



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 112615136 A

(43)申请公布日 2021.04.06

(21)申请号 201910883759.1

H01Q 1/50(2006.01)

(22)申请日 2019.09.18

H01Q 5/314(2015.01)

H01Q 21/00(2006.01)

(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 尤佳庆 王汉阳 朱贤滨 王岩 沈来伟 薛亮 徐求良

(74)专利代理机构 广州三环专利商标代理有限公司 44202

代理人 郝传鑫 熊永强

(51)Int.Cl.

H01Q 1/22(2006.01)

H01Q 1/24(2006.01)

H01Q 1/36(2006.01)

H01Q 1/44(2006.01)

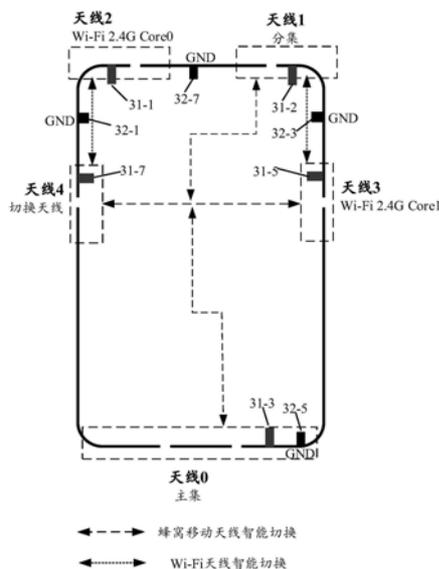
权利要求书4页 说明书22页 附图34页

(54)发明名称

多天线系统及电子设备

(57)摘要

一种应用在电子设备中的多天线方案,通过在电子设备的顶部、侧边、底部都布局天线的智能多天线方案,分别形成顶部、中部、底部三个天线群,将兼顾自由空间场景、竖屏手握场景(例如语音通话场景)、横屏手握场景(例如玩游戏场景)等多场景下的天线性能,提升了天线辐射效率。



1. 一种电子设备,包括多天线系统,其特征在于,所述电子设备的壳体具有外围传导性结构,所述外围传导性结构包括上边框、下边框,以及侧边框;所述上边框具有至少一个顶部间隙,所述下边框具有至少一个底部间隙,所述侧边框具有至少一个侧边间隙;所述多天线系统包括:顶部天线、底部天线、侧边天线、第一天线切换开关;其中,

所述顶部天线包括:所述上边框、所述顶部间隙和顶部馈电点,所述顶部馈电点设置在所述上边框上;所述底部天线包括:所述下边框、所述底部间隙和底部馈电点,所述底部馈电点设置在所述下边框上;所述侧边天线包括:所述侧边框、所述侧边间隙和侧边馈电点,所述侧边馈电点设置在所述侧边框上;

所述顶部天线、所述底部天线、所述侧边天线与所述第一天线切换开关连接,所述第一天线切换开关用于从所述顶部天线、所述底部天线、所述侧边天线中选择其中之一作为蜂窝移动通信的主集天线。

2. 如权利要求1所述的电子设备,其特征在于,所述第一天线切换开关具体用于从所述顶部天线、所述底部天线、所述侧边天线中选择信号质量最优的天线作为蜂窝移动通信的主集天线。

3. 如权利要求1或2所述的电子设备,其特征在于,所述第一天线切换开关还用于从所述顶部天线、所述底部天线、所述侧边天线中选择其中之一作为蜂窝移动通信的分集天线。

4. 如权利要求3所述的电子设备,其特征在于,所述第一天线切换开关还具体用于从所述顶部天线、所述底部天线、所述侧边天线中选择信号质量次优的天线作为蜂窝移动通信的分集天线。

5. 如权利要求1-4中任一项所述的电子设备,其特征在于,所述至少一个顶部间隙包括:第一顶部间隙、第二顶部间隙,所述第一顶部间隙开设于所述上边框的第一侧,所述第二顶部间隙开设于所述上边框的第二侧;

所述顶部馈电点包括:第一顶部馈电点、第二顶部馈电点,所述第一顶部馈电点设于所述上边框的第一侧,所述第二顶部馈电点设于所述上边框的第二侧;

所述顶部天线包括:第一顶部天线和第二顶部天线,其中,所述第一顶部天线包括:所述上边框的第一部分、所述第一顶部馈电点、所述第一顶部间隙;所述第二顶部天线包括:所述上边框的第二部分、所述第一顶部馈电点、所述第二顶部间隙;所述第一部分位于所述第一侧,所述第二部分位于所述第二侧。

6. 如权利要求1-5中任一项所述的电子设备,其特征在于,所述侧边框包括:第一侧边框、第二侧边框,所述第一侧边框位于所述电子设备的第一侧,所述第二侧边框位于所述电子设备第二侧;

所述至少一个侧边间隙包括:开设于所述第一侧边框上的第一侧边间隙、开设于所述第二侧边框上的第二侧边间隙;

所述侧边馈电点包括:设置于所述第一侧边框上的第一侧边馈电点、设置于所述第二侧边框上的第二侧边馈电点;

所述侧边天线包括:第一侧边天线和第二侧边天线,其中,所述第一侧边天线包括:所述第一侧边框、所述第一侧边馈电点、所述第一侧边间隙;所述第二侧边天线包括:所述第二侧边框、所述第二侧边馈电点、所述第二侧边间隙。

7. 如权利要求6所述的电子设备,其特征在于,所述第一天线切换开关具体连接所述底

部天线、所述第二顶部天线、所述第一侧边天线和所述第二侧边天线，所述第一天线切换开关具体用于从所述底部天线、所述第二顶部天线、所述第一侧边天线和所述第二侧边天线中选出所述主集天线。

8. 如权利要求6或7所述的电子设备，其特征在于，还包括：第二天线切换开关、第三天线切换开关；

所述第二天线切换开关连接所述第二侧边天线、所述第二顶部天线，所述第二天线切换开关用于从所述第二侧边天线、所述第二顶部天线中选择信号质量较优的天线作为无线高保真Wi-Fi天线；

所述第三天线切换开关连接所述第一侧边天线、所述第一顶部天线，所述第三天线切换开关用于从所述第一侧边天线、所述第一顶部天线中选择信号质量较优的天线作为无线高保真Wi-Fi天线。

9. 一种电子设备，包括多天线系统，其特征在于，所述电子设备的壳体具有外围传导性结构，所述外围传导性结构包括上边框、下边框、第一侧边框；所述上边框上具有至少一个顶部间隙，所述下边框上具有至少一个底部间隙，所述第一侧边框上具有至少一个第一侧边间隙；所述多天线系统包括：第一天线、第二天线、第一天线切换开关、多个调谐开关；其中，

所述第一天线包括所述下边框、所述底部间隙和第一馈电点，以及所述第一侧边框、第一侧边间隙；所述第一馈电点设置在所述底部间隙和所述第一侧边间隙之间的外围传导性结构上；

所述第二天线包括所述上边框、所述顶部间隙和第二馈电点，所述第二馈电点设置在所述上边框上；

所述第一天线切换开关连接所述第一天线、所述第二天线，所述第一天线切换开关用于从所述第一天线、所述第二天线中选择出信号质量较优的天线；

所述多个调谐开关包括连接所述下边框的至少一个第一调谐开关、连接所述第一侧边框的至少一个第二调谐开关；所述第一调谐开关设置在所述底部间隙的一侧或两侧，所述第二调谐开关设置在所述第一侧边间隙的一侧或两侧；所述第一调谐开关用于选择性断开或者导通，所述第二调谐开关用于选择性断开或者导通。

10. 如权利要9所述的电子设备，其特征在于，如果所述第一调谐开关断开，所述第二调谐开关导通，则所述下边框被激励向外产生辐射；如果所述第一调谐开关导通，所述第二调谐开关断开，则所述第一侧边框被激励向外产生辐射。

11. 如权利要7所述的电子设备，其特征在于，所述第二侧边框上具有至少一个第二侧边间隙；还包括：第三天线，所述第三天线包括第二侧边框、所述第二侧边间隙和第三馈电点，所述第三馈电点设置在所述第二侧边框上；

所述第一天线切换开关还连接所述第三天线，具体用于从所述第一天线、所述第二天线、所述第三天线中选择出信号质量最优的天线。

12. 一种电子设备，包括多天线系统，其特征在于，所述电子设备的壳体具有外围传导性结构，所述外围传导性结构包括上边框、下边框、第一侧边框和第二侧边框；所述上边框上具有顶部间隙，所述下边框上具有至少一个底部间隙，所述第一侧边框上具有至少一个第一侧边间隙，所述第二侧边框上具有至少一个第二侧边间隙；所述多天线系统包括：第一

天线、第二天线、第一天线切换开关、多个调谐开关；其中，

所述第一天线包括所述下边框、所述底部间隙和第一馈电点，以及所述第一侧边框、所述第一侧边间隙；所述第一馈电点设置在所述底部间隙和所述第一侧边间隙之间的外围传导性结构上；

所述第二天线包括所述上边框、所述顶部间隙和第二馈电点，以及所述第二侧边框、所述第二侧边间隙，所述第二馈电点设置在所述顶部间隙和所述第二侧边间隙之间的外围传导性结构上；

所述第一天线切换开关连接所述第一天线、所述第二天线，所述第一天线切换开关用于从所述第一天线、所述第二天线中选择出信号质量较优的天线；

所述多个调谐开关包括连接所述下边框的至少一个第一调谐开关、连接所述第一侧边框的至少一个第二调谐开关、连接所述上边框的至少一个第三调谐开关、连接所述第二侧边框的至少一个第四调谐开关；所述第一调谐开关设置在所述底部间隙的一侧或两侧，所述第二调谐开关设置在所述第一侧边间隙的一侧或两侧，所述第三调谐开关设置在所述顶部间隙的一侧或两侧，所述第四调谐开关设置在所述第二侧边间隙的一侧或两侧；所述第一调谐开关用于选择性断开或者导通，所述第二调谐开关用于选择性断开或者导通，所述第三调谐开关用于选择性断开或者导通，所述第四调谐开关用于选择性断开或者导通。

13. 如权利要求12所述的电子设备，其特征在于，如果所述第一调谐开关断开，所述第二调谐开关导通，则所述下边框被激励向外产生辐射；如果所述第一调谐开关导通，所述第二调谐开关断开，则所述第一侧边框被激励向外产生辐射。

14. 如权利要求12或13所述的电子设备，其特征在于，如果所述第三调谐开关断开，所述第四调谐开关导通，则所述上边框被激励向外产生辐射；如果所述第三调谐开关导通，所述第四调谐开关断开，则所述第二侧边框被激励向外产生辐射。

15. 一种电子设备的天线切换方法，所述电子设备具有壳体、显示屏、第一SAR传感器、第二SAR传感器、运动传感器，其特征在于，所述壳体具有外围传导性结构，所述外围传导性结构包括上边框、下边框，以及侧边框；所述上边框上具有顶部间隙，所述下边框上具有底部间隙，所述侧边框上具有侧边间隙；所述第一SAR传感器设置在所述电子设备顶部，所述第二SAR传感器设置在所述电子设备底部；所述电子设备还具有分布于所述电子设备顶部的顶部天线群、分布于所述电子设备底部的底部天线群、分布于所述电子设备中部的中部天线群；

所述方法包括：

如果所述显示屏处于熄屏状态，则所述电子设备选择所述底部天线群作为第一天线群；

如果所述显示屏处于亮屏状态，则所述电子设备通过所述第一SAR传感器、所述第二SAR传感器、所述运动传感器确定当前所处场景，并根据所述当前所处场景从顶部天线群、底部天线群、中部天线群中选择所述第一天线群；

所述电子设备根据信号质量在所述第一天线群中进行天线切换；

其中，所述当前所处场景包括以下任一项：用户竖屏手握所述电子设备底部的场景、用户竖屏手握所述电子设备顶部的场景、用户竖屏手握所述电子设备中部的场景、用户横屏手握所述电子设备底部的场景、用户横屏手握所述电子设备顶部的场景、用户横屏手握所

述电子设备顶部和底部的场景、用户横屏手握所述电子设备中部的场景。

16. 如权利要求15所述的方法,其特征在于,所述电子设备根据信号质量在所述第一天线群中进行天线切换,具体包括:所述电子设备所述第一天线群中选择信号质量最优的天线。

17. 如权利要求15或16所述的方法,其特征在于,所述根据所述当前所处场景从顶部天线群、底部天线群、中部天线群中选择所述第一天线群,具体包括:

如果所述当前所处场景为所述用户竖屏手握所述电子设备底部的场景或所述用户横屏手握所述电子设备底部的场景,则所述电子设备选择所述顶部天线群作为所述第一天线群;

或者,

如果所述当前所处场景为所述用户竖屏手握所述电子设备顶部的场景或所述用户横屏手握所述电子设备顶部的场景,则所述电子设备选择所述底部天线群作为所述第一天线群;

或者,

如果所述当前所处场景为所述用户横屏手握所述电子设备顶部和底部的场景,则所述电子设备选择所述中部天线群作为所述第一天线群。

多天线系统及电子设备

技术领域

[0001] 本发明涉及天线技术领域,特别涉及应用在电子设备中的多天线系统。

背景技术

[0002] 为了给用户带来更为舒适的视觉感受,全面屏工业设计(industry design,ID)已成为手机等便携式电子设备的设计趋势。全面屏意味着极大的屏占比(通常在90%以上)。全面屏的边框宽度大幅缩减,需要对手机内部器件,如前置摄像头、受话器、指纹识别器、天线等,进行重新布局。尤其对于天线设计来说,净空区域缩减,天线空间进一步被压缩。而天线的尺寸、带宽、效率是相互关联、相互影响的,减小天线尺寸(空间),天线的效率带宽积(efficiency-bandwidth product)势必减小。因此,全面屏ID给手机的天线设计带来了极大的挑战。

[0003] 同时,随着移动互联网发展,用户使用场景也开始增多,如通话场景、横竖屏游戏场景、横屏影音场景、竖屏上网场景等。在不同的用户使用场景中,用户握持手机等电子设备的姿势千变万化。由于天线的辐射效率极易受到临近人体组织的干扰,如手握、头部靠近的干扰,因此,亟需一套在多种用户使用场景都表现优良的天线系统。

发明内容

[0004] 本发明实施例提供了一种电子设备,通过在电子设备的顶部、侧边、底部都布局天线的智能多天线方案,分别形成顶部、中部、底部三个天线群,将兼顾自由空间场景、竖屏手握场景(例如语音通话场景)、横屏手握场景(例如玩游戏场景)等多场景下的天线性能,提升了天线辐射效率。

[0005] 第一方面,本申请提供了一种电子设备,该电子设备包括多天线系统。电子设备的壳体具有外围传导性结构。外围传导性结构可以由金属等传导性材料形成。外围传导性结构可以绕电子设备和显示屏的外围延伸,外围传导性结构具体可以包围显示屏的四个侧边,帮助固定显示屏。外围传导性结构可以包括上边框、下边框,以及侧边框。上边框可具有至少一个顶部间隙,下边框可具有至少一个底部间隙,侧边框可具有至少一个侧边间隙。

[0006] 其中,多天线系统可包括:顶部天线、底部天线、侧边天线、第一天线切换开关。

[0007] 顶部天线可包括:上边框、顶部间隙和顶部馈电点,顶部馈电点设置在上边框上。底部天线可包括:下边框、底部间隙和底部馈电点,底部馈电点设置在下边框上。侧边天线可包括:侧边框、侧边间隙和侧边馈电点,侧边馈电点设置在侧边框上。

[0008] 顶部天线、底部天线、侧边天线与第一天线切换开关连接,第一天线切换开关用于从顶部天线、底部天线、侧边天线中选择其中之一作为蜂窝移动通信的主集天线。

[0009] 可以看出,第一方面提供的天线设计方案,通过在电子设备的顶部、侧边、底部都布局天线的智能多天线方案,分别形成顶部、中部、底部三个天线群,将兼顾自由空间场景、竖屏手握场景、横屏手握场景等多场景下的天线性能,提升了天线辐射效率。

[0010] 第一方面中,上边框可设置于电子设备的顶部,下边框可设置于电子设备的底部。

第一侧边框和第二侧边框可分别设置于电子设备的两侧。上边框可包括一个水平部分和两个竖直部分。竖直部分的长度不超过第一长度,例如20毫米。类似的,下边框也可以包括一个水平部分和两个竖直部分。竖直部分的长度不超过第二长度。第二长度可以同于第一长度,可都为例如20毫米。第二长度也可以不同于第一长度。

[0011] 结合第一方面,在一些实施例中,第一天线切换开关可具体用于从顶部天线、底部天线、侧边天线中选择信号质量最优的天线作为蜂窝移动通信的主集天线。

[0012] 结合第一方面,在一些实施例中,第一天线切换开关还可用于从顶部天线、底部天线、侧边天线中选择其中之一作为蜂窝移动通信的分集天线。

[0013] 结合第一方面,在一些实施例中,第一天线切换开关还可具体用于从顶部天线、底部天线、侧边天线中选择信号质量次优的天线作为蜂窝移动通信的分集天线。

[0014] 结合第一方面,在一些实施例中,顶部间隙可包括:第一顶部间隙、第二顶部间隙,第一顶部间隙可开设于上边框的水平部分的第一侧,第二顶部间隙可开设于上边框的水平部分的第二侧。顶部馈电点可包括:第一顶部馈电点、第二顶部馈电点,第一顶部馈电点可设于上边框的第一侧,第二顶部馈电点可设于上边框的第二侧。顶部天线可包括:第一顶部天线和第二顶部天线,其中,第一顶部天线可包括:上边框的第一部分、第一顶部馈电点、第一顶部间隙。第二顶部天线可包括:上边框的第二部分、第一顶部馈电点、第二顶部间隙。第一部分可位于第一侧,第二部分位于第二侧。

[0015] 结合第一方面,在一些实施例中,侧边框可包括:第一侧边框、第二侧边框,第一侧边框可位于电子设备的第一侧,第二侧边框可位于电子设备第二侧。侧边间隙可包括:开设于第一侧边框上的第一侧边间隙、开设于第二侧边框上的第二侧边间隙。侧边馈电点可包括:设置于第一侧边框上的第一侧边馈电点、设置于第二侧边框上的第二侧边馈电点。侧边天线可包括:第一侧边天线和第二侧边天线,其中,第一侧边天线可包括:第一侧边框、第一侧边馈电点、第一侧边间隙。第二侧边天线可包括:第二侧边框、第二侧边馈电点、第二侧边间隙。

[0016] 结合第一方面,在一些实施例中,在自由空间场景下,底部天线、第二顶部天线可默认分别用作蜂窝移动通信中的主集天线、分集天线。第一天线切换开关可具体连接底部天线、第二顶部天线、第一侧边天线和第二侧边天线,第一天线切换开关可具体用于根据信号收发质量从底部天线、第二顶部天线、第一侧边天线和第二侧边天线中选出主集天线。

[0017] 结合第一方面,在一些实施例中,为了提高相邻天线之间的隔离度,多天线系统中的相邻天线之间可以设置接地点(可称为第一接地点)。底部天线的底部馈电点与第二侧边天线的第二侧边馈电点之间的外围传导性结构上可设置接地点(可称为第二接地点)。第二侧边天线的第二侧边馈电点与第二顶部天线的第二顶部馈电点之间的外围传导性结构上可设置接地点(可称为第三接地点)。第一顶部天线的第一顶部馈电点与第二顶部天线的第二顶部馈电点之间的外围传导性结构上可设置接地点(可称为第四接地点)。第一顶部天线的第一顶部馈电点与第一侧边天线的第一侧边馈电点之间的外围传导性结构上可设置接地点(可称为第五接地点)。

[0018] 结合第一方面,在一些实施例中,在顶部间隙、底部间隙、侧边间隙的一侧或两侧,外围传导性结构可以连接调谐开关,以对间隙两侧的外围传导性片段进行:频段调谐、通过开关组合状态提升天线性能。

[0019] 结合第一方面,在一些实施例中,电子设备的Wi-Fi天线可默认通过顶部天线来实现。例如,第一顶部天线可用作Wi-Fi 2.4G Core0天线,第二顶部天线可用作Wi-Fi 2.4G Core1天线。Core0天线和Core1天线构成WiFi双天线,双天线都可用于信号收发。

[0020] 结合第一方面,在一些实施例中,在Wi-Fi使用场景下,在顶部天线的信号质量差的情况下,Wi-Fi天线还可以从顶部天线切换到中部天线。也即是说,Wi-Fi天线可以在顶部天线和中部天线之间切换,以实现类似蜂窝移动通信天线的性能提升。这种天线切换的具体实现可如下:多天线系统还可包括第二天线切换开关、第三天线切换开关。其中,第二天线切换开关连接第二侧边天线、第二顶部天线,第二天线切换开关用于从第二侧边天线、第二顶部天线中选择信号质量较优的天线作为无线高保真Wi-Fi天线。第三天线切换开关连接第一侧边天线、第一顶部天线,第三天线切换开关用于从第一侧边天线、第一顶部天线中选择信号质量较优的天线作为无线高保真Wi-Fi天线。

[0021] 结合第一方面,在一些实施例中,多天线系统可以实现为4×现为系统可以蜂窝移动天线,用于信号接收的4个接收天线分布在电子设备的顶部、中部、底部这三个位置,能够适应各种用户握持场景,确保电子设备的信号接收性能。几种实现方式可如下:

[0022] 方式1.底部天线可用作主集天线,第二顶部天线可用作分集天线。第一顶部天线、第二侧边天线可用作Wi-Fi天线。蜂窝移动通信的主集天线、分集天线可以在底部天线、第二顶部天线、第二侧边天线、第一侧边天线之间切换。Wi-Fi 2.4G Core0天线可以在第一顶部天线、第一侧边天线之间切换。Wi-Fi 2.4G Core1天线可以在第二侧边天线、第二顶部天线之间切换。除了用作主集天线的底部天线、用作分集天线的第二顶部天线外,第一顶部天线、第二侧边天线也还可以用于蜂窝移动通信,从而形成4个接收天线,支持4×4MIMO架构。

[0023] 方式2.底部天线可用作主集天线,第二顶部天线可用作分集天线。第一顶部天线、第二侧边天线可用作Wi-Fi天线。蜂窝移动通信的主集天线、分集天线可以在底部天线、第二顶部天线、第二侧边天线、第一侧边天线之间切换。Wi-Fi 2.4G Core0天线可以在第一顶部天线、第一侧边天线之间切换。Wi-Fi 2.4G Core1天线可以在第二侧边天线、第二顶部天线之间切换。除了用作主集天线的底部天线、用作分集天线的第二顶部天线外,第二侧边天线、第一侧边天线也还可以用于蜂窝移动通信,从而形成4个接收天线,支持4×4MIMO架构。

[0024] 如图8C所示,底部天线可用作主集天线,第二顶部天线可用作分集天线。第一顶部天线、第二侧边天线可用作Wi-Fi天线。蜂窝移动通信的主集天线、分集天线可以在底部天线、第二顶部天线、第二侧边天线、第一侧边天线之间切换。Wi-Fi 2.4G Core0天线可以在第一顶部天线、第一侧边天线之间切换。Wi-Fi 2.4G Core1天线可以在第二侧边天线、第二顶部天线之间切换。除了用作主集天线的底部天线、用作分集天线的第二顶部天线外,第一顶部天线、第二侧边天线也还可以用于蜂窝移动通信,从而形成4个接收天线,支持4×4MIMO架构。

[0025] 如图8D所示,底部天线可用作主集天线,第二侧边天线可用作分集天线。第一顶部天线、第二顶部天线可用作Wi-Fi天线。蜂窝移动通信的主集天线、分集天线可以在底部天线、第二顶部天线、第二侧边天线、第一侧边天线之间切换。Wi-Fi 2.4G Core0天线可以在第一顶部天线、第一侧边天线之间切换。Wi-Fi 2.4G Core1天线可以在第二侧边天线、第二顶部天线之间切换。除了用作主集天线的底部天线、用作分集天线的第二侧边天线外,第二顶部天线、第一顶部天线也还可以用于蜂窝移动通信,从而形成4个接收天线,支持4×

4MIMO架构。

[0026] 第二方面,本申请提供了一种电子设备,该电子设备包括多天线系统。电子设备的壳体具有外围传导性结构。外围传导性结构可以由金属等传导性材料形成。外围传导性结构可以绕电子设备和显示屏的外围延伸,外围传导性结构具体可以包围显示屏的四个侧边,帮助固定显示屏。外围传导性结构可以包括上边框、下边框,以及第一侧边框。上边框可具有至少一个顶部间隙,下边框可具有至少一个底部间隙,第一侧边框可具有至少一个第一侧边间隙。

[0027] 其中,多天线系统可包括:第一天线、第二天线、第一天线切换开关、多个调谐开关。

[0028] 具体的:

[0029] 第一天线可包括下边框、底部间隙和第一馈电点,以及第一侧边框、第一侧边间隙。第一馈电点设置在底部间隙和第一侧边间隙之间的外围传导性结构上。第二天线可包括上边框、顶部间隙和第二馈电点,第二馈电点设置在上边框上。

