



(12)发明专利申请

(10)申请公布号 CN 110235308 A

(43)申请公布日 2019.09.13

(21)申请号 201880009092.6

(51)Int.Cl.

(22)申请日 2018.04.19

H01Q 5/00(2015.01)

(30)优先权数据

H01Q 1/24(2006.01)

15/494,048 2017.04.21 US

H01Q 5/50(2015.01)

H04M 1/02(2006.01)

(85)PCT国际申请进入国家阶段日

2019.07.30

(86)PCT国际申请的申请数据

PCT/CN2018/083624 2018.04.19

(87)PCT国际申请的公布数据

W02018/192538 EN 2018.10.25

(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 顾欢欢 王恩亮

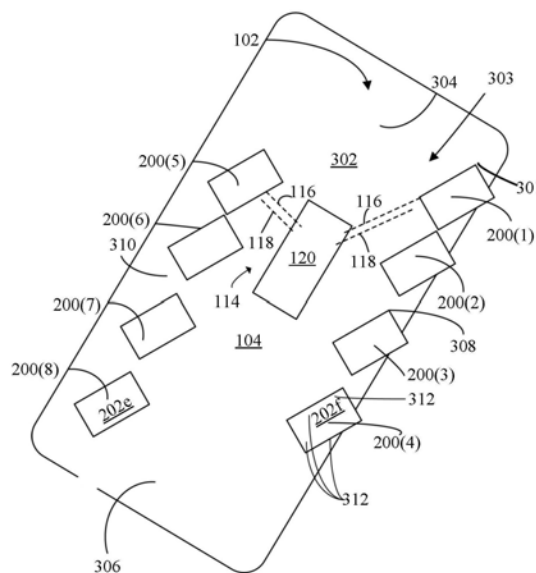
权利要求书2页 说明书10页 附图8页

(54)发明名称

一种用于电子设备的宽带MIMO天线系统

(57)摘要

提供了一种天线和MIMO天线系统。至少一根天线固定在设备外壳上。所述天线的长度为所述天线的中心频率的1/4波长,所述天线的主体、接地片和馈电片具有与所述RF通信电路匹配的阻抗。多根所述天线可以布置在所述外壳上,形成一个MIMO天线系统。



1. 一种电子设备,其特征在于,包括:
包裹射频(RF)通信电路的外壳;
与所述RF通信电路电连接的多输入多输出(MIMO)天线阵列,其中,所述MIMO天线阵列包括固定到所述外壳的第一排天线。
2. 根据权利要求1所述的电子设备,其特征在于,所述外壳包括由向前突出的边缘所围绕的后包裹元件,所述第一排天线位于所述边缘上。
3. 根据权利要求2所述的电子设备,其特征在于,所述边缘包括从所述后包裹元件相对的两侧伸出来的第一和第二侧边缘部分,所述第一排天线位于所述第一侧边缘部分,所述MIMO天线阵列包括第二排天线,所述第二排天线固定在所述外壳上且位于第二侧边缘部分。
4. 根据权利要求3所述的电子设备,其特征在于,所述第一排天线和所述第二排天线分别包括至少四根天线。
5. 根据权利要求4所述的电子设备,其特征在于,所述天线的谐振频率在3GHz~6GHz之间。
6. 根据权利要求4所述的电子设备,其特征在于,所述天线的谐振频率实质上为3.5GHz,且所述天线用于接收或发送频率范围为3GHz~6GHz的RF信号。
7. 根据权利要求3~6任一项所述的电子设备,其特征在于,所述第一和第二侧边缘部分由金属制成,所述天线分别嵌射成型到所述边缘中,且所述天线各自的外表面形成了所述边缘的外表面的一部分。
8. 根据权利要求3~7任一项所述的电子设备,其特征在于,所述第一和第二侧边缘部分由塑料制成,所述天线分别通过激光直接成型(LDS)工艺在所述边缘上形成。
9. 根据权利要求3~8任一项所述的电子设备,其特征在于,所述第一和第二侧边缘部分由塑料制成,所述天线分别集成到固定在所述边缘上的柔性印刷电路板(PCB)。
10. 根据权利要求3~9任一项所述的电子设备,其特征在于,所述天线为平面倒F型天线(PIFA)。
11. 根据权利要求3~10任一项所述的电子设备,其特征在于,所述边缘包括顶部边缘部分和底部边缘部分,所述顶部边缘部分和底部边缘部分分别位于所述外壳的顶部和底部并在所述第一和第二侧边缘部分之间延伸,所述电子设备还包括位于所述顶部边缘部分和底部边缘部分其中之一的至少一根其他天线,所述至少一根其他天线的谐振频率与所述MIMO天线阵列的天线谐振频率不同。
12. 根据权利要求3~11任一项所述的电子设备,其特征在于,每个所述天线包括一个固定在所述边缘上的谐振体,以及从所述谐振体伸入所述外壳的内部区域的馈电片和接地片,其中,所述谐振体的长度为谐振频率波长的1/4。
13. 根据权利要求12所述的电子设备,其特征在于,所述RF通信电路包括:RF收发电路,所述RF收发电路包括安装在印刷电路板(PCB)上的至少一个集成电路器件;通过所述PCB从所述RF收发电路延伸到多个电信号路径连接器的多个信号路径,每个所述信号路径连接器均与各自对应的所述天线的馈电片电气接触;通过所述PCB从公共接地延伸到多个电气接地路径连接器的多个接地路径,每个所述接地路径连接器均与各自对应的所述天线的接地片电气接触。

14. 根据权利要求13所述的电子设备,其特征在于,每个所述信号路径连接器和接地路径连接器均通过弹簧偏置分别与所述馈电片和接地片压力接触。

15. 根据权利要求13和14任一项所述的电子设备,其特征在于,每个所述天线的谐振体、馈电片和接地片用于在不采用任何中间阻抗匹配电路的情况下匹配所述RF收发电路的输出阻抗。

16. 一种电子设备,其特征在于,包括:

包裹射频(RF)通信电路的外壳;

至少一根固定在所述外壳上的天线,所述至少一根天线包括谐振体,所述谐振体具有伸出来的馈电片和接地片,所述馈电片与所述RF通信电路连接,所述接地片与公共接地连接,作为所述RF通信电路,

所述天线的谐振体的长度为所述天线的谐振频率的1/4波长,所述馈电片和接地片位于所述谐振体上,以提供与所述RF通信电路的输出阻抗匹配的天线阻抗。

17. 根据权利要求16所述的电子设备,其特征在于,所述外壳包括后包裹元件和围绕在所述后包裹元件四周的向前突出的边缘,所述天线的谐振体位于所述边缘上。

18. 根据权利要求17所述的电子设备,其特征在于,所述边缘包括:位于所述电子设备顶部的顶部边缘部分;底部边缘部分;以及在所述顶部边缘和底部边缘之间延伸的两个对侧边缘,所述电子设备包括MIMO天线阵列,所述MIMO天线阵列包括第一排天线和第二排天线,其中,所述第一排天线的谐振体位于一个所述侧边缘上,所述第二排天线的谐振体的天线位于另一个所述侧边缘上。

19. 根据权利要求18所述的电子设备,其特征在于,所述第一排和第二排天线分别包括至少四根所述天线。

20. 根据权利要求16~19任一项所述的电子设备,其特征在于,在3GHz~6GHz的频率范围内,所述天线阻抗具有35欧姆~75欧姆的电阻和大约0欧姆~+/-20欧姆的电抗,所述RF通信电路的输出阻抗为50欧姆。

21. 根据权利要求16~20任一项所述的电子设备,其特征在于,所述天线的S11实质上小于或等于-6dB。

22. 一种用于在电子设备上安装MIMO天线阵列的方法,其特征在于,所述电子设备包括用于容纳硬件的外壳中的射频(RF)通信电路,所述方法包括:

将一排具有相同谐振频率的天线固定到所述外壳上,其中,每个天线均具有从谐振体伸出来的馈电片和接地片;

将所述馈电片与所述RF通信电路的信号路径进行连接,并将所述接地片与公共接地进行连接。

一种用于电子设备的宽带MIMO天线系统

交叉申请

[0001] 本发明要求于2017年4月21日递交的发明名称为“一种用于电子设备的宽带MIMO天线系统”的第15/494,048号美国专利申请案的在先申请优先权,其全部内容以引入的方式并入本文本中。

