第一壳体126与第二壳体127之间。在转轴125的作用下,第一壳体126与第二壳体127可以相互靠近或相互远离。相应地,柔性显示屏110的第一显示部111与柔性显示屏110的第二显示部112可以相互靠近或相互远离,使得柔性显示屏110可以被折叠或展开。

[0154] 在一个示例中,转轴125例如可以包括主轴、第一连接组件、第二连接组件。第一连接组件可以与第一盖体122固定,第二连接组件可以与第二盖体124固定,第一连接组件、第二连接组件可相对于主轴转动。通过第一连接组件和第二连接组件的相互运动,可以带动第一壳体126与第二壳体127的相互运动,实现可折叠电子设备100的开合功能。

[0155] 图1所示的可折叠电子设备100当前处于展开状态。在展开状态下,第一壳体126与第二壳体127之间的角度可以约为 $180^{\circ}$ 。柔性显示屏110可以处于如图1所示的展开状态。

[0156] 图2示出了可折叠电子设备100的一种可能的折叠状态。其中,图2示出了可折叠电子设备100的向外折叠状态(向外折叠状态可以简称为外折状态)。图2所示的向外折叠状态例如可以为左右向外折叠状态或上下向外折叠状态。下面结合图1和图2,阐述可折叠电子设备100的一种可能的折叠状态。

[0157] 在本申请实施例中,可折叠电子设备100处于折叠状态可以指,可折叠电子设备100当前被弯曲,且可折叠电子设备100的弯曲程度达到最大。此时,第一盖体122与第二盖体124可以近似平行、相互间隔、面对面设置,且第一盖体122与第二盖体124之间的间隔距离最小,第一壳体126和第二壳体127的至少部分收容于柔性显示屏110围成的空间内;第一显示部111、第一壳体126、第二壳体127、以及第二显示部112依次层叠设置。类似地,第一显示部111与第二显示部112可以近似平行、相互间隔,第一盖体122与第二盖体124之间的间隔距离小于第一显示部111与第二显示部112之间的间隔距离。此时,第一显示部111与第二显示部112可以被视作位于不同的平面上。

[0158] 结合图1和图2,在可折叠电子设备100处于外折状态时,第一盖体122与第二盖体124可以相互靠近,且第一显示部111、第二显示部112可以相互靠近。第一显示部111、第二显示部112与可折叠显示部123可以形成用于容纳第一盖体122、第二盖体124、转轴125的容壳区域。也就是说,第一盖体122、第二盖体124、转轴125可以收容于第一显示部111和第二显示部112之间的间隔空间内。

[0159] 应理解,可折叠电子设备100可以向内折叠(向内折叠状态可以简称为内折状态)。在可折叠电子设备100处于内折状态时,第一盖体122与第二盖体124可以相互靠近,且第一显示部111、第二显示部112可以相互靠近。第一盖体122、第二盖体124与转轴125可以形成用于容纳第一显示部111、第二显示部112、可折叠显示部123的容壳区域。也就是说,第一显

示部111、第二显示部112、可折叠显示部123可以收容于第一盖体122、第二盖体124之间的间隔空间内。

[0160] 可折叠电子设备100可以在折叠状态和展开状态之间切换。当可折叠电子设备100处于折叠状态时,可折叠电子设备100的占用空间相对较小;当可折叠电子设备100处于展开状态时,可折叠电子设备100可以展示相对较大的屏幕,以增加用户的可观看范围。

[0161] 可折叠电子设备100还可以包括第三壳体128和转轴129,如图3所示。转轴129可以连接在第三壳体128与第二壳体127之间。第三壳体128与第二壳体127可以相互靠近或相互远离。随着可折叠电子设备100的可折部分的数量增加,在展开状态保持相同的屏幕尺寸的情况向下,在折叠状态可以进一步减小可折叠电子设备100的占用空间。

[0162] 而在图3所示的可折叠电子设备100中,由于具有三个可折叠部分(第一壳体126、第二壳体127和第三壳体128),因此,可折叠电子设备100具有三种形态:1、展开状态;2、折叠状态;3、部分展开状态。

[0163] 1、如图3所示,为可折叠电子设备100的一种可能的展开状态。在展开状态下,第一壳体126、第二壳体127与第三壳体128之间的角度可以约为 $180^{\circ}$ 。柔性显示屏110可以处于展开状态。

[0164] 2、如图4所示,为可折叠电子设备100的一种可能的折叠状态(三折状态)。在折叠状态下,第一壳体126与第二壳体127沿转轴125转动、第二壳体127与第三壳体128沿转轴129转动,使可折叠电子设备100的弯曲程度达到最大。此时,第一壳体126、第二壳体127与第三壳体128可以被视作位于不同的平面上。

[0165] 3、如图5所示,为可折叠电子设备100的一种可能的部分展开状态(两折状态)。在部分展开状态下,第一壳体126与第二壳体127之间的角度可以约为 $180^{\circ}$ ,第二壳体127与第三壳体128沿转轴129转动,使第三壳体128向第二壳体127靠近。此时,第一壳体126与第二壳体127被视为位于相同的平面上,第二壳体127与第三壳体128可以被视作位于不同的平面上。在另一种可能的部分展开状态中,第三壳体128与第二壳体127之间的角度可以约为 $180^{\circ}$ ,第一壳体126与第二壳体127沿转轴125转动,使第一壳体126向第二壳体127靠近。

[0166] 图1仅示意性的示出了电子设备100包括的一些部件,这些部件的实际形状、实际大小和实际构造不受图1限定。

[0167] 应理解,在本申请的实施例中,可以认为电子设备的显示屏所在的面为正面,后盖所在的面为背面,边框所在的面为侧面。

[0168] 应理解,在本申请的实施例中,认为用户握持(通常是竖向并面对屏幕握持)电子设备时,电子设备所在的方位具有顶部、底部、左侧部和右侧部。应理解,在本申请的实施例中,认为用户握持(通常是竖向并面对屏幕握持)电子设备时,电子设备所在的方位具有顶部、底部、左侧部和右侧部。

[0169] 首先,由图6至图9来介绍本申请将涉及四个天线模式。其中,图6是本申请提供了一种天线的共模模式的结构及对应的电流、电场的分布示意图。图7是本申请提供的另一种天线的差模模式的结构及对应的电流、电场的分布示意图。图6和图7中的天线辐射体两端开放,其共模模式和差模模式可以分别称为线共模模式和线差模模式。图8是本申请提供了一种天线的共模模式的结构及对应的电流、电场、磁流的分布示意图。图9是本申请提供的另一种天线的差模模式的结构及对应的电流、电场、磁流的分布示意图。图8和图9中的天线

辐射体两端与地板耦合实现接地,其共模模式和差模模式可以分别称为槽共模模式和槽差模模式。

[0170] 应可理解,本申请中的“共模模式”或“CM模式”包括线共模模式和槽共模模式,而本申请中的“差模模式”或“DM模式”包括线差模模式和槽差模模式,具体可以根据天线的结构来确定。

[0171] 应可理解,本申请中的“共-差模模式”或“CM-DM模式”是指同一辐射体上产生的线共模模式和线差模模式,或者是指同一辐射体上产生的槽共模模式和槽差模模式,具体可以根据天线的结构来确定。

[0172] 1、线共模(common mode,CM)模式

[0173] 图6中的(a)示出天线40的辐射体两端开放,并在中间位置41处连接馈电电路(图未示)。在一个实施例中,天线40的馈电形式采用对称馈电(symmetrical feed)。馈电电路可以通过馈电线42连接在天线40的中间位置41。应理解,对称馈电可以理解为馈电电路一端连接辐射体,另外一端与地板耦合实现接地,其中,馈电电路与辐射体耦接点(馈电点)位于辐射体中心,辐射体中心,例如可以是几何结构的中点,或者,电长度的中点(或上述中点附近一定范围内的区域)。

[0174] 天线40的中间位置41,例如可以是天线的几何中心,或者,辐射体的电长度的中点,例如馈电线42与天线40连接处覆盖中间位置41。

[0175] 图6中的(b)示出了天线40的电流、电场分布。如图6中的(b)所示,电流在中间位置41两侧呈现反向分布,例如对称分布;电场在中间位置41两侧,呈现同向分布。如图6中的(b)所示,馈电线42处的电流呈现同向分布。基于馈电线42处的电流同向分布,图6中的(a)所示的这种馈电可称为线CM馈电。基于电流在辐射体与馈电线42连接处的两侧呈现反向分布,图6中的(b)所示的这种天线模式,可以称为线CM模式(也可简称为CM模式,例如对于线天线而言,CM模式则指的是线CM模式)。图6中的(b)所示的电流、电场可分别称为线CM模式的电流、电场。

[0176] 电流在天线40的中间位置41处较强(电流大点位于天线40的中间位置41附近),在天线40的两端较弱,如图6中的(b)所示。电场在天线40的中间位置41处较弱,在天线40的两端较强。

[0177] 2、线差模(differential mode,DM)模式

[0178] 如图7中的(a)示出天线50的两个辐射体的左右两端为开放端,并在中间位置51处连接馈电电路。在一个实施例中,天线50的馈电形式采用反对称馈电(anti-symmetrical feed)。馈电电路的一端通过馈电线52与其中一个辐射体连接,馈电电路的另一端通过馈电线52与其中另一个辐射体连接。中间位置51可以是天线50的几何中心,或者,辐射体之间形成的缝隙。

[0179] 应理解,本申请中提到的“中心反对称馈电”可以理解为,馈电单元的正负两极分别连接在辐射体的上述中点附近的两个耦接点。在一个实施例中,馈电单元的正负极输出的信号幅度相同,相位相反,例如相位相差 $180^\circ \pm 10^\circ$ 。

[0180] 图7中的(b)示出了天线50的电流、电场分布。如图7中的(b)所示,电流在天线50的中间位置51两侧呈现同向分布,例如反对称分布;电场在中间位置51两侧呈反向分布。如图7中的(b)所示,馈电线52处的电流呈现反向分布。基于馈电线52处的电流反向分布,图7中

的(a)所示的这种馈电可称为线DM馈电。基于电流在辐射体与馈电线52连接处的两侧呈现同向分布,图7中的(b)所示的这种天线模式可以称为线DM模式(也可简称为DM模式,例如对于线天线而言,DM模式则指的是线DM模式)。图7中的(b)所示的电流、电场可分别称为线DM模式的电流、电场。

[0181] 电流在天线50的中间位置51处较强(电流大点位于天线50的中间位置51附近),在天线50的两端较弱,如图7中的(b)所示。电场在天线50的中间位置51处较弱,在线天线50的两端较强。

[0182] 应理解,对于天线辐射体,可以理解为产生辐射的金属结构件,其数量可以是一件,如图6所示,或者,也可以是两件,如图7所示,可以根据实际的设计或生产需要进行调整。例如,对于线CM模式,也可以如图7所示采用两个辐射体,两个辐射体的两端相对设置并间隔一缝隙,在相互靠近的两端采用对称馈电的方式,例如在两个辐射体相互靠近的两端分别馈入同一馈源信号,也可以获得与图6所示天线结构类似的效果。相应的,对于线DM模式,也可以如图6所示采用一个辐射体,在辐射体的中间位置设置两个馈电点并采用反对称馈电的方式,例如在该辐射体上对称的两个馈电点如分别馈入幅度相同、相位相反的信号,也可以获得与图7所示天线结构类似的效果。

### [0183] 3、线CM-DM模式

[0184] 上述图6和图7分别示出了辐射体两端开放时,采用不同的馈电方式分别产生线CM模式和线DM模式。

[0185] 当天线的馈电形式采用不对称馈电(馈电点偏离辐射体的中间位置,包括边馈或偏馈),或者辐射体的接地点(与地板耦合处)为不对称(接地点偏离辐射体的中间位置),天线可以同时产生第一谐振和第二谐振,分别对应于线CM模式和线DM模式。例如,第一谐振对应于线CM模式,电流和电场分布如图6中的(b)所示。第二谐振对应于线DM模式,电流和电场分布如图7中的(b)所示。

### [0186] 4、槽CM模式

[0187] 图8中的(a)示出的天线60的辐射体中具有镂空的槽或缝隙61,或者可以是,天线60的辐射体与地(例如地板,可以是PCB)合围出该槽或槽61。槽61可通过在地板上开槽形成。槽61的一侧设有开口62,开口62可具体设有在该侧的中间位置。槽61的该侧的中间位置例如可以是天线60的几何中点,或者,辐射体的电长度的中点,例如开口62设有在辐射体上的区域覆盖该侧的中间位置。开口62处可连接馈电电路,并采用反对称馈电。应理解,反对称馈电可以理解为,馈电电路的正负两极分别连接在辐射体的两端。馈电电路的正负极输出的信号幅度相同,相位相反,例如相位相差 $180^{\circ} \pm 10^{\circ}$ 。

[0188] 图8中的(b)示出了天线60的电流、电场、磁流分布。如图8中的(b)所示,电流在槽61周围的导体(如地板,和/或辐射体60)上围绕槽61呈同向分布,电场在槽61的中间位置两侧呈现反向分布,磁流在槽61的中间位置两侧呈反向分布。如图8中的(b)所示,开口62处(例如,馈电处)的电场同向,开口62处(例如,馈电处)的磁流同向。基于开口62处(馈电处)的磁流同向,图8中的(a)所示的这种馈电可称为槽CM馈电。基于电流在开口62两侧的辐射体上呈现同向分布(例如,反对称分布),或者,基于电流在槽61周围的导体上围绕槽61呈同向分布,图8中的(b)所示的这种天线模式可以称为槽CM模式(也可简称为CM模式,例如对于槽天线而言,CM模式则指的是槽CM模式)。图8中的(b)所示的电场、电流、磁流分布可称为槽

CM模式的电场、电流、磁流。

[0189] 磁场在天线60的中间位置处较弱,在天线60的两端较强。电场在天线60的中间位置处较强(电场大点位于天线60的中间位置附近),在天线60的两端较弱,如图8中的(b)所示。

[0190] 5、槽DM模式

[0191] 如图9中的(a)示出的天线70的辐射体中具有镂空的槽或缝隙72,或者可以是,天线70的辐射体与地(例如地板,可以是PCB)合围出该槽或槽72。槽72可通过在地板上开槽形成。槽72的中间位置71处连接馈电电路,并采用对称馈电。应理解,对称馈电可以理解为馈电电路一端连接辐射体,另外一端与地板耦合实现接地,其中,馈电电路与辐射体耦接点(馈电点)位于辐射体中心,辐射体中心,例如可以是几何结构的中点,或者,电长度的中点(或上述中点附近一定范围内的区域)。槽72的一侧边的中间位置连接馈电电路的正极,槽72的另一侧边的中间位置连接馈电电路的负极。槽72的侧边的中间位置例如可以是槽天线60的中间位置/地的中间位置,比如槽天线的几何中点,或者,辐射体的电长度的中点,例如馈电电路与辐射体的连接处覆盖该侧的中间位置51。

[0192] 图9中的(b)示出了天线70的电流、电场、磁流分布。如图9中的(b)所示,在槽72周围的导体(如地板,和/或辐射体60)上,电流围绕槽72分布,且在槽72的中间位置两侧呈反向分布,电场在中间位置71两侧呈现同向分布,磁流在中间位置71两侧呈同向分布。馈电电路处的磁流呈反向分布(未示出)。基于馈电电路处的磁流呈反向分布,图9中的(a)所示的这种馈电可称为槽DM馈电。基于电流在馈电电路与辐射体的连接处两侧呈现反向分布(例如,对称分布),或者,基于电流围绕缝隙71呈现反向分布(例如,对称分布),图9中的(b)所示的这种天线模式可以称为槽DM模式(也可简称为DM模式,例如对于槽天线而言,DM模式则指的是槽DM模式)。图9中的(b)所示的电场、电流、磁流分布可称为槽DM模式的电场、电流、磁流。

[0193] 电流在天线70的中间位置处较弱,在天线70的两端较强。电场在天线70的中间位置处较强(电场大点位于天线60的中间位置附近),在槽天线70的两端较弱,如图9中的(b)所示。

[0194] 应理解,对于天线的辐射体,可以理解为产生辐射的金属结构件(例如包括地板的一部分),可以包括开口,如图8所示,或者,也可以为完整的环形,如图9所示,可以根据实际的设计或生产需要进行调整。例如,对于槽CM模式,也可以如图9所示采用完整的环形辐射体,在槽61的一侧上的辐射体的中间位置设置两个馈电点并采用反对称馈电的方式,例如在原本设置开口位置的两端分别馈入幅度相同、相位相反的信号,也可以获得与图8所示天线结构类似的效果。相应的,对于槽DM模式,也可以如图8所示采用包括开口的辐射体,在开口位置的两端采用对称馈电的方式,例如在开口两侧的辐射体的两端分别馈入同一馈源信号,也可以获得与图9所示天线结构类似的效果。

[0195] 6、槽CM-DM模式。

[0196] 上述图8和图9分别示出了槽结构采用不同的馈电方式分别产生槽CM模式和槽DM模式。

[0197] 当天线的馈电形式采用不对称馈电(馈电点偏离中间位置,包括边馈或偏馈),或者槽的一侧的开口不对称(开口偏离该侧的中间位置),天线可以同时产生第一谐振和第二

谐振,分别对应于槽CM模式和槽DM模式。例如,第一谐振对应于槽CM模式,电流、电场、磁流分布如图8中的(b)所示。第二谐振对应于槽DM模式,电流、电场、磁流分布如图9中的(b)所示。

[0198] 由于上述天线结构均可以产生电场呈正交(电场在远场内积为零(积分正交))的两种工作模式(电场呈对称分布或反对称分布),这种天线结构的两种工作模式之间的隔离度较好,可以应用于电子设备中的多输入多输出(multi-input multi-output,MIMO)天线系统。

[0199] 同时,当两个天线结构分别工作于电场呈正交(电场在远场内积为零(积分正交))的两种工作模式(电场呈对称分布或反对称分布),两个天线结构之间也具有良好的隔离度,可以作为电子设备中的MIMO天线系统中的子单元。

[0200] 应理解,两个天线结构可以理解为由第一馈电电路和第二馈电电路分别馈入信号的天线结构。第一馈电电路和第二馈电电路不同。在电子设备中,第一馈电电路和第二馈电电路可以为射频芯片(RF IC)中的不同射频通道。

[0201] 本申请实施例提供了一种可折叠电子设备,包括天线。该天线利用电子设备可折叠设置的第一边框和第二边框作为辐射体。第一边框的部分边框作为辐射枝节(包括馈电点),第二边框的部分边框作为寄生枝节。通过在寄生枝节设有断缝,增加天线的辐射口径以提升天线的辐射特性。

[0202] 图10是本申请实施例提供的一种可折叠电子设备100的示意图。

[0203] 如图10所示,可折叠电子设备100可以包括第一壳体201、第二壳体202和地板101。

[0204] 其中,第一壳体201包括第一边框210,第一边框210的至少部分与地板101间隔设置。第二壳体202包括第二边框220,第二边框220的至少部分与地板101间隔设置。

[0205] 第一边框210包括第一位置211和第二位置212。在一个实施例中,第一边框210在第一位置211与地板101耦合或设有第一缝隙。在一个实施例中,第一边框210在第二位置212与地板101耦合或设有第二缝隙。

[0206] 应理解,在本申请实施例中,耦合连接仅以电连接为例进行说明,在实际的生产或者实际中,也可以通过间接耦合的方式实现,为了论述的简洁不再一一赘述。

[0207] 第二边框220包括第三位置221和第四位置222。第二边框220在第三位置221与地板101耦合,第二边框220在第四位置222设有第三缝隙。

[0208] 在一个实施例中,可折叠电子设备100还可以包括第一转轴203。第一转轴203位于第一壳体201和第二壳体202之间,且第一转轴203分别与第一壳体201和第二壳体202转动连接,使第一壳体201和第二壳体202可相对转动。

[0209] 应可理解,在图10所示的可折叠电子设备100中,第一转轴203分别与第一壳体201和第二壳体202直接连接,使第一壳体201和第二壳体202可相对转动。此外“第一转轴203分别与第一壳体201和第二壳体202转动连接”包括这种情况:第一转轴203可以通过一个或多个第二转轴以及一个或多个中间壳体与第一或第二壳体转动连接。举例说明,在一个实施例中,可折叠电子设备100还可以包括第一转轴和第二转轴,以及位于第一转轴和第二转轴之间的一个或多个中间壳体。第一转轴位于第一壳体201和中间壳体之间,且第一转轴分别与第一壳体201和中间壳体转动连接,使第一壳体201和中间壳体可相对转动。第二转轴位于中间壳体和第二壳体202之间,且第一转轴203分别与中间壳体和第二壳体202转动连接,

使中间壳体和第二壳体202可相对转动。

[0210] 可折叠电子设备100还可以包括天线200。天线200包括：第一辐射体230、第二辐射体240、第一馈电电路251和第一元件252。

[0211] 其中，第一辐射体230为第一边框210在第一位置211与第二位置212之间的导电部分。第一辐射体230包括第一馈电点231，第一馈电电路251与第一馈电点231耦合连接。

[0212] 第二辐射体240为第二边框220在第三位置221和第四位置222之间的导电部分，第二辐射体240上设有第四缝隙，或者说，第二边框220在第三位置221和第四位置222之间设有该第四缝隙。第一元件252的两端分别耦接于第二辐射体240在第四缝隙两侧的辐射体部分。第二辐射体240的长度小于或等于第一辐射体230的长度的三倍。

[0213] 应理解，本申请中的“长度”指的是物理长度；本申请中的“电长度”指的是物理长度与所传输电磁波的波长之比。

[0214] 在一个实施例中，第二辐射体240的长度大于第一辐射体230的长度。

[0215] 其中，第二辐射体240的长度可以大于或等于第一辐射体230的长度的二分之三且小于或等于第一辐射体230的长度的二分之五。

[0216] 或者，第二辐射体240的长度可以大于或等于第一辐射体230的长度的1.8倍且小于或等于第一辐射体230的长度的2.2倍。

[0217] 在一个实施例中，第二辐射体240的长度可以小于或等于第一辐射体230的长度。

[0218] 其中，第二辐射体240的长度可以大于或等于第一辐射体230的长度的0.8倍且小于或等于第一辐射体230的长度。

[0219] 或者，第二辐射体240的长度可以大于或等于第一辐射体230的长度的0.9倍且小于或等于第一辐射体230的长度。

[0220] 例如，第一辐射体230上也可以缝隙，或者说，第一边框210在第一位置211与第二位置212之间可以设有缝隙，且可以设置相应的元件，该元件两端分别耦接于第一辐射体230在该缝隙两侧的辐射体部分。这样，第一辐射体230和第二辐射体240的结构类似，其长度也较为接近。具体可以参考下文图44所示的实施例部分。

[0221] 应理解，第二辐射体240的长度与第一辐射体230的长度之间的比值可以根据实际的生产或设计进行调整。

[0222] 第二辐射体240还包括第一耦接点241和第二耦接点242。第二辐射体240在第一耦接点241和第二耦接点242之间设有上述第四缝隙。第一元件252的第一端与第一耦接点241耦合连接，第一元件252的第二端与第二耦接点242耦合连接。

[0223] 在一个实施例中，第一元件252可以用于调整第一耦接点241和第二耦接点242之间的等效电容，从而调整第一寄生谐振的辐射特性（例如，谐振点的频率）。在一个实施例中，第一耦接点241和第二耦接点242与第四缝隙之间的距离小于或等于5mm。其中，第一耦接点241和第二耦接点242与第四缝隙之间的距离可以理解为第一耦接点241和第二耦接点242与第四缝隙两侧的导体之间的最小距离。当第一元件252通过金属弹片与第一耦接点241和第二耦接点242电连接时，与第四缝隙之间的距离可以理解为金属弹片与耦接点接触的部分的中心与第四缝隙两侧的导体之间的最小距离。

[0224] 应理解，第一耦接点241和第二耦接点242之间的等效电容可以理解为由第四缝隙形成的分布式电容以及第一元件252并联后等效的电容。该等效电容的电容值可以由第一

元件252的电参数(例如,等效电容值)以及第四缝隙的电参数(例如,第四缝隙的宽度、第四缝隙内填充的介质的相对介电常数)确定。

[0225] 在一个实施例中,第三位置221与第四缝隙之间的第二辐射体240的长度小于第三缝隙与第四缝隙之间的第二辐射体240的长度。

[0226] 根据本申请实施例,由于第二边框在第三位置221与地板耦合,则第三位置附近的电流较强,在第四位置开缝,则第四位置附近的电流较弱。当第四缝隙设有在第二辐射体240上电流较强的区域时,通过第四缝隙减小第二辐射体的单个电流强点的强度的效果更为明显,第二辐射体电流分布相对更加均匀。

[0227] 在一个实施例中,第四缝隙设有在第二辐射体240的中点和接地端(例如,第三位置221)之间,例如,第三位置221与第四缝隙之间的第二辐射体240的长度小于第三缝隙与第四缝隙之间的第二辐射体240的长度。

[0228] 在一个实施例中,第四缝隙设有在第二辐射体240的中点和接地端(例如,第三位置221)之间,并且第三位置221与第四缝隙之间的第二辐射体240的长度小于或等于第三缝隙与第四缝隙之间的第二辐射体240的长度的五分之三。

[0229] 在一个实施例中,第四缝隙设有在第二辐射体240的中点和接地端(例如,第三位置221)之间,并且第三位置221与第四缝隙之间的第二辐射体240的长度小于或等于第三缝隙与第四缝隙之间的第二辐射体240的长度的三分之一。

[0230] 在一个实施例中,第四缝隙设有在第二辐射体240的中点和接地端(例如,第三位置221)之间,并且第三位置221与第四缝隙之间的第二辐射体240的长度小于或等于第三缝隙与第四缝隙之间的第二辐射体240的长度的七分之一。

[0231] 应理解,上述第四缝隙设置的位置,对于第二辐射体240的电流较大区域,应理解为,对应未开缝的第二辐射体240(例如,工作于四分之一波长模式)而言的,当第四缝隙设有之后,相应位置的电流强度变弱,达到平均分散电流的效果。

[0232] 可折叠电子设备100处于折叠状态时,第一辐射体230和第二辐射体240沿第一方向至少部分重叠,第一方向为可折叠电子设备100的厚度方向,例如,z方向。

[0233] 第一辐射体230用于产生第一谐振。第二辐射体240和第一元件252用于产生第一寄生谐振。

[0234] 应理解,第二辐射体240和第一元件252用于产生第一寄生谐振可以理解为第二辐射体240的整体和第一元件252均用于产生第一寄生谐振,第二辐射体240的电参数(例如,电长度),以及第一元件252的电参数(例如,等效电容值或等效电感值),均直接影响第一寄生谐振(例如,谐振点的频率)。在一个对比实施例中,不设置第一电子元件252,第二寄生谐振的谐振点将偏移目标频段超过第一阈值的范围,第一阈值可以是大于等于200MHz。