[0030] 第一天线切换开关可连接第一天线、第二天线,第一天线切换开关用于从第一天线、第二天线中选择出信号质量较优的天线。

[0031] 多个调谐开关可包括连接下边框的至少一个第一调谐开关、连接第一侧边框的至少一个第二调谐开关。第一调谐开关可设置在底部间隙的一侧或两侧,第二调谐开关可设置在第一侧边间隙的一侧或两侧。第一调谐开关可用于选择性断开或者导通,第二调谐开关可用于选择性断开或者导通。

[0032] 可以看出,第二方面提供的天线设计方案,通过连接第一天线和第二天线的第一天线切换开关可实现第一天线和第二天线之间的智能切换。而且,第一天线具有两种辐射模式,通过调节第一调谐开关、第二调谐开关的组合状态,可切换第一天线的辐射模式。这样,可适应更多应用场景,提升天线辐射效率。

[0033] 第二方面中,上边框可设置于电子设备的顶部,下边框可设置于电子设备的底部。第一侧边框和第二侧边框可分别设置于电子设备的两侧。上边框可包括一个水平部分和两个竖直部分。竖直部分的长度不超过第一长度,例如20毫米。类似的,下边框也可以包括一个水平部分和两个竖直部分。竖直部分的长度不超过第二长度。第二长度可以同于第一长度,可都例如20毫米。第二长度也可以不同于第一长度。

[0034] 结合第二方面,在一些实施例中,第一天线切换开关可用于从第一天线、第二天线中选择出信号质量最优的天线。选择出的信号质量最优的天线可作为主集天线。

[0035] 结合第二方面,在一些实施例中,当第一调谐开关处于断开状态,第二调谐开关处于闭合状态时,下边框被充分激励,可作为辐射体向外产生辐射,此时第一天线的辐射模式为横向模式,不受手握住第一侧边间隙的影响,手握辐射效率好。第一调谐开关还可用于在横向模式下切换下边框的辐射频段,例如在LTE B5、LTE B8、LTE B28等低频频段之间切换。

[0036] 结合第二方面,在一些实施例中,当第二调谐开关处于断开状态,第一调谐开关处于闭合状态时,第一侧边框被充分激励,可作为辐射体向外产生辐射,此时第一天线的辐射模式为纵向模式,自由空间辐射效率好。第二调谐开关还可用于在纵向模式下切换第一侧边框的辐射频段,例如在LTE B5、LTE B8、LTE B28等低频频段之间切换。

[0037] 结合第二方面,在一些实施例中,第二侧边框上可具有至少一个第二侧边间隙。多

天线系统还可包括：第三天线，第三天线包括第二侧边框、第二侧边间隙和第三馈电点，第三馈电点设置在第二侧边框上。第一天线切换开关还可连接第三天线，具体用于从第一天线、第二天线、第三天线中选择出信号质量最优的天线。

[0038] 第三方面，本申请提供了一种电子设备，该电子设备包括多天线系统。电子设备的壳体具有外围传导性结构。外围传导性结构可以由金属等传导性材料形成。外围传导性结构可以绕电子设备和显示屏的外围延伸，外围传导性结构具体可以包围显示屏的四个侧边，帮助固定显示屏。外围传导性结构可以包括上边框、下边框，以及第一侧边框、第二侧边框。上边框可具有至少一个顶部间隙，下边框可具有至少一个底部间隙，第一侧边框可具有至少一个第一侧边间隙，第二侧边框可具有至少一个第二侧边间隙。

[0039] 其中，多天线系统可包括：第一天线、第二天线、第一天线切换开关、多个调谐开关。

[0040] 具体的：

[0041] 第一天线可包括下边框、底部间隙和第一馈电点，以及第一侧边框、第一侧边间隙。第一馈电点设置在底部间隙和第一侧边间隙之间的外围传导性结构上。第二天线可包括上边框、顶部间隙和第二馈电点，以及第二侧边框、第二侧边间隙。第二馈电点设置在顶部间隙和第二侧边间隙之间的外围传导性结构上。

[0042] 第一天线切换开关可连接第一天线、第二天线，第一天线切换开关用于从第一天线、第二天线中选择出信号质量较优的天线。

[0043] 多个调谐开关可包括连接下边框的至少一个第一调谐开关、连接第一侧边框的至少一个第二调谐开关、连接上边框的至少一个第三调谐开关、连接第二侧边框的至少一个第四调谐开关。第一调谐开关可设置在底部间隙的一侧或两侧，第二调谐开关可设置在第一侧边间隙的一侧或两侧，第三调谐开关可设置在顶部间隙的一侧或两侧，第四调谐开关可设置在第二侧边间隙的一侧或两侧。第一调谐开关可用于选择性断开或者导通，第二调谐开关可用于选择性断开或者导通，第三调谐开关可用于选择性断开或者导通，第四调谐开关可用于选择性断开或者导通。

[0044] 可以看出，第三方面提供的天线方案，相比第二方面的天线方案，进一步将第二天线，从顶部的上边框11-5向侧边框11-1延伸，其可通过顶部间隙21-2、侧边间隙25向外辐射电磁波，因此具有两种辐射模式。这样，通过调节第三调谐开关、第四调谐开关的组合状态，还可切换第二天线的辐射模式，可适应更多应用场景，提升天线辐射效率。

[0045] 第四方面，本申请提供了一种电子设备的天线切换方法。电子设备可具有壳体、显示屏、第一SAR传感器、第二SAR传感器、运动传感器。壳体可具有外围传导性结构，外围传导性结构可包括上边框、下边框，以及侧边框。上边框上具有顶部间隙，下边框上具有底部间隙，侧边框上具有侧边间隙。第一SAR传感器设置在电子设备顶部，第二SAR传感器设置在电子设备底部。电子设备还具有分布于电子设备顶部的顶部天线群、分布于电子设备底部的底部天线群、分布于电子设备中部的中部天线群。

[0046] 该天线切换方法可包括：如果显示屏处于熄屏状态，则电子设备选择底部天线群作为第一天线群。如果显示屏处于亮屏状态，则电子设备通过第一SAR传感器、第二SAR传感器、运动传感器确定当前所处场景，并根据当前所处场景从顶部天线群、底部天线群、中部天线群中选择第一天线群。然后，电子设备可根据信号质量在第一天线群中进行天线切换。

[0047] 其中,当前所处场景包括以下任一项:用户竖屏手握电子设备底部的场景、用户竖屏手握电子设备顶部的场景、用户竖屏手握电子设备中部的场景、用户横屏手握电子设备底部的场景、用户横屏手握电子设备顶部的场景、用户横屏手握电子设备顶部和底部的场景、用户横屏手握电子设备中部的场景。

[0048] 结合第四方面,在一些实施例,电子设备根据信号质量在第一天线群中进行天线切换,具体可包括:电子设备第一天线群中选择信号质量最优的天线。

[0049] 结合第四方面,在一些实施例,如果确定当前场景为电子设备的底部被用户竖屏握持的场景,则电子设备可以选择顶部天线群为最优天线群。如果确定当前场景为电子设备的顶部被用户竖屏握持的场景,则电子设备可以选择底部天线群为最优天线群。如果确定当前场景为电子设备的中部被用户竖屏握持的场景,则电子设备可以选择底部天线群为最优天线群。

[0050] 结合第四方面,在一些实施例,如果确定当前场景为电子设备的底部被用户横屏握持的场景,则电子设备可以选择顶部天线群为最优天线群。如果确定当前场景为电子设备的顶部被用户横屏握持的场景,则电子设备可以选择底部天线群为最优天线群。如果确定当前场景为电子设备的顶部、底部都被用户横屏握持的场景(如横屏手持3),则电子设备可以选择中部天线群为最优天线群。如果确定当前场景为电子设备的中部都被用户横屏握持的场景,则电子设备可以选择底部天线群为最优天线群。

[0051] 在上述第一方面、第二方面、第三方面和第四方面中,上边框可设置于电子设备的顶部,下边框可设置于电子设备的底部。第一侧边框和第二侧边框可分别设置于电子设备的两侧。上边框可包括一个水平部分和两个竖直部分。竖直部分的长度不超过第一长度,例如20毫米。类似的,下边框也可以包括一个水平部分和两个竖直部分。竖直部分的长度不超过第二长度。第二长度可以同于第一长度,可都为例如20毫米。第二长度也可以不同于第一长度。

附图说明

[0052] 为了更清楚地说明本申请实施例中的技术方案,下面将对本申请实施例中所需要使用的附图进行说明。

[0053] 图1是本申请提供的天线设计方案所基于的电子设备的结构示意图;

[0054] 图2A-图2B是本申请涉及的外围传导性结构的结构示意图;

[0055] 图3A-图3D是利用外围传导性结构设计天线的几种现有技术的示意图;

[0056] 图4是本申请提供的三个天线群在电子设备中的布局以及三个天线群各自的适用场景的示意图;

[0057] 图5是本申请提供的天线设计方案涉及的几种典型竖屏手握场景的示意图;

[0058] 图6是本申请提供的天线设计方案涉及的几种典型横屏手握场景的示意图;

[0059] 图7A是本申请提供一种中高频多天线系统的结构示意图;

[0060] 图7B是图7A多天线系统的馈电和接地的示意图;

[0061] 图7C是图7A多天线系统的可设置调谐开关的位置的示意图;

[0062] 图8A-图8D是本申请提供的几种4×4MIMO蜂窝移动天线的实现方式的示意图;

[0063] 图9A是本申请提供一种低频多天线系统的结构示意图;

- [0064] 图9B是图9A多天线系统的馈电和接地的示意图；
- [0065] 图9C是图9A多天线系统的可设置调谐开关的位置的示意图；
- [0066] 图10A是本申请提供另一种低频多天线系统的结构示意图；
- [0067] 图10B是图10A多天线系统的馈电和接地的示意图；
- [0068] 图10C是图10A多天线系统的可设置调谐开关的位置的示意图；
- [0069] 图11A是本申请提供再一种低频多天线系统的结构示意图；
- [0070] 图11B是图11A多天线系统的馈电和接地的示意图；
- [0071] 图11C是图11A多天线系统的可设置调谐开关的位置的示意图；
- [0072] 图12A-图12B是可折叠的电子设备的结构示意图；
- [0073] 图13A是本申请提供的针对处于展开态的可折叠的电子设备的天线切换方案；
- [0074] 图13B是本申请提供的针对处于折叠态的可折叠的电子设备的天线切换方案；
- [0075] 图14是SAR传感器、运动传感器在电子设备内的布局示意图；
- [0076] 图15A-图15C是本申请提供的一种设置SAR传感器感应枝节的示意图；
- [0077] 图16A-图16C是本申请提供的另一种设置SAR传感器感应枝节的示意图；
- [0078] 图17是本申请提供的一种针对1T4R天线架构的多天线切换方案的示意图；
- [0079] 图18是本申请提供的一种针对2T4R天线架构的多天线切换方案的示意图；
- [0080] 图19是本申请提供的一种针对可折叠的电子设备的传感器布局示意图；
- [0081] 图20是本申请涉及的调谐开关的一种结构示意图。

具体实施方式

[0082] 下面结合本发明实施例中的附图对本发明实施例进行描述。

[0083] 本申请提供的技术方案适用于采用以下一种或多种通信技术的电子设备：蓝牙 (bluetooth,BT) 通信技术、全球定位系统 (global positioning system,GPS) 通信技术、无线保真 (wireless fidelity,Wi-Fi) 通信技术、全球移动通讯系统 (global system for mobile communications,GSM) 通信技术、宽频码分多址 (wideband code division multiple access,WCDMA) 通信技术、长期演进 (long term evolution,LTE) 通信技术、5G 通信技术、SUB-6G 通信技术以及未来其他通信技术等。本申请中,电子设备可以是手机、平板电脑、个人数码助理 (personal digital assistant,PDA) 等等。

[0084] 图1示例性示出了本申请提供的天线设计方案所基于的电子设备内部环境。如图1所示,电子设备10可包括:玻璃盖板13、显示屏15、印刷电路板PCB17、壳体19和后盖12。

[0085] 其中,玻璃盖板13可以紧贴显示屏15设置,可主要用于对显示屏15起到保护防尘作用。电子设备10的显示屏15可以是尺寸大显示屏,屏占比可以达到90%以上。

[0086] 其中,印刷电路板PCB17可以采用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介质板一种高频板。印刷电路板PCB17靠近壳体19的一侧可以设置一金属层,该金属层可以通过在PCB17的表面蚀刻金属形成。该金属层可用于印刷电路板PCB17上承载的电子元件接地,以防止用户触电或设备损坏。

[0087] 其中,壳体19主要起整机的支撑作用。壳体19可以包括外围传导性结构11,结构11可以由金属等传导性材料形成。结构11可以绕电子设备10和显示屏15的外围延伸,结构11

具体可以包围显示屏15的四个侧边,帮助固定显示屏15。在一种实现中,金属材料制成的结构11可以直接用作电子设备10的金属边框,形成金属边框的外观,适用于金属ID。在另一种实现中,结构11的外表面还可以设置非金属边框,例如塑料边框,形成非金属边框的外观,适用于非金属ID。

[0088] 如图2A所示,外围传导性结构11可以划分为4个部分,这4个部分根据各自在电子设备中的位置不一样而可以命名为:上边框11-5、下边框11-7,以及侧边框11-3、侧边框11-1。上边框11-5可设置于电子设备10的顶部,下边框11-7可设置于电子设备10的底部。侧边框11-3和11-1可分别设置于电子设备10的两侧。电子设备10顶部可设置有前置摄像头(未示出)、听筒(未示出)、接近光传感器(未示出)等器件。电子设备10底部可设置有USB充电接口(未示出)、麦克风(未示出)等。电子设备10侧边可设置有音量调节按键(未示出)、电源键(未示出)。

[0089] 如图2B所示,上边框11-5可包括一个水平部分11-5A和两个竖直部分11-5B、11-5C。竖直部分的长度不超过第一长度,例如20毫米。类似的,下边框11-7也可以包括一个水平部分11-7A和两个竖直部分11-7B、11-7C。竖直部分的长度不超过第二长度。第二长度可以同于第一长度,可都为例如20毫米。第二长度也可以不同于第一长度。

[0090] 其中,后盖12是非导电材料制成的后盖,如玻璃后盖、塑料后盖等非金属后盖。

[0091] 图1仅示意性的示出了电子设备10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。

[0092] 针对全面屏ID带来的天线净空区域缩减的问题,电子设备10的天线可以通过结构11形成,结构11可具有间隙,通过该间隙向外辐射电磁波。间隙可以使用例如聚合物、玻璃、陶瓷等材料或者这些材料的组合填充。

[0093] 图3A-图3D示出了利用结构11实现电子设备的天线的几种现有技术。

[0094] 现有技术一,如图3A示例性所示,外围传导性结构11在电子设备10的侧边靠近底部的位置处具有间隙。由于间隙开在两侧,现有技术一提供的天线具有良好的自由空间效率。但是,在用户竖屏手握电子设备10通话的场景下,用户的手部极易握住或覆盖住间隙,导致天线被阻塞,天线信号极弱,甚至没有信号。

[0095] 现有技术二,如图3B示例性所示,外围传导性结构11在电子设备10的底部靠近两侧的位置处具有间隙。现有技术二提供的天线设计的天线辐射体较小,天线效率不高,需要通过增加天线净空来提升天线性能,这与全面屏ID下的天线设计的天线净空区域缩减这一问题冲突。而且,在用户竖屏手握电子设备10通话的场景下,用户的手部离间隙比较近,极端情况下,用户的手部可能正好握住或覆盖住间隙,导致天线完全被阻塞,天线信号极弱,甚至没有信号。

[0096] 现有技术三,如图3C示例性所示的4*4MIMO天线设计,外围传导性结构11在电子设备10的底部、顶部靠近两侧的位置处各具有间隙,四个天线包括MIMO Ant1、分集Ant1、MIMO Ant2和主集Ant0。其中,MIMO Ant2做在内部支架上,由于内部天线净空区域小,因此天线高度很小,例如1.5毫米以内,导致天线辐射效率很低。而且,在用户手握电子设备10通话的场景下,加上用户手握的影响,MIMO Ant2的天线性能就会进一步恶化。

[0097] 现有技术四,如图3D示例性所示的4*4MIMO天线设计,外围传导性结构11在电子设备10两侧靠近顶部、底部的位置处各具有间隙,四个天线均使用结构11实现,四个天线包括

MIMO Ant1、分集Ant1、MIMO Ant2和主集Ant0。主集Ant0和分集Ant1之间可以通过智能天线切换(transmit antenna switch,TAS)技术进行切换。这样,在用户手握电子设备10通话的场景下,采用TAS技术,主集天线可以上切到顶部天线Ant1,分集天线可以下切到底部天线Ant0,可以确保主集天线的天线性能。但是,分集天线下切到底部天线后,辐射效率显著下降。

[0098] 上面描述的现有技术三和现有技术四可以称为“上底部天线布局”。在这种天线布局中,底部天线通常为主天线,顶部天线通常为分集天线。这里,“上”是指靠近电子设备的顶部,“下”是指靠近电子设备的底部。这种天线布局结合上底部天线智能切换技术,可以克服通话场景下的用户手握影响。上底部天线智能切换技术是指,根据底部天线、顶部天线的信号强弱选择信号最好的天线作为主集天线。这样,在用户手握电子设备10通话的场景下,采用上底部天线智能切换技术,主集天线可以上切到顶部天线,分集天线可以下切到底部天线,可以确保主集天线的天线性能。但是,分集天线下切到底部天线后,辐射效率显著下降。

[0099] 另外,随着移动游戏越来越受欢迎,用户横屏手握电子设备进行游戏的时间越长。在用户横屏手握电子设备玩游戏的场景下,上面现有技术描述的“上底部天线布局”,顶部天线和底部天线都容易受用户手握影响,天线信号极弱,这会严重影响用户的游戏体验,尤其对于时延要求较高的游戏。

[0100] 综合上面几种现有技术的分析,现有技术在不断改进全面屏ID下的天线设计,以降低用户手握对天线性能的影响,改善部分场景(如用户竖屏手握电子设备10通话的场景)下的天线性能。但是,现有技术无法应对更多场景下存在的天线性能问题。

[0101] 本申请提供了一种多天线系统,通过在电子设备10的顶部、侧边、底部都布局天线的智能多天线方案,分别形成顶部、中部、底部三个天线群,将兼顾自由空间场景、竖屏手握场景、横屏手握场景等多场景下的天线性能,提升了天线辐射效率。

[0102] 图4示例性示出了本申请提供的三个天线群在电子设备中的布局以及三个天线群各自的适用场景。如图4所示,三个天线群包括:顶部天线群、中部天线群和底部天线群。顶部天线群可分布于电子设备10的顶部,可主要由结构11的上边框11-5实现。中部天线群可分布于电子设备10的中部,可主要由结构11的侧边框11-3、11-1实现。底部天线群可分布于电子设备10的底部,可主要由结构11的下边框11-7实现。顶部天线群可主要用作竖屏手握场景下的辐射天线。中部天线群可主要用作横屏手握场景下的辐射天线。底部天线群可主要用作自由空间场景下的辐射天线。

[0103] 自由空间场景可以是指电子设备10没有被用户手握的场景。竖屏手握场景可以是用户竖屏手握电子设备的场景,可以包括但不限于用户竖屏手握电子设备阅读、用户竖屏手握电子设备玩游戏、用户竖屏手握电子设备通话等场景。横屏手握场景可以是用户横屏手握电子设备的场景,可以包括但不限于用户横屏手握电子设备玩游戏、用户横屏手握电子设备看电视等场景。竖屏手握场景涉及的几种手握姿势可如图5中的(A)-(B)所示,其中,图5中的(A)、(C)、(D)分别示出了用户单手竖屏握持电子设备的底部、顶部、中部的姿势,图5中的(B)示出了用户双手竖屏握持电子设备的中部和底部的姿势。横屏手握场景涉及的几种手握姿势可如图6中的(A)-(D)所示,其中,图6中的(A)、(B)示出了用户单手横屏握持电子设备的顶部或底部的姿势,图6中的(C)示出了用户双手横屏握持电子设备的顶部和底部

的姿势,图6中的(D)示出了用户单手横屏握持电子设备的中部的姿势。

[0104] 本申请提供的天线设计方案中,电子设备10的顶部、侧边、底部的结构11上都开设间隙,这些间隙将结构11分割成多个外围传导性片段,这多个外围传导性片段可用来形成图4示例性所示的三个天线群。下面将详细说明本申请的各个实施例提供的多天线系统。

[0105] 实施例一

[0106] 如图7A-图7B所示,实施例一提供的多天线系统可包括:天线0、天线1、天线2、天线3和天线4。这多个天线可由具有多个间隙的外围传导性结构11(以下简称为结构11)形成。结构11的上边框11-5可具有2个顶部间隙:21-1、21-2。顶部间隙21-1、21-2可分别开设于上边框11-5的水平部分的左侧、右侧。结构11的下边框11-7可具有2个底部间隙:23-1、23-2。底部间隙23-1、23-2可分别开设于下边框11-7的水平部分的左侧、右侧。结构11的左侧侧边框11-3、右侧侧边框11-1可各具有1个侧边间隙:27、25。侧边间隙27、25可分别开设于侧边框11-3、11-1的上侧。这多个间隙将结构11分割为多个外围传导性片段。

[0107] 下面天线结构、天线隔离、天线调谐、天线切换这几方面介绍实施例一的多天线系统。

[0108] 1、天线结构

[0109] 天线0可包括结构11的下边框11-7、底部间隙、底部馈电点31-3。馈电点31-3可设置在下边框11-7上。馈电点31-3可用于连接天线0的馈电,以激励天线0产生辐射。因设置在结构11的底部,天线0又可称为底部天线,其可通过底部间隙,如间隙23-1、23-2,向外辐射电磁波。如图7B所示,馈电点31-3可设置于底部间隙23-2右侧。不限于此,馈电点31-3也可设置于底部间隙23-2的左侧、底部间隙23-1的右侧,即这两间隙之间。馈电点31-3也可以设置于底部间隙23-1左侧。

[0110] 天线1可包括上边框11-5、顶部间隙21-2、顶部馈电点31-2。馈电点31-2可设置在上边框11-5上。馈电点31-2可用于连接天线1的馈电,以激励天线1产生辐射。因设置在结构11的顶部,天线1又可以称为顶部天线,可通过顶部间隙21-2向外辐射电磁波。如图7B所示,馈电点31-2可设置在顶部间隙21-2右侧。不限于此,馈电点31-2也可设置在顶部间隙21-2左侧的外围传导性片段上。具体的,天线1包括上边框11-5的左侧部分。左侧部分可以称为上边框11-5的第一部分。

[0111] 天线2可包括上边框11-5、顶部间隙21-1、顶部馈电点31-1。馈电点31-1可设置在上边框11-5上。馈电点31-1可用于连接天线2的馈电,以激励天线2产生辐射。因设置在结构11的顶部,天线2又可以称为顶部天线,可通过顶部间隙21-1向外辐射电磁波。如图7B所示,馈电点31-1可设置在顶部间隙21-1左侧。不限于此,馈电点31-1也可设置在顶部间隙21-1右侧。具体的,天线2包括上边框11-5的右侧部分。右侧部分可以称为上边框11-5的第二部分。

[0112] 天线3可包括右侧侧边框11-1、侧边间隙25和侧边馈电点31-5。馈电点31-5可设置在侧边框11-1上。馈电点31-5可用于连接天线3的馈电,以激励天线3产生辐射。因设置在结构11的两侧边,两侧边位于电子设备10的中部,天线3又可以称为中部天线,可通过侧边间隙25向外辐射电磁波。如图7B所示,馈电点31-5可设置在间隙25上侧。不限于此,馈电点31-5也可设置在间隙25下侧。

[0113] 天线4可包括左侧侧边框11-3、侧边间隙27和侧边馈电点31-7。侧边间隙27可开设

于侧边框11-3的上侧。馈电点31-7可设置在侧边框11-3上。馈电点31-7可用于连接天线4的馈电,以激励天线4产生辐射。因设置在结构11的两侧边,两侧边位于电子设备10的中部,天线4又可以称为中部天线,可通过侧边间隙27向外辐射电磁波。如图7B所示,馈电点31-7可设置间隙27的上侧。不限于此,馈电点31-7也可设置在间隙27下侧。

[0114] 上面内容中,左侧、右侧仅是为了便于描述各个元素,如各边框、间隙、馈电点,之间的相对位置关系,并不用来限定各个元素在实际整机模型中的位置。上面内容中,上侧是指更靠近顶部边框11-5的一侧,是相对于下侧而言的,下侧是指更靠近底部边框11-7的一侧。上面内容中,左侧是指更靠近左侧边框11-3的一侧,是相对于右侧而言的,右侧是指更靠近右侧边框11-1的一侧。。本申请中,左侧可以称为第一侧,右侧可以称为第二侧。

[0115] 中部天线,如天线3、天线4,可以布局于侧边框的中部或偏上位置处。侧边间隙也相应的开始于侧边框的中部或偏上位置处。不限于此,中部天线也可以在侧边框中部的上下20毫米范围内调整。

[0116] 实施例一中,天线0可以称为底部天线,天线2、天线1可以分别称为第一顶部天线、第二顶部天线,天线4、天线3可以分别称为第一侧边天线、第二侧边天线。顶部馈电点31-1、顶部馈电点31-2可以分别称为第一顶部馈电点、第二顶部馈电点。顶部间隙21-1、顶部间隙21-2可以分别称为第一顶部间隙、第二顶部间隙。侧边框11-3、侧边框11-1可以分别称为第一侧边框、第二侧边框。侧边馈电点31-7、侧边馈电点31-5可以分别称为第一侧边馈电点、第二侧边馈电点。侧边间隙27、侧边间隙25可以分别称为第一侧边间隙、第二侧边间隙。