技术领域

[0002] 本发明涉及一种天线,尤其涉及一种宽带天线以及天线系统在电子设备中的布置方式。

背景技术

[0003] 智能手机等现代电子设备正在集成越来越多的功能和技术。有时候,为了提供新的功能,可能需要给电子设备增加额外的硬件。例如,在现代电子设备中,需要增加天线才能支持5G技术。

[0004] 在传统的移动或无线电子设备中,天线可以印在所述设备的印刷电路板(Printed Circuit Board,PCB)上。然而,所述PCB上多余的空间十分有限,无法放置额外的天线,尤其是当在所述PCB上同时布置额外的天线和其他硬件时。此外,为了将额外的天线印在所述PCB的接地层上,可能需要对所述PCB的布线进行大幅度地改变或重新布置。

[0005] 不同国家的5G频段范围可以是3.5GHz~4.8GHz。因此,人们期望在电子设备中提供额外的天线以覆盖这些潜在的5G频段。

发明内容

[0006] 本发明示例性实施例描述了一种宽带天线以及天线系统的布置方式,其可以在电子设备如5G电子设备中方便地实现。示例性实施例中描述的天线或天线系统的阻抗与RF通信电路的输出阻抗基本匹配,并非在所述RF通信电路和所述天线或天线系统之间采用额外的阻抗匹配电路。所述天线或天线系统可附着于所述电子设备的外壳上,并且可以在所述电子设备中实现,不会占用所述电子设备太多的可用空间或对所述印刷电路板的现有布线进行大幅度地改变或重新布置。

[0007] 一方面,提供了一种电子设备,包括:包裹射频(RF)通信电路的外壳;多输入多输出(MIMO)天线阵列。所述MIMO天线阵列与所述RF通信电路电连接,所述MIMO天线阵列包括固定在所述外壳上的第一排天线。

[0008] 可选地,在上述任一方面,所述外壳包括由向前突出的边缘所围绕的后包裹元件。所述第一排天线位于所述边缘上。

[0009] 可选地,在上述任一方面,所述边缘包括从所述后包裹元件相对的两侧伸出来的第一和第二侧边缘部分。所述第一排天线位于所述第一侧边缘部分。所述MIMO天线阵列包括第二排天线,所述第二排天线固定在所述外壳上且位于所述第二侧边缘部分。

[0010] 可选地,在上述任一方面,所述第一排天线和第二排天线分别包括至少四根天线。

[0011] 可选地,在上述任一方面,所述天线的谐振频率在3GHz~6GHz之间。

[0012] 可选地,在上述任一方面,所述天线的谐振频率实质上为3.5GHz,所述天线用于接收或发送频率范围为3GHz~6GHz的RF信号。

[0013] 可选地,在上述任一方面,所述第一和第二侧边缘部分由金属制成,所述天线分别嵌射成型到所述边缘中,且所述天线各自的外表面形成了所述边缘的外表面的一部分。

[0014] 可选地,在上述任一方面,所述第一和第二侧边缘部分由塑料制成,所述天线分别通过激光直接成型(LDS)工艺在边缘上形成。

[0015] 可选地,在上述任一方面,所述第一和第二侧边缘部分由塑料制成,所述天线分别集成到固定在所述边缘上的柔性印刷电路板(PCB)。

[0016] 可选地,在上述任一方面,所述天线为平面倒F型天线(PIFA)。

[0017] 可选地,在上述任一方面,所述边缘包括顶部边缘部分和底部边缘部分,所述顶部边缘部分和底部边缘部分分别位于所述外壳的顶部和底部并在所述第一和第二侧边缘部分之间延伸,所述电子设备还包括位于所述顶部边缘部分和底部边缘部分其中之一的至少一根其他天线,所述至少一根其他天线的谐振频率与所述MIMO天线阵列的天线谐振频率不同。

[0018] 可选地,在上述任一方面,每个所述天线包括一个固定在所述边缘上的谐振体,以及从所述谐振体伸入所述外壳的内部区域的馈电片和接地片,其中,所述谐振体的长度为谐振频率波长的1/4。

[0019] 可选地,在上述任一方面,所述RF通信电路包括:RF收发电路,所述RF收发电路包括安装在印刷电路板(PCB)上的至少一个集成电路器件;通过所述PCB从所述RF收发电路延伸到多个电信号路径连接器的多个信号路径,每个所述信号路径连接器均与各自对应的所述天线的馈电片电气接触;通过所述PCB从公共接地延伸到多个电气接地路径连接器的多个接地路径,每个所述接地路径连接器均与各自对应的所述天线的接地片电气接触。

[0020] 可选地,在上述任一方面,每个所述信号路径连接器和接地路径连接器均通过弹簧偏置分别与所述馈电片和接地片压力接触。

[0021] 可选地,在上述任一方面,每个所述天线的谐振体、馈电片和接地片用于在不采用任何中间阻抗匹配电路的情况下匹配所述RF收发电路的输出阻抗。

[0022] 另一方面,提供了一种电子设备,包括:包裹射频(RF)通信电路的外壳;至少一个固定在所述外壳上的天线。所述至少一根天线包括谐振体,所述谐振体具有伸出来的馈电片和接地片。所述馈电片与所述RF通信电路连接。所述接地片与公共接地连接,作为所述RF通信电路。所述天线的谐振体的长度为所述天线的谐振频率的1/4波长。所述馈电片和接地片位于所述谐振体上,以提供与所述RF通信电路的输出阻抗匹配的天线阻抗。

[0023] 可选地,在上述任一方面,所述外壳包括后包裹元件和围绕在所述后包裹元件四周的向前突出的边缘,所述天线的谐振体位于所述边缘上。

[0024] 可选地,在上述任一方面,所述边缘包括:位于所述电子设备顶部的顶部边缘部分;底部边缘部分;以及在所述顶部和底部边缘之间延伸的两个对侧边缘。所述电子设备包括MIMO天线阵列,所述MIMO天线阵列包括第一排天线和第二排天线,其中,所述第一排天线的谐振体位于一个所述侧边缘上,所述第二排天线的谐振体的天线位于另一个所述侧边缘上。

- [0025] 可选地,在上述任一方面,所述第一排和第二排天线分别包括至少四根所述天线。
- [0026] 可选地,在上述任一方面,在3GHz~6GHz的频率范围内,所述天线阻抗具有35欧姆~75欧姆的电阻和大约0欧姆~+/-20欧姆的电抗。所述RF通信电路的输出阻抗为50欧姆。
- [0027] 可选地,在上述任一方面,所述天线的S11实质上小于或等于-6dB。
- [0028] 另一方面,提供了一种用于在电子设备上安装MIMO天线阵列的方法,其中,所述电子设备包括用于容纳硬件的外壳中的射频(RF)通信电路,所述方法包括:将一排具有相同谐振频率的天线固定到所述外壳上,其中,每个天线均具有从谐振体伸出来的馈电片和信号片;将所述馈电片与所述RF通信电路的信号路径进行连接,并将所述接地片与公共接地进行连接。

附图说明

- [0029] 现在,举例说明示出了本发明的示例性实施例的附图,其中:
- [0030] 图1为示例性实施例提供的电子设备的示例性框图;
- [0031] 图2A为示例性实施例提供的天线的透视图;
- [0032] 图2B为图2A中天线的左视图;
- [0033] 图2C为图2A中天线的右视图;
- [0034] 图3为示例性实施例提供的图1中电子设备的外壳的前透视图,示出了两个侧边缘各自附着四根天线;
- [0035] 图4为示例性实施例提供的图3的局部截面图,示出了一根天线的馈电片与信号电路连接;
- [0036] 图5为图1中电子设备的另一示例性实施例的外壳的前透视图,示出了所述外壳的两个塑料侧边缘各自的内壁上附着四根天线;
- [0037] 图6为示例性实施例提供的图5的局部截面图,示出了一根天线的馈电片与信号电路连接;
- [0038] 图7为图1中电子设备的另一示例性实施例的外壳的前透视图。
- [0039] 在不同的图中可以使用相似的图例编号表示相似的组件。