[0235] 第一辐射体230用于产生第一谐振,可以理解为辐射体的整体用于产生该谐振。同时,不应理解为其他元器件(例如,第一元件252)或者其他辐射体(例如,第一壳体内部的寄生辐射体或第二壳体内部的寄生辐射体)不用于影响该谐振。

[0236] 在一个实施例中,可以将“第一辐射体230用于产生第一谐振”和“第二辐射体240和第一元件252用于产生第一寄生谐振”作为一个整体的技术方案来理解,其中,第一元件252的有无对第一寄生谐振的影响,大于对第一谐振的影响。相对于本申请的方案,不设置第一元件252的方案,第一寄生谐振的谐振点所偏移的频差大于第一谐振所偏移的频差。例

如,第一寄生谐振的谐振点所偏移的频差大于第一谐振所偏移的频差的2倍以上,或5倍以上。

[0237] 应理解,本申请实施例提供的技术方案,当可折叠电子设备100处于折叠状态时,天线200中第一辐射体230作为主辐射枝节(馈电点馈入信号的枝节),第二辐射体240作为寄生枝节(通过耦合主辐射枝节来耦合信号的枝节),第二辐射体240可以通过与第一辐射体230的耦合产生第一寄生谐振。通过第二辐射体240的长度可以确定第一寄生谐振的谐振频率,通过第二辐射体240的电参数以及第一元件252的电参数,可以确定第一寄生谐振的谐振频率。在一个实施例中,通过第二辐射体240的长度、第二辐射体240的长度以及第一元件252的电参数,使第一寄生谐振向第一谐振靠近。第一谐振、第一寄生谐振共同形成一个工作频段,以拓展天线200的工作带宽,共同支持可折叠电子设备100的一个工作频段。

[0238] 其中,第一谐振、第一寄生谐振共同形成一个工作频段可以理解为,第一寄生谐振与第一谐振之间靠近,共同形成一个谐振频段。例如,第一谐振的谐振点频率低于第一寄生谐振的谐振点频率,或者,第一谐振的谐振点频率高于第一寄生谐振的谐振点频率。在一个实施例中,也可以理解为第一谐振的谐振点与第一寄生谐振在S11图中相连,且相连区域的S11小于-4dB,以形成一个谐振频段。

[0239] 并且,在第一耦接点241和第二耦接点242之间设置第可折叠电子设备100的一个工作频段可以理解为一个频率范围,例如蜂窝网络中的低频频段(low band, LB) (698MHz-960MHz)、中频频段(middle band, MB) (1710MHz-2170MHz)或高频频段(high band, HB) (2300MHz-2690MHz)。以可折叠电子设备100的一个工作频段为LB(698MHz-960MHz)为例,该工作频段可以包括多个属于该频率范围内的通信频段,例如,B5, B8等,在本申请实施例中均可以相应理解。

[0240] 在一个实施例中,天线200的谐振频段包括600MHz-1.5GHz内的任一工作频段,第一寄生谐振的谐振点与第一谐振的谐振点之间的频率之差可以小于或等于200MHz;或者,在一个实施例中,天线200的谐振频段包括600MHz-1.5GHz内的任一工作频段,第一寄生谐振的谐振点与第一谐振的谐振点之间的频率之差还可以小于或等于100MHz。

[0241] 在一个实施例中,天线200的谐振频段包括1.5GHz-3GHz内的任一工作频段,第一寄生谐振的谐振点与第一谐振的谐振点之间的频率之差可以小于或等于400MHz;或者,在一个实施例中,天线200的谐振频段包括1.5GHz-3GHz内的任一工作频段,第一寄生谐振的谐振点与第一谐振的谐振点之间的频率之差还可以小于或等于200MHz。

[0242] 在一个实施例中,天线200的谐振频段包括3GHz-6GHz内的任一工作频段,第一寄生谐振的谐振点与第一谐振的谐振点之间的频率之差可以小于或等于600MHz;或者,在一个实施例中,天线200的谐振频段包括3GHz-6GHz内的任一工作频段,第一寄生谐振的谐振点与第一谐振的谐振点之间的频率之差可以小于或等于400MHz。

[0243] 在第一耦接点241和第二耦接点242之间设有第四缝隙,并耦合连接第一元件252(在第二辐射体240上设有第四缝隙可以看作第二辐射体240上设置的等效电容,例如,分布式电容,第一元件252可以用于确定第四缝隙的等效电容值),可以减小第二辐射体240的单个电流强点的强度,使电流更加均匀地分布。在一个实施例中,第二辐射体240电流分布相对更加均匀,可以减少第二辐射体240和第二辐射体240周围设置的导体和介质所带来的导体损耗和介质损耗。在一个实施例中,第二辐射体240电流分布相对更加均匀,可以增加第

二辐射体240的辐射口径。因此,在第一耦接点241和第二耦接点242之间设有第四缝隙,并耦合连接第一元件252,可以提升天线的系统效率和辐射效率。

[0244] 同时,第一辐射体230作为主辐射枝节(馈电点馈入信号的枝节),本申请实施例并不限制第一辐射体230形成的天线结构。例如,可以通过调整第一辐射体230的第一端和第二端为接地端或开放端(例如,第一边框210在第一位置211与地板101耦合或设有第一缝隙,第一边框210在第二位置212与地板101耦合或设有第二缝隙)以使第一辐射体230形成不同的天线结构。第一辐射体230形成的天线结构可以工作于不同的天线模式。例如,第一辐射体230的第一端和第二端为开放端,第一辐射体可以工作于上述线CM-DM模式。第一辐射体230的第一端和第二端为接地端,第一辐射体可以工作于上述槽CM-DM模式。第一辐射体230的第一端、第二端中的一端为接地端、另一端为开放端,第一辐射体230可以工作于四分之一波长模式。

[0245] 应理解,当第一辐射体230的第一端、第二端中的一端为接地端、另一端为开放端,且第一辐射体230上的电流同向,则可以认为,第一辐射体230工作于四分之一模式。其中,第一辐射体230的接地端电流较强,第一辐射体230的开放端电场较强。

[0246] 在一个实施例中,第三位置221与第四缝隙之间的第二辐射体240的长度小于第三缝隙与第四缝隙之间的第二辐射体240的长度。

[0247] 应理解,由于第二边框220在第三位置221与地板耦合,第二辐射体240在第三位置221附近的电流较强,在第四位置222附近的电流较弱。当第四缝隙设有在电流较强的区域时,减小第二辐射体240的单个电流强点的强度的效果更为明显,第二辐射体240电流分布相对更加均匀。由于第二辐射体240电流分布相对更加均匀,第二辐射体240和第二辐射体240周围设置的导体和介质所带来的导体损耗和介质损耗更小。在一个实施例中,第二辐射体240电流分布相对更加均匀,第二辐射体240的辐射口径提升更为明显,提升天线的系统效率和辐射效率的效果更好。

[0248] 在一个实施例中,第一辐射体230和第二辐射体240在第一方向上相邻设置(例如,第一辐射体230和第二辐射体240之间未设置其他导体)。在一个实施例中,第一边框210在第一位置/第二位置212设有缝隙时,第一边框210设有的缝隙与第三缝隙或第四缝隙对齐,以使馈入电信号时,第三缝隙或第四缝隙可以通过第一边框210设有的缝隙处的电场耦合到更多的能量,从而提升第二辐射体产生的寄生谐振的辐射特性。

[0249] 应理解,在本申请实施例中,对齐可以理解为两个缝隙在第一方向上至少部分重叠。当两个缝隙在第一方向上完全重叠,第二辐射体产生的寄生谐振的辐射特性最优。

[0250] 在一个实施例中,第一辐射体230和第二辐射体240在第一方向上间隔设置(例如,第一辐射体230和第二辐射体240之间设置其他导体,例如,在多折的电子设备中,第一辐射体230和第二辐射体240设置在不相邻的壳体上)。在一个实施例中,第一边框210在第一位置/第二位置212设有缝隙时,第一边框210设有的缝隙与第三缝隙或第四缝隙对齐,以使馈入电信号时,第三缝隙或第四缝隙可以通过第一边框210设有的缝隙处的电场耦合到更多的能量,从而提升第二辐射体产生的谐振的辐射特性。

[0251] 在一个实施例中,第二辐射体240上还可以设置第二馈电点。当可折叠电子设备100处于展开状态时,第二辐射体240可以由第二馈电点馈入电信号,可以作为主辐射枝节。同时,在一个实施例中,当可折叠电子设备100处于折叠状态时,第二辐射体240可以在作为

天线200中的寄生枝节的同时也由第二馈电点馈入电信号作为其他天线的主辐射枝节,本申请实施例对此并不做限制。

[0252] 图11是本申请实施例提供的一种可折叠电子设备100的示意图。

[0253] 如图11所示,第一边框210在第一位置211与地板耦合,在第二位置212处设有第二缝隙。第二边框220在第三位置221处与地板耦合,在第四位置222处设有第三缝隙。

[0254] 应可理解,如图10所示的二位示意图,和图11所示的三维示意图,第二位置212处的第二缝隙,以及耦接点241和242之间的第四缝隙可以在折叠态下对齐设置,以满足电子设备的外观一致性要求。本申请的其他实施例的二维和三维示意图中,在不同框体上设置的缝隙可以做类似的理解,例如,在三维图中缝隙错开示意,是为了更方便的显示可折叠电子设备100的不同框体上的辐射体结构。

[0255] 在一个实施例中,第二缝隙/第三缝隙/第四缝隙的宽度大于或等于0.1mm且小于或等于2mm。应理解,在本申请实施例中边框上设有的缝隙的宽度均可以在上述范围内。

[0256] 在一个实施例中,天线200还包括第二元件253。第二辐射体240包括第三耦接点243。第二元件253的第一端与第三耦接点243耦合连接,第二元件253的第二端与地板耦合。

[0257] 应理解,在本申请实施例提供的技术方案中,第二辐射体240在第三耦接点243处通过第二元件253与地板耦合,和/或,在第一耦接点241和第二耦接点242之间设置第四缝隙并在第一耦接点241和第二耦接点242之间耦合连接第一元件252,均可以提升天线的系统效率和辐射效率。通过第一元件252,和/或第二元件253的设置,可以分散第二辐射体240上的电流密度(例如,减小单个电流强点的强度,使电流更加均匀地分布)。在一个实施例中,第二辐射体240电流分布相对更加均匀,可以减少第二辐射体240和第二辐射体240周围设置的导体和介质所带来的导体损耗和介质损耗。在一个实施例中,第二辐射体240电流分布相对更加均匀,可以增加第二辐射体240的辐射口径。

[0258] 在一个实施例中,第二辐射体240产生的电场从第二辐射体240的第一端至第二端为同向。

[0259] 在一个实施例中,在第二辐射体240上的电流可以在第三耦接点243附近的区域发生反向,使第二辐射体240产生的电场连续,因此,电场在第三耦接点243处无法达到零点,使辐射体产生的电场连续,不发生反向(例如,不包括电场反向区域),不存在零点,分散了总辐射体上的电流密度,增大了第二辐射体240的辐射口径,等效增加了天线200的总辐射口径(第一辐射体230与第二辐射体240的总辐射口径),降低了导体和介质所带来的损耗,提升天线的辐射特性。

[0260] 在一个实施例中,第二辐射体240与第二元件253之间未设置有开关(例如,第三耦接点243与第二元件253的第一端之间未设置有开关),或者,第二元件253与地板之间未设置有开关(例如,第二元件253的第二端与地板之间未设置有开关)。本申请实施例中串联在第二辐射体240和地板之间的元件用于分散辐射体上的电流密度从而减少辐射体和辐射体周围设置的导体所带来的损耗。在一个实施例中,第二元件253在一定程度上可以影响谐振的谐振点的频率,但不同于主要用来调整谐振的谐振点的频率的调谐电路。此外在第一元件处并不设置开关来切换频段,开关会引入额外的插损,损失天线的辐射性能。

[0261] 在一个实施例中,第二辐射体240与第二元件253之间也可以设置有开关,当天线200工作于不同的工作频段时,切换不同电容值或电感值的第二元件253。

[0262] 在一个实施例中,第二辐射体240可以用于产生第一寄生谐振。第二辐射体240的电长度可以大于第一波长的八分之三,第一波长可以为第一寄生谐振对应的波长。

[0263] 应理解,第二辐射体240的第一端与地板耦合作为接地端,第二端为开放端。第二辐射体240的第一寄生谐振可以对应于四分之一波长模式。通过第二元件253和第四缝隙,可以使第二辐射体240的电长度大于第一波长的八分之三,第二辐射体240上的电流同向(例如,不发生反向)、第二辐射体240与地板之间的电场不发生反向。第二辐射体240的电长度由第一波长的四分之一波长增加至第一波长的八分之三以上,但仍工作于四分之一波长模式。在这种情况下,分散第二辐射体240上的电流密度,并减弱了第二辐射体240与地板之间的电流密度,从而减少辐射体和辐射体周围设置的导体和介质所带来的损耗,进而提升天线200的辐射特性。

[0264] 在一个实施例中,第一辐射体230可以用于产生第一谐振。在一个实施例中,第一辐射体230的第一端与地板耦合作为接地端,第二端为开放端。第一辐射体230可以工作于四分之一波长模式。第一辐射体的电长度为第二波长的四分之一,第二波长为第一谐振对应的波长。

[0265] 在一个实施例中,第三位置221和第四位置222之间的第二边框220的长度大于或等于第一位置211和第二位置212之间的第一边框210的长度的二分之五。

[0266] 在一个实施例中,第三位置221与第四缝隙之间的电长度小于第一波长的四分之一。第四位置222与第四缝隙之间的电长度小于第一波长的二分之一。

[0267] 在一个实施例中,第一耦接点241位于第三位置221和第四缝隙之间,第二耦接点242位于第四位置222和第四缝隙之间。

[0268] 在一个实施例中,第三耦接点243可以位于第三位置221与第一耦接点241之间。在一个实施例中,第三耦接点243与第一耦接点241之间的距离(例如,第三耦接点243与第一耦接点241之间的第二辐射体的长度)大于或等于0mm且小于或等于5mm。

[0269] 应理解,当第三耦接点243与第一耦接点241之间的距离等于0mm时,第三耦接点243与第一耦接点241重合。在一个实施例中,第一元件252的第一端和第二元件253的第一端可以通过同一个连接件与第一耦接点241(第三耦接点243)耦合连接。

[0270] 当第三耦接点243可以位于第三位置221与第一耦接点241之间,第一元件252与第二元件253之间类似于串联的关系。在一个实施例中,第二元件253可以为电感,可以进一步增大第二辐射体的辐射口径。在一个实施例中,第二元件可以为电容,可以用于减小第二辐射体的辐射口径。通过第一元件和第二元件,同时对第二辐射体的辐射口径进行调整,已达到期望频段下的寄生谐振。

[0271] 在一个实施例中,第三耦接点243可以位于第四位置222与第二耦接点242之间。在一个实施例中,第三耦接点243与第二耦接点242之间的距离(例如,第三耦接点243与第二耦接点242之间的第二辐射体的长度)大于或等于0mm且小于或等于5mm。

[0272] 应理解,当第三耦接点243与第二耦接点242之间的距离等于0mm时,第三耦接点243与第二耦接点242重合。在一个实施例中,第一元件252的第二端和第二元件253的第一端可以通过同一个连接件与第二耦接点242(第三耦接点243)耦合连接。

[0273] 当第三耦接点243可以位于第四位置222与第二耦接点242之间,第一元件252与第二元件253之间类似于并联的关系。在一个实施例中,第二元件253可以为电容,可以提升第

一耦接点241与第三耦接点253之间的等效电容。在一个实施例中,当第一元件252的等效电容值为2pF时,损耗较高,而可以利用第二元件253在保证相同效果(例如,辐射口径相同)的情况下(第一元件252的等效电容值为1pF,第二元件253的等效电容值为1pF,第一耦接点241与第三耦接点253之间的等效电容值为2pF),降低损耗,从而提升天线的辐射特性。在一个实施例中,第二元件可以为电感,可以用于减小第二辐射体的辐射口径。通过第一元件和第二元件,同时对第二辐射体的辐射口径进行调整,已达到期望频段下的寄生谐振。

[0274] 应理解,第三耦接点243可以位于第二辐射体240上的任意位置,本申请实施例对此并不做限制。当第三耦接点243与第一耦接点241/第二耦接点242之间的第二辐射体的长度小于或等于5mm时,可以更好的调节第二辐射体240的辐射口径,提升天线200的辐射特性。

[0275] 在一个实施例中,第三位置221与第一耦接点241之间,以及第四位置222与第二耦接点242之间,可以各设置一个第三耦接点243,每个第三耦接点243均通过相应的第二元件253与地板耦合。

[0276] 在一个实施例中,第一元件252和/或第二元件253与第二辐射体240之间均可以设置有开关,用于寄生谐振的位置,或者可以理解为用于切换第二辐射体240的辐射口径。该开关可以用于切换具有不同电参数的第一元件252和/或第二元件253。

[0277] 在一个实施例中,开关可以电连接于第一元件252的第一端与第一耦接点241之间或第一元件252的第二端与第二耦接点242之间。该开关可以用于切换不同电参数的第一元件252,使得第二辐射体240的辐射口径可以进行切换。

[0278] 在一个实施例中,第二元件253可以包括电感、电容和0欧姆的电阻,第二元件253与第三耦接点243之间设有开关或者第二元件253与地之间设有开关,通过开关切第二元件253或电感、电容或0欧姆的电阻。或者,开关可以用于切换第三耦接点243的位置,可以使第三耦接点243位于第四位置222与第二耦接点242之间或第三位置221与第一耦接点241之间。例如,当第二元件253为电感时,第三耦接点243位于第三位置221与第一耦接点241之间,第二辐射体240的辐射口径增加,第三耦接点243位于第四位置222与第二耦接点242之间,第二辐射体240的辐射口径减小。

[0279] 在一个实施例中,第二位置212处的第二缝隙与第二辐射体240上设有的第四缝隙在第一方向(例如,z方向)上至少部分重叠。或者,第二位置212处的第二缝隙与第四位置222处的第三缝隙在第一方向(例如,z方向)上至少部分重叠。

[0280] 应理解,当第二位置212处的第二缝隙和第三缝隙(或第四位置222处的第三缝隙)在第一方向上部分重叠时,第一馈电点231馈入电信号时,第二辐射体240可以通过缝隙处的电场耦合到更多的能量,从而提升第二辐射体产生的谐振的辐射特性。

[0281] 在一个实施例中,第二元件253可以为电感或等效为电感的元件。

[0282] 在一个实施例中,第二元件253的等效电感值可以小于或等于10nH。

[0283] 应理解,根据不同的第一寄生谐振的谐振点的频率设计第二元件253的等效电感值,可以使第二辐射体240上的电流分布更为均匀,减少导体损耗和介质损耗,增加第二辐射体240的辐射口径,从而提升天线的辐射特性。

[0284] 在一个实施例中,第一元件252可以为电容或等效为电容的元件。

[0285] 在一个实施例中,第一元件252的等效电容值可以小于或等于第一阈值。第一阈值

可以根据第二辐射体240产生的第一寄生谐振的谐振点频率进行设计。当第一寄生谐振的谐振点频率小于或等于1GHz时,第一阈值为10pF。当第一寄生谐振的谐振点频率大于1GHz时,第一阈值为2pF。

[0286] 应理解,根据不同的第一寄生谐振的谐振点的频率设计第一元件252的等效电感值,可以使第二辐射体240上的电流分布更为均匀,减少导体损耗和介质损耗,增加第二辐射体240的辐射口径,从而提升天线的辐射特性。

[0287] 在一个实施例中,当第一元件252为电容时,可以通过第四缝隙两侧(例如,第一耦接点241和/或第二耦接点242处)的导体向电子设备内延伸形成的分布式电容结构实现,如图12中的(a)和(b)所示。在一个实施例中,当第一元件252为电感时,可以将电连接于第一耦接点241和第二耦接点242之间的金属件等效为电感,如图12中的(b)所示。应理解,为例论述的简洁,仅以第一元件252为例进行说明,在本申请实施例中所述的元件可以通过分布器件或集总器件实现。

[0288] 图13是本申请实施例提供的又一种可折叠电子设备100的示意图。

[0289] 如图13所示,可折叠电子设备100包括天线300。

[0290] 应理解,图13所示的天线300与图11所示的天线200的区别仅在于寄生枝节(第二辐射体)不包括第一耦接点、第二耦接点和第三耦接点,在第二辐射体上未设置第一元件和第四缝隙。

[0291] 图14和图15是图11和图13所示天线的仿真结果图。其中,图14是图11和图13所示天线的S参数仿真结果图。图15是图11和图13所示天线的辐射效率和系统效率的仿真结果。

[0292] 如图14所示,示出了图11和图13所示天线的S参数仿真结果。

[0293] 当可折叠电子设备处于折叠状态且未设置第二辐射体时,天线仅由第一辐射体在1.8GHz附近产生谐振。

[0294] 当可折叠电子设备处于折叠状态,图13所示的天线300可以1.8GHz附近和1.9GHz附近产生两个谐振。1.9GHz附近的谐振(第一寄生谐振)可以由第二辐射体产生。

[0295] 当可折叠电子设备处于折叠状态,图11所示的天线200可以1.8GHz附近和1.9GHz附近产生两个谐振。1.9GHz附近的谐振(第一寄生谐振)可以由第二辐射体产生。以 $S_{11} < -5\text{dB}$ 为界限,图11所示的天线200的工作带宽相较于图13所示的天线300的工作带宽更宽。

[0296] 如图15所示,相较于可折叠电子设备处于折叠状态且未设置第二辐射体,仅由第一辐射体产生谐振,图11和图13所示的天线均由第一辐射体和第二辐射体产生谐振,系统效率和辐射效率均有提升。

[0297] 在图11所示的天线200中,由于第二辐射体在第一耦接点处通过第一元件与地板耦合,使第二辐射体由第一辐射体耦合到能量产生谐振时,可以分散第二辐射体上的电流密度,减小单个电流强点的强度,使电流更加均匀地分布,从而减少第二辐射体和第二辐射体周围设置的导体和介质所带来的损耗。并且,第二辐射体上设有的缝隙也可以进一步增加辐射口径,提升天线200的系统效率和辐射效率。因此,相较于图13所示的天线300,图11所示的天线200的辐射效率和系统效率较高。

[0298] 图16是本申请实施例提供的一种可折叠电子设备100的示意图。

[0299] 如图16所示,天线200包括第三辐射体250和第二馈电电路254。第三辐射体250包括第二馈电点232,第二馈电电路254与第二馈电点232耦合连接。

[0300] 第一边框210包括第五位置213和第六位置214。其中,第二位置212位于第五位置213和第一位置211之间,第五位置213位于第二位置212和第六位置214之间。第三辐射体250为第五位置213和第六位置214之间的导电部分。在一个实施例中,第一边框210在第五位置213与地板耦合,在第六位置214设有第五缝隙。

[0301] 如图17所示,当可折叠电子设备100处于折叠状态时,第三辐射体250和第二辐射体240沿第一方向至少部分重叠,第一方向为可折叠电子设备100的厚度方向,例如,z方向。

[0302] 应理解,图17所示的天线200与图10所示的天线200的区别仅在于增加第三辐射体250和第二馈电电路254。

[0303] 第一辐射体230和第一馈电电路251可以形成第一天线单元。第三辐射体250和第二馈电电路252可以形成第二天线单元。第二辐射体240可以同时作为第一天线单元和第二天线单元的寄生枝节,用于提升第一天线单元和第二天线单元的辐射特性。并且,由于第一天线单元和第二天线单元可以复用第二辐射体240,可以在同时提升第一天线单元和第二天线单元的辐射特性的同时实现天线的整体结构的小型化。

[0304] 在一个实施例中,第二辐射体240可以用于产生第一寄生谐振。第一寄生谐振可以用于提升第一天线单元和第二天线单元的辐射特性。

[0305] 在一个实施例中,第一边框210在第五位置213可以通过接地件与地板耦合。在一个实施例中,接地件的宽度可以大于或等于2mm,以使第一天线单元和第二天线单元具有良好的隔离度。

[0306] 在一个实施例中,第四位置222处的第三缝隙与第六位置214处的第五缝隙在第一方向(例如,z方向)上至少部分重叠。在一个实施例中,第二位置212处的第二缝隙与第四缝隙在第一方向(例如,z方向)上对齐(至少部分重叠)。

[0307] 应理解,当上述对应的缝隙在第一方向上部分重叠时,在馈电点馈入电信号时第二辐射体240可以通过缝隙处的电场耦合到更多的能量,从而提升第二辐射体产生的谐振的辐射特性。

[0308] 图18至图20是图17所示天线的仿真结果图。其中,图18是图17所示天线的S参数仿真结果图。图19是图17所示天线中第一天线单元的辐射效率和系统效率的仿真结果。图20是图17所示天线中第二天线单元的辐射效率和系统效率的仿真结果。

[0309] 如图18所示,示出了图17所示天线的S参数仿真结果。

[0310] 第一天线单元(S11)可以在1.8GHz附近和1.92GHz附近产生谐振。其中,1.8GHz附近产生的谐振可以由第一辐射体产生(第一谐振),1.92GHz附近产生的谐振可以由第二辐射体产生(第一寄生谐振)。

[0311] 第二天线单元(S22)可以在1.56GHz附近产生谐振,该谐振可以由第三辐射体产生(第二谐振)。

[0312] 在上述频段内,第一天线单元和第二天线单元之间的隔离度(S12)小于-15dB,两个天线单元之间具有良好的隔离。

[0313] 应理解,在上述实施例中,仅以第一天线单元和第二天线单元的工作频段不同为例进行说明,第一寄生谐振可以用于拓展第一天线的工作带宽。

[0314] 如图19所示,在可折叠电子设备处于折叠状态时,相较于可折叠电子设备未设置第二辐射体第一天线仅由第一辐射体产生谐振,第一天线单元由第一辐射体和第二辐射体

产生谐振,系统效率和辐射效率均有提升。

[0315] 并且,当第一寄生谐振的谐振点位于1.92GHz时,相较于第一寄生谐振位于2.4GHz,第一天线单元的系统效率和辐射效率较优。

[0316] 如图20所示,在可折叠电子设备处于折叠状态时,相较于可折叠电子设备未设置第二辐射体仅由第三辐射体产生谐振,在设置第二辐射体后,第二天线单元的系统效率和辐射效率均有提升。