[0117] 2、天线隔离

[0118] 为了提高相邻天线之间的隔离度,多天线系统中的相邻天线之间可以设置接地点。如图7B所示,天线0的馈电点31-3与天线3的馈电点31-5之间的结构11上可设置接地点32-5。天线3的馈电点31-5与天线1的馈电点31-2之间的结构11上可设置接地点32-3。天线1的馈电点31-2与天线2的馈电点31-1之间的结构11上可设置接地点32-7。天线2的馈电点31-1与天线4的馈电点31-7之间的结构11上可设置接地点32-1。

[0119] 这些接地点的接地可以通过金属弹片等导体连接到地来实现,也可以通过接调谐开关选频到地来实现。这些接地点也可用来实现各个天线的接地。

[0120] 3、天线调谐

[0121] 图7C示例性示出了实施例一的多天线系统中可设置调谐开关的位置。如图7C所示,在位置A至位置K中一个或多个位置处,即在间隙的一侧或两侧,结构11可以连接调谐开关,以对间隙两侧的外围传导性片段进行:

[0122] 1) 频段调谐

[0123] 例如,位置A处(即间隙23-2右侧)的调谐开关可用来调节底部间隙23-2与接地点32-5之间的外围传导性片段的工作频段。又例如,位置B处(即间隙23-2左侧或间隙23-1右侧)的调谐开关可用来调节底部间隙23-2与底部间隙23-1之间的外围传导性片段的工作频段。再例如,位置K处(即间隙25下侧)的调谐开关可用来调节侧边间隙25与接地点32-5之间的外围传导性片段的工作频段。

[0124] 2) 通过开关组合状态提升天线性能

[0125] 例如,在电子设备10底部被用户握住的场景下,位置K、D处的调谐开关可设置为闭合状态,如切0欧姆接地,位置E、J处的调谐开关可设置为断开状态。这样可以增强侧边间隙

27、25上侧的外围传导性片段的辐射,减弱侧边间隙27、25下侧的外围传导性片段的辐射,提高了天线3、天线4的天线性能,可避免用户手握影响。

[0126] 例如,在电子设备10顶部被用户握住的场景下,位置E、J处的调谐开关可设置为闭合状态,如切0欧姆接地,位置K、D处的调谐开关可设置为断开状态。这样可以增强侧边间隙27、25下侧的外围传导性片段的辐射,减弱侧边间隙27、25上侧的外围传导性片段的辐射,提高了天线3、天线4的天线性能,可避免用户手握影响。

[0127] 4、实体天线切换

[0128] 在自由空间场景下,天线0、天线1可分别用作蜂窝移动通信中的主集天线、分集天线。

[0129] 主集天线一般负责射频信号的发送和接收。蜂窝移动通信中的分集天线一般只接收射频信号但不发送射频信号。当来自基站的信号通过下行传递给电子设备天线的时候,电子设备会把从这两个天线端口收到的信号中,选择信号质量较好的一路信号进行解调。

[0130] 天线0、天线1、天线3和天线4都可连接到一天线切换开关(未示出)。该天线切换开关可以称为第一天线切换开关。第一天线切换开关可用于从天线0、天线1、天线3和天线4中选择出信号质量最优的天线。选择出的信号质量最优的天线可作为主集天线。该天线切换开关还可以从天线0、天线1、天线3和天线4中选择出信号质量次优的天线作为分集天线。也就是说,蜂窝移动通信的主集天线、分集天线可以在顶部天线、中部天线、底部天线之间切换,适应各种应用场景,确保蜂窝移动通信时的天线性能。

[0131] 例如,在电子设备的底部被用户握持的场景下,如图5中(A)、图6中(A)所示的场景,底部天线因被用户手部握住而出现信号质量恶化,而顶部天线、中部天线的信号质量好。主集天线可以切换到顶部天线或中部天线,分集天线可切换到顶部天线或中部天线。这样,既能确保主集天线的天线性能,也能确保分集天线的天线性能,避免出现传统的“上底部天线布局”中主集上切、分解下切而导致的分集天线性能恶化的问题。

[0132] 例如,在电子设备的顶部被用户握持的场景下,如图5中(C)、图6中(B)所示的场景,顶部天线因被用户握持而出现信号质量恶化,而底部天线、中部天线的信号质量优良。底部天线可用作主集天线,可以呈现良好的天线性能。分集天线可以切换到中部天线,可以确保分集天线的天线性能。

[0133] 例如,在电子设备的顶部、底部都被用户握持的场景下,如图6中(C)所示的场景,顶部天线、底部天线均因被用户手部握住而出现信号质量恶化,而中部天线的信号质量好。主集天线、分集天线都可以切换到中部天线,使得主集天线、分集天线都呈现出良好的天线性能。

[0134] 例如,在电子设备的中部被用户握持的场景下,如图5中(D)、图6中(D)所示的场景,中部天线因被用户手部握住而出现信号质量恶化,而顶部天线、底部天线的信号质量好。底部天线可用作主集天线,顶部天线可用作分集天线。

[0135] 不限于上述几种示例,实施例一提供的多天线系统还可以适用其他手握场景,呈现良好的天线性能,提高蜂窝移动通信质量。

[0136] 5、天线复用

[0137] 电子设备10的Wi-Fi天线可默认通过顶部天线来实现。例如,天线2可用作Wi-Fi 2.4G Core0天线,天线1可用作Wi-Fi 2.4G Core1天线。Core0天线和Core1天线构成WiFi双

天线, 双天线都可用于信号收发。

[0138] 在Wi-Fi使用场景下, 在顶部天线的信号质量差的情况下, Wi-Fi天线还可以从顶部天线切换到中部天线。也即是说, Wi-Fi天线可以在顶部天线和中部天线之间切换, 以实现类似蜂窝移动通信天线的性能提升。这种天线切换的具体实现可如下:

[0139] 天线1和天线3可连接到第二天线切换开关(未示出)。第二天线切换开关可用于从天线1、天线3中选择信号质量较好的天线作为Wi-Fi天线。天线2和天线4可连接到第三天线切换开关。第三天线切换开关可用于从天线2、天线4中选择信号质量较好的天线作为Wi-Fi天线。

[0140] 当Wi-Fi天线和蜂窝移动天线切换到相同的天线时, 如Wi-Fi 2.4G Core0天线和蜂窝移动天线(如主集天线、分集天线等)都切换到天线4时, 可通过频分器(合路器)或时分复用的方式实现复用。

[0141] Wi-Fi使用场景是指电子设备开启Wi-Fi, 通过Wi-Fi进行通讯(如视频通话、网页浏览等)的场景。电子设备可以通过Wi-Fi是否开启, 特定应用或功能(如视频通话、视频播放)是否启动, 来判断电子设备是否处于Wi-Fi使用场景。

[0142] 6、4×4MIMO蜂窝移动天线

[0143] 实施例一的多天线系统可以包括4×4MIMO蜂窝移动天线。图8A-图8D示出了几种4×4MIMO蜂窝移动天线的实现方式。MIMO是指多输入多输出(multi input multi output)。

[0144] 如图8A所示, 天线0可用作主集天线, 天线1可用作分集天线。天线2、天线3可用作Wi-Fi天线。蜂窝移动通信的主集天线、分集天线可以在天线0、天线1、天线3、天线4之间切换。Wi-Fi 2.4G Core0天线可以在天线2、天线4之间切换。Wi-Fi 2.4G Core1天线可以在天线3、天线1之间切换。除了用作主集天线的天线0、用作分集天线的天线1外, 天线2、天线3也还可以用于蜂窝移动通信, 从而形成4个接收天线, 支持4×4MIMO架构。

[0145] 如图8B所示, 天线0可用作主集天线, 天线1可用作分集天线。天线2、天线3可用作Wi-Fi天线。蜂窝移动通信的主集天线、分集天线可以在天线0、天线1、天线3、天线4之间切换。Wi-Fi 2.4G Core0天线可以在天线2、天线4之间切换。Wi-Fi 2.4G Core1天线可以在天线3、天线1之间切换。除了用作主集天线的天线0、用作分集天线的天线1外, 天线3、天线4也还可以用于蜂窝移动通信, 从而形成4个接收天线, 支持4×4MIMO架构。

[0146] 如图8C所示, 天线0可用作主集天线, 天线1可用作分集天线。天线2、天线3可用作Wi-Fi天线。蜂窝移动通信的主集天线、分集天线可以在天线0、天线1、天线3、天线4之间切换。Wi-Fi 2.4G Core0天线可以在天线2、天线4之间切换。Wi-Fi 2.4G Core1天线可以在天线3、天线1之间切换。除了用作主集天线的天线0、用作分集天线的天线1外, 天线2、天线3也还可以用于蜂窝移动通信, 从而形成4个接收天线, 支持4×4MIMO架构。

[0147] 如图8D所示, 天线0可用作主集天线, 天线3可用作分集天线。天线2、天线1可用作Wi-Fi天线。蜂窝移动通信的主集天线、分集天线可以在天线0、天线1、天线3、天线4之间切换。Wi-Fi 2.4G Core0天线可以在天线2、天线4之间切换。Wi-Fi 2.4G Core1天线可以在天线3、天线1之间切换。除了用作主集天线的天线0、用作分集天线的天线3外, 天线1、天线2也还可以用于蜂窝移动通信, 从而形成4个接收天线, 支持4×4MIMO架构。

[0148] 从图8A至图8D可以看出, 用于信号接收的4个接收天线分布在电子设备的顶部、中部、底部这三个位置, 能够适应各种用户握持场景, 确保电子设备的信号接收性能。例如, 当

用户单手竖屏握住电子设备的底部时,底部的接收天线的性能会明显恶化,但顶部、中部的接收天线的性能良好,可以正常接收信号。又例如,当用户单手竖屏握住电子设备的顶部时,顶部的接收天线的性能会明显恶化,但底部、中部的接收天线的性能良好,可以正常接收信号。再例如,当用户双手横屏握住电子设备的顶部和底部时,顶部和底部的接收天线的性能会明显恶化,但中部的接收天线的性能良好,可以正常接收信号。

[0149] 实施例一提供的多天线系统可工作在中高频频段(1670MHz-2.5G Hz),该多天线系统能够在自由空间场景、竖屏手握场景、横屏手握场景等多场景下都呈现良好的辐射效率。

[0150] 实施例一提供的多天线系统还可以支持5G sub6G/5G sub3G频段,即电子设备10的5G Sub6G/5G sub3G天线和中高频天线可以共辐射体,具体可通过馈电位置的改变、设计馈电阻抗匹配,或者在间隙两侧设置调谐开关来实现。

[0151] 实施例二

[0152] 如图9A-图9B所示,实施例二提供的多天线系统可包括:天线0和天线1。这两个天线可由具有多个间隙的外围传导性结构11(以下简称为结构11)形成。结构11的上边框11-5可具有2个顶部间隙:21-1、21-2。顶部间隙21-1、21-2可分别开设于上边框11-5的左侧、右侧。结构11的下边框11-7可具有2个底部间隙:23-1、23-2。底部间隙23-1、23-2可分别开设于下边框11-7的左侧、右侧。结构11的左侧侧边框11-3、右侧侧边框11-1可各具有1个侧边间隙:27、25。侧边间隙27、25可分别开设于侧边框11-3、11-1的上侧。这多个间隙将结构11分割为多个外围传导性片段。

[0153] 下面天线结构、天线隔离、天线调谐、天线切换这几方面介绍实施例二的多天线系统。

[0154] 1、天线结构

[0155] 天线0可包括结构11的下边框11-7、底部间隙23-1、23-2和馈电点32-1,以及结构11的左侧边框11-3、侧边间隙27。馈电点32-1可设置在底部间隙23-1和侧边间隙27之间的外围传导性片段上。馈电点32-1可用于连接天线0的馈电,以激励天线0产生辐射。和实施例一中的天线0不同的是,实施例二中的天线0从底部的下边框11-7向侧边框11-3延伸,其可通过底部间隙23-1、侧边间隙27向外辐射电磁波。

[0156] 天线1可包括上边框11-5、顶部间隙21-2和顶部馈电点32-3。馈电点32-3可设置在上边框11-5上。馈电点32-3可用于连接天线1的馈电,以激励天线1产生辐射。因设置在结构11的顶部,天线1又可以称为顶部天线,可通过顶部间隙21-2向外辐射电磁波。如图9B所示,馈电点32-3可设置在顶部间隙21-2右侧。不限于此,馈电点32-3也可设置在顶部间隙21-2左侧的外围传导性片段上。

[0157] 2、天线隔离

[0158] 为了提高相邻天线0和天线1之间的隔离度,多天线系统中的相邻天线之间可以设置接地点。如图9B所示,天线0的馈电点32-1与天线1的馈电点32-3之间的结构11上可设置接地点33-1、33-2。这些接地点的接地可以通过金属弹片等导体连接到地来实现,也可以通过接器件选频到地。这些接地点也可用来实现各个天线的接地。

[0159] 3、天线的调谐开关

[0160] 图9C示例性示出了实施例二的多天线系统中可设置调谐开关的位置。如图9C所

示,在位置A至位置E中一个或多个位置处,即在间隙的一侧或两侧,结构11可以连接调谐开关,以对间隙两侧的外围传导性片段进行:

[0161] 1) 频段调谐

[0162] 例如,位置D处(即间隙21-2左侧)的调谐开关可用来调节间隙21-2左侧的外围传导性片段的工作频段。又例如,位置E处(即间隙21-2右侧)的调谐开关可用来调节间隙21-2右侧的外围传导性片段的工作频段。再例如,位置B处(即间隙23-1左侧)的调谐开关可用来调节间隙23-1左侧的外围传导性片段的工作频段。

[0163] 2) 通过调谐开关的组合状态实现虚拟天线切换

[0164] 后续内容中会详细介绍虚拟天线切换,这里先不赘述。

[0165] 4、天线切换

[0166] (1) 实体天线切换

[0167] 在自由空间场景下,天线0、天线1可分别用作蜂窝移动通信中的主集天线、分集天线。

[0168] 天线0、天线1都可连接到一天线切换开关(未示出)。实施例二中,该天线切换开关可以称为第一天线切换开关。第一天线切换开关可用于从天线0、天线1中选择出信号质量最优的天线。选择出的信号质量最优的天线可作为主集天线。

[0169] (2) 虚拟天线切换

[0170] 和实施例一中的天线0不同的是,实施例二中的天线0从底部的下边框11-7向侧边框11-3延伸,其可通过底部间隙23-1、侧边间隙27向外辐射电磁波,可以在底部、侧边形成两个辐射模式:横向模式和纵向模式。这里,横向模式可以是指横向的下边框11-7作为主辐射体向外辐射的辐射模式。这里,纵向模式可以是指纵向的侧边框11-3作为主辐射体向外辐射的辐射模式。当天线0的辐射模式为横向模式时,天线0可用作底部天线,类似于实施例一中的天线0;当天线0的辐射模式为纵向模式时,天线0可用作中部天线,类似于实施例一中的天线3或天线4。

[0171] 实施例二中,可通过改变连接下边框11-7、侧边框11-3的调谐开关的状态(如断开状态或闭合状态)来调节天线0的辐射模式是横向模式还是纵向模式。

[0172] 连接下边框11-7的调谐开关可以称为第一调谐开关。第一调谐开关可具体连接在底部间隙23-1一侧或两侧的下边框11-7上,例如图9C所示的位置B处。第一调谐开关可具体设于底部间隙23-1左侧。连接侧边框11-3的调谐开关可以称为第二调谐开关。第二调谐开关可具体连接在侧边间隙27一侧或两侧的侧边框11-3上,例如图9C所示的位置C处。第二调谐开关可具体设于侧边间隙27下侧。

[0173] 当第一调谐开关处于断开状态,第二调谐开关处于闭合状态时,下边框11-7被充分激励,可作为辐射体向外产生辐射,此时天线0的辐射模式为横向模式,不受手握住侧边间隙27的影响,手握辐射效率好。第一调谐开关还可用于在横向模式下切换下边框11-7的辐射频段,例如在LTE B5、LTE B8、LTE B28等低频频段之间切换。

[0174] 当第二调谐开关处于断开状态,第一调谐开关处于闭合状态时,侧边框11-3被充分激励,可作为辐射体向外产生辐射,此时天线0的辐射模式为纵向模式,自由空间辐射效率好。第二调谐开关还可用于在纵向模式下切换侧边框11-3的辐射频段,例如在LTE B5、LTE B8、LTE B28等低频频段之间切换。

[0175] 可以看出,通过调节第一调谐开关、第二调谐开关的组合状态,可切换调节天线0的辐射模式,通过开关组合状态提升天线性能,而且,还可实现频段调谐。

[0176] (3) 天线切换对全场景的支持

[0177] 结合上述(1)中的实体天线切换和上述(2)中的虚拟天线切换,可实现蜂窝移动通信的主集天线、分集天线在电子设备的顶部、中部、底部之间切换,适应各种应用场景,确保蜂窝移动通信时的天线性能良好。

[0178] 例如,在电子设备的底部被用户握持的场景下,如图5中(A)、图6中(A)所示的场景,电子设备的底部被用户握住。此场景下,天线0的横向模式性能较差,但顶部的天线1的性能良好,天线0的纵向模式性能良好。主集天线可以切换到顶部的天线1,分集天线可以切换到天线0的纵向模式。这样,可确保主集天线、分集天线的天线性能,也可避免出现传统的“上底部天线布局”中主集上切、分集下切而导致的分集天线性能恶化的问题。

[0179] 例如,在电子设备的顶部被用户握持的场景下,如图5中(C)、图6中(B)所示的场景,天线1的性能恶化,但天线0的性能良好,尤其是天线0的横向模式性能良好。主集天线可以切换到天线0的横向模式,可以确保主集天线的天线性能良好。

[0180] 例如,在电子设备的顶部、底部都被用户握持的场景下,如图6中(C)所示的场景,天线1的性能恶化,天线0的横向模式性能较差,但天线0的纵向模式性能良好。主集天线可以切换到天线0的纵向模式,可以确保主集天线的天线性能良好。

[0181] 例如,在电子设备的中部被用户握持的场景下,如图5中(D)、图6中(D)所示的场景,天线0的纵向模式性能较差,但天线1、天线0的横向模式性能良好。主集天线可切换到天线0的横向模式,天线1可用作分集天线。这样,可确保主集天线、分集天线的天线性能良好。

[0182] 不限于上述几种示例,实施例二提供的多天线系统还可以适用其他手握场景,呈现良好的天线性能,提高蜂窝移动通信质量。

[0183] 实施例二提供的多天线系统可工作在低频频段(如960MHz),该多天线系统能够在自由空间场景、竖屏手握场景、横屏手握场景等多场景下都呈现良好的辐射效率。

[0184] 实施例二提供的多天线系统和实施例一提供的多天线系统可以结合实施,以实现在低频、中高频都能适应多场景,呈现良好的辐射效率。

[0185] 实施例二的扩展

[0186] 扩展1

[0187] (1) 电子设备顶部的天线1也可以做类似天线0的天线设计,即天线1可以从顶部的上边框11-5向侧边框11-1延伸,其可通过顶部间隙21-2、侧边间隙25向外辐射电磁波,可以支持更多的横竖屏手握场景。

[0188] 如图10A-图10B所示,天线1可包括结构11的上边框11-5、顶部间隙21-1、21-2和馈电点32-3,以及结构11的右侧边框11-1、侧边间隙25。馈电点32-3可设置在顶部间隙21-2和侧边间隙25之间的外围传导性片段上。馈电点32-3可用于连接天线1的馈电,以激励天线1产生辐射。和图9A-图9C中的天线1不同的是,图10A-图10C中的天线1从顶部的上边框11-5向侧边框11-1延伸,其可通过顶部间隙21-2、侧边间隙25向外辐射电磁波。

[0189] 类似天线0,天线1可以在顶部、侧边形成两个辐射模式:横向模式和纵向模式。这里,横向模式可以是指横向的上边框11-5作为主辐射体向外辐射的辐射模式。这里,纵向模式可以是指纵向的侧边框11-1作为主辐射体向外辐射的辐射模式。当天线1的辐射模式为

横向模式时,天线1可用作顶部天线;当天线1的辐射模式为纵向模式时,天线1可用作中部天线,类似于实施例一中的天线3或天线4。

[0190] 天线1的辐射模式是横向模式还是纵向模式,可通过改变连接上边框11-5、侧边框11-1的调谐开关的状态(如断开状态或闭合状态)来调节。

[0191] 连接上边框11-5的调谐开关可以称为第三调谐开关。第三调谐开关可具体连接在顶部间隙21-2一侧或两侧的上边框11-5上,例如图10C所示的位置D处。连接侧边框11-1的调谐开关可以称为第四调谐开关。第四调谐开关可具体连接在侧边间隙25一侧或两侧的侧边框11-1上,例如图10C所示的位置E、位置F处。

[0192] 当第三调谐开关处于断开状态,第四调谐开关处于闭合状态时,上边框11-5被充分激励,可作为辐射体向外产生辐射,此时天线1的辐射模式为横向模式,不受手握住侧边间隙25的影响,手握辐射效率好。第三调谐开关还可用于在横向模式下切换上边框11-5的辐射频段,例如在LTE B5、LTE B8、LTE B28等低频频段之间切换。

[0193] 当第四调谐开关处于断开状态,第三调谐开关处于闭合状态时,侧边框11-1被充分激励,可作为辐射体向外产生辐射,此时天线1的辐射模式为纵向模式,自由空间辐射效率高。第四调谐开关还可用于在纵向模式下切换侧边框11-1的辐射频段,例如在LTE B5、LTE B8、LTE B28等低频频段之间切换。

[0194] 可以看出,通过调节第三调谐开关、第四调谐开关的组合状态,可切换调节天线1的辐射模式,通过开关组合状态提升天线性能,而且,还可实现频段调谐。

[0195] (2) 支持更多手握场景

[0196] 结合天线1和天线0之间的实体天线切换,以及天线0、天线1的虚拟天线切换,可实现蜂窝移动通信的主集天线、分集天线在电子设备的顶部、中部、底部之间切换,适应更多应用场景,确保蜂窝移动通信时的天线性能良好。

[0197] 例如,在电子设备的顶部被用户握持的场景下,如图5中(C)、图6中(B)所示的场景,天线1的横向模式性能较差,但天线1的纵向模式性能良好,天线0的性能良好,尤其是天线0的横向模式性能良好。主集天线可以切换到天线0的横向模式,分集天线可以切换到天线1的纵向模式,可以确保主集、分集天线的天线性能良好。

[0198] 例如,在电子设备的顶部、底部都被用户握持的场景下,如图6中(C)所示的场景,天线1的横向模式性能较差,天线0的横向模式性能较差,但天线0、天线1的纵向模式均性能良好。主集天线可以切换到天线0的纵向模式,分集天线可以切换到天线1的纵向模式,可以确保主集、分集天线的天线性能良好。

[0199] 扩展2

[0200] (1) 增加侧边的天线2

[0201] 除了图9A-图9C中的天线0、天线1,如图11A-图11B所示,实施例二提供的多天线系统还可以包括天线2。天线2可包括:侧边框11-1、侧边间隙25和馈电点32-5。馈电点32-5可设置在侧边框11-1上。馈电点32-5可用于连接天线2的馈电,以激励天线2产生辐射。如图11B所示,馈电点32-5可设置在侧边间隙25的下侧。

[0202] 另外,如图11B所示,设置在馈电点32-5和馈电点32-3之间的接地点33-2可提高天线2和天线1之间的隔离度,设置在馈电点32-5和馈电点32-1之间的接地点33-3可提高天线2和天线0之间的隔离度。

[0203] (2) 天线2的频段调谐

[0204] 如图11C所示,连接侧边框11-1的调谐开关可以对天线2进行频段调谐。具体的,该调谐开关可设置在侧边间隙25一侧或两侧,例如位置F处。

[0205] (3) 实体天线切换

[0206] 在自由空间场景下,天线0的横向模式可用作蜂窝移动通信中的主集天线,天线1可用作蜂窝移动通信中的分集天线。

[0207] 和天线0、天线1一样,天线2也可连接到第一天线切换开关。第一天线切换开关可用于从天线0、天线1和天线2中选择出信号质量最优的天线。选择出的信号质量最优的天线可作为主集天线。第一天线切换开关还可以从天线0、天线1和天线2选择出信号质量次优的天线作为分集天线。也即是说,蜂窝移动通信的主集天线、分集天线可以在顶部天线、中部天线、底部天线之间切换,适应各种应用场景,确保蜂窝移动通信时的天线性能。

[0208] 例如,在电子设备的底部被用户握持的场景下,如图5中(A)、图6中(A)所示的场景,天线0的横向模式性能较差,但天线0的纵向模式、天线1以及天线2的信号质量良好。主集天线可以切换到天线1,分集天线可切换到天线0的纵向模式或者天线2。这样,既能确保主集天线的天线性能,也能确保分集天线的天线性能,避免出现传统的“上底部天线布局”中主集上切、分解下切而导致的分集天线性能恶化的问题。