具体实施方式

- [0040] 图1示出了本发明提供的电子设备100的示例。所述电子设备100可以是能够接收和/或发送射频(radio frequency,RF)信号的移动设备,例如,包括平板电脑、智能手机、个人数字助理(Personal Digital Assistant,PDA)或物联网(Internet of Things,IoT)设备等。所述电子设备100包括用于包裹所述电子设备100的硬件的外壳102。所述电子设备的硬件可以包括至少一个印刷电路板(PCB)104、显示模块106、电池108、一个或多个天线装置110,包括天线200(1)~200(8)的阵列(统一称作天线200),以及其他硬件112,包括由所述PCB 104上的电子器件形成的各种电路、传感器、扬声器或摄像头。
- [0041] 在一示例性实施例中,所述PCB 104具有包括至少一个信号层和至少一个接地层在内的多个层。所述信号层包括多个导电迹线,其分别在各自的PCB焊盘之间形成信号路径116。所述PCB 104的接地层在所述PCB 104中为电子器件的电流回路以及屏蔽提供了公共接地参考点,并且所述接地层包括多个导电迹线,其分别形成接地路径118。所述PCB 104设

置有导电过孔,将所述信号路径116和接地路径118延伸到所述PCB 104上的表面连接点(如焊盘)。电子器件位于所述PCB 104上,形成能够执行所需功能的电路。例如,电子器件可以包括集成电路(integrated circuit,IC)芯片、电容器、电阻、电感器、二极管、晶体管和其他组件。

[0042] 在示例性实施例中,RF通信电路114通过PCB 114以及PCB 114上的器件实现。举例来说,所述RF通信电路114可以包括:信号路径116和接地路径118;RF收发电路120;连接所述天线装置110的电气连接器;以及处理RF无线信号所需的其他电路。在示例性实施例中,所述RF收发电路120可以由一个或多个集成电路组成,并且包括调制电路、功放电路、低噪声输入放大器和收发RF信号所需的其他器件。

[0043] 在一个示例中,所述收发电路120包括用于实现发送电路的器件,所述发送电路将基带信号调制到载频并对获得的调制RF信号进行放大。然后,所述收发电路120通过所述信号路径116和接地路径118将放大后的所述RF信号发送到所述天线200,所述天线200再将所述放大后的RF信号辐射到无线传输介质中。在一个示例中,所述收发电路120包括用于实现接收电路的器件,所述接收电路通过所述信号路径116和接地路径118从所述天线200接收外部载频调制的RF信号。所述收发电路120可以包括:用于对接收到的信号进行放大的低噪声放大器(low noise amplifier,LNA);以及用于将所述接收到的RF信号解调到基带的解调器。在一些示例中,所述RF收发电路120可以替换为只发送电路;在一些示例中,所述RF收发电路120可以替换为只接收电路。

[0044] 所述外壳102包括后包裹元件,所述后包裹元件的边缘或边沿围绕在所述后包裹元件的四周,下文将对此进行更详细的介绍。前包裹元件与所述外壳102配合。在一实施例中,所述边缘、前包裹元件和后包裹元件一起牢固地包裹所述电子设备100的硬件。在一实施例中,所述外壳102可以由金属、塑料、碳纤维材料或其他复合材料、玻璃、陶瓷或其他合适的材料制成。

天线

[0045] 图2A~2C示出了一个示例性的宽带天线200,该宽带天线200能够将所述电子设备100的收发电路120的发射器接收到的RF信号发送出去,和/或通过所述电子设备100的收发电路120的接收器接收外部RF信号,以便进一步处理。所述天线200包括:馈电片206和接地片208形式的第一端子和第二端子,还包括谐振体204形式的谐振元件。所述主体204、馈电片206和接地片208可以由金属制成,比如铜。所述馈电片206和接地片208与所述主体204电连接。

[0046] 在图2A所示的示例中,所述主体204的形状大体上呈矩形。例如,所述主体204可以由矩形金属板构成,该金属板包括在平面基板上形成的金属。所述主体204包括:平面外侧202f;平面内侧202e;基本平行的顶部和底部边缘202c、202d;在顶部和底部边缘202c、202d之间延伸的基本平行的第一和第二侧边缘202a、202b。

[0047] 所述馈电片206和接地片208分别具有与所述主体204电连接的第一端,例如,所述第一端位于所述内侧202e上且靠近所述主体204的底部边缘202d。所述馈电片206和接地片208分别由内表面202e向内延伸至各自的第二远端。所述馈电片206和接地片208各自的形状大体上呈矩形。例如,如图2A、2B和2C所示,所述馈电片206和接地片208均可以是矩形金属片。

[0048] 所述馈电片206通过所述RF通信电路114的信号路径116与所述收发电路120电连接。所述接地片208通过所述PCB 104的接地路径118与公共接地电连接。

[0049] 在一个实施例中,所述馈电片206和接地片208基本上垂直于所述主体204的内侧202e。如图2A的示例所示,所述主体204的内侧202e实质上位于XZ平面,所述馈电片206和接地片208实质上位于XY平面。在所示出的实施例中,所述馈电片206和接地片208在所述主体204的底部边缘202d处由所述内侧202e向内延伸,且所述馈电片206和接地片208位于所述谐振体204的第一侧边缘202a和第二侧边缘202b之间。

[0050] 如图2A中的d1所示,所述天线体204的长度实质上约为所述天线200的谐振频率的1/4波长(λ)。在图2A中,所述天线体204的长度为d1,所述馈电片206和接地片208之间的距离为d4,所述第二侧边缘202b与接地片208之间的距离为d2,所述第一侧边缘202a与馈电片206之间的距离为d6,所述馈电片206与接地片208各自的宽度分别为d5和d3。在图2A的示例中, $d1 = d2 + d3 + d4 + d5 + d6$ 。在一个实施例中,d2与d6相等,d3与d5相等。在一些实施例中,d4等于d2和d6之和。在示例性实施例中,所述天线200集成到所述设备100的侧边沿或边缘部分,在这种情况下,所述天线200的高度h的大小取决于所述设备100的厚度,下文将对此进行更详细的讨论。

[0051] 所述天线200的阻抗可以表示为复数 Z , $Z = R + jX$,其中,阻抗的实部为所述天线200的电阻 R ,虚部为所述天线200的电抗 X 。所述电抗 X 可以包括电容电抗 X_C 和感应电抗 X_L 。所述电容电抗 X_C 和感应电抗 X_L 的值随着所述天线200的谐振频率的变化而变化。当所述电抗 X 的值增加时,所述天线200和收发电路120之间传输的信号的反功率量也会随之增加。所述阻抗 Z 将输入端如馈电片206处的电压和电流与所述天线200联系起来。所述电阻 R 表示在所述天线200内辐射出去或吸收进来的能量。所述电抗 X 表示所述天线200近场中存储的非辐射能量。

[0052] 所述RF通信电路114(包括所述收发电路120以及信号路径116和接地路径118)的输出阻抗可以是纯电阻性的(例如,50欧姆)。在示例性实施例中,所述天线200的阻抗 Z 用于在不采用任何额外的阻抗匹配电路或阻抗补偿电路的情况下“匹配”所述RF通信电路114的输出阻抗。相应地,在示例性实施例中,在处于“阻抗匹配”的状态时,所述天线200的阻抗被配置为具有可以忽略不计的电抗,且其电阻位于所述RF通信电路114的输出电阻的定义范围内。

[0053] 在一些示例性实施例中,所述RF通信电路114的阻抗 $R = 50$ 欧姆,在“阻抗匹配”的状态下,配置所述天线200,使得在所述谐振频率和频率范围内,所述天线200的阻抗 Z 具有大约35欧姆~75欧姆的电阻 R 和大约0欧姆~ ± 20 欧姆的电抗 X 。

[0054] 在另一示例性实施例中,在所述谐振频率下,所述天线200的阻抗 Z 为纯电阻 R (所述天线200的 X 为“0”),其中,在所述谐振频率下所述 R 大约为35欧姆~75欧姆。在另一实施例中,在所述谐振频率下,所述天线200的阻抗 Z 为纯电阻 R , $R = 50$ 欧姆。

[0055] 当处于“阻抗匹配”的状态时,在所述谐振频率下且在所述天线200的频率范围(带宽)内,所述天线200与所述RF通信电路114之间交换信号时的任何功率损耗皆在可接受的阈值水平内。在示例性实施例中,所述天线200与所述RF通信电路114之间交换信号时的功率损耗由参数 S_{11} 表示,该参数 S_{11} 表示从所述天线200反射的功率水平。 S_{11} 也称为反射系数伽马 γ 或回波损耗。