[0317] 应理解,第二辐射体产生的第一寄生谐振的谐振点分别位于1.92GHz或2.4GHz,距离第三辐射体产生的第二谐振的谐振点(1.56GHz)较远,在图18所示的S参数中未能显示,但是第一寄生谐振对于第二天线单元的系统效率和辐射效率提升较为明显。

[0318] 图21是本申请实施例提供的一种可折叠电子设备100的示意图。

[0319] 如图21所示,第三辐射体250为第二位置212和第六位置214之间的导电部分。第一边框210在第五位置213与地板耦合,在第六位置214处设有第六缝隙。

[0320] 天线200还可以包括第三元件255。第三辐射体250还可以包括第四耦接点244。第三元件255的第一端与第四耦接点244耦合连接,第二端与地板耦合。第三元件255可以用于使第三辐射体250工作于DM模式。

[0321] 应理解,图21所示的天线200与图17所示的天线200的区别仅在于第三辐射体250的工作模式不同。在图17所示的天线200中,第三辐射体250的第一端与地板耦合作为接地端,第二端为开放端,可以工作于四分之一波长模式。在图21所示的天线200中,第三辐射体250的第一端和第二端为开放端,形成T形结构,工作于线DM模式。

[0322] 在一个实施例中,第二位置212与第四耦接点244之间的距离小于或等于第二位置212和第五位置213之间的距离的二分之一。

[0323] 在一个实施例中,第三元件255为电容或等效为电容的元件。

[0324] 图22至图24是图21所示天线的仿真结果图。其中,图22是图21所示天线的S参数仿真结果图。图23是图21所示天线中第一天线单元的辐射效率和系统效率的仿真结果。图24是图21所示天线中第二天线单元的辐射效率和系统效率的仿真结果。

[0325] 如图22所示,示出了图32所示天线的S参数仿真结果。

[0326] 第一天线单元(S11)可以在1.8GHz附近和1.92GHz附近产生谐振。其中,1.8GHz附近产生的谐振可以由第一辐射体产生(第一谐振),1.92GHz附近产生的谐振可以由第二辐射体产生(第一寄生谐振)。

[0327] 第二天线单元(S22)可以在1.58GHz附近产生谐振,该谐振可以由第三辐射体产生(第二谐振)。

[0328] 在上述频段内,第一天线单元和第二天线单元之间的隔离度(S12)小于-15dB,两个天线单元之间具有良好的隔离。

[0329] 如图23所示,在可折叠电子设备处于折叠状态时,相较于可折叠电子设备未设置第二辐射体,仅由第一辐射体产生谐振,第一天线单元由第一辐射体和第二辐射体产生谐振,系统效率和辐射效率均有提升。

[0330] 并且,当第一寄生谐振的谐振点位于1.92GHz时,相较于第一寄生谐振位于2.4GHz,第一天线单元的系统效率和辐射效率较优。

[0331] 如图24所示,在可折叠电子设备处于折叠状态时,相较于可折叠电子设备未设置

第二辐射体第二天线仅由第三辐射体产生谐振,在设置第二辐射体后,第二天线单元的系统效率和辐射效率均有提升。

[0332] 应理解,第二辐射体产生的第一寄生谐振的谐振点分别位于1.92GHz或2.4GHz,距离第三辐射体产生的第二谐振的谐振点(1.56GHz)较远,对于第二天线来说在图18所示的S参数中未能显示,但是第一寄生谐振对于第二天线单元的系统效率和辐射效率提升较为明显。

[0333] 图25是本申请实施例提供的一种可折叠电子设备100的示意图。

[0334] 应理解,在上述实施例中,仅以可折叠电子设备100仅包括两个壳体(例如,两折电子设备)为例进行说明。在实际的生产或设计中,本申请实施例提供的技术方案也可以应用于包括多个壳体(例如,多折电子设备)中。如图25所示,仅以可折叠电子设备100包括三个壳体为例进行说明。

[0335] 如图25所示,可折叠电子设备100还可以包括第三壳体204和第二转轴205。第二转轴205位于第二壳体202和第三壳体204之间,且第二转轴205分别与第二壳体202和第三壳体204转动连接,使第二壳体202和第三壳体204可相对转动。

[0336] 第三壳体204可以包括第三边框260。

[0337] 第三位置221和第四位置222可以位于第三边框260。第五位置213和第六位置214可以位于第二边框220。第一辐射体210为第一位置211和第二位置212之间的导电部分。第二辐射体220为第三位置221和第四位置222之间的导电部分。第三辐射体250包括第五位置213和第六位置214之间的导电部分。

[0338] 应理解,图25所示的天线200与图16所示的天线200的区别仅在于第三位置221和第四位置222,以及第五位置213和第六位置214的不同,第一辐射体230和第三辐射体250分别位于第一壳体201和第二壳体202上,第二辐射体240位于第三壳体204上。

[0339] 第一辐射体230和第二辐射体240沿第一方向至少部分重叠,第二辐射体240和第三辐射体250沿第一方向至少部分重叠,第一方向为可折叠电子设备100的厚度方向,例如,z方向,如图26所示。

[0340] 在一个实施例中,第三辐射体250用于产生第二谐振。在一个实施例中,第一辐射体230产生的第一谐振的谐振频段与第三辐射体250产生的第二谐振的谐振频段同频或邻近。

[0341] 应理解,为了论述的简洁,本申请实施例仅以第一谐振的谐振频段与第二谐振的谐振频段同频为例进行说明。

[0342] 在一个实施例中,第一谐振的谐振频段与第二谐振的谐振频段同频或邻近,第一寄生谐振可以同时靠近第一谐振和第二谐振,可以用于同时提升第一天线单元和第二天线单元的辐射性能。在一个实施例中,第一寄生谐振的谐振点与第一谐振的谐振点之间的频率之差小于或等于200MHz,第一寄生谐振的谐振点与第二谐振的谐振点之间的频率之差小于或等于200MHz。

[0343] 图27至图29是图25所示天线的仿真结果图。其中,图27是图25所示天线的S参数仿真结果图。图28是图25所示天线中第一天线单元的辐射效率和系统效率的仿真结果。图29是图25所示天线中第二天线单元的辐射效率和系统效率的仿真结果。

[0344] 如图27所示,示出了图25所示天线的S参数仿真结果。

[0345] 第一天线单元(S11)可以在1.95GHz附近和2.15GHz附近产生谐振。其中,1.95GHz附近产生的谐振可以由第一辐射体产生(第一谐振),2.15GHz附近产生的谐振可以由第二辐射体产生(第一寄生谐振)。

[0346] 第二天线单元(S22)可以在1.95GHz附近和2.15GHz附近产生谐振。其中,1.95GHz附近产生的谐振可以由第三辐射体产生(第二谐振),2.15GHz附近产生的谐振可以由第二辐射体产生(第一寄生谐振)。

[0347] 在上述频段内,由于第一天线单元和第二天线单元复用第二辐射体产生的第一寄生谐振拓展工作带宽,因此,第一天线单元和第二天线单元之间的隔离度(S12)相较于上述实施例降低,第一天线单元和第二天线单元之间的隔离度小于-9dB。

[0348] 应理解,在上述实施例中,仅以第一天线单元和第二天线单元同频为例进行说明,第一天线单元和第二天线单元可以包括相同的通信频段,作为MIMO系统中的子单元。

[0349] 如图28所示,在可折叠电子设备处于折叠状态时,相较于可折叠电子设备未设置第二辐射体仅由第一辐射体产生谐振,第一天线单元由第一辐射体和第二辐射体产生谐振,系统效率和辐射效率均有提升,系统效率提升约1.5dB,辐射效率提升约1dB。

[0350] 如图29所示,在可折叠电子设备处于折叠状态时,相较于可折叠电子设备未设置第二辐射体,仅由第三辐射体产生谐振,第二天线单元由第三辐射体和第二辐射体产生谐振,系统效率和辐射效率均有提升,系统效率提升约2.5dB,辐射效率提升约2dB。

[0351] 图30是本申请实施例提供的一种可折叠电子设备100的示意图。

[0352] 如图30所示,第二边框220在第五位置213和第六位置214分别设有第五缝隙和第六缝隙。第五位置213和第六位置214之间的第二边框220包括接地点,第二边框220在接地点与地板耦合。

[0353] 在一个实施例中,接地点可以位于第五位置213和第六位置214之间的第二边框220的中心区域。其中,中心区域可以理解为距离中心在5mm以内的区域,中心和第五位置213之间的物理长度与中心和第六位置214之间的物理长度相同,或者,中心和第五位置213之间的电长度与中心和第六位置214之间的电长度相同。

[0354] 应理解,在图26所示的天线200中,第三辐射体250的第一端与地板耦合作为接地端,第二端为开放端,可以工作于四分之一波长模式。在图30所示的天线200中,第三辐射体250的第一端和第二端为开放端,形成对称的T形结构,工作于线CM模式。

[0355] 在一个实施例中,第三辐射体250上的电流在接地点两侧呈现反向分布,例如对称分布。对应的,第三辐射体250可以工作于线CM模式。

[0356] 图31至图33是图30所示天线的仿真结果图。其中,图31是图30所示天线的S参数仿真结果图。图32是图30所示天线中第一天线单元的辐射效率和系统效率的仿真结果。图33是图30所示天线中第二天线单元的辐射效率和系统效率的仿真结果。

[0357] 如图31所示,示出了图30所示天线的S参数仿真结果。

[0358] 第一天线单元(S11)可以在1.9GHz附近和2.15GHz附近产生谐振。其中,1.9GHz附近产生的谐振可以由第一辐射体产生(第一谐振),2.15GHz附近产生的谐振可以由第二辐射体产生(第一寄生谐振)。

[0359] 第二天线单元(S22)可以在1.95Hz附近产生谐振,该谐振可以由第三辐射体产生(第二谐振)。

[0360] 应理解,第三辐射体工作于线CM模式,第三辐射体上的电流呈现反向分布,例如对称分布。而第二辐射体工作与四分之一波长模式,第二辐射体上的电流呈现同向分布。因此,第三辐射体馈入电信号时,无法激励起第二辐射体产生第一寄生谐振,第二天线单元无法利用第一寄生谐振拓展工作带宽。但是,由于第二天线单元无法利用第一寄生谐振,第一天线单元和第二天线单元之间的隔离度(S12)较好,小于-13dB。

[0361] 如图32所示,在可折叠电子设备处于折叠状态时,相较于可折叠电子设备未设置第二辐射体,仅由第一辐射体产生谐振,第一天线单元由第一辐射体和第二辐射体产生谐振,系统效率和辐射效率均有提升,系统效率提升约3dB,辐射效率提升约1.5dB。

[0362] 如图33所示,由于第二天线单元无法利用第一寄生谐振,因此,第二天线单元的系统效率和辐射效率无明显提升。

[0363] 图34是本申请实施例提供的一种可折叠电子设备100的示意图。

[0364] 如图34所示,天线200还可以包括第三元件255。第三辐射体250还可以包括第四耦接点244,第四耦接点244位于第五位置213和接地点之间。第三元件255的第一端与第四耦接点244耦合连接,第二端与地板耦合。

[0365] 应理解,相较于图30所示的天线200,图34所示的天线200的区别仅在于设置第三元件255。在图30所示的天线200中,第三辐射体250可以工作于线CM模式,第三辐射体250上的电流在接地点两侧呈现反向分布,例如对称分布。而在图34所示的天线200中,第三元件255可以用于改变第三辐射体250的边界条件,使第三辐射体250可以工作于线DM模式,第三辐射体250上的电流在接地点两侧呈现同向分布,例如反对称分布。

[0366] 在一个实施例中,第五位置213与第四耦接点244之间的距离小于或等于第五位置213和接地点之间的距离的二分之一。

[0367] 图35至图37是图34所示天线的仿真结果图。其中,图35是图34所示天线的S参数仿真结果图。图36是图34所示天线中第一天线单元的辐射效率和系统效率的仿真结果。图37是图34所示天线中第二天线单元的辐射效率和系统效率的仿真结果。

[0368] 如图35所示,示出了图34所示天线的S参数仿真结果。

[0369] 第一天线单元(S11)可以在1.95GHz附近和2.2GHz附近产生谐振。其中,1.95GHz附近产生的谐振可以由第一辐射体产生(第一谐振),2.2GHz附近产生的谐振可以由第二辐射体和第三元件255产生(第一寄生谐振)。

[0370] 第二天线单元(S22)可以在1.95GHz附近和2.2GHz附近产生谐振。其中,1.95GHz附近产生的谐振可以由第三辐射体产生(第二谐振),2.2GHz附近产生的谐振可以由第二辐射体和第三元件255产生(第一寄生谐振)。

[0371] 在上述频段内,由于第一天线单元和第二天线单元复用第二辐射体产生的第一寄生谐振拓展工作带宽,因此,第一天线单元和第二天线单元之间的隔离度(S12)相较于上述实施例降低,第一天线单元和第二天线单元之间的隔离度小于-8dB。

[0372] 如图36所示,在可折叠电子设备处于折叠状态时,相较于可折叠电子设备未设置第二辐射体仅由第一辐射体产生谐振,第一天线单元由第一辐射体和第二辐射体产生谐振,系统效率和辐射效率大致相同。

[0373] 如图37所示,在可折叠电子设备处于折叠状态时,相较于可折叠电子设备未设置第二辐射体仅由第一辐射体产生谐振,第二天线单元由第三辐射体和第二辐射体产生谐

振,系统效率和辐射效率均有提升,系统效率提升约3.5dB,辐射效率提升约2dB。

[0374] 应理解,参见图32、图33以及图36、图37所示的仿真结果,当第三辐射体工作于CM模式时,第二辐射体作为寄生枝节对第一天线单元有较好的系统效率和辐射体效率的提升;当第三辐射体工作于DM模式时,第二辐射体作为寄生枝节对第二天线单元有较好的系统效率和辐射体效率的提升。

[0375] 图38是本申请实施例提供的一种可折叠电子设备100的示意图。

[0376] 应理解,在上述实施例中,当天线200包括第三辐射体250时,均以第一辐射体230和第三辐射体250在第一方向上不重叠为例进行说明,第一方向为可折叠电子设备100的厚度方向,例如,z方向。在图38所示的可折叠电子设备100中,第一辐射体230和第三辐射体250沿第一方向至少部分重叠。

[0377] 在一个实施例中,第一辐射体230的第一端为开放端,第二端为开放端。第一位置211和第二位置212之间的第二边框220包括接地点,第二边框220在接地点与地板耦合连接以实现接地。

[0378] 在一个实施例中,接地点和第二位置212之间还包括第四耦接点244,馈电点和接地点之间还包括第五耦接点245。第一调谐器件256的第一端与第四耦接点244耦合连接,第二端与地板耦合。第二调谐器件257的第一端与第五耦接点245耦合连接,第二端与地板耦合。第一调谐器件256和第二调谐器件257可以用于调整第一辐射体230的辐射特性,例如,可以用于调整第一辐射体的工作模式。

[0379] 为了论述的简洁以第一辐射体230可以工作于线DM模式为例进行说明。在实际的应用中,第一调谐器件256和第二调谐器件257可以使第一辐射体230工作于不同的工作模式。在一个实施例中,调整第一调谐器件256和第二调谐器件257的可以使第一辐射体230工作于线CM模式。在一个实施例中,第一调谐器件256等效为短路时,第一辐射体230可以由第一位置211和接地点之间的部分产生辐射,工作于四分之一波长模式。在一个实施例中,第一调谐器件256等效为短路时,调整第二调谐器件257,第一辐射体230的第一位置211和接地点之间的部分可以于第一位置211另一侧的第一边框形成槽天线结构,工作于槽CM模式或槽DM模式。

[0380] 在一个实施例中,第四耦接点244与第二位置212之间的距离小于接地点和第二位置212之间的距离的二分之一。在一个实施例中,第五耦接点245与第一位置211之间的距离小于接地点和第一位置211之间的距离的二分之一。

[0381] 在一个实施例中,第三辐射体250的第一端为开放端,第二端为开放端。第五位置213和第六位置214之间的第二边框220包括接地点,第二边框220在接地点与地板耦合连接以实现接地,以使第三辐射体250可以工作于线CM模式。

[0382] 图39至图41是图38所示天线的仿真结果图。其中,图39是图38所示天线的S参数仿真结果图。图40是图38所示天线中第一天线单元的辐射效率和系统效率的仿真结果。图41是图38所示天线中第二天线单元的辐射效率和系统效率的仿真结果。

[0383] 如图39所示,示出了图38所示天线的S参数仿真结果。

[0384] 当未设置第二辐射体时,第一天线单元(S11)可以在1.6GHz、1.7GHz附近产生谐振。其中,1.6GHz附近产生的谐振可以由第一辐射体的线CM模式产生,1.7GHz附近产生的谐振可以由第一辐射体的线DM模式产生(第一谐振)。当设置第二辐射体时,第一天线单元

(S11) 在2GHz附近可以额外由第二辐射体产生的新的谐振(第一寄生谐振)。

[0385] 第二天线单元(S22)可以在1.6GHz附近产生谐振,该谐振可以由第三辐射体产生(第二谐振)。

[0386] 在上述频段内,第一天线单元和第二天线单元之间的隔离度(S12)小于-10dB,两个天线单元之间具有良好的隔离。

[0387] 如图40所示,在可折叠电子设备处于折叠状态时,相较于可折叠电子设备未设置第二辐射体仅由第一辐射体产生谐振,第一天线单元由第一辐射体和第二辐射体产生谐振,系统效率和辐射效率均有提升,系统效率提升约1.5dB,辐射效率提升约1.5dB。

[0388] 如图41所示,在可折叠电子设备处于折叠状态时,相较于可折叠电子设备未设置第二辐射体仅由第一辐射体产生谐振,第二天线单元由第三辐射体产生谐振,系统效率和辐射效率均有提升,系统效率提升约2dB,辐射效率提升约2dB。

[0389] 应理解,第二辐射体产生的第一寄生谐振的谐振点位于2GHz,距离第三辐射体产生的第二谐振的谐振点(1.6GHz)较远,对于第二天线来说在图39所示的S参数中未能显示,但是第一寄生谐振对于第二天线单元的系统效率和辐射效率提升较为明显。

[0390] 图42是本申请实施例提供的一种可折叠电子设备100的示意图。

[0391] 应理解,在上述实施例中,仅以天线200包括一个第二元件253为例进行说明。在实际的生产或和设计中,也可以包括多个第二元件253,如图42所示。多个第二元件253可以更加分散第二辐射体240上的电流密度(例如,减小单个电流强点的强度,使电流更加均匀地分布)从而减少第二辐射体240和第二辐射体240周围设置的导体所带来的损耗。在一个实施例中,第二辐射体240电流分布相对更加均匀,可以增加第二辐射体240的辐射口径。因此,多个第二元件253可以进一步提升天线的系统效率和辐射效率。

[0392] 在一个实施例中,第二辐射体240还可以设有多个第四缝隙,可以减小第二辐射体240的单个电流强点的强度,使电流更加均匀地分布。在一个实施例中,第二辐射体240电流分布相对更加均匀,可以减少第二辐射体240和第二辐射体240周围设置的导体和介质所带来的导体损耗和介质损耗。在一个实施例中,第二辐射体240电流分布相对更加均匀,可以增加第二辐射体240的辐射口径。因此,在第一耦接点241和第二耦接点242之间设有第四缝隙,并耦合连接第一元件252,可以提升天线的系统效率和辐射效率。在一个实施例中,每个第四缝隙两侧的导体之间可以电连接有第一元件252。

[0393] 在一个实施例中,第二辐射体240为T形结构时,多个第二元件253可以位于接地点两侧,部分位于接地点和第三位置之间以及部分位于接地点和第四位置之间。

[0394] 在一个实施例中,第二辐射体240可以工作于线CM-DM模式。

[0395] 图43是本申请实施例提供的一种可折叠电子设备100的示意图。

[0396] 应理解,在上述实施例中,仅以第二辐射体240形成线天线的结构(例如,第二辐射体240的第一端和第二端均为开放端、或其中一端为接地端)为例进行说明。在实际的生产或和设计中,第二辐射体240形成槽天线的结构(例如,第二辐射体240的第一端和第二端均与地板耦合作为接地端),如图43所示。

[0397] 如图43所示,第二边框220在第三位置221和第四位置223处与地板耦合。

[0398] 在一个实施例中,第二辐射体240也可以工作于槽CM-DM模式。

[0399] 图44是本申请实施例提供的一种可折叠电子设备100的示意图。

[0400] 应理解,在上述实施例中,仅以寄生枝节(例如,第二辐射体240)于地板之间电连接有元件为例进行说明。在实际的生产或和设计中,主辐射枝节(例如,第一辐射体230)与地板之间也可以电连接有元件,如图44所示。主辐射枝节与地板之间电连接的元件可以用于分散主辐射枝节上的电流密度(例如,减小单个电流强点的强度,使电流更加均匀地分布)从而减少主辐射枝节周围设置的导体和介质所带来的损耗,使电流更加均匀地分布。在一个实施例中,第一辐射体230电流分布相对更加均匀,可以减少第一辐射体230和第一辐射体230周围设置的导体和介质所带来的导体损耗和介质损耗。在一个实施例中,第一辐射体230电流分布相对更加均匀,可以增加第一辐射体230的辐射口径。因此,可以进一步提升天线的系统效率和辐射效率。

[0401] 在一个实施例中,主辐射枝节(例如,第一辐射体230)还可以设有至少一个缝隙,可以减小第一辐射体230的单个电流强点的强度,使电流更加均匀地分布。在一个实施例中,第一辐射体230电流分布相对更加均匀,可以减少第一辐射体230和第一辐射体230周围设置的导体和介质所带来的导体损耗和介质损耗。在一个实施例中,第一辐射体230电流分布相对更加均匀,可以增加辐射口径,提升天线的系统效率和辐射效率。在一个实施例中,每个缝隙两侧的导体之间可以电连接有元件,用以确定缝隙的等效电容值。

[0402] 应可理解,在第一辐射体230上设有缝隙的具体天线结构,可以参考在第二辐射体240上设有缝隙的具体结构。

[0403] 在一个实施例中,第一边框210在第一位置211与地板耦合,在第二位置212处设有第二缝隙。

[0404] 第一辐射体230可以包括耦接点A和B。第一辐射体230在耦接点A和B之间设有缝隙C。元件D的第一端与耦接点A耦合连接,元件D的第二端与耦接点B耦合连接。

[0405] 在一个实施例中,元件D可以用于调整耦接点A和耦接点B之间的等效电容,从而调整第一辐射体的辐射特性(例如,产生的谐振频点)。在一个实施例中,耦接点A和耦接点B与缝隙C之间的距离小于或等于5mm。其中,耦接点A和耦接点B与缝隙C之间的距离可以理解为耦接点A和耦接点B与缝隙C两侧的导体之间的最小距离。当元件D通过金属弹片与耦接点A和耦接点B电连接时,与缝隙C之间的距离可以理解为金属弹片与耦接点接触的部分的中心与缝隙C两侧的导体之间的最小距离。

[0406] 应理解,耦接点A和耦接点B之间的等效电容可以理解为由缝隙C形成的分布式电容以及元件D并联后等效的电容。该等效电容的电容值可以由元件D的电参数(例如,等效电容值)以及缝隙C的电参数(例如,缝隙C的宽度、缝隙C内填充的介质的相对介电常数)确定。

[0407] 在一个实施例中,第一位置211与缝隙C之间的第一辐射体230的长度小于第二缝隙与缝隙C之间的第一辐射体230的长度。

[0408] 根据本申请实施例,由于第一边框在第一位置211与地板耦合,则第一位置211附近的电流较强,在第二位置212开缝,则第二位置212附近的电流较弱。当缝隙C设有在第一辐射体230上电流较强的区域时,通过缝隙C减小第一辐射体的单个电流强点的强度的效果更为明显,第一辐射体电流分布相对更加均匀。

[0409] 在一个实施例中,缝隙C设有在第一辐射体230的中点和接地端(例如,第一位置211)之间,例如,第一位置211与缝隙C之间的第一辐射体230的长度小于第二缝隙与缝隙C之间的第一辐射体230的长度。

[0410] 在一个实施例中, 缝隙C设有在第一辐射体230的中点和接地端(例如, 第一位置211)之间, 并且第一位置211与缝隙C之间的第一辐射体230的长度小于或等于第二缝隙与缝隙C之间的第一辐射体230的长度的五分之三。

[0411] 在一个实施例中, 缝隙C设有在第一辐射体230的中点和接地端(例如, 第一位置211)之间, 并且第一位置211与缝隙C之间的第一辐射体230的长度小于或等于第二缝隙与缝隙C之间的第一辐射体230的长度的三分之一。

[0412] 在一个实施例中, 缝隙C设有在第一辐射体230的中点和接地端(例如, 第一位置211)之间, 并且第一位置211与缝隙C之间的第一辐射体230的长度小于或等于第二缝隙与缝隙C之间的第一辐射体230的长度的七分之一。

[0413] 应可理解, 上述缝隙C设置的位置, 对于第一辐射体230的电流较大区域, 应理解为, 对应未开缝的第一辐射体230(例如, 工作于四分之一波长模式)而言的, 当缝隙C设有之后, 相应位置的电流强度变弱, 达到平均分散电流的效果。

[0414] 在一个实施例中, 第一辐射体230和元件D用于产生第一谐振。

[0415] 在一个实施例中, 天线200还包括元件E。第一辐射体240包括耦接点F。元件E的第一端与耦接点F耦合连接, 元件E的第二端与地板耦合。应可理解, 元件E在第一辐射体230上设置的位置可以参考第二元件253在第二辐射体240上设置的位置。元件E在第一辐射体230上所起作用 and 效果可以参考第二元件253在第二辐射体240上所起作用 and 效果。此处不再赘述。

[0416] 图44所示实施例中与第一辐射体相关的结构(例如, 第一辐射体上设置的耦接点A、B以及耦接点A和B之间设置的缝隙C和元件D, 和/或第一辐射体240上设置的耦接点F以及一端耦接于耦接点F的元件E)均可以应用于本申请的其他实施例中, 替代其他实施例中的第一辐射体结构。

[0417] 图45至图47是本申请实施例提供一种可折叠电子设备100的示意图。

[0418] 应理解, 当天线200包括三个辐射体(例如, 第一辐射体230、第二辐射体240和第三辐射体250)时, 在上述实施例中仅示出了其中一个辐射体作为寄生枝节(例如, 第二辐射体240)用于提升两个主辐射体(例如, 第一辐射体230和第三辐射体250)形成的天线单元的辐射特性。

[0419] 如图45所示, 第一边框210在第一位置211与地板耦合, 在第二位置212设有断缝。第二边框220在第五位置213与地板耦合, 在第六位置214设有第六缝隙。第三边框260在第三位置221与地板耦合, 在第四位置222设有第三缝隙。