[0209] 例如,在电子设备的顶部被用户握持的场景下,如图5中(C)、图6中(B)所示的场景,天线1因被用户握持而出现信号质量恶化,而天线0、天线2的信号质量优良。天线0的横向模式可用作主集天线,可以呈现良好的天线性能。分集天线可以切换到天线2,可以确保分集天线的天线性能。

[0210] 例如,在电子设备的顶部、底部都被用户握持的场景下,如图6中(C)所示的场景,,天线0的横向模式、天线1的性能都较差,但天线0的纵向模式、天线2的性能良好。主集天线可以切换到天线2,分集天线可以切换到天线0的纵向模式。或者,分集天线可以切换到天线2,主集天线可以切换到天线0的纵向模式。这样,可使得主集天线、分集天线都呈现出良好的天线性能。

[0211] 例如,在电子设备的中部被用户握持的场景下,如图5中(D)、图6中(D)所示的场景,天线0的纵向模式、天线2的性能都较差,但天线0的横向模式、天线1的性能良好。天线0的横向模式可用作主集天线,天线1可用作分集天线。

[0212] 不限于上述几种示例,图11A-图11B所示的多天线系统还可以适用其他手握场景,呈现良好的天线性能,提高蜂窝移动通信质量。

[0213] 实施二中,左侧侧边框11-3、右侧侧边框11-1可以分别称为第一侧边框、第二侧边框。天线0可以称为第一天线,天线1可以称为第二天线,天线2可以称为第三天线。馈电点32-1可以称为第一馈电点。馈电点32-3可以称为第二馈电点。馈电点32-5可以称为第三馈电点。侧边间隙27、侧边间隙25可以分别称为第一侧边间隙、第二侧边间隙。

[0214] 实施例三

[0215] 本实施例针对可折叠的电子设备(如折叠手机)而设计。

[0216] 如图12A-图12B所示,可折叠的电子设备的显示屏15是柔性屏。该柔性屏可包括:主屏15-1,以及副屏15-3。可折叠的电子设备还可包括转轴16,转轴16将主屏15-1和副屏15-3相连接。主屏15-1的宽度(w1)和副屏15-3的宽度(w2)可以相等,也可以不相等。本申请

中,可以将主屏成为第一屏,可以将副屏称为第二屏。外围传导性结构11可包括主屏外围传导性结构11-1和副屏外围传导性结构11-3。

[0217] 柔性屏15可在转轴16处被弯折。这里,被弯折可以包括柔性屏15向外被弯折、柔性屏15向内被弯折。向外被弯折是指被弯折后柔性屏15呈现在外侧,电子设备的后盖呈现在内侧,柔性屏15中的显示内容对用户可视。向内被弯折是指被弯折后柔性屏15隐藏内侧,电子设备的后盖呈现在外侧,柔性屏15中的显示内容对用户不可视。柔性屏15具有两种模式:展开(open)态和折叠(folded)态。展开态可以是指主屏和副屏之间的夹角 α 超过第一角度(如 120°)时的状态。折叠态可以是指主屏和副屏之间的夹角 α 小于第二角度(如 15°)时的状态。其中,当柔性屏15处于展开态时,电子设备可如图12A示例性所示;当柔性屏15处于折叠态时,电子设备可如图12B示例性所示。

[0218] 可折叠的电子设备可具有前述实施例一所描述的多天线系统。但是,可折叠的电子设备的多天线切换方案需要根据柔性屏所处的具体模式(展开态或折叠态)来选择。具体的:

[0219] 如图13A所示,当可折叠的电子设备的显示屏处于展开态时,可折叠的电子设备的天线切换方案和实施例一中的天线切换方案相同。即:蜂窝移动通信的主集天线、分集天线可以在顶部天线、中部天线、底部天线之间切换,适应各种应用场景,确保蜂窝移动通信时的天线性能。关于如何实现主分集天线切换,具体可参考实施例一中的相关内容,这里不再赘述。另外,在Wi-Fi使用场景下,在顶部天线的信号质量差的情况下,Wi-Fi天线还可以从顶部天线切换到中部天线。关于如何实现Wi-Fi天线切换,具体可参考实施例一中的相关内容,这里不再赘述。

[0220] 如图13B所示,当可折叠的电子设备的显示屏处于折叠态时,考虑到处于折叠态时顶部天线和底部天线之间的隔离问题,可折叠的电子设备的天线切换方案不同于实施例一中的天线切换方案。具体如下:蜂窝移动通信的主集天线、分集天线的天线切换方案可以是3天线切换方案。即,主集天线、分集天线可以在中部天线(天线3、天线4)、底部天线(天线0)之间切换。在Wi-Fi使用场景下,Wi-Fi天线切换到中部天线:天线3、天线4。

[0221] 基于前述实施例描述的多天线系统,本申请还提供了一种天线选择方案。通过电子设备内的电磁波吸收率(specific absorption rate,SAR)传感器、运动传感器识别图5-图6所示的几种应用场景,根据应用场景选择最优天线群,然后采用TAS/MAS天线切换技术在最优天线群内进行天线选择。这样,可实现天线群切换、天线群内切换,可增加每个场景下的天线的信号覆盖。在图5-图6所示的几种典型应用场景下实现大幅度天线性能提升(8~15dB),同时也就降低电子设备的功耗,延长待机时间。

[0222] 本申请提供的天线选择方案可具体包括以下几个阶段:

[0223] 阶段1:亮熄屏识别

[0224] 电子设备可以判断显示屏是处于亮屏状态还是处于熄屏状态。如果显示屏处于熄屏状态,则电子设备可以默认选择电子设备底部的天线群作为最优天线群。底部天线群若如图7A所示只有天线0,则天线0即最优天线。底部天线群若包括多个天线,则电子设备可以利用TAS/MAS天线切换技术从这个多个天线中选择最优天线。如果显示屏处于亮屏状态,则电子设备可以通过后续阶段描述的方法来进行天线选择。

[0225] 阶段2:场景识别

[0226] 电子设备可以根据电子设备内的SAR传感器、运动传感器识别应用场景,例如图5中的(A)-(B)所示的几种竖屏手握场景、图6中的(A)-(D)所示的几种横屏手握场景。运动传感器可包括加速度计、陀螺仪、磁传感器等等。

[0227] 如图14所示,电子设备的顶部、底部可设置有SAR传感器,可用于检测电子设备的顶部、底部和人体的接近度。也即是说,通过分布于顶部、底部的SAR传感器,电子设备可确定用户是否手握顶部、底部。进一步,结合设置于电子设备内部的运动传感器,电子设备可以确定电子设备的姿态。电子设备的姿态可包括:静置于水平面、被用户竖屏握持、被用户横屏握持等。

[0228] 图15A-图15C和图16A-图16C示出了几种设置SAR传感器的感应枝节的方式。感应枝节可以利用电子设备中的已有部件来实现,例如电子设备背部的支架天线,或壳体19的外围传导性结构11。感应枝节也可以是为SAR传感器专门设置的感应枝节。

[0229] 如图15A-图15C所示,SAR传感器可以连接数个悬浮不接地的感应枝节。其中,图15A示出了SAR传感器连接两个竖直悬浮感应枝节。图15B示出了SAR传感器连接一个竖直悬浮感应枝节、一个水平悬浮感应枝节,其中水平悬浮感应枝节为悬浮的外围传导性片段,该外围传导性片段由两个间隙分割结构11形成。图15C示出了SAR传感器连接两个竖直悬浮感应枝节、一个水平悬浮枝节。

[0230] 如图16A-图16C所示,SAR传感器可以连接数个悬浮不接地的感应枝节以及一个接地的感应枝节。图16A、图16B中,SAR传感器都连接一悬浮感应枝节,以及一接地感应枝节。但图16A、图16B中的接地感应枝节不同。图16C中,SAR传感器连接两个竖直悬浮感应枝节,以及一接地感应枝节。

[0231] 图15A-图15C和图16A-图16C所示的设置SAR传感器的感应枝节的方式,不仅适用电子设备顶部天线群,也适用电子设备底部天线群。

[0232] 阶段3:天线群切换

[0233] 电子设备可以根据阶段2中已识别出的场景来进行天线群切换,以选出适用该场景的性能良好的天线群。选出的天线群可以称为第一天线群。

[0234] 图17和图18示例性示出了一发四收(1T4R)、二发四收(2T4R)天线架构。一发四收(1T4R)架构中,天线群Ant0、Ant1、Ant2、Ant3可连接到同一天线切换开关,可用于从天线群Ant0、Ant1、Ant2、Ant3中选出主集天线、分集天线。二发四收(2T4R)架构中,天线群Ant0、Ant1可连接到同一天线切换开关,天线群Ant2、Ant3可连接到另一天线切换开关,可用于从天线群Ant0、Ant1中选择出主集天线、分集天线,还可用于从天线群Ant2、Ant3中选出另一个用于信号发射的天线群。

[0235] 表1示出了图17和图18示例性所示的一发四收(1T4R)、二发四收(2T4R)天线架构下,适应几种竖屏握持场景的天线群切换方案。表2示出了图17和图18示例性所示的一发四收(1T4R)、二发四收(2T4R)天线架构下,适应几种横屏握持场景的天线群切换方案。其中,图17、图18示出了由7个间隙分割结构11形成的天线架构,均具有:底部天线群Ant0、顶部天线群Ant1、顶部天线群Ant2、中部天线群Ant3。天线群Ant0包括两个天线:Ant0-1、Ant0-2,天线群Ant1包括两个天线:Ant1-1、Ant1-2,天线群Ant2包括两个天线:Ant2-1、Ant2-2,天线群Ant3仅具有一个天线Ant3。

[0236]

竖屏	待机	手持1	手持2	手持3
----	----	-----	-----	-----

顶部SAR传感器	0	1	0	0
底部SAR传感器	0	0	1	0
运动传感器	0	0	0	0
择优天线群	Ant0	Ant1	Ant0	Ant0
收益 (dB)	0	8~12	0	0

[0237] 表1

横屏	待机	手持1	手持2	手持3	手持4
顶部SAR传感器	0	1	0	1	0
底部SAR传感器	0	0	1	1	0
运动传感器	1	1	1	1	1
择优天线群	Ant0	Ant1	Ant0	Ant3	Ant0
收益	0	8~12	0	5~8	0

[0239] 表2

[0240] 表1、表2中,顶部SAR传感器的检测结果为“1”,表示电子设备的顶部被用户手持;顶部SAR传感器的检测结果为“0”,表示电子设备的顶部没有被用户手持。底部SAR传感器的检测结果为“1”,表示电子设备的底部被用户手持;底部SAR传感器的检测结果为“0”,表示电子设备的底部没有被用户手持。运动传感器的检测结果为“1”,表示电子设备被用户横屏握持;运动传感器的检测结果为“0”,表示电子设备被用户竖屏握持。这里,表中的“1”、“0”用来区分传感器检测到两种状态,例如“有被手持”、“没被手持”,并不用来限定传感器的检测数值。应理解的,多个检测结果“1”可实际对应不同的检测数值,例如不同的SAR传感器检测数值表示人体和电子设备的不同接近度。

[0241] 表1中,竖屏场景可包括:待机、竖屏手持1(如图5中(A)、(B)所示)、竖屏手持2(如图5中(C)所示)、竖屏手持3(如图5中(D)所示)。这些竖屏场景可通过通过顶部SAR传感器、底部SAR传感器和运动传感器的检测结果确定出来。

[0242] 可以看出,如果确定当前场景为电子设备的底部被用户竖屏握持的场景(如竖屏手持1),则电子设备可以选择顶部天线群(例如Ant1)为最优天线群。如果确定当前场景为电子设备的顶部被用户竖屏握持的场景(如竖屏手持2),则电子设备可以选择底部天线群(例如Ant0)为最优天线群。如果确定当前场景为电子设备的中部被用户竖屏握持的场景(如竖屏手持3),则电子设备可以选择底部天线群(例如Ant0)为最优天线群。在竖屏手持1的场景下,选择天线群Ant1作为最优天线群,相比于默认选择底部天线群,可提高收益约8~12dB。

[0243] 表2中,横屏场景可包括:待机、横屏手持1(如图6中(A)所示)、横屏手持2(如图6中(B)所示)、横屏手持3(如图6中(C)所示)、横屏手持4(如图6中(D)所示)。这些横屏场景可通过通过顶部SAR传感器、底部SAR传感器和运动传感器的检测结果确定出来。

[0244] 可以看出,如果确定当前场景为电子设备的底部被用户横屏握持的场景(如横屏手持1),则电子设备可以选择顶部天线群(例如Ant1)为最优天线群。如果确定当前场景为电子设备的顶部被用户横屏握持的场景(如横屏手持2),则电子设备可以选择底部天线群(例如Ant0)为最优天线群。如果确定当前场景为电子设备的顶部、底部都被用户横屏握持的场景(如横屏手持3),则电子设备可以选择中部天线群(例如Ant3)为最优天线群。如果确

定当前场景为电子设备的中部都被用户横屏握持的场景(如横屏手持4),则电子设备可以选择底部天线群(例如Ant0)为最优天线群。在横屏手持1的场景下,选择天线群Ant1作为最优天线群,相比于默认选择底部天线群,可提高收益约8~12dB。在横屏手持3的场景下,选择天线群Ant3作为最优天线群,相比于默认选择底部天线群,可提高收益约5~8dB。

[0245] 即,当前所处场景可以包括以下任一项:用户竖屏手握所述电子设备底部的场景、用户竖屏手握所述电子设备顶部的场景、用户竖屏手握所述电子设备中部的场景、用户横屏手握所述电子设备底部的场景、用户横屏手握所述电子设备顶部的场景、用户横屏手握所述电子设备顶部和底部的场景、用户横屏手握所述电子设备中部的场景。

[0246] 除了场景识别,天线群切换还可以基于TAS/MAS算法来进行,即基于各个天线群的实际信号收发质量来进行天线群选择,可适应更为复杂多变的手握场景,可以进一步提高天线切换所带来的收益。

[0247] 阶段4:在最优天线群内进行天线切换

[0248] 在选择出的最优天线群内,电子设备可以根据TAS/MAS算法来进行天线切换,即基于最优天线群内各个天线的信号收发质量进行天线切换。具体的,电子设备可以根据TAS/MAS算法在第一天线群内选出信号质量最优的天线。例如,如果最优天线群是Ant0,则可以通过TAS/MAS算法在天线Ant0-1、Ant0-2之间进行天线切换。又例如,如果最优天线群是Ant1,则可以通过TAS/MAS算法在天线Ant1-1、Ant1-2之间进行天线切换。

[0249] 上述阶段1-阶段4描述的天线切换方案也可以适用可折叠的电子设备。在可折叠的电子设备的屏15-1中,SAR传感器、运动传感器的设置方式可参考上述阶段1-阶段4描述的天线切换方案,SAR传感器的感应枝节也可参考上述阶段1-阶段4描述的天线切换方案。在可折叠的电子设备的副屏15-3中,顶部天线群区域、底部天线群区域也可参考图14设置SAR传感器。SAR传感器感应枝节的设置也可参考图15A-图15C和图16A-图16C所示的两种方式。

[0250] 以上实施例中提及的调谐开关,可以如图20所示,可具有多个接地点,例如接地点61、接地点63、接地点65。每个接地点可串联RLC集总器件,例如,接地点61串联集总器件L1,接地点63串联集总器件L2,接地点65串联集总器件L3。L1、L2、L3的集总参数值不同。调谐开关可以选择性导通串联了不同的集总器件接地点,以实现频率调节。

[0251] 以上实施例中提及的调谐开关处于闭合状态,又可以称为调谐开关切至开(on)态。以上实施例中提及的调谐开关处于断开状态,又可以称为调谐开关切至关(off)态。调谐开关处于闭合状态,可以是指调谐开关导通某个集总器件,例如调谐开关导通0欧姆集总器件实现闭合接地。