[0056] 在一些示例性实施例中,在谐振频率下和在频率范围内,所述天线200的 $S_{11} \leq -6\text{dB}$,也就是说,至少75%的总功率已经传送到所述天线200,且最多25%的总功率已经被反射回来。

[0057] 在特定的谐振频率下,所述天线200的阻抗是所述馈电片206与接地片208之间的距离 d_4 的因子。当所述 d_4 变小时,所述阻抗也会减小;当所述 d_4 变大时,所述阻抗也会增大。所述天线200的阻抗也可以是所述馈电片206和接地片208与所述主体204电连接的位置的因子。相应地,在示例性实施例中,配置所述天线200,使得所述接地片208和馈电片206与所述天线体204之间电连接点的位置以及所述接地片208与馈电片206之间的距离在可接受的信号功率损耗阈值内实现阻抗匹配。

[0058] 在一个示例中,所述天线200的谐振频率为3.5GHz。相应地,所述相对的第一和第二侧边缘202a和202b之间所述天线200的所述谐振体204的长度 d_1 为 $d_1 = 1/4\lambda = 24\text{mm}$ 。所述馈电片206与第二侧边缘202a之间的距离 d_6 为 $d_6 = 5\text{mm}$,所述接地片208与第一侧边缘202b之间的距离 d_2 与 $d_2 = 5\text{mm}$,所述馈电片206与所述接地片208之间的距离 d_4 为 $d_4 = 10\text{mm}$,且所述馈电片206的宽度(d_5)与接地片208的宽度(d_3)均为2mm。在此示例中,在3GHz~6GHz的频率范围内,所述天线200的电阻 R 大约为35欧姆~75欧姆,电抗 X 大约为0欧姆~ ± 20 欧姆,且 $S_{11} \leq -6\text{dB}$ 。在此示例中,所述天线200的效率较高。根据测量结果,在3GHz~6GHz的大部分频率范围内,此类天线的阵列可以具有大于60%的总计和辐射接收效率。另外,在3GHz~6GHz的频率范围内,本例中的所述天线200也具有良好的阻抗匹配。根据测量结果,在3GHz~6GHz的大部分频率范围内,此类天线的阵列可以具有实质上小于-10dB的散射参数 $S_{R_x-R_x}$ 。

[0059] 在示例性实施例中,所述天线200是平面天线,该天线具有实现3GHz~6GHz匹配阻抗的结构。比如,所述天线200可以是平面倒F型天线(Planar Inverted-F Antenna, PIFA)、倒F型天线、单极天线或贴片天线。

[0060] 因为所述天线200的主体204、馈电片206和接地片208具有与所述RF通信电路114的输出阻抗基本匹配的阻抗,所以所述天线200不需要额外的阻抗匹配电路来实现“阻抗匹配”状态以使得所述天线200工作在所需的谐振频率和带宽上,比如3.5GHz的谐振频率和3GHz~6GHz的频率范围。因此,所述天线200体积小,并且可以在电子设备100比如5G电子设备中实现,不会占用所述电子设备100太多的可用空间或对所述PCB 104的现有布线进行大幅度地改变或重新布置。在示例性实施例中,将所述天线200与所述RF收发电路120连接的所述RF通信电路114的组件的电感可以忽略不计,且所述天线200用于对所述RF收发电路120的阻抗进行匹配,并非采用任何中间RF调谐电路或阻抗匹配电路。在此配置中,选择了所述谐振体204的配置以及所述馈电片206和接地片208的相对位置,来匹配所述RF收发电路120的阻抗,从而满足上述条件。

MIMO天线系统

[0061] 5G技术需要更快的数据速率和更大的空口数据流。可以采用多输入多输出(multiple-input multiple-output, MIMO)天线系统,以增加无线信道的容量。在示例性实施例中,包括多个所述天线200的MIMO天线阵列集成到所述电子设备100的外壳102,对此,参见图3和图4所示的示例性实施例。

[0062] 如图3和4所示,所述电子设备100的外壳102包括平面的矩形后包裹元件302,所述后包裹元件302由围绕在所述后包裹元件302四周的向前突出的边缘301所围绕。所述边缘

301和后包裹元件302定义了内部区域303的背面和侧面,所述内部区域303容纳所述设备100的硬件,所述硬件包括PCB 104。通常,所述电子设备100还包括前包裹元件,所述前包裹元件固定在所述边缘301的前部且覆盖所述内部区域303的前部,从而包裹所述内部设备硬件。然后,为清晰起见,图3中省略了前包裹元件。在至少一些示例中,所述前包裹元件包括用户接口元件,如触摸显示屏。

[0063] 所述边缘301包括顶部边缘部分304;底部边缘部分306;以及在所述顶部和底部边缘部分之间延伸的两个对侧边缘部分308和310。手持式电子设备一般为长方体结构,其顶部和底部对应于所述设备最常见的手持方位。本文使用的术语“顶部”、“底部”、“前部”和“后部”是指设备制造商设置的设备最常见的方位,同时设备制造商意识到一些设备可以临时朝向不同的方位(例如,从竖屏模式到横屏模式)。在一些示例中,所述术语“顶部”对应于所述电子设备100的前包裹元件上显示屏的顶部边缘,其中,所述屏幕的顶部边缘对应于屏幕首次开启时所述屏幕上信息的阅读方向。在一些示例中,术语“顶部”和“底部”可以是相对于扬声器和麦克风元件的位置来说的,所述扬声器更靠近所述顶部边缘,所述麦克风更靠近所述底部边缘。在至少一些示例性实施例中,所述外壳102的侧边缘308和310的长度大于所述外壳102的顶部边缘304和底部边缘306的长度。

[0064] 所述顶部边缘304、底部边缘306和两个对侧边缘308和310均具有内表面和外表面。在一个示例性实施例中,所述后包裹元件302和边缘301由适当的材料制成,比如金属、塑料、碳纤维材料或其他复合材料、玻璃或陶瓷,并且所述外壳102的边缘301上固定有八根天线200,形成一个 8×8 MIMO天线系统。所述八根天线200的馈电片206和接地片208布置在所述外壳102内部,与所述PCB 104的信号路径116和接地路径118电连接。

[0065] 对此,如图3所示,八根天线200(1)~200(8)布置在所述外壳102的侧边缘部分308和310上,其中,四根天线200(1)~200(4)集成到一侧边缘部分308,四根天线200(5)~200(8)集成到对侧边缘部分310。所述天线200(1)~200(8)构成所述侧边缘部分308和310的金属边缘301的一部分,各天线的内侧202e朝向所述外壳102的内部区域303,各天线的外侧202f朝向外外部。在一个示例中,将每个所述天线200通过嵌射成型工艺固定到所述侧边缘部分308和310上对应的开口处,绝缘介电材料312(参见天线200(4))沿着天线馈电片206、接地片208和天线体204的四周延伸,以使得所述天线200与所述外壳102的其余金属部分进行绝缘,并将所述天线200固定到位。在一些示例中,所述绝缘材料312可以包括塑料条带。在示例性实施例中,所述天线200(1)~200(4)沿着侧边缘部分308均匀排开,所述天线200(5)~200(8)沿着对侧边缘部分310均匀排开。在所示的示例中,所述天线200(1)~200(4)与所述天线200(5)~200(8)是对称的。

[0066] 在图3中,所述天线200(1)~200(8)各自的金属天线体204的内侧202e形成所述侧边缘部分308和310的内表面的一部分,所述天线200(1)~200(8)各自的金属天线体204的外侧202f形成所述侧边缘部分308和310的外表面的一部分。在一个实施例中,所述天线200a~200h的主体204的厚度与所述侧边缘部分308和310的非天线部分的厚度基本相同,但是在一些示例性实施例中,也可以不同。

[0067] 如上所述,所述RF收发电路120安装在所述PCB 104上。在所述PCB 104各层与所述RF收发电路之间提供了信号路径116和接地路径118(如图3中虚线所示,图3示出了八组信号路径116和接地路径118中的其中两组),以在各天线200和RF收发电路120之间提供信号

连接和接地连接。图4是图3所示设备100的局部截面图,示出了所述天线200(例如,天线200(7))的馈电片206通过所述PCB 104的信号路径116连接到所述收发电路120。如图4所示且如上文描述的那样,所述天线200的主体204形成了所述外壳102的边缘301(对于天线200(7),则为侧边缘部分310)的一部分,其中,所述天线200的内侧202e朝向外壳内部区域303,所述天线200的外侧202f朝向外壳外部。所述天线200的馈电片206从所述天线体204向内延伸,且集成到所述金属后包裹元件302的上表面,从而所述馈电片206的表面暴露在所述外壳的内部区域303中。在所示实施例中,所述绝缘介电材料312在所述金属后包裹元件302和所述天线200的组件(包括馈电片206和接地片208)之间延伸,以使得所述天线组件与所述金属后包裹元件302之间进行绝缘。