[0420] 为了论述的简洁, 本申请实施例仅以第一辐射体230、第二辐射体240和第三辐射体250的第一端均为开放端、第二端均与地板耦合作为接地端为例进行说明, 在实际的生产或设计中, 第一辐射体230、第二辐射体240和第三辐射体250的第一端和第二端均可以根据实际的生产设置。

[0421] 在一个实施例中, 第一辐射体230、第二辐射体240和第三辐射体250可以工作于四分之一波长模式。应理解, 在实际的生产或设计中, 第一辐射体230、第二辐射体240和第三辐射体250的工作模式并不做限制。

[0422] 在一个实施例中, 第一辐射体230可以用于产生第一谐振。第二辐射体240可以用于产生第一寄生谐振。第三辐射体250可以用于产生第二寄生谐振。在一个实施例中, 第一

寄生谐振和第二寄生谐振可以与第一谐振共同形成一个谐振频段。

[0423] 在一个实施例中,第二位置212处的第二缝隙、第四位置222处的第三缝隙、第六位置214处的第六缝隙在第一方向(例如,z方向)上至少部分重叠。

[0424] 应理解,当上述缝隙在第一方向上部分重叠时,第一馈电点馈入电信号时,第二辐射体、第三辐射体可以通过缝隙处的电场耦合到更多的能量,从而提升第二辐射体、第三辐射体产生的谐振的辐射特性。

[0425] 如图46所示,相较于图45所示的天线200,第二辐射体240与地板之间还可以电连接有至少一个第二元件253。第二元件253可以分散第二辐射体240上单个电流强点的强度,使电流更加均匀地分布。在一个实施例中,第二辐射体240电流分布相对更加均匀,可以减少第二辐射体240和第二辐射体240周围设置的导体和介质所带来的损耗。在一个实施例中,第二辐射体240电流分布相对更加均匀,可以增加第二辐射体240的辐射口径,进而提升天线的系统效率和辐射效率。

[0426] 在一个实施例中,第二辐射体240还可以设有至少一个第四缝隙。在一个实施例中,每个第四缝隙两侧的导体之间可以电连接有第一元件252。

[0427] 如图47所示,相较于图46所示的天线200,第三辐射体250与地板之间还可以耦合连接至少一个第二元件253。第二元件253可以分散第三辐射体250上的电流密度(例如,减小单个电流强点的强度,使电流更加均匀地分布),使电流更加均匀地分布。在一个实施例中,第三辐射体250电流分布相对更加均匀,可以减少第三辐射体250和第三辐射体250周围设置的导体所带来的损耗。在一个实施例中,第三辐射体250电流分布相对更加均匀,可以增加第三辐射体250的辐射口径,进而提升天线的系统效率和辐射效率。

[0428] 在一个实施例中,第三辐射体250还可以设有至少一个第四缝隙。在一个实施例中,每个第四缝隙两侧的导体之间可以电连接有第一元件252。

[0429] 应可理解,第三辐射体250上耦接的第一元件252,以及第二辐射体240上耦接的第一元件252;第三辐射体250与地板之间还可以耦合连接的第二元件253,以及第二辐射体240与地板之间还可以耦合连接的第二元件253;其中,为行文的简洁,第一元件和第二元件均用同一附图标记表示,是因为其分别对应前文描述的第一元件和第二元件,并不代表两个辐射体上耦接的第一元件(或者,第二元件)是相同的类型和/或相同的容-感值的元件。在一个实施例中,第三辐射体250上耦接的第一元件252可以是上述电容元件,第二辐射体240上耦接的第一元件252可以是上述电感元件,反之亦然;第二元件253也应做此理解。在图47所示的实施例中,在可折叠电子设备100处于折叠态下,第三辐射体250和第二辐射体240均与第一辐射体230在第一方向上部分重叠,第一方向为可折叠电子设备100的厚度方向,例如,z方向;且第三辐射体250在第一方向上设置于所述第二辐射体240和第一辐射体230之间。

[0430] 在一个实施例中,第一辐射体230和第三辐射体250在第一方向上可以间隔设置(例如,第一辐射体230和第三辐射体250之间设置其他导体,例如,在多折的电子设备中,第一辐射体230和第二辐射体240设置在不相邻的壳体上)。

[0431] 在一个实施例中,第二辐射体240和第三辐射体250在第一方向上可以间隔设置(例如,第二辐射体240和第三辐射体250之间设置其他导体,例如,在多折的电子设备中,第一辐射体230和第二辐射体240设置在不相邻的壳体上)。

[0432] 再次参考图47所示的实施例,在可折叠电子设备100处于折叠态下,在一个实施例中,第二辐射体240和第一辐射体230均位于电子设备100在第一方向上最外侧的壳体。

[0433] 在一个实施例中,第一辐射体230用于产生第一谐振。第二辐射体240和其对应的第一元件252用于产生第一寄生谐振。第三辐射体250和其对应的第一元件252用于产生第二寄生谐振。

[0434] 在一个实施例中,天线200的谐振频段包括600MHz-1.5GHz内的任一工作频段,

[0435] 第一寄生谐振的谐振点与第一谐振的谐振点之间的频率之差可以小于或等于200MHz,或者,在一个实施例中,天线200的谐振频段包括600MHz-1.5GHz内的任一工作频段,第一寄生谐振的谐振点与第一谐振的谐振点之间的频率之差还可以小于或等于100MHz;和/或,

[0436] 第二寄生谐振的谐振点与第一谐振的谐振点之间的频率之差可以小于或等于350MHz;或者第二寄生谐振的谐振点与第一谐振的谐振点之间的频率之差在150MHz和350MHz之间(包括端点)。

[0437] 在一个实施例中,天线200的谐振频段包括1.5GHz-3GHz内的任一工作频段,

[0438] 第一寄生谐振的谐振点与第一谐振的谐振点之间的频率之差可以小于或等于400MHz,或者,在一个实施例中,天线200的谐振频段包括1.5GHz-3GHz内的任一工作频段,第一寄生谐振的谐振点与第一谐振的谐振点之间的频率之差还可以小于或等于200MHz;和/或,

[0439] 第二寄生谐振的谐振点与第一谐振的谐振点之间的频率之差可以小于或等于600MHz;或者第二寄生谐振的谐振点与第一谐振的谐振点之间的频率之差在200MHz和450MHz之间(包括端点)。

[0440] 在一个实施例中,天线200的谐振频段包括3GHz-6GHz内的任一工作频段,

[0441] 第一寄生谐振的谐振点与第一谐振的谐振点之间的频率之差可以小于或等于600MHz,或者,在一个实施例中,天线200的谐振频段包括3GHz-6GHz内的任一工作频段,第一寄生谐振的谐振点与第一谐振的谐振点之间的频率之差可以小于或等于400MHz;和/或,

[0442] 第二寄生谐振的谐振点与第一谐振的谐振点之间的频率之差可以小于或等于900MHz;或者第二寄生谐振的谐振点与第一谐振的谐振点之间的频率之差在350MHz和700MHz之间(包括端点)。

[0443] 应可理解,第一寄生谐振的谐振点、第一谐振的谐振点、以及第二寄生谐振的谐振点可以根据实际的生产设计进行调整。在一个实施例中,第一寄生谐振的谐振点与第一谐振的谐振点之间的频率之差,小于第二寄生谐振的谐振点与第一谐振的谐振点之间的频率之差,从而优化效率凹坑,提升天线的系统效率。

[0444] 图48和图49是图47所示天线的仿真结果图。其中,图48是图47所示天线的S参数仿真结果图。图49是图47所示天线的辐射效率和系统效率的仿真结果。

[0445] 如图48所示,示出了图47所示天线的S参数仿真结果。

[0446] 当可折叠电子设备处于折叠状态且不设置第二辐射体、第三辐射体时,天线仅由第一辐射体在1.96GHz附近产生谐振。

[0447] 当可折叠电子设备处于折叠状态且不设置第二辐射时,天线可以由第一辐射体和第三辐射体产生谐振,在1.96GHz附近和2.16GHz附近产生两个谐振。2.16GHz附近的谐振

(第一寄生谐振)可以由第三辐射体产生。

[0448] 当可折叠电子设备处于折叠状态,天线可以由第一辐射体、第二辐射体和第三辐射体产生谐振,天线200可以1.96GHz附近和2.16GHz附近产生谐振,第二辐射体产生的第二寄生谐振可以与第三辐射体产生的第一寄生谐振共同产生一个谐振频段,无法区分第一寄生谐振和第二寄生谐振。

[0449] 以 $S_{11} < -3\text{dB}$ 为界限,可折叠电子设备处于展开状态时的天线的工作带宽小于可折叠电子设备处于部分展开状态时的天线的工作带宽小于可折叠电子设备处于折叠状态时的天线的工作带宽。

[0450] 如图49所示,相较于可折叠电子设备未设置寄生枝节(例如,第二辐射体、第三辐射体),可折叠电子设备设置寄生枝节时,天线由寄生枝节提升辐射特性,系统效率和辐射效率均有提升。

[0451] 图50至图52是本申请实施例提供一种可折叠电子设备100的示意图。

[0452] 如图50所示,第三位置221、第四位置222,以及第五位置213和第六位置214可以位于第二边框220上。第二辐射体240与第一辐射体230在第一方向上至少部分重叠,第三辐射体250与第一辐射体230在第一方向上不完全重叠。

[0453] 第二辐射体240上包括第一连接位置249,第三辐射体250上可以包括第二连接位置259。天线200还可以包括第四元件256。第四元件256的第一端与第一连接位置249耦合连接,第二端与第二连接位置259耦合连接。

[0454] 应理解,在图45至图48所示的天线200中,作为寄生枝节的第二辐射体240和第三辐射体250分别位于不同的壳体上,并与作为主辐射枝节的第一辐射体230在第一方向上至少部分重叠,通过间接耦合的方式产生谐振。而在图50所示的天线200中,第二辐射体240和第三辐射体250分别位于同一壳体上,第二辐射体240通过间接耦合的方式产生谐振。第三辐射体250通过第二连接位置259与第二辐射体240的第一连接位置249耦合连接,以及与第二辐射体240的间接耦合,从而产生谐振。

[0455] 在一个实施例中,第四元件256可以用于调整第一连接位置249处的电信号与第二连接位置259处的电信号的相位差,从而可以增强第三辐射体250与第二辐射体240的间接耦合,使第三辐射体250激励的更充分,提升辐射性能。

[0456] 在一个实施例中,第四位置222位于第三位置221和第五位置213之间,第五位置213位于第六位置214和第四位置222之间,如图50所示。在一个实施例中,第四位置222和第五位置213之间的第二边框220与地板耦合。

[0457] 在一个实施例中,第四位置222和第五位置213相同,如图51所示。在一个实施例中,第二辐射体240的第二端与第三辐射体250的第一端相对且互不接触。

[0458] 如图51所示,相较于图50所示的天线200,第三辐射体250与地板之间还可以电连接有至少一个第二元件253。第二元件253可以分散第三辐射体250上单个电流强点的强度,使电流更加均匀地分布。在一个实施例中,第三辐射体250电流分布相对更加均匀,可以减少第三辐射体250和第三辐射体250周围设置的导体和介质所带来的损耗。在一个实施例中,第三辐射体250电流分布相对更加均匀,可以增加第三辐射体250的辐射口径,进而提升天线的系统效率和辐射效率。

[0459] 在一个实施例中,第三辐射体250还可以设有至少一个第四缝隙。在一个实施例

中,每个第四缝隙两侧的导体之间可以电连接有第一元件252。

[0460] 如图52所示,相较于图51所示的天线200,第二辐射体240与地板之间还可以电连接有至少一个第二元件253。第二元件253可以分散第二辐射体240上的单个电流强点的强度,使电流更加均匀地分布。在一个实施例中,第二辐射体240电流分布相对更加均匀,可以减少第二辐射体240和第二辐射体240周围设置的导体和介质所带来的损耗。在一个实施例中,第二辐射体240电流分布相对更加均匀,可以增加第三辐射体250的辐射口径,进而提升天线的系统效率和辐射效率。

[0461] 在一个实施例中,第二辐射体240还可以设有至少一个第四缝隙。在一个实施例中,每个第四缝隙两侧的导体之间可以电连接有第一元件252。

[0462] 本领域技术人员可以对每个特定的应用来使用不同方法来实现所描述的功能,但是这种实现不应认为超出本申请的范围。

[0463] 所属领域的技术人员可以清楚地了解到,为描述的方便和简洁,上述描述的系统、装置和单元的具体工作过程,可以参考前述方法实施例中的对应过程,在此不再赘述。

[0464] 在本申请所提供的几个实施例中,应该理解到,所揭露的系统、装置和方法,可以通过其它的方式实现。例如,以上所描述的装置实施例仅仅是示意性的,例如,所述单元的划分,仅仅为一种逻辑功能划分,实际实现时可以有另外的划分方式,例如多个单元或组件可以结合或者可以集成到另一个系统,或一些特征可以忽略,或不执行。另一点,所显示或讨论的相互之间的耦合或直接耦合或通信连接可以是通过一些接口,装置或单元的之间耦合或通信连接,可以是电性或其它的形式。

[0465] 以上所述,仅为本申请的具体实施方式,但本申请的保护范围并不局限于此,任何熟悉本技术领域的技术人员在本申请揭露的技术范围内,可轻易想到变化或替换,都应涵盖在本申请的保护范围之内。因此,本申请的保护范围应以所述权利要求的保护范围为准。

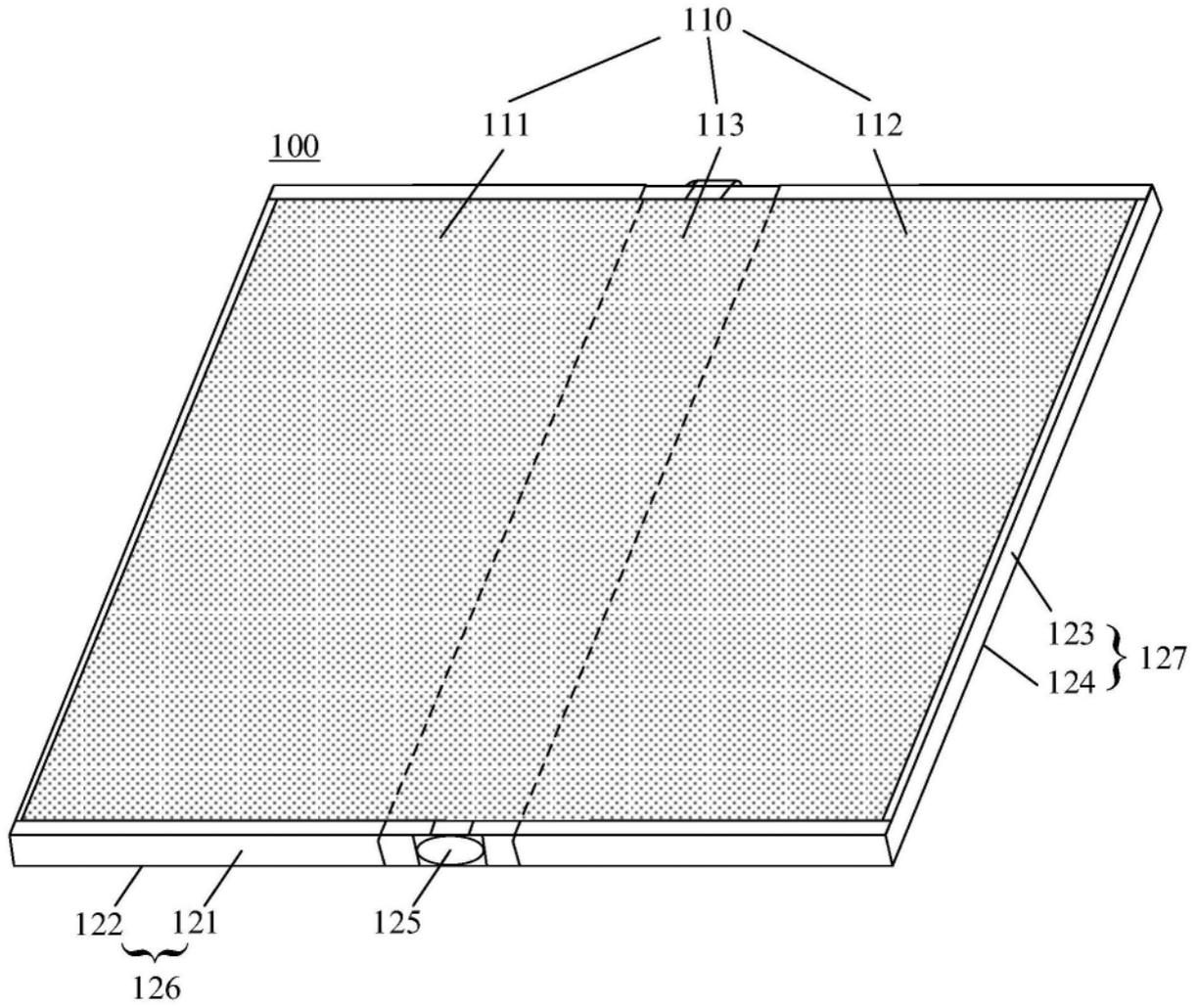


图1

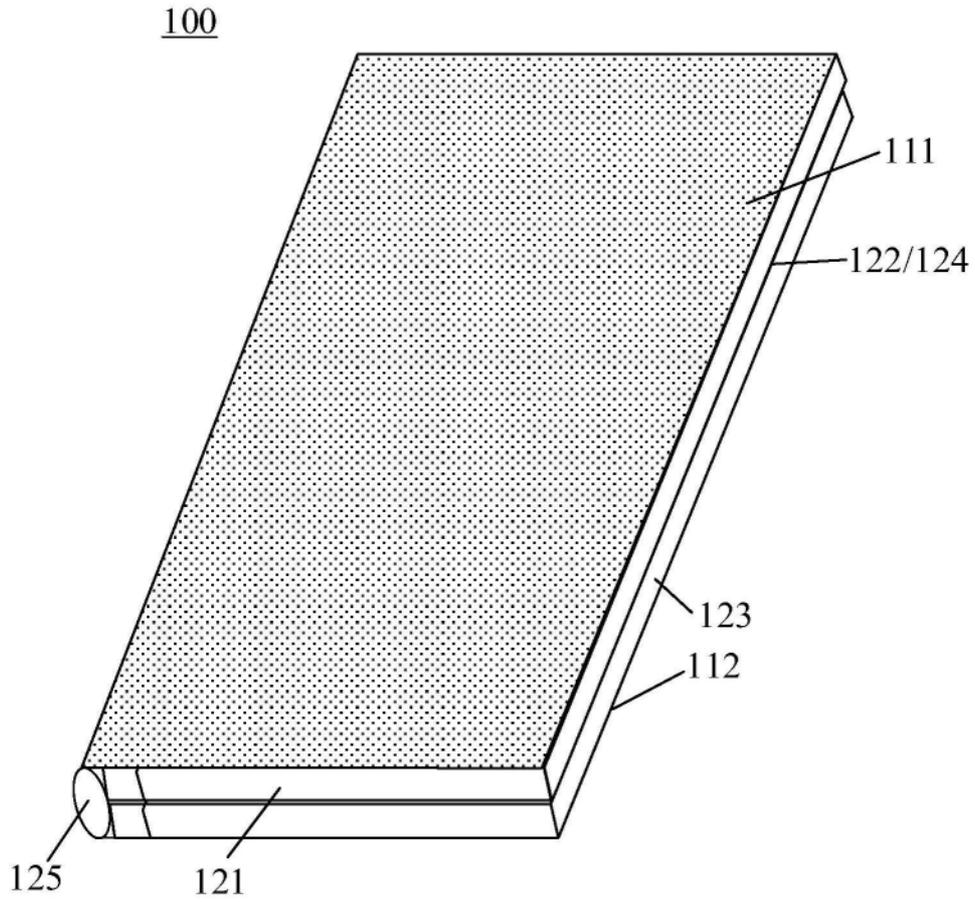


图2

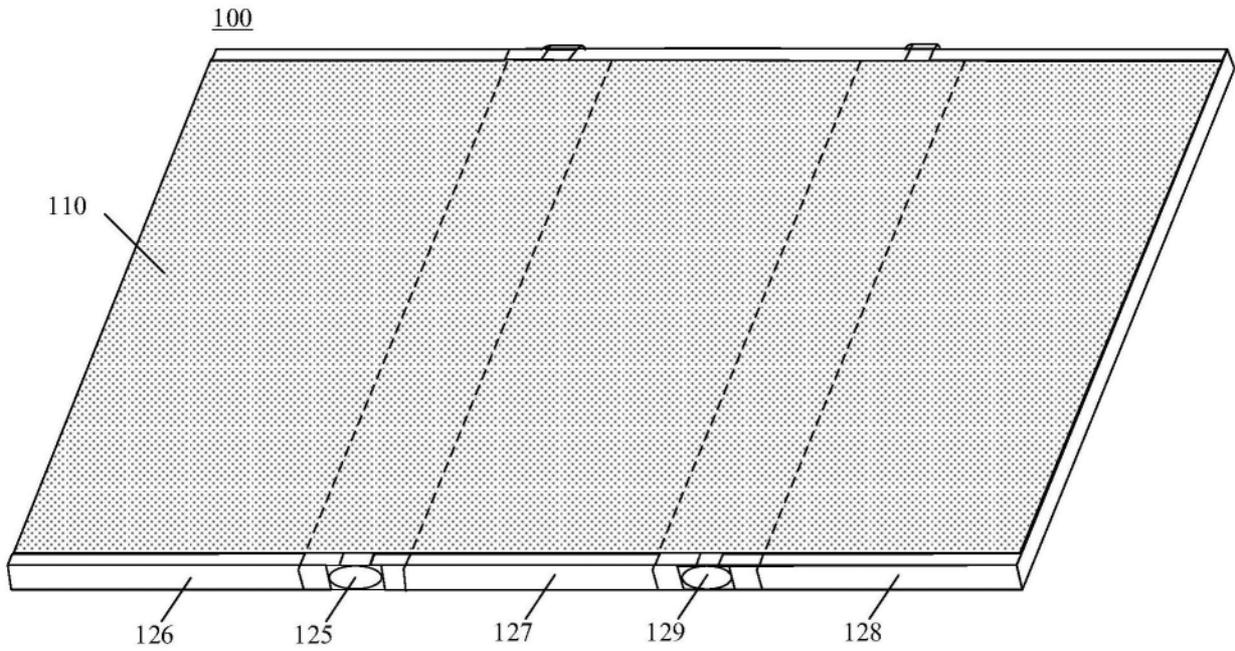


图3

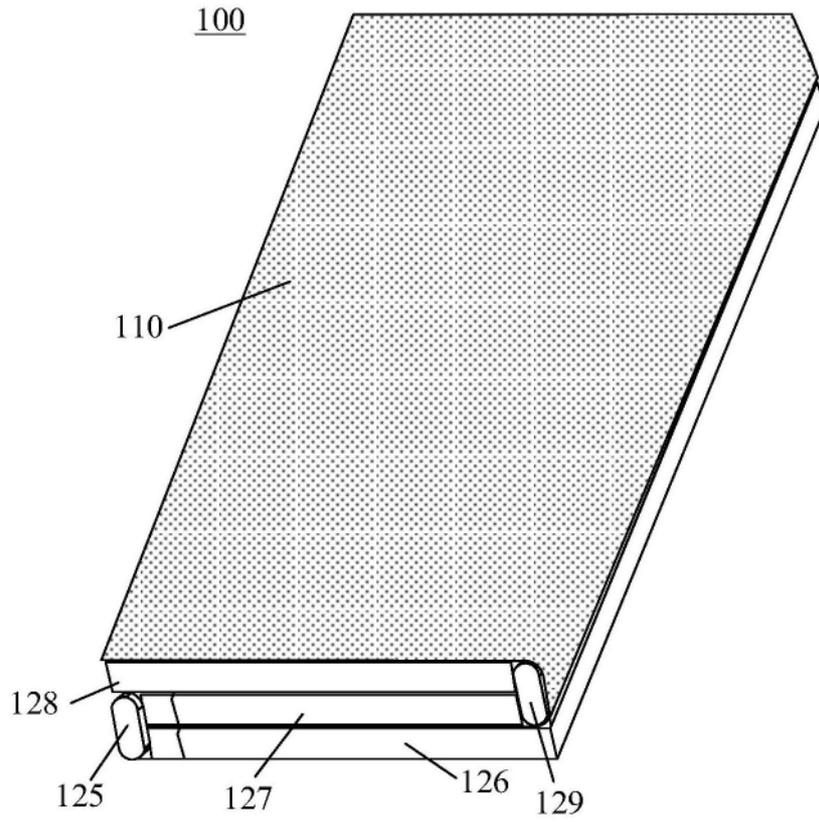


图4

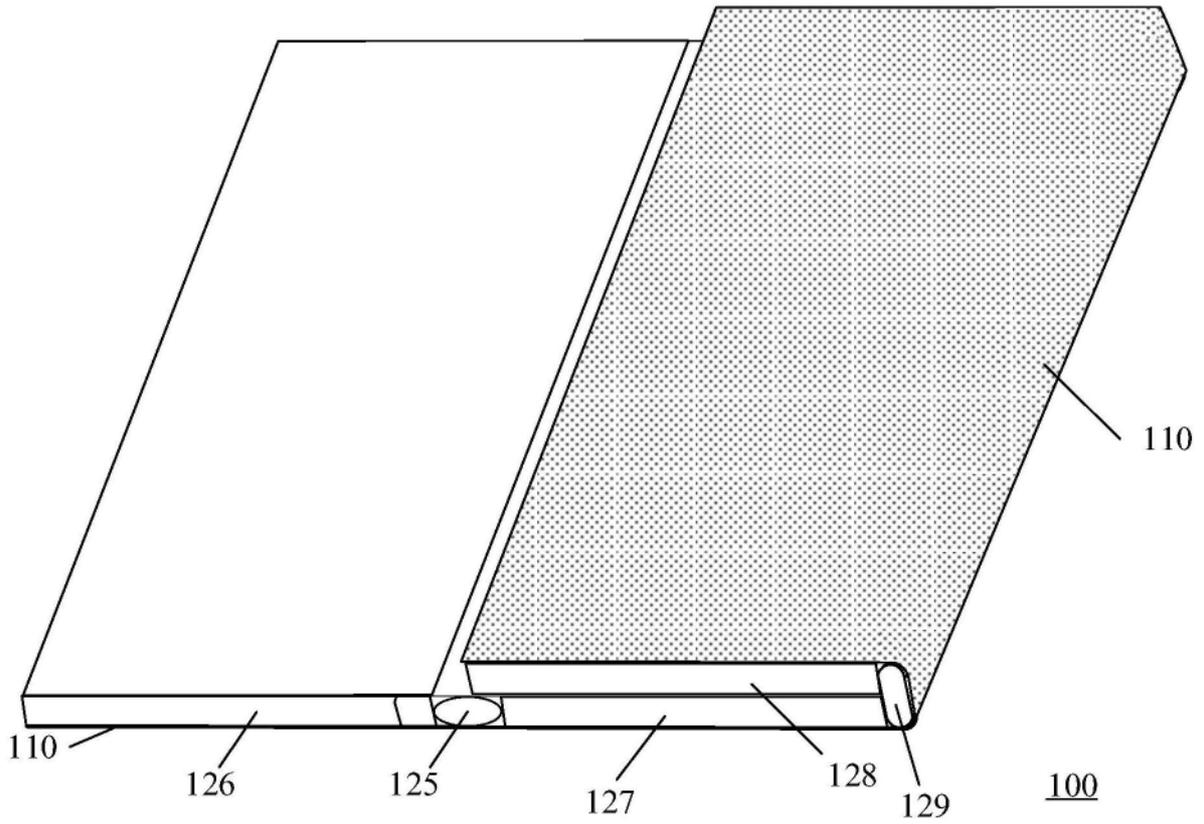
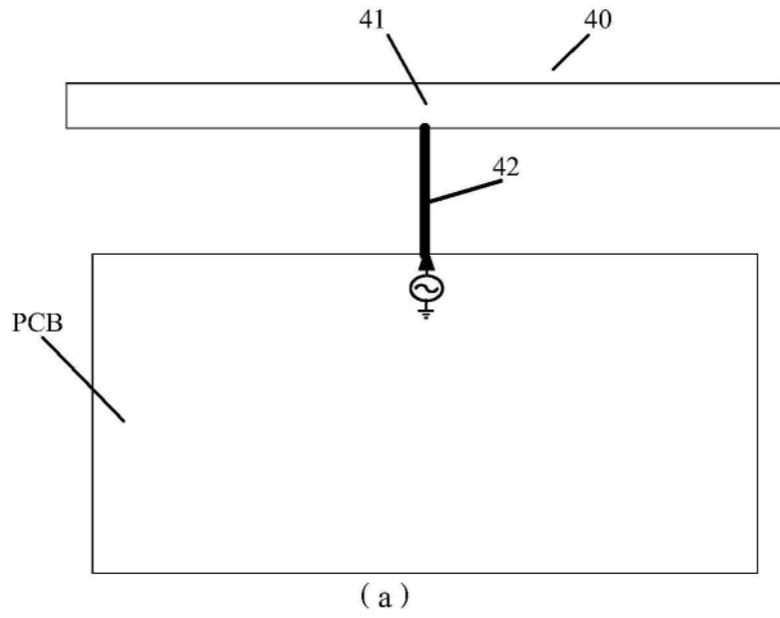