[0252] 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。

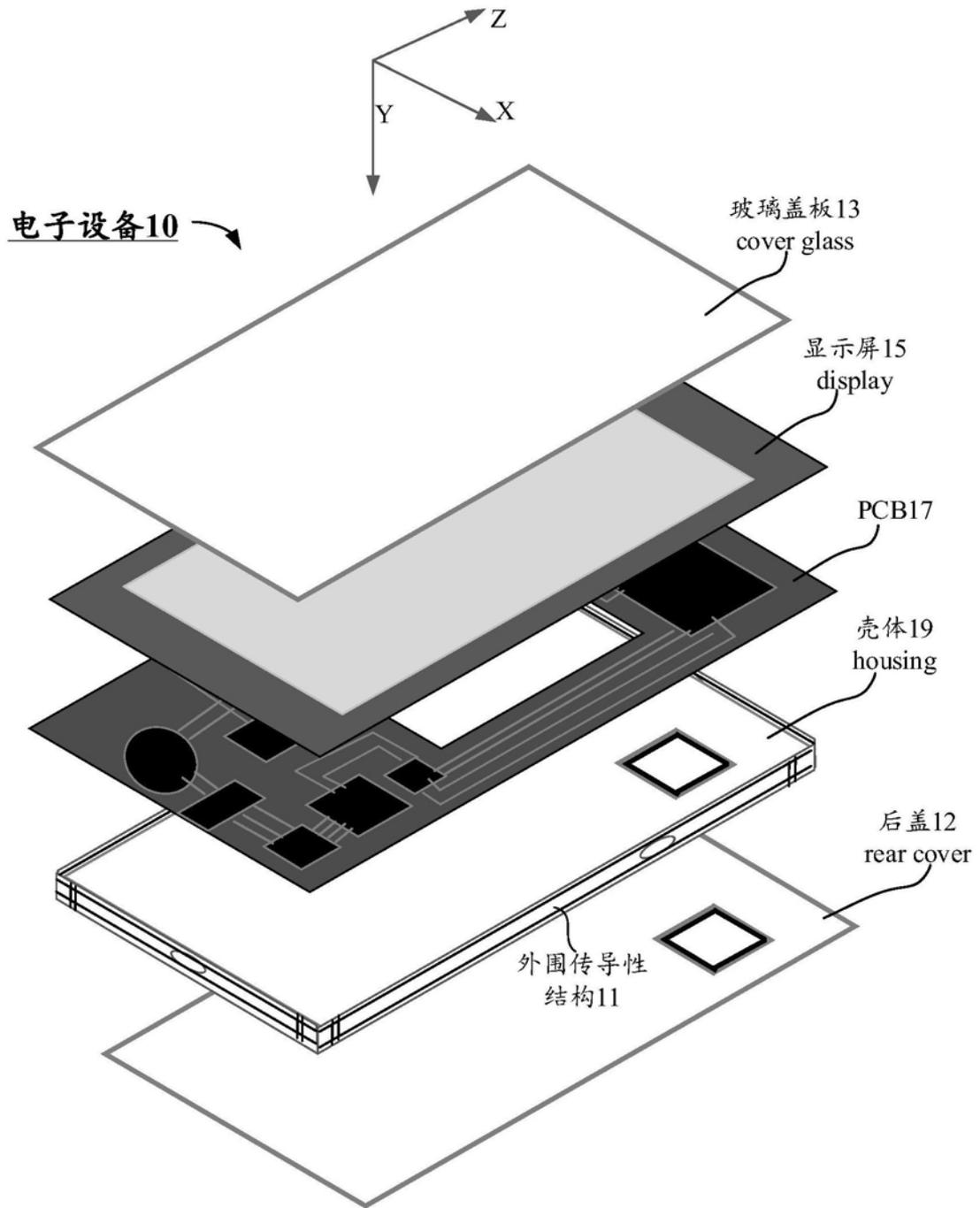


图1

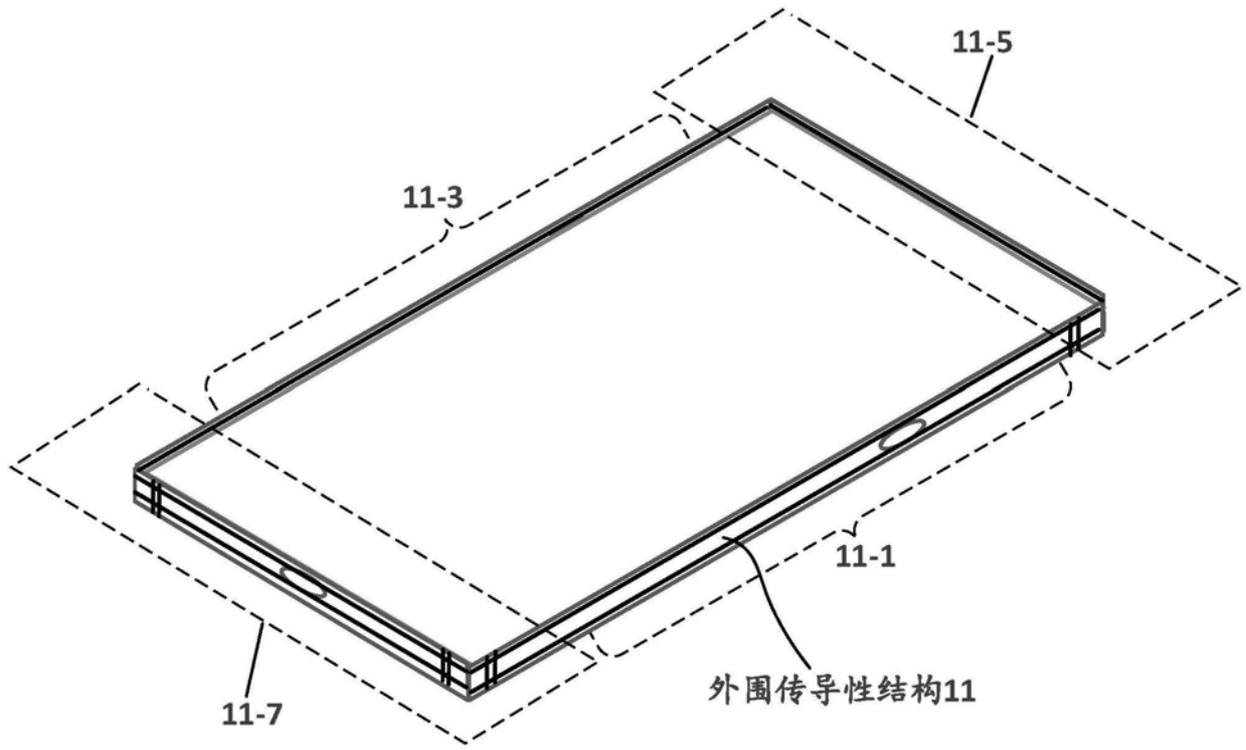


图2A

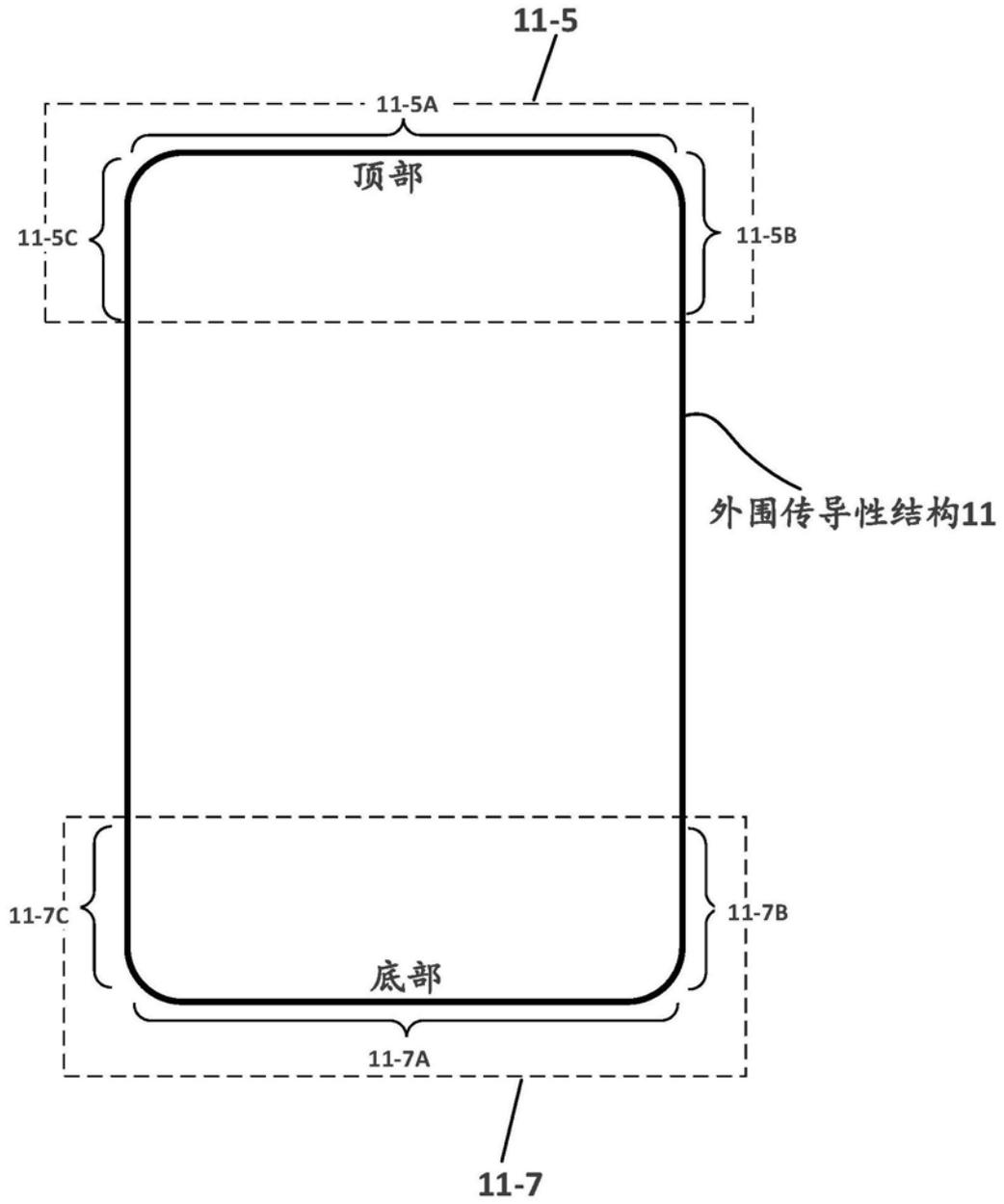


图2B

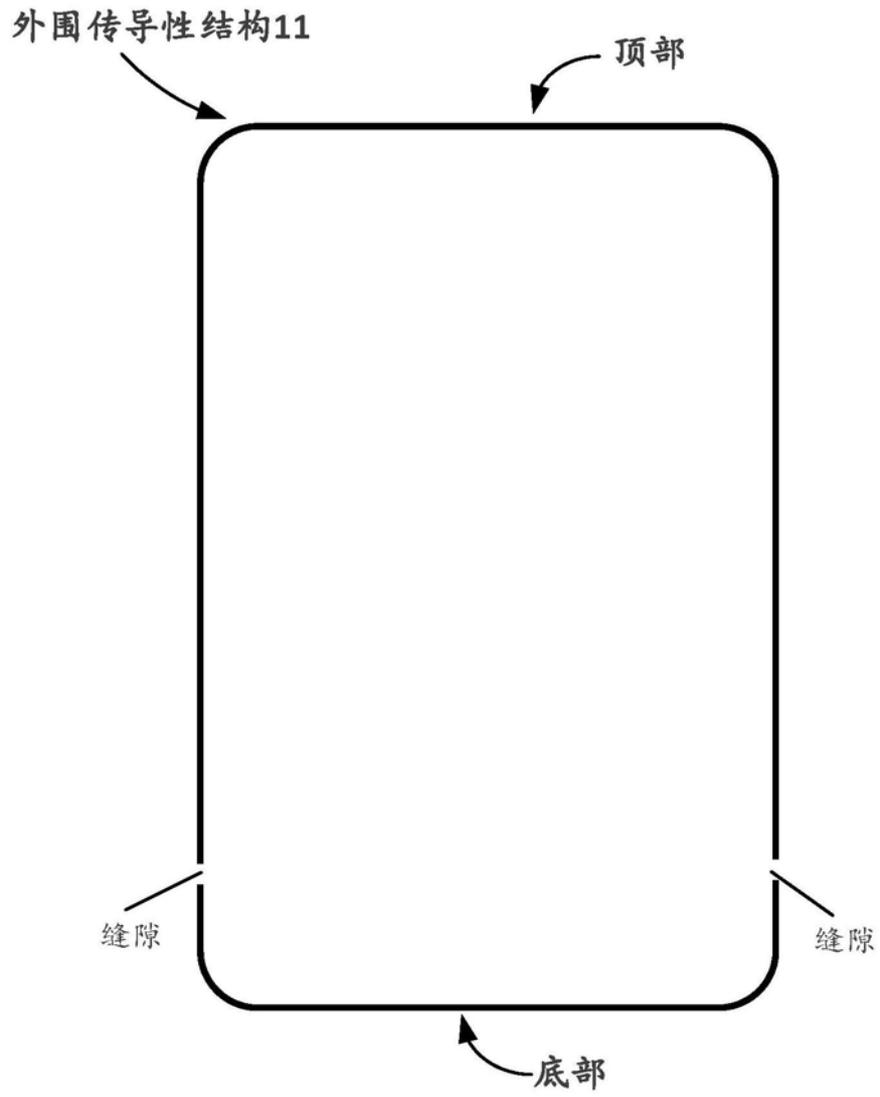


图3A

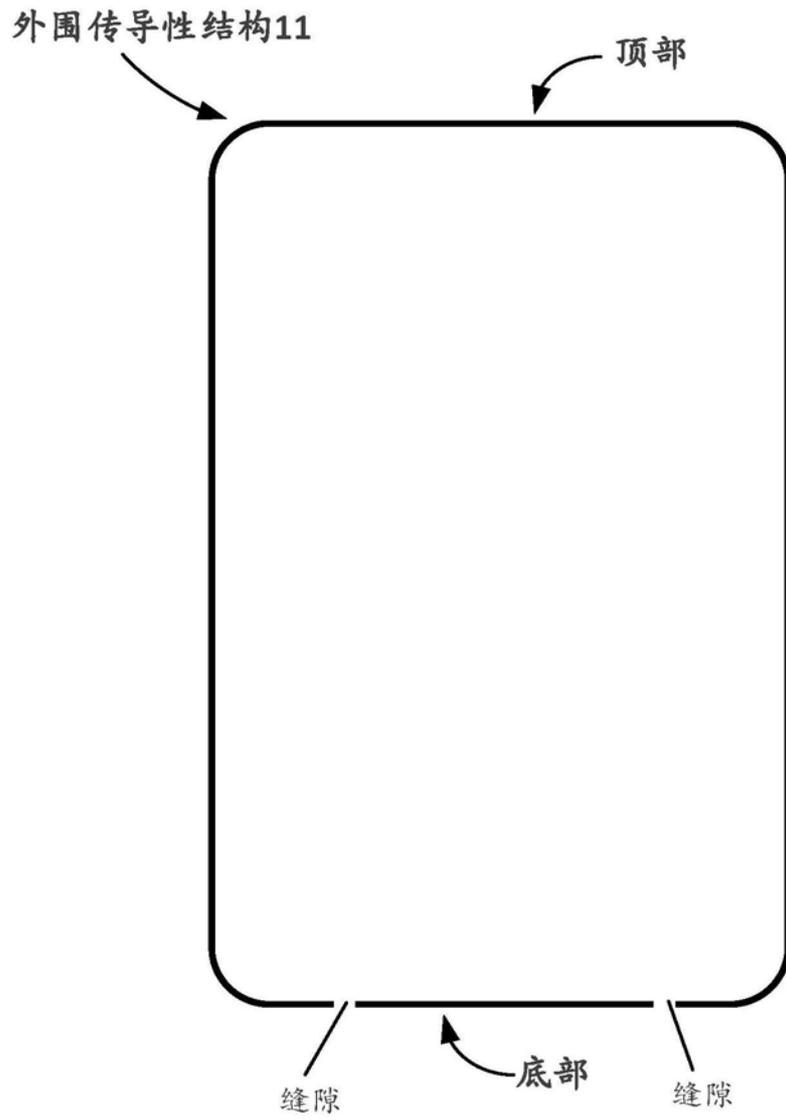


图3B

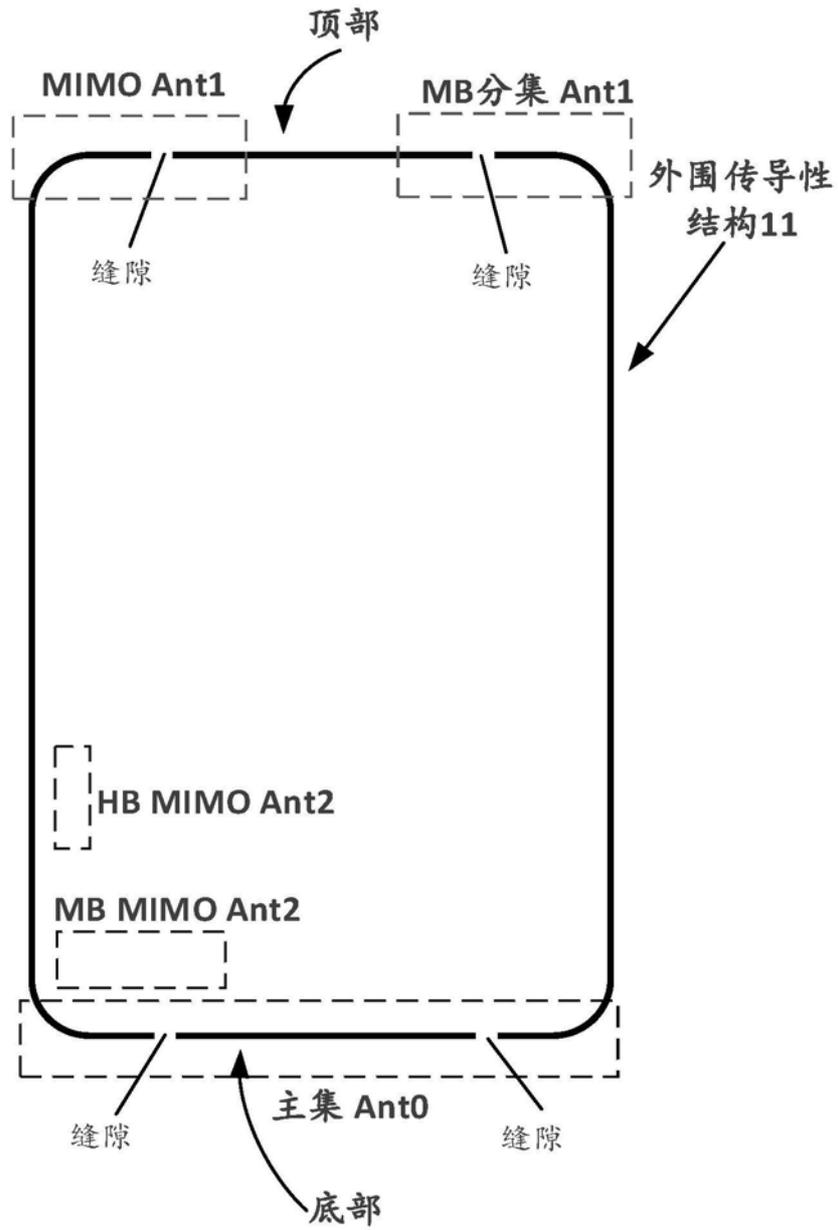


图3C

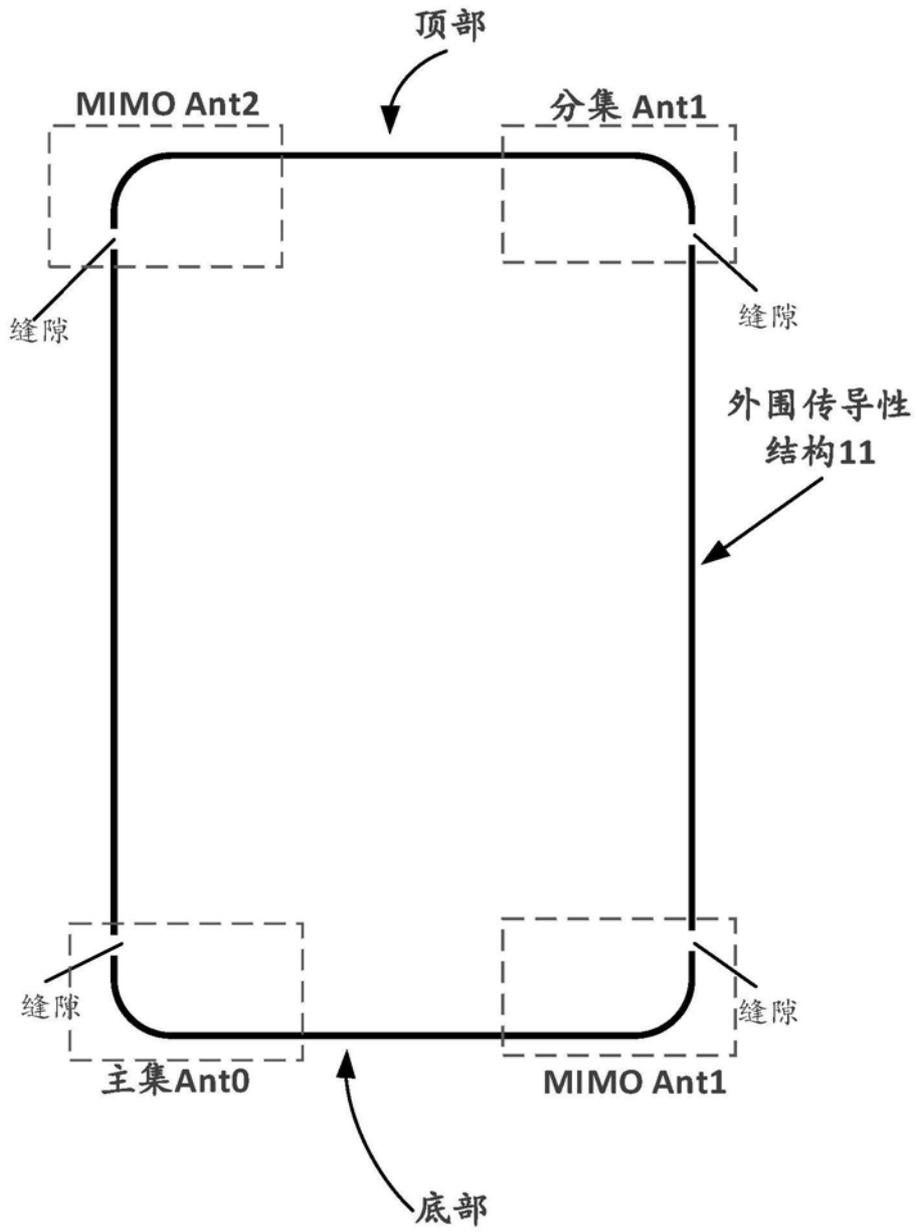


图3D

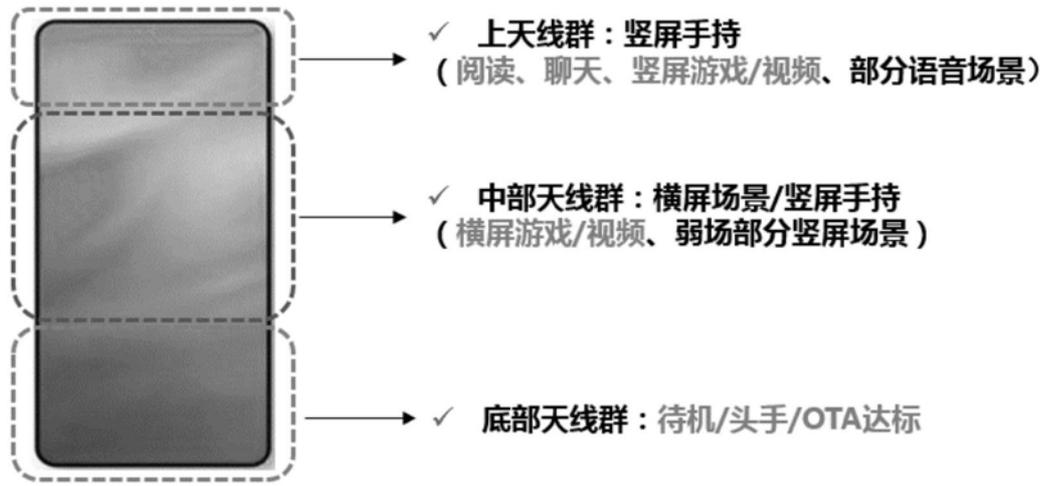


图4

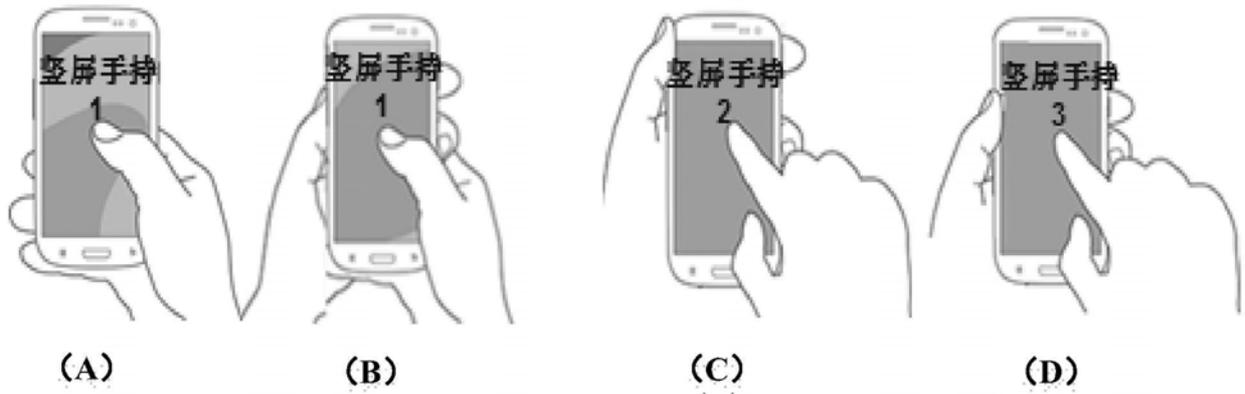


图5