[0068] 在图4的实施例中,所述信号路径116通过所述PCB 104在位于所述PCB 104一侧的第一导电焊盘402和位于所述PCB另一侧的第二导电焊盘404之间延伸。所述RF收发电路120的信号输入/输出片与所述第一导电焊盘402电连接(比如,通过波峰焊接工艺)。连接器212,比如弹簧负载的压力接触连接器,与第二导电焊盘404连接(比如通过波峰焊接工艺)。当所述PCB 104固定在所述外壳102的内部时(可以通过螺钉和/或夹子之类的已知工艺实现),所述弹簧负载的连接器212夹在所述PCB 104与所述天线馈电片206之间,使所述连接器212偏置以与所述馈电片206电气接触,从而在所述RF收发器电路120和所述天线200之间提供RF信号路径。虽然图4中未示出,所述天线200的接地片208类似地通过另一个弹簧负载的连接器与所述PCB 104的接地路径118电连接。

[0069] 从所述天线200的角度来看,所述弹簧负载的连接器212、PCB信号路径116和接地路径118、RF收发电路120以及任何互连导电元件如PCB焊盘402、404共同提供了RF通信电路114。如上文示例性实施例提到的那样,根据上述条件,所述天线200的阻抗与所述RF通信电路114的阻抗进行匹配。在至少一些示例性实施例中,所述连接器212、PCB路径116和118以及任何互连导电元件如PCB焊盘402、404的阻抗通常可以忽略不计,并且在所述天线200和RF收发电路120的阻抗匹配中可以忽略。在示例性实施例中,所述天线200与所述RF收发电路120基于所述天线体204的结构和所述接地片208和馈电片206的位置进行阻抗匹配,而不需要在所述天线200上有任何中间阻抗匹配电路,也不需要所述天线200和所述收发电路120之间的信号路径上有任何中间阻抗匹配电路。如上所述,在一些示例中,所述收发电路120可以替换为只接收电路或只发送电路。

[0070] 在所述天线200和所述PCB 104之间可以采用与图4中所示的弹簧夹连接器212不同的电连接。比如,也可以采用弹簧负载的弹簧针连接器。

[0071] 在图3和4的实施例中,所述外壳102基本由金属的组件构成。在其他示例性实施例中,所述电子设备100的外壳102由塑料组件构成。对此,图5和图6示出了另一示例性实施例,除了一些与前文描述和附图明显不同的差异外,该实施例与前述实施例基本类似。在图5和图6的示例中,天线200(1)~200(8)牢固地附着到所述外壳102的侧边缘部分308和310的内表面上,其中,所述外壳102由塑料制成。如图5所示,天线200(5)~200(8)布置在所述外壳102的侧边缘部分310的内表面上。图5未示出布置在所述侧边缘部分308的内表面上的天线200(1)~200(4),因为所述天线在图5的透视图中隐藏了。所述金属天线200(1)~200(8)的主体204的厚度与所述侧边缘部分308、310的厚度可以不同或基本相同。

[0072] 在示例性实施例中,通过激光直接成型(laser direct structuring,LDS)工艺将

所述天线200(1)~200(8)牢固地附着于所述侧边缘部分308和310的内表面。在另一实施例中,所述天线200(1)~200(8)通过柔性带工艺牢固地附着于所述侧边缘部分308和310的内表面,其中,所述天线200(1)~200(8)分别安装在对应的柔性PCB上,然后所述柔性PCB与所述天线通过贴片胶安装到所述侧边缘部分308和310的内表面。

[0073] 图6的局部截面图更详细地示出了将天线200(例如天线200(7))安装到所述边缘301的塑料侧边缘部分310。如图6所示,所述天线200的主体204固定到所述边缘部分310的内表面,所述天线200的内侧202e朝向所述外壳内部区域303,所述天线200的外侧202f朝向所述边缘部分310,其中,所述边缘部分310由非导电RF透明材料制成。所述天线200的馈电片206沿着所述后包裹元件302的非导电上表面从所述天线主体204向内延伸,从而所述馈电片206的表面暴露在所述外壳内部区域303中。在采用LDS工艺的示例中,所述天线200可以在所述边缘部分310和后包裹元件302上完整地形成。

[0074] 在采用柔性带工艺的示例中,所述天线200可以集成到柔性PCB 312,其中,所述柔性PCB 312固定到所述边缘部分310和后包裹元件302。

[0075] 所述馈电片206和接地片208与所述RF信号电路的电连接与上文关于图3和4的描述相同。

[0076] 在图3~图6所示的实施例中,所述电子设备100的PCB 104通常与所述后包裹元件302平行,并且可以固定到位于所述后包裹元件302的螺柱上。所述天线200的主体204与所述馈电片206和接地片208基本垂直,该布置有助于通过弹簧负载的压力接触连接器212将附着在所述外壳102的边缘301上的天线200与所述PCB 104的接地路径和信号路径进行连接。

[0077] 在一个实施例中,附着在所述外壳102上的天线200可以是平面天线。例如,平面天线可以是平面倒F型天线(PIFA)、倒F型天线、单极天线和贴片天线。

[0078] 因为图3和图5示出的MIMO天线系统中的天线是附着在所述外壳102的两个侧边缘308和310上的,因此所述MIMO天线系统不需要占用所述PCB 104上的额外可用空间。这样,当所述电子设备100需要额外的天线以来提供额外的功能或服务时,例如,需要额外的5G天线来提供5G通信服务,所述额外天线可以在所述电子设备100中实现,而不占用所述电子设备100太多的可用空间或对所述PCB 104的现有布线进行大幅度地改变或重新布置。

[0079] 在不同的实施例中,所述外壳102内的天线200的数量、位置和相对间隔可以与上述不同。例如,一根或多根天线200可以放置在所述外壳102的顶部边缘部分304、底部边缘部分306、后包裹元件302和/或前盖上。在一些示例中,所述天线可以不对称地放置。在一些示例中,所述天线的数量可以少于或大于8,甚至等于1。在一些示例中,可以将四根天线200牢固地附着于所述外壳102上,形成一个 4×4 MIMO天线系统,例如,所述外壳102的每个侧边缘部分308和310上分别固定两根天线200,形成一个 4×4 MIMO天线系统。在另一示例中,可以将12根天线200牢固地附着于所述外壳102上,形成一个 12×12 MIMO天线系统,例如,所述外壳102的每个侧边缘部分308和310上分别固定六根天线200,形成一个 12×12 MIMO天线系统。

[0080] 在上述示例中,固定到所述外壳102的所述天线200彼此相同,且具有频率范围为3GHz~6GHz的谐振频率。在一些示例性实施例中,固定到所述外壳102的所述天线200在3GHz~6GHz频率范围内具有不同的谐振频率。例如,在3GHz~6GHz的频率范围内,牢固地附

着于所述外壳102的侧边缘308的多根天线200具有3.5GHz的谐振频率,牢固地附着于所述外壳102的侧边缘310的多根天线200具有4.8GHz的谐振频率。在其他示例性实施例中,牢固地附着于所述外壳102的侧边缘308或310的多根天线200之间具有不同的谐振频率。例如,在侧边缘308或310上,一些天线200具有3.5GHz的谐振频率,另一些天线200具有4.8GHz的谐振频率。在其他示例性实施例中,具有不同结构并针对其他频率范围进行调谐的天线也固定到所述外壳102,例如,包括3.5GHz、4.8GHz和Sub 2.6GHz的传统频带下的天线。为此,图7示出了外壳102的一个示例性实施例,包括:3GHz~6GHz天线200(1)~200(12)的一个12×12阵列;还包括固定到顶部边缘部分304的第一Sub 2.6GHz天线702(1)和固定到底部边缘部分306的第二Sub 2.6GHz天线702(2)。在一些示例中,所述天线702(1)和702(2)可以与所述天线200不同的收发电路进行连接,并且可以通过与所述天线200不同的方式固定到所述边缘301。