图5



⊗ 电场零点 (电流大点)

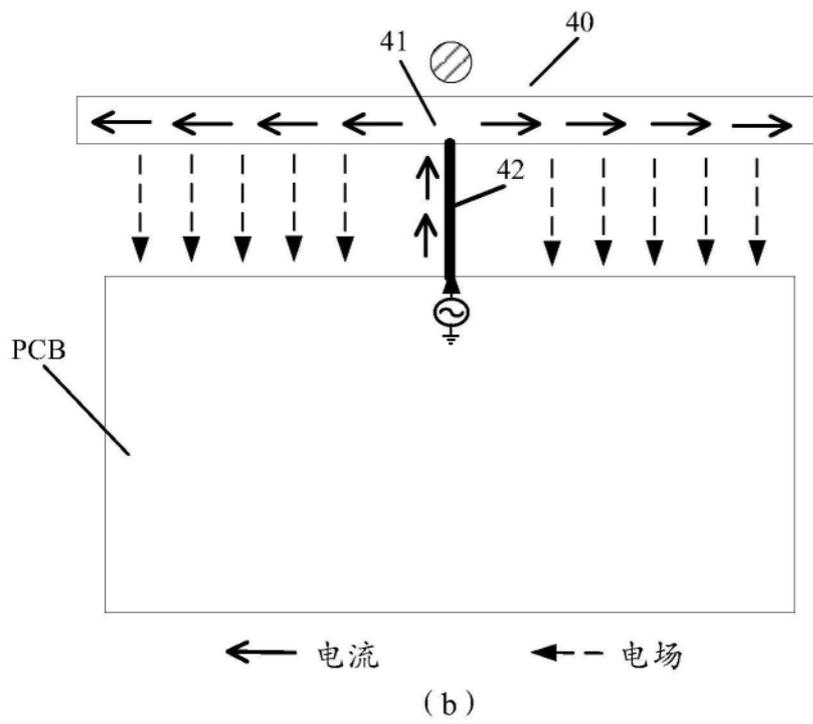
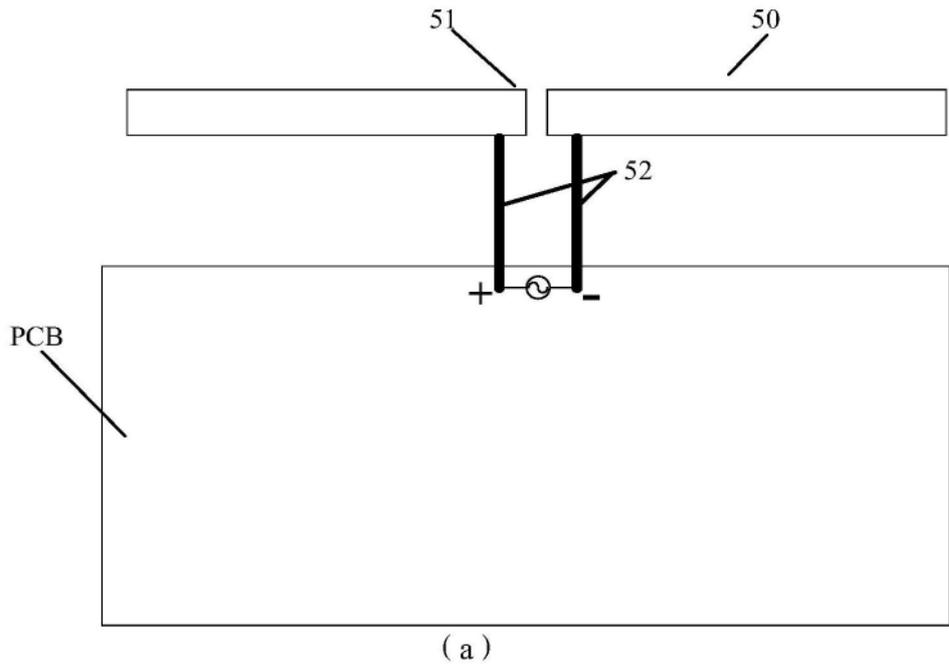
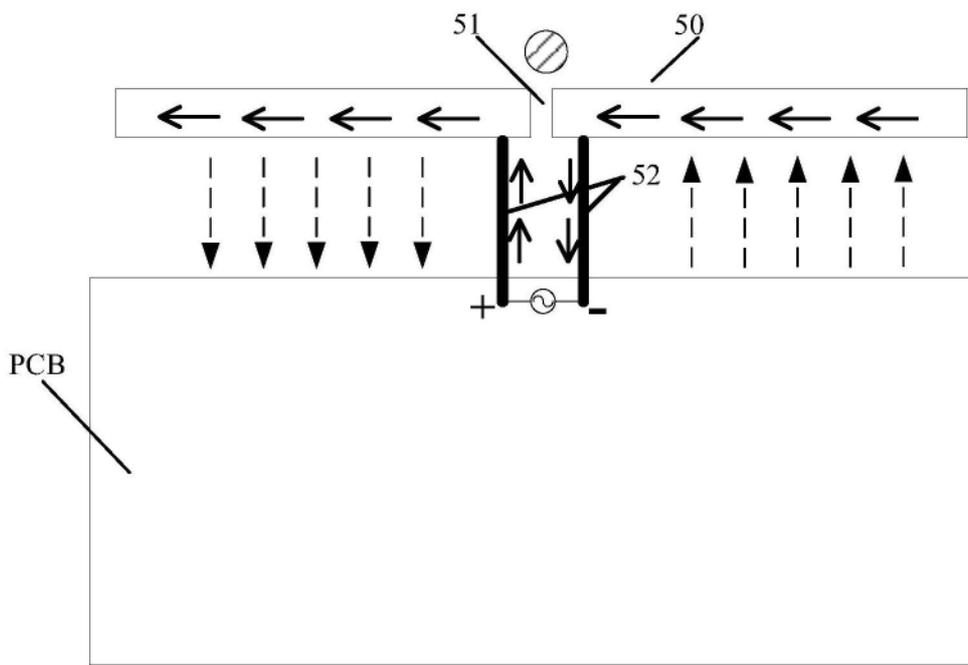


图6



⊗ 电场零点 (电流大点)

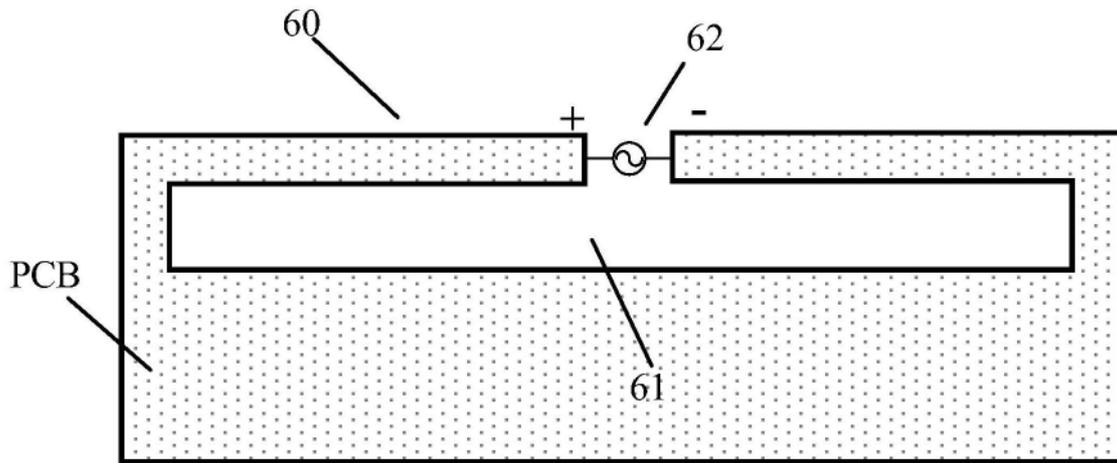


← 电流

← - 电场

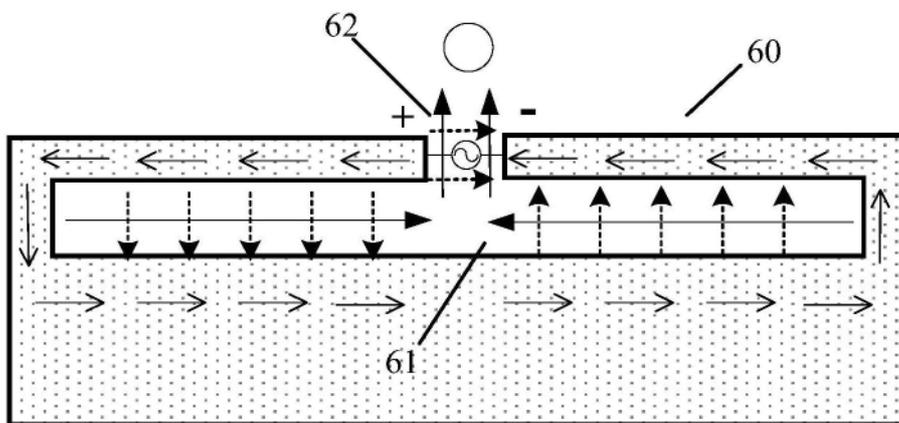
(b)

图7



(a)

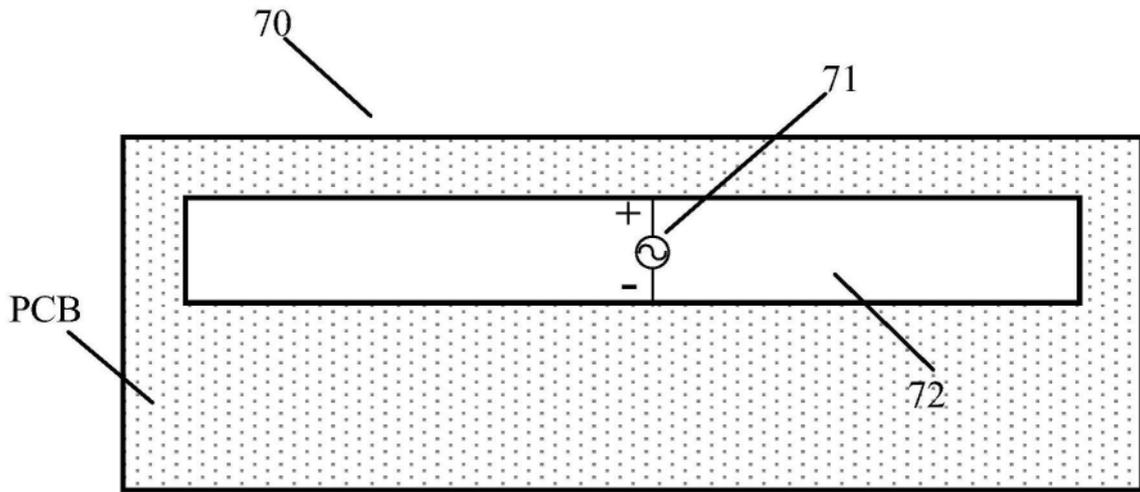
○ 电流零点 (电场大点)



← 电流      ←····· 电场      ← 磁流

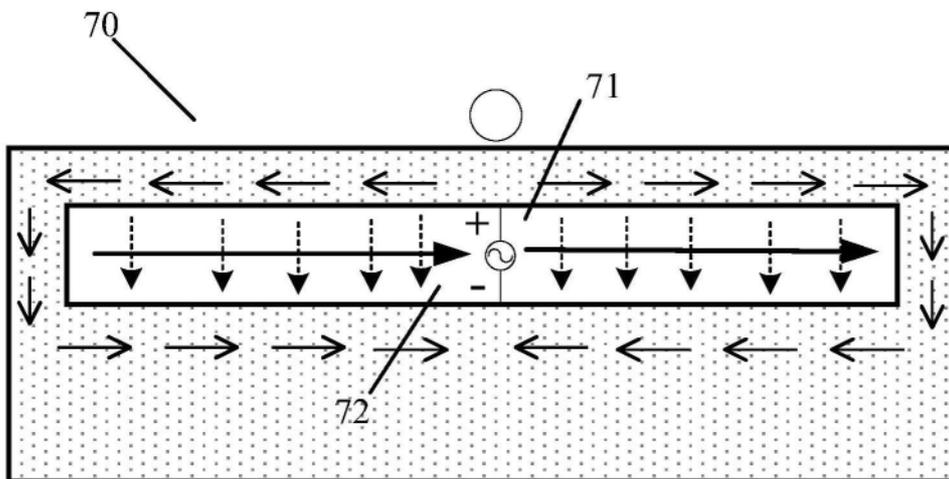
(b)

图8



(a)

○ 电流零点 (电场大点)



← 电流      ←····· 电场      ←—— 磁流

(b)

图9

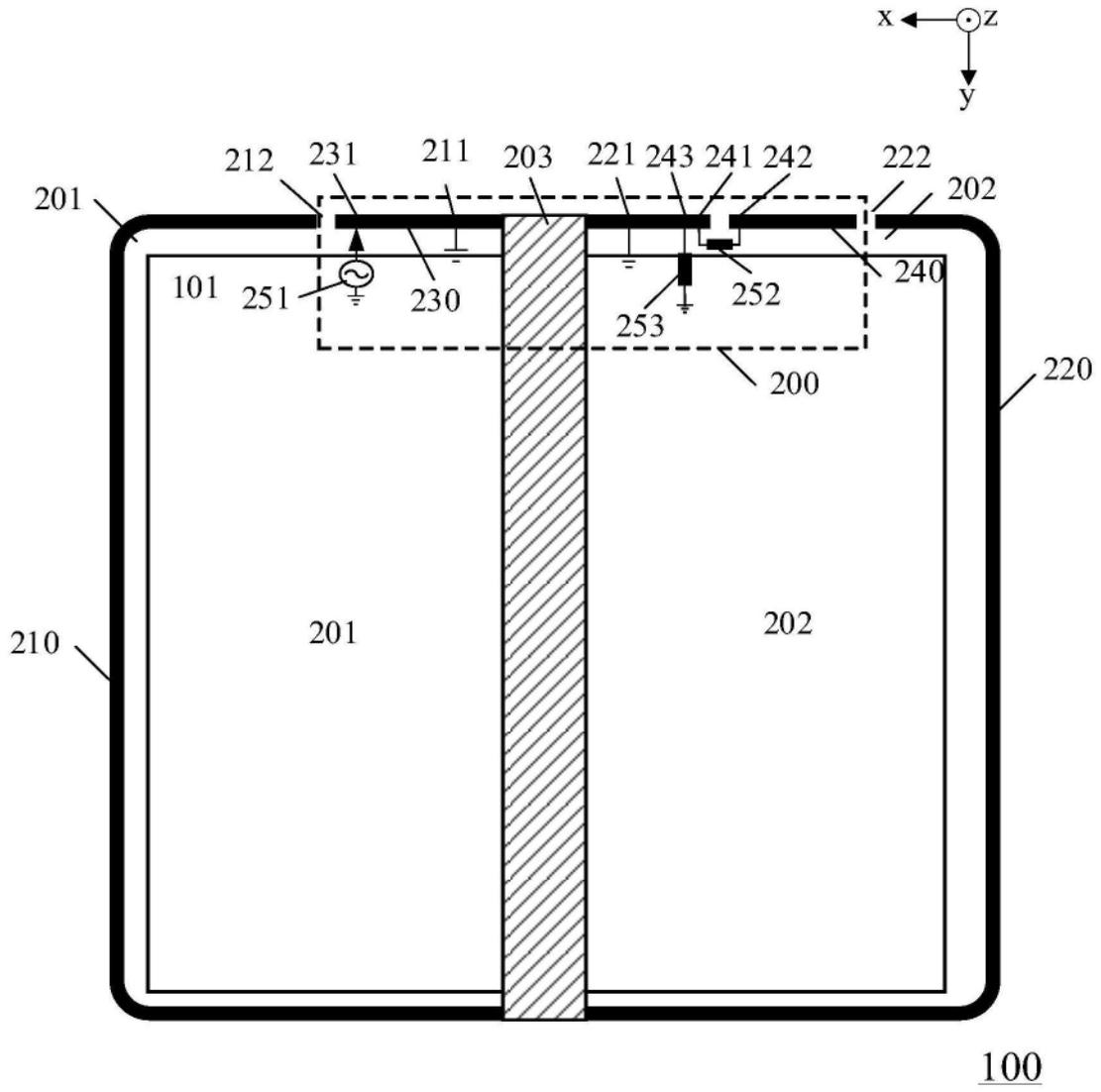


图10

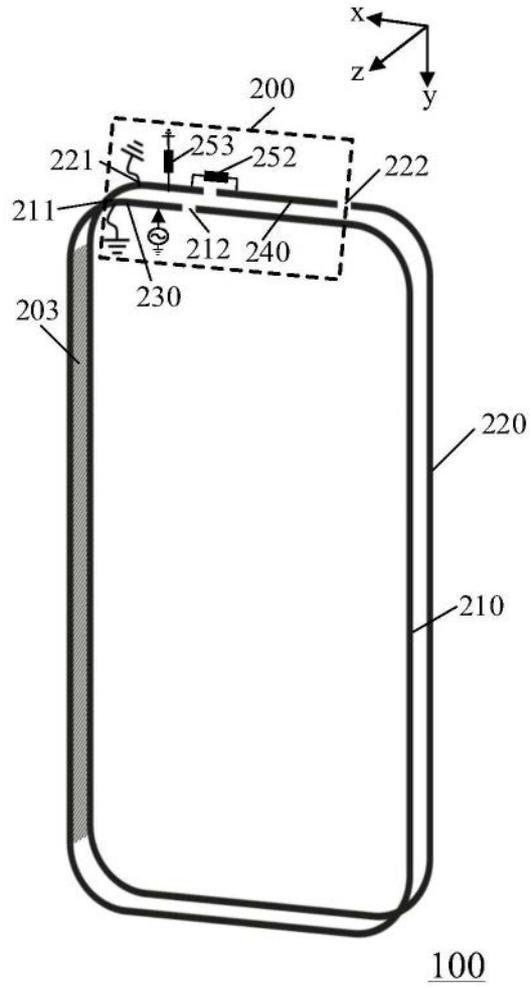
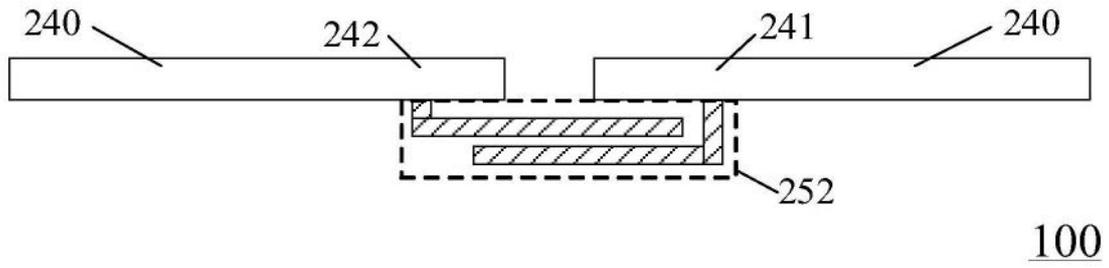
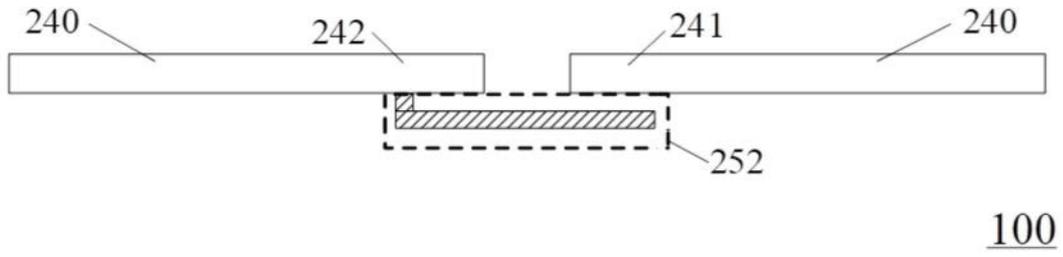


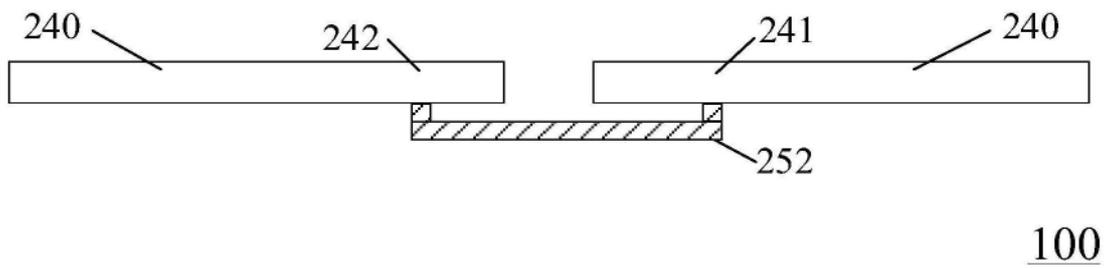
图11



(a)



(b)



(c)