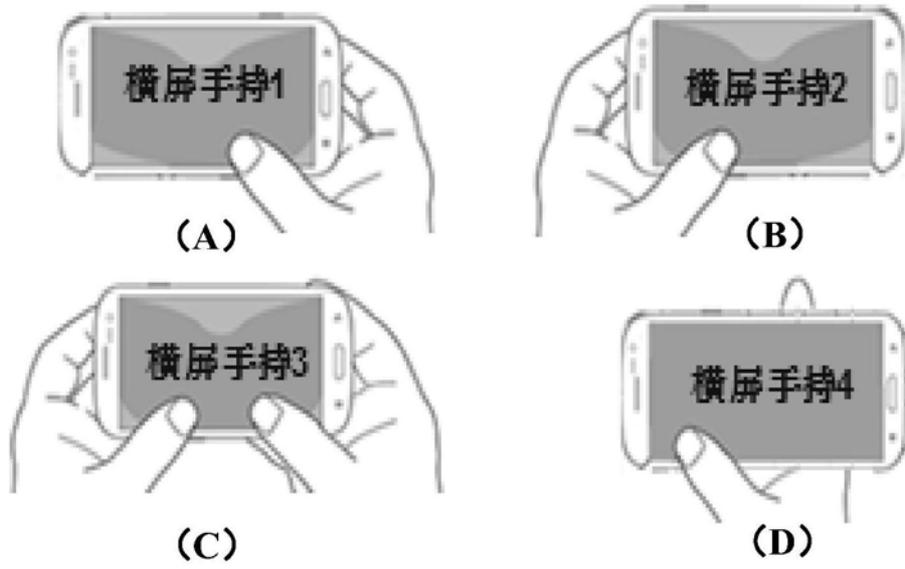


图6

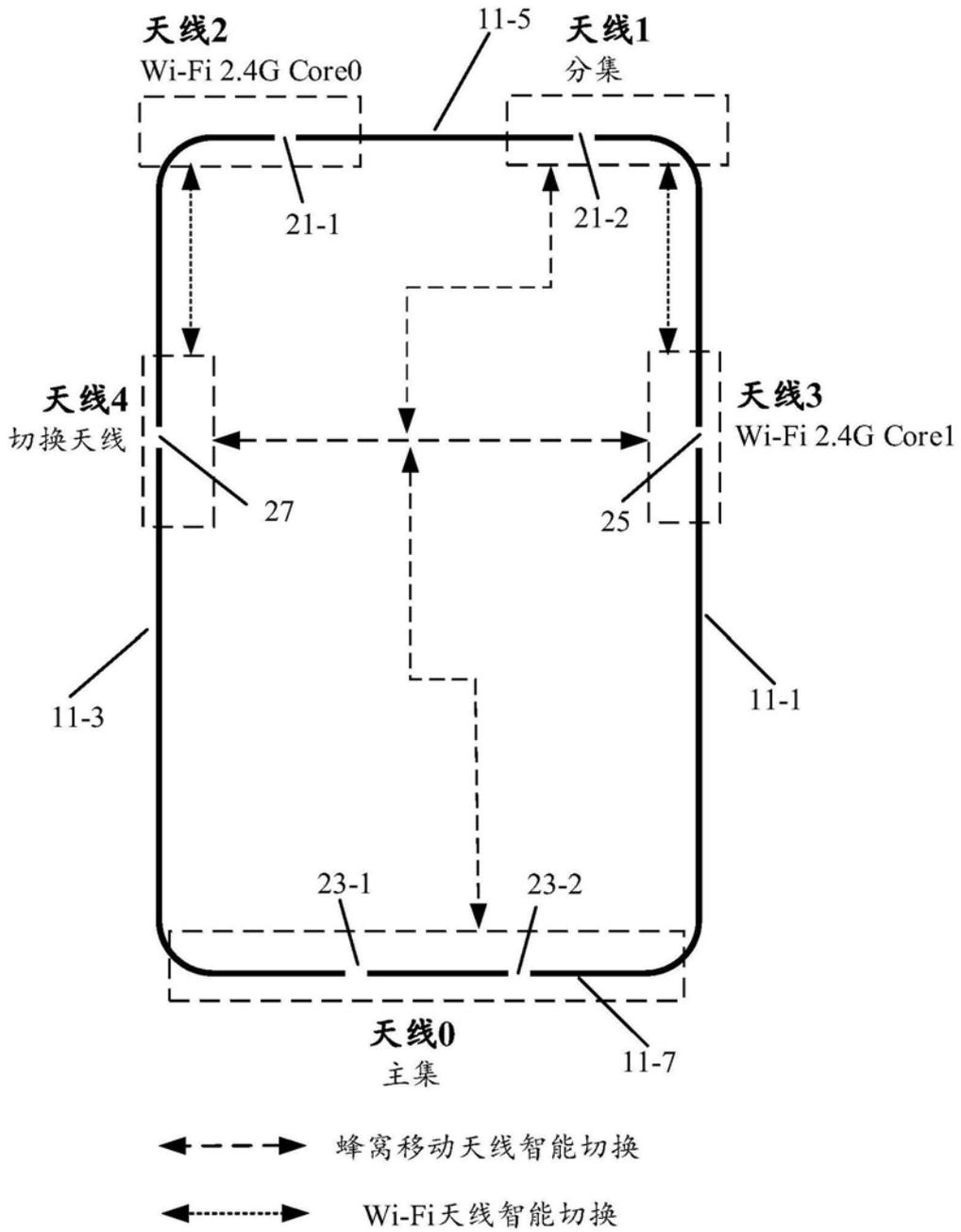


图7A

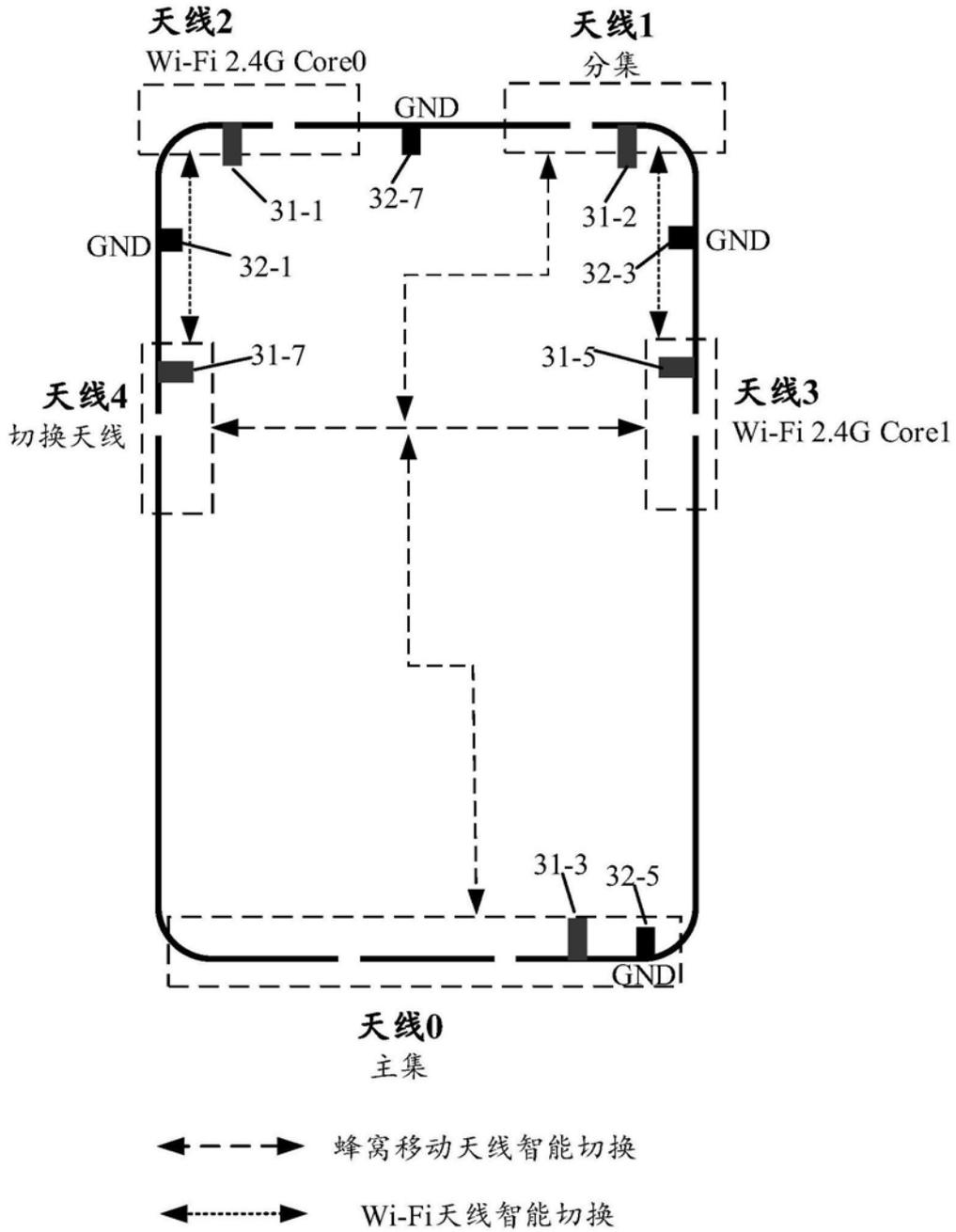


图7B

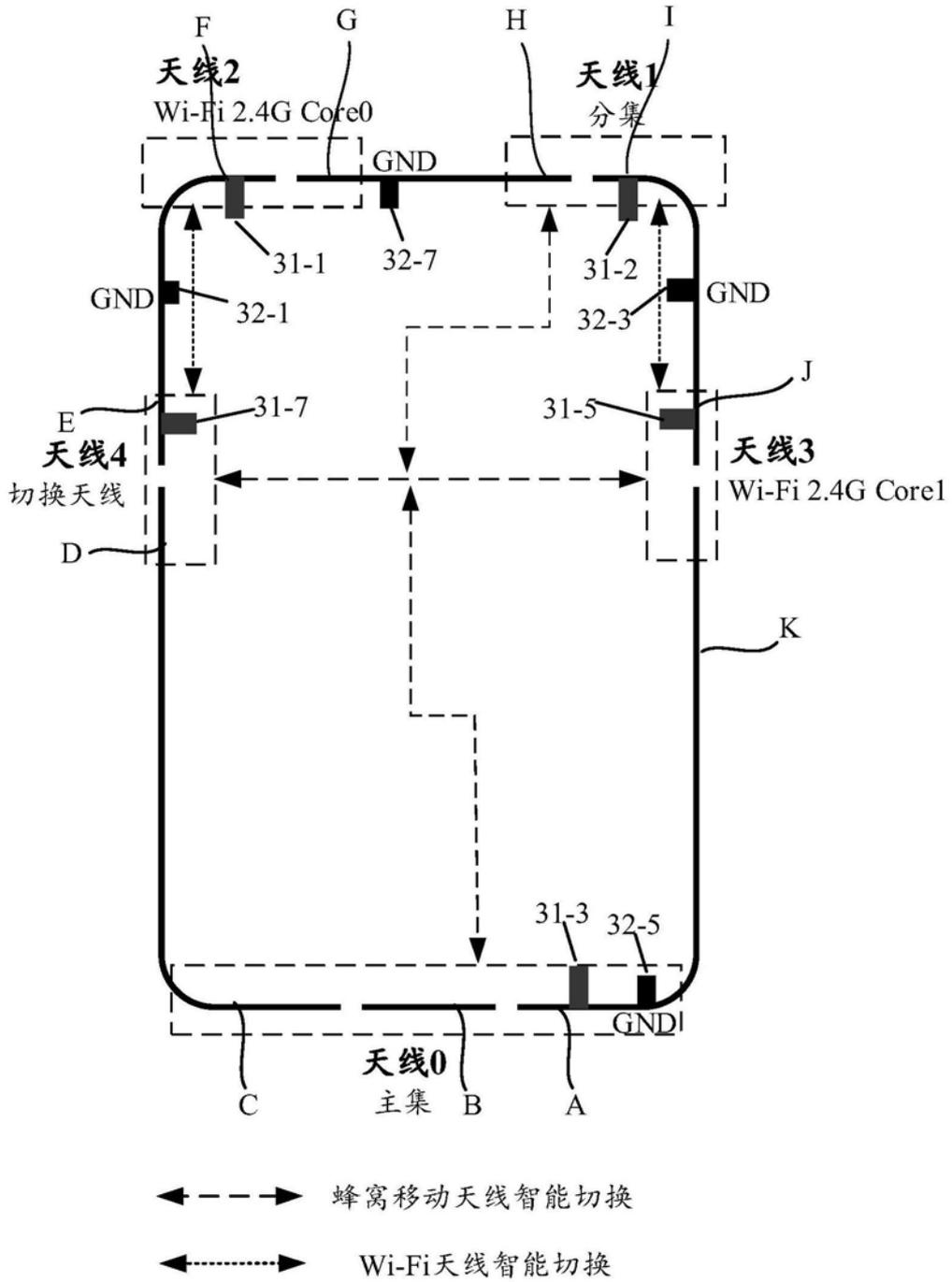


图7C

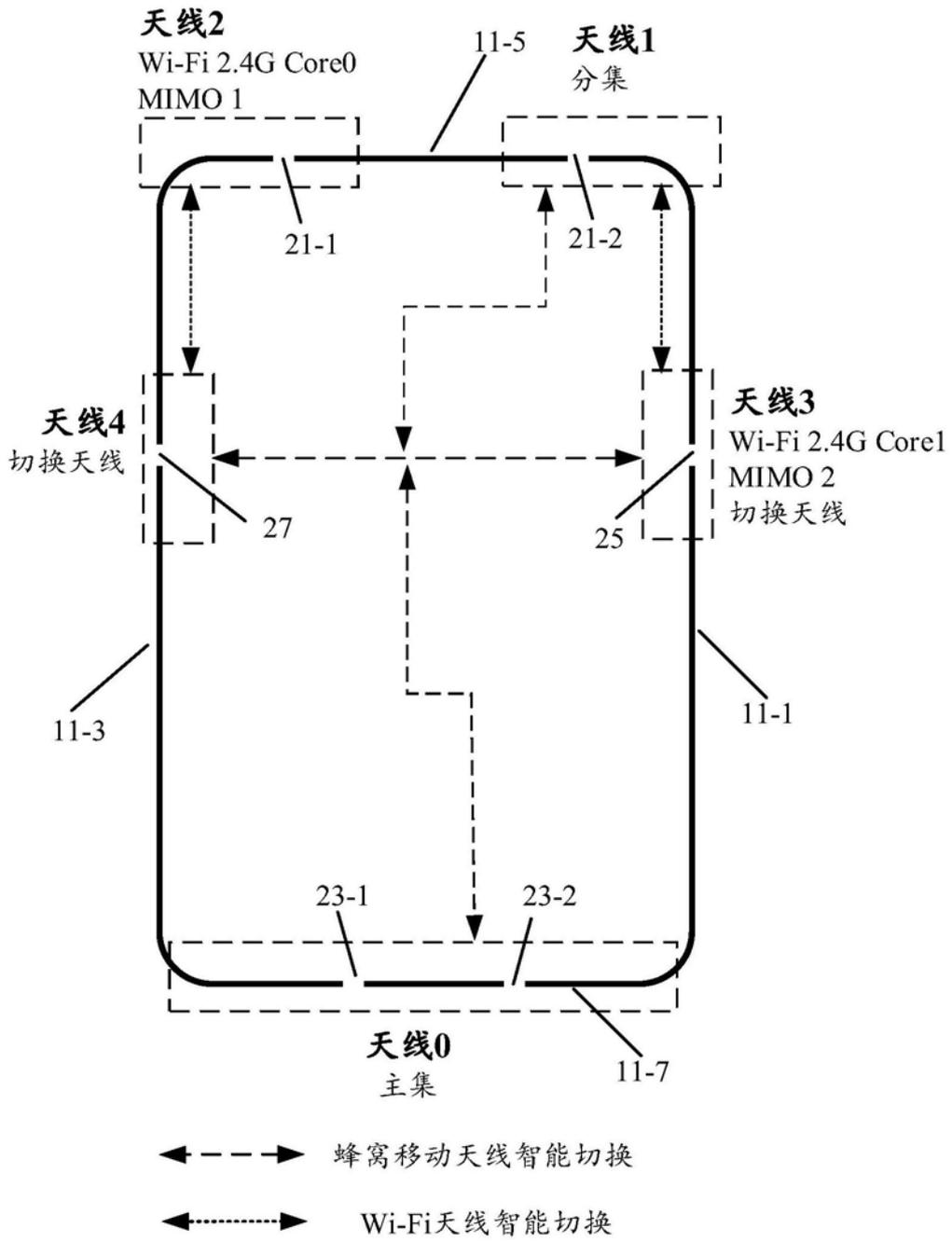


图8A

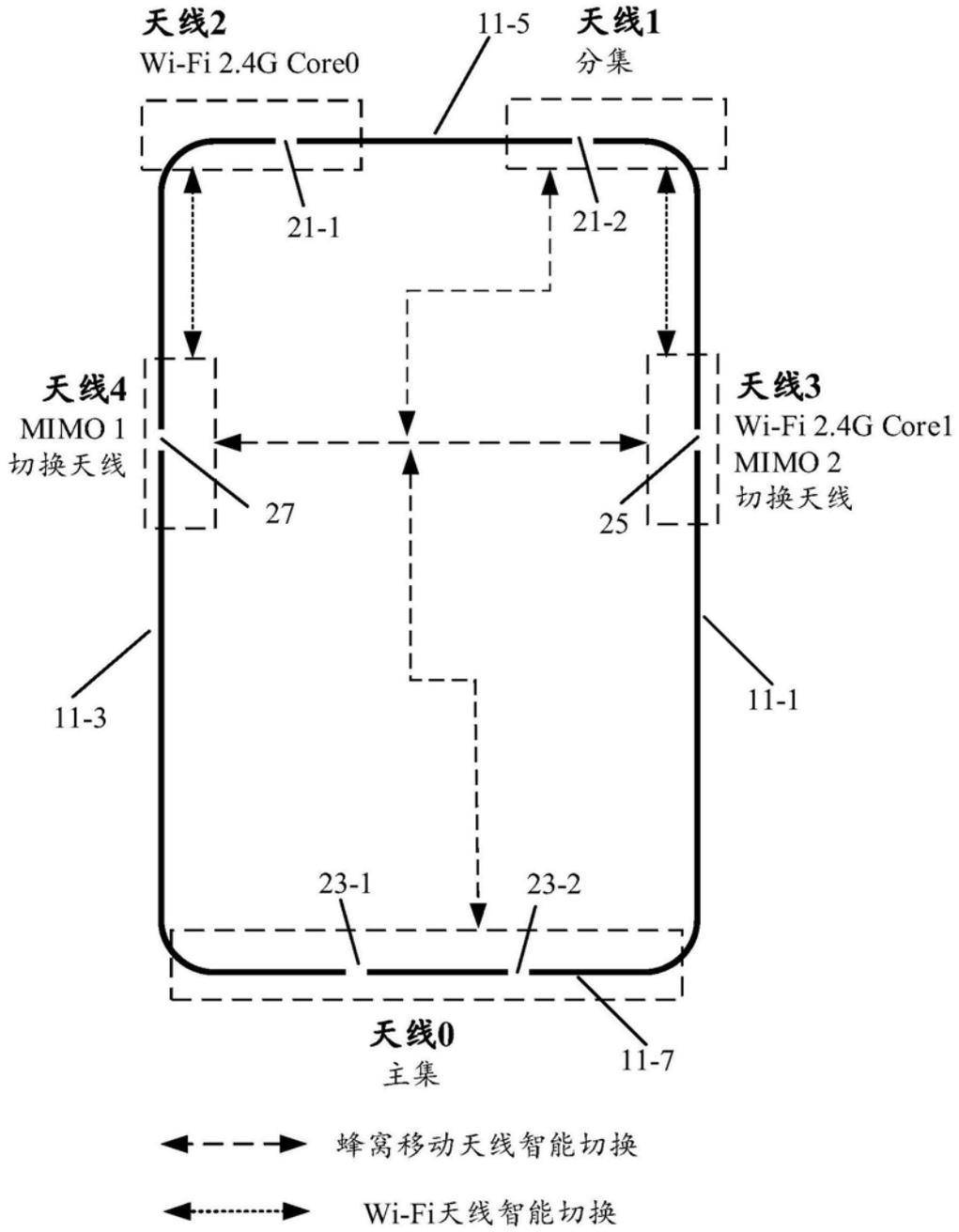


图8B

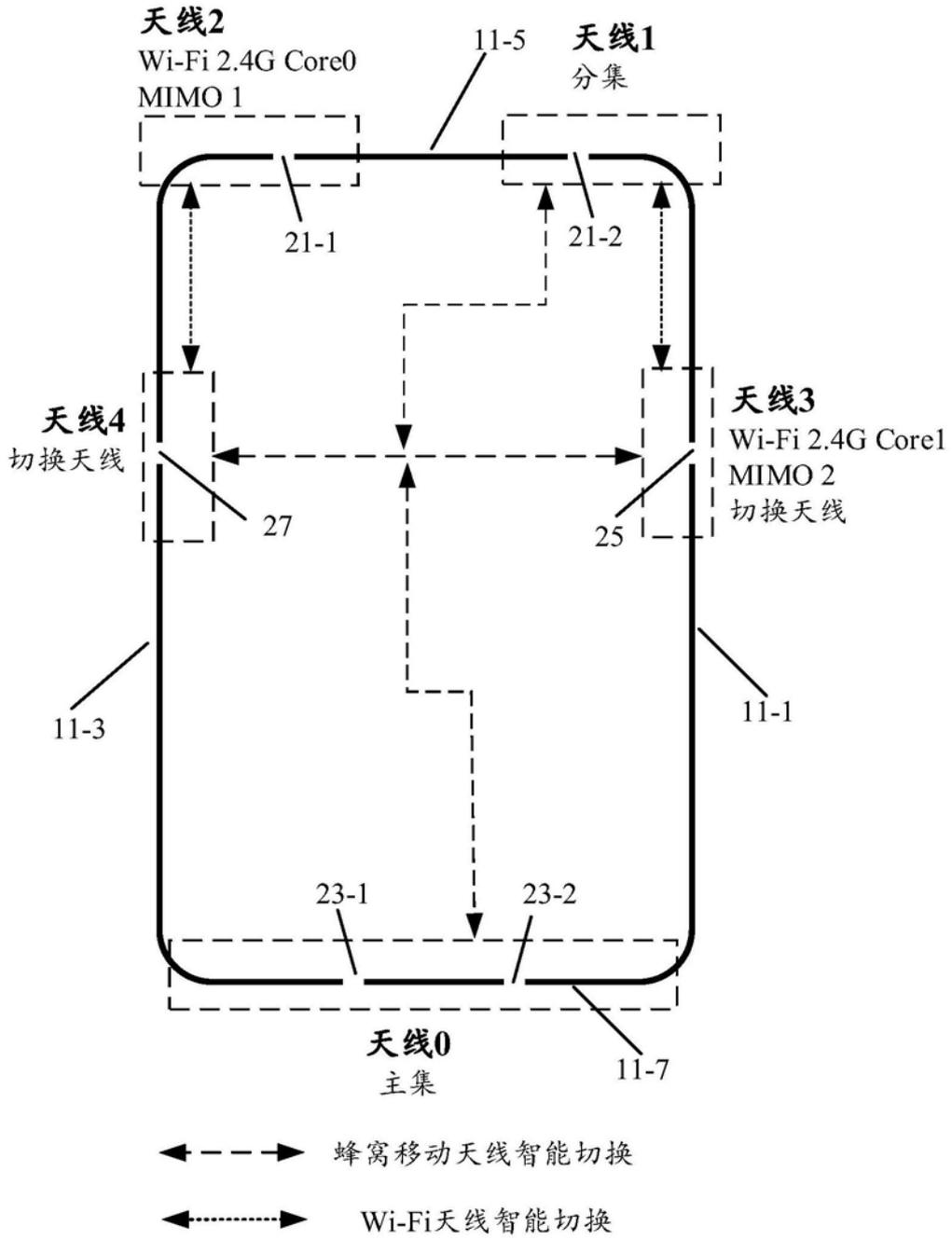


图8C

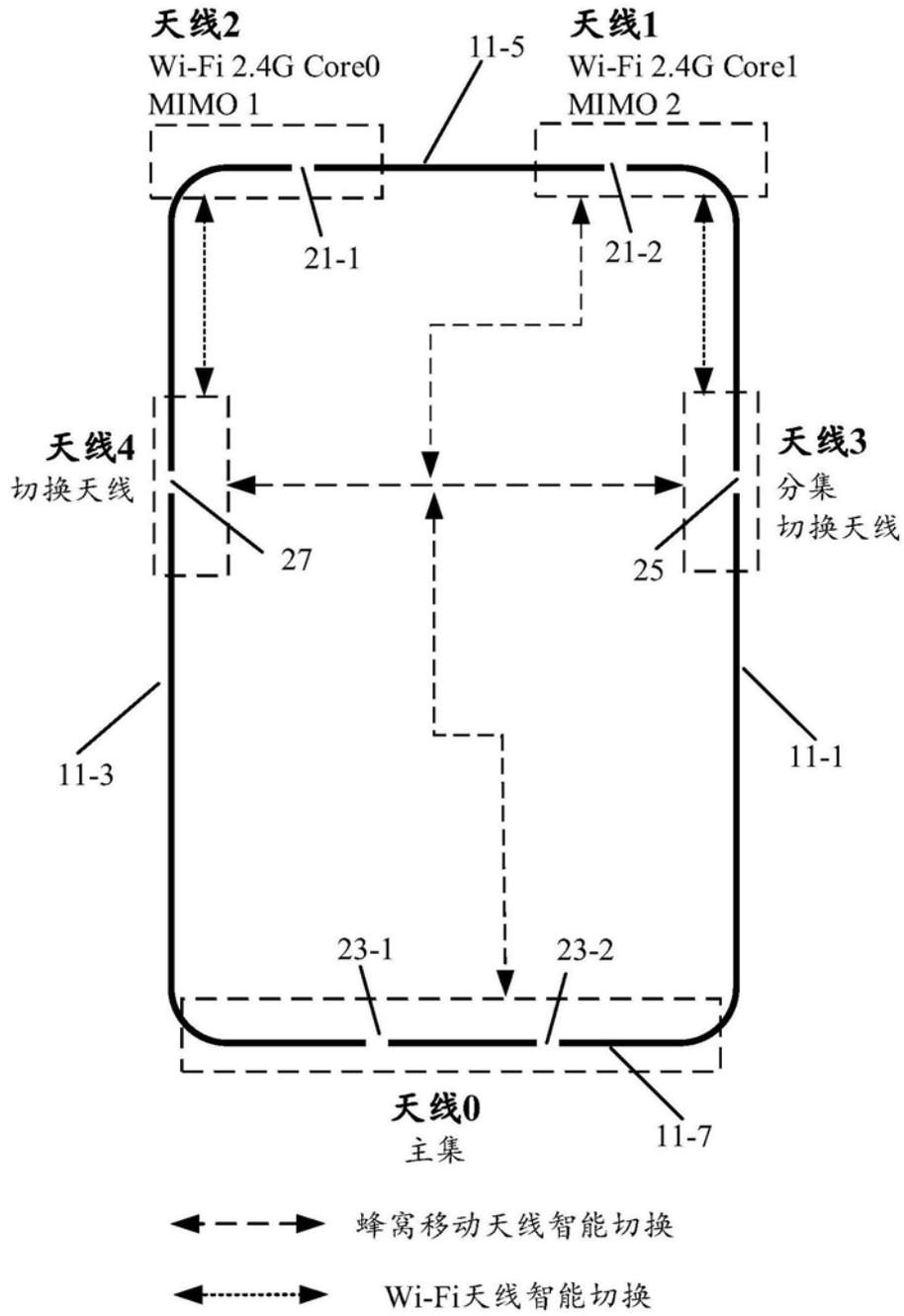


图8D

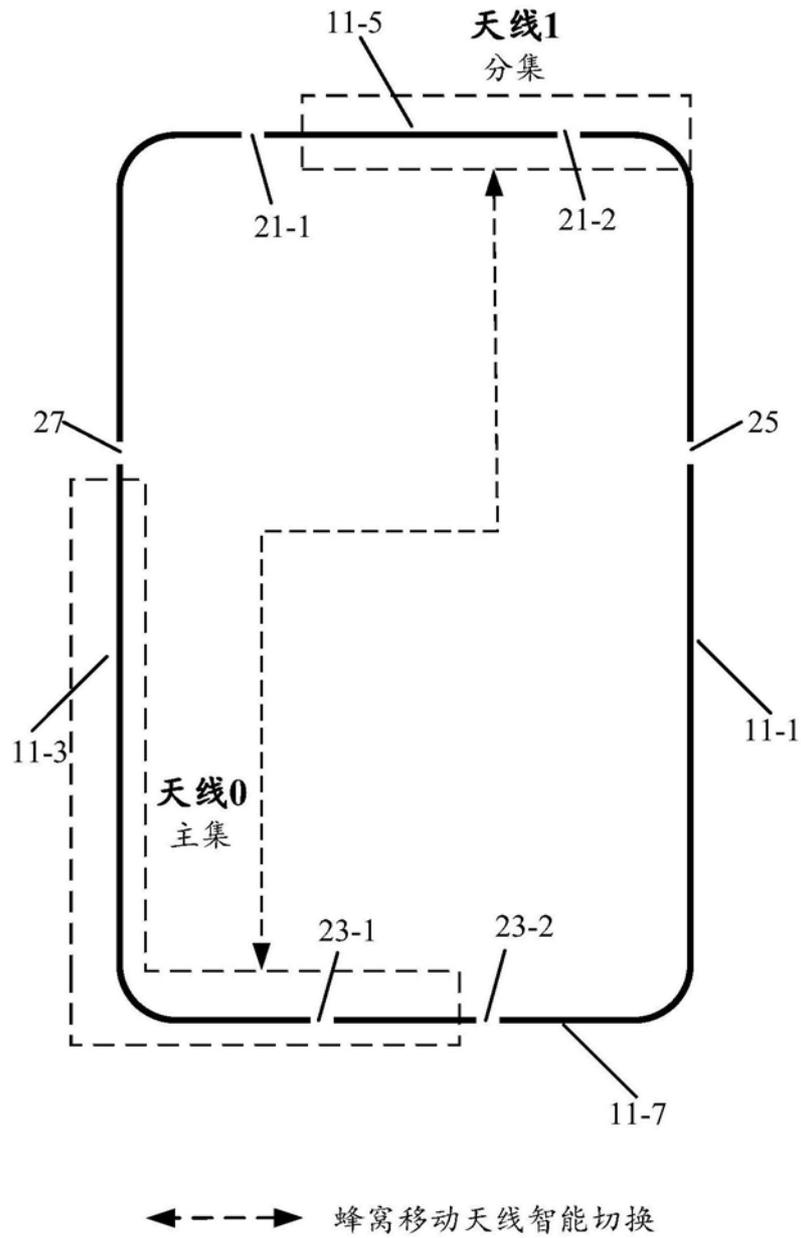


图9A

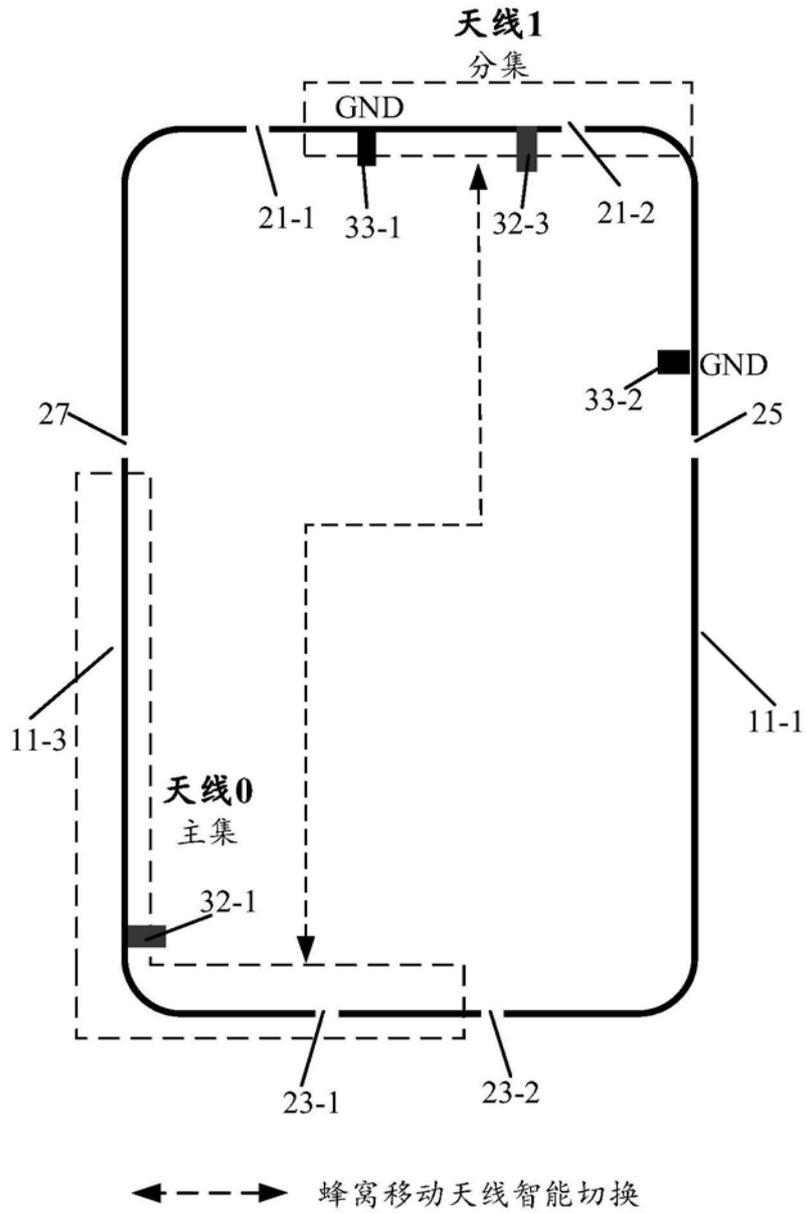


图9B

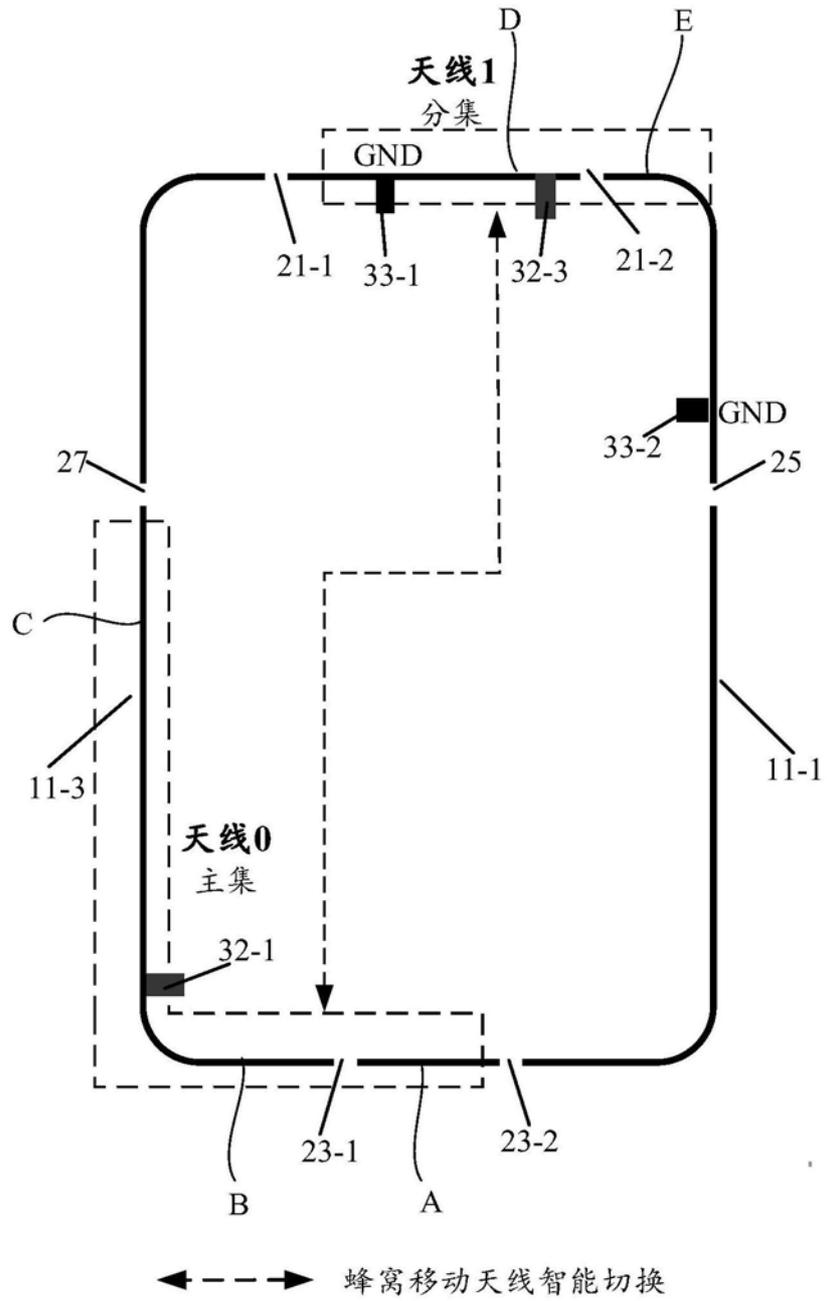