[0081] 在一些示例性实施例中,固定到所述外壳102的天线具有不同的谐振频率和不同的频率范围。

8×8 MIMO天线系统的性能

[0082] 在一些示例中,诸如图3和图5中所示的MIMO天线系统在不同的天线对200之间具有低相关性。例如,根据8×8 MIMO天线分析仪EMITE室的测量结果,Rx-Rx包络相关性系数(Pearson)在3GHz~6GHz的带宽上实质上低于0.1。由于不同天线对之间的低相关性,每根天线可以独立于其他天线工作,这反过来使得每根天线200表示的无线信道容量最大化。

[0083] 图3和图5中的MIMO天线系统在一些配置中可以具有高效率。根据8×8 MIMO天线分析仪EMITE室的测量结果,图3和图5中的MIMO天线系统在3GHz~6GHz的大多数频率范围内具有高于60%的总计和辐射接收效率。

[0084] 图3和5中的MIMO天线系统还具有与3GHz~6GHz频率范围内的电子设备100的信号电路214比如发送和/或接收电路的输出阻抗匹配的良好阻抗。根据8×8 MIMO天线分析仪EMITE室的测量结果,图3和图5中的MIMO天线系统具有3GHz~6GHz范围内等于或实质上小于-6dB的散射参数 S_{Rx-Rx} 。

[0085] 在不脱离权利要求的主题的情况下,本发明可以以其他具体形式实施。所描述的示例性实施例在各方面都仅仅是示意性的,而不是限制性的。可以结合一个或多个上述实施例的所选特征得到一些没有明确描述的替代性实施例,应理解,适用于这些组合的特征落入本发明的保护范围之内。

[0086] 还公开了所公开范围内的所有值和子范围。而且,尽管这里公开和示出的系统、设备和流程可以包括特定数量的元件/组件,但是系统、设备和组件可以被修改为包括更多或更少的此类元件/组件。例如,虽然所公开的任何元件/组件可以表示为单数,但是本文公开的实施例可以被修改为包括多个此类元件/组件。本文描述的主题旨在涵盖并包含所有适当的技术变化。