图12

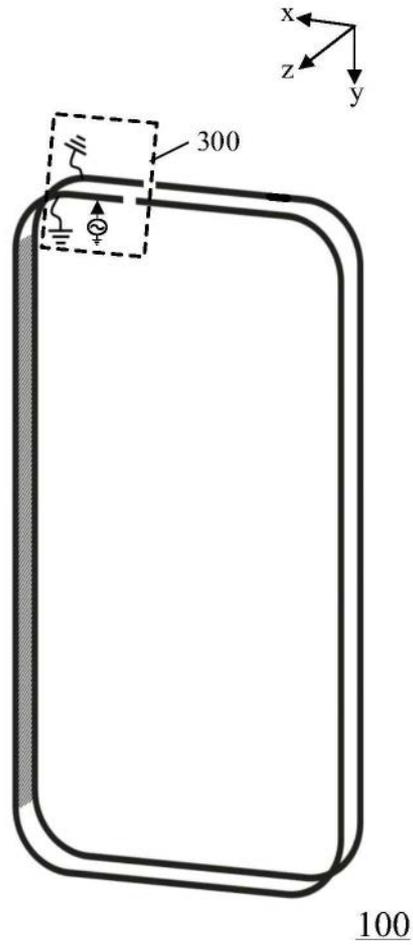


图13

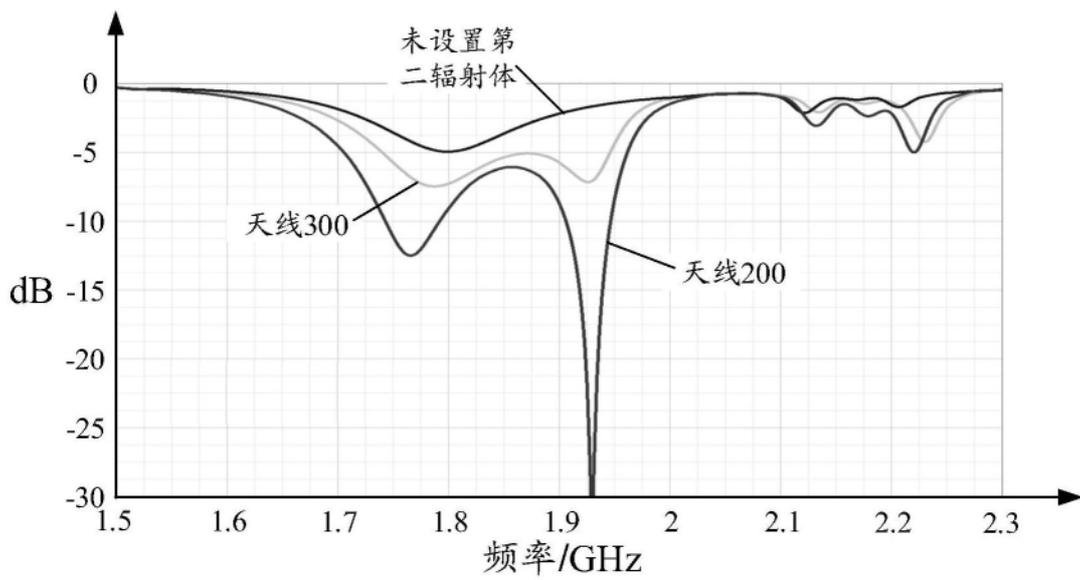


图14

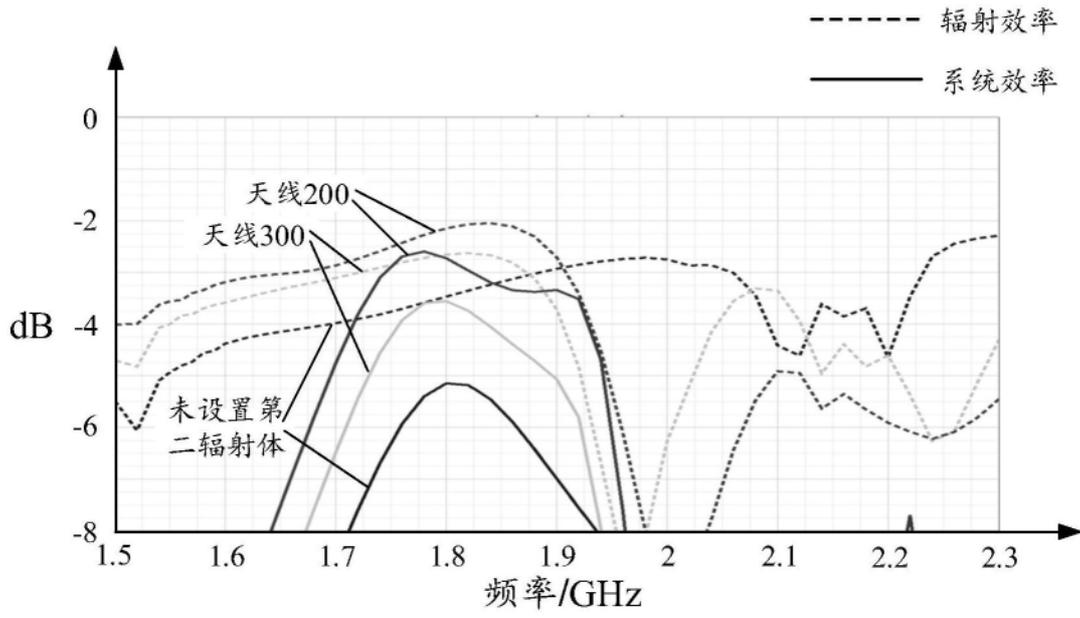


图15

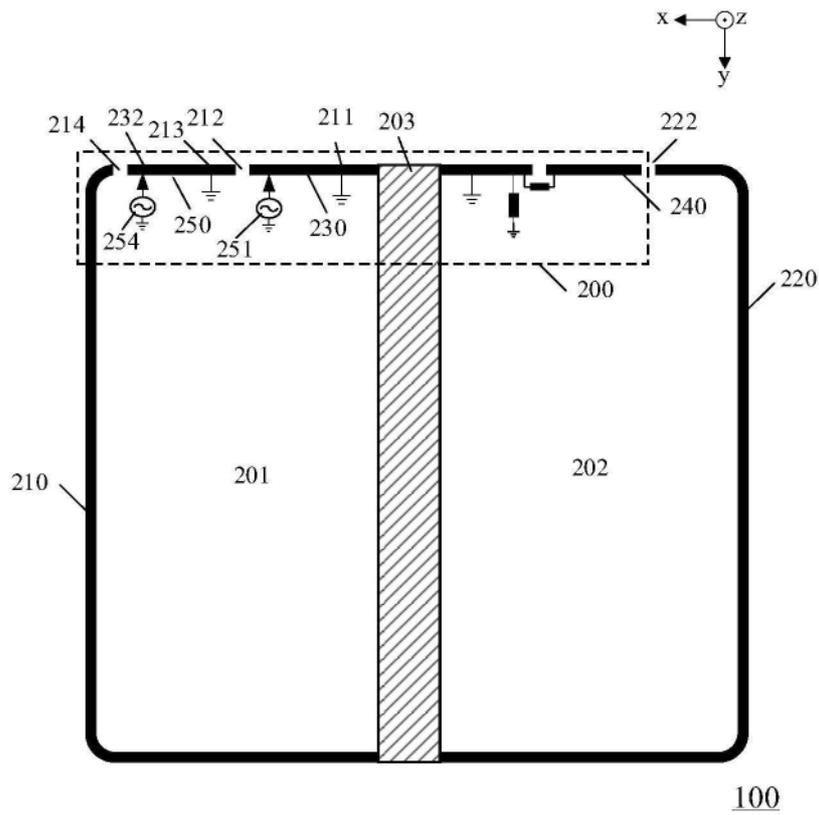


图16

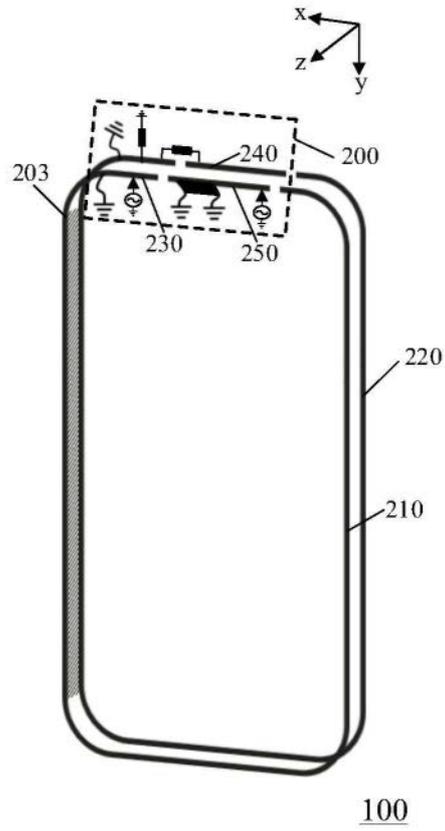


图17

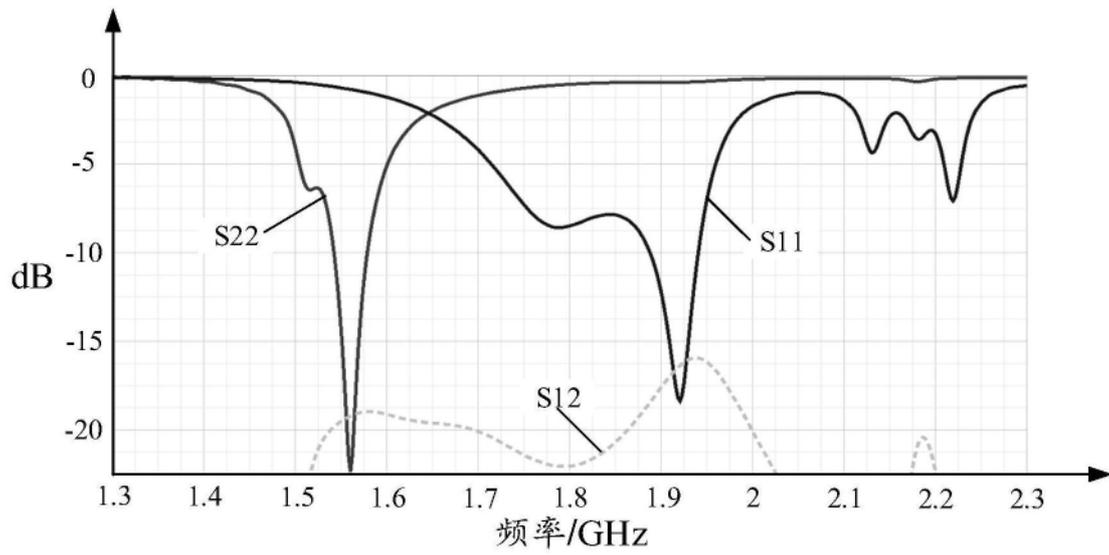


图18

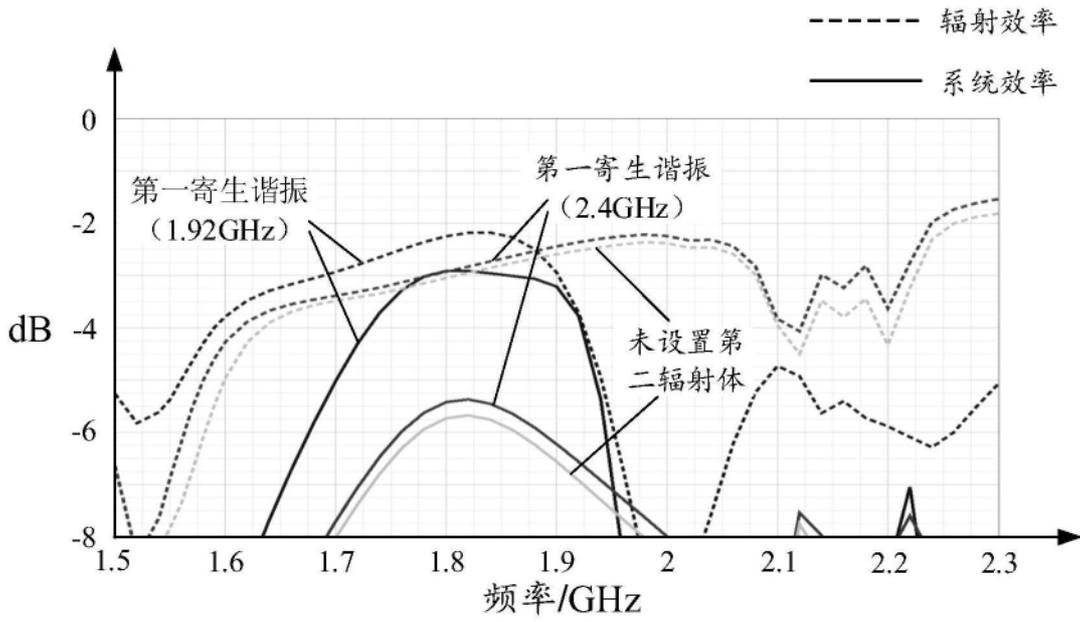


图19

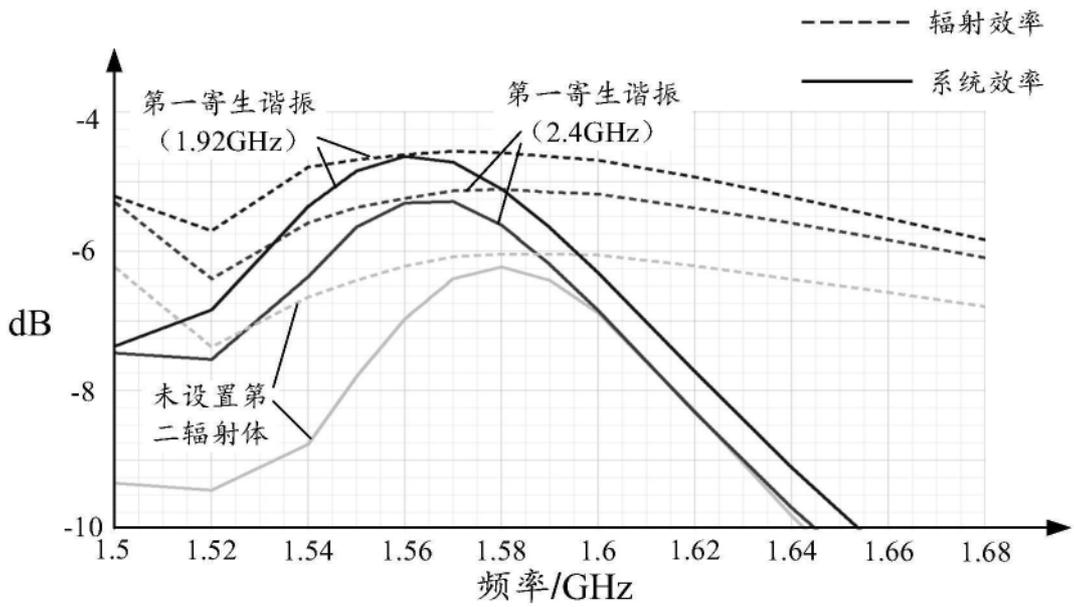


图20

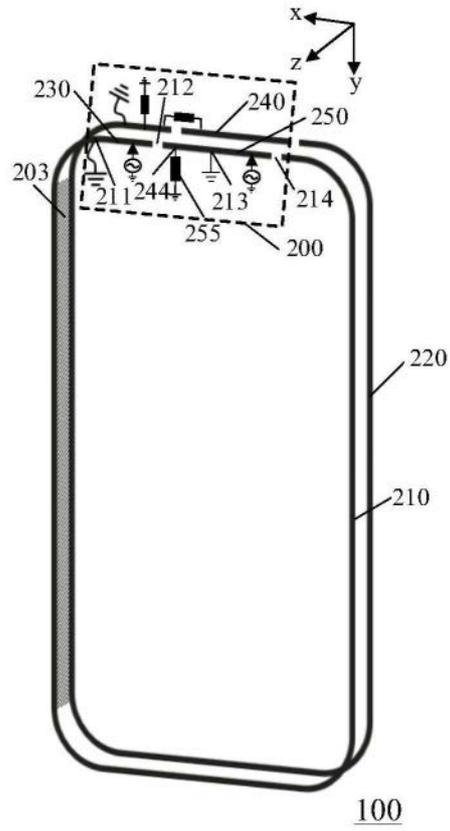


图21

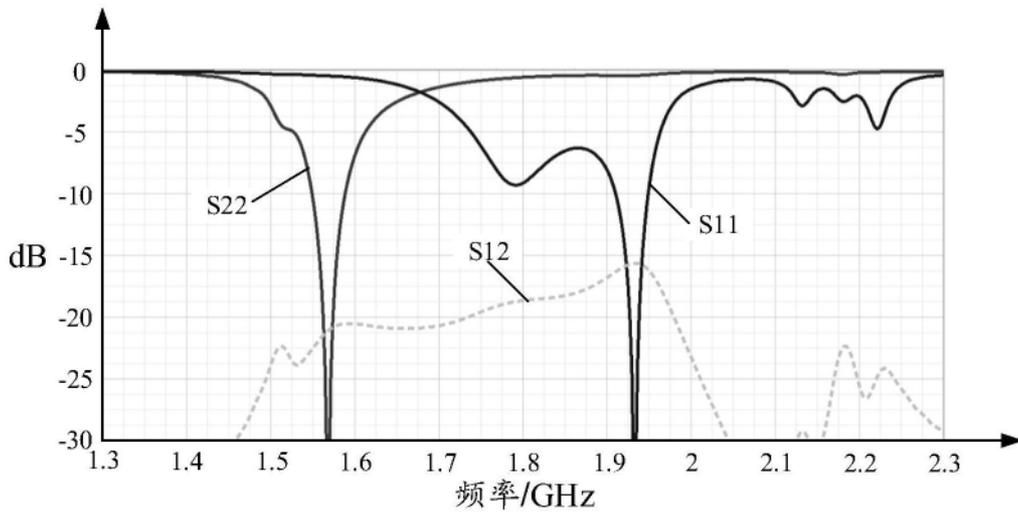


图22

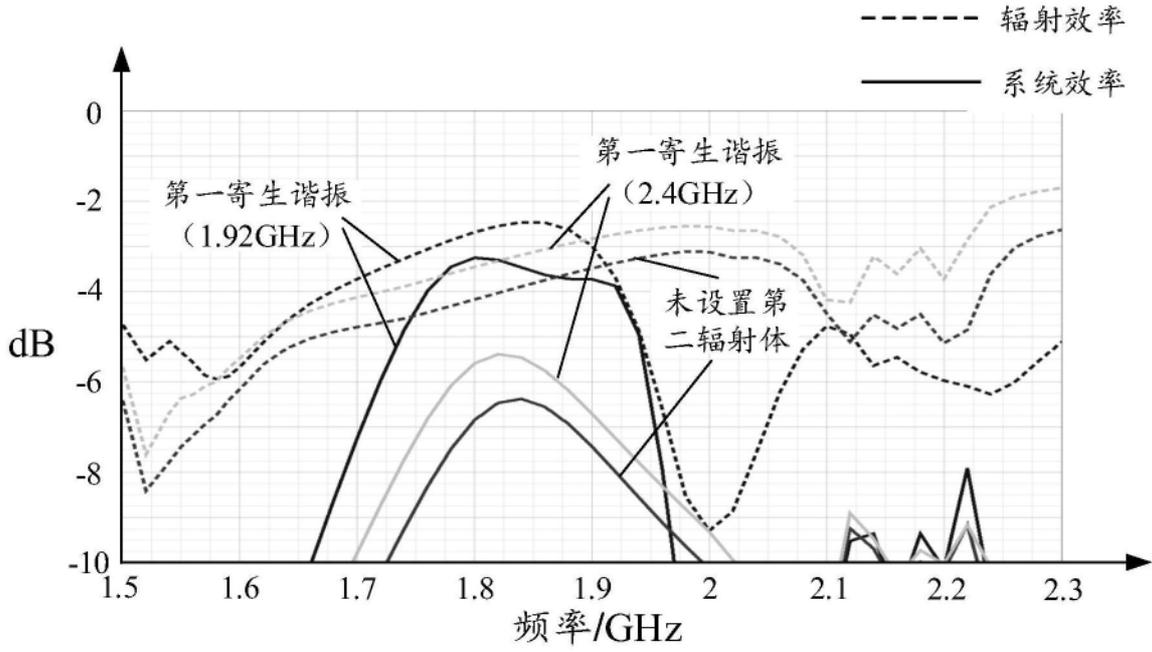


图23

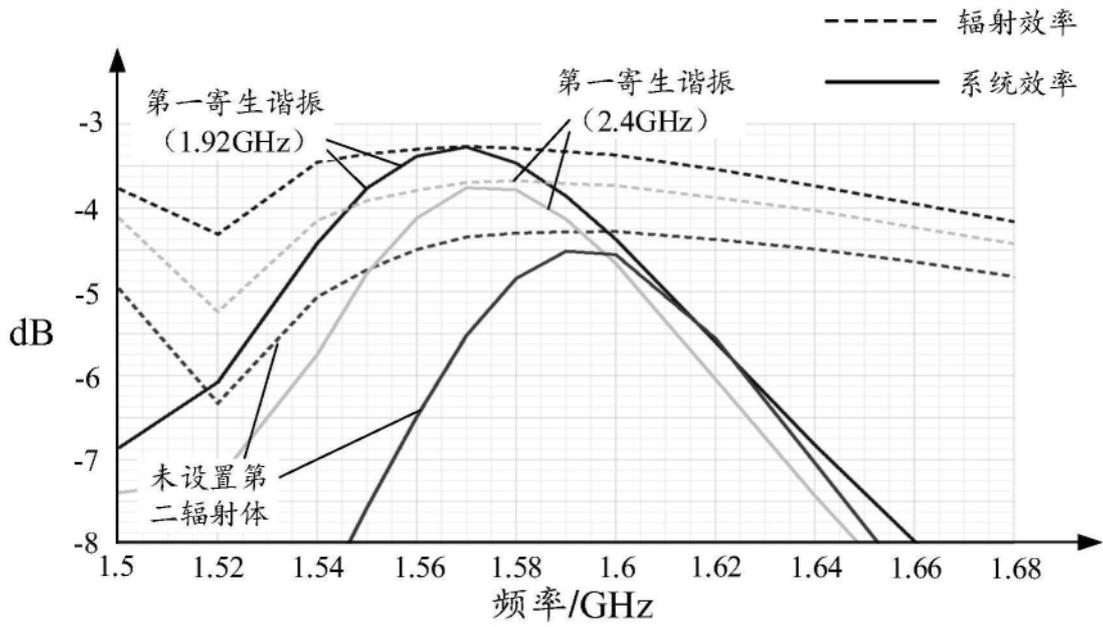


图24

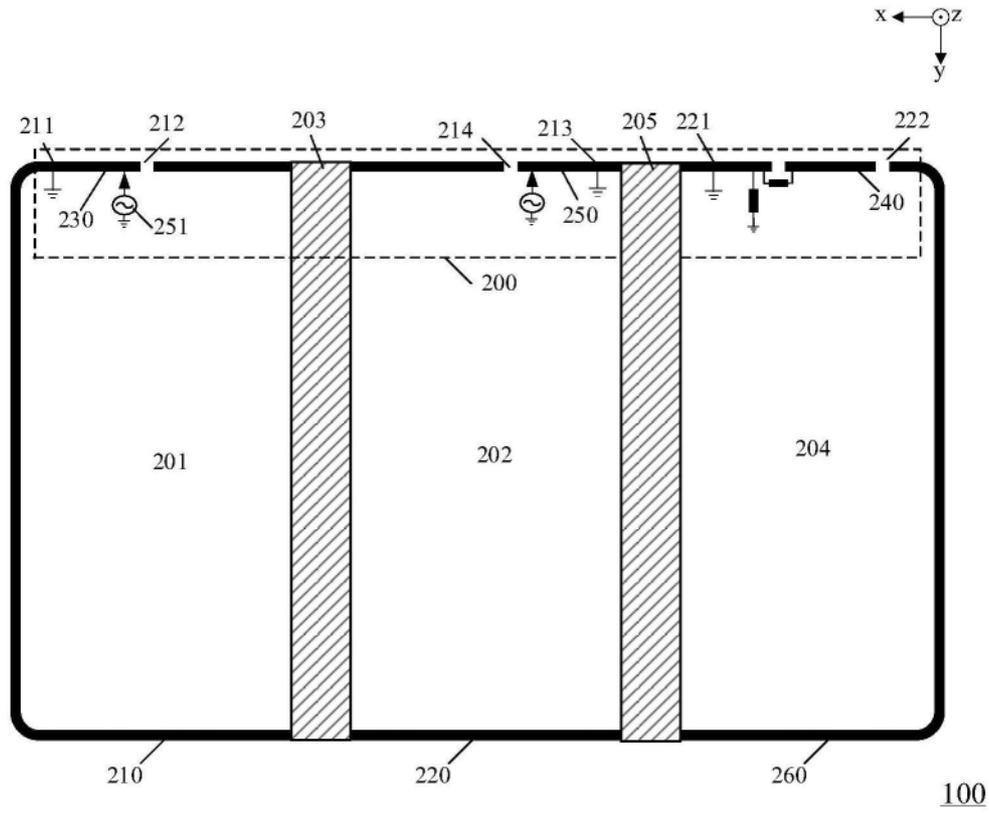


图25