图9C

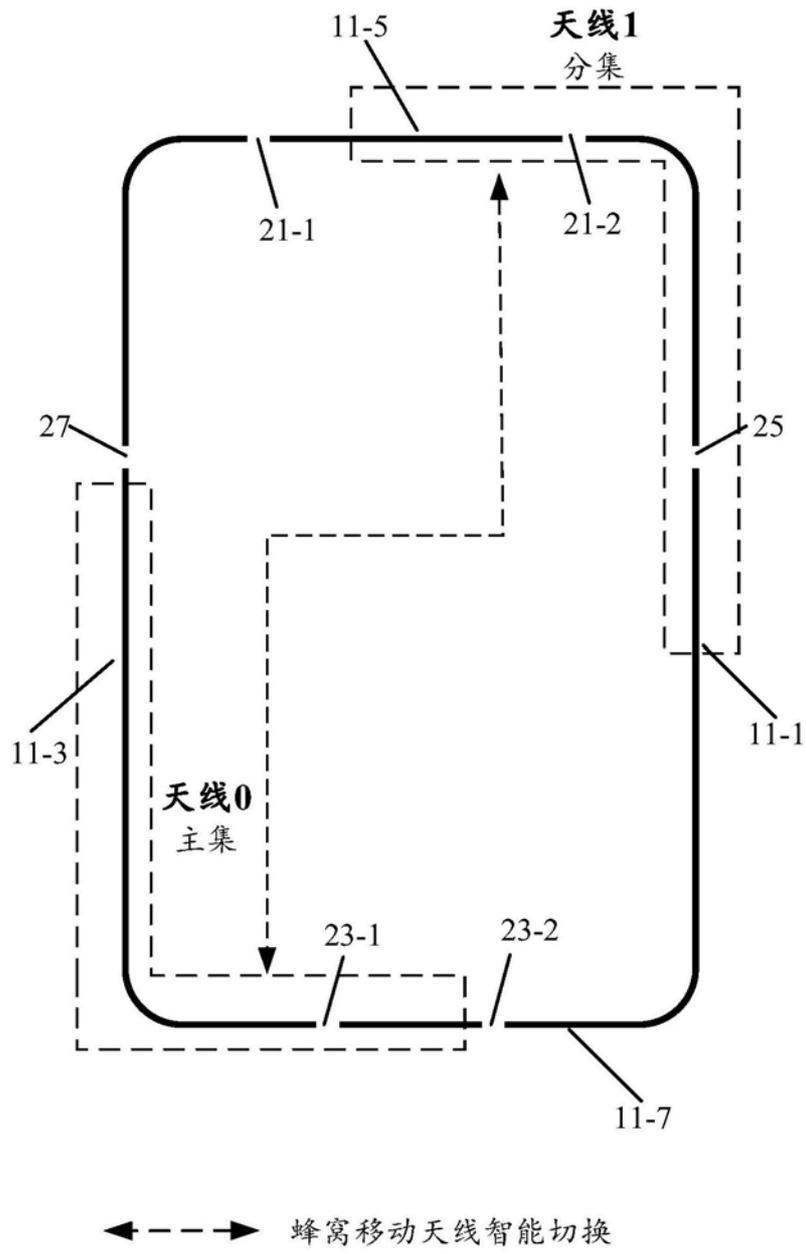


图10A

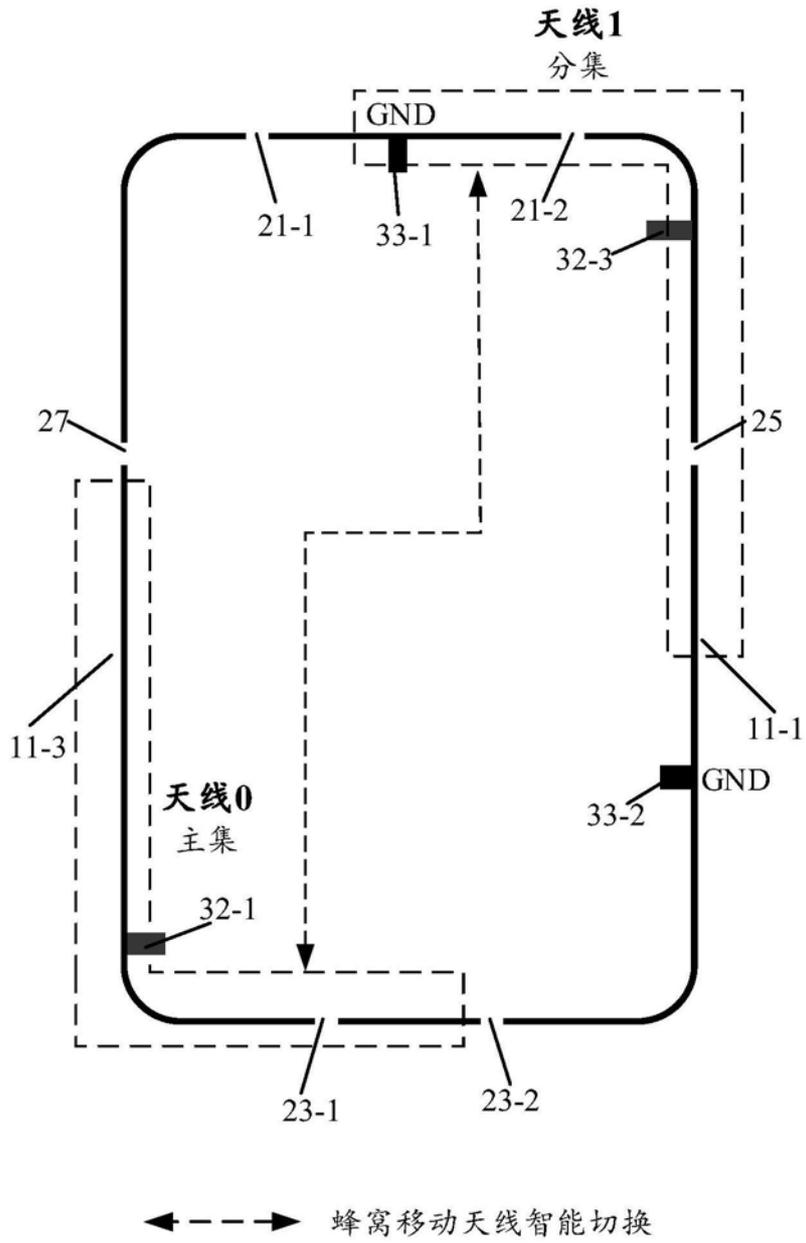


图10B

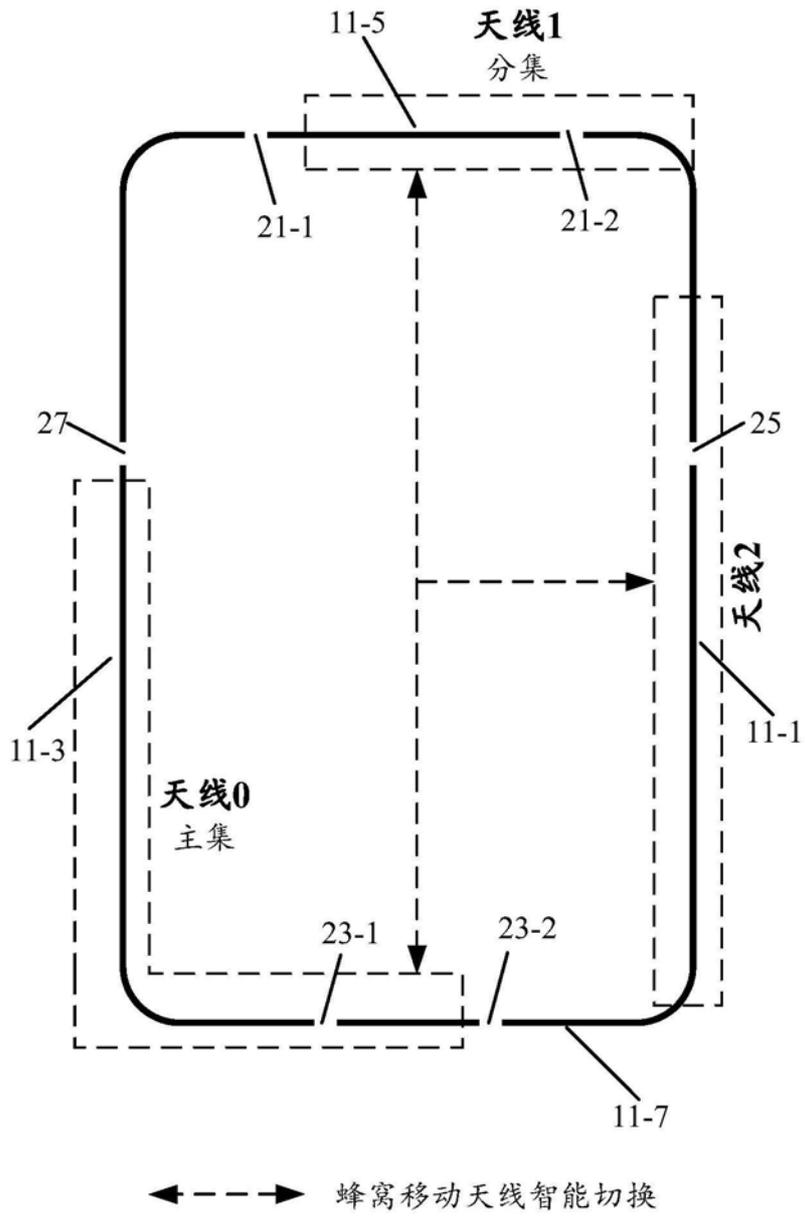


图11A

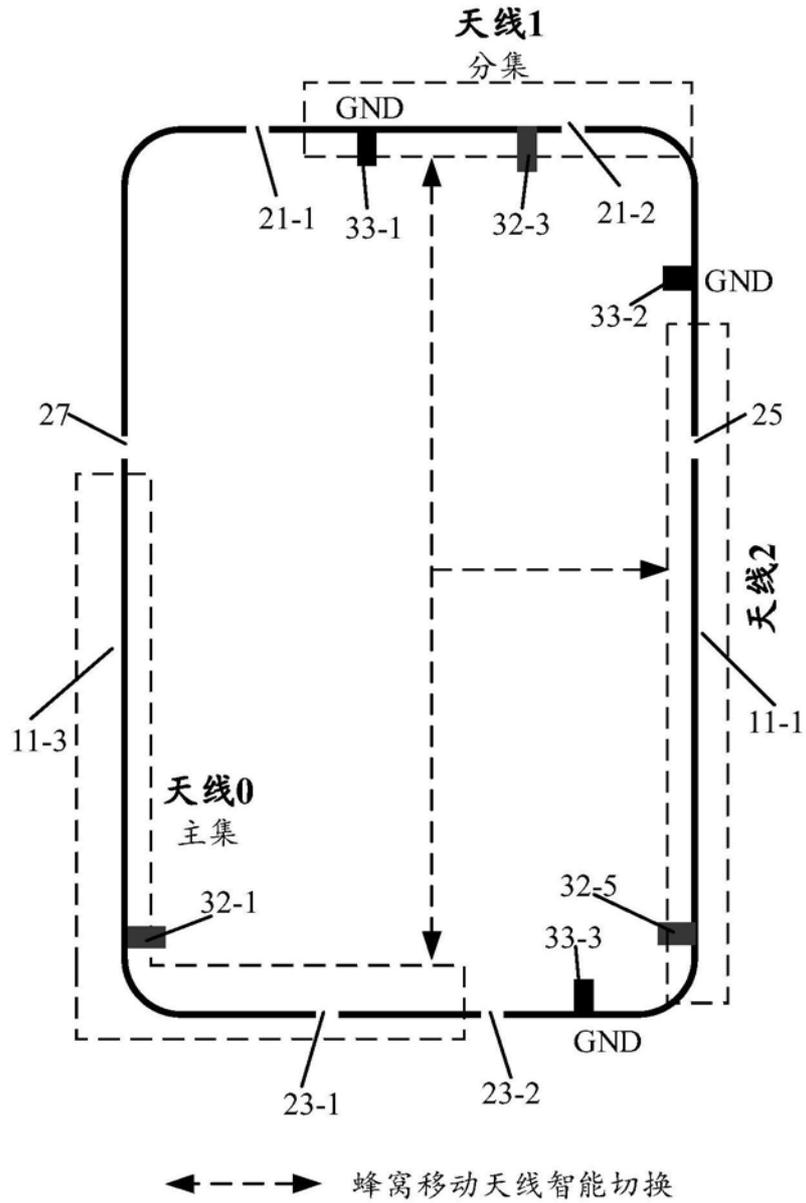


图11B

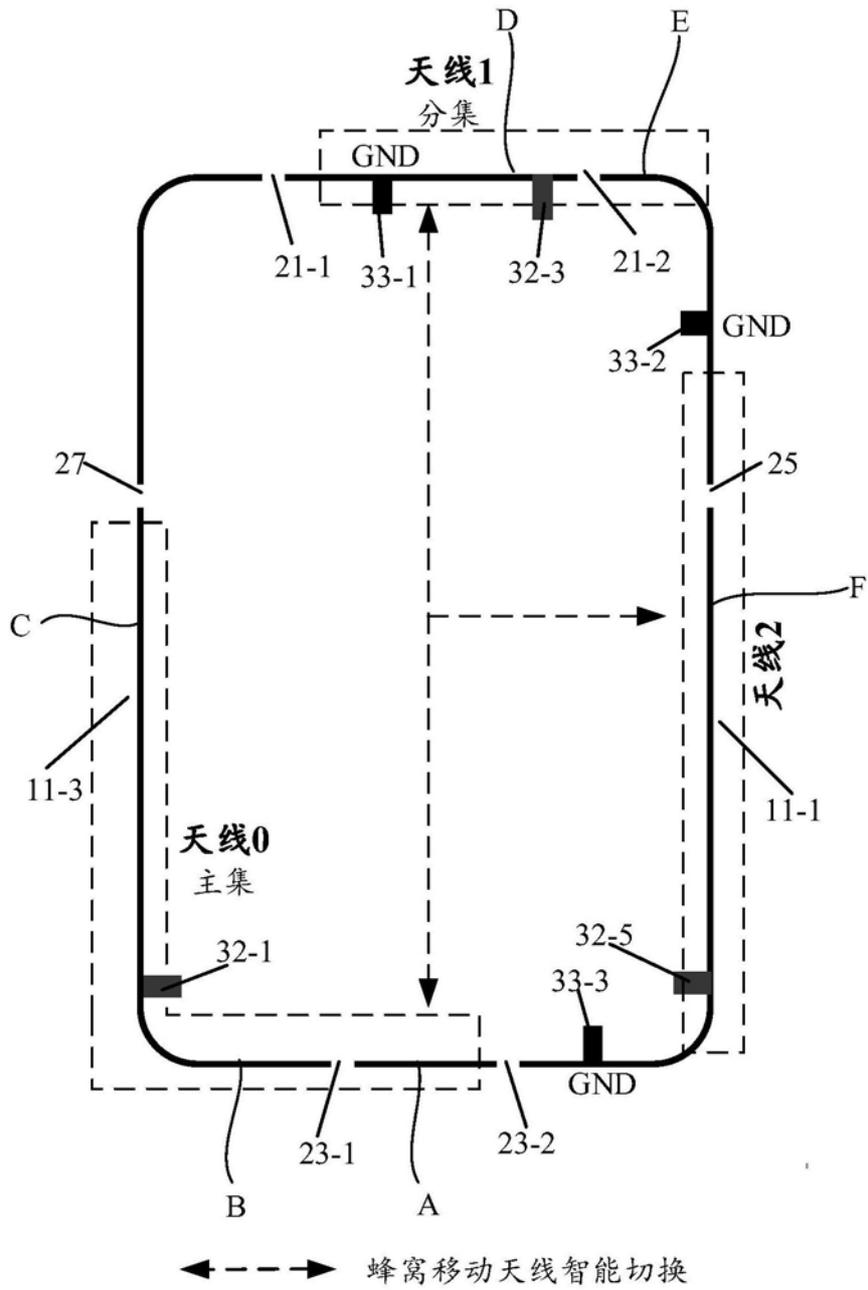


图11C

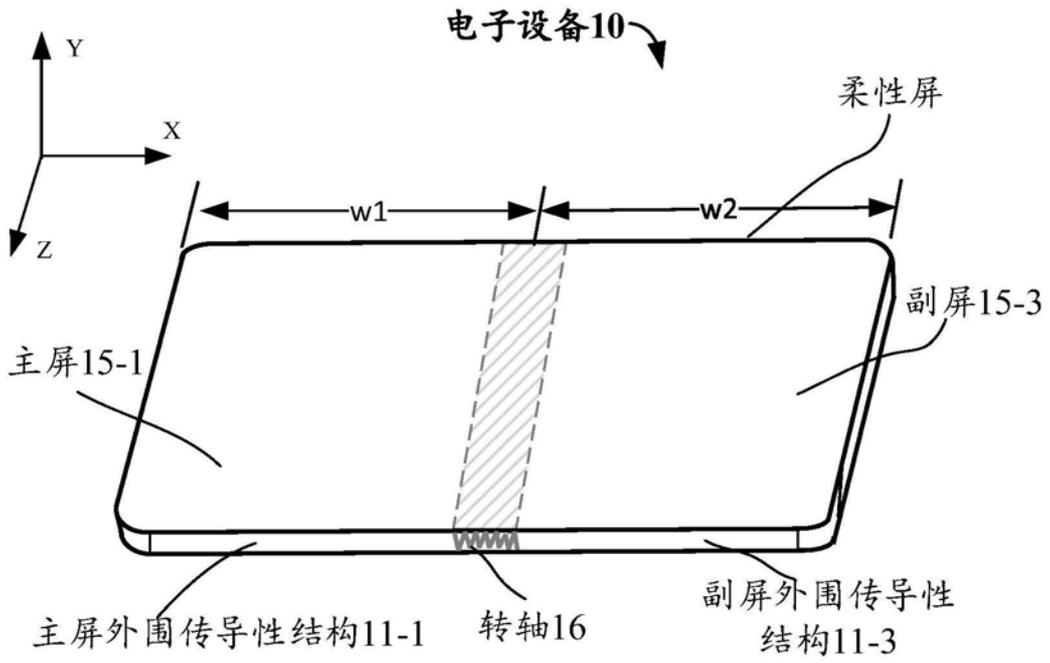


图12A

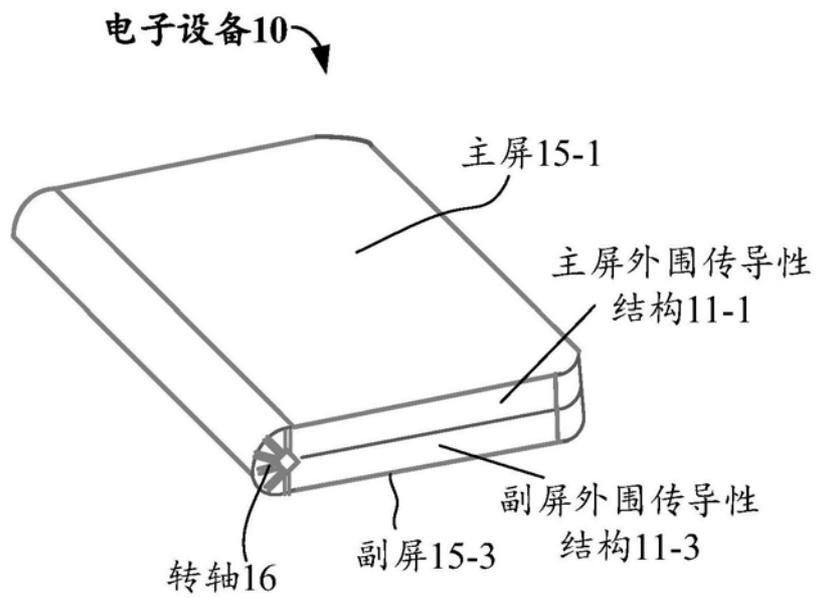


图12B

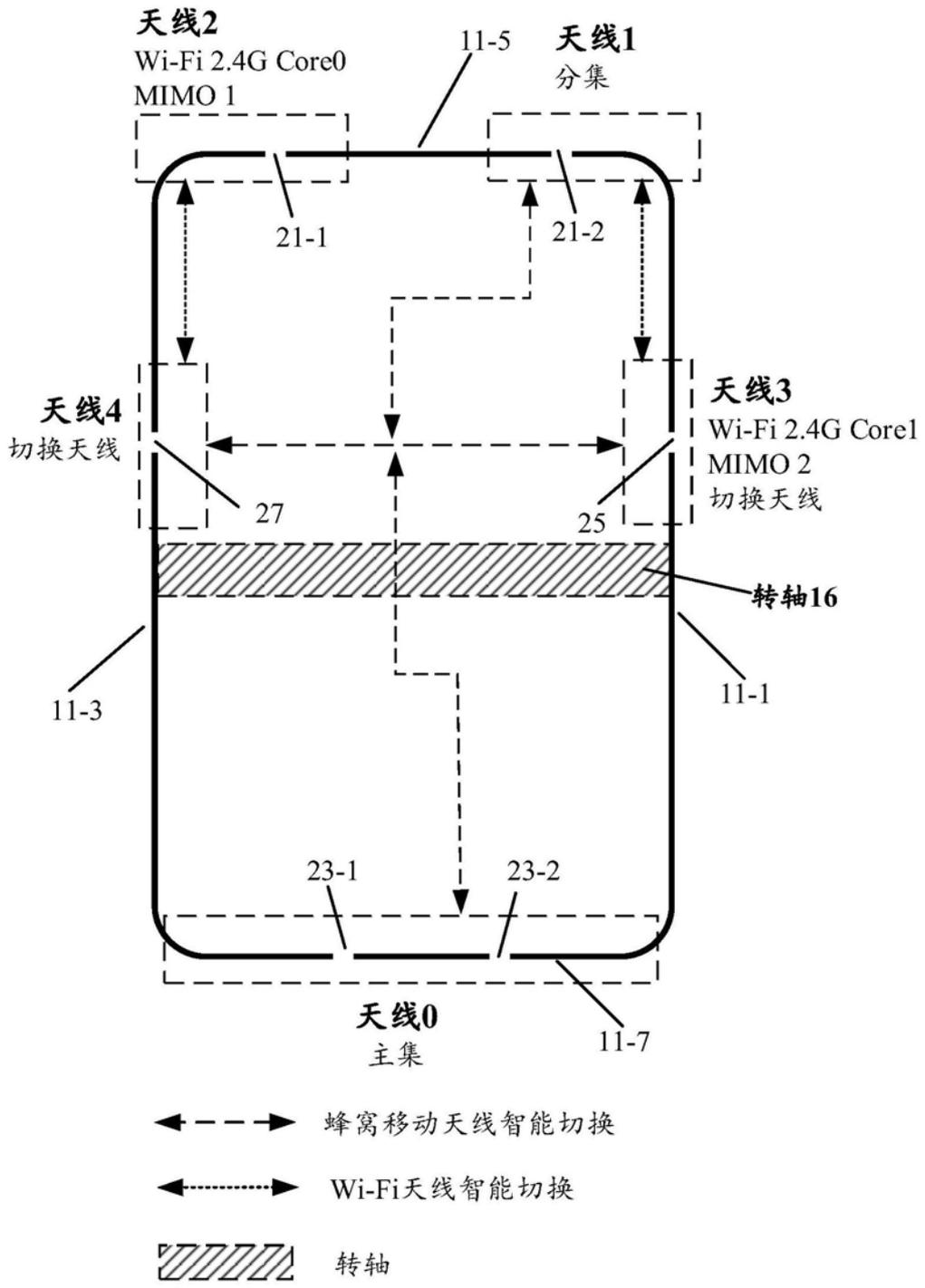


图13A

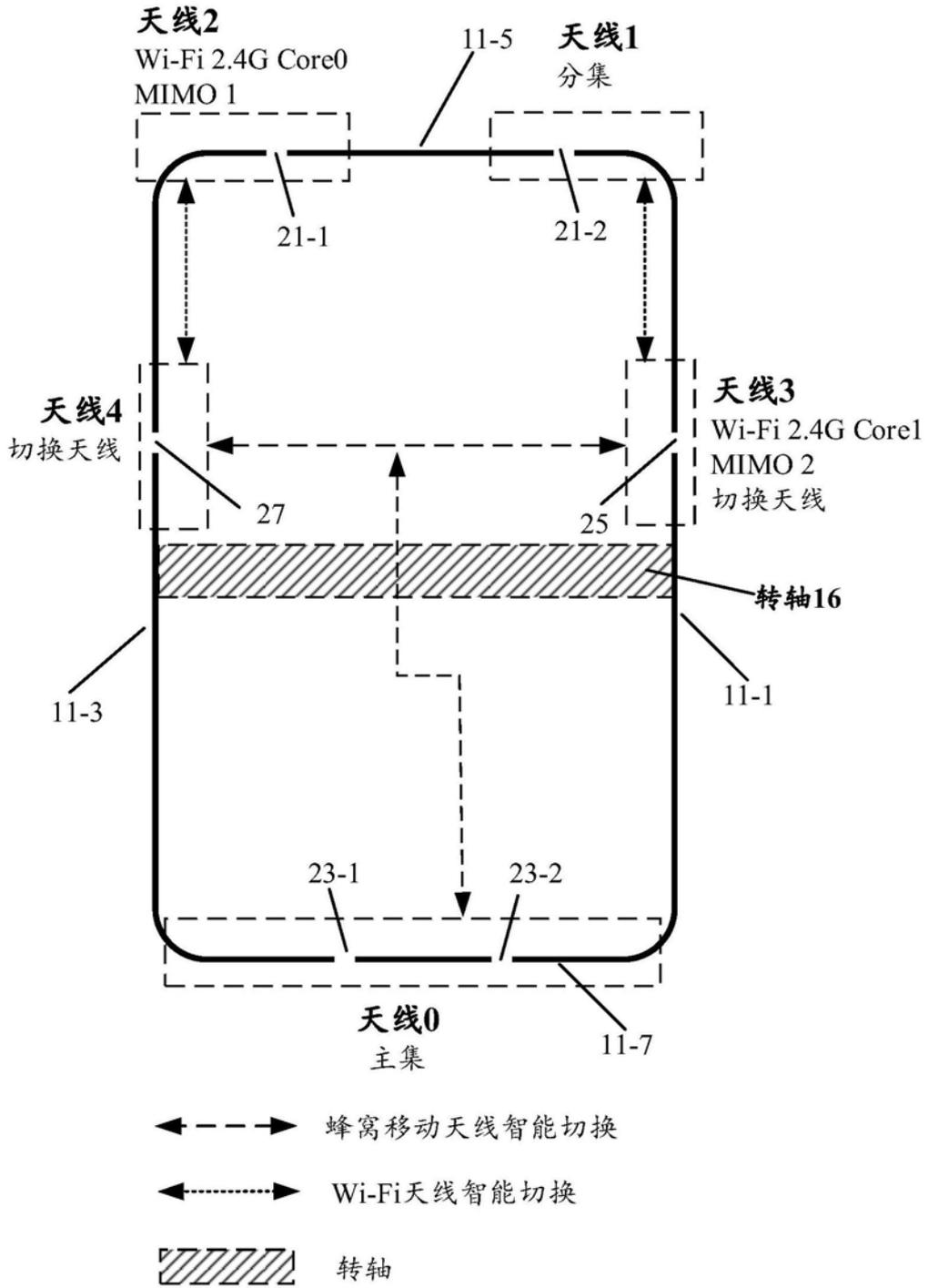


图13B

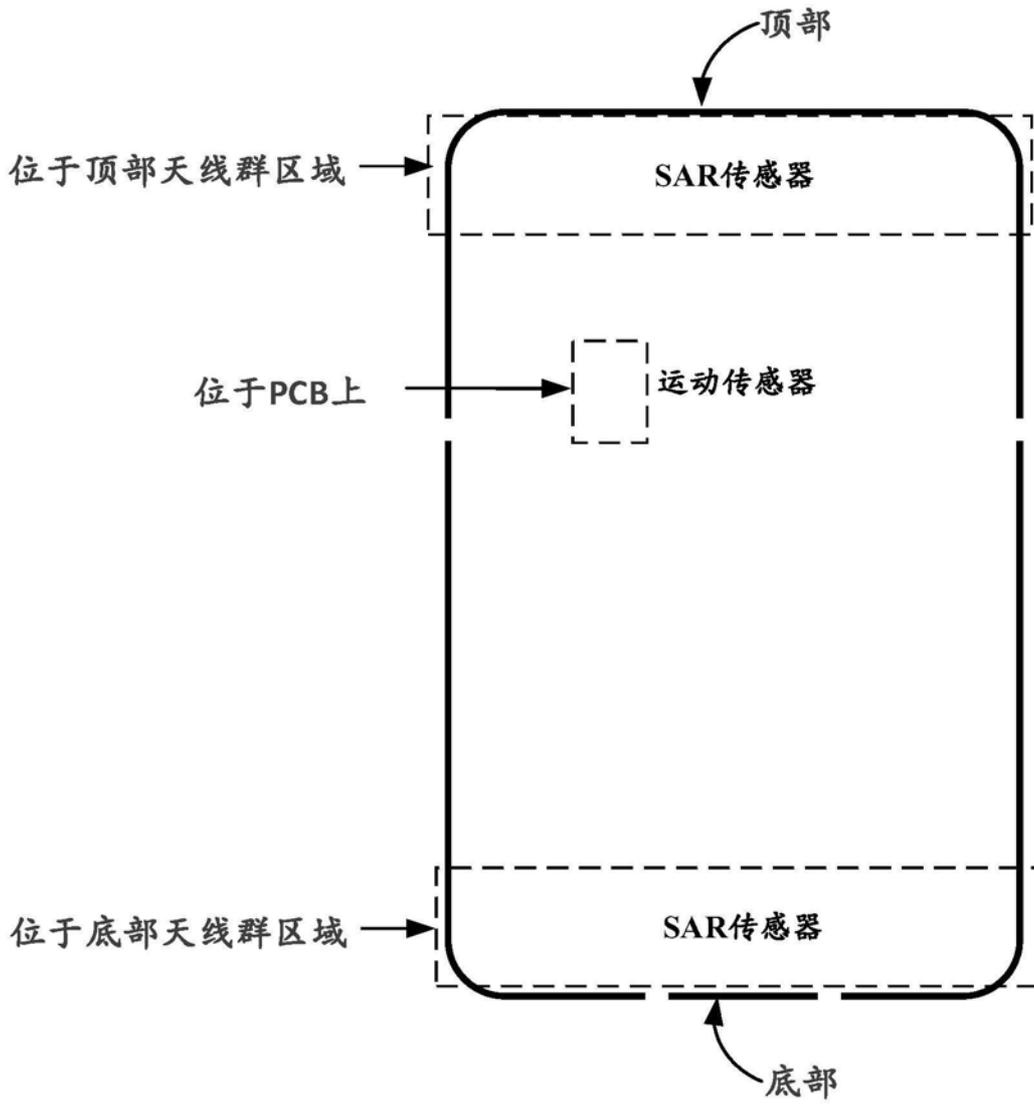