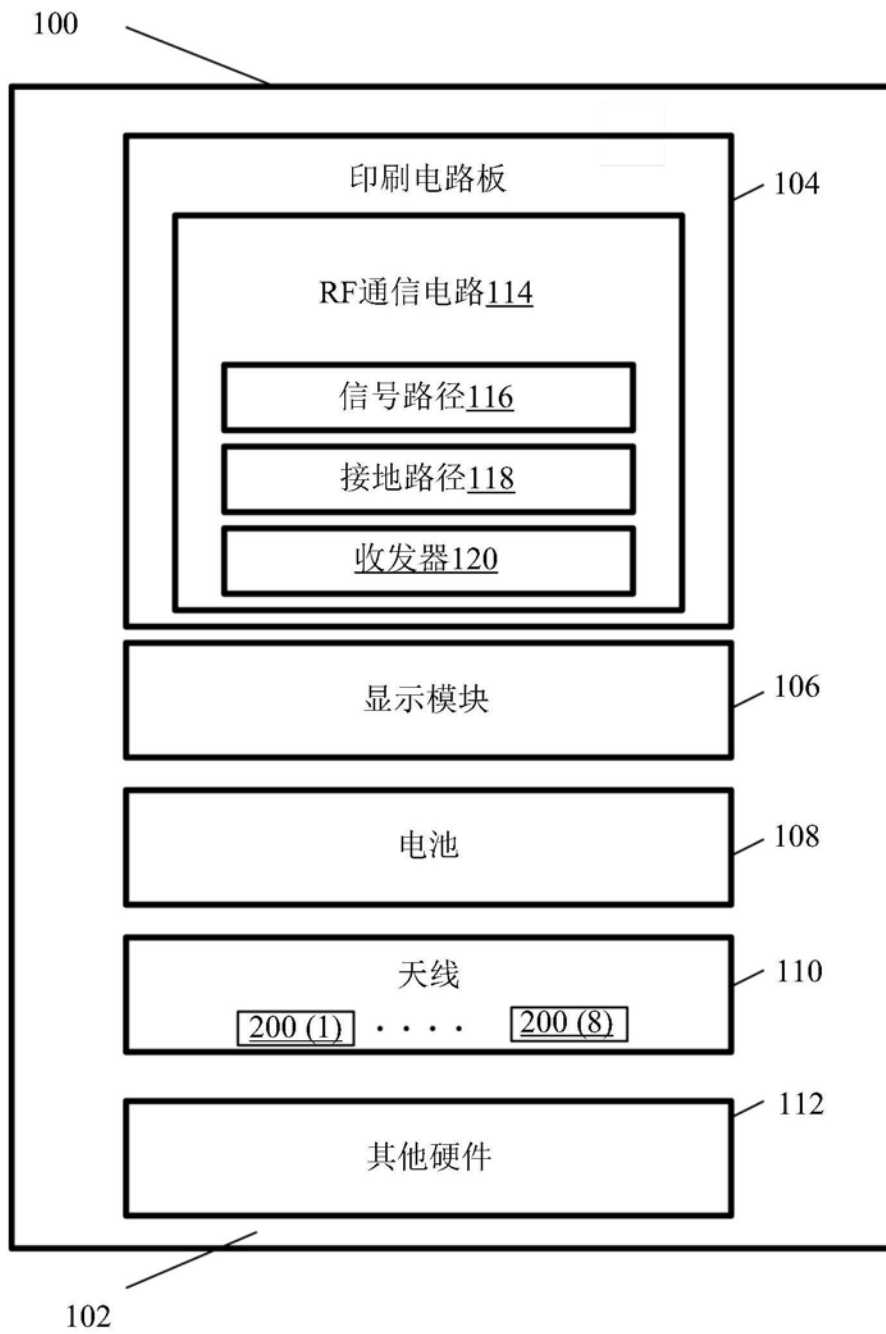


图1

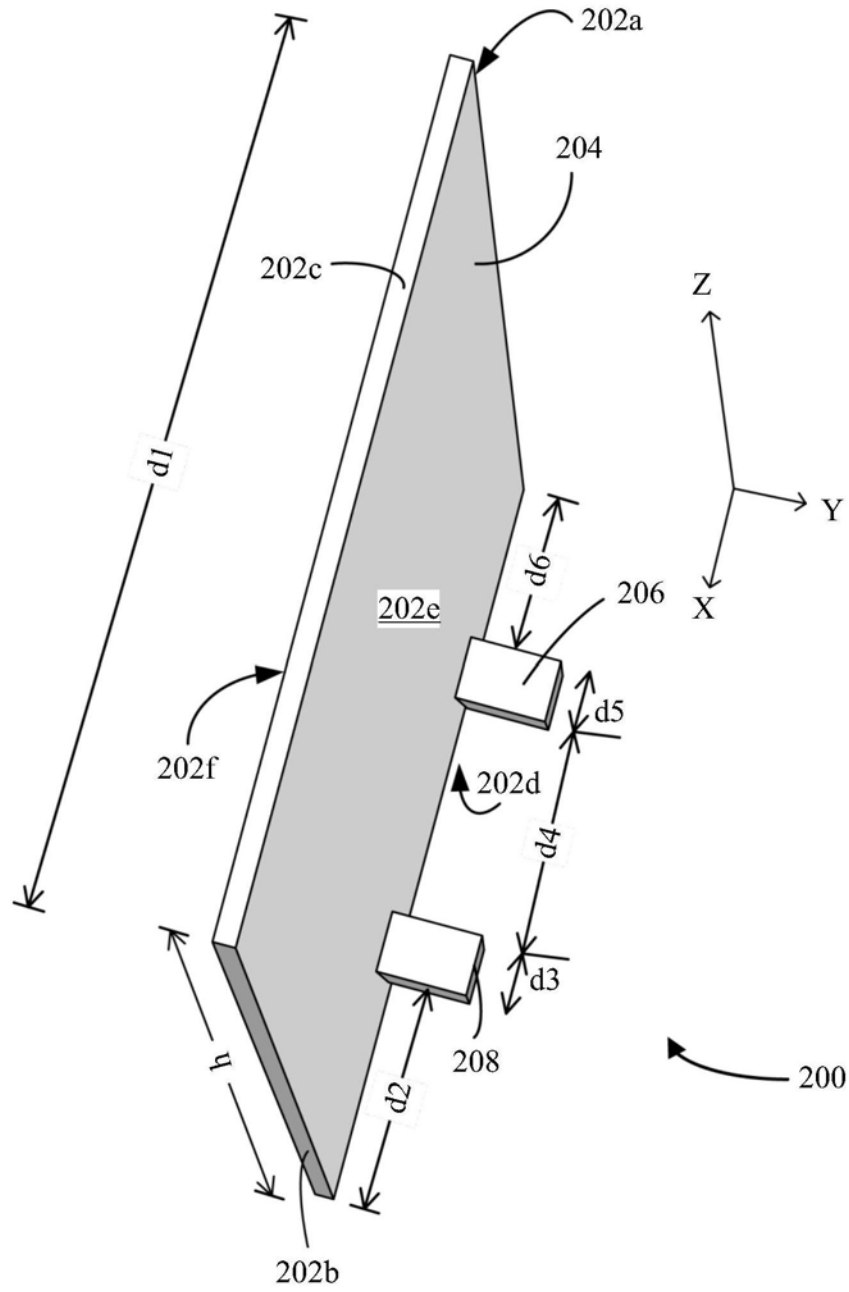


图2A

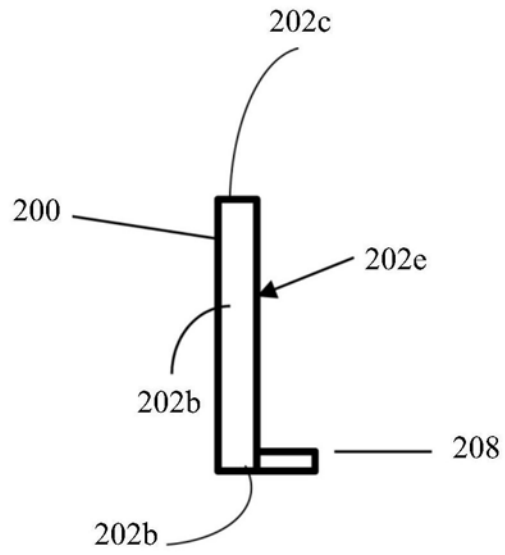


图2B

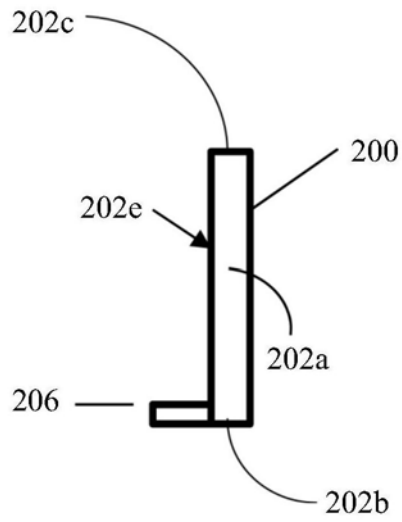


图2C