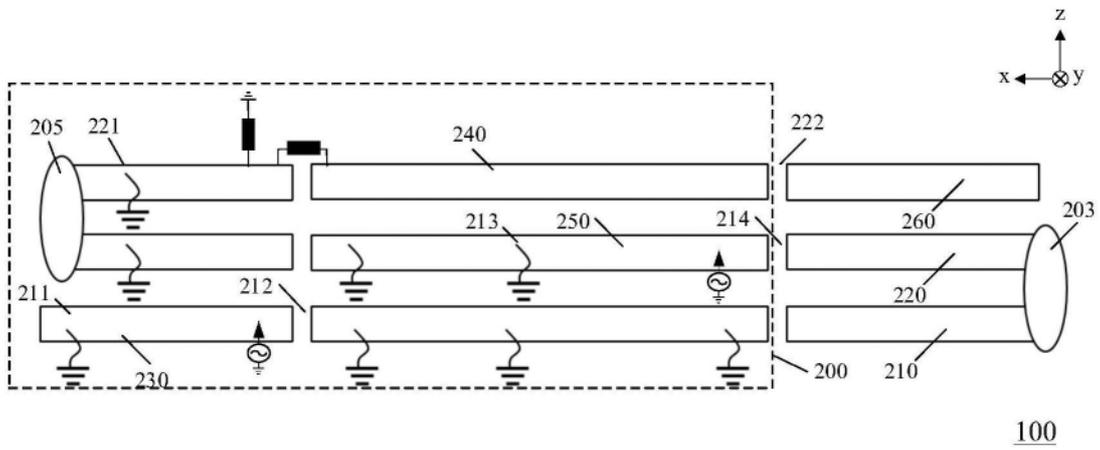


图26

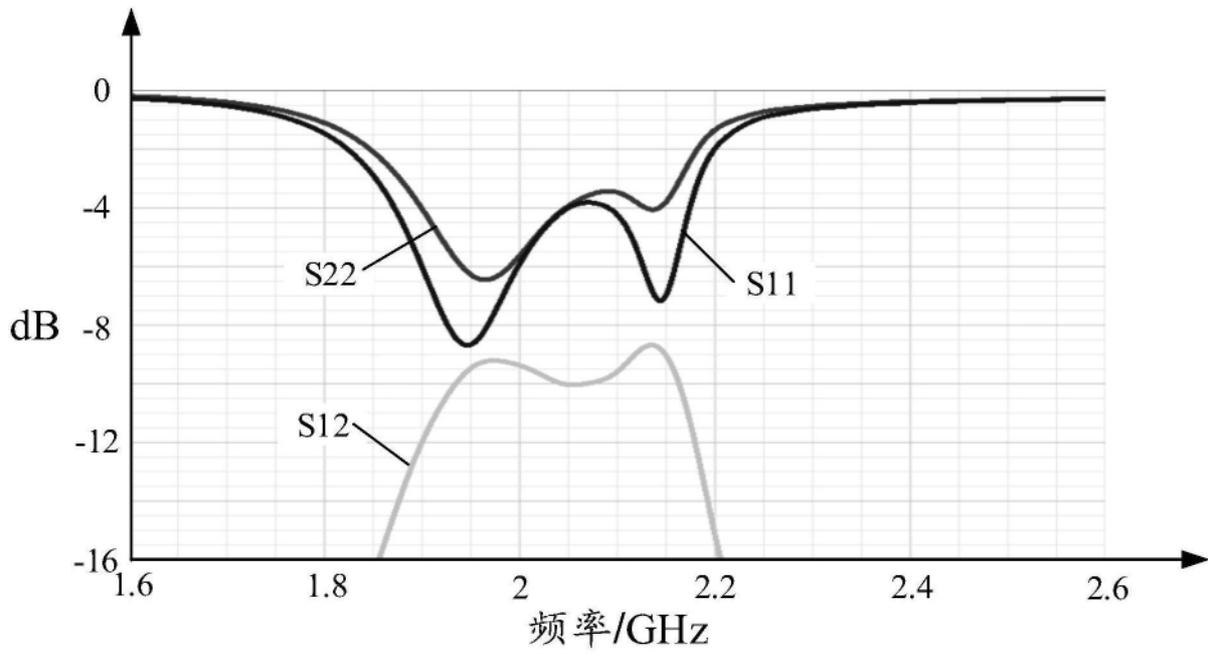


图27

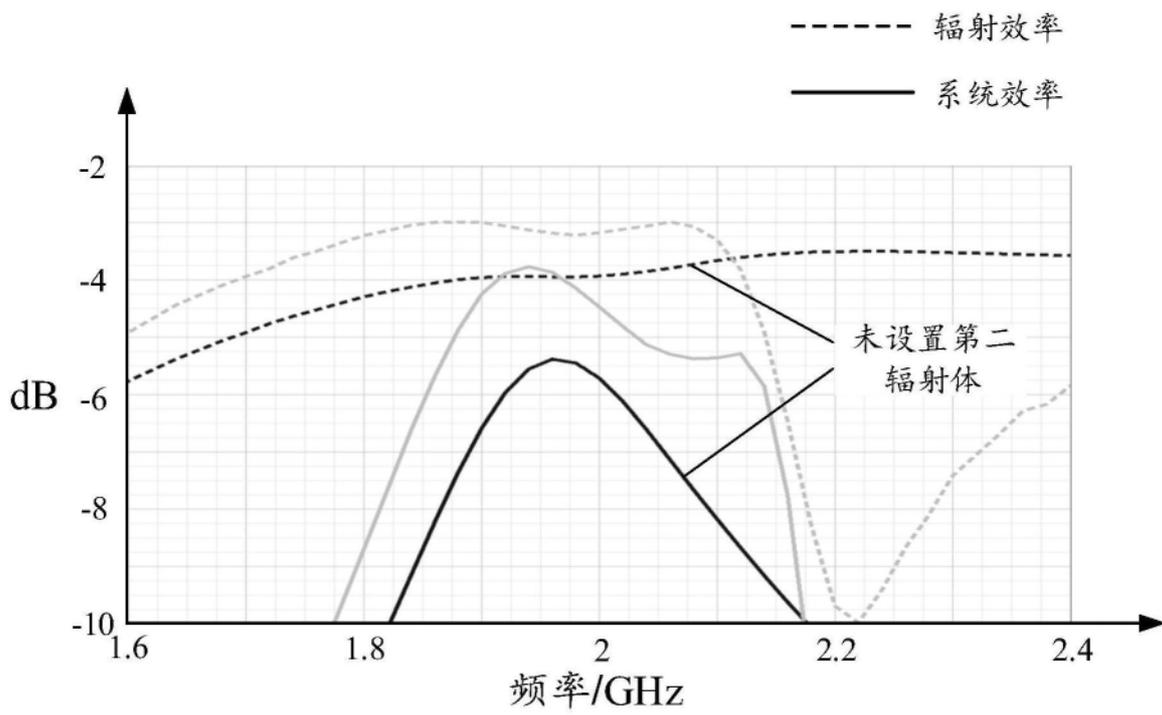


图28

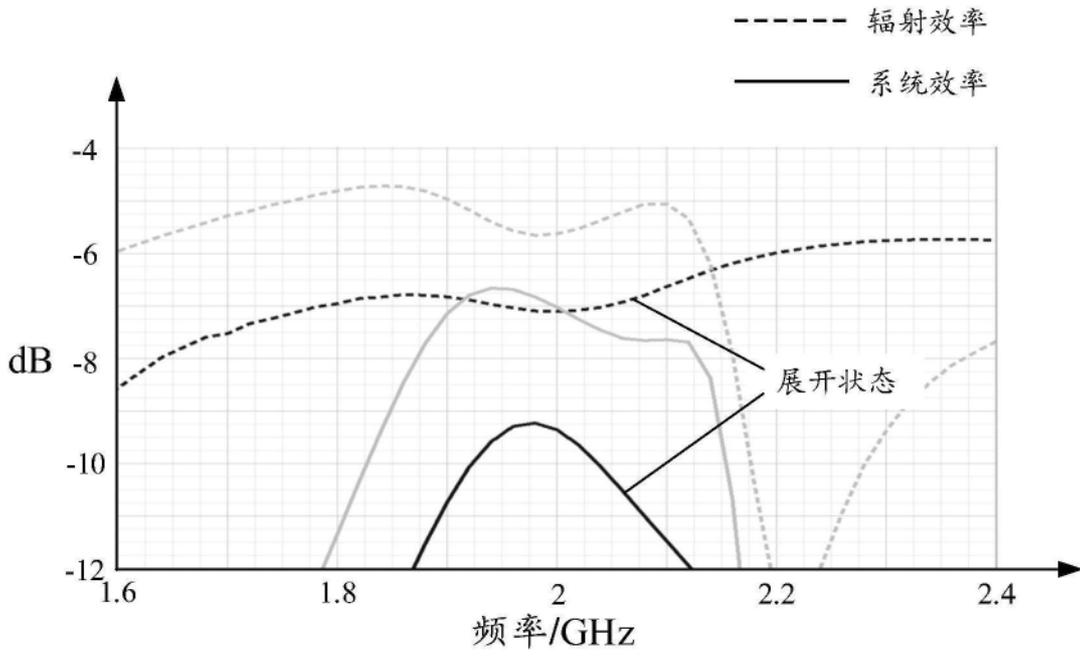


图29

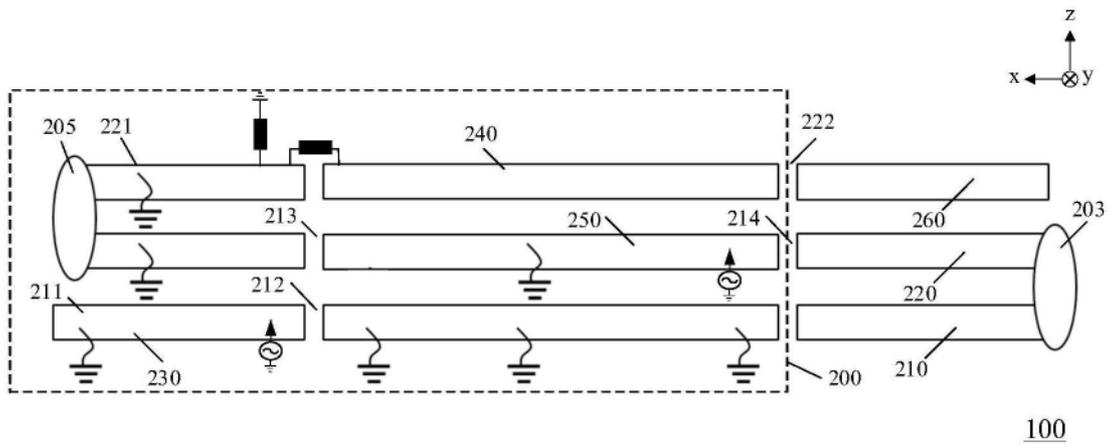


图30

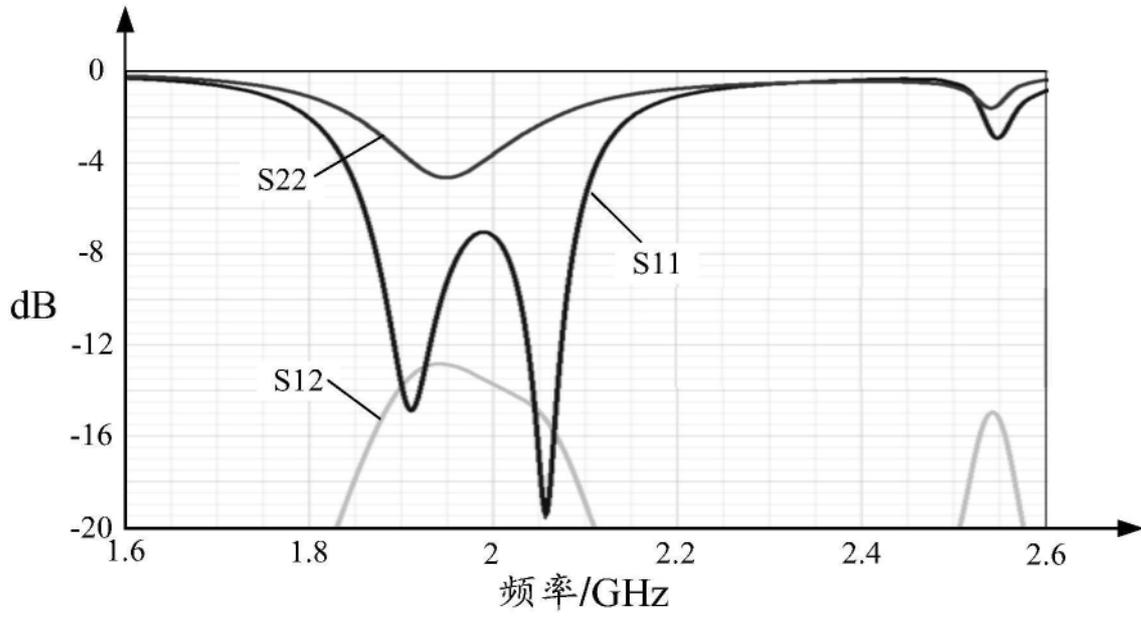


图31

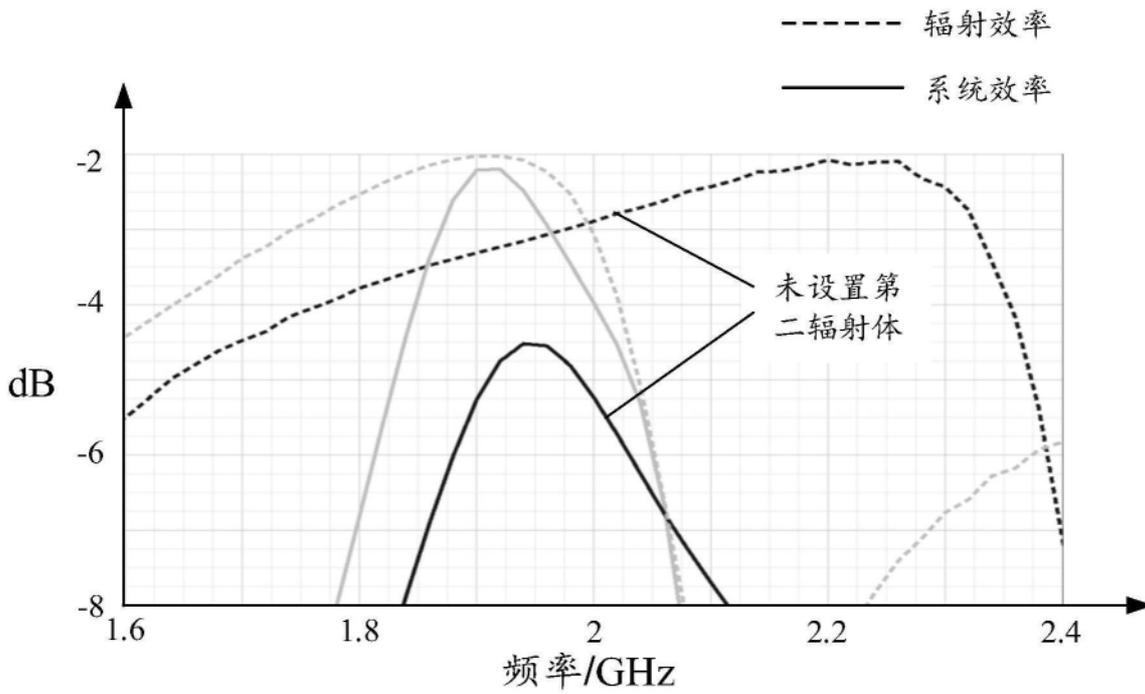


图32

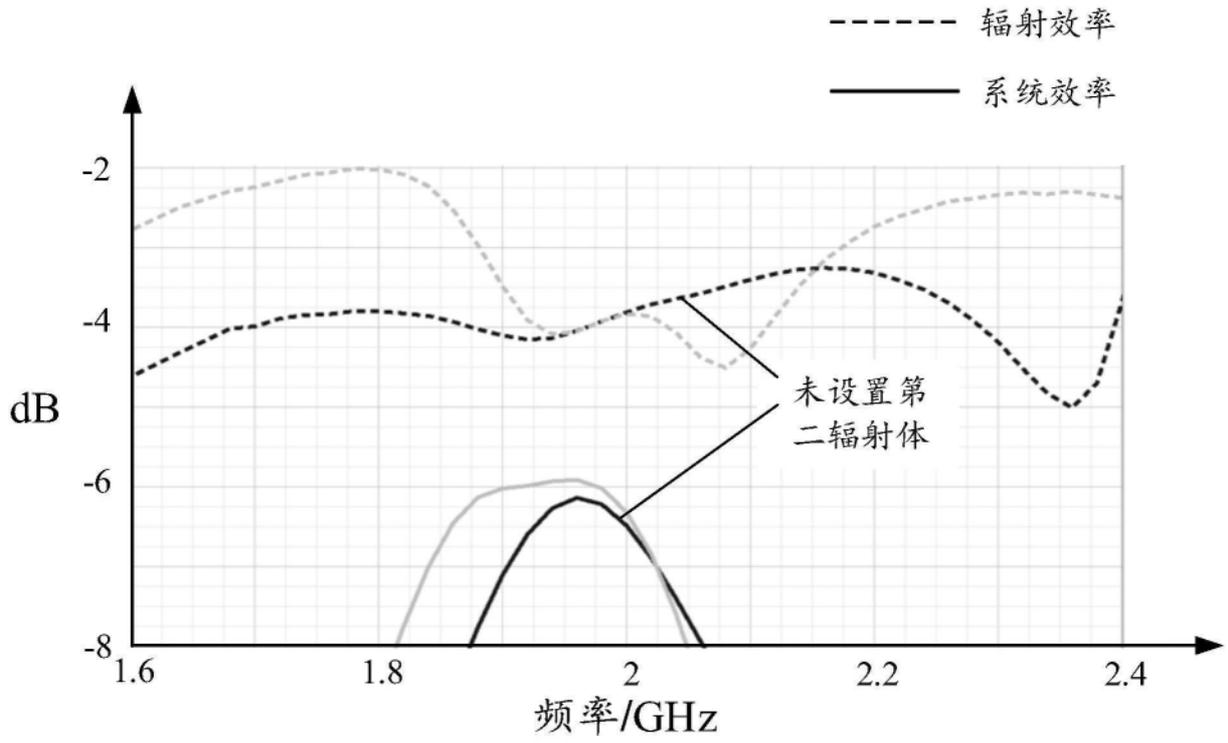


图33

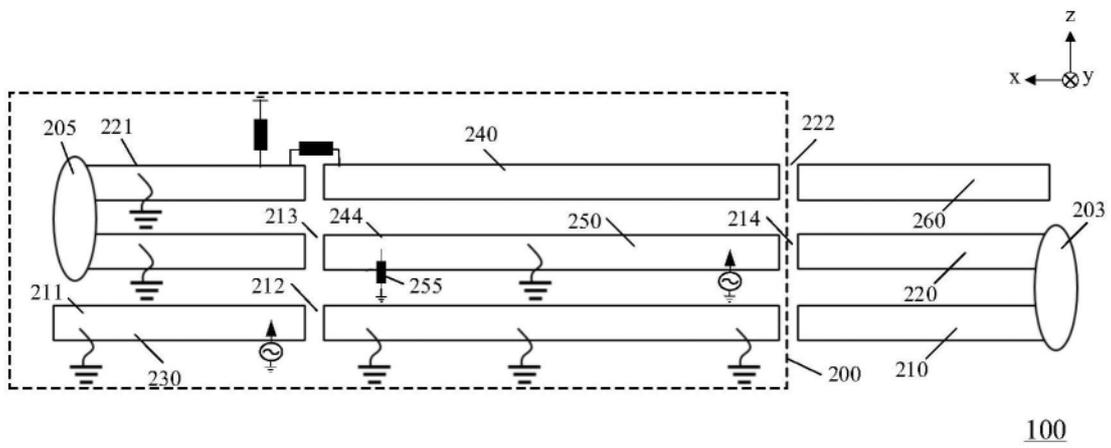


图34

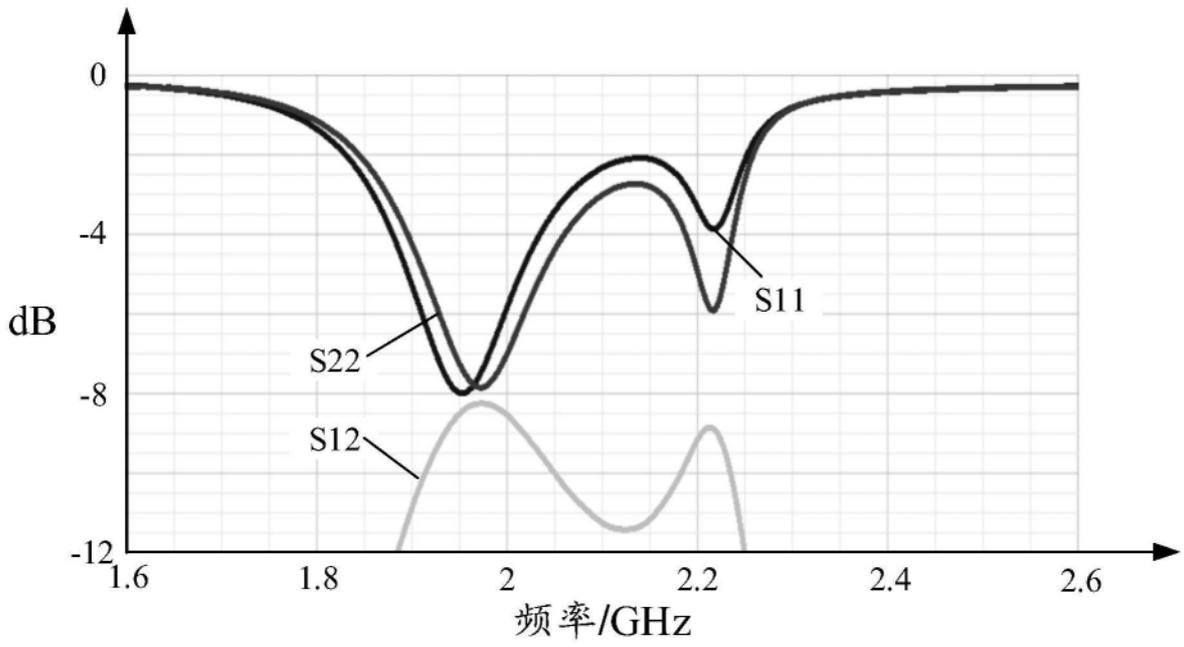


图35

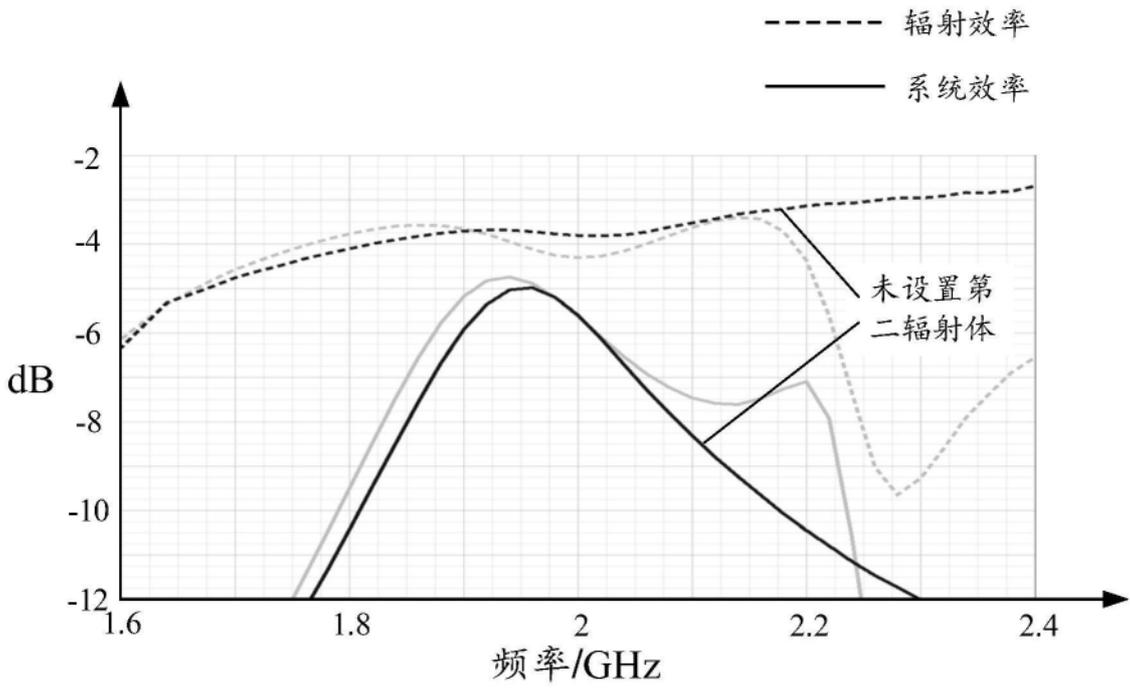


图36

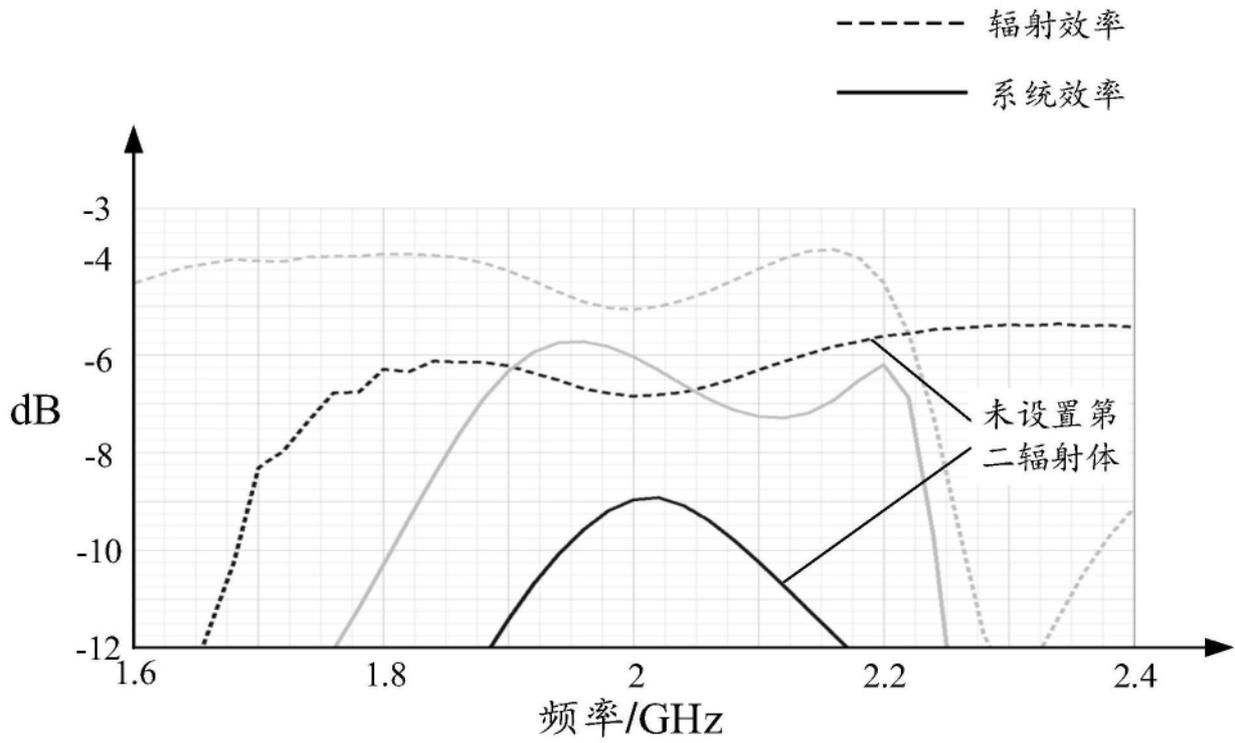


图37

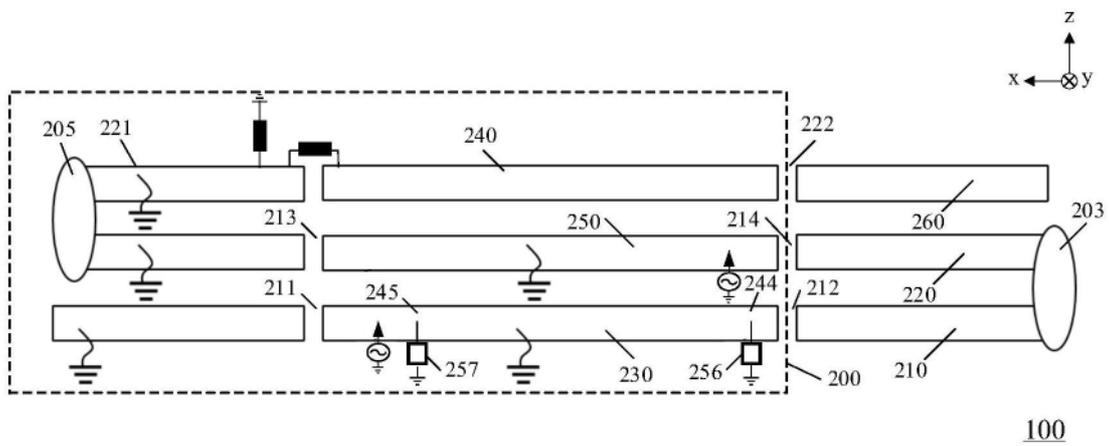


图38

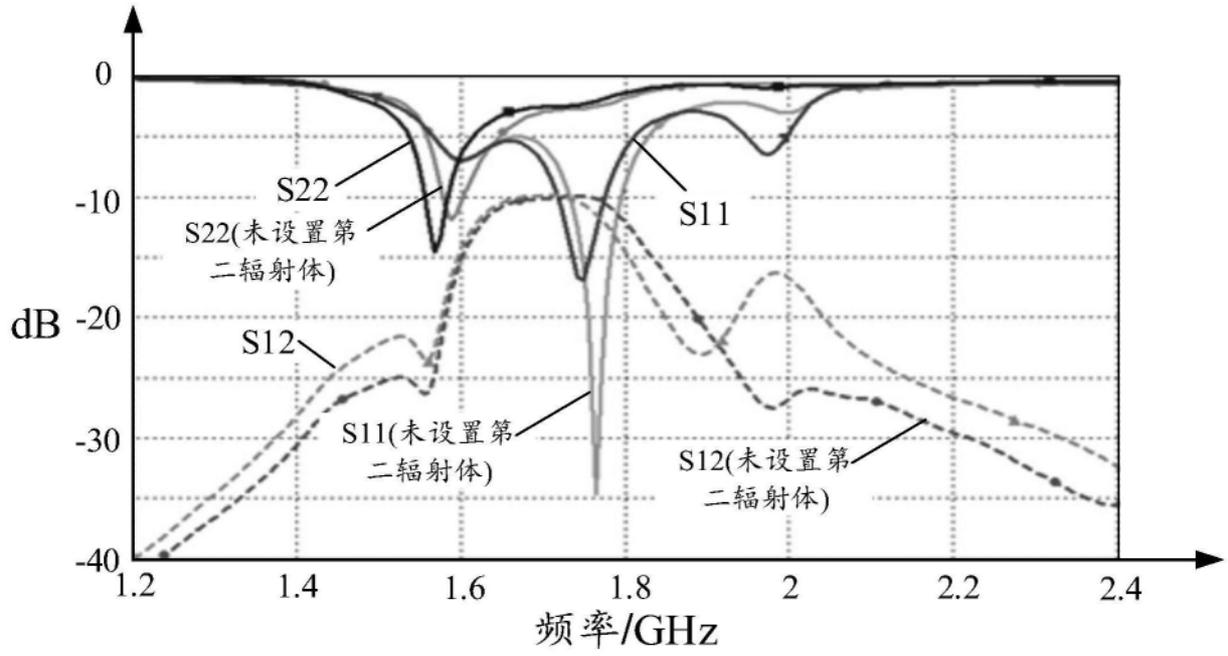