图14

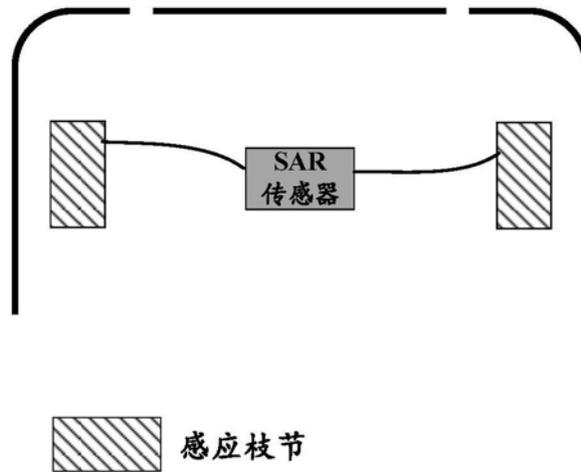
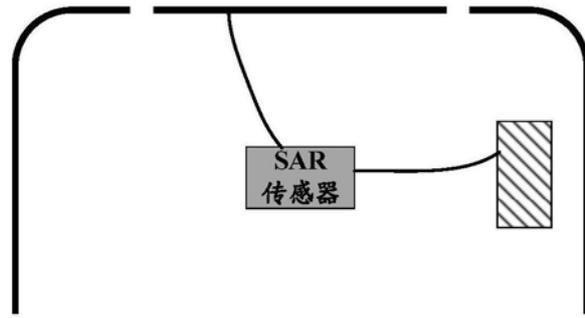
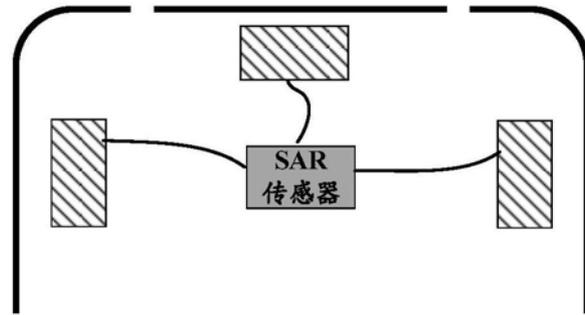


图15A



 感应枝节

图15B



 感应枝节

图15C

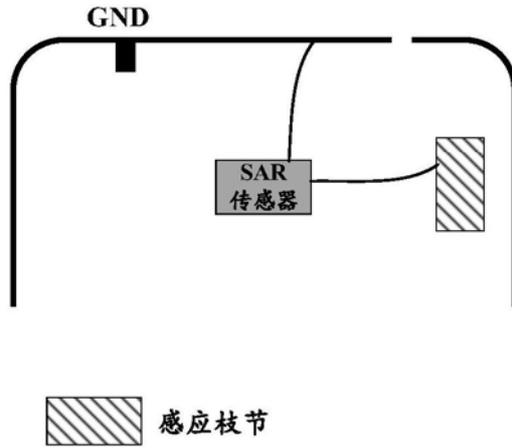


图16A

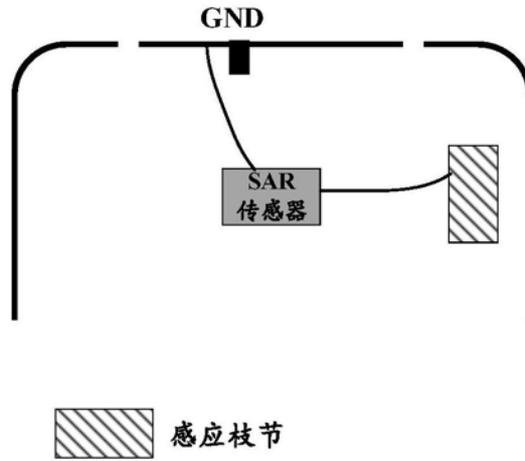


图16B

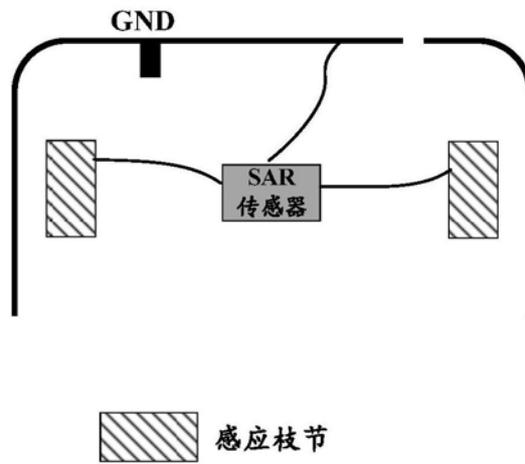


图16C

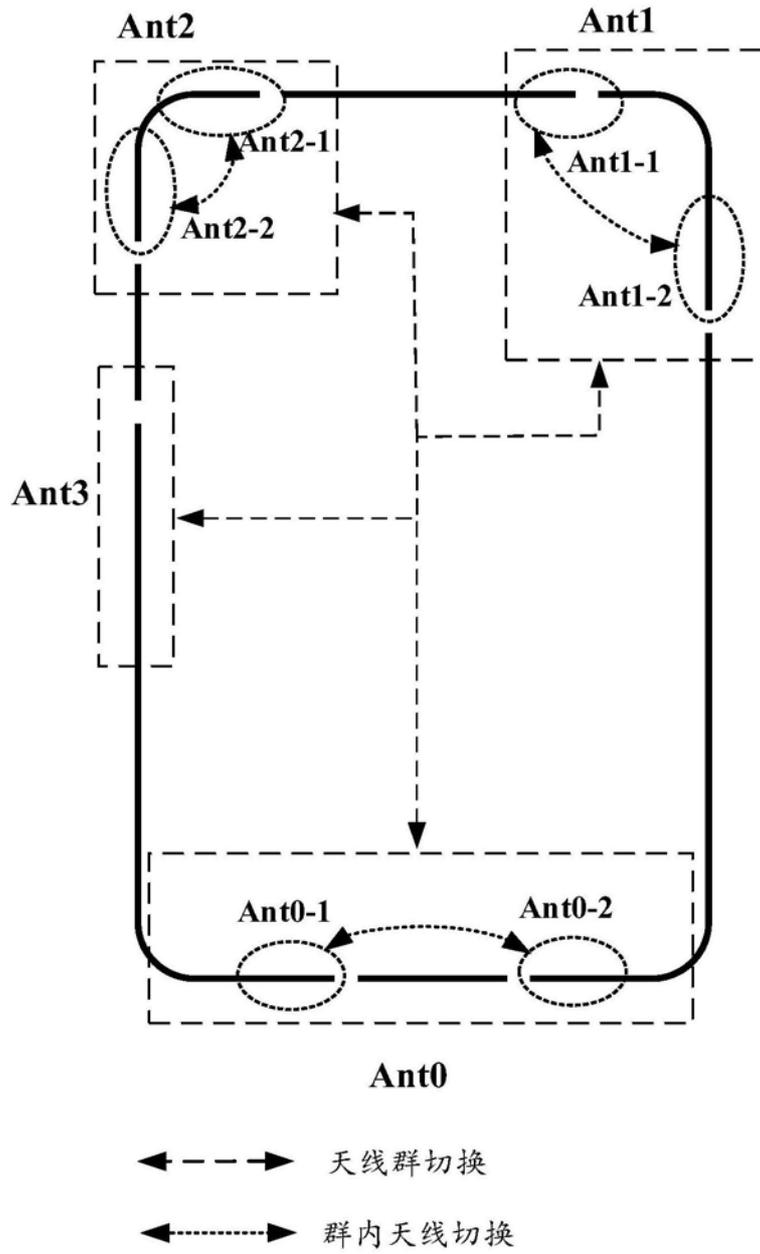


图17

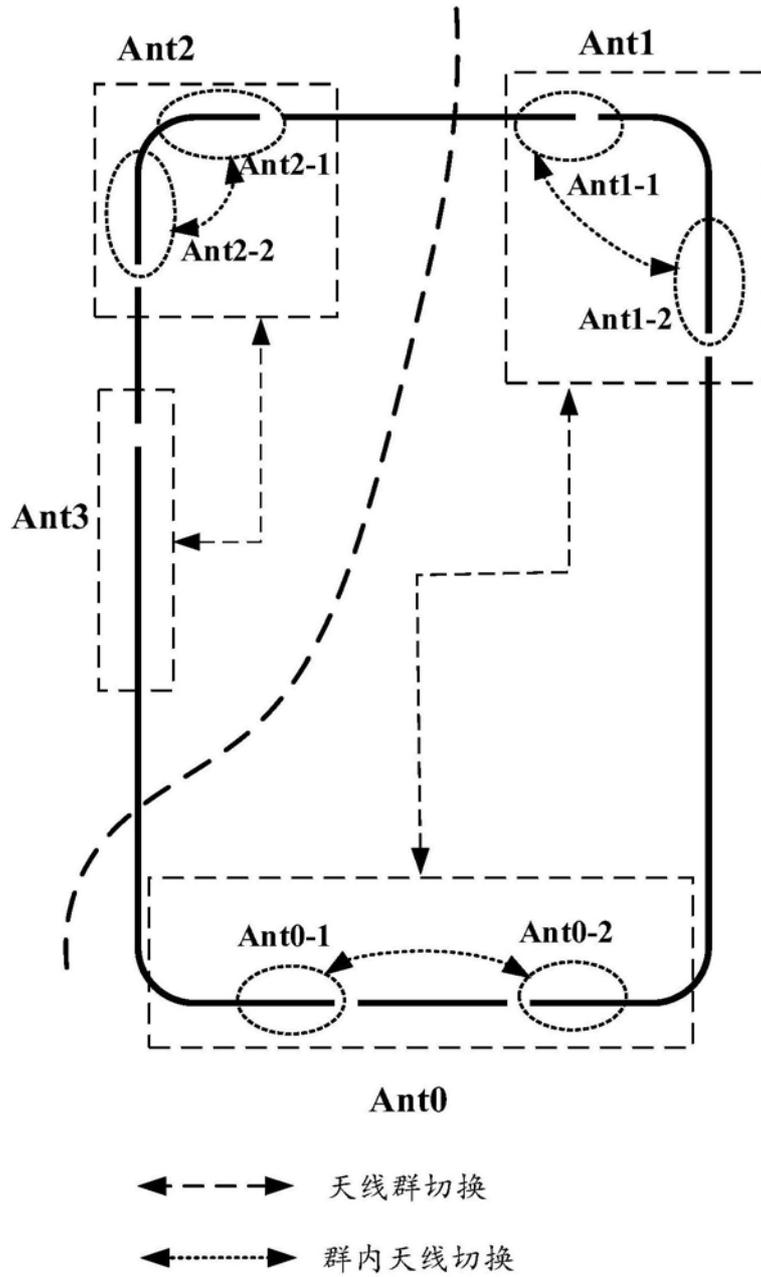


图18

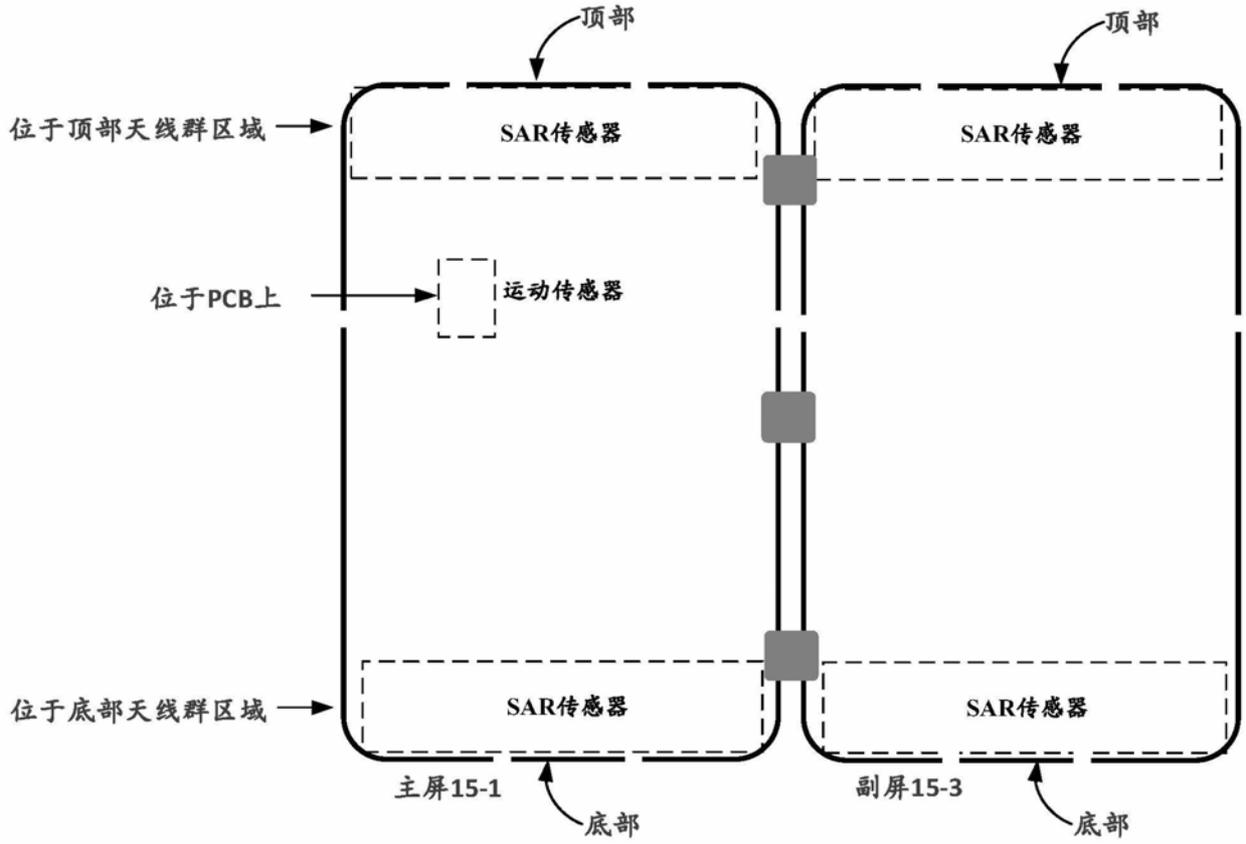


图19

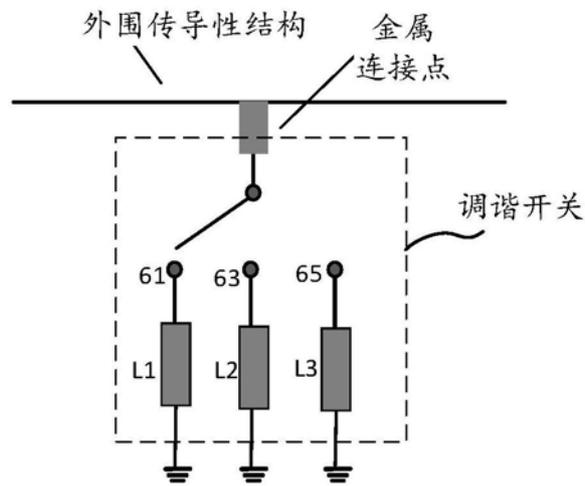


图20