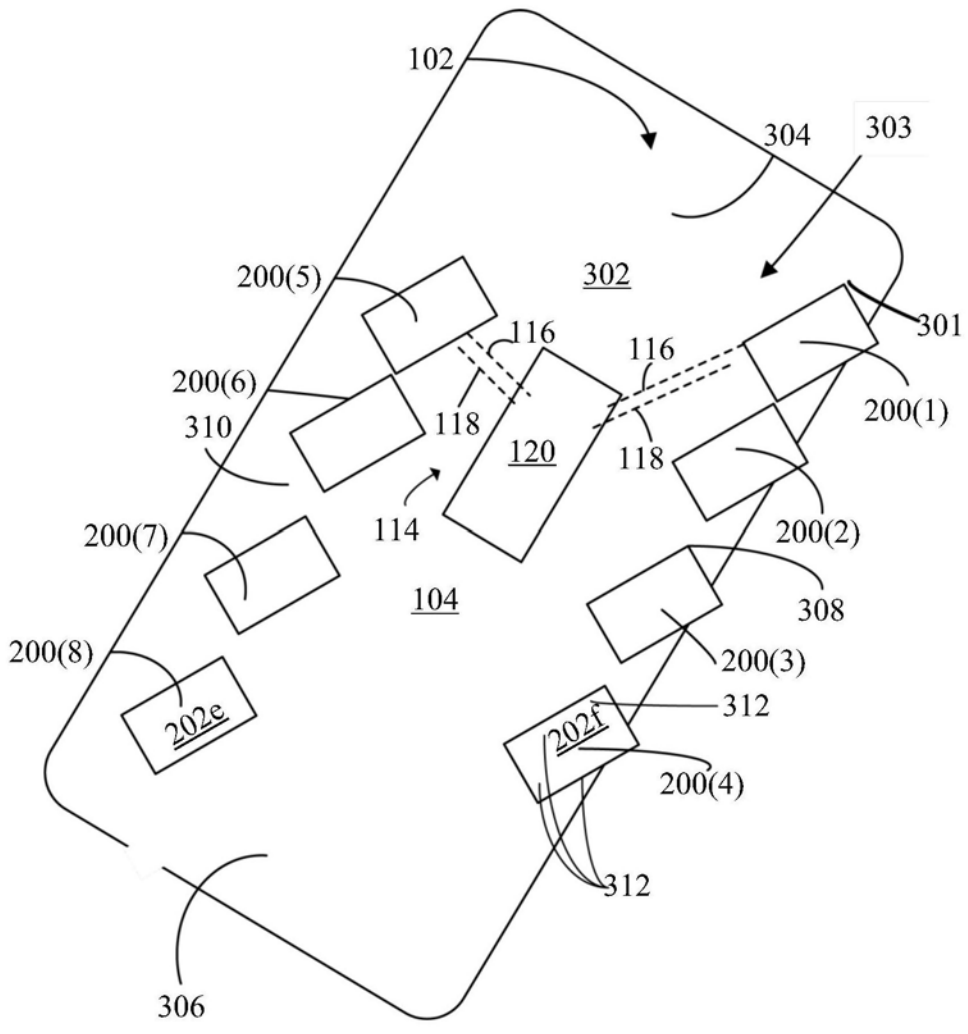


图3

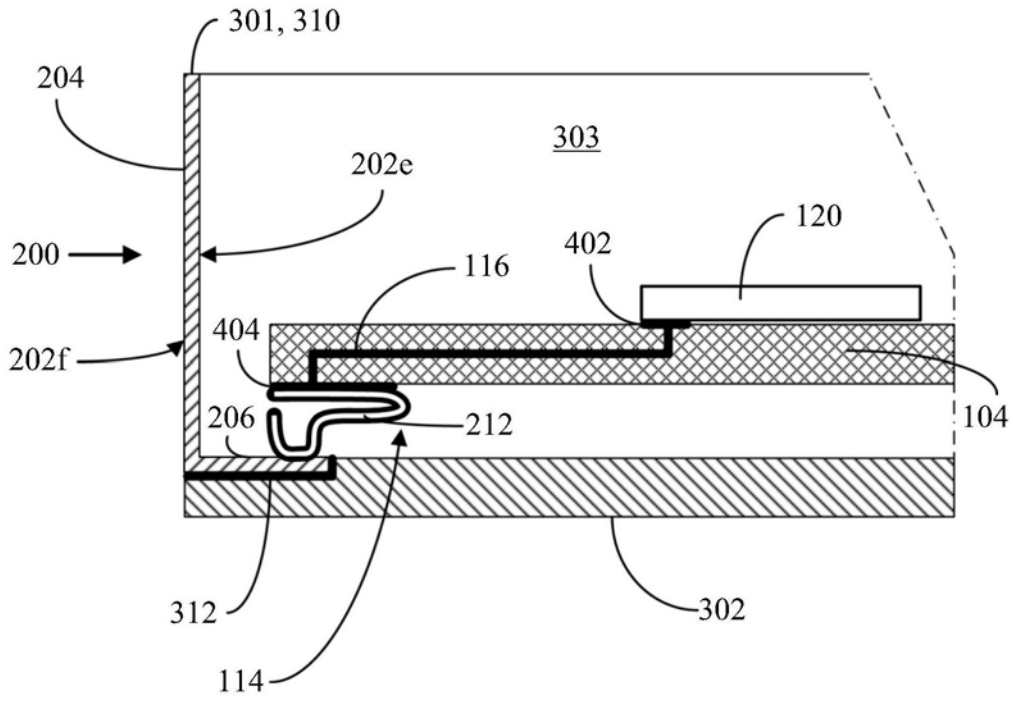


图4

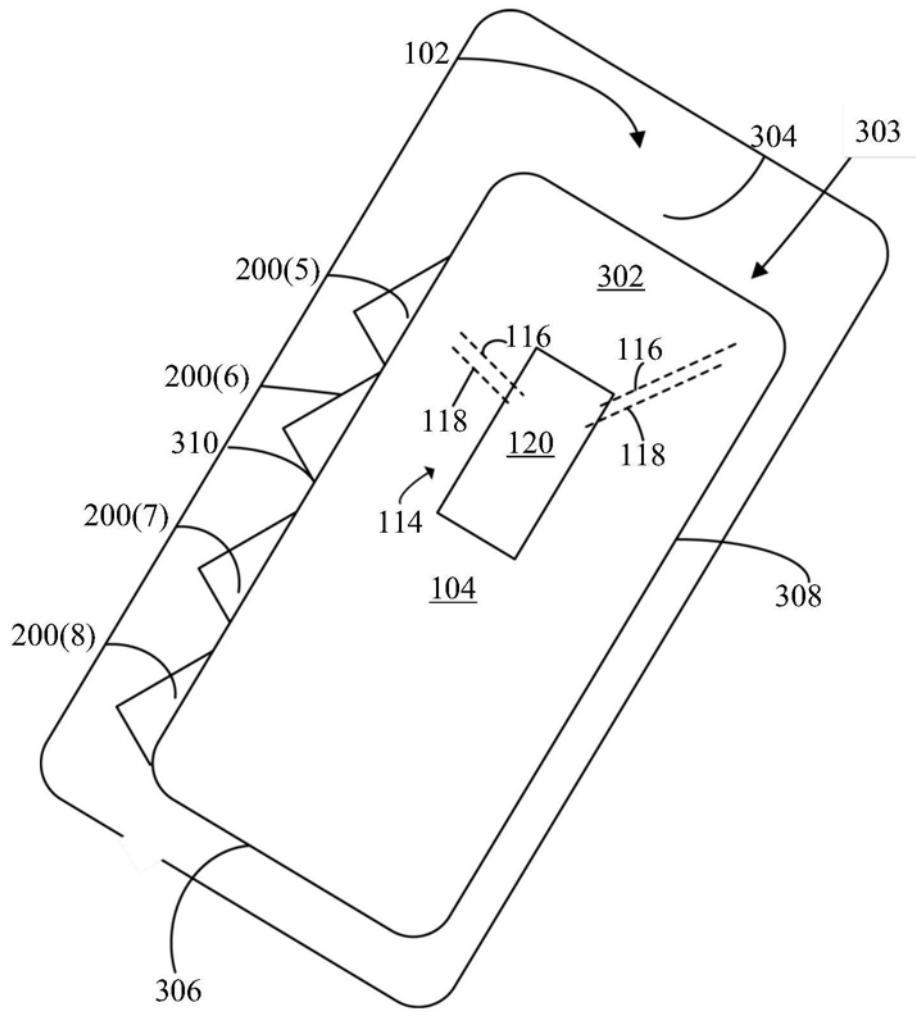


图5

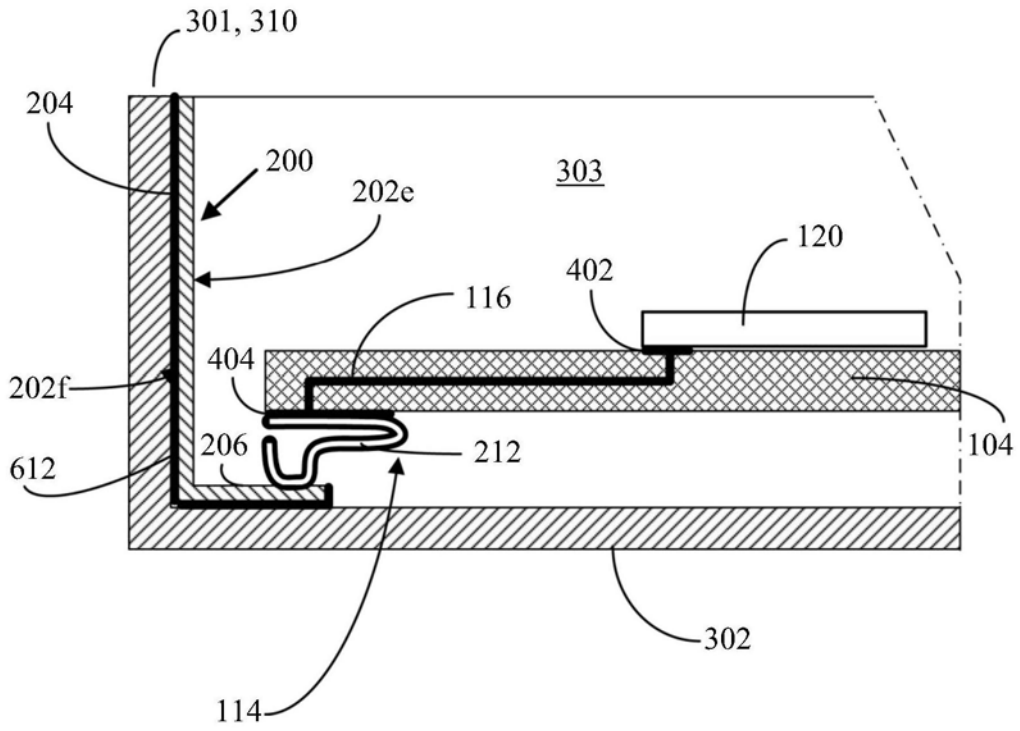


图6

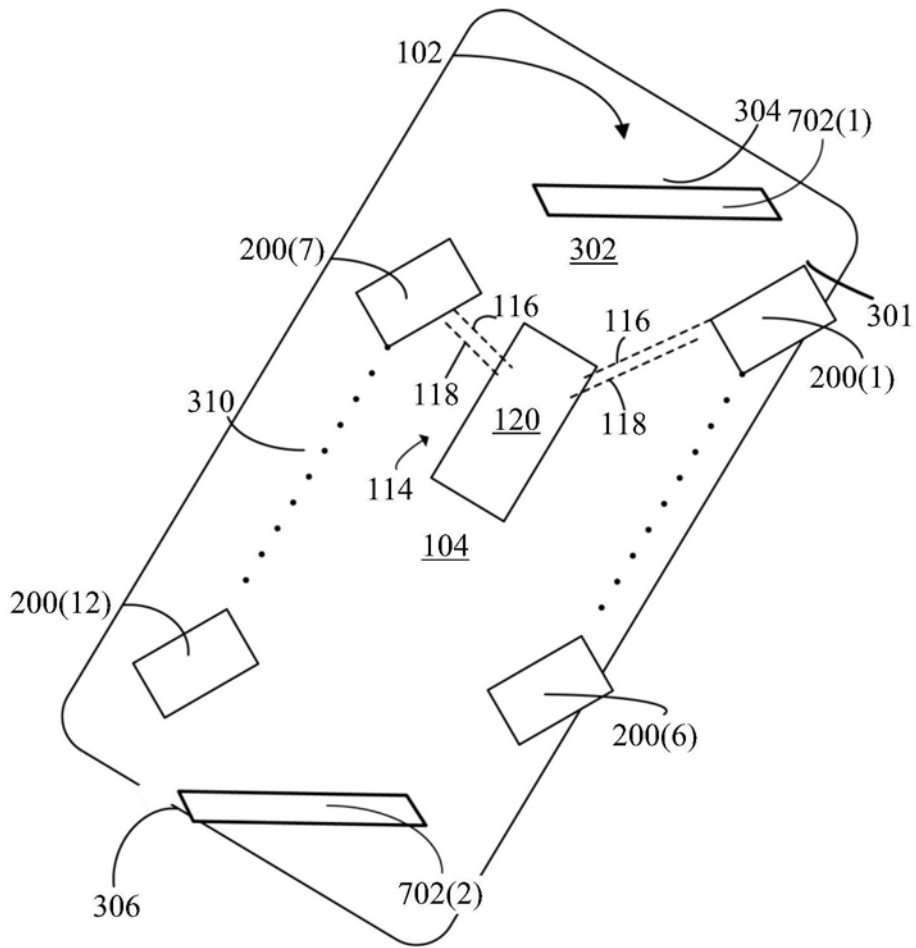


图7