图39

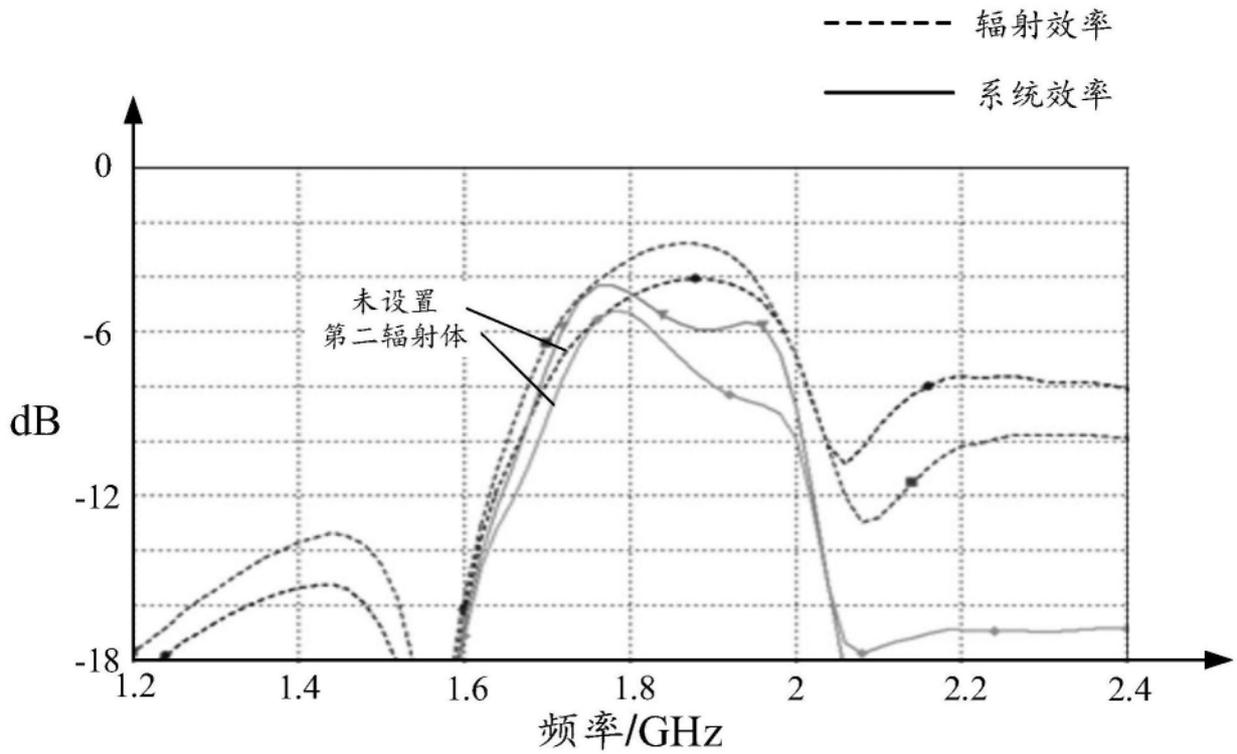


图40

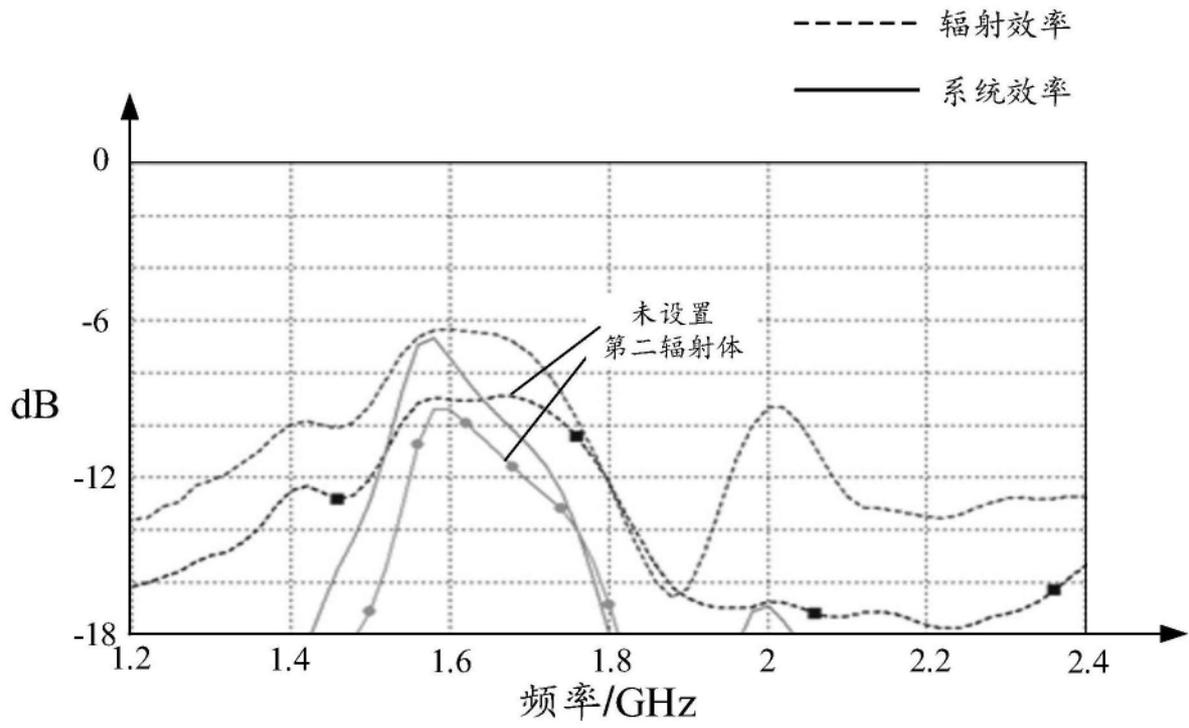


图41

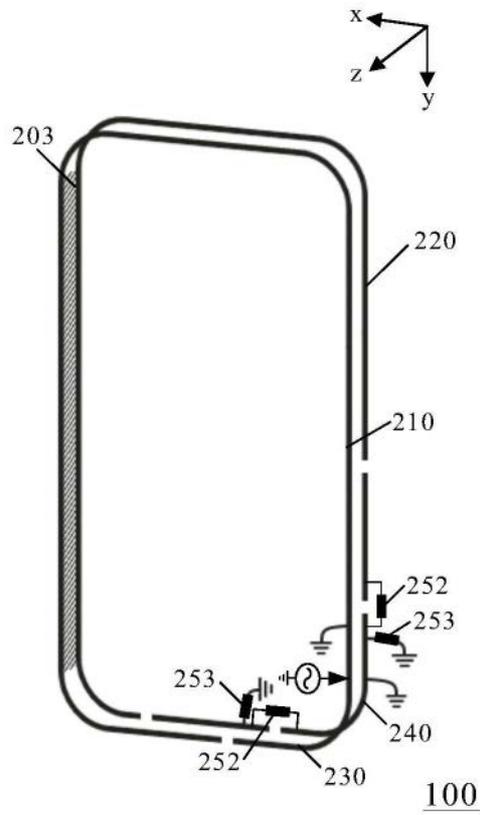


图42

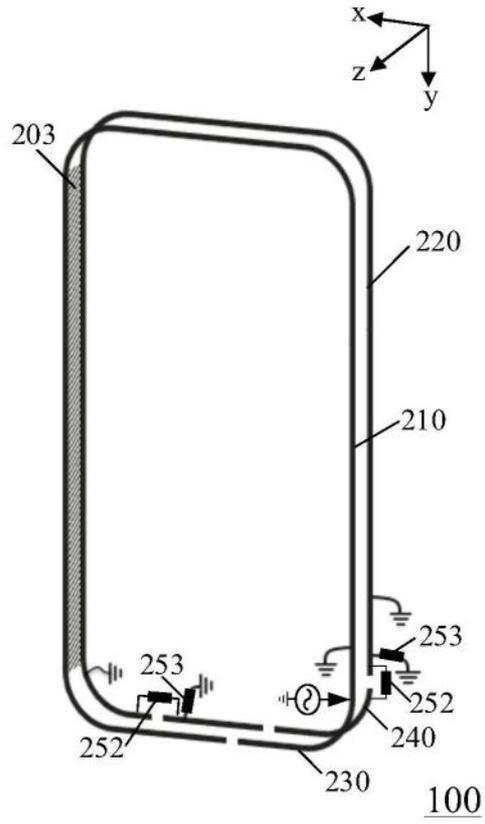


图43

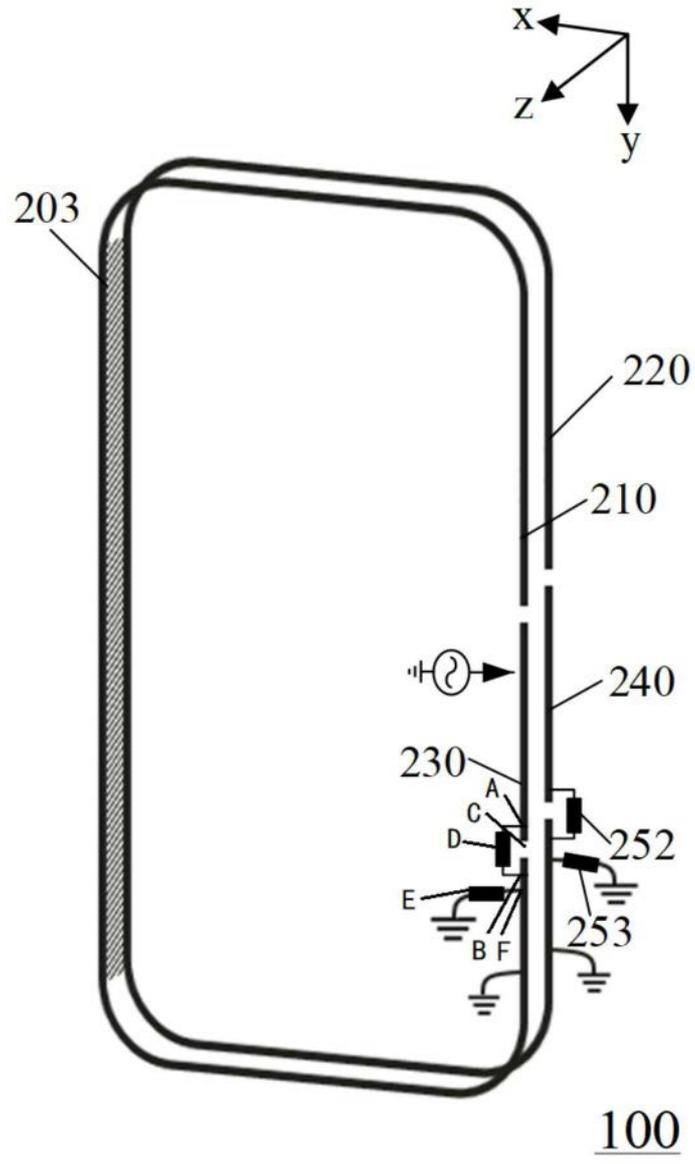


图44

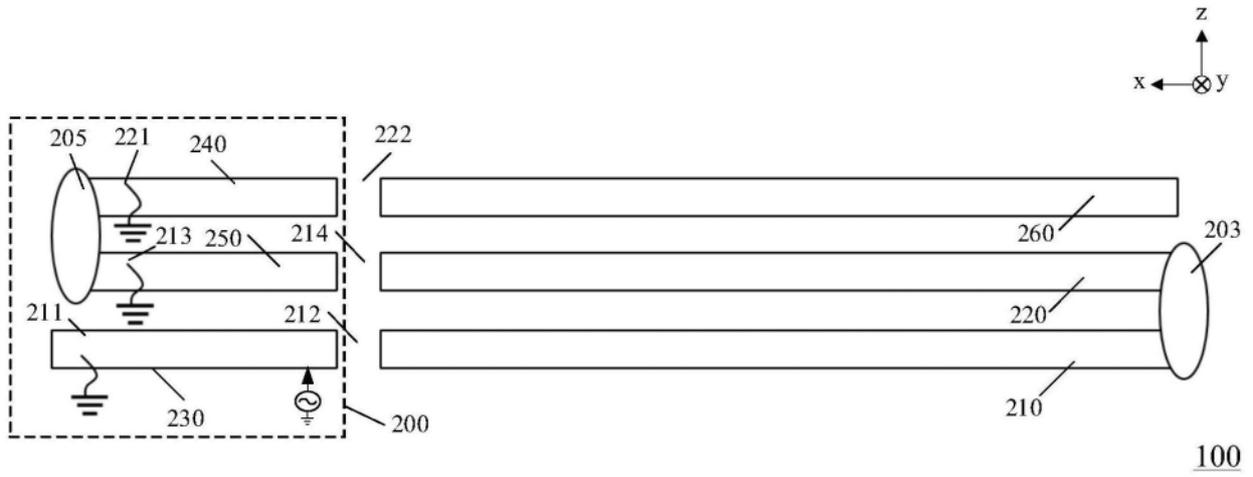


图45

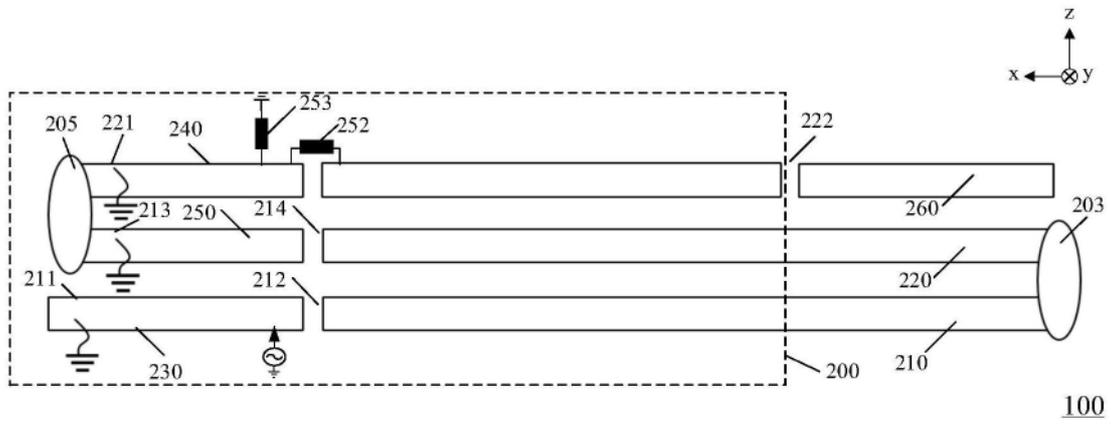


图46

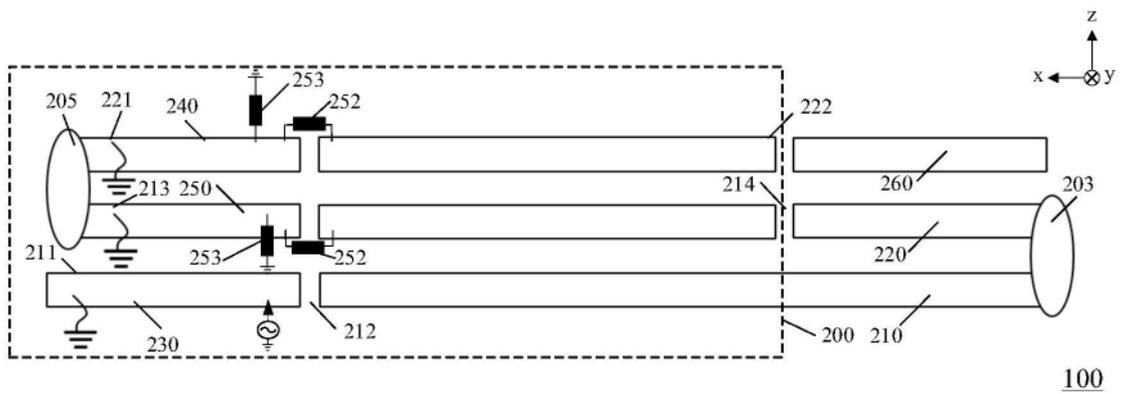


图47

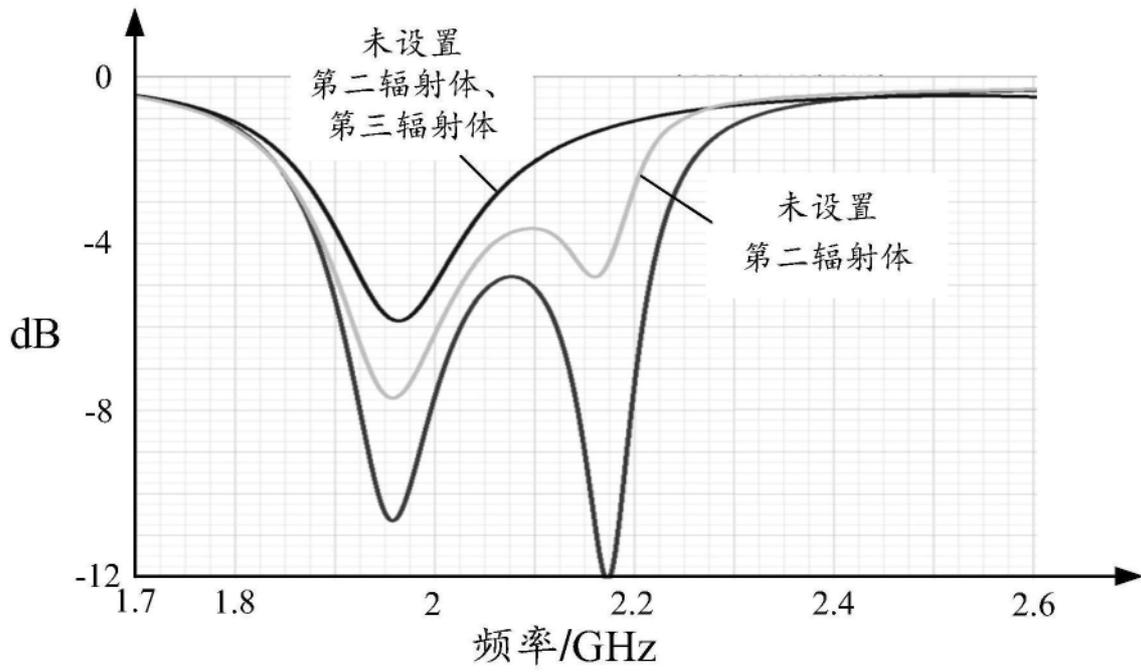


图48

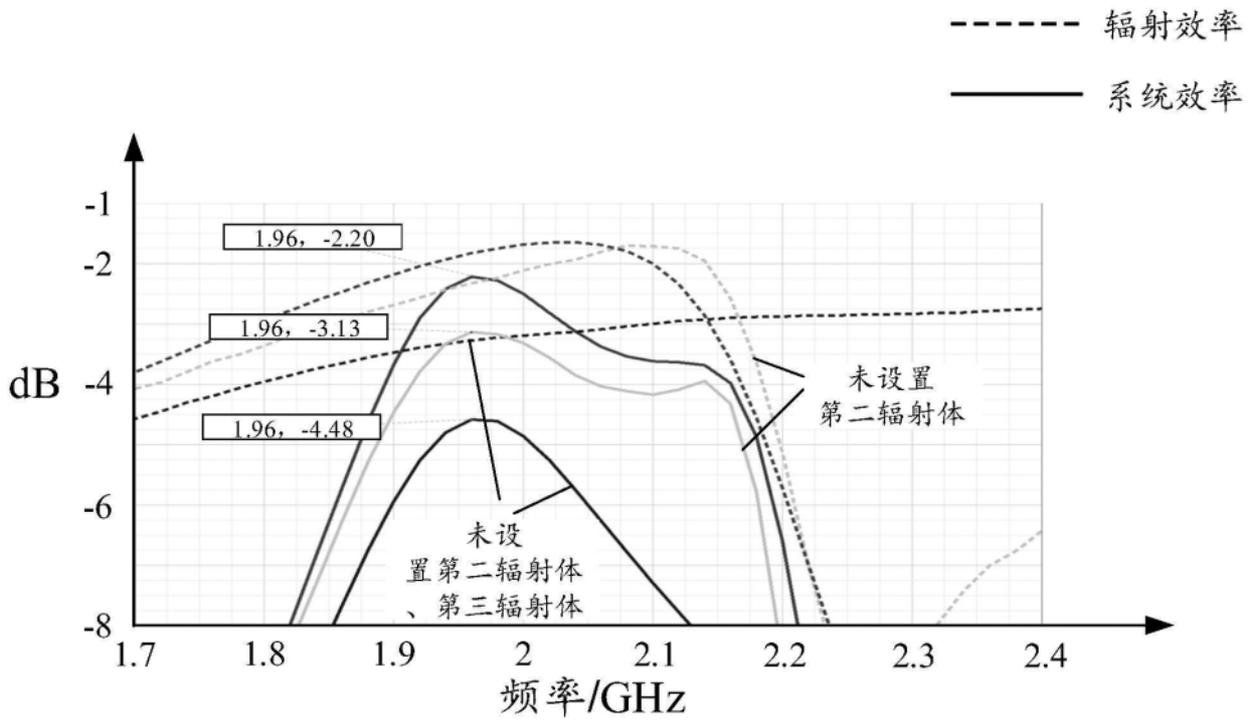


图49

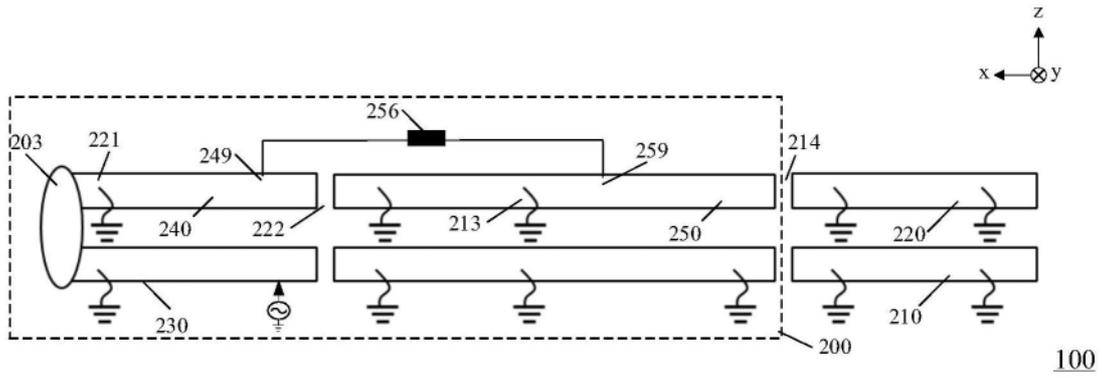


图50

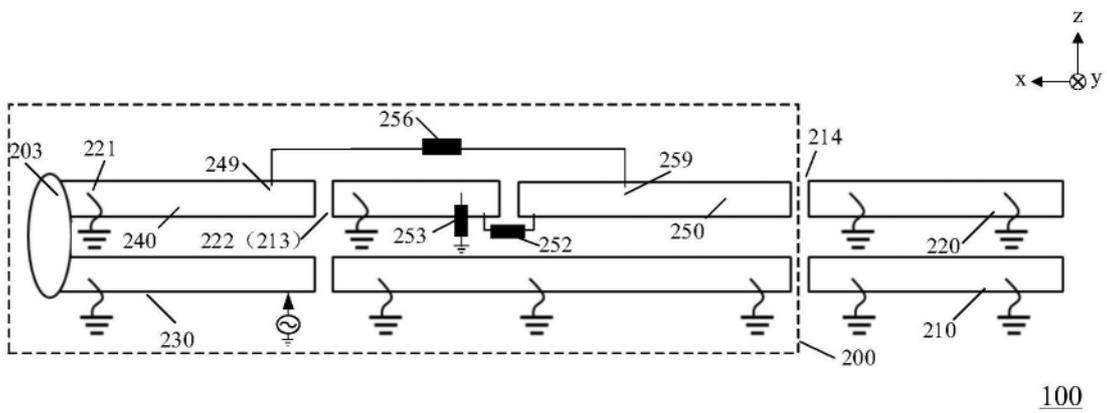


图51

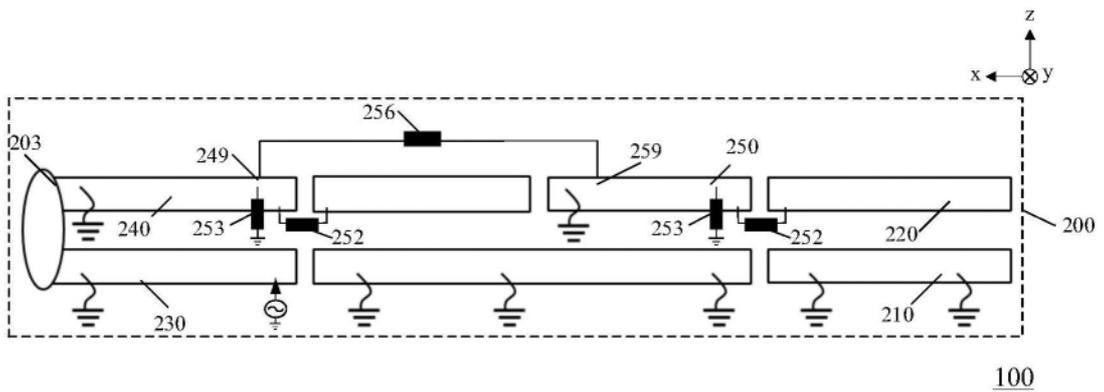


